

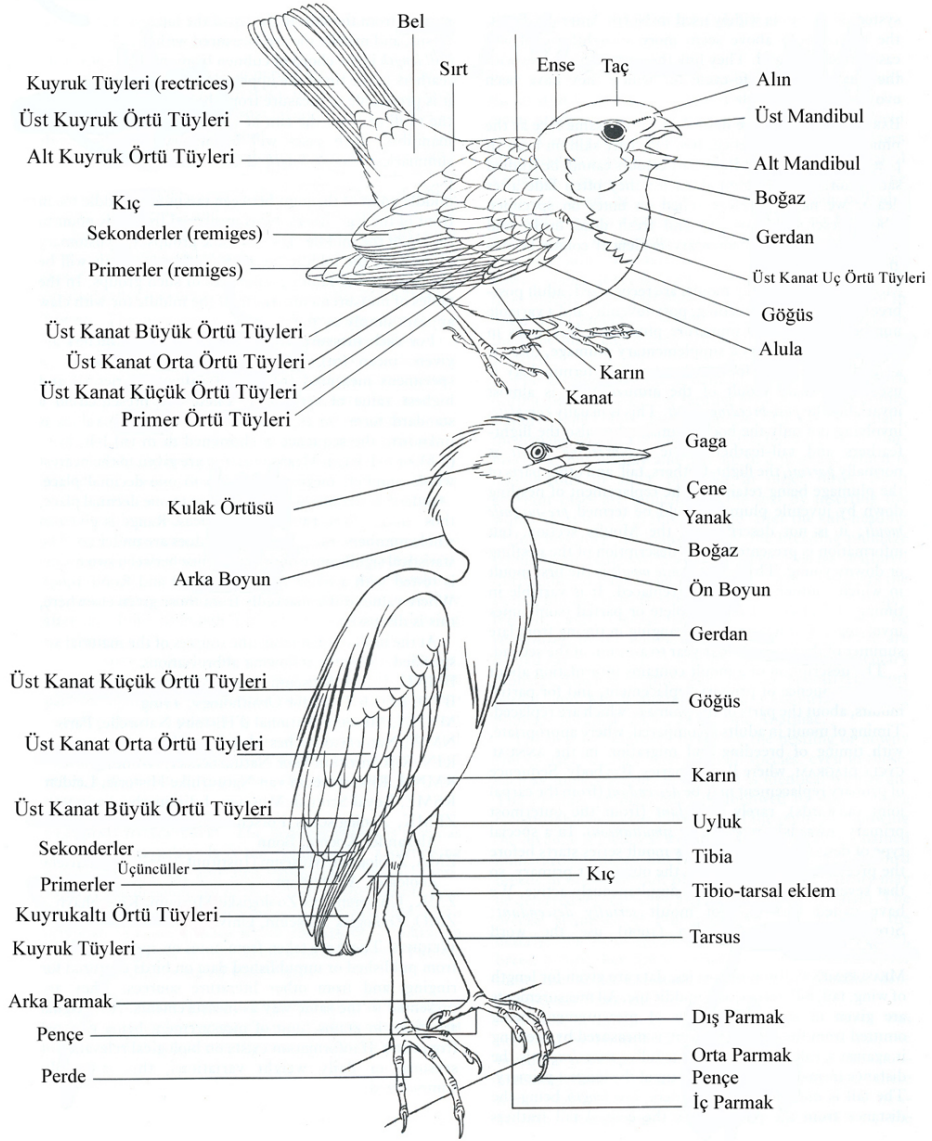
ORNİTOLOJİ

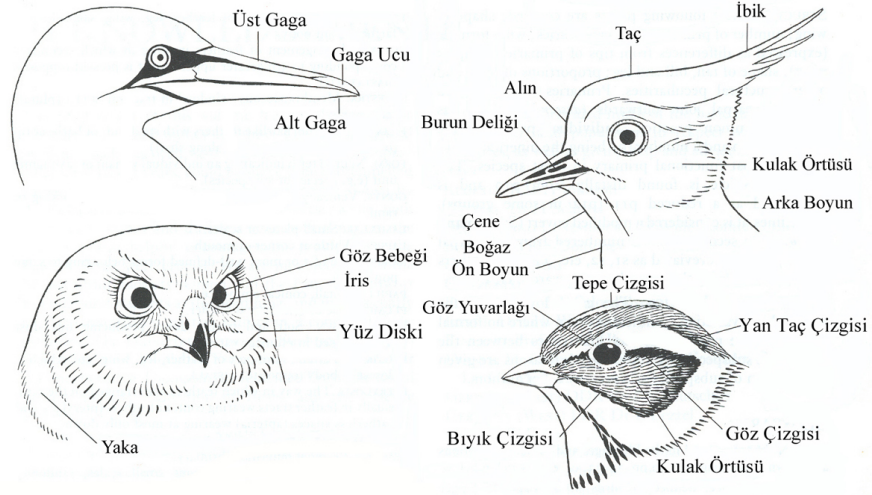
DERS NOTLARI



Utku PERKTAŞ
Atıl B. ALBAYRAK

KUŞ TOPOGRAFYASI

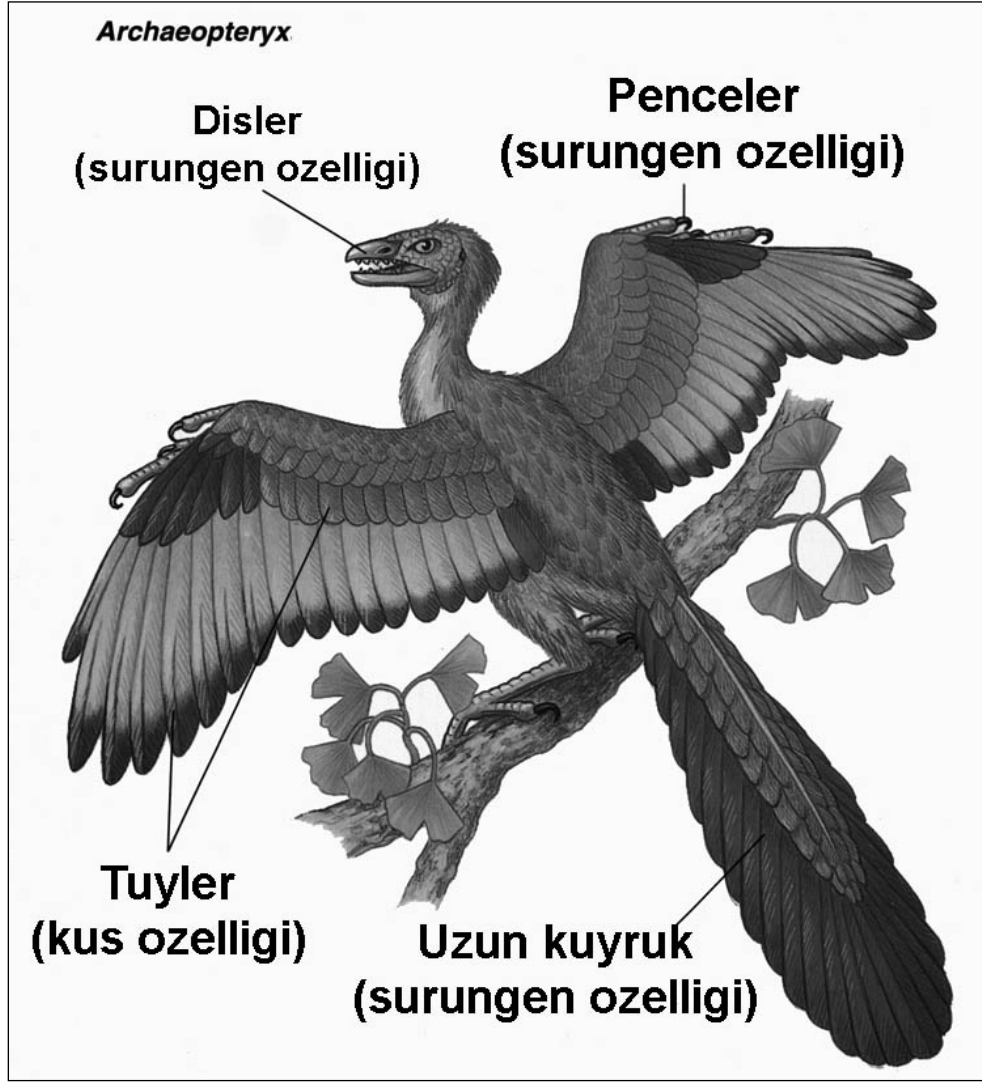




1. KÖKEN

Kuşlar sürüngenler ile yakın akrabadırlar. Bu nedenle sürüngenlerle birlikte kertenkele yüzlüler anlamına gelen **Sauropsida** üstsınıfı altında toplanırlar (Ek şekil 1). Triyas'da büyük ölçüde farklılaşmış olan Thecondontia'dan türemişlerdir. Bu grubun içerisindeki Dinosauria, kuşlara en yakın olan gruptur (Ek şekil 2).

En eski kuş fosili Solenhofen (Batı Almanya, Bayern) 'nın Üst Jura sedimanlarında (140 milyon yıl önce) bulunan **Archaeopteryx** 'dir. 1860 yılında ilk defa tek bir telek; 1861 yılında ise baş hariç tüm iskelet sistemi tamam olan bir fosil bulunmuştur. Bulunan bu son fosil, bilim dünyasında sansasyon yaratmıştır. Çünkü bu fosil, sürüngen ve kuş özelliklerinin her ikisini de aynı ölçüde taşımaktaydı. Fosil H. V. Meyer tarafından *Archaeopteryx lithographica* olarak tanımlanmış ve Londra'da British Museum'a konmuştur. 1877'de ise başı da taşıyan diğer bir örnek daha bulunarak Berlin Müzesine konmuştur. 1954'de Archaeopteryx'in diğer bazı kalıntıları bulunmuş ve keza 1970'de ise Hollanda'daki Teyler Müzesin'de daha önceleri uçan sürüngen olarak teşhir edilen fosilin Archaeopteryx'e ait olduğu saptanmıştır.



İyi gelişmiş teleklerinin olması sebebiyle Archaeopteryx bir kuş olarak kabul edilmesi ve diğer bazı özellikleri nedeniyle ise halen sürüngen basamağında yer alması yani sürüngen ve kuş arasındaki geçiş formu olması nedeniyle ornitolojik açıdan oldukça önemli bir yere sahiptir. Bir güvercin büyüklüğünde ve yaklaşık 200 gr. ağırlığında olan Archaeopteryx, kuşlara oldukça benzeyen bir omuz kemerine, pelvise ve bacaklara sahiptir. Sahip olduğu tüyler modern kuş tüyüyle tam olarak uyuşmaktadır. Bununla birlikte iskelet yapısı genel olarak sürüngen iskeletine benzer. Dişli bir çene, uzun ve kemikli bir kuyruk (pygostil yoktur), pençeli parmaklar ile sternuma bağlanmayan ve uncinata içermeyen kaburgalara sahiptir. Bunların hiçbiri günümüz kuşlarına ait özellikler değildir. Uzun ve bipedal özellikteki arka üyeler dört ayrı parmağa sahiptir. Parmaklardan ilki günümüz kuşlarındaki gibi geriye doğru dönüktür. Kanatlarda 9 primer (günümüz kuşlarında 9-12), 14 sekonder (günümüzde 7-32) tüy mevcuttur. Kanatlar düşük kenar oranlı eliptiktir. Archaeopteryx'in uçup uçamadığı sorusu halen tartışmalıdır. Karina yapısının bulunmaması nedeniyle bazı paleontologlar bu

kuşun uçamadığını ileri sürmektedirler. Fakat furculanın hipertrofi göstermesi güçlü kasların bağlanabilmesi için karina yerine alternatif bir bölge meydana getirmektedir. Bazı günümüz kuşlarında da uçuş için en gerekli kas olan ve kanat çırpma sırasında aşağı vuruşu yapan pektoralis, karina yerine furculaya bağlanmaktadır. Ayrıca bazı paleontologlara göre bu kasın olmaması durumunda sadece süzülme hareketi ile uçuş sağlanabilir. Bununla birlikte tüylerine bakıldığında rachis'in iki tarafının asimetrik olduğu görülür. Ancak uçamayan kuşlarda rachis'in iki tarafı simetrik. Archaeopteryx 'de scapula'nın dar açısı yapması da sadece uçabilen kuşlarda görülen bir özelliktir.

Archaeopteryx'e giden evrimsel hatla ilgili fosil kanıtlar da henüz elde edilememiştir. Hipotetik olarak sürüngen ile Archaeopteryx arasındaki ara kademedeki bulunduğu varsayılan canlıya **Proavis** denilmiştir (Ek şekil 3).

Yukarıda sayılan bu özellikler nedeniyle fosilin kesin olarak bir gruba dahil edilememesi sonucu yeni bir taksonomik grup oluşturulmuştur : **Archaeornithes** alt sınıfı. Diğer tüm kuşlar **Neornithes** alt sınıfında incelenir.

Archaeopteryx'in sahip olduğu kuş ve sürüngen özellikleri :

KUŞ ÖZELLİKLERİ	SÜRÜNGEN ÖZELLİKLERİ
- Gerçek tüyler var. - Tam olarak kaynaşmamış koşucu kemik yapısı var. - Kasık kemiği arkaya yönelmiş ve uzamış. - Köprücük kemiği çatal şeklinde (furcula) kaynaşmış. - Birinci parmak arkaya yönelmiş. - Kemikler kısmen havakeseli (pneumatik).	- Alt ve üst çenede gerçek dişler var. - Tibia ve fibula bağlanmamış. - Sakral kaburgalar mevcut. - Küçük yüzeyli bir göğüskemiği var. - Kaburgalarda çengel yok. - Kuyruk uzundur ve 20-21 omurdan meydana gelir. - Kalça gevşektir ve 6 omur kaynaşmıştır. - Synsacrum yok. - İlium ischius ve pubis kaynaşmamış.

Archaeopteryx iskeleti ile günümüz kuş iskeletinin şekilsel olarak karşılaştırılması :



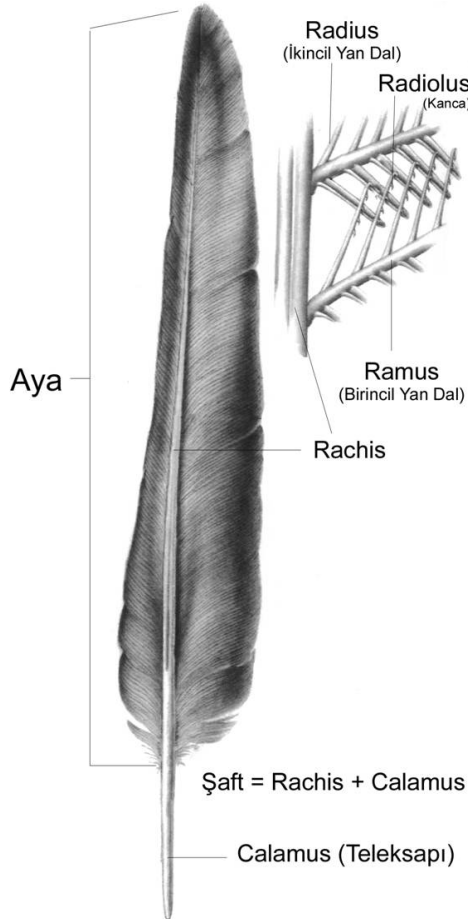
Kuşlar, uçuş yetenekleri ve sabırsıcaklık özelliği kazanmalarıyla **Mezozoyik**'de yaygın olan sürüngenlere karşı bir üstünlük sağlamışlardır. Böylece farklı ekolojik nişler doldurulmuş ve soğukkanlı canlılara kapalı olan bölgelere ulaşabilmelerini sağlamıştır. Böylece kısa zamanda yoğun bir çeşitlenme göstermişlerdir. **Oligosen**'de bugün yaşayan kuş takımlarının tamamı oluşmuştur. Miyosen'de büyük bir kısmı bugünkülere benzeyen 2600 kuş türünün olduğu tahmin edilmektedir. Kuşlar, memeliler ve kemiklibalıklar ile birlikte günümüzdeki baskın omurgalı grubudur.

2. DERİ

Hayvanlar aleminde vücut sıcaklığının korunması açısından memeli derisi ile birlikte çok özel bir yapı gösterirler. Bu yapılardan en önemlisi derinin büyük bölümünü örten tüylendir. Tüyler yalnızca kuşlarda bulunduğundan bu sınıfın karakteristik özelliğidir. Gaga, telek, tırnak, pul ve renk, derinin oluşturduğu diğer yapılardır. Kuş vücudunun bazı yerleri örneğin, gaga, ayak parmakları, tarsometatarsus ve bazı gruplarda da boyun kısmı tüysüzdür. Ayrıca tarsometatarsus ve ayak parmakları derisi de keratinleşmiştir.

Deri, ince yapılı, keratinizasyonu az, dolayısıyla kas tabakasına çok gevşek bağlanmış bir yapıdır. Dermiste depo edilen bol miktardaki yağ, hem ısı yalıtımında hem de yedek besin maddesi sağlanmasında kullanılır. Soğuk iklimlerde, özellikle sığ sularda yaşayan kuşlarda bu yağ tabakası daha kalındır. Bazı gruplarda (pelikanlar gibi), hava keseleri mevcuttur. Tüy köklerine bağlı dermisin düz kasları, teleklerin vücuda yatırılmasını (ısı korunumu amacıyla) ve kabartılmasını (ısının savrulması amacıyla) sağlar. Terlemeyle su yitilmesini ve tüylerin birbirine yapışmasını önlemek amacıyla ter bezleri oluşmamıştır. Tek deri bezi **uropygial bez** olarak adlandırılan **anal bez**dir. Bu bezlerden holokrin salgı şeklinde salınan yağlı sıvı, gaga ile tüylere ve tırnaklara sürülür. Böylece suya karşı yalıtım ve tüylerde parlaklık (özellikle üreme mevsiminde) sağlanır. Bu nedenle su kuşlarında bu bezler oldukça iyi gelişmiştir. Bir kısmında ise çok kötü kokan sıvılar çıkararak korunmaya yardımcı olur. Kırmızı pelikanlarda ve kırmızı deniz kirlangıçlarında ise kırmızı bir bileşik içeren sıvı salgılayarak tüylerin bu sıvıyla kırmızıya boyanmasını sağlar. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, ham D vitamininin de bu bezden salgılanarak tüylere sürüldüğü ve orada güneş ışınları yoluyla işlevsel D vitaminine dönüştürülerek vücuda alındığı saptanmıştır. Bundan başka kulaklarda bulunan talkbezleri hariç derilerinde bez bulunmaz.

2.1. TÜYLER



Sürüngen pullarına homolog, tamamen epidermis kökenli, hayvanlar aleminde yalnız kuşlarda görülen yapılardır. Çeşitli kısımlara ayrılır.

Calamus: folikül adı verilen bir çukurlukta bulunan kök kısmıdır.

Rachis: Kökün deri üzerindeki uzantısı olan eksen bölümü.

Scapus: Calamus ve rachis'in boydan boya oluşturduğu eksen.

Ramus: Ana şaftın yanlarındaki birincil yan dallar.

Radius: Birincil yan dallardan çıkan ikincil dallar.

Radiolus: Bazı teleklerin ikincil dallarını birbirine bağlayan kanca yapıları. Bu bağlanma aya kısmının bütünlüğünü sağlar. Kancalar daha çok uç noktalara doğru görülür. Kancaların gaga ile düzeltilmesi sırasında uropygial bezden alınan sıvı bu noktalara sürülür.

Veksillum: Ramus ve radiusların meydana getirdiği aya kısmı.

Bazı kuş gruplarında calamus ve rachisin birleştiği noktadaki **Superior Umbilicus** adı verilen bir çukurdan daha zayıf bir eksene sahip ikinci bir telek daha çıkar. Bu teleğin eksen bölümü **Hiporachis** adını alır. Devekuşu ve emularda bu yedek telek, ana telek ile aynı boydadır. Bu nedenle bir çeşit çift telek oluşumu görülür.

Kök kısmının gömüldüğü folikülün papilla denilen dip kısmı özellikle tüyün gelişme evresinde sık kılcal damar ağıyla çevrilerek yeterince beslenebilmesi sağlanır. Telek folikülünün dermis içerisindeki kısmına "**Arrector Pulmarum**" adı verilen bir düz kas bağlanmıştır. Bu kas kuşlara teleklerini kabartma yeteneği kazandırır.

Tüyler, tiplerine göre de üç kısımda incelenirler.

Pennae: (Telekler=Uçma tüyleri). Büyük ve uzun yapılarıdır. Genellikle vücudun en dış kısmında konumlanırlar. Kendi içlerinde üç gruba ayrılırlar. **Remiges:** (Uçma telekleri) El ve alt kolda bulunurlar. El ucu ile bilek arasında yer alan birincil uçma tüyleri esas uçma işleviyle yükümlüdürler. Bilekten üst kol eklemine kadar olan bölgedeki daha zayıf yapılı ikincil uçma tüyleri ise uçma işlevine yardımcıdırlar. Bu kısımdaki tüylerden ikincil telek çıkmaz. Uçma teleklerinin uzunluğu sistematik açıdan önemlidir. **Tectrices:** (Örtü telekleri) Uçma teleklerinin dibinde kiremit şeklinde dizilmiş daha kısa yapılı teleklerdir. Üst örtü telekleri ve alt örtü telekleri şeklinde kanadın her iki tarafına birkaç sıra halinde dizilmişlerdir. Üst kolun üst kısmını örtenler **parapterum** (omuz telekleri) adını alırlar. Başparmaktakiler ise **alula** olarak adlandırılır. **Rectrices:** (Kuyruk telekleri) Kuyruktaki büyük teleklerdir. Dümen görevi yaparlar. İkincil aya bulunmaz. Son kuyruk omuruna (pygostyle) yelpaze gibi açılacak ve yukarı aşağı hareket edecek şekilde bağlanmışlardır. Dört köşe, çatallı, basamaklı, yuvarlak, girintili ve kama şeklinde dizilebilirler.

Plumae: (Hav tüyleri) Radioluslar bulunmaz. Bu nedenle dik duramazlar. Rachis kısımları çok ince veya tamamen körelmiştir. Bir buket gibi yayılırlar. Teleklerin altında ve arasındadır. Isı yalıtımında önemli rol oynarlar. Daha çok göğüs ve karın kısmında yayılmışlardır. Yavru kuşlar genel olarak bu tip tüylerle örtülüdürler.

Filoplumae: (Kıl tüyleri) Eksen kısmı ince ve uzundur. Aya kısımları körelmiştir. Telekler arasında dağınık olarak bulunurlar. Ağız ve burun etrafındaki duyu tüyleri bu tiptir. Bu kılların köklerinde titreşimleri algılayabilecek sinir donatımı mevcuttur.

Vücutta uçma tüyleri ile kaplı bölgeler **pterylae**, hav tüyleri ile kaplı veya çıplak olan bölgeler ise **apteria** adını alır.

2.1.2. TÜY OLUŞUMU

Epidermisin papilla denilen kalıtsal olarak önceden saptanmış noktalarında hücre bölünmesiyle meydana gelirler. Mezoderm kökenli papilla epidermisin kaide hücrelerini organize ederek mitotik bölünmeye geçmelerini sağlar. Bu uyarılma ile deri üzerinde sivilce gibi bir kabarıklık şeklindeki tüy primordiumu meydana gelir. Primordiyum uzar ve kıl çukuru epidermis hücreleriyle astarlanarak kıl folikülünü meydana getirir. Bu sırada koni şeklinde olan tüy kökü kutis içerisine gömülürken distal kısmı da deriden dışarıya yatık bir şekilde uzanır. Kıl kökünde yağı bezleri yoktur. Yaşam evrelerine göre farklı tüyler gelişir. **Protoptil:** Genellikle yavru evresinde görülür. **Mesoptil:** Gençlik evresindeki tüylenme. **Teloptyl:** Erginlik evresindeki tüylenme. Embriyonik gelişmelerine sürüngen pulları gibi vaskularize olmuş dermal papillalarla başlarlar. Bunu izleyen evrede bu papillanın üzerini örten epidermis kalınlaşarak pul ya da kıl şeklini alır. Daha sonraki gelişmeleri birbirinden farklıdır.

2.1.3. TÜY DEĞİŞİMİ

Cansız yapılar olduklarından, doğal koşullar nedeniyle yıpranıp düşünce kıl kökündeki kontak inhibisyonun kalkmasından dolayı yeniden tüy oluşumu başlatılır. Fakat bununla birlikte çoğu kuşta hormonal olarak yılda 1-3 defa tüy değişimi görülür. Bu değişim mevsimsel şartlara uyum ya da eşeyssel üremede sinyal verme gibi nedenlere bağlı olabilir. Farklı eşeyler farklı zamanlarda tüy değiştirebilir. Tüy değiştirme genellikle yavaş ve belirli bir sıraya göre ilerler. Telekler değiştirilince diğer örtü tüyleri de mutlaka değiştirilir. Genellikle alttan gelen tüylerin de üsttekileri itmesinden dolayı çıplak kalmazlar. Özellikle kanat ve kuyruk tüyleri belirli bir sırada değiştirildiğinden uçuşa negatif bir etkisi olmaz. Bazı gruplarda ise tüylerin hepsi birden dökülür. Bu durum tiroid bezinin kontrolü altındadır. Bu zaman içerisinde uçamazlar ve çıplak kalırlar. Tüm tüylerin aynı anda dökülmesi canlıda % 30'luk bir ağırlık kaybına neden olur.

2.2. DESEN VE RENK

Tüylerin rengi ve oluşturdıkları desenler yaşa ve mevsime göre değişir. Kuşların hemen hepsinde genç ve ergin tüy renklenmesi ve desenlenmesi farklıdır. Geçiş formları da görülebilir. Birçok grupta erkeğin desen ve rengi dişiden geçici veya sürekli olarak farklılık gösterir. Aynı popülasyonda eşeye, yaşa ve mevsime bağlı olmadan renk polimorfizmi de görülebilir. Bazı popülasyonlarda çeşitli renklerde bireyler aynı zamanda bulunabilirler. Kuşlardaki renklerin bir kısmı yapısal yani ışığın kırılmasıyla oluşan renkler, bir kısmı da gerçek renklerdir. Yapısal renkler ramuslar içerisindeki koyu bir zeminde bulunan hava keseciklerinin ışığı kırması ile ortaya çıkar. Renklenmenin çoğu kalıtsal denetim altındadır. Yalnız çevresel faktörlere hatta beslenmeye bağlı olarak renk farklılaşması görülebilir. Eşeyssel renk farklılığı eşeyssel hormonlarla sağlanır.

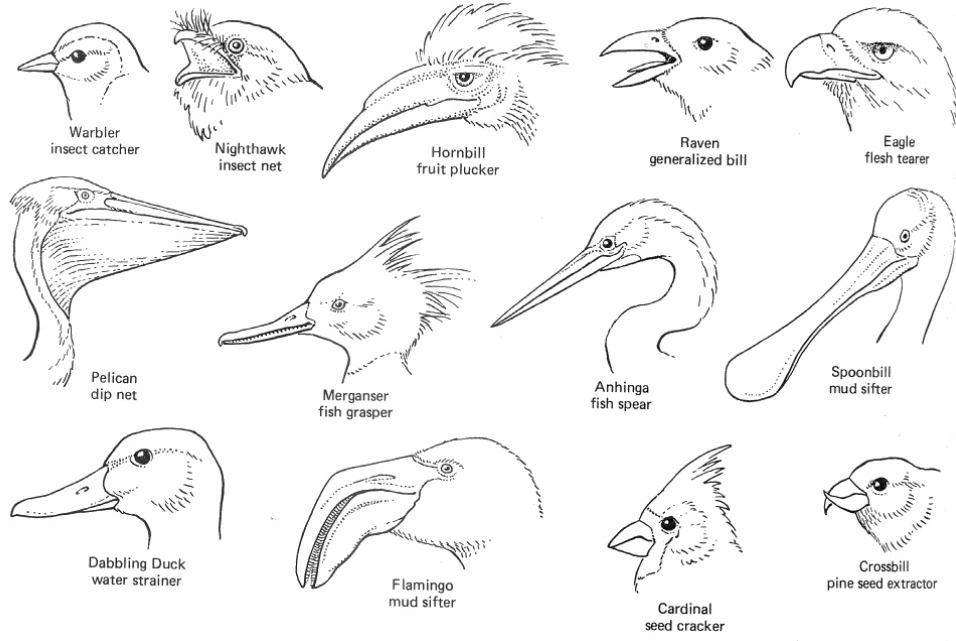
2.3. PULLAR

Genellikle bacakların ve ayakların tüysüz kısımlarında, gaganın açık yan kısımlarında ve bazen boyunda bulunan epidermis kökenli yapılardır. Horoz ve yırtıcı kuşlarda bu pulların değişimiyle **mahmuz** adı verilen yapı meydana gelir. Pullar zamanla değiştirilir. Tarsometatarsus'taki keratinli pulların diziliş, şekil ve büyüklükleri özellikle ötücü kuş sistematğinde önemli rol oynar. Beş tiptedir. **Ağılı:** Pullar çok kenarlı ve küçüktür. **Küçük Levhalı:** Yalnız ortada veya önde bir sıra halinde dizilen pullar vardır. **Halkalı:** Ön ve arkada karşılıklı olarak birer sıra halinde dizilmiş pullar bulunur. **Plaklı:** Yalnız arkanın veya ön tarafın tamamı veya büyük bir kısmı birer büyük pul ile örtülüdür. **Çizmeli:** Hem ön ve hem de arka tarafın tamamı veya büyük bir kısmı birer büyük pul ile örtülüdür.

2.4. GAGA

Epidermis kökenli önemli bir yapıdır. Klasik çok katlı epidermis yapısındadır. En üstteki stratum korneum kalınlaşarak ve keratinleşerek gaganın temel yapısını oluşturur. En alttaki tabaka ise bölünme yeteneği olan stratum germinatumdur. Bu iki tabakanın arasında ise stratum granulosum yer alır. Savunma, beslenme yuva yapımı gibi birçok amaçla kullanılır. Bu nedenle yaşam tarzına göre morfolojik değişiklikler gösterir. Yakın akraba gruplarında farklı ve farklı akraba gruplarında benzer gaga yapısı gelişebildiğinden sistematikte kullanışlı değildir. Mandibulanın üzerine kılıf gibi geçmiş olan altgaga ve maksillayı saran üst gaga olmak üzere iki kısma ayrılır. Bu kılıf kısmı **rhempotheke** olarak adlandırılır. Üst gaganın sırt kısmına **culmen** denir. Altgaganın her iki parçasının birleşmesiyle meydana gelen uç kısmına myxa altçenenin kafatasına birleştiği yerden ucuna kadar olan kısmına da **gonys** adı verilir. Gaga dibindeki tüysüz, yumuşak kısım ise **ceroma** olarak adlandırılır. Sinir ağınca oldukça zengin bir bölgedir. Genellikle keratinleşmiş olan gaga kenarlarındaki deri, ördek ve çulluklarda yumuşak ve sinirlerle kaplı olup, dokunma duyusu olarak işlev görür. Gaganın darbelere karşı gelen uç kısmı en sert ve sağlam kısmıdır. Burun delikleri **ceromanın** hemen dibinden dışarıya açılır. Fakat gece beslenen ve besinlerini koku yoluyla bulan kivi gibi kuşlarda burun deliği gaga ucunda bulunur.

Kuşlarda görülen farklı gaga şekilleri :



2.5. TIRNAKLAR

Parmak uçlarının korunmasını sağlayan ve tüylerin taranması, eşinme gibi çeşitli işlevlerde kullanılan boynuzumsu yapılardır. Dip kısımda bulunan hücrelerin çoğalması ve keratinleşmesi ile sürekli dışarıya itilirler. Kalıtsal yapıya bağlı olarak birçoğunda üst kısımdaki hücrelerin alttakilere göre daha hızlı çoğalmalarıyla aşağı doğru pençe şeklinde kıvrılırlar. Orman tavuklarında eski tırnaklar tümüyle değiştirilir. Bazı grupların yavrularında ve bazı grupların erginlerinde ağaçlara tutunma amacıyla kanattaki ışınların ucunda tırnak olabilir. Tırnaklar değişik amaçlar doğrultusunda mahmuz, toynak ve tarak gibi morfolojik olarak farklılaşabilirler.

2.6. ISI

Tüm kuşlar yaklaşık 41 C⁰'lık vücut sıcaklığını sabit tutarlar. Yüksek vücut sıcaklığı, daha hızlı kimyasal difüzyon sağlaması ve çevreye daha hızlı tepki verebilmeyi sağlaması nedeniyle avantajlıdır. Çevre sıcaklığının değişimi karşısında sabit vücut sıcaklığının korunması için kuşun çeşitli düzenleyici mekanizmalara ihtiyacı vardır. Bu mekanizmalar 2 çeşittir : Isı kaybını önleyen fiziksel ya da davranışsal mekanizmalar ile ısı üretimini sağlayan kimyasal ya da metabolik mekanizmalar. Isı, hava veya su yüzeyi ile temas, radyasyon yayımı ve vücuttan çeşitli şekillerde su kaybı sonucu düşer. Tekrar kazanılması ise vücuttaki glukoz, glukojen ve yağ depolarının katabolize edilmesi yoluyla meydana gelir. Bu da genellikle kas kasılmasıyla oluşur.

Her kuş türü için metabolik ısı üretiminin minimumda tutulduğu bir çevresel sıcaklık aralığı mevcuttur. Bu aralık *termonötralite aralığı* olarak adlandırılır. Çevresel sıcaklığın bu derecelerin üzerine çıkması veya altına inmesi sonucu kuş

iş yaparak vücut sıcaklığını düşürür veya yükseltir. Örneğin Kardinal kuşları (*Cardinalis cardinalis*), kış aylarında -20 °C'lik sıcaklıklarda yaşamlarını sürdürürler ve vücut sıcaklığını termonötrale aralığında tutabilmek için normalden iki kat fazla ısı üretirler. Eğer çevre sıcaklığı yükselirse kuş oksijen tüketimini azaltır ve vücut sıcaklığını kritik sıcaklıklar olan 18-33°C arasında tutmaya çalışır. Sıcaklık daha da yükselirse bu sefer oksijen tüketimini artırır ve iş yaparak vücut sıcaklığının yükselmesini önler. Schuchmann ve Schmidt-Marloh (1978) çevre sıcaklığının yükselmesiyle oksijen tüketiminin düşüşü arasında doğrusal bir ilişki bulmuştur. Kritik sıcaklıklar arası, kuşların açlığa en fazla dayanabildikleri vücut sıcaklıklarıdır. Bunun tersi olarak iyi beslenmiş kuşlar, diğerlerine oranla uç sıcaklıklara daha dayanıklıdır. Aç bir serçe vücut sıcaklığının 32.8°C altına düşmesi sonucu ölür. Fakat iyi beslenmiş bir serçe 21°C 'ye kadar hiç bir zarar görmeden yaşamını sürdürebilir.

Fiziksel mekanizmalar da aynı şekilde ısı kaybını önler veya kaybedilmesini sağlar. Tüyler oldukça etkili yalıtkanlardır. -40°C sıcaklıkta yapılmış bir deneyde 25 güvercinden 21'i 72 saat, 4'ü ise 144 saat hayatta kalmayı başarmıştır. Aynı deney tüyleri yolunmuş güvercinlerle denendiğinde tüm bireyler ilk yarım saat içerisinde ölmüşlerdir. Tüylerin bu yalıtıcı özelliği soğuk iklim kuşlarında daha güçlüyken tropikal türlerde o derece etkili değildir. Tüylerin kabartılması yoluyla vücut çevresinde oluşturulan sıcak hava tabakası vücudun soğuktan korunmasında etkilidir. Tersisi şekilde sıcak havalarda tüylerin vücuda yapıştırılması ısı kaybını sağlayarak hayvanı serinletir.

Tüylerle birlikte bazı grupta meydana getirilen kalın yağ tabakası aynı şekilde ısı yalıtımında önemlidir. İmparator penguen (*Aptenodytes forsteri*), kalın bir tüy tabakasıyla birlikte 2-3 cm'lik yağ tabakasına sahiptir. Tüyler ısı bariyerinin % 85'lik koruma faktörünü oluştururlar. Bu yapı sayesinde insanın ancak 10 dakika kadar dayanabileceği vücut sıcaklığının 40°C altındaki sularda yaşayabilirler.

Bir çok kuş türü geceleri ısı kaybını engellemek için sürü halinde bir araya toplanırlar. Brenner (1965) tarafından yapılan bir deney tek başına geceleyen bir sığırcığın grup halinde geceleyen sığırcıklardan % 92 daha fazla oksijen tükettiğini ortaya koymuştur. Bu şekilde yalnız geceleyen bir kuş açlığa sadece 1 gün dayanabilirken grup oluşturan kuşlar 3 gün süreyle açlığa karşı koyabilmektedirler.

Kuşlar tüy içermeyen bacakları yoluyla büyük miktarda ısı kaybederler. Bir tavuk oturarak ayaktaiken kaybettiği ısıнын % 40-50'sini koruyabilir. Ayrıca kafasını vücuduna gömerek % 12'lik bir kazanç daha elde eder. Özellikle kıyı kuşları uyurken tek bacaklarını kaldırarak ve gagalarını tüyleri arasına gömerek ısı kaybını minimuma indirirler. Tibiotarsal bölgedeki *rete mirabile* adı verilen atardamar ve toplardamar ağı bacaktaiki ısı değişiminden sorumludur. Atardamardan geçen sıcak kan toplardamarlardaki soğuk kan ile temasa geçirilerek çok soğuk havada bacakların donması önlenir. Fakat çok da fazla ısıtılmayarak gereksiz ısı kaybının önüne geçilir. Soğuk iklimlerde bulunan sülünlerin vücut sıcaklıkları ölçüldüğünde -18°C'lik çevre sıcaklığında vücut 41°C

iken topukta bu sıcaklık 2.7°C 'ye düşer. Sıcak bölgelerde ise topuk sıcaklığı 19.7°C 'ye çıkar. *Rete mirabile* ısı korunumunun yanı sıra gerektiğinde ısının kaybedilmesini de sağlar. Bir güvercin 20°C 'lik bir çevre sıcaklığına konulursa vücut sıcaklığı sabit tutularak ayak sıcaklığı hızla 12°C 'den 15°C 'ye yükselir. Bu durum bacak atardamarlarının vazodilatasyonu yoluyla meydana gelir. Yüksek ısı emme gücü nedeniyle su, bir kuşun bacağına havadan 4 misli daha fazla soğutur. Yüksek sıcaklıklarda bazı su kuşları bu durumun avantajını kullanarak vücutlarını serinletirler.

Yüksek sıcaklık altında kuşlar çok daha hızlı soluyarak da buharlaşma sağlanır. Evcil tavuk yüksek sıcaklık altında dakikada 300 kez nefes alır. Devekuşları bu yolla 51°C 'lik hava sıcaklığında vücut sıcaklığını 39.3°C 'de tutabilirler. Kardinal kuşları vücut sıcaklıkları, kritik sıcaklık aralığının üst düzeyi olan 33°C 'nin üzerine çıktığında normalden 10 kat daha fazla su kaybederler.

Bir çok küçük kuş türünde deri yoluyla su kaybı, ısı kaybından çok önemlidir. Kumkekliği (*Pterocles senegallus*), kuluçka sırasında bu yolla 48°C 'lik hava ve 73°C 'lik toprak sıcaklığına direnebilir.

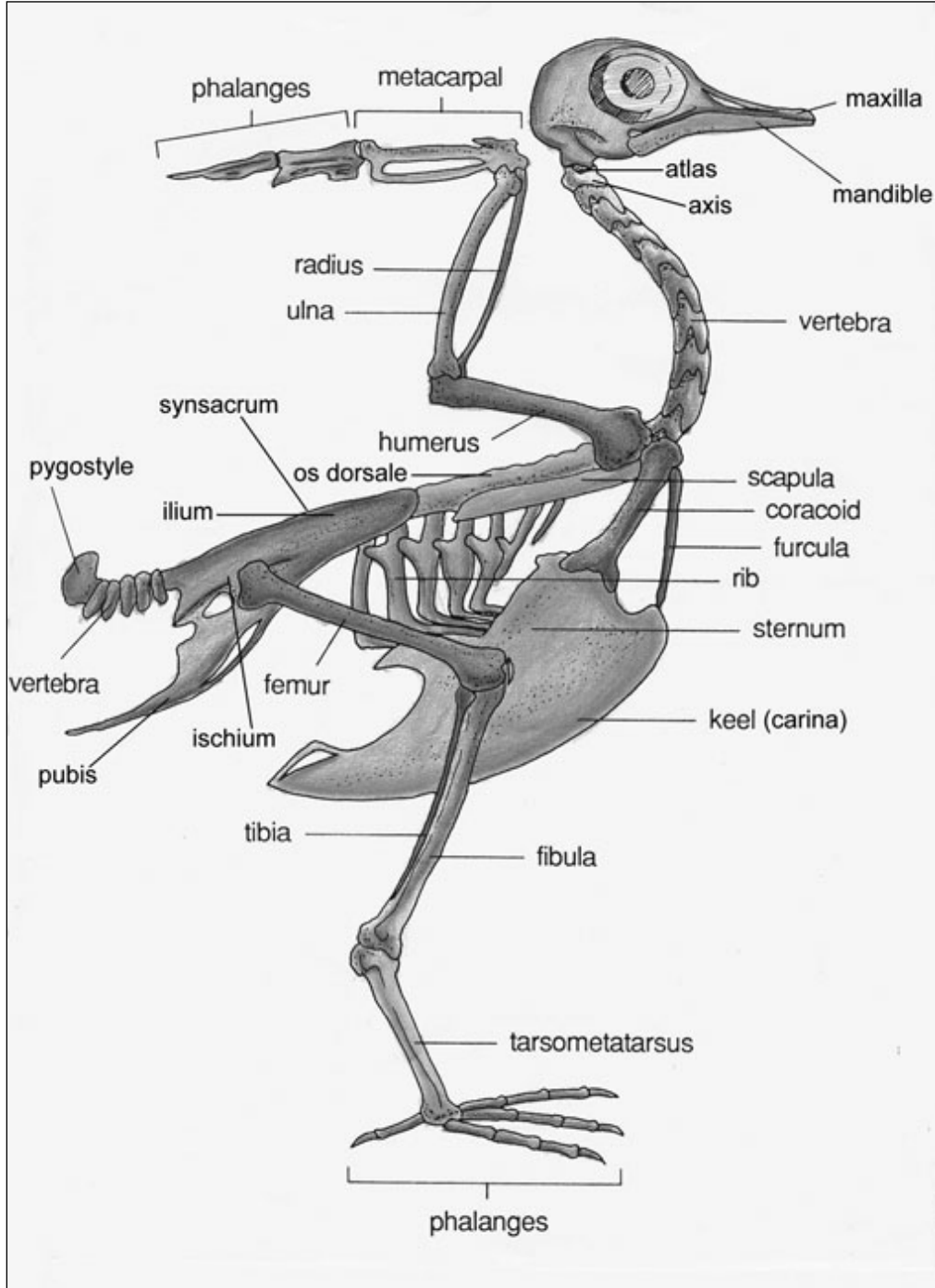
Evrimsel seçim soğuk iklimlerde yaşayan kuşların sıcak iklimlere göre daha büyük vücutlu olmalarını sağlamıştır. Böylece bu tür, daha küçük yüzey alan oranına sahip olurlar. Bu Bergmann Kuralı olarak bilinir.

Isı üretimi aynı zamanda besinlerin metabolize edilerek kas kasılmaları yoluyla ısı enerjisine dönüştürülmeleriyle de gerçekleştirilir. Bir kuş daha fazla ısı ürettikçe enerji kaynağı olarak daha fazla besin tüketmek zorundadır.

Çok az kuş türü soğuk ve açlığa dayanabilmek için torpid veya dormant hale geçer. *Phalaenoptilus nuttallii* 'ye ait bir birey gözleri kapalı ve vücut sıcaklığı 19°C iken bulunmuştur. Fakat kalp atımı ve solunum tespit edilememiştir. Sıcak bir odaya alındığında kuş normal haline geri dönmüştür. Bu kuş izlendiğinde 3 kışı aynı şekilde başarıyla geçirdiği görülmüştür.

3. İSKELET SİSTEMİ

Kuşlar, sürüngenlere göre çok daha ince yapıdadırlar. Bir uçuş adaptasyonu olarak uzun kemiklerinin çoğunun içi hava keseleriyle doludur ve diğer omurgalı gruplarındaki bazı iskelet elemanları kaybolmuştur. Kemiklerin hafif olmasının nedeni ise bazı yüzücü ve koşucu (penguen ve devekuşu gibi) gruplar hariç diğer tüm kuşlarda memelilerdeki kemik iliğinin yitirilerek yerini hava boşluğunun almasıdır.



3.1. AXIAL İSKELET

3.1.1. BAŞ

Diapsid tipteki kafatası iyi kemikleşmiş ve kemikler birbirine kaynaşmıştır. Ağız, keratin yapıdaki **gaganın** ucunda yer alır. Üzerinde bir pul tabakası içeren bu yapı, tırnak, tüy ve pullar gibi keratinleşmiş epidermis kökenlidir. (**Stratum corneum**: keratinleşen temel madde, **Stratum granulosum**: Stratum corneumu

takviye eden tabaka, **Stratum germinativum**: bölünen canlı tabaka). Besin almanın yanında uçuş sırasında dengenin sağlanması, tüylerin düzeltilmesi, korunma, taşıma, parçalama ve yuva yapma gibi işlerde de kullanılır. Bu nedenle 5. üye olarak da adlandırılır. Gaga yapısı gruplar arasında beslenmeye göre veya aynı grup içinde nişe bağlı olarak farklılaşabilir. Bu durum, rekabeti önleyen bir mekanizmadır. Günümüzde yaşayan kuşlarda diş bulunmaz. Su kuşlarında beslenmeye bağlı olarak gaganın yan bölgelerinde sinir uçları gelişmiştir. Burun delikleri bir çift olup üst gagada yer alır. Kivi'de ise beslenmeye bağlı olarak uçtadır. Göz çukurları başa oranla oldukça büyüktür. Göz çukurlarının arkası alt kısmında kulaklar yer alır.

3.1.2. OMURGA

Türlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Örneğin serçede 39, kuğuda 63 omur bulunur. 5 bölgeye ayrılır:

1. Boyun (Cervical)
2. Göğüs (Thoracic)
3. Bel (Lumbar)
4. Kalça (Sacral)
5. Kuyruk (Caudal)

3.1.3. BOYUN

Farklı gruplarda 11-25 arasında değişen farklı sayılarda omur bulunabilir. Boyun bölgesi **atlas** ve **axis** kemikleriyle kafatasına bağlanır. Boyun omurlarının iki yanında kaburga benzeri çıkıntılar bulunur. Omurganın daha sonra gelen bölümleri kadar sıkı bir yapı oluşturmaz. Semer şekilli, daha esnek bir eklem yapısı meydana getirirler. En arkadaki omurlar kaburga taşır. Occipital condyl (boyun eklembaşı), memelilerden farklı olarak yalnız bir tanedir.

3.1.4. GÖĞÜS

3-10 arası omur içerir. 3-5 omur kaynaşarak **os dorsale**yi (sırt kemiği) meydana getirir fakat son birkaç omur serbest kalarak bel ile hareketli bir şekilde bağlanır. Penguenlerde bu kaynaşma olmadığından yüzme sırasında rahatlıkla vücutlarını hareket ettirebilirler. 3-9 arasında değişebilen ve bazıları iki parçadan oluşmuş kaburgalara sahiptirler. Bağlı olan kaburgalar iki yandan omurlar ile **sternuma** (göğüs kemiği) tutunurlar. Kaburgalar üzerinde bunları birbirine bağlayarak sağlamlık sağlayan **uncinate** adlı kemikler mevcuttur. Derine dalan kuşlarda dayanıklılığın artırılması amacıyla bu kemiklerden ikişer adet bulunur. Bu yapıya bazı sürüngenlerde de rastlanır. İyi uçabilen kuşlarda sternumun alt bölgesi uçuş kaslarının bağlanması için genişleyerek **karina** adı verilen yapıyı meydana getirir. Devekuşları gibi uçamayan gruplarda bu yapı bulunmaz. Penguenler de gelişkin yüzme kaslarından dolayı uçmamalarına rağmen bu yapıya sahiptirler.

3.1.5. BEL, KALÇA ve KUYRUK

Bel, kalça ve kuyruk omurlarının birkaçı (10-23) kaynaşarak **symsacrumu** (utanç kemiği) oluşturur. Bu yüzden hareketli bir bel bölgesine sahip değildirlr. Kuyruk bölgesindeki omurlar azalmıştır ve 12 tane kadardır. Bu omurların yaklaşık yarısı kaynaşarak **pygostyle** denilen ve kuyruk teleklerinin bağlandığı kemiği meydana getirirler.

3.2. APPENDICULAR İSKELET

Ön ve arka üyelerin bağlandığı omuz kemeri (pektoral kemer) ve kalça kemerinden (pelvis kemeri) meydana gelir.

3.2.1. OMUZ KEMERİ ve ÖN ÜYELER

Omuz kemeri, **scapula** (kürek kemiği), **coracoid** ve **clavicle** (köprücük kemiği) kemiklerini içerir. Scapula ve coracoid kemiklerinin birleşme noktasında ön üyelerin bağlandığı **glenoid çukur** bulunur. Clavicle kemikleri öne doğru bir “V” şekli meydana getirerek **furculayı** (lades kemiği) oluştururlar. İyi uçamayan kuşlarda scapula ve coracoid kemikleri körelmiştir. Ön kolu oluşturan **radius** ve **ulna** kemikleri, glenoid çukura **humerus** kemiği ile bağlanır. Ön kolun devamındaki kemikler, uçma teleklerinin bağlanması için şekillerini değiştirmişlerdir. Ön üyelerinde 5 adet olan **carpus** (tarak) kemikleri kaynaşarak 2 kemiğe dönüşmüştür. **Metacarpus** kemikleri ise üç adettir (II. III. ve IV.) ve iki carpus kemiğiyle kaynaşarak **carpometacarpus** kemiğini meydana getirirler. Günümüz kuşları ön üyelerinde üç parmağa (II. III. ve IV.) sahiptir. II. ve IV. parmaklar 1-2 **falanj** kemiğine, III. parmak ise 2-3 falanj kemiğine sahiptir. El uçma tüyleri III ve IV. parmak kemiği ile carpometatarsusa, kol uçma tüyleri radius ve ulnaya, koltukaltı tüyleri ise humerusa bağlıdır.

3.2.2. KALÇA KEMERİ VE ARKA ÜYELER

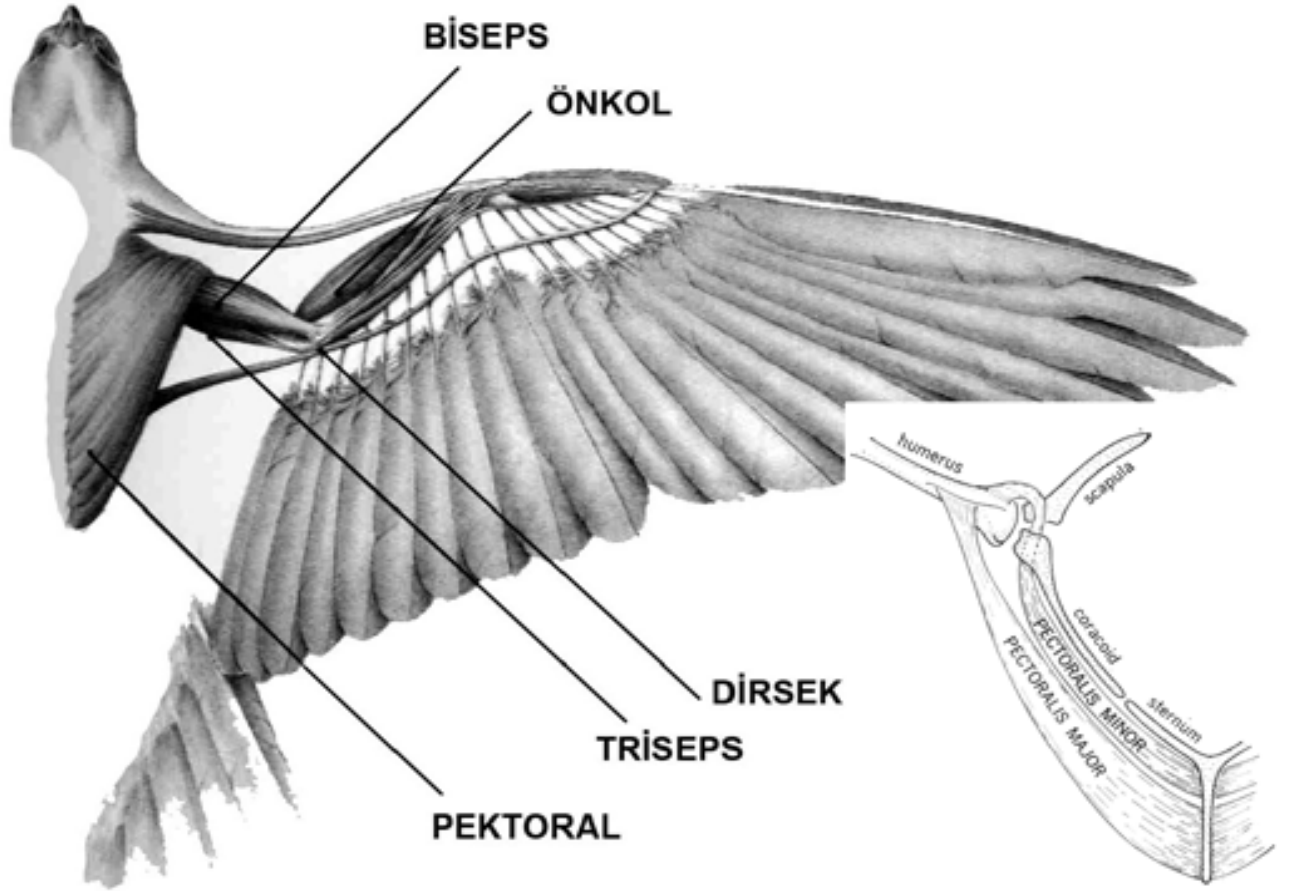
Kalça kemeri ince, geniş bir eğer şeklindedir ve çok sıkı bir şekilde symsacruma bağlanarak arka üyeler yoluyla tüm vücudu taşıyabilecek sağlam bir yapı meydana getirir. Kemerin ventral kısmı, yumurtlamanın kolaylaştırılması amacıyla birbirinden ayrılarak genişlemiştir. Kalça kemeri, ileriye doğru oldukça uzamış olan **ilium**, arkaya doğru çevrelenmiş **ischium** ile yan ve arkaya yönelmiş **pubis** kemiklerinden meydana gelir. Bu üç kemiğin birleşme noktasında **femur** kemiğinin bağlandığı **acetabulum** çukuru yer alır. Arka üyeler femurdan sonra ligamentlerin bağlandığı **patella** ile birlikte uzun, üçgen bir başa sahip olan **tibiotarsus** ile devam eder. Bu kemiğe paralel olarak **fibula** bulunur. Bu iki kemiğin devamında kaynaşmış kemiklere sahip olan **tarsometatarsus** yer alır. Parmak sayısı gruplara bağlı olarak 2-4 arasında olabilir ve her biri 2-5 kemikten meydana gelir. 1. parmak genellikle geriye doğrudur. Arka üyelerin üst iki bölgesi kaslı, alt kısım ise daha çok tendonludur. Keratin pullara sahip olan alt kısımlarda bazı gruplarda **mahmuz** adı verilen yapı bulunur. Parmak uçlarını koruyan tırnak yapısı, avlanma, eşeleme ve tutunma gibi işleri gören özel şekilli pullardan meydana gelir. Orta kısımdaki hücreler bölünerek keratinleşir ve dışarıya doğru

itilerek büyüme sağlanır. Bazı gruplarda üst kısım daha hızlı büyüdüğünden tırnak aşağı doğru kıvrılır.

4. KAS SİSTEMİ

Uçma adaptasyonu olarak göğüs ve kanat kasları çok iyi gelişmiştir. Uçuş sırasında aerodinamik dengeyi sağlayabilmek için kasların çoğu ventral tarafa doğru kaymıştır. İlkel omurgalılardan farklı olarak kuşlar ve memelilerde segmentsiz kaslar daha fazladır.

En önemli uçma kası, bir tarafıyla karinaya ve diğer tarafıyla da humerusa bağlı olan **pectoralis major** ve **pectoralis minor**dur. Koşma, sıçrama, eşinme ve tırmanma gibi hareketleri gerçekleştiren arka üyelerin kasları da oldukça iyi gelişmiştir. Bu kasların büyük kısmı kalça kemerine, bir bölümü ise femurun distal ucuna bağlanır. Tarsometatarsus kas taşımaz, sadece parmaklara giden kırışleri taşır. Bu kırışlerin dizilimi farklı gruplarda değişiklik gösterir. Teleklerin dibinde, kabarma gibi davranış ve ısı düzenlenmesinde rol oynayan deri kasları bulunur.



Genellikle kısa mesafelerde hızlı hareketleri sağlayan kaslar beyaz renklidir. Bu kaslarda yağ miktarı daha azdır. Bu kaslardaki miyofibriller daha kalındır ve aralarında çekirdekler dağınıktır. Tavuklardaki göğüs kasları beyazken uzun süreli uçan yırtıcı, martı ve karga gibi gruplara ait türlerde bu kaslar kırmızıdır.

Devamlı hareketi sağlayan bacaklardaki gibi kaslar kırmızı renktedir. Bunlarda fibriller daha ince ve çekirdekler bunların çeperlerine dizilmiştir. Oksijenden daha fazla yararlanabilmek için sitokrom, miyoglobin ve yağ oranı açısından daha zengindir. Beyaz kaslar kırmızı kaslara göre kural olarak daha çabuk yorulur.

Parmakların hareketi, bacağın üst bölgelerindeki kaslara bağlı olan tendonlar sayesinde mümkün olur.

Beyaz kaslar kırmızı kaslara göre daha hızlı kasılırlar. Bu nedenle kafeste saklanan ve uzun süre hareket etmeyen kuşların kırmızı kaslarında zayıflama görülür.

Özellikle tüneyen kuşların bacaklarında özel bir oluşum görülür. Kuş bir yere tünediğinde, tarsometatarsus ve tibia-fibula kemikleri boyunca uzanarak parmaklardaki kaslara giden tendonlar, bu kemiklerin eklem bölgesinde sıkışır ve bacağın sürekli olarak kasılı kalmasını sağlar. **Tendon kilit mekanizması** adı verilen bu mekanizma sayesinde kuş gece boyunca tünediği yerde uyuyabilir.

