



KUŞLARDA GENETİK

KONFERANS • SEMİNER



ANKARA

29 AĞUSTOS 2026

KONUŞMACI

Andrea Benagiano

Hakemler Kurulu Başkanı

29/8/2026 FOI - İtalya

Ankara



1. Kuşlar: genel özellikler

Oldukça özelleşmiş adaptasyonlara sahip endotermik omurgalılar.

Tüylerle kaplı vücut

Tüyler yalıtım sağlar,
korur; uçuşa ve iletişime
katkıda bulunur.

Ön ekstremiteler = kanatlar

Kanatlar, ön ekstremitelerin özelleşmiş modifikasyonlarıdır;
biçimleri uçuş tipine göre değişir.

Gaga

Gaganın biçimi diyete bağlıdır:
tohum, böcek, nektar, et veya diğer besinler.

Yüksek metabolizma hızı

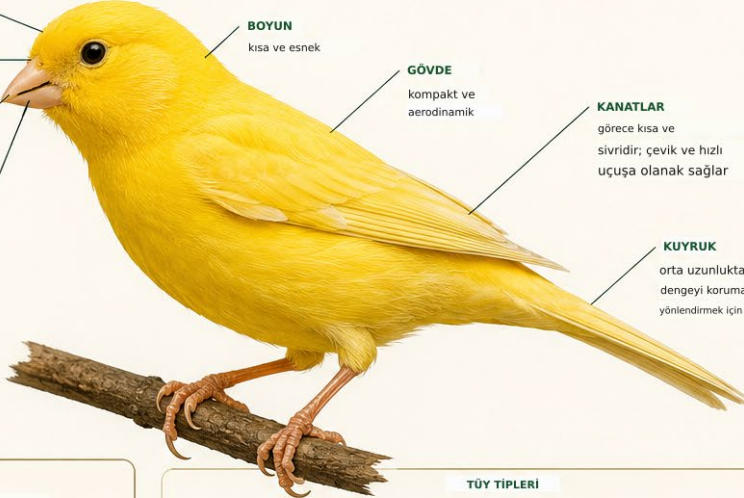
Görece sabit vücut sıcaklığı ile
yüksek oksijen ve enerji gereksinimi.

2. Dış morfoloji

Dış yapılar; uçuş, beslenme ve lokomasyona bağlı olarak özelleşmiştir.

KANARYANIN MORFOLOJİSİ

(Serinus canaria domestica)



BAŞ
küçük ve yuvarlak

GÖZ
iri; görme yetisi
ileri düzeyde gelişmiş

BURUN DELİKLERİ
gaganın tabanında yer alır
ve kısmen küçük
tüylerle örtülüdür

GAGA
kısa, konik ve güçlüdür;
tohumları kırıp
kabuklarını soymaya uygundur

BOYUN
kısa ve esnek

GÖVDE
kompakt ve
aerodinamik

KANATLAR
görece kısa ve
sivridir; çevik ve hızlı
uçuşa olanak sağlar

KUYRUK
orta uzunluktadır;
dengeyi korumak ve uçuşu
yönlendirmek için kullanılır

GAGA
Konik ve güçlü gaga,
tohumları kırıp
kabuklarını soymaya uygundur.

AYAKLAR
İnce fakat güçlü
ayaklarda dört
parmak bulunur:
üçü öne, biri
arkaya yinelmiş olup
dalları kavramaya
uygundur.

TIRNAKLAR
Kıvrık tırnaklar
tüneklerin
güvenle
kavranmasını
sağlar.

ÖLÇÜLER
Uzunluk:
12-14 cm
Ağırlık:
15-25 g
Kanat açıklığı:
yaklaşık 20-23 cm

TÜY ÖRTÜSÜ
Tüy örtüsü sık ve yumuşaktır; çeşitli işlevleri vardır:
vücudu soğuk ve darbelerle karşı korur; uçuşa ve
iletişime katkı sağlar.
Evcil kanaryalarda seleksiyonla elde edilmiş çok sayıda
renk varyetesi bulunur:

TÜY TIPLERİ
KANAT TELEKLERİ
kanatlarda;
uçuş için
temel önemlidir

KUYRUK TELEKLERİ
kuyruksa;
uçuşu
yönlendirmek
ve frenlemek
için kullanılır

ÖRTÜ TÜYLERİ
vücudu
örtter ve
korur

HAV TÜYLERİ
vücut
ısıtısını
korur

GRANİVOR BESLENME
Konik ve güçlü gaga
tohumları kırıp
kabuklarını soymayı sağlar.

ÇEVİK VE HIZLI UÇUŞ
Kısa ve sivri kanatlar ile
aerodinamik gövde, ağız ve
çahırlar arasında hızlı harekete
olanak sağlar.

GÜVENLİ KAVRAMA
Ayak parmaklarının tutunmaya
uygun dizilimi ve kıvrık
tırnaklar, dallarda sağlam
biçimde tutunmayı sağlar.

ISI YALITIMI
Sık ve yumuşak tüy örtüsü
soğuğa karşı korur ve
vücut sıcaklığının sabit
tutulmasına yardımcı olur.

MELODİK ÖTÜŞ
Erkeklerde oldukça gelişmiş
bir ses organı (syrinx) bulunur;
bu yapı, dişiyi cezbetmek ve
bölgeyi savunmak amacıyla
karmaşık ötüşler üretmesini
sağlar.

Baş ve gaga

İyi gelişmiş gözler; farklı biçimlerde keratin yapıları gaga.

Kanatlar ve kuyruk

Uçuşta kanat telekleri (remiges); yön, frenleme ve denge için kuyruk telekleri (rectrices).

Ayaklar ve parmaklar

Çoğu türde dört parmak bulunur; tünemeye, koşmaya, yüzmeye veya kavramaya uyarlanmıştır.

Tüy örtüsü

Kontur tüyleri, remiges, rectrices ve hav tüyleri farklı işlevler üstlenir.

3. Tüyler: yapı ve işlevler

Kanat telekleri (remiges)

Uçuşta kaldırma ve itki oluşturan kanat telekleridir (remiges).

Kuyruk telekleri (rectrices)

Yönlendirme ve frenlemede görev alan kuyruk telekleridir (rectrices).

Örtü tüyleri ve hav tüyleri

Tüyler başlıca koruma, yalıtım ve dengenin sürdürülmesinde işlev görür.



KANAT TELEKLERİ

Uzun, sağlam ve asimetriktir. Primer kanat telekleri kanadın uç kısmında, sekonder telekler ise daha iç kesimde yer alır.



KUYRUK TELEKLERİ

Kuyrukta yelpaze biçiminde dizilir. Uçuş sırasında yön değiştirmeyi ve dengenin korunmasını sağlar.



HAV TÜYLERİ

Örtü tüylerinin altında yer alan yumuşak ve kabarcık tüylerdir. Havayı hapseder, soğuğa karşı korur ve vücut sıcaklığını sabit tutar.

Isı yalıtımı

Tüy yapısı havayı hapseder ve vücut sıcaklığının korunmasına yardımcı olur.

Su geçirmezlik

Uropigial bezin (glandula uropygialis) salgıları, birçok türde tüy örtüsünün iyi durumda korunmasına yardımcı olur.

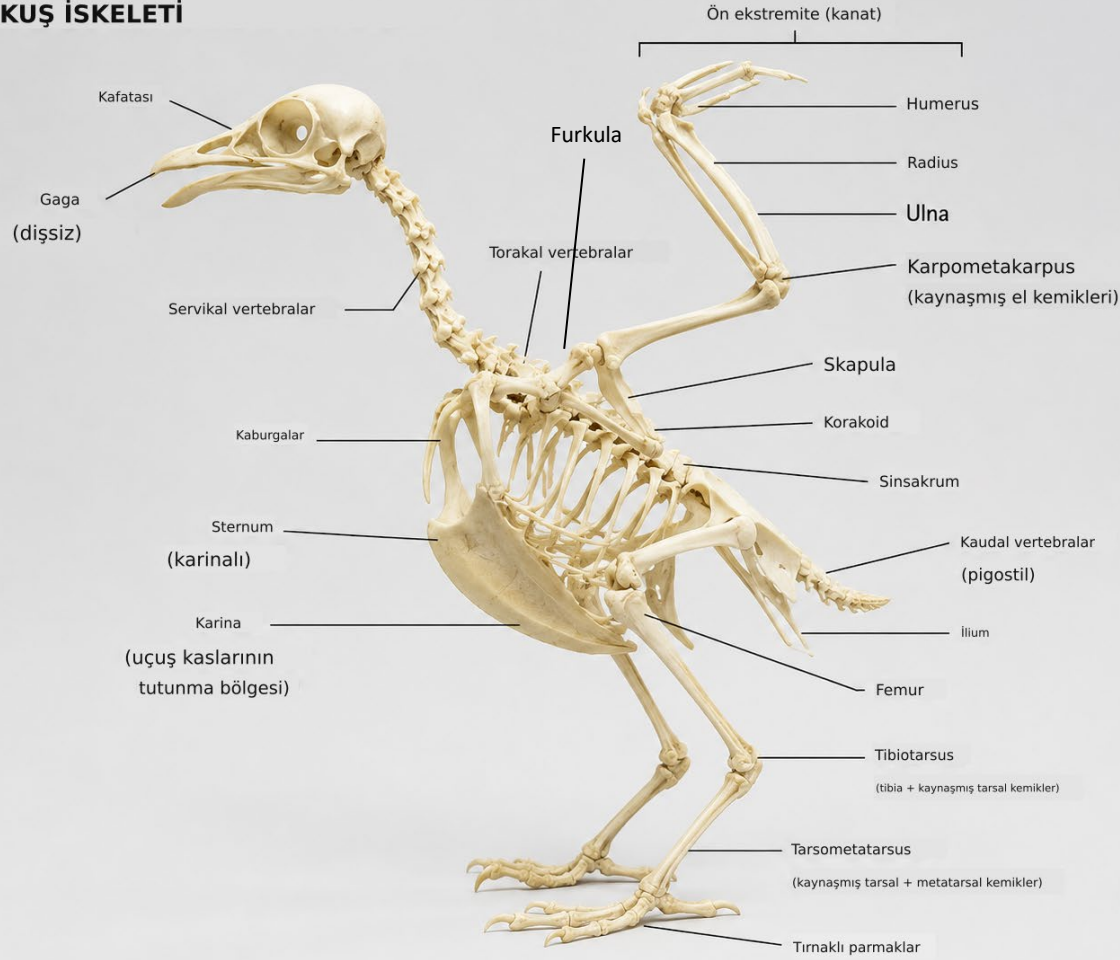
İletişim

Renkler, desenler ve duruşlar kur davranışında ve sosyal sinyallerde rol oynayabilir.

4. Anatomi: iskelet ve lokomotor sistem

İskelet; hafiflik ve rijitliği kas tutunma yüzeyleriyle birleştirir.

KUŞ İSKELETİ



Pnömatik kemikler

Birçok türde bazı kemikler, dayanıklılık azalmadan solunum sistemiyle bağlantılı boşluklar sayesinde hafiflemiştir.

Karinalı sternum

Karina, kanatları hareket ettiren pektoral kasların tutunması için geniş bir yüzey sağlar.

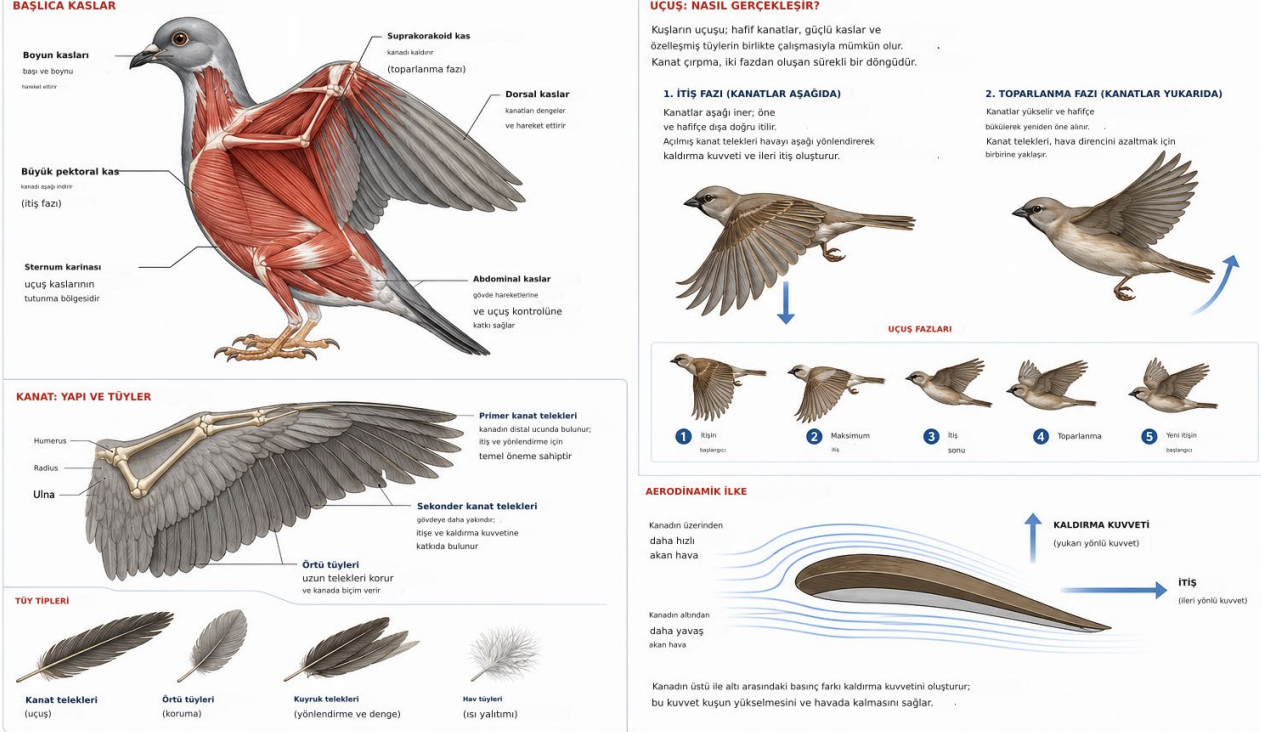
Furkula ve korakoidler

Klavikuları birleştiren furkula ile korakoidler omuz kuşağını güçlendirir ve uçuş kuvvetlerini karşılar.

5. Uçuş: kaslar ve biyomekanik

Uçuş; kanatlar, kaslar, tüyler ve sinirsel kontrol arasında eşgüdüm gerektirir.

KUŞLARDA KAS SİSTEMİ VE UÇUŞ



M. pectoralis (büyük göğüs kası)

Kanadın aşağı vuruşundaki başlıca kastır ve itkinin büyük bölümünü üretir.

M. supracoracoideus

Kanadın kaldırılmasına katkı sağlar; tendonu, makara gibi işleyen kemiksel bir sistemden geçer.

Aerodinamik biçim

Kompakt vücut ile kanat ve tüylerin düzeni; kaldırma, sürüklenme ve manevra kontrolünü sağlar.

Kanat çırpışı: itki evresi kuvvet üretir; toparlanma evresi kanadı yeniden konumlandırır.

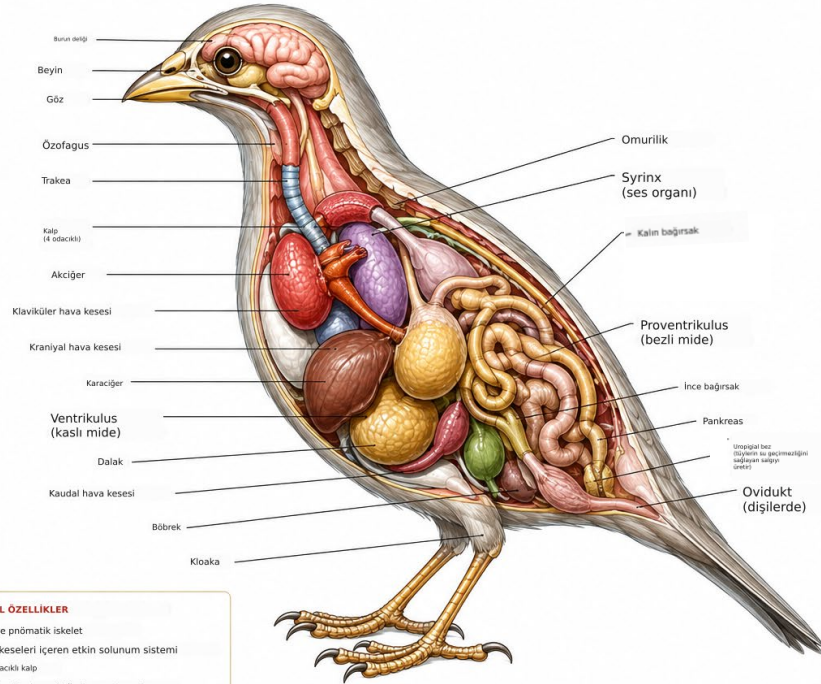
6. İç anatomi

Organlar, yüksek metabolik etkinlik ve lokomasyonu destekleyecek biçimde düzenlenmiştir.

Sindirim sistemi

Ağız boşluğu → özofagus → kursak (çoğu türde) → proventrikulus → ventrikulus (taşlık) → bağırsak → kloaka.

KUŞLARIN İÇ ANATOMİSİ

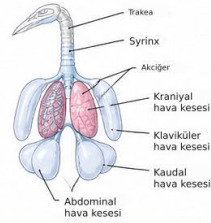


TEMEL ÖZELLİKLER

Hafif ve pnömatiskelet
Hava keseleri içeren etkin solunum sistemi
Dört odacıklı kalp
Yüksek vücut sıcaklığı (homeotermi)
Tüy bakımında görevli uropigial bez
Ovidukt yalnızca dişilerde bulunur

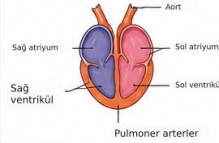
SOLUNUM SİSTEMİ

Kuşlarda, tek yönlü ve etkin hava akımı sağlayan hava keselerine bağlı rijit akciğerler bulunur.



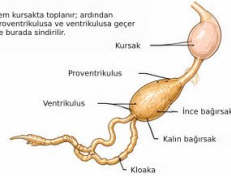
KALP (4 ODACIKLI)

İki atriyum ve iki ventrikül, oksijenlenmiş ve deoksijenlenmiş kanı tamamen birbirinden ayırır.



SİNDİRİM SİSTEMİ

Yeni kısımla toplanan; ardından proventrikulusa ve ventrikulusa geçer ve burada sindirilir.



Dolaşım sistemi

Kalp dört odacıklıdır: oksijenli ve oksijensiz kan tamamen ayrılmıştır.

Üriner sistem

Metanefrik böbrekler; azot başlıca ürik asit olarak atılır ve su kaybı büyük ölçüde azaltılır.

Sinir sistemi ve duyu

Beyin ve serebellum iyi gelişmiştir; görme, yönelim ve besin aramada büyük önem taşır.

7. Solunum fizyolojisi

Kuşların solunum sistemi, akciğerler boyunca son derece etkin ve sürekli hava akımı sağlar.

Çift ventilasyon

Hava, sistemden birden çok solunum evresinde geçer; hava keseleri başlıca rezervuar ve ventilasyon pompası görevi görür.

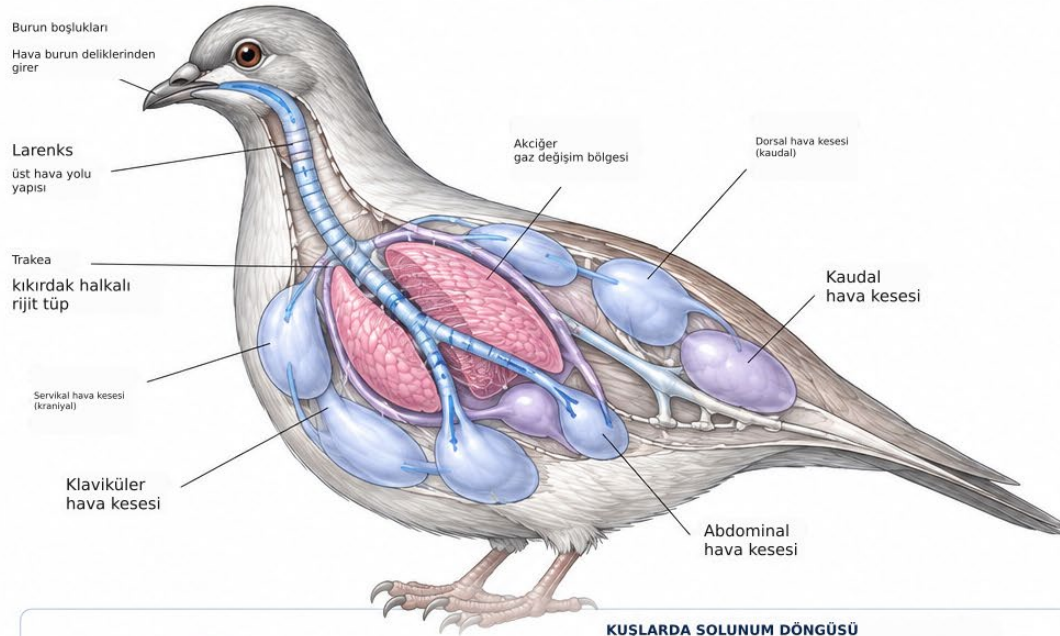
Tek yönlü hava akımı

Parabronşlarda hava akımı görece sürekli ve gaz değişimini destekler.

Yüksek O₂ gereksinimi

Etkin solunum, özellikle uçuş sırasında yüksek metabolizma hızını destekler.

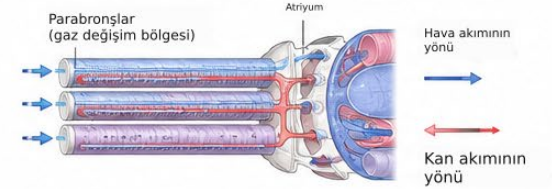
KUŞLARIN SOLUNUM SİSTEMİ



ÖZELLİKLER

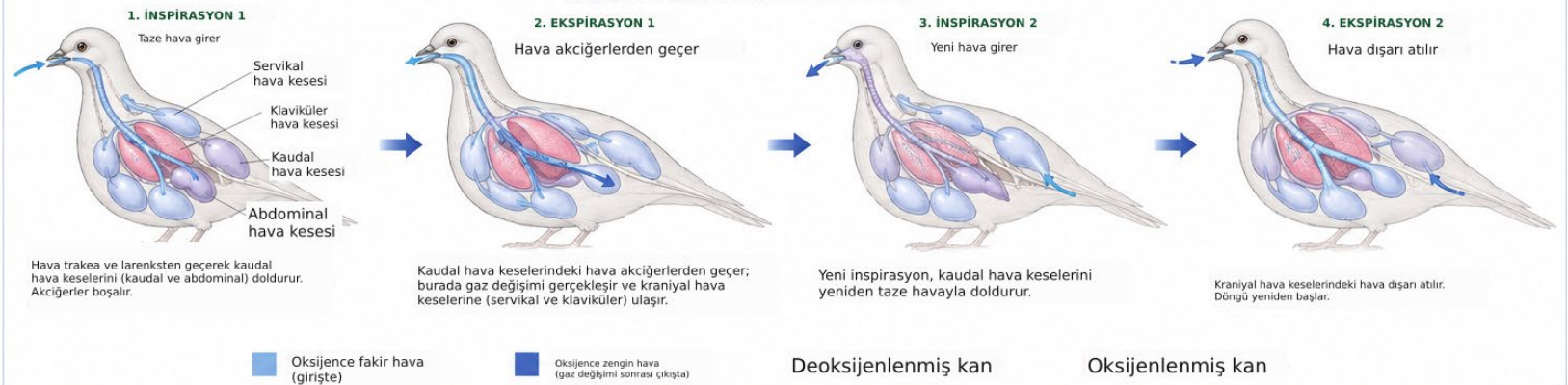
Kuşlarda rijit ve genişlemeyen akciğerler bulunur. Akciğerler, gaz değişimine katılmayan ancak körük gibi çalışan 9 hava kesesine bağlıdır. Akciğerlerde hava akımı hem inspirasyonda hem ekspirasyonda TEK YÖNLÜ ve SÜREKLİDİR. Bu sistem, uçuş için gerekli yüksek verimli oksijen değişimini sağlar.

AKCİĞERLERDE HAVA AKIMI



Parabronşlarda hava tek yönde (mavi), kan ise ters yönde (kırmızı) akar. Bu düzen son derece etkin gaz değişimi sağlar.

KUŞLARDA SOLUNUM DÖNGÜSÜ



8. Üreme ve gelişim

Kuşlar ovipardır; üreme, davranış ve fizyolojiyle güçlü biçimde bütünleşmiştir.

Önemli özellik

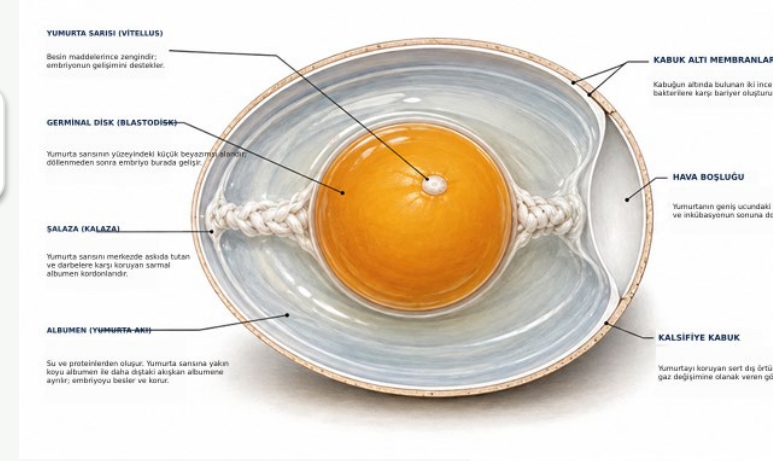
Çoğu türde dişi, vücut ağırlığını azaltan bir adaptasyon olarak yalnızca bir işlevsel ovaryuma sahiptir.

1. KUR DAVRANIŞI VE ÇİFTLEŞME
Kur davranışı, eş bağ kurulumunu ve üremenin uyanmasını sağlar. Otus, dans, besin sunma ve kur gösterilerini içerebilir.


2. YUVA YAPIMI
Çift, yuvayı güvenli bir yerde yapar. Farklı türden ve türden malzemelerden oluşabilir.


3. YUMURTAMA
Dişi, çoğunlukla gündüz bir adet olmak üzere farklı saatlerde yumurta bırakır.


4. KULUÇKA
Dişi-besim türünde erkek dişi yumurtaları yaklaşık 37-38 °C'ye ısıtır ve ısıtılır, buna göre gelişen yavru yumurtadan çıkar.

5. YAVRULARIN ÇIKIŞI VE BAKIMI
Çıkışa yarıncı, kır ve kırık (nidikol) ya da henüz gelişim tamamlanmamış (prekosiyal) olabilir. Ebeveynler tarafından beslenir ve korunur.





6. YUVADAN UÇUŞ
Yeterince gelişip uçuşa yeteneği kazanan genç kuşlar yuvadan ayrılır.


EBEVEYN BAKIMI
Ebeveyn bakımı yavruların gelişme sürecini hızlandırır ve güvenli sağlar.
• yuvanın yapımı ve korunması
• yumurtaların ısıtılması
• yavruların beslenmesi
• yavruların korunması
• yavruların gelişmesini hızlandırma
Bakım süresi türden türe göre değişir, yavru halden önce ayrı ayrı kalarak değişir.

KUŞLARIN ÜREME DÖNGÜSÜ
1. Kur davranışı ve çiftleşme
2. Yuva yapımı
3. Yumurtlama
4. Kuluçka
5. Yavru çıkışı ve bakımı
6. Yuvadan uçuş
Üreme, türün devamlılığını ve çevreye uyumunu güvence altına alır.

KABUĞUN YAPISI
Kıkılda
Bakterilere karşı koruyan ve su kaybını azaltan ince bir tabakadır.
Süngerimsi tabaka
Kabuk kırıldığında sargın görevini yapar.
Manifor tabaka
Kabukta dayanıklılık kazandıran katmanlar yapısı iç tabakadır.
Kabuk altı membran
Kabukun iç yüzüne yapışan iki ince membrandır.

YUMURTANIN İŞLEVLERİ
Koruma: Kabuk ve membranlar embriyoyu darbe ve enfeksiyonlardan korur.
Beslenme: Yumurtanın sarısı ve albumen, gelişim için gerekli tüm besin maddelerini sağlar.
Solunum: Kabuk gözenekleri dış ortamla gaz değişimine olanak verir.
Destek ve koruma: Şalazalar yumurtanın merkezinde tutar.
Hava rezervi: Hava boşluğu, çıkımdan önce civcive oksijen sağlar.

ÜREME STRATEJİLERİ
Kuş türleri, çevre koşulları ve mevcut kaynaklara göre farklı üreme stratejileri benimses.

Altrisiyel türler (nidikol)
Çıkışta gelişimini tamamlamış, yuvadan ebeveyn bakımına gereksinim duymayan yavrulardır. Örnek: tavuklar, ördekler ve kazlar.

Prekosiyal türler
Çıkıştan kısa süre sonra hareket edip beslenebilen gelişmiş yavrulardır. Örnek: tavuklar, ördekler ve kazlar.

ÜREMEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİ
• Fotoperiyot (gün uzunluğu)
• Sıcaklık
• Besin bulunabilirliği
• Çevre koşulları
Bireyin yapı ve sağlık durumu



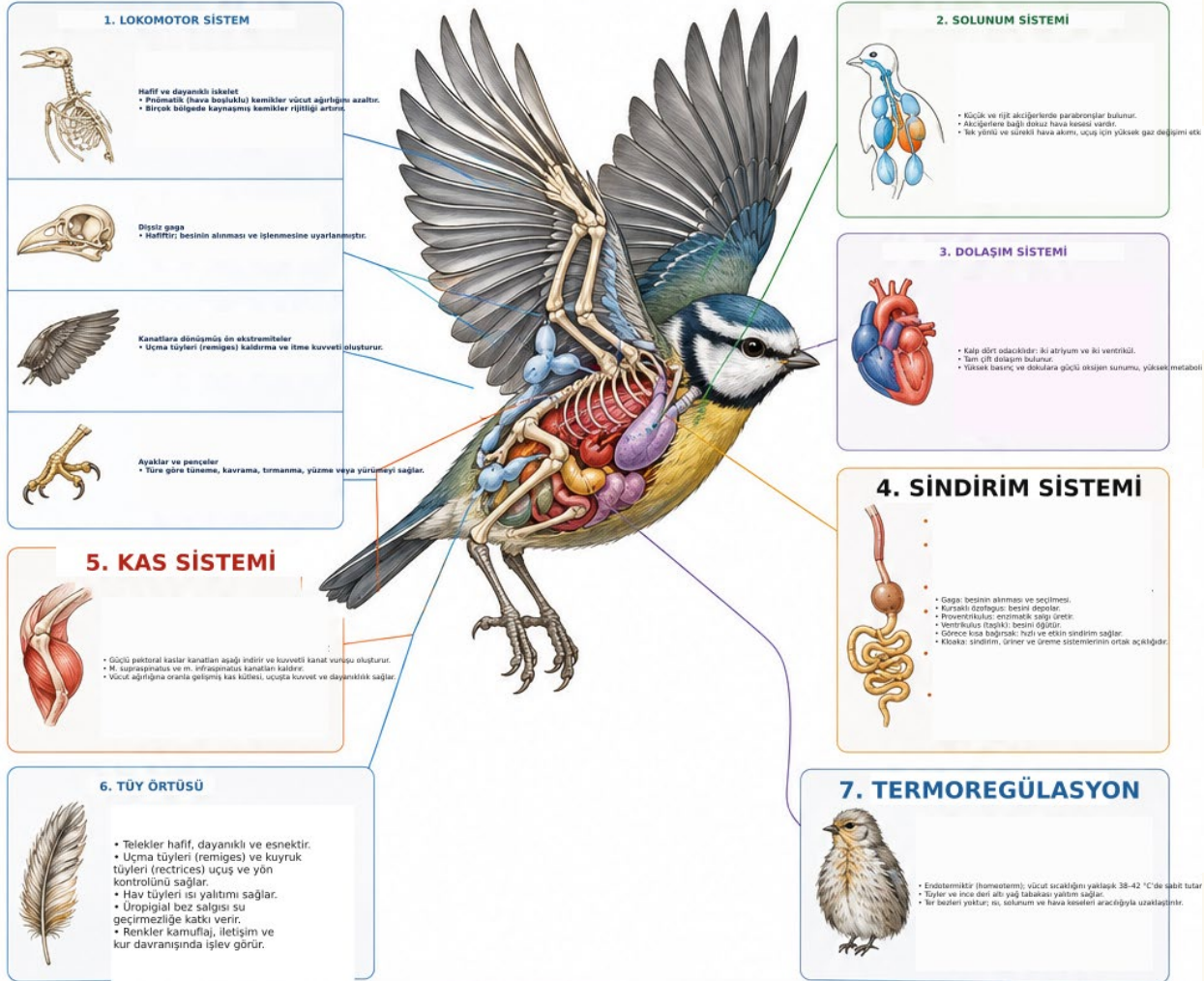


Gelişim

Yavru, altrisiyel/nidikol (ebeveyne bağımlı) ya da prekosiyal/nidifug (çıkımda bağımsız) olabilir.

9. Özet: yapı ve işlev

Kuş biyolojisi; biçim, organ sistemleri ve fizyolojinin bütünleşmesine örnektir.



YAPI	BAŞLICA İŞLEV	TEMEL UYUMLAR
Hafif ve pnömatik iskelet	Dayanıklılık ve korumayı sürdürürken vücut ağırlığını azaltır; uçuş için vazgeçilmezdir.	Yüksek metabolizma uçuş ve yaşamal işlevler için gerekli enerjiyi sağlar.
Kanatlar ve uçuş tüyleri	Kaldırma, itme ve manevra kabiliyeti oluşturur; uçuşu ve yön kontrolünü sağlar.	Hafiflik vücutun her bölümü ağırlığı azaltacak biçimde özelleşir.
Hava keseleriyle bağlantılı akciğerler	Sürekli hava akımı ve kanın yüksek düzeyde oksijenlenmesini sağlar.	Etkinlik solunum ve dolaşım sistemleri kullanılabilir oksijeni en
Dört odacıklı kalp	Etkin dolaşım ve dokulara yüksek düzeyde oksijen sunumu sağlar.	Uygun esnekliği farklı çevre ve yaşam biçimlerine uygun yapar.
Gelişmiş kas sistemi	Kanat vuruşu için gereken kuvveti ve uçuş dayanıklılığını sağlar.	Üreme stratejisi türün devamlığını güvence altına alır.
Tüy örtüsü	Isı yalıtımı ve koruma sağlar; uçuşa ve iletişime katkıda bulunur.	
Etkin sindirim sistemi	Yüksek metabolizma hızını desteklemek için hızlı sindirim ve besin maddesi emilimi sağlar.	
Kabuklu yumurta ve ebeveyn bakımı	Embriyonu korur ve döllerin yaşama gücünü artırır.	
Etkin termoregülasyon	Soğuk çevrede ve uçuş sırasında dahi vücut sıcaklığını sabit tutar.	

10. Fizyoloji: organizma nasıl çalışır?

Homeostazın korunması ve etkinliğin sürdürülmesi için sistemlerin iş birliği.

Dolaşım

4 odacıklı kalp → kanın ayrılması → O₂ ve besin maddelerinin hızlı taşınması.

Sindirim

Kaslı mide (ventrikulus) yemi öğütür; bağırsak besinleri ve suyu emer.

Boşaltım

Ürik asit su kaybını azaltır; kloaka birden çok işlev için ortaktır.

Termoregülasyon

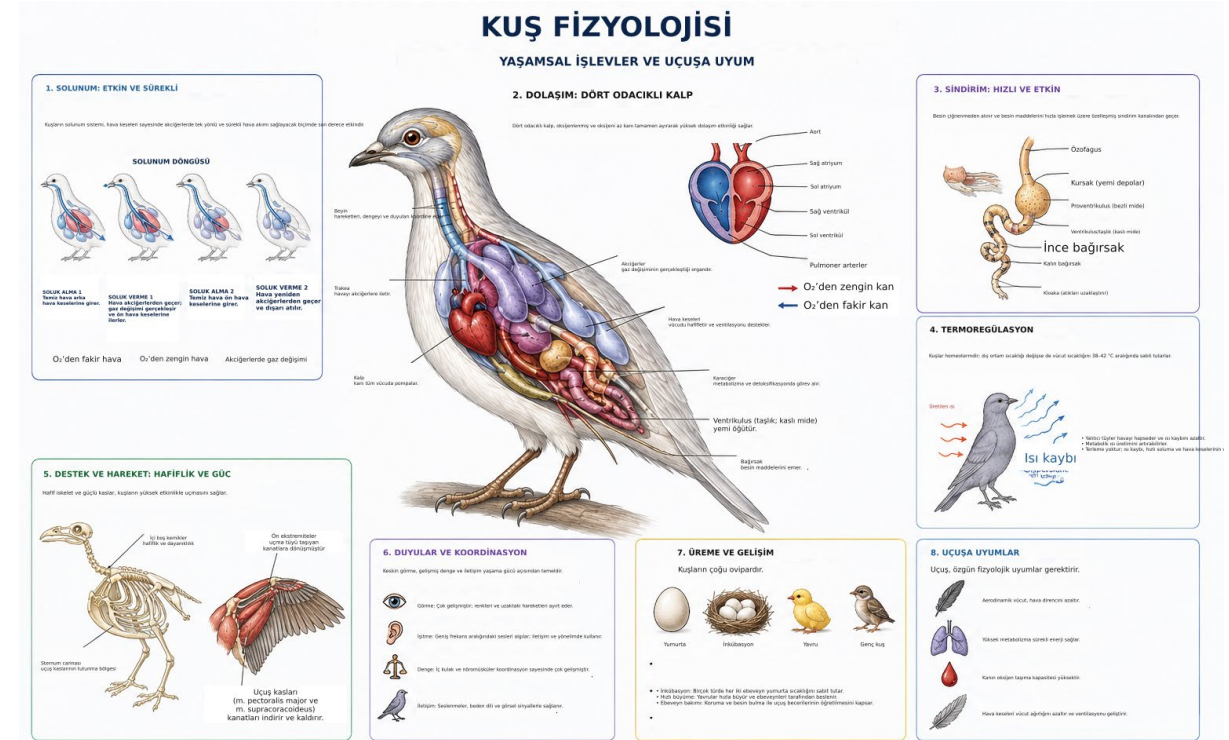
Endotermi + tüy örtüsü + kan akımının düzenlenmesi, vücut sıcaklığını dengeler.

Duyu

Görme baskındır; işitme ve yönelim, iletişim ile navigasyona katkı sağlar.

Ses

Trakeanın kaudal ucundaki syrinx (sirinks) ses ve ötüş üretir.

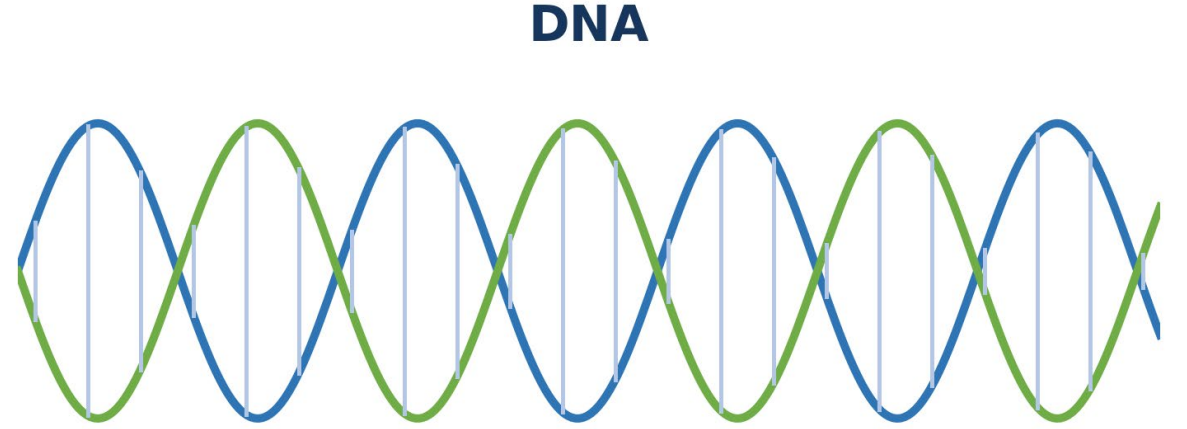


11. Genetik nedir?

Canlılara ait karakterlerin kalıtımını; başka bir deyişle belirli karakterlerin ebeveynlerden yavrulara kuşaktan kuşağa aktarılma sürecini inceleyen biyoloji dalıdır.

Genetik, bilim insanlarının sürekli araştırdığı dinamik bir bilim dalıdır; yeni bilgiler, çıkarım ve yorumların güncellenmesini sağlar.

Genetiğin temel kavramı, bu karakterlerin kalıtımının tüm canlı organizmalarda bulunan ve gen adı verilen kalıtsal birimlerce kontrol edilmesidir.



Gen → biyolojik bilgi → gözlenebilir karakter

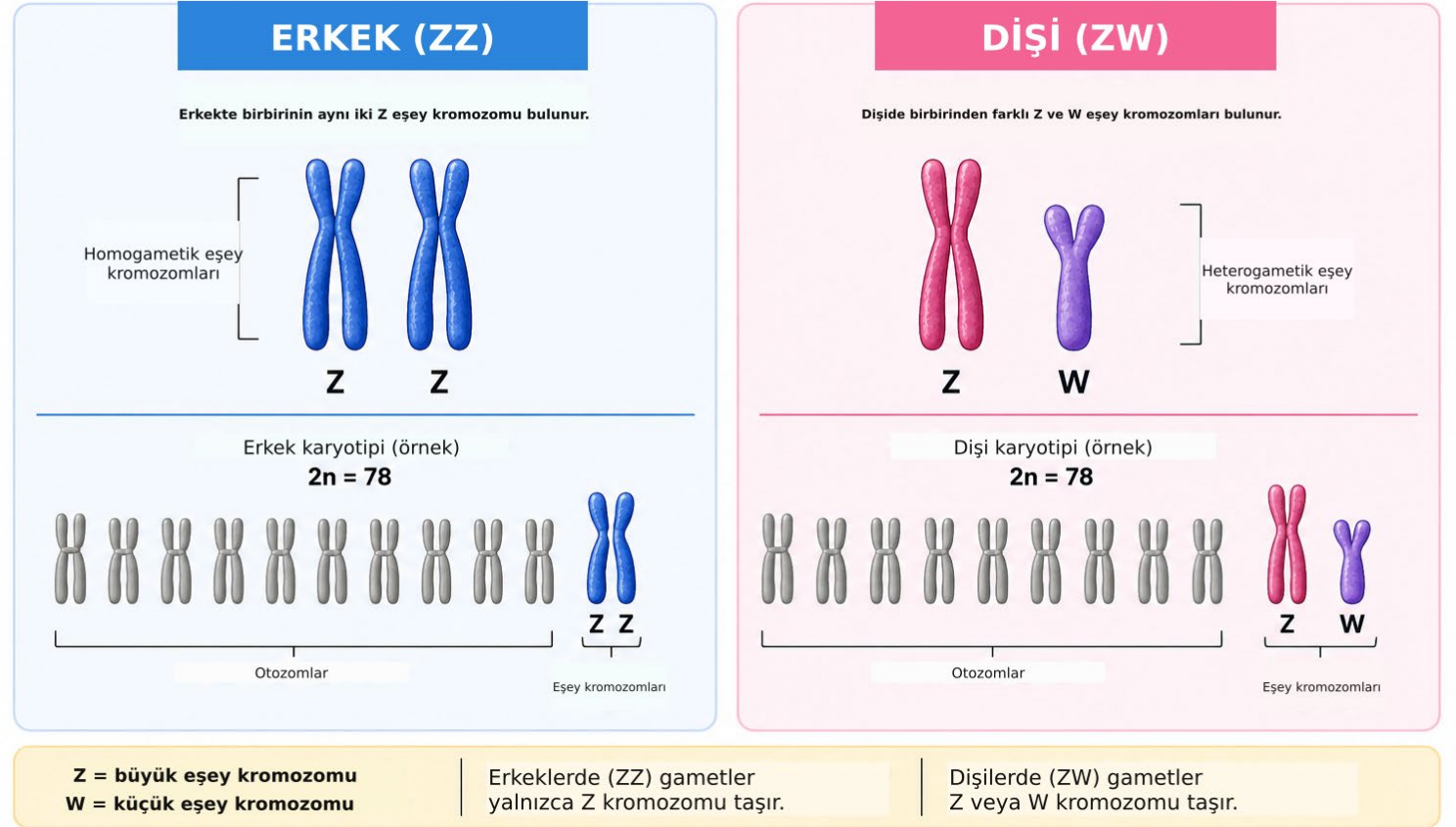
12. Kromozomlar ve eşeyin belirlenmesi

Genetik, biyolojinin odağındadır; yaşamın çeşitliliğini ve süreçlerini bütüncül bir çerçevede açıklamayı sağlar. Biyolojide hiçbir olgu, genetik ışığında değerlendirilmeden tam olarak anlaşılamaz.

Genetik, biyolojik kalıtımın bir kuşaktan diğerine aktarılmasıyla ilgilenir. Kuşaktan kuşağa aktarılan en küçük *kalıtsal birim gendir*.

GENLER, yaygın olarak **DNA** adı verilen uzun **deoksiribonükleik asit** molekülü üzerinde konumlanır; bağlantılı gruplar hâlinde düzenlenip bazı proteinlerle birleşerek **kromozomları** oluşturur.

Kuşlarda eşey belirleme sistemi ZW tipindedir.



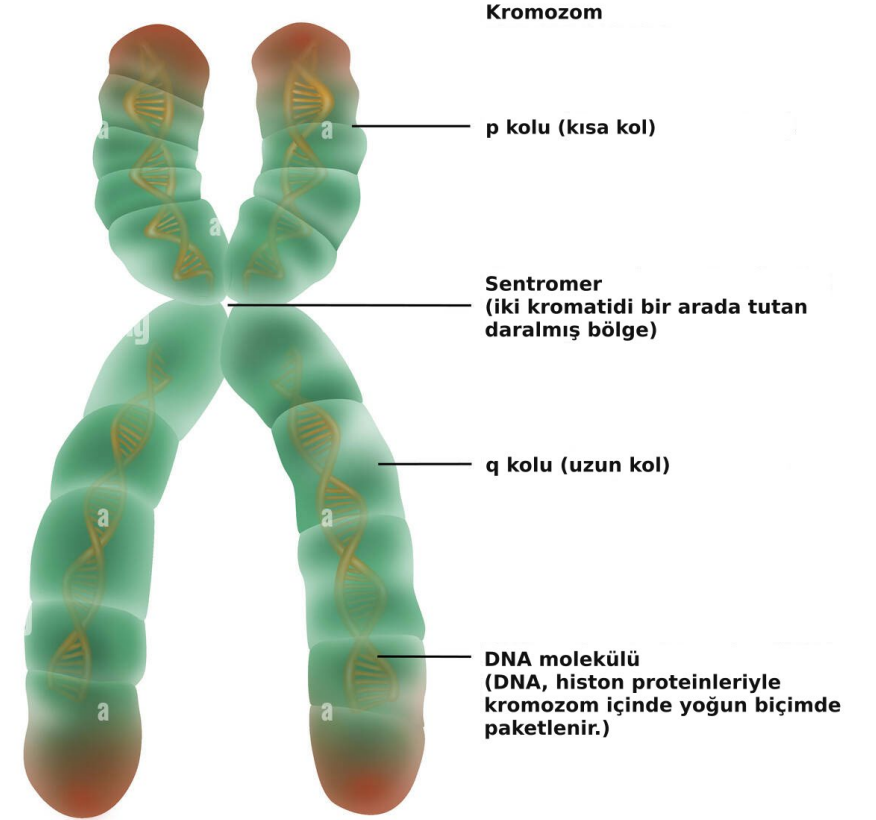
KROMOZOMLAR uzun DNA molekülleridir ve mikroskopta küçük çubuklar biçiminde görünür. Uzunlukları ve **sentromer** adı verilen yapının konumuna göre birbirlerinden farklılaşır. Sentromer, kromozomu uzunlukları az ya da çok farklı iki kola ayırır. Kromozomlar sentromer konumuna göre şöyle sınıflandırılır:

metasentrik: sentromer kromozomun orta bölümündedir ve kromozomu yaklaşık eşit iki kola ayırır;

akrosentrik veya **submetasentrik**: sentromer kollardan birine doğru kaymıştır ve farklı uzunlukta kollar oluşturur;

telosentrik: sentromer kromozomun uç kısmındadır ve fiilen tek bir kol oluşturur.

Bir çekirdek içinde zarla çevrili kromozom grupları, diğer proteinli maddelerle birlikte **hücreyi** oluşturur.

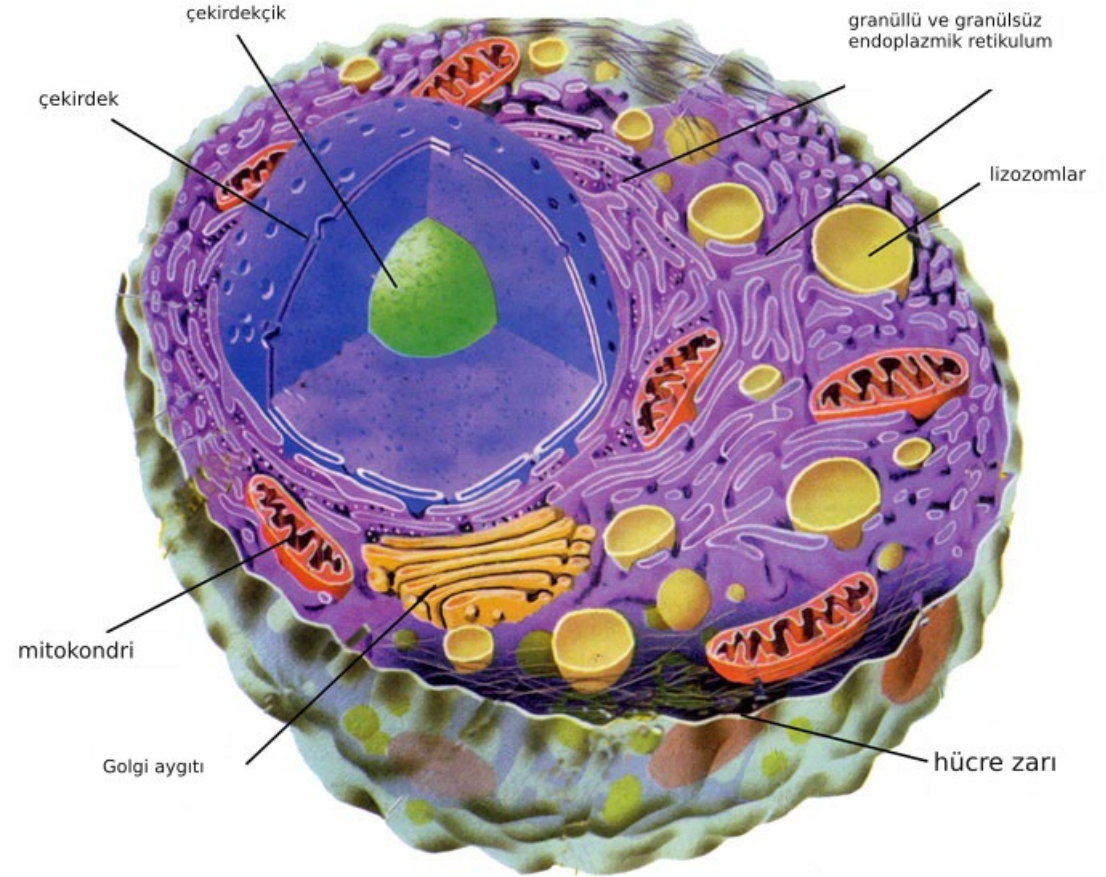


13. Hücre

Hücre, bakteriler ve protozoonlar gibi basit tek hücreli yapılardan insan, hayvan ve bitkilerin karmaşık çok hücreli yapılarına kadar tüm canlı organizmaları oluşturan temel yapısal birimdir.

Yapısı oldukça karmaşık olmakla birlikte iyi tanımlanmıştır; işlevleri de aynı ölçüde belirgindir. Çoğu kez mikroskobik boyutlarına karşın karmaşık bir kimya laboratuvarına benzetilebilir. Biçim ve boyutları çok değişkendir; bunlar yalnızca üstlendiği işleve bağlıdır.

Tipik bir hücre, yani tüm ortak ve temel yapıların bulunduğu ideal hücre, saydam ve küresel biçimlidir; çok ince, hassas bir **hücre zarı**yla çevrilidir. Zarın içinde jel kıvamında **sitoplazma** bulunur. Sitoplazmanın merkezinde genellikle yuvarlak bir başka yapı, hücrenin gerçek yönetim merkezi niteliğindeki **çekirdek**, yer alır.



Çekirdek de **çekirdek zarı**yla çevrilidir. İçinde **kromozomlar** ve dolayısıyla **genlerin** yanı sıra, **çekirdekçik** adı verilen; homojen ve yoğun, rezerv birikimi oluşturan ve *ribozomların* yapımında görev aldığı düşünülen bir yapı bulunur.

Hücrenin yaşam kaynağı olan sitoplazmada; *ribozomlar*, *mitokondriler*, *endoplazmik retikulum*, *Golgi aygıtı*, *sentriyoller* ve özgül, eşgüdümlü görevleriyle hücrenin çalışmasını sağlayan başka yapılar yer alır.

Hücreler *germ hücreleri* ve *somatik hücreler* olarak ayrılır.

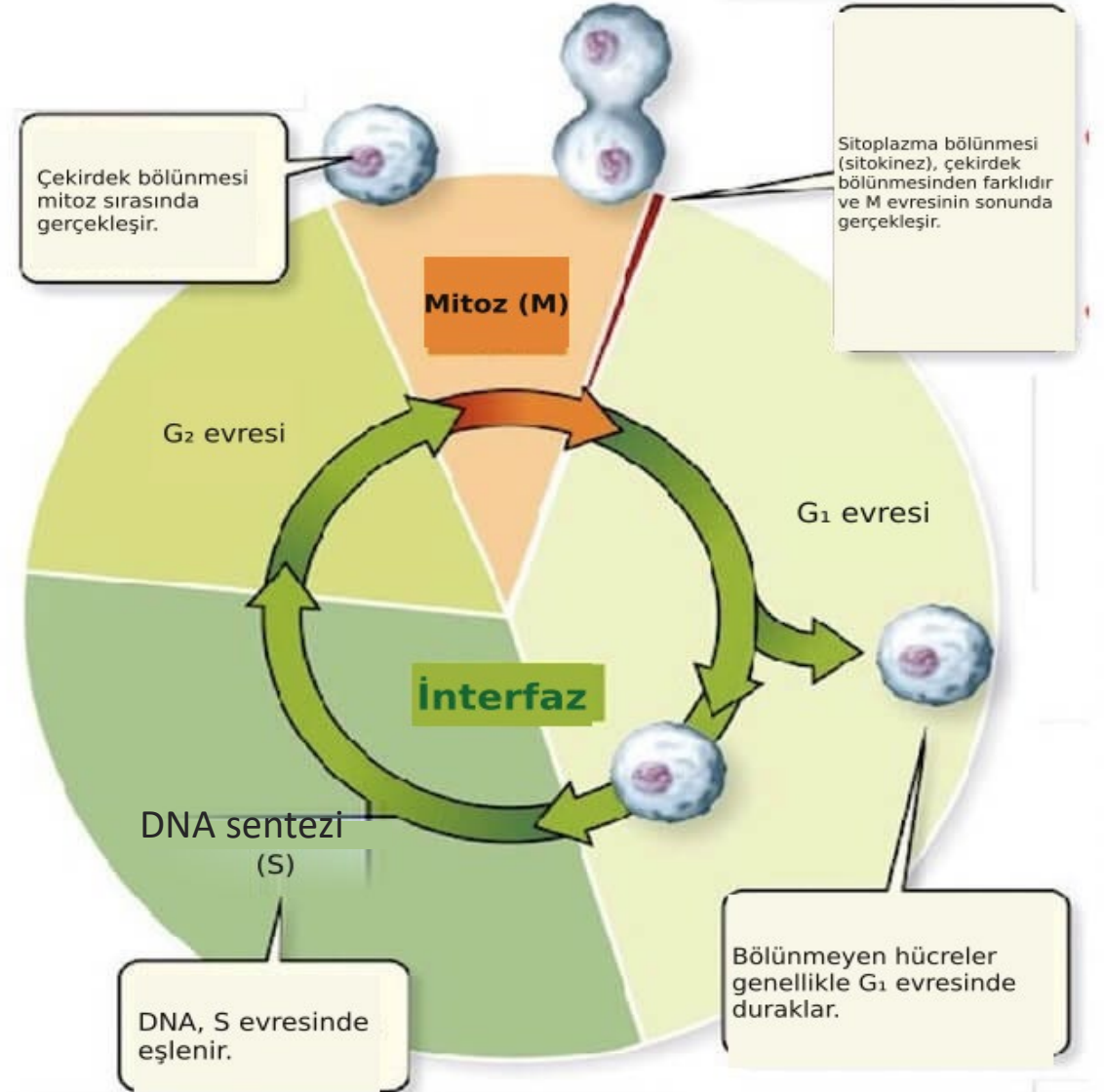
Germ hücreleri eşeyli üremeyle yeni bireylerin oluşmasını sağlar; **somatik hücreler ise** çok hücreli organizmanın vücudunu oluşturur ve eşeyli üremeye katılmaz.

Çok hücreli bir organizmanın vücudunu oluşturan tüm hücrelerin çekirdeğinde çift kromozom takımı bulunur. Bu hücrelerin tümü, erkek gamet (spermatozoon) ile dişi gametin (ovum) birleşmesiyle oluşan tek bir başlangıç hücrelerinden, **zigottan**, ardışık bölünmelerle köken alır.

Dolayısıyla hücre üreme yeteneğine sahiptir ve üstlendiği somatik ya da germinal işleve göre **mitoz** veya **mayoz** yoluyla çoğalır.

14. Mitoz

Zigot, başlangıçtaki diploit hücre olarak bölünmeye ve kendisinin özdeş kopyalarını oluşturmaya başlar; böylece bir hücreden iki, ardından dört, sekiz, on altı, otuz iki hücre oluşur ve süreç yeni bir birey oluşana dek sürer. Bu hücre bölünmesi sürecine **mitoz** denir. **Mitoz, somatik hücrelerin bölünme sürecidir; organizma bu yolla, her biri kendisini oluşturan ana hücreyle özdeş kromozom takımına sahip yeni hücrelerle büyür.** Mitoz, kromozomun bütünleyici bir parçası olan DNA'nın kendisinin özdeş bir kopyasını oluşturarak eşlenmesinden sonra başlar. Bu kopyalama sonucunda, ortak bir sentromere bağlı **kardeş kromatitler** adı verilen iki özdeş kromatitli bir kromozom meydana gelir. Mitoz bölünme birbirinden belirgin dört evrede gerçekleşir: **profaz, metafaz, anafaz ve telofaz.**

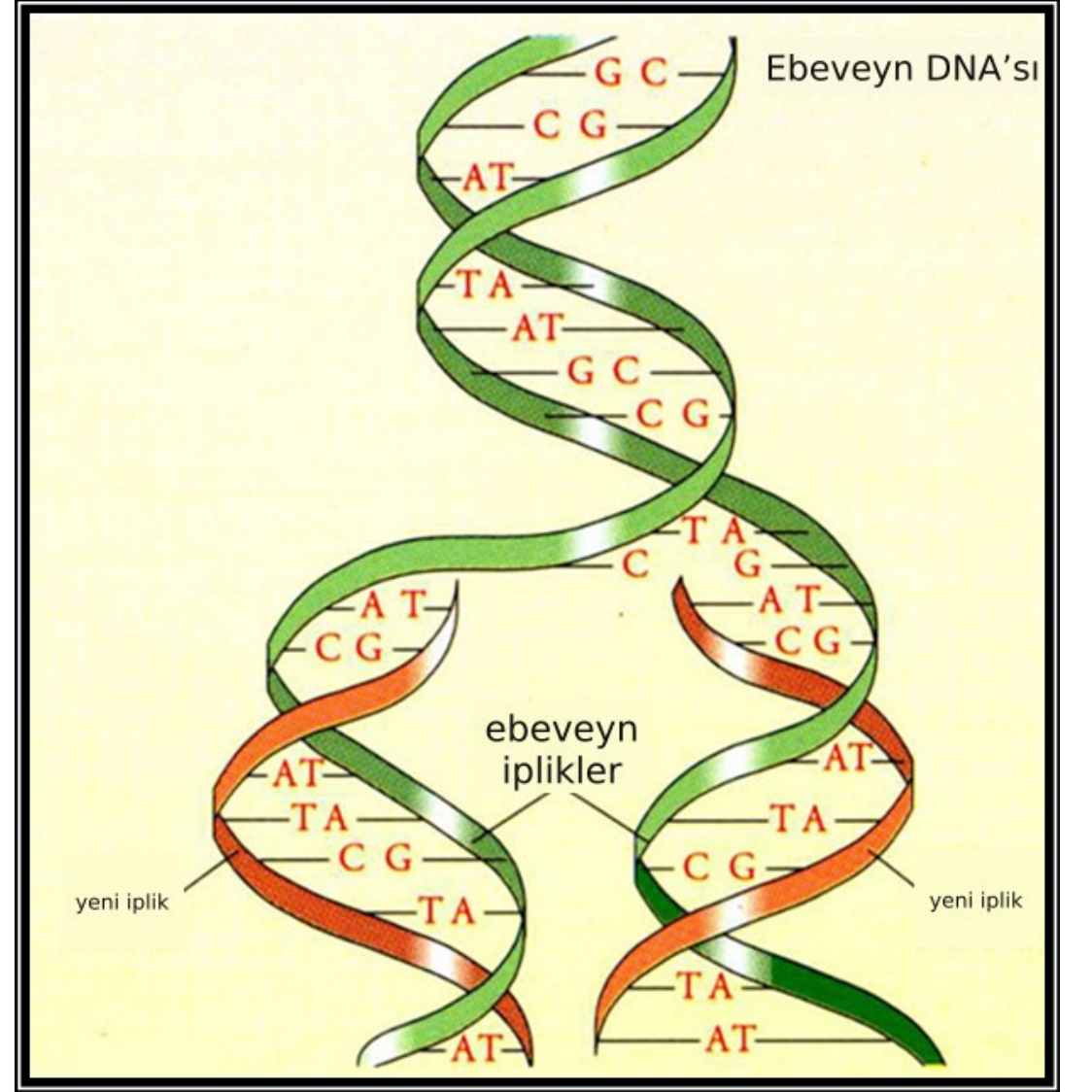


Profaz: Daha önce eşlenmiş kromozomların giderek yoğunlaşıp sarmallaşmasıyla karakterizedir. Kromozomlar ışık mikroskopunda yan yana uzanan ve sentromerle birbirine bağlı çift iplikli yapılar olarak görülür. Sentromere bağlı kaldıkları sürece bu ipliklere *kardeş kromatitler* denir. Bu evrede çekirdekçik de giderek kaybolur.

Metafaz: Kromozomlar sentromerleriyle *iğ ipliklerine* tutunur, hücrenin merkezine ilerler ve ekvatorial düzlemde dizilir.

Anafaz: İğ ipliklerine bağlı sentromerler zıt kutuplardaki *sentriyollere* doğru hareket eder; iki kardeş kromatit ayrılarak bağımsız kromozomlara dönüşür.

Telofaz: İki kromozom grubu kutuplarda toplanır, sarmalları çözülmeye başlar ve çevrelerinde *çekirdek zarı* oluşur; böylece hücre bölünmesi tamamlanır.



15. Mayoz

Her hücre, sayısı türlere göre değişen çift kromozom takımına sahiptir: insanda 46 (23 çift), maymunda 48, köpekte 78, Drosophila'da 8, kanaryada 18 (bazılarına göre 20) vb.; bunların yarısı babadan, yarısı anneden alınır. Yaygın meyve sineği Drosophila'nın yavru verdiğini varsayalım. Çiftleşme sonucu doğan yavrular, babadan sekiz ve anneden sekiz olmak üzere 16 kromozoma sahip olmaz; ebeveynleriyle aynı toplam kromozom sayısını, yani sekizi korur. Buradan, ebeveynlerin çiftleşme ve döllenmeyle yavrularına kromozomlarının yalnızca yarısını, yani tek takım hâlinde dörder kromozom aktardığı anlaşılır. Hücrelerin kromozom takımını yarıya indiren bu sürece **mayoz** denir.

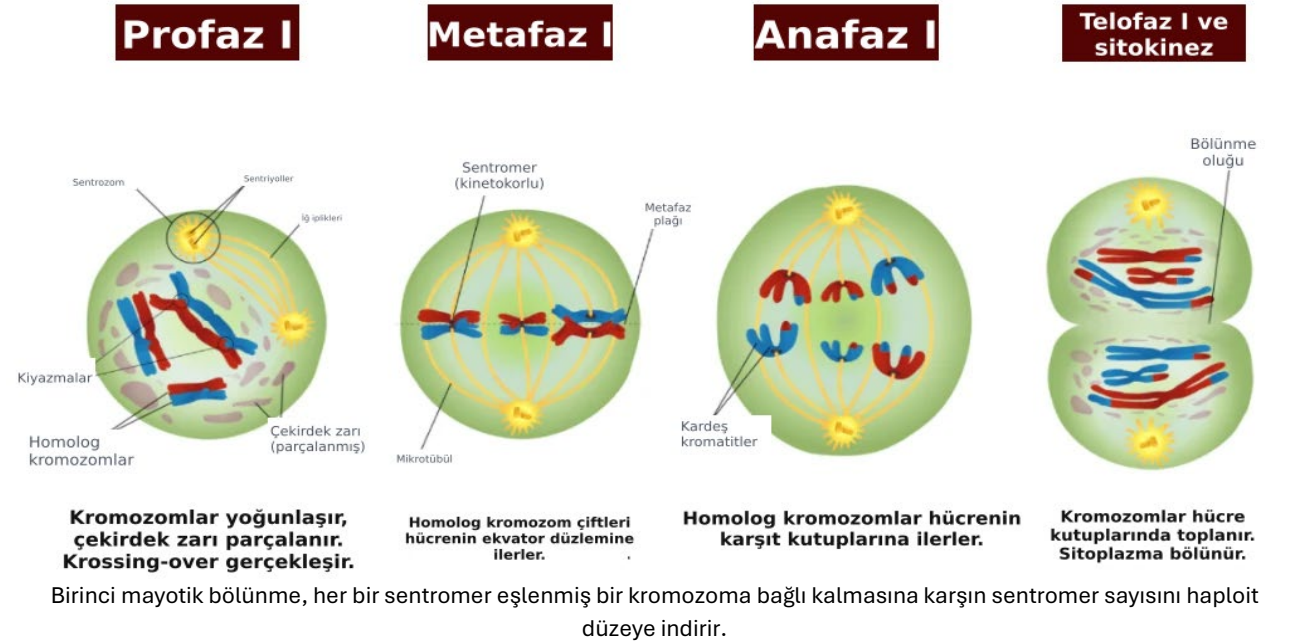
Mayoz ya da indirgeme bölünmesi, germ hücrelerinin bölünme sürecidir. Bu süreçte diploit kromozom takımına (biri babadan, diğeri anneden) sahip bir hücreden, kromozom sayısı yarıya inmiş haploit hücreler olan GAMETLER oluşur.

Mayoz iki hücre bölünmesinden oluşur: bir indirgeme bölünmesi ve bir ekvasyonel (eşit) bölünme. Kromozomlar yalnızca bir kez eşlendiği için oluşan hücreler başlangıç hücresinin kromozom sayısının yarısını taşır. Bu iki bölünmeye MAYOZ I ve MAYOZ II denir; mitozun dört evresi (profaz, metafaz, anafaz ve telofaz) her iki mayotik bölünmede de ayırt edilir. İlk süreç (indirgeme) diploit ana hücreyi iki haploit yavru hücreye böler; ikinci süreç (ekvasyonel/eşit) haploit yavru hücrelerde kromatitleri ayırarak dört gamet oluşturur.

MAYOZ I

Profaz I. Beş alt evreye ayrılan karmaşık bir evredir.

- 1. Leptoten:** Kromozomların (kardeş kromatitlerin) sarmallaşıp yoğunlaşarak mitotik profazdakine benzer çift iplikli bir yapı kazanmasıyla karakterizedir.
- 2. Zigoten:** Homolog kromozomların eşleşmesi (sinapsis) ile karakterizedir; bu olay



genetik açıdan önemlidir; çünkü eşleşme, homolog kromatitler arasında genetik madde değişimine (krossing-over) olanak verir. İki kardeş ve iki homolog olmak üzere dört ilişkili kromatitten oluşan yapı *bivalent* veya *tetrat* olarak adlandırılır.

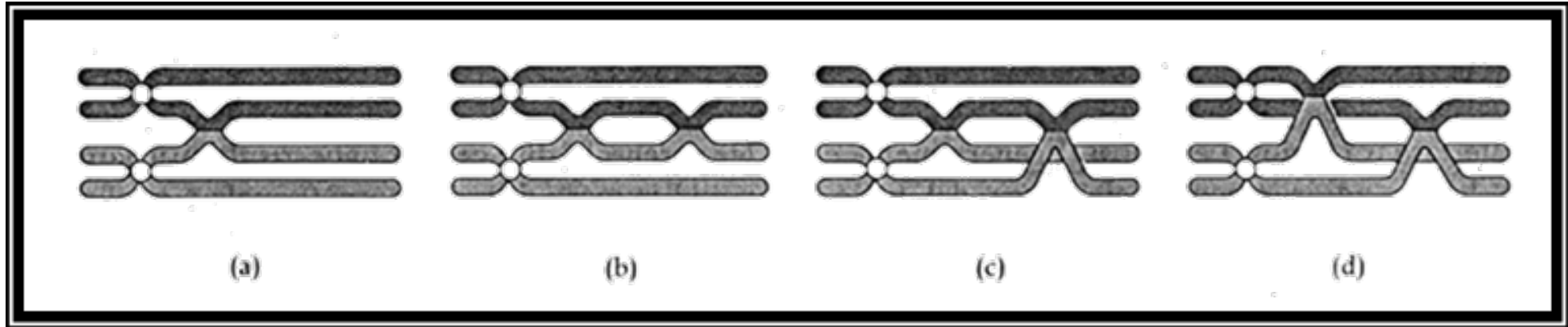
- 3. Pakiten:** Kromozomların daha fazla yoğunlaşarak kısalıp kalınlaşmasıyla karakterizedir.
- 4. Diploten:** Homolog kromozomlar, özellikle sentromer yakınında ayrılmaya başlar; ancak *kiyazma* adı verilen çeşitli noktalarda temaslarını sürdürür. Her kromatit, iki homolog kromatitten her biriyle kiyazma ve dolayısıyla **krossing-over oluşturabilir**. Her tetrattaki kiyazma sayısı değişkendir; genellikle iki veya üçtür, ancak uzun kromozomlar kısıllara göre daha fazla kiyazma oluşturur.

5. Diyakinez: Kromozomların en ileri düzeyde sarmallaşıp yoğunlaşmasıyla karakterizedir; artık oldukça kalın yapılar hâlinde görünür.

Metafaz I. Homolog çiftin sentromerleri iğ ipliklerine tutunur ve karşılıklı konumlanarak ekvatorial plağa ilerler.

Anafaz I. İki homologun sentromerleri, kardeş kromatitleri de beraberinde taşıyarak karşıt kutuplardaki sentriyollere doğru ilerler.

Telofaz I. Kromatitlerin karşıt kutuplara göçü tamamlanır; her kromozom takımının çevresinde bir zar oluşur ve hücre iki haploit yavru hücreye bölünür.



Dört kiyazma tipi

Mayoz II

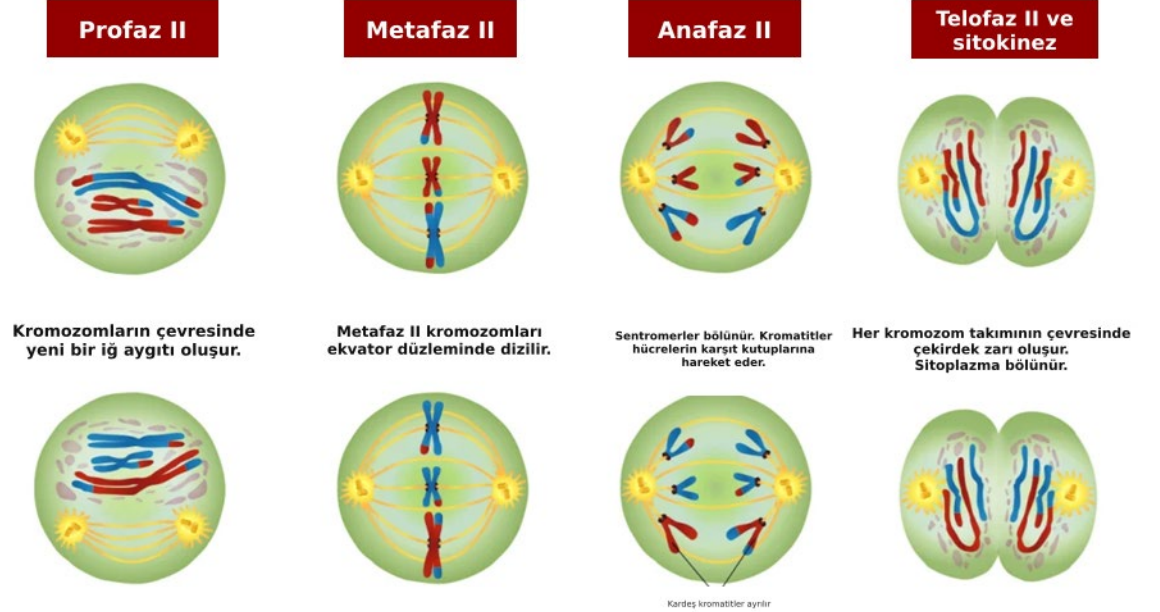
Mayoz II'nin başlangıcında kromatitler hâlâ ortak bir sentromere bağlıdır.

Profaz II. Çok kısadır; belirgin bir hücresel etkinlik görülmez.

Metafaz II. Kromatitlerin sentromeri iğ ipliklerine bağlanır ve metafaz plağını oluşturmak üzere merkeze ilerler.

Anafaz II. Sentromer ilk kez bölünür; iki kromatit ayrılarak kromozoma dönüşür ve iğ karşıt kutuplarındaki sentriyollere göç eder.

Telofaz II. Her kromozom grubunun çevresinde zar oluşur ve haploit hücreler, yani **gametler** meydana gelir; böylece mayoz döngüsü tamamlanır.



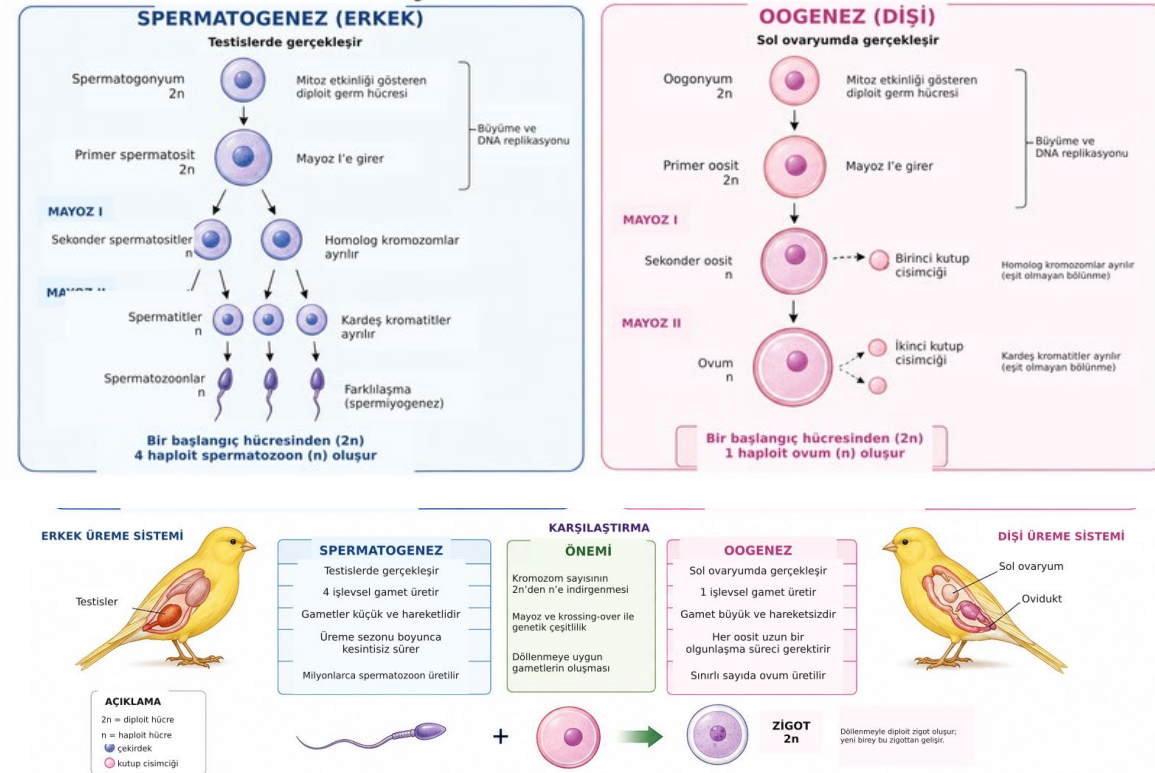
İkinci mayotik bölünmede sentromerler bölünür ve kromatitler iki ayrı kromozom olarak ayrılır.

16. Gametogenez

Gamet üretiminin tüm sürecine **Gametogenez** denir ve **spermatogenez ile oogeneze** olmak üzere ikiye ayrılır.

Spermatogenez erkek gametogenezidir; erkek gonadlarda (testislerde) *spermatogonyum* adı verilen diploit hücrelerden başlar. Bu hücreler, yine diploit olan *primer spermatositlere* dönüşür. Mayoz bunlardan başlar; haploit *sekonder spermatositler* oluşur ve ikinci mayotik bölünmeyle dört haploit *spermatit* meydana gelir. Spermatitler, sitoplazmalarının kamçı biçimli uzun bir kuyruğa dönüşmesiyle **spermatozoon** hâline gelir.

Oogeneze dişi gametogenezidir; dişi gonadlarda (ovaryumlarda) *oogonyum* adı verilen diploit hücrelerden başlar. Bu hücreler büyüyüp sitoplazma ve vitellus (erken embriyonun besin rezervi) depoladıktan sonra diploit *primer oositlere* dönüşür; mayoz bunlarda başlar. Birinci mayotik bölünme kromozom sayısını yarıya indirir ve sitoplazmanın neredeyse tümünü mayotik ürünlerden yalnızca birine, *sekonder oosite*, aktarır; daha küçük olan diğer ürüne *birincil kutup cisimciği* denir.



Mayoz II sırasında birincil kutup cisimciği de bazen bölünerek iki ikincil kutup cisimciği oluşturur.

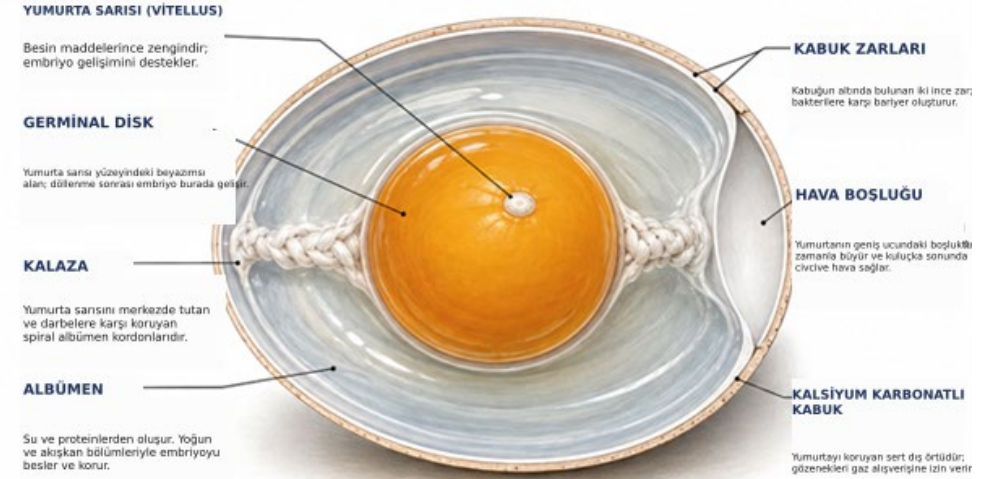
Sekonder oosit bir kez daha eşit olmayan biçimde bölünür: bir bölümü vitellustan zengin büyük bir *ootide*, diğer bölümü ise *ikincil kutup cisimciğine* dönüşür. Tüm kutup cisimcikleri dejenerasyona uğrarken ootid, ileri olgunlaşma sonunda **ovuma** dönüşür.

Kuşların dişi germ hücresi olan **yumurta (ovum)**, ovaryumda oluşan ve döllenmeden sonra embriyoyu meydana getiren yapıdır. Boyutu türe göre değişse de her zaman erkek germ hücrelerinden büyüktür. Sitoplazmasında embriyonun gelişimi için besin maddeleri depolanmıştır. Yumurta şunlardan oluşur:

1. embriyonun kemikleşme sürecinde kalsiyum kaynağı olarak da kullanılan koruyucu *kabuk*;
2. azotlu madde ve su kaynağı olan *albumen (yumurta akı)*; içerdiği özel bileşenler sayesinde bakteriyel enfeksiyonlara karşı da koruma sağlar;
3. vitellin zarla çevrili, besin değeri yüksek çeşitli bileşenlerden oluşan *vitellus (yumurta sarısı)*;
4. vitellus için amortisör görevi gören iki *şalaza (kalaza)*.

Vitellin zar üzerinde, döllenmeden sonra embriyonun geliştiği canlı bölüm olan *germinal disk (sikatrikula)* bulunur.

Bir spermatozoonun (erkek gamet) yumurtayla (dişi gamet) birleşmesine **döllenme veya singami** denir.



17. Genetik Terminoloji

Aleller

Genler ya da *kalıtsal faktörler* DNA üzerinde bulunur; dolayısıyla kromozomun bölümleridir. Her tür için özgü, sabit ve doğrusal bir sıra hâlinde dizilirler. Genin kromozom üzerindeki konumuna **lokus** (çoğulu: loci) denir. Her hücrede iki homolog kromozom bulunduğundan, belirli bir özellik için de iki gen vardır: biri babadan, diğeri anneden alınan kromozomdadır.

Bu nedenle her bireyde belirli bir özellikten ilgili gen lokusunun sorumlu olduğu söylenebilir. Ancak iki homolog kromozomun belirli bir lokusundaki genler özdeş olmayabilir. Örneğin bezelyede tohum biçimine ilişkin bir lokus *düz tohum genini* (*R*), homolog kromozomdaki aynı lokus ise *buruşuk tohum genini* (*r*) taşıyabilir. **R/r** genleri **alel** veya **allelomorf** (Yunanca *allelon*, alternatif) olarak adlandırılır. Bir özelliğe ait, kromozomlardan yalnızca birinde bulunan tek bir gen ifade edilecekse **alel terimi** kullanılır; bu terim, homolog kromozomun tam aynı lokusunda yer alan homolog genin alternatif biçimini belirtir.

Bununla birlikte günlük terminolojide *gen* ve *alel* sözcükleri çoğu kez hatalı biçimde birbirinin yerine kullanılır.

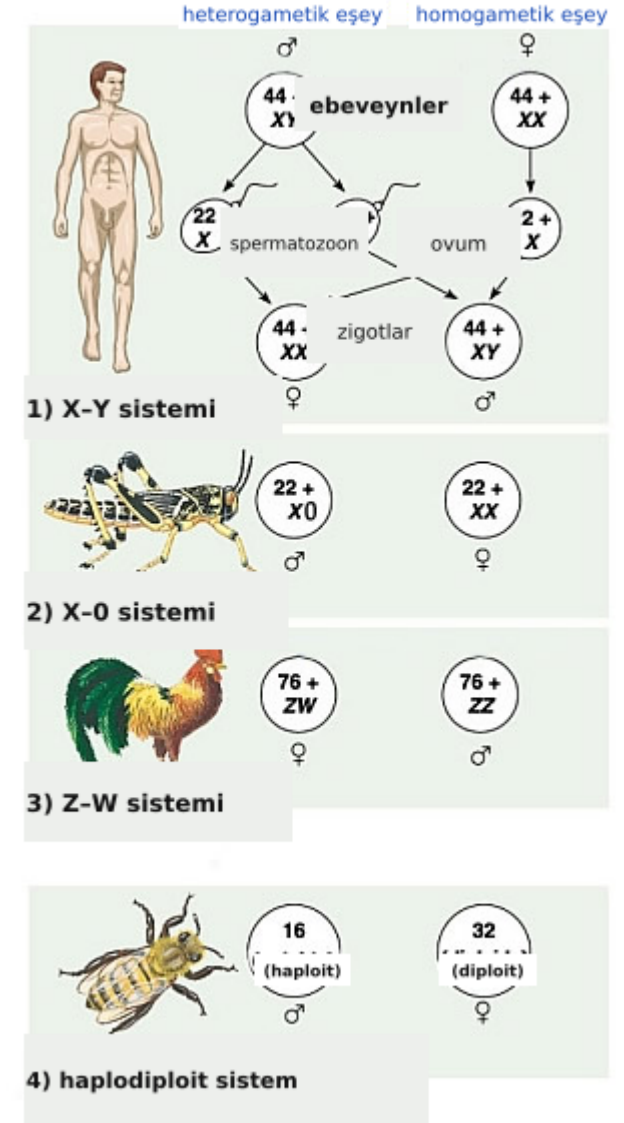
Belirli bir lokusta iki farklı alel taşıyan organizmaya **heterozigot** (hetero, farklı demektir); aynı lokustaki iki aleli özdeş olan organizmaya ise o özellik bakımından **homozigot** denir. Bir türde en sık bulunan alel, **yabanıl tip** veya **atasal tip alel** olarak da adlandırılır.

Eşey kromozomları

Daha önce her hücrenin morfolojik olarak özdeş çift kromozom takımına sahip olduğunu belirttik. Ancak bunlardan ikisinin hücrede morfolojik olarak birbirinden farklı bulunduğu ya da bazen birinin tümüyle eksik olduğu belirtilmelidir. Bunlar, farklı biçimde bulunmaları veya birinin yokluğuyla bireyin eşeyini belirleyen **eşey kromozomlarıdır**.

Çift takımın diğer tüm kromozomları ise daima ikişer kopya ve morfolojik olarak özdeş hâlde bulunur; bunlara **otozom** denir.

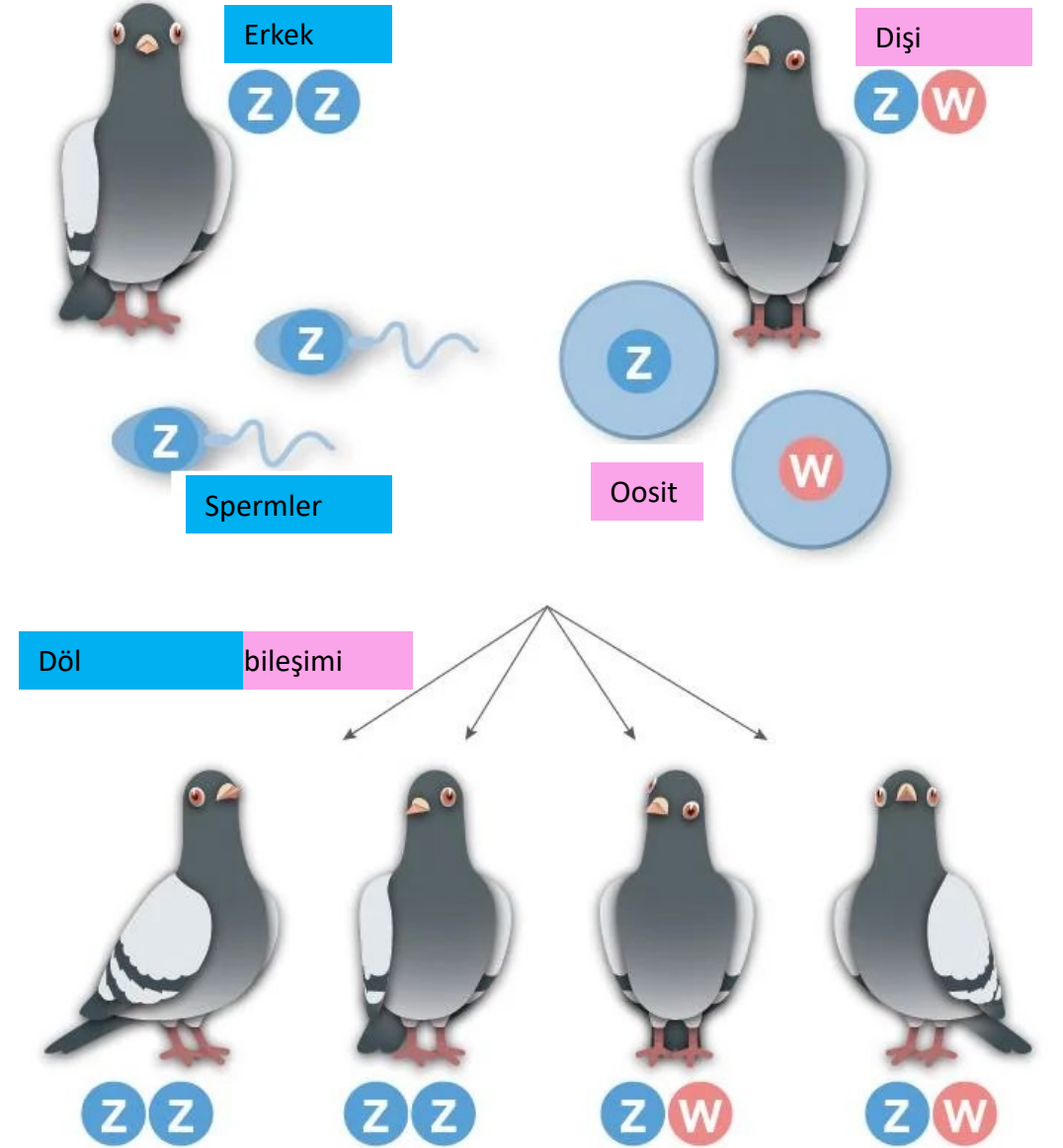
İnsanlarda ve canlıların çoğunda, türün erkekleri ya morfolojik olarak farklı *iki eşey kromozomuna (heteromorfik)* sahiptir ve **X/Y** ile gösterilir ya da homologu bulunmadığı için tek eşey kromozomu taşır ve **X/O** ile gösterilir. Dişilerde ise eşey kromozomları daima aynı biçimdedir, **X/X** ile gösterilir; dolayısıyla dişiler **homogametik** eşeyi oluşturur.



Tüm **kuşlarda** ve gündüz kelebekleri, güveler, bazı sinekler, ipekböceği ve bazı balıklar gibi kimi hayvanlarda **heterogametik eşey** erkek değil dişidir. Bu eşey belirleme sistemini erkeğin heterogametik olduğu sistemden ayırmak için dişilerin eşey kromozomları **Z/W** simgeleriyle gösterilir: genlerin yer aldığı kromozom Z, farklı kromozom ise W'dir. Eşey kromozomlarından biri tümüyle yoksa **Z/O** simgeleri kullanılır. Bu türlerde erkekler **Z/Z** ile gösterilir ve homogametiktir.

X/Y veya Z/W eşey kromozomları farklı büyüklük ve biçimdedir; ancak mayozda eşleşmeleri, gen taşıyan benzer segmentlere sahip olduklarını gösterir.

Eşey kromozomlarının homolog segmentlerinde bulunan genlere **eşeye bağlı genler** denir; bunlar otozomal faktörler gibi crossing-over yoluyla rekombinasyona uğrayabilir.



Eşey kromozomları dışındaki kromozomlarda yer alan tüm genlere **otozomal genler veya faktörler**; X ya da Z eşey kromozomlarında yer alanlara ise **eşeye bağlı genler veya faktörler** denir.

Eşeye bağlı terimi, eşey kromozomlarında bulunan genlerin belirlediği özellikleri ayırt etmek amacıyla Thomas Hunt MORGAN tarafından kullanıma sokulmuştur.

Eşeye bağlı kalıtım, denetlediği özelliklerden çok eşeyin aktarım örüntüsüyle aynı olan tipik kalıtım modeliyle tanınır. Bu model, eşeyi belirleyen X ve Y ya da Z ve W kromozomlarının aktarımını her yönüyle izler.

Bu nedenle erkek kuşlar (Z/Z) bu genleri hem erkek hem dişi döllere; dişi kuşlar (Z/W) ise yalnızca erkek döllere aktarır.

Eşeyden etkilenen kalıtım ise *genotipler* aynı olsa bile özelliklerin iki eşeyde farklı ifade edilmesini eşeyin belirlediği kalıtım biçimidir.

Yukarıdaki tanımlar, bir organizmanın genetik yapısını, yani geleneksel olarak **fenotipin** karşıtı kabul edilen **genotipini** özetler.

Genotip, organizmanın kromozomlarında bulunan genetik faktörlerin bütünüdür. Yunanca *fain* (görünmek, göstermek) kökünden gelen *fenotip* ise canlının dış görünüşünü; geniş anlamda ya da belirli bir özellik bakımından ifade eder.

18. Mendel Yasaları

Kalıtımın temel ilkelerini ilk ortaya koyan kişi, 1856'dan itibaren bezelyeler üzerinde çalışarak karakterlerin nasıl kalıtıldığını inceleyen Augustinusçu rahip Gregor **MENDEL**'dir. Karakterleri tek tek ele alması, diğer araştırmacıların başarısız olduğu noktada başarıya ulaşmasını sağlamıştır. Mendel'in *kuramları* açık ve eksiksiz biçimde formüle edilmiş olup günümüzde de geçerlidir; ancak 1950'lerden itibaren moleküler genetiğin gelişmesi ve yeni araştırma olanaklarıyla bazı hususlar gözden geçirilip düzeltilmiştir.

I. Mendel Yasası - Farklı özelliklere sahip iki **homozigot** birey çaprazlandığında, ilk döl kuşağındaki (**F1**) bireylerin tümü incelenen karakter bakımından aynıdır. (**Baskınlık**)

II. Mendel Yasası - Gamet oluşumu sırasında bir genin iki varyantı (**aleller**) ayrılır. Her gamet yalnızca bir alel alır. (**Ayrılma**)

III. Mendel Yasası - Farklı genlerin alelleri, genler bağlı değilse veya aynı kromozom üzerinde birbirinden yeterince uzaktaysa gametlere **bağımsız** olarak dağılabilir. (**Bağımsız dağılım**)

Mendel yasaları; kanaryalarda **renk, tüy örtüsü yapısı ve bazı morfolojik özellikler** gibi birçok karakterin kalıtımını anlamaya yardımcı olur. Ancak tüm karakterler basit baskın/çekinik kalıtım göstermez; bazıları birden çok genin veya gen-çevre etkileşiminin etkisi altındadır.

MENDEL'İN ÜÇ YASASI

birinci yasa

Saf hatlardan gelen ebeveynlerin oluşturduğu birinci filial kuşakta

Yalnızca baskın olarak adlandırılan bir karakter ortaya çıkar

Ortaya çıkmayan karakter çekinik olarak adlandırılır

Bu simge çaprazlamayı gösterir

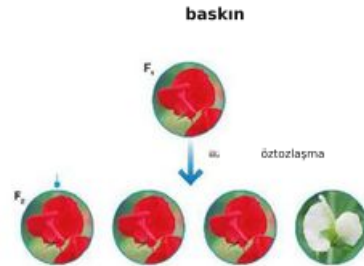


ikinci yasa

Mendel, birinci kuşaktan (F1) elde ettiği

Öztozlaşmalarını sağlayarak ikinci kuşağı (F2) elde etti

Melezlerin çaprazlanmasında çekinik karakterin baskın karaktere göre 1:3 oranında yeniden ortaya çıktığını belirledi

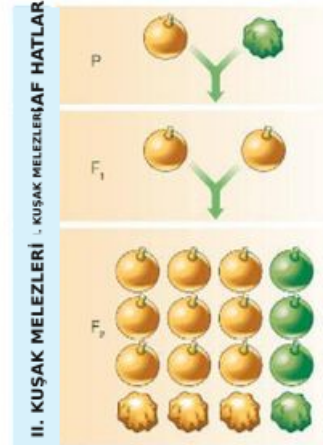


üçüncü yasa

Mendel iki karakterin ikinci kuşağa aktarımını inceledi. Şunları kullandı:

sarı ve düz tohumlu bitkiler (baskın)

yeşil ve buruşuk tohumlu bitkiler (çekinik)



İlk çaprazlamada yalnız baskın karakterli F1 tohumları elde etti

İkinci çaprazlamada tüm olası kombinasyonlara sahip F2 dölünü elde etti

şu yasayı oluşturdu:

İki karakter bakımından farklı bireylerin çaprazlanmasında her karakter, önceki yasalara uygun biçimde diğerinden bağımsız olarak döllere aktarılır

19. Tüy Örtüsünün Genetiği

Renk

Genler, pigment miktarı ve dağılımını düzenler.

1. RENK

Tüy rengi, belirli genlerin ürettiği pigmentler tarafından belirlenir.

BAŞLICA PİGMENTLER

EUMELANİNLER
Koyu renkleri oluşturur: siyah, gri ve kahverengi.

FEOMELANİNLER
Sıcak renkleri oluşturur: sarı, turuncu, kırmızı ve kestane.

PSİTTAKOFÜLVİNLER
Birçok kuş türündeki yoğun kırmızı renklerden sorumludur.

RENKLE İLİŞKİLİ GENLER

MC1R
Eumelanin veya feomelanin üretimini düzenler. Mutasyon: kırmızı/sarı tüy örtüsü (feomelanin).

ASIP
Eumelanini baskılar, feomelanini artırır. Mutasyon: koyu renk değişimleri.

BCO2
Karotenoid sentezinde görev alır. Mutasyon: sarı ve kırmızı renk yoğunluğu.

SLC45A1
Pigment dilüsyonunu etkiler. Mutasyon: daha açık veya dilüe renkler.

Desen

Desen ve bantlanma, genetik varyantlar ve tüy gelişimine bağlıdır.

2. DESEN

Tüy deseni, pigment dağılımını düzenleyen genler tarafından denetlenir.

BAŞLICA DESEN TİPLERİ

MELANİK
Eumelaninin yaygın dağılımına bağlı üniform koyu tüy örtüsü.

ÇİZGİLİ
Pigmentlerin dönüşümlü birikimine bağlı açık ve koyu boyuna çizgiler.

BANTLI
Pigment birikimindeki dönemsel kesintilere bağlı açık ve koyu enine bantlar.

LEKELİ / BENEKLİ
Pigment hücreleri kümelerinin oluşturduğu düzensiz lekeler veya benekler.

DESENLE İLİŞKİLİ GENLER

EDNRB
Melanosit dağılımını denetler. Mutasyon: düzensiz veya azalmış desenler.

AGOUTI
Bant ve çizgilenmeyi düzenler. Mutasyon: üniform tüy örtüsü.

PAX7
Melanosit gelişiminde görev alır. Mutasyon: leke ve desenlerde azalma.

Yapı

Tüy biçimi, uzunluğu ve gelişimi kalıtsal özelliklerdir.

3. YAPI

Tüylerin yapısı ve biçimi, keratin ile gelişimi düzenleyen genlere bağlıdır.

YAPISAL ÖZELLİKLER

BİÇİM VE UZUNLUK
Tüylerin boyut ve biçimini belirler (remiges, rectrices ve kontur tüyleri).

YOĞUNLUK VE KOMPAKTLIK
Isı yalıtımını ve su geçirmezliği etkiler.

KERATİN KALİTESİ
Dayanıklılık, elastikiyet ve parlaklığı belirler.

YAPIYLA İLİŞKİLİ GENLER

KRT (keratinler)
Tüyün yapısal proteinlerini kodlar. Mutasyon: kırılan veya kıvrık tüyler.

CALM1
Tüy kıvrımını etkiler. Mutasyon: kıvrık tüyler (frizzle).

BMP4
Tüy büyümesi ve biçimini düzenler. Mutasyon: kısa veya deforme tüyler.

GEN ETKİLEŞİMİ

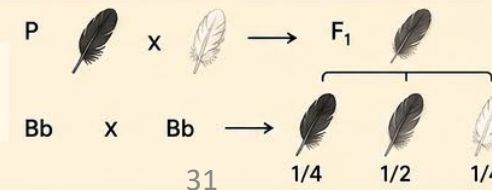
Tüy örtüsü poligenik bir karakterdir; genler, son görünümü belirlemek için çevreyle (beslenme, yaş, hormonlar) etkileşir.



Ankara

KALITIM

Tüy özellikleri baskın, çekinik, eksik baskın veya eşeye bağlı olabilir (kuşlarda Z'ye bağlı, ZW sistemi).



20. Kanaryalarda Tip

Tüy örtüsü desenindeki çeşitlenme, zaman içinde ortaya çıkarak hem eumelaninleri hem feomelaninleri etkileyen farklı mutasyonlardan kaynaklanmış; bu durum söz konusu kanaryaların farklı “**TİP**” gruplarına ayrılmasına yol açmıştır.

Yabanî kanaryanın “**Siyah**” tipinden başlayarak aşağıdaki mutasyonlar ortaya çıkmıştır:

- **Kahverengi (Bruno)**, muhtemelen 17. yüzyılın sonlarında ortaya çıkmış; eumelaninleri niteliksel olarak değiştirerek atasal *siyah* deseni *kahverengiye* dönüştürmüştür;
- **Agat**, “kahverengi” mutasyon gibi Hervieux de Chanteloup tarafından 1709 tarihli “*Nouveau traité des Serins des Canaries*” adlı eserinde anılmıştır. Bu mutasyon hem feomelanini hem eumelanini azaltmış; merkezî eumelanin desenini niceliksel olarak daraltıp inceltmiş ve kesintili hâle getirmiştir. Bu nedenle “**1. indirgeme faktörü**” olarak adlandırılır;
- **Isabella**, bağımsız bir mutasyon olmayıp önceki iki mutasyonun, *Kahverengi (Bruno)* ile *Agat*’ın birleşik etkileşiminin sonucudur.

Siyah (Nero), Kahverengi (Bruno), Agat ve Isabella, diğer tüm mutasyonların sınıflandırıldığı dört “**klasik temel tip**”i oluşturur.

Siyah (Nero) Tipi

Yabanî kanarya, tip bakımından Siyah-Kahverengi (Nero-bruno) kabul edilir; çünkü siyah eumelanin pars plumacea bölümünde, pars pennacea bölümünün merkezinde ve rachis (tüy eksen) boyunca bulunurken kahverengi melanin tüy bayrağının çevresel bölgesinde yer alır. Gaga ve bacaklarda orta düzeyde siyah eumelanin birikimi görülür.

Yabanî kanarya ile evcil Siyah-Kahverengi kanarya karşılaştırıldığında belirgin farklar vardır: kahverengi ve siyah melanin ekspresyonu evcil Siyah-Kahverengi tipten önemli ölçüde farklıdır; desen yapısı da belirgin biçimde ayrılır.

Başlangıçta ve 1990'lara kadar temel tip "Siyah-Kahverengi" olarak adlandırılmıştır; çünkü tipiklik, hem siyah eumelaninin hem de interstria (çizgiler arası alan) ile tüy bayrağının dış bölümündeki kahverengi melaninin en yüksek düzeyde ekspresyonu ile tanımlanmıştır.

Daha sonra görünür kahverengi melanin taşımayan kanaryaların seleksiyonu yetiştiriciler ve pazar tarafından benimsenmiş; böylece özgün standardın tersine, kahverengi melanin varlığını kusur sayan yeni bir standart geliştirilmiştir.

Bu fenotipik özelliğe, 1980'lerden itibaren Sarı Karınlı İskete (Lucherino Ventre Giallo) ile sık yapılan melezlemelerin ne ölçüde katkıda bulunduğu bilinmemektedir. Bu türün F1 erkeklerinde fertilite oranı, Venezuela İsketesi (Cardinalino del Venezuela) F1 erkeklerinden çok daha yüksektir. Özellikle melezleme yapan yetiştiricilerce bilinen bir bulgu, Venezuela İsketesi ve Sarı Karınlı İskete F1'leri ile sonraki türevlerinde kahverengi melaninin belirgin biçimde azalmasıdır.

Siyah tipin özelliklerine ilişkin bu yeni standardın ardından, İtalya'da "Monomelanici", diğer ülkelerde "Azul" olarak adlandırılan çekinik bir mutasyon ortaya çıkmıştır.

Bu mutasyon Siyah tipte görsel olarak, kahverengi melanine ait hiçbir izin

juvenil tüy örtüsündeki bireylerde bile bulunmaması ve interstrianın açık gri ton göstermesiyle ayırt edilir. Günümüzde, kahverengi melaninin ilk tüy değişimi öncesi gençlerde dahi tümüyle yok olduğu ve interstrianın güçlü oksidasyon gösterdiği özel seleksiyon hatları bulunmaktadır. Bu kanaryaların, henüz tam açıklanamamış eumelanin artırıcı faktörleri taşıyan Monomelanici bireyler olduğu makul biçimde varsayılabilir. Bununla birlikte konu, renk kanaryası yetiştiricileri, teknik uzmanlar ve kuramcılar arasında çoğu kez hararetli tartışmalara açıktır.



29/8/2026



Ankara



34

Bruno Tipi

Bu, eşeye bağılı çekinik bir mutasyondur ve isabellizme karşılık gelir; diğer bir ifadeyle, esaret altında yetiştirilip seleksiyona tabi tutulan omurgalıların genelinde görülen siyah eumelanin ekspresyonundaki değişimin sonucudur. Bu nedenle mutasyonun, yabanî kanaryanın evcilleştirilmesinden kısa süre sonra ve Chanteloup'un risalesinden çok önce ortaya çıktığı varsayılabılır.

Mutasyonun etkisine ilişkin geleneksel “siyah eumelaninin kahverengi eumelanine dönüşmesi” görüşünün bilimsel dayanağı yoktur ve artık kabul edilemez.

Mutasyonun etkisini anlayabilmek için melanogenez süreci, özellikle de eumelanin oluşumu dikkate alınmalıdır.

Özetle, eumelanin üretiminin ilk evresi, yaklaşık 8 biçimindeki bir molekül olan **monomerin** sentezidir. **Polimerizasyon** adı verilen süreçte çok sayıda monomer zincirleşerek eumelanini oluşturur. Zincirdeki monomer sayısı ile bunların yoğunluğu, eumelaninin siyah, gri veya kahverengi olarak algılanan rengini belirler.

Dolayısıyla Kahverengi (Bruno) fenotipini oluşturan mutasyon eumelanini “dönüştürmez”; siyah eumelanin üretmesi gereken polimerizasyonu daha düşük düzeyde durdurarak kahverengi rengin ortaya çıkmasına yol açar.

Laboratuvar bulgularıyla henüz doğrulanmamış olmakla birlikte gözlem ve deneyim, mutasyonun tüy yapısını da etkileyerek tüy örtüsüne daha yumuşak ve kabarık bir nitelik kazandırdığını düşündürmektedir. Bu durum, Düz Tüylü Form ve Pozisyon Kanaryalarının dikkatli yetiştiricilerince; özellikle bol tüy örtüsü nedeniyle genetik olarak Kahverengi (Cinamon) Gloster bireylerde daha belirgin biçimde gözlenmektedir.



Agat Tipi

Chanteloup'un kanarya varyeteleri listesinde Agat'ın yer aldığı daha önce belirtilmişti; ancak bunun günümüzdeki Agat ile aynı olup olmadığı bilinmemektedir. Daha yakın dönemde, 20. yüzyılın ilk on yılında Hollanda'da renk kanaryacılığının gelişimine öncülük eden Helder, mutasyonu belirlemiş (veya yeniden keşfetmiş) ve aynı adlı yarı değerli taşın alacalı görünümüne atfen “Agat” olarak adlandırmıştır.

Agat, interstriadaki kahverengi melanini güçlü biçimde azaltan, eşeye bağlı çekinik bir mutasyondur. Azaltıcı etki siyah eumelanini de kapsar; eumelanin desenini, keratinize yapılardaki pigmentasyonu ve yavrularda belirgin olan göz pigmentasyonunu azaltır.

Literatürde yeterince ele alınmayan, ancak deneyimli yetiştiricilerin gözünden kaçmayan bir husus; mutasyonun intensif ve şimmel (brinato) serilerindeki ekspresyonu ile mozaiklerdeki (ve artık genetik olarak çoğunlukla mozaik olan beyazlardaki) ekspresyonu arasındaki belirgin farktır. Bu farklılıklar, 1980'lerde ilk kırmızı Agat Mozaiklerin ortaya çıkmasıyla uzmanların makalelerinde belirtilmiştir. Bu kuşlarda, standartların “seyrelmiş feomelanin” öngördüğü bir dönemde siyah eumelanin deseni ile açık gri interstria arasında belirgin ve estetik bir kontrast görülmüştür.

O yıllardan itibaren “farklı”, hatta özellikle genetik açıdan farklı bir kanaryadan söz edilmeye başlanmıştır.

Desen yapısı ve eumelanin tonu ile Agat tipikliğinin günümüzde de göstergesi sayılan iki özelliğin—bıyık çizgileri ile lipokrom saflığını ortaya çıkaran kaş üstü bölgenin—bulunmaması, farklı özellikler taşıyan bir Agat fenotipi oluşturur.

İki hattın çiftleştirilmesinden elde edilen F1 kuşu, intensif/şimmel Agat serisinin özelliklerini gösterir. Mozaiklerde selekte edilmiş Agat tipikliği, F1 bireyleri tipik Agat Mozaiklerle geri melezlendiğinde bir sonraki kuşakta yeniden ortaya çıkar.



29/8/2026



Ankara



38

Isabella Tipi

Daha önce açıklandığı üzere “Isabella” kanaryası, Kahverengi (Bruno) ve Agat mutasyonlarının birleşiminin sonucudur. Kahverengi × Agat çiftleştirmesi, “passe-partout” olarak adlandırılan çift taşıyıcı erkekleri oluşturmuştur. Bunlardan ikinci kuşakta, krossing-over (kromozomal parça değişimi) mekanizmasıyla ilk Kahverengi-Agat dişiler elde edilmiş; yetiştiriciler bu bireyleri bir asırdan uzun süre önce “Isabella” olarak adlandırmıştır.



29/8/2026



Ankara



39

Kuş Genetiği Neden İncelenir?

Araştırma

Evrim, biyoçeşitlilik ve adaptasyonu anlamak.

Yetiştiricilik

Verim ve morfolojik özellikleri bilinçli biçimde selekte etmek.

Koruma

Popülasyonları yönetmek ve genetik çeşitliliği korumak.

Veteriner

Kalıtsal yatkınlıkları ve genetik hastalıkları incelemek.

İLGİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

Görsel Kaynakları ve İleri Okumalar

Wikimedia Commons — BirdSkeleton.png

Kuş iskeleti; 1889 tarihli eser, kamu malı.

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BirdSkeleton.png>

Wikimedia Commons — Avian respiratory and vocal anatomy.png

Solunum ve vokal sistem anatomisi şeması, CC0.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Avian_respiratory_and_vocal_anatomy.png

Wikimedia Commons — Bird respiration air flow schematic.png

Hava akımı şeması, CC BY-SA 3.0.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bird_respiration_air_flow_schematic.png

Peppino Vitti'nin Ornitoloji Derlemesi

Fotoğraf: Enzo Del Ponte