

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
VETERİNERLİK ANATOMİSİ ANA BİLİM DALI



**SÜLÜN (Phasianus colchicus) VE ŞAHİNDE (Buteo buteo) ÖN
EKSTREMİTELERİN MORFOLOJİK İNCELENMESİ İLE
BİLGİSAYAR DESTEKLİ MODELLEMESİ**

Doktora Tezi

Süleyman YÜKSEL

Danışman

Prof. Dr. Murat Erdem GÜLTİKEN

SAMSUN
2023

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☐ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☒

02 /06 / 2023
Süleyman YÜKSEL

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : SÜLÜN (*Phasianus colchicus*) VE ŞAHİNDE (*Buteo buteo*) ÖN EKSTREMİTELERİN MORFOLOJİK İNCELENMESİ İLE BİLGİSAYAR DESTEKLİ MODELLEMESİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 02/06/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 7

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

02 / 06 / 2023
Prof. Dr. Murat Erdem GÜLTİKEN

ÖZET

SÜLÜN (*Phasianus colchicus*) VE ŞAHİNDE (*Buteo buteo*) ÖN EKSTREMİTELERİN MORFOLOJİK İNCELENMESİ İLE BİLGİSAYAR DESTEKLİ MODELLEMESİ

Süleyman YÜKSEL
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Veterinerlik Anatomisi Ana Bilim Dalı
Doktora, Haziran/2023
Danışman: Prof. Dr. Murat Erdem GÜLTİKEN

Amaç: Sürekli kanat çırparak kısa mesafeler uçabilen Sülün (*Phasianus colchicus*) ile uzun mesafeler boyunca göç eden ve süzülerek uçan Şahin (*Buteo buteo*)'e ait ön ekstremite anatomisini karşılaştıran detaylı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma Sülün ve Şahin'e ait ön ekstremite anatomisini incelemek ve elde edilen bulgular ile uçuş karakteristikleri arasında bir bağlantı kurmak amacı ile yapılmıştır. Çalışmanın anlaşılabilirliğini arttırmak ve görsel olarak zenginleştirmek için iki kuş türüne ait üç boyutlu kemik ve kas modellemeleri ve uçuş animasyonları oluşturulmuştur.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada sekizer adet dişi Sülün ve Şahin olmak üzere toplamda on altı adet yetişkin kuş kullanıldı. Kuşların tamamı makroskopik bulguların değerlendirilmesi için diseksiyon yöntemiyle incelendi. Yumuşak dokuların incelenmesinin ardından kemik dokular incelendi ve ölçümleri alındı. Sülün ve Şahin'den alınan BT (Bilgisayarlı Tomografi) görüntüleri ile elde edilen makroskopik bulgular kullanılarak, özel yazılımlar aracılığıyla kuşların üç boyutlu dijital modelleri oluşturuldu. Üç boyutlu modeller ve iki kuş türünün de uçuş karakteristiklerini gösteren videolar kullanılarak, kuşların uçuş animasyonları hazırlandı.

Bulgular: Sülün ve Şahin'de; ossa cinguli membri thoracici, ossa membri thoracici, musculi membri thoracici ve patagium'a ait anatomik yapılar detaylı olarak incelendi. Kemikler üzerindeki yapılar ve kaslar, önceki çalışmalarla karşılaştırılarak isimlendirildi. Kuşların uçuş karakteristikleri ile anatomik yapıları arasındaki fonksiyonel bağlantılar belirlendi. Üç boyutlu dijital modelleme ve animasyon hazırlandı.

Sonuç: Sonuç olarak bu çalışma ile Sülün ve Şahin'e ait ossa cinguli membri thoracici, ossa membri thoracici, musculi membri thoracici detaylı olarak incelendi ve uçuş karakteristiği ile karşılaştırılarak anatomik farklılıkların fonksiyon üzerindeki etkileri tanımlandı. Ayrıca üç boyutlu dijital modeller, animasyonlar ve "QR" kodu gibi günümüz teknolojisini kullanan yöntemler sayesinde konuya farklı bir bakış açısı getirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Anatomi, Sülün (*Phasianus colchicus*), Şahin (*Buteo buteo*), 3B tasarım, Kanat anatomisi.

ABSTRACT

MORPHOLOGIC EXAMINATION AND COMPUTER AIDED DESIGN OF
FORELIMBS IN PHEASANT (*Phasianus colchicus*) AND BUZZARD (*Buteo
buteo*)

Süleyman YÜKSEL
Ondokuz Mayıs University
Institute of Graduate Studies
Department of Veterinary Anatomy
Ph.D., June/2023
Supervisor: Prof. Dr. Murat Erdem GÜLTİKEN

Purpose: There has been no detailed study comparing the forelimb anatomy of the Pheasant (*Phasianus colchicus*), which flies short distances by flapping its wings continuously, and the Buzzard (*Buteo buteo*), which migrates by soaring over long distances. The aim of this study was to investigate the forelimb anatomy of Pheasant and Buzzard and to establish a link between the findings obtained and flight characteristics. In order to increase the comprehensibility and visual enrichment of the study, three-dimensional bone and muscle models and flight animations of the two bird species were created.

Material and Method: In this study, eight each of female Pheasants and Buzzards, total of sixteen adult birds were used. All of the birds were examined by dissection method for the evaluation of macroscopic examination. After the examination of soft tissues, bone tissues were examined and measurements were taken. Using the macroscopic results obtained from CT (Computed Tomography) images of Pheasants and Buzzards, three-dimensional digital models of the birds were created by using special software. Based on the three-dimensional models and videos of the flight characteristics of both bird species, flight animations of the birds were prepared.

Results: The anatomical structures of ossa cinguli membri thoracici, ossa membri thoracici, musculi membri thoracici and patagium were examined in detail in Pheasant and Buzzard. The structures on the bones and muscles were named and compared with previous studies. Functional connections between the flight characteristics of birds and their anatomical structures were determined. Three-dimensional digital modeling and animations were prepared.

Conclusion: To conclude, in this study, the ossa cinguli membri thoracici, ossa membri thoracici, musculi membri thoracici of Pheasant and Buzzard were examined in detail and the effects of anatomical differences on function were defined by comparing with flight characteristics. In addition, three-dimensional digital models, animations and methods that use today's technology such as "QR" code were used to bring a different perspective to the study.

Keywords: Anatomy, Pheasant (*Phasianus colchicus*), Buzzard (*Buteo buteo*), 3D design, Wing anatomy.

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Hem doktora eğitimimde hem de kişisel gelişimimde bana her türlü desteği veren ve farklı bakış açısıyla akademik gelişim sürecimde ufkumu genişleten değerli hocam Prof. Dr. Murat Erdem GÜLTİKEN'e,

Anatomi eğitimine adım atmamı sağlayan ve eğitimim boyunca tecrübelerini benimle paylaşarak, mesleğime daha sıkı tutunmamı sağlayan sayın Prof. Dr. Murat KABAK ve Prof. Dr. Burcu ONUK'a,

Hem veteriner hekimliği eğitimim hem de tez sürecim boyunca samimiyetle desteğini hissettiğim sayın Prof. Dr. Hatice Özlem NİSBET'e,

Hem hocam hem de ablam olarak gördüğüm ve yanında çalışmaktan büyük keyif aldığım değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Beste DEMİRCİ'ye

Doktora öğrenciliğimin her safhasında, ihtiyacım olduğu her an bana desteğini esirgemeyen sayın Dr. Öğr. Üyesi Sedef SELVİLER SİZER'e,

Yıllardır iyi-kötü her anımda yanımda olan ve tez sürecimde de çokça desteği bulunan Veysel Gökhan AYDIN'a,

Maddi-manevi her anlamda, ne koşulda olursa olsun bana destek vererek bugünlere gelmemi sağlayan aileme,

Benimle birlikte gecesini gündüzüne katıp çalışan ve yorgun olduğum anlarda beni tekrar ayağa kaldıran sevgili eşim Seray Neslihan YÜKSEL'e,

En içten ve sonsuz teşekkürler...

Süleyman YÜKSEL

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI.....	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. İskelet Sistemi	5
2.1.1. Ossa Cinguli Membri Thoracici	6
2.1.2. Ossa Membri Thoracici (Ossa alae).....	13
2.2. İskelet Kasları.....	21
2.2.1. Musculus scapulohumeralis cranialis	21
2.2.2. Musculus scapulohumeralis caudalis	22
2.2.3. Musculi subcoracoscapulares	22
2.2.4. Musculus coracobrachialis cranialis	24
2.2.5. Musculus coracobrachialis caudalis	24
2.2.6. Musculus pectoralis	24
2.2.7. Musculus supracoracoideus	26
2.2.8. Musculus latissimus dorsi	27
2.2.9. Musculus deltoideus.....	28
2.2.10. Musculus triceps brachii.....	30
2.2.11. Musculus biceps brachii	31
2.2.12. Musculus expansor secundinarium.....	32
2.2.13. Musculus brachialis.....	33
2.2.14. Musculus pronator superficialis	33
2.2.15. Musculus pronator profundus.....	33
2.2.16. Musculus flexor carpi ulnaris	34
2.2.17. Musculus flexor digitorum superficialis	34
2.2.18. Musculus flexor digitorum profundus.....	35
2.2.19. Musculus extensor carpi radialis.....	35
2.2.20. Musculus extensor carpi ulnaris.....	36
2.2.21. Musculus extensor digitorum communis	36
2.2.22. Musculus extensor longus alulae	37
2.2.23. Musculus extensor longus digiti majoris	37
2.2.24. Musculus supinator	38
2.2.25. Musculus ectepicondylo-ulnaris	38
2.2.26. Musculus entepicondylo-ulnaris	39
2.2.27. Musculus ulnometacarpalis dorsalis	39
2.2.28. Musculus ulnometacarpalis ventralis	39
2.2.29. Musculus interosseus dorsalis	40
2.2.30. Musculus interosseus ventralis	40
2.2.31. Musculus extensor brevis alulae.....	40
2.2.32. Musculus abductor alulae.....	41

2.2.33. <i>Musculus flexor alulae</i>	41
2.2.34. <i>Musculus adductor alulae</i>	41
2.2.35. <i>Musculus abductor digiti majoris</i>	42
2.2.36. <i>Musculus flexor digiti minoris</i>	42
2.3. <i>Patagium</i>	42
2.3.1. <i>Patagium cervicale</i>	43
2.3.2. <i>Propatagium</i>	43
2.3.3. <i>Metapatagium</i>	43
2.3.4. <i>Postpatagium</i>	43
2.3.5. <i>Patagium alulae</i>	44
2.4. Bilgisayar Destekli Üç Boyutlu Modelleme.....	44
3. MATERYAL VE YÖNTEM	46
3.1. Materyal Temini	46
3.2. Bilgisayarlı Tomografi ile Görüntüleme	46
3.3. Dokuların Hazırlanması	46
3.4. Dokuların İncelenmesi	47
3.5. Üç Boyutlu Dijital Modellerin ve Animasyonların Hazırlanması.....	47
3.6. Verilerin Analizi.....	48
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	49
4.1. <i>Ossa Membri Thoracici</i>	49
4.1.1. <i>Ossa cinguli membri thoracici</i>	49
4.1.2. <i>Ossa membri thoracici</i>	67
4.2. <i>Musculi Membri Thoracici</i>	93
4.2.1. <i>Musculus scapulohumeralis cranialis</i>	93
4.2.2. <i>Musculus scapulohumeralis caudalis</i>	94
4.2.3. <i>Musculi subcoracoscapulares</i>	94
4.2.4. <i>Musculus coracobrachialis cranialis</i>	95
4.2.5. <i>Musculus coracobrachialis caudalis</i>	96
4.2.6. <i>Musculus pectoralis</i>	96
4.2.7. <i>Musculus supracoracoideus</i>	99
4.2.8. <i>Musculus latissimus dorsi</i>	100
4.2.9. <i>Musculus deltoideus</i>	102
4.2.10. <i>Musculus triceps brachii</i>	104
4.2.11. <i>Musculus biceps brachii</i>	105
4.2.12. <i>Musculus expansor secundinarium</i>	106
4.2.13. <i>Musculus brachialis</i>	106
4.2.14. <i>Musculus pronator superficialis</i>	107
4.2.15. <i>Musculus pronator profundus</i>	108
4.2.16. <i>Musculus flexor carpi ulnaris</i>	108
4.2.17. <i>Musculus flexor digitorum superficialis</i>	109
4.2.18. <i>Musculus flexor digitorum profundus</i>	110
4.2.19. <i>Musculus extensor carpi radialis</i>	111
4.2.20. <i>Musculus extensor carpi ulnaris</i>	112
4.2.21. <i>Musculus extensor digitorum communis</i>	112
4.2.22. <i>Musculus extensor longus alulae</i>	113
4.2.23. <i>Musculus extensor longus digiti majoris</i>	113
4.2.24. <i>Musculus supinator</i>	113
4.2.25. <i>Musculus ectepicondylo-ulnaris</i>	114
4.2.26. <i>Musculus entepicondylo-ulnaris</i>	115
4.2.27. <i>Musculus ulnometacarpalis dorsalis</i>	115

4.2.28. <i>Musculus ulnometacarpalis ventralis</i>	116
4.2.29. <i>Musculus interosseus dorsalis</i>	116
4.2.30. <i>Musculus interosseus ventralis</i>	116
4.2.31. <i>Musculus extensor brevis alulae</i>	117
4.2.32. <i>Musculus abductor alulae</i>	117
4.2.33. <i>Musculus flexor alulae</i>	118
4.2.34. <i>Musculus adductor alulae</i>	119
4.2.35. <i>Musculus abductor digiti majoris</i>	119
4.2.36. <i>Musculus flexor digiti minoris</i>	120
4.3. <i>Patagium</i>	121
4.3.1. <i>Patagium cervicale</i>	121
4.3.2. <i>Propatagium</i>	121
4.3.3. <i>Metapatagium</i>	122
4.3.4. <i>Postpatagium</i>	122
4.3.5. <i>Patagium alulae</i>	122
4.4. Bilgisayar Destekli Üç Boyutlu Modelleme ve Animasyon	123
5. SONUÇ	129
KAYNAKLAR	131
EKLER	139
5.1. Ek-1. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı.	139
5.2. Ek-2. Kastamonu Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Kararı	140
ÖZ GEÇMİŞ	141

SİMGELER VE KISALTMALAR

Art	: Articulatio
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
DICOM	: Digital Imaging and Communications in Medicine
For	: Foramen
Imp	: Impressio
Inc	: Incisura
Lig	: Ligamentum
M	: Musculus
Mm	: Musculi
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
N	: Nervus
Proc	: Processus
µBT	: Mikro Bilgisayarlı Tomografi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>Archeopteryx</i> iskeleti (Padian and Chiappe, 1998).	5
Şekil 2.2. <i>Ichthyornis dispar</i> iskeleti (Padian and Chiappe, 1998).	5
Şekil 3.1. “Materialise Mimics Innovation Suite 23” yazılımı ile DICOM görüntülerinden elde edilen üç boyutlu Sülün modelleri.....	47
Şekil 3.2. 3b modelleme ve animasyon süreci	48
Şekil 3.3. Karşılaştırmalı ölçüm sonuçlarına ait grafikler üzerindeki ifadelerin anlamları	48
Şekil 4.1. (A) Sülün (Sol) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>os coracoideum proximal</i> ’den görüntüsü: (Pro) <i>Proc. procoracoideus</i> ; (Glec) <i>Proc. glenoidalis coracoidei</i> ; (Imlig) <i>Imp. ligamentum acrocoracohumerale</i> ; (Facia) <i>Facies art. clavicularis</i>	50
Şekil 4.2. (A) Sülün (Sol) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>os coracoideum</i> ’un <i>dorsal</i> ’den görüntüsü: (Pac) <i>Proc. acrocoracoideus</i> ; (Tubbr) <i>Tuberculum brachiale</i> ; (Sulsc) <i>Sulcus supracoracoideus</i> ; (Pro) <i>Proc. procoracoideus</i> ; (Cots) <i>Cotyla scapularis</i> ; (Fah) <i>Proc. glenoidalis coracoidei</i> ve <i>facies art. humeralis</i> ; (Forpne) <i>For. pneumaticum</i> ; (Pl) <i>Proc. lateralis</i> ; (Pm) <i>Proc. medialis</i> ; (Fv) <i>Crista art. sternalis</i> ’in <i>facies ventralis</i> ’i; (Fd) <i>Crista art. sternalis</i> ’in <i>facies dorsalis</i> ’i; (Fornsup) <i>Foramen n. supracoracoidei</i> ; (Criast) <i>Crista art. sternalis</i>	51
Şekil 4.3. <i>Extremitas sternalis coracoidei</i> ’nin <i>mediolateral</i> ölçümünün karşılaştırması.	53
Şekil 4.4. <i>Os coracoideum</i> ’un <i>proximodistal</i> ölçümünün karşılaştırması.	54
Şekil 4.5. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>scapula</i> ’nın <i>lateral</i> ’den görüntüsü: (Ac) <i>Acromion</i> ; (Tubcr) <i>Tuberculum coracoideum</i> ; (Gles) <i>Proc. glenoidalis scapulae</i> ; (Tubmt) <i>Tuberculum m. scapulothoracicus</i>	55
Şekil 4.6. <i>Scapula</i> ’nın <i>craniocaudal</i> ölçümünün karşılaştırılması.	56
Şekil 4.7. (A) Sülün ve (B) Şahin’de <i>furcula</i> ’nın <i>caudolateral</i> ’den görüntüsü: (Pac) <i>Proc. acromialis claviculae</i> ; (Faacr) <i>Facies art. acrocoracoidea</i> ; (Syi) <i>Synostosis interclavicularis</i> ; (Hyp) <i>Apophysis furcula (hypocleideum)</i> ; (Forpne) <i>For. pneumaticum</i>	57
Şekil 4.8. (A) Sülün ve (B) Şahin’de <i>sternum</i> ’un <i>dorsal</i> ’den görüntüsü: (Incc) <i>Inc. costalis</i> ve <i>for. pneumaticum</i> ; (Tram) <i>Trabecula medialis</i> ; (Forpne) <i>For. pneumaticum</i> ; (Past) <i>Processus art. sternocostalis</i>	60
Şekil 4.9. (A) Sülün ve (B) Şahin’de <i>sternum</i> ’un <i>lateral</i> ’den görüntüsü: (Trai) <i>Trabecula intermedia</i> ; (Tral) <i>Trabecula lateralis</i> ; (Tralp) <i>Trabecula lateralis</i> üzerindeki çıkıntı; (Pcra) <i>Proc. craniolateralis</i> ; (Pcra) <i>Proc. caudolateralis</i> ; (Car) <i>Carina sterni</i> ; (Spc) <i>Spina communis</i> ; (Forr) <i>For. rostri</i> ; (Tligst) <i>Tuberositas lig. sternoclavicularis</i> ; (Apc) <i>Apex carinae</i> ; (Linint) <i>Linea intermuscularis</i> ; (Fenmed) <i>Fenestra medialis</i> ; (Spext) <i>Spina externa rostri</i>	61
Şekil 4.10. (A) Sülün ve (B) Şahin’de <i>sternum</i> ’un <i>craniolateral</i> ’den görüntüsü: (Sulac) <i>Sulcus art. coracoideus</i> ; (Li) <i>Labrum internum</i> ; (Le) <i>Labrum externum</i> ; (Tuble) <i>Tuberculum labri externi</i> ; (Crilc) <i>Crista lateralis carinae</i> ; (Crimc) <i>Crista mediana carinae</i> ; (Sulcar) <i>Sulcus carinae</i>	63
Şekil 4.11. <i>Carina sterni</i> ’nin <i>ventrodorsal</i> ölçümünün karşılaştırması.	65
Şekil 4.12. <i>Carina sterni</i> ’nin <i>craniocaudal</i> ölçümünün karşılaştırması.	66
Şekil 4.13. <i>Corpus sterni</i> ’nin <i>craniocaudal</i> ölçümünün karşılaştırması.	67
Şekil 4.14. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>humerus</i> ’un <i>caudal</i> ’den görüntüsü: (Caph) <i>Caput humeri</i> ; (Incch) <i>Inc. capitis humeri</i> ; (Tubv) <i>Tuberculum ventrale</i> ; (Fospne) <i>Fossa pneumatica</i> ; (Forpne) <i>For. pneumaticum</i> ; (Cicap) <i>Crista inc. capitis</i> ; (Pfle) <i>Proc. flexorius</i> ; (Epv) <i>Epicondylus ventralis</i> ; (Epd) <i>Epicondylus dorsalis</i> ; (Fosolc) <i>Fossa</i>	

<i>olecrani</i> ; (Sulht) <i>Sulcus humerotriceps</i> ; (Sulst) <i>Sulcus scapuloitriceps</i> ; (Fornut) <i>For. nutricium</i>	70
Şekil 4.15. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>humerus’un cranial’den</i> görüntüsü: (Sultr) <i>Sulcus transversus</i> ; (Tubd) <i>Tuberculum dorsale</i> ; (Cridel) <i>Crista deltopectoralis</i> ; (Cribi) <i>Crista bicipitalis</i> ; (Imcb) <i>Impressio coracobrachialis</i> ; (Inth) <i>Intumescencia humeri</i> ; (Tubsd) <i>Tuberculum subracondylare dorsale</i> ; (Tubsv) <i>Tuberculum supracondylare ventrale</i> ; (Cond) <i>Condylus dorsalis</i> ; (Conv) <i>Condylus ventralis</i> ; (Fosmb) <i>Fossa m. brachialis</i> ; (Incic) <i>Incisura intercondylaris</i>	71
Şekil 4.16 <i>Humerus’un proximodistal ölçümünün karşılaştırması</i>	72
Şekil 4.17. <i>Crista deltopectoralis’in proximodistal ölçümünün karşılaştırması</i>	73
Şekil 4.18. <i>Impressio coracobrachialis’in craniocaudal ölçümünün karşılaştırması</i>	73
Şekil 4.19. <i>Processus flexorius’un proximodistal ölçümünün karşılaştırması</i>	74
Şekil 4.20. <i>Fossa m. brachialis’in proximodistal ölçümünün karşılaştırması</i>	75
Şekil 4.21. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>ulna’nın cranial’den</i> görüntüsü: (Olc) <i>Olecranon</i> ; (Cotv) <i>Cotyla ventralis</i> ; (Cotd) <i>Cotyla dorsalis</i> ; (Criic) <i>Crista intercotylaris</i> ; (Sult) <i>Sulcus tendinosus</i> ; (Incr) <i>Inc. radialis</i> ; (Impmb) <i>Impressio m. brachialis</i> ; (Tubc) <i>Tuberculum carpale</i> ; (Inctc) <i>Inc. tuberculi carpalis</i>	76
Şekil 4.22. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>extremitas distalis ulnae’nin ventral’den</i> görüntüsü: (Cdu) <i>Condylus dorsalis ulnae</i> ; (Cvu) <i>Condylus ventralis ulnae</i> ; (Sulic) <i>Sulcus intercondylaris</i> ; (Inctc) <i>Inc. tuberculi carpalis</i> ; (Tubc) <i>Tuberculum carpale</i> ; (Depr) <i>Depressio radialis</i>	77
Şekil 4.23. <i>Ulna’nın proximodistal ölçümünün karşılaştırması</i>	78
Şekil 4.24. <i>Impressio musculus brachialis’in proximodistal ölçümünün karşılaştırması</i>	79
Şekil 4.25. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>extremitas proximalis radii’nin dorsal’den</i> görüntüsü: (Coth) <i>Cotyla humeralis</i> ; (Tubbr) <i>Tuberculum bicipitale radii</i> . (C) Sülün (Sağ) ve (D) Şahin’de (Sağ) <i>extremitas distalis radii’nin caudal’den</i> görüntüsü: (Farc) <i>Facies art. radiocarpalis</i> ; (Tubav) <i>Tuberculum aponeurosis ventralis</i> ; (Sult) <i>Sulcus tendinosus</i>	81
Şekil 4.26. <i>Radius’un proximodistal ölçümünün karşılaştırması</i>	82
Şekil 4.27. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>os carpi ulnare’nin distal’den</i> görüntüsü: (Crl) <i>Crus longum</i> ; (Crb) <i>Crus breve</i> ; (Incmt) <i>Inc. metacarpalis</i> ; (Fau) <i>Facies art. ulnaris</i>	83
Şekil 4.28. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>os carpi radiale’nin caudal’den</i> görüntüsü: (Far) <i>Facies art. radialis</i> ; (Fau) <i>Facies art. ulnaris</i> ; (Famt) <i>Facies art. metacarpalis</i>	84
Şekil 4.29. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>carpometacarpus’un proximoventral’den</i> görüntüsü: (Ppsi) <i>Proc. pisiformis</i> ; (Fovcra) <i>Fovea cranialis</i> ; (Fard) <i>Facies art. radiocarpalis</i> ; (Fauc) <i>Facies art. ulnocarpalis</i> ; (Fosit) <i>Fossa infratrochlearis</i>	86
Şekil 4.30. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>carpometacarpus’un dorsal’den</i> görüntüsü: (Pex) <i>Proc. extensorius</i> ; (Pal) <i>Proc. alularis</i> ; (Fossupt) <i>Fossa supratrochlearis</i> ; (Fovcau) <i>Fovea caudalis</i> ; (Pint) <i>Proc. intermetacarpalis</i> ; (Sult) <i>Sulcus tendinosus</i> ; (Osmtmin) <i>Os metacarpale minus</i> ; (Fadmaj) <i>Facies art. digitalis major</i> ; (Fadmin) <i>Facies art. digitalis minor</i> ; (Sulint) <i>Sulcus interosseus</i>	87
Şekil 4.31. <i>Carpometacarpus’un proximodistal ölçümünün karşılaştırması</i>	88
Şekil 4.32 <i>Processus extensorius’un craniocaudal ölçümünün karşılaştırması</i>	89
Şekil 4.33. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>phalanx digiti alulae’nin dorsal’den</i> görüntüsü: (Dis) <i>Distal</i> ; (Prox) <i>Proximal</i> ; (Cra) <i>Cranial</i> ; (Cau) <i>Caudal</i>	90
Şekil 4.34. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>phalanx proximalis digiti majoris’in ventral’den</i> görüntüsü: (Famt) <i>Facies art. metacarpalis</i> ; (Faph) <i>Facies art. phalangealis</i> ; (Fosv) <i>Fossa ventralis</i>	91

Şekil 4.35. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>phalanx distalis digiti majoris</i> ’in dorsal’den görüntüsü: (Dis) <i>Distal</i> ; (Prox) <i>Proximal</i> ; (Cra) <i>Cranial</i> ; (Cau) <i>Caudal</i>	91
Şekil 4.36. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) <i>phalanx digiti minoris</i> ’in dorsal’den görüntüsü: (Dis) <i>Distal</i> ; (Prox) <i>Proximal</i> ; (Cra) <i>Cranial</i> ; (Cau) <i>Caudal</i>	92
Şekil 4.37 <i>Phalanx digiti alulae</i> ’nın <i>proximodistal</i> ölçümünün karşılaştırması.....	93
Şekil 4.38. (A) Sülün ve (B) Şahin’de gövdenin <i>ventrolateral</i> ’den görüntüsü: (Mpecpsterb) <i>M. pectoralis pars sternobrachialis</i> ; (Mpecpcosb) <i>M. pectoralis pars costobrachialis</i> ; (Mpecppro) <i>M. pectoralis pars propatagialis</i> ; (Mpecptho) <i>M. pectoralis pars thoracalis</i> ; (Mbi cb) <i>M. biceps brachii</i>	97
Şekil 4.39. (A) Sülün’de gövdenin <i>caudolateral</i> ’den görüntüsü ve (B) Şahin’de gövdenin <i>lateral</i> ’den görüntüsü: (Msupcor) <i>M. supracoracoideus</i> ; (Mpecpsterb) <i>M. pectoralis pars sternobrachialis</i> ; (Mpecpcosb) <i>M. pectoralis pars costobrachialis</i> ; (Mcorbcau) <i>M. coracobrachialis caudalis</i>	99
Şekil 4.40. (A) Sülün ve (B) Şahin’de gövdenin <i>craniodorsal</i> ’den görüntüsü: (Mlatdorpcra) <i>M. latissimus dorsi pars cranialis</i> ; (Mlatdorpcau) <i>M. latissimus dorsi pars caudalis</i> ; (Mscatri) <i>M. scapulotriceps</i> ; (Mdelpmaj) <i>M. deltoideus pars major</i> ; (Mdelpmajcra) <i>M. deltoideus pars major</i> ’un <i>caput cranialis</i> ’i; (Mdelpmajccau) <i>M. deltoideus pars major</i> ’un <i>caput caudalis</i> ’i; (Mdelppro) <i>M. deltoideus pars propatagialis</i>	101
Şekil 4.41. (A) Sülün ve (B) Şahin’de sol kanadın <i>ventral</i> ’den görüntüsü: (Mpecppro) <i>M. pectoralis pars propatagialis</i> ; (Mdelppro) <i>M. deltoideus pars propatagialis</i> ; (Mbichppro) <i>M. biceps brachii pars propatagialis</i> ; (Mbichb) <i>M. biceps brachii</i> ; (Mscatri) <i>M. scapulotriceps</i> ; (Mhumtri) <i>M. humerotriceps</i> ; (Mb) <i>M. brachialis</i> ; (Ligpro) <i>Lig. propatagiale</i>	107
Şekil 4.42. (A) Sülün ve (B) Şahin’de sol kanadın <i>ventral</i> ’den görüntüsü: (Mextcarrad) <i>M. extensor carpi radialis</i> ; (Mprosup) <i>M. pronator superficialis</i> ; (Mproprof) <i>M. pronator profundus</i> ; (Mb) <i>M. brachialis</i> ; (Mexpsec) <i>M. expansor secundarium</i> ; (Mflexdigsup) <i>M. flexor digitorum superficialis</i> ; (Mflexcarul) <i>M. flexor carpi ulnaris</i>	111
Şekil 4.43. (A) Sülün ve (B) Şahin’de sol kanadın <i>dorsal</i> ’den görüntüsü: (Mextcarrad) <i>M. extensor carpi radialis</i> ; (Mectul) <i>M. ectepicondyloulnaris</i> ; (Mextcarul) <i>M. extensor carpi ulnaris</i> ; (Mextdigcom) <i>M. extensor digitorum communis</i> ; (Mextlondigmaj) <i>M. extensor longus digiti majoris</i>	115
Şekil 4.44. (A) Sülün ve (B) Şahin’de sol kanadın <i>dorsal</i> ’den görüntüsü: (Mextbreal) <i>M. extensor brevis alulae</i> ; (Maddal) <i>M. adductor alulae</i> ; (Mabddigmaj) <i>M. abductor digiti majoris</i> ; (Mulmtdor) <i>M. ulnometacarpalis dorsalis</i> ; (Mintdor) <i>M. interosseus dorsalis</i> ; (Mflexdigmin) <i>M. flexor digiti minoris</i>	118
Şekil 4.45. (A) Sülün ve (B) Şahin’de sol kanadın <i>ventral</i> ’den görüntüsü: (Mabdal) <i>M. abductor alulae</i> ; (Mflexal) <i>M. flexor alulae</i> ; (Mabddigmaj) <i>M. abductor digiti majoris</i> ; (Mintven) <i>M. interosseus ventralis</i>	120
Şekil 4.46. (A) Sülün’e ait <i>propatagium</i> ’un <i>ventral</i> ’den görüntüsü ve (B) Şahin’e ait <i>propatagium</i> ’un <i>dorsal</i> ’den görüntüsü: (Mpecppro) <i>M. pectoralis pars propatagialis</i> ; (Mdelppro) <i>M. deltoideus pars propatagialis</i> ; (Mbichppro) <i>M. biceps brachii pars propatagialis</i> ; (Lig pro) <i>Lig. propatagiale</i> ; (Prop) <i>Propatagium</i>	122
Şekil 4.47 Sülün’e ait iskelet sisteminin “Materialise Mimics Innovation Suite 23” yazılımı ile oluşturulmuş üç boyutlu modeli.	123
Şekil 4.48 (A) Şahin’e ait kemiklerin üç boyutlu modellemesi; (A’) Şahin’e ait kemik modellemelerinin videolarını içeren QR kodu; (B) Sülün’e ait kemiklerin üç boyutlu modellemesi (B’) Sülün’e ait kemik modellemelerinin videolarını içeren QR kodu.	124
Şekil 4.49 (A) Şahin’e ait kasların üç boyutlu modellemesi; (A’) Şahin’e ait kas modellemelerinin videolarını içeren QR kodu; (B) Sülün’e ait kasların üç boyutlu modellemesi; (B’) Sülün’e ait kas modellemelerinin videolarını içeren QR kodu.	125
Şekil 4.50. “Blender 3.1.5” yazılımında ağırlık boyaması yapılmış ve hareket noktaları belirlenmiş, animasyon için hazır olan Şahin modeli.	126

Şekil 4.51. (A) Şahin'e ait uçuş animasyonundan bir görsel (A') Şahin'e ait uçuş animasyonu videosunu içeren QR kodu; (B) Sülün'e ait uçuş animasyonundan bir görsel; (B') Sülün'e ait uçuş animasyonu videosunu içeren QR kodu.....	126
Şekil 4.52. Bayrak Bayraktar TB2 SİHA (Savunma Sanayii Başkanlığı, 2019: 145).	128



TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 3.1. BT cihazı parametreleri.....	46
Tablo 4.1. Sülün ve Şahin'de <i>os coracoideum</i> 'a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8).	49
Tablo 4.2. Sülün ve Şahin'de <i>scapula</i> 'ya ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8).	54
Tablo 4.3. Sülün ve Şahin'de <i>furcula</i> 'ya ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8).	57
Tablo 4.4. Sülün ve Şahin'de <i>sternum</i> 'a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8).	59
Tablo 4.5. Sülün ve Şahin'de <i>humerus</i> 'a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8).	68
Tablo 4.6. Sülün ve Şahin'de <i>ulna</i> 'ya ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8).	75
Tablo 4.7. Sülün ve Şahin'de <i>radius</i> 'a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8).	80
Tablo 4.8. Sülün ve Şahin'de <i>ossa carpi</i> 'ye ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8).	83
Tablo 4.9. Sülün ve Şahin'de <i>carpometacarpus</i> 'a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8).	85
Tablo 4.10. Sülün ve Şahin'de <i>ossa digitorum manus</i> 'a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8).	90

1. GİRİŞ

Karasal teropod dinzorlardan, günümüz kuşlarının (*Neornithes*) türleşmesi, evrim tarihinin en iyi şekilde belgelenmiş geçiş süreçlerinden birini sunar. Ön ekstremite'nin kanat şekline dönüşerek kaldırma ve itici kuvvet oluşturma aracılığı ile hareket etme yeteneği, kuşların ekolojik fırsatlarını genişleten ve kuş çeşitliliğine büyük oranda katkı sağlayan bir adaptasyondur. Günümüz karasal omurgalıları arasında yaklaşık 10.000 tür ile en geniş çeşitliliğe sahip grup olan *Neornithes*, sıradışı birçok morfolojik ve ekolojik farklılık göstermektedir. *Neornithes* diğer karasal omurgalılarından farklı olduğu gibi, kendi arasında da lokomotor stratejilerine göre büyük morfolojik farklılıklar gösterir (Lowi-Merri et al., 2021).

Neornithes arasındaki lokomotor strateji farklılıklarını Dial (2003), ön ekstremite, arka ekstremite ve kuyruk olmak üzere üç temel hareket modülüne bağlamıştır. Özellikle kanadın temel kaldırma ve indirme kuvvetini sağlayan kasların bağlandığı *sternum*'un, lokomotor strateji farklılığında önemli değişikliklere uğradığı ifade edilmektedir (Raikow, 1985; Baumel, 1993; Feneck et al., 2021; Lowi-Merri et al., 2021; Gündemir et al., 2022).

Neornithes'in lokomotor stratejileri 14 gruba ayrılmaktadır. (Grup isimleri Türkçe'ye çevrildiğinde anlam bozukluğu olduğu için direkt olarak kaynaklarda yazıldığı şekliyle verilmiştir):

1. *Forelimb propulsion*: Kaldırma kuvveti ve/veya itici kuvvet oluşturmak için ön ekstremitenin kullanımı söz konusudur. Bu kategori altında, uçabilen tüm kuşlar ve ön ekstremitesi ile ani dalma hareketi yapan kuş türleri bulunur.
2. *Aerial flight*: Uçabilen tüm kuşlar için yaşam tarzından bağımsız olarak kullanılır. Uçamayan kuş türleri bu gruba dahil değildir.
3. *Sustained flight*: Orta ve uzun mesafeli uçabilen kuş türlerini tanımlar.
4. *Terrestriality*: Bu kategori karasal ortamda yaşayan ve hareket eden kuşlar için kullanılır. Doğrudan lokomasyon ile ilgili olmasa da uçuş şekillerini etkilediği ve morfoloji üzerinde etkisi olduğu için önemlidir.
5. *Cursoriality*: Lokomasyon için primer olarak koşma hareketini kullanan kuşları tanımlar.
6. *Burst flight*: Avcıdan kaçmak için ani ve hızlı bir kanat çırpma hareketi ile başlayan kısa bir uçuşu tanımlar. Uçuş yeteneği kötü olan ve yalnızca kısa kaçış

uçuşları yapabilen kuş türlerinin uçuş şekli ile benzerlik gösterse de “burst flight” bundan ayrı tutulmalıdır. Ayrıca “burst flight” morfolojik olarak da farklılıklara neden olur. Bu tarz uçuş özellikle *Galliformes*, *Tinamiformes* ve bazı *Charadriiformes*’de görülmektedir.

7. *Wing-propelled diving*: Bu kategori ön ekstremitelerinin itiş gücünü su altına dalma ve burada hareket etme için kullanan kuş türlerini tanımlar. *Sphenisciformes* ve Büyük dalıcımartı (*Pinguinus impennis*) gibi uçamayan dalıcı kuşlar bu kategoriye girer. Uçabilen ancak su altında kanatlarını lokomasyon amacıyla kullanan *Cincilidae*, *Pelecanoides* ve *Sulidae*’de bu kategoriye dahildir.

8. *Foot-propelled swimming and diving*: Su altında hareket etmek için primer olarak arka ekstremitelerini kullanan kuşları tanımlar. *Anatidae* gibi yüzey yüzücüleri, *Gaviidae* ve *Podicipedidae* gibi dalıcı kuşlar bu kategoride bulunur. Bu kategoride bulunan kuşlardan bazıları aynı zamanda “wing-propelled diving” kategorisine de girmektedir.

9. *Continious flapping*: Uçma sırasında kesinti olmaksızın kanat çırpma hareketinin yapıldığı lokomasyon şeklini tanımlar.

10. *Flap-gliding*: Hızlı kanat çırpma hareketlerinin arasında kısa süzülme periyotlarını tanımlar. Kuşun inişi sırasındaki benzer hareket bu kategoriye dahil değildir.

11. *Soaring*: Bu kategori çeşitli rüzgarların etkisiyle süzülme şeklindeki uçuşu tanımlar.

12. *Scansoriality*: Ağaç gövdelerine ve dallarına tırmanmayı tanımlar

13. *Intermittent bounding*: Hızlı kanat çırpma hareketleri arasında kısa döngüler halinde kanadı vücuda yaklaştırmayı tanımlar.

14. *Maneuverability*: Havada hızlı ve ani dönüşleri içeren, yüksek manevra kabiliyetine sahip uçuş şeklini tanımlar (Lowi-Merri et al., 2021).

Kuş türlerinin taksonomisinde lokomotor stratejileri dışında kasların gelişimi (Beddard, 1898), kemik yapıları (*Carinate* ve *Ratite*) (Raikow, 1985; Baumel, 1993) ve dış görünüşleri uzun yıllardır kullanılmaktadır (Baran and Yılmaz, 1984).

Çalışmada kullanılan kuş türlerinden biri olan Sülün (*Phasianus colchicus*), içerisinde yaklaşık 110 tür bulunduran *Phasianidae* ailesi içerisinde bulunur. Ülkemizde bu aileden Urkeklik (*Tetraogallus caspius*), Kafkas Kekliği (*Tetraogallus caucasicus*), Kınalı Keklik (*Alectoris chukar*), Keklik (*Perdix perdix*), Kum kekliği

(*Ammoperdix griseogularis*), Bildircin (*Coturnix coturnix*), Turaç (*Francolinus francolinus*) ve Sülün (*Phasianus colchicus*) olmak üzere sekiz tür bulunmaktadır. Göz çevresi ve yanak kısmında kırmızı renkte tüysüz bölgeler bulunduran erkek Sülün'lerin, baş bölgesi ve boyundaki tüyleri parlak yeşil renkte görülür. Ayrıca erkeklerde arka ekstremitelerinde mahmuz ve baş kısmında uzun kulak tüyleri bulunur. Vücudun yan kısımlarında hilal şeklinde siyah lekeler bulunduran erkeklerin geri kalan kısımları turuncu-kahverengidir. Erkeklerdeki kırmızı bölgeler ve yeşil tüyler dişilerde bulunmaz. Dişilerin vücudundaki tüyler grimsi yeşil-kahverengidir ayrıca dişiler mahmuz ve uzun kulak tüylerinden de yoksundur (Baran ve Yılmaz, 1984).

Beslenme şeklinden dolayı Sülün karasal yaşama uyum sağlamıştır, uçuş yeteneğini yalnızca kısa mesafeli engelleri aşmak ve avcılardan kaçmak için kullanır. Sülün'ün hızlı bir şekilde kanatlarını çırparak başlattığı ve sonrasında kısa mesafeli süzülerek sonlandığı bu uçuş şekli (Tobalske and Dial, 2000) onları “burst flight” kategorisine dahil eder.

Çalışmada kullanılan diğer tür olan Şahin (*Buteo buteo*), *Accipitridae* ailesinde bulunan orta boyutlu bir yırtıcı kuş türüdür (Walls and Kenwald, 2020). Yaşadığı ortama ve kuşun yaşına bağlı olarak *Neornithes* arasındaki en yüksek polimorfizm oranlarından birine sahip olan Şahin'in, tüy rengi genellikle soluk sarı-koyu kahverengi aralığında görülmektedir. Yapılan taksonomik çalışmalarda toplamda yedi varyasyondan bahsedilir (Kappers et al., 2017).

Şahin özellikle küçük memeliler olmak üzere çeşitli av kaynaklarından beslenir ancak özellikle *Microtus* ailesindeki kemirgenleri kendisine av olarak seçer (Graham et al., 1995; Francksen et al., 2017). Göç eden bir kuş türü olan Şahin bu özelliğinden dolayı uçuş sırasında minimum enerji tüketimini sağlamak için süzülerek uçar ve bu nedenle “soaring” kategorisinde bulunur (Canova et al., 2015a).

Günümüze kadar kuşların morfolojik özellikleri ve lokomotor stratejileri arasındaki bağlantı (Raikow, 1985; Dial, 2003; Simons et al., 2011; Wang et al., 2011; Bribiesca-Contreras et al., 2021; Lowi-Merri et al., 2021) ve üç boyutlu bilgisayar destekli modelleme alanında birçok çalışma yapılmıştır (Lautenschlager et al., 2014; Bribiesca-Contreras and Sellers, 2017; Heers et al., 2018). Ancak yapılan çalışmalardan hiçbiri lokomotor stratejisi birbirinden oldukça farklı olan iki kuş

türünün morfolojisini, detaylı ve üç boyutlu bilgisayar destekli modeller oluşturarak incelememiştir. Bu çalışmada lokomotor stratejileri oldukça farklı olan Sülün ve Şahin'in özellikle ön ekstremitelerindeki kemik, kas ve *patagium* farklılıklarının tespit edilmesi ve bu farklılıklar üzerinden lokomotor strateji ile morfolojik özelliklerin arasında net bir bağlantı kurulması hedeflenmektedir.

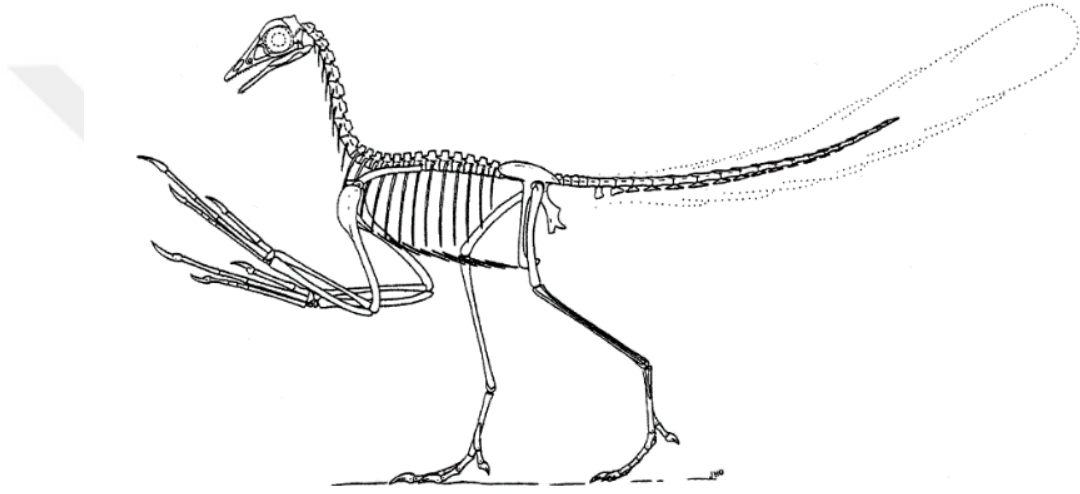
Çalışmamızda, isimlendirmeler yapılırken “Nomina Anatomica Avium (2nd Edition)” (Baumel, 1993) temel alınmıştır.



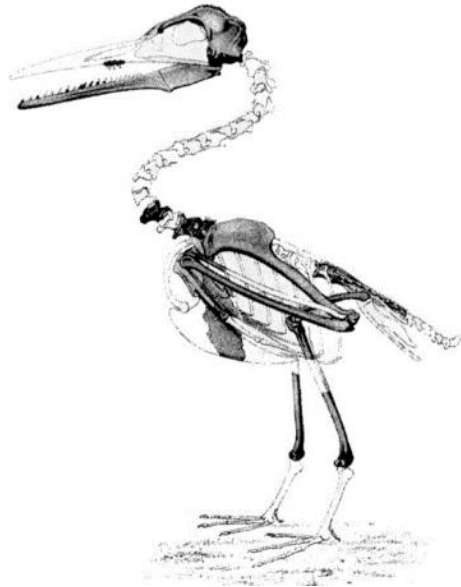
2. GENEL BİLGİLER

2.1. İskelet Sistemi

İskelet sistemi lokomotor sistem olarak adlandırılan ve hareketi sağlayan sistemin pasif kısmını oluşturur (König and Liebich, 2007). Günümüz kuş türlerinin iskelet sistemlerindeki adaptasyonların ilk örnekleri *Archeopteryx* benzeri teropod dinazorların fosillerinde, Geç Jura döneminde görülmektedir (Şekil 2.1.). Günümüze en yakın haline ise ilk olarak Paleosen döneme ait fosillerde rastlanmaktadır (Padian and Chiappe, 1998) (Şekil 2.2.).



Şekil 2.1. Archeopteryx iskeleti (Padian and Chiappe, 1998)



Şekil 2.2. Ichthyornis dispar iskeleti (Padian and Chiappe, 1998)

Üreme alışkanlıkları, lokomotor stratejileri ve beslenme gibi birçok sebepten dolayı geliştirdikleri adaptasyonlar sonucunda kuşların iskelet sistemi, memelilere göre bazı major farklılıklar gösterir. Bu farklılıklar; *pneumatik* kemikler, *ossa cinguli membri thoracici*'nin tam olarak şekillenmesi (bazı *Ratite*'ler hariç), ön ekstremitelerin kanat şeklini alması ve bu bölgedeki bazı kemiklerin redüksiyonu, dişlerin kaybolması, *notarium* ve *symsacrum* oluşumu olarak sıralanabilir (Raikow, 1985; Baumel, 1993).

Diğer omurgalılarda olduğu gibi kuşların iskeleti de *skeleton axiale* ve *skeleton appendiculare* olmak üzere iki temel kısma ayrılır. *Skeleton axiale*, *cranium*, *columna vertebralis* ve *costae* tarafından şekillendirilirken, *skeleton appendiculare* ise *ossa cinguli membri thoracici*, *ossa membri thoracici*, *ossa cinguli membri pelvici* ve *ossa membri pelvici*'den oluşmaktadır (Baumel, 1993).

Bu çalışmada Şahin ve Sülün iskeletlerinin *ossa cinguli membri thoracici* ve *ossa membri thoracici* kısımları incelenmiştir.

2.1.1. Ossa Cinguli Membri Thoracici

Os coracoideum, *scapula*, *clavicula* (*furcula*) ve *sternum* tarafından oluşturulan ve kanadı gövdeye bağlayan *ossa cinguli membri thoracici* evcil memelilerin aksine kuşlarda tam olarak şekillenmiştir (Raikow, 1985; Baumel, 1993; Dursun, 2002; König et al., 2016). Ancak *clavicula*, *Ratite* ailesinde bulunan kuşlardan sadece Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da ayrı olarak şekillenirken (Baumel, 1993), Devekuşu'nda (*Struthio camelus*) bu kemik *os coracoideum* ile kemiksel olarak kaynaşmış halde görülür (Sales and Melett, 1995). *Monias* gibi bazı kuşlarda ise *corpus clavicula* tamamen redükte olarak ligament halini almıştır (Glenny and Friedmann, 1954). *Os coracoideum* ve *scapula* ise *Ratite* ailesinden kuşlarda kemiksel olarak birleşerek tek bir *scapulocoracoid* kemiği oluşturur (Parker, 1890; McGowan, 1982; Pawan and Gurdial, 2014).

Ossa cinguli membri thoracici'yi oluşturan üç kemiğin omuz eklemine bakan kısımları birleşerek *canalis triosseus* adı verilen ve içerisinden *m. supracoracoideum*'un tendosunun geçtiği bir kanal oluştururlar (Dursun, 2002; Baumel, 1993). Bazı kuşlarda bu kanal *os coracoideum*'un *proc. procoracoideus*'u ve *scapula* ile şekillenirken *clavicula* oluşuma katılmaz, bazılarında ise kanal sadece *os coracoideum* tarafından *proc. acrocoracoideus* ve *proc. procoracoideus*'u birleştiren

kemikleşmiş bir köprü tarafından oluşturulur (Fürbringer, 1888; Baumel, 1993; Novas et al., 2021).

2.1.1.1. *Os coracoideum*

Spatulaya benzer bir kemik olan *os coracoideum*, *ossa cinguli membri thoracici* arasında en güçlü kemiktir (Dursun, 2002; König et al., 2016). Omuz ekleminin oluşumuna katılan *extremities omalis coracoidei* ve *sternum* ile eklemlenen *extremities sternalis coracoidei* adında iki ucu, *facies dorsalis* ve *facies ventralis* adında iki yüzü, *margo lateralis* ve *margo medialis* adında iki kenarı bulunur.

Extremities omalis coracoidei kemiğin omuz veya *dorsal*'e bakan ucudur. Bu kısım üzerinde birkaç çıkıntı ve eklem yüzü barındırır. Bunlardan biri üzerinde *facies articularis humeri* ve *facies articularis scapularis*'i bulunduran *proc. glenoidalis coracoidei*'dir (Baumel, 1993; Özgel et al., 2002; König et al., 2016). Bazı kuşlarda (*Galliformes*, *Suliformes*, *Sphenisciformes*) *facies articularis scapularis*, *proc. glenoidalis coracoidei*'nin *distal*'e doğru devamı niteliğinde olan *proc. procoracoideus*'un üzerinde bulunan ince, çizgisel bir eklem yüzüdür ve *scapula* ile birleşerek basit *art. coracoscapularis*'i oluşturur. *Cotyla scapularis* ise *proc. glenoidalis coracoidei* / *proc. procoracoidalis* üzerinde bulunan küresel veya elipsoit bir yüzeydir. *Facies articularis scapularis* bulunmayan kuşlarda (*Ardeidae*, *Anseriformes*, *Pelecanidae*) *tuberculum glenoidalis*, *scapulae* ile birleşerek *art. coracoscapularis*'i oluşturur (Mayr, 2021). Bu bölgedeki en beligen çıkıntı *dorsal* uçta bulunan, kancaya benzer şekilde görülen ve *medial*'e doğru uzanarak *m. supracoracoideus*'un tendosu için *sulcus supracoracoideus*'un oluşumuna katılan *proc. acrocoracoideus*'dur (Baumel, 1993; Özgel et al., 2002; König et al., 2016). Uçma yeteneğini kaybetmiş *Ratite* ailesine ait kuşlarda bu çıkıntı küçülerek *tuberculum biceps* adını almıştır (Novas et al., 2020). Bozdoğan (*Falco columbarius*), Çaylak (*Millvus migrans*) ve Karga (*Corvus splendens*)'da ise bu çıkıntının *facies dorsalis*'inde iyi gelişmiş bir *foramen pneumaticum*'a rastlanır (John et al., 2017). *Piciformes*, *Passeriformes*, *Coraciiformes*, *Trogoniformes* ve *Coliiformes* ailesindeki kuşlarda bu bölgede *foramen pneumaticum* görülmemektedir (Höfling and Alvarenga, 2001). Bu çıkıntının *medial*'inde bulunan ve bazı kuşlarda *ventral*'e doğru eğilerek *sulcus supracoracoideus*'un üzerine uzanan kabartıya *tuberculum brachiale* adı verilir. Bulunduğu kuşlarda *tuberculum brachiale*, *canalis triosseus*'un *medial* duvarını şekillendiren *lig. acrocoracoacromialis*'in tutunma yüzeyini oluşturur

(Baumel, 1993). *Proc. acrocoracoideus*'un *margo medialis*'inde *clavicula* ile eklem yapacak olan *facies articularis clavicularis* bulunur. *Extremitas omalis coracoidei*'nin *facies lateralis*'inde *impressio ligamenti acrocoracohumerale* adı verilen bir oluk bulunmaktadır (Baumel, 1993; Özgel et al., 2002).

Corpus coracoidei'nin *facies ventralis*'inde *linea intermuscularis* adı verilen bir çizgi bulunur (Baumel, 1993; König et al., 2016).

Kemiğin en *ventral*'deki ucu olan *extremitas sternalis coracoidei*'nin *lateral*'inde *processus lateralis*, *medial*'inde *processus medialis* ve ikisi arasında *facies dorsalis*'de üçgen şeklinde bir *impressio m. sternocoracoidei* bulunur. *Extremitas sternalis coracoidei*'de bulunan *crista articularis sternalis*, *sternum*'un *sulcus articularis coracoideus* adı verilen oluğu ile eklem yapar. Bazı kuşlarda (*Ardeidae*, *Columba*, *Corvus*) *crista articularis sternalis*, *crista intermedia* tarafından *facies ventralis* ve *facies dorsalis* olmak üzere iki eklem yüzü olarak görülür. *Margo medialis*'de bulunan *facies articularis intercoracoidea* ise *os coracoideum*'ları *medial*'de birbiri ile temas eden kuşlarda, iki kemiğin birbiri ile eklem yaptığı yüzdür (Baumel, 1993).

2.1.1.2. Scapula

Scapula'nın şekli kuşlarda kılıca benzemektedir (Baumel, 1993; Dursun, 2002; König et al., 2016) ve *Ratite* ailesine mensup kuşlar dışında *os coracoideum*'a yaklaşık 90° açıyla durmaktadır (Feduccia, 1985). *Cranial*'den *caudal*'e sırayla *extremitas cranialis scapulae*, *collum scapulae*, *corpus scapulae* ve *extremitas caudalis scapulae* olmak üzere dört bölümde incelenir (Baumel, 1993; Özgel vd., 2002; König et al., 2016).

Extremitas cranialis scapulae'da en belirgin çıkıntı; kemiğin *ventrolateral*'inde, gövdesine dik bir şekilde konumlandırılmış olan ve *os coracoideum*'un *proc. glenoidalis coracoidei*'si ile birleşerek *humerus* için eklem yüzü *cavitas glenoidalis*'i oluşturan *proc. glenoidalis scapulae*'dir. Bazı kuşlarda *proc. glenoidalis scapulae*, *os coracoideum*'un *proc. procoracoideus*'u ile eklem yapar. *Proc. glenoidalis scapulae*'nin *cranial*'inde bazı kuşlarda (*Ardeidae*, *Larus*, *Branta*) *tuberculum coracoideum* adı verilen bir kabartı bulunur. Bu kabartı *os coracoideum*'un *cotyla scapularis*'i ile birleşerek *coracoscapular* eklemi oluşturur (Baumel, 1993; Mayr, 2021).

Extremitas cranialis scapulae'nin *dorsal*'inde bulunan *acromion* isimli çıkıntı ise üzerinde *clavicula* için eklem yüzü olan *facies articularis clavicularis*'i bulundurur. Bazı kuşlarda ise (*Cathartes*, *Ardeidae*, *Branta*, *Columba*) *acromion*'un *margo dorsalis*'i üzerinde devam eden *crista lig. acrocoracomiali* adı verilen bir *crista* bulunur (Baumel, 1993). Bozdoğan (*Falco columbarius*), Çaylak (*Millvus migrans*), *Ramphastidae* ve *Indicatoridae*'de *acromion*'un *caudal*'inde *foramen pneumaticum*'a rastlanmıştır. Bu delik; Çaylak (*Millvus migrans*), *Ramphastidae* ve *Indicatoridae*'de *acromion*'un hemen altında şekillendiği için *foramen pneumaticum subacromiale* olarak isimlendirilmektedir (John et al., 2017). *Os coracoideum*'un *proc. glenoidalis coracoidei*'si ve *proc. procoracoideus*'u ile eklem yapan ve *proc. glenoidalis scapulae* ile *acromion* arasında bulunan eklem yüzüne ise *facies articularis coracoidea* adı verilir (Baumel, 1993).

Collum scapulae, *extremitas cranialis scapulae* ile *corpus scapulae* arasında bulunan kısımdır. *Collum scapulae* ve *corpus scapulae*'nin *cranial* kısmının kesit alanı silindirik şekillenmiştir. Ancak *corpus scapulae*'nin devamı ve *extremitas caudalis scapulae* kuş türüne göre değişmekle birlikte kavisli, yassılaştırmış ve kılıç görünümüne benzer şekilde görülmektedir. *Corpus scapulae*'nin *facies lateralis* ve *facies medialis* (*facies costalis*) olmak üzere iki yüzü, *margo dorsalis* ve *margo ventralis* olmak üzere iki keskin kenarı bulunur. *Margo dorsalis* belirgin bir özellik göstermezken *margo ventralis*'te *tuberculum m. scapulotricipitis* adı verilen bir kabartı görülmektedir (Baumel, 1993; Özgel et al., 2002).

2.1.1.3. *Clavicula (Furcula)*

Ossa cinguli membri thoracici kemiklerinden biri olan *clavicula*, *dorsal*'den *ventral*'e, *extremitas omalis claviculae*, *scapus (corpus) claviculae* ve *extremitas sternalis claviculae* olmak üzere üç kısımda incelenir.

Extremitas omalis claviculae (epicleideum), *clavicula*'nın *scapula* ve *os coracoideum* ile eklem yapan ve *canalis triosseus*'un oluşumuna katılan kısımdır. Bu ucun en *dorsal*'inde bulunan *proc. acromialis (acrocoracoideus) claviculae*, *scapula*'nın *acromion*'u ve *os coracoideum*'un *proc. acrocoracoideus*'u ile eklem yapar (Baumel, 1993; Razmadze et al., 2018). *Proc. acromialis claviculae* üzerinde bulunan eklem yüzüne *facies articularis acrocoracoidea* adı verilir (Baumel, 1993; Mayr and Smith, 2010). *Diomedeid*, *Ciconiiform* ve *Falconiform* kuşlarda sadece *caudal* yönlü *processus acromialis claviculae* iyi gelişmiştir, üzerinde bulunan eklem

yüzüne ise *facies articularis acromialis* adı verilir (Baumel, 1993). *Extremitas omalis clavicularae*'nın *lateral* yüzünde sayısı kuş türüne ve bireylere göre değişiklik gösteren *foramen pneumaticum*'lara rastlanabilir (Höfling and Alvarenga, 2001; John et al., 2017; Rajalakshmi et al., 2020).

Clavicula'nın gövde kısmı olan *scapus (corpus) clavicula*, *cranial* yönde kavisli olarak görülür (Baumel, 1993; Höfling and Alvarenga, 2001; Parvez et al., 2016; John et al., 2017; Rajalakshmi et al., 2020).

En *ventral*'deki kısım olan *extremitas sternalis clavicularae*, iki *clavicula*'nın birleşerek *furcula*'yı oluşturduğu kısımdır. Bu birleşim genellikle kemiksel (*synostosis interclavicularis*) olarak şekillense de *Ramphastidae*, *Capitonidae* ve *Psittacidae*'de *clavicula*'nın *furcula*'yı oluşturacak şekilde birleşmediği bildirilmiştir (Höfling and Alvarenga, 2001; König et al., 2016). İki *clavicula*'nın birleşim yerinde bazı kuş türlerinde *apophysis furcula (hypocleidum)* adı verilen bir çıkıntı görülür (Baumel, 1993; Höfling and Alvarenga, 2001; König et al., 2016; Jayachitra and Iniyah, 2021). *Picidae*, *Indicatoridae*, *Galbulidae* ve *Coraciiformes*'de *hypocleidum*'un varlığına rastlanmamıştır (Höfling and Alvarenga, 2001).

2.1.1.4. Sternum

Sternum vücudu *ventral*'den destekler ve kanadın hareketini sağlayan önemli kaslara tutunma yüzeyi oluşturur. Şekli kuş türünün hareket alışkanlığına, büyüklüğüne ve beslenme alışkanlığına göre değişiklik gösterir (Raikow, 1985; Baumel, 1993; Düzler et al., 2006; John et al., 2014; Sreeranjini et al., 2015; König et al., 2016; Lowi-Merri et al., 2021; Lo Coco et al., 2022; Gündemir et al., 2022). *Sternum*; *corpus sterni*, *rostrum sterni* ve *carina sterni* olmak üzere üç ana kısımda incelenir (Raikow, 1985; Baumel, 1993; Düzler et al., 2006; König et al., 2016).

Sternum'un gövde kısmını tanımlayan *corpus sterni*'nin organlara bakan *dorsal* yüzüne *facies visceralis sterni*, kasların bağlandığı *ventral* yüzüne *facies muscularis sterni*, *costae*'ların eklem yaptığı *lateral* kenarına *margo costalis (lateralis) sterni*, *os coracoideum*'un eklem yaptığı *cranial* kenarına *margo cranialis sterni* ve *caudal* kenarına *margo caudalis sterni* adı verilir (Raikow, 1985; Baumel, 1993; König et al., 2016).

Facies visceralis sterni, *pars cardiaca* ve *pars hepatica* olmak üzere iki kısma ayrılmıştır. Bazı kuş türleri dışında, *medial* düzlemde genellikle *pars hepatica*'ya

doğru silikleşen *sulcus medianus sterni* adında bir oluk görülür (Baumel, 1993; Sathyamoorthy et al., 2021; Wani et al., 2017). *Sulcus medianus sterni* üzerinde özellikle *pars cardiaca*'da kuş türlerine göre değişen sayıda ve büyüklükte, *medial* düzleme yakın şekilde *foramen pneumaticum* adı verilen delikler gözlenmektedir. Bu delikler dışında *facies visceralis sterni*'ye dağılmış şekilde *pori pneumatici* adı verilen küçük açıklıklar da görülebilir (John et al., 2014; Sreeranjini et al., 2015; König et al., 2016; Wani et al., 2017; Wani and Saran, 2018).

Sternum'un *lateral* kenarı olan *margo costalis (lateralis) sterni* sayısı kuş türüne göre değişen *incisurae costales* adı verilen ve birbirinden *proc. articularis sternocostalis* adındaki çıkıntılar ile ayrılan çentikler bulundurur. *Costae completae verae* adı verilen ve direkt olarak *sternum*'a bağlanan *costae*'ların *caput costae*'sı, *proc. articularis sternocostalis*'in *caudal*'inde bulunan *facies articularis costalis* ile eklem yapar. Bazı kuş türlerinde *caput costae* iki adet bulunduğu için buna karşılık gelecek şekilde *proc. articularis sternocostalis*'de de iki eklem yüzü bulunur (Baumel, 1993). Kuş türüne göre değişmekle birlikte her bir *incisurae costales*'in tabanında *for. pneumaticum*'a rastlanabilir (Sreeranjini et al., 2015; Pathak et al., 2017). *Margo costalis sterni*'yi güçlendirmek için bu bölgede oluşan kemik kalınlaşmasına ise *pila costalis* adı verilir (Baumel, 1993).

Sternum'un *caudal* kenarı olan *margo caudalis sterni* kuş türleri arasında en büyük farklılıkların görüldüğü yerdir. Burada kuş türüne göre değişen iki adet çentik veya açıklık ve bunların derinliğine göre değişen uzunlukta üç adet çıkıntıdan bahsedilmiştir (Raikow, 1985; Baumel, 1993; König et al., 2016). *Trabecula lateralis*, *trabecula intermedia* ve *trabecula mediana* adı verilen bu çıkıntıların tamamı Tavuk (*Gallus domesticus*)'ta görülürken (König et al., 2016), Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da bunlardan hiçbiri bulunmaz (Mehta et al., 2017). *Trabecula lateralis* ve *trabecula intermedia* arasında kemik uçlarının birleşmesine göre değişen şekilde *incisura medialis* veya *fenestra medialis* adı verilen açıklık bulunur. *Trabecula intermedia* ile *trabecula medialis* arasında şekillenen açıklığa ise *incisura lateralis* veya *fenestra lateralis* adı verilir. Şekillenen bu açıklıklar fibröz *membran* tarafından kapatılır (Raikow, 1985; Baumel, 1993; König et al., 2016).

Margo cranialis sterni adı verilen *cranial* kenarın *margo costalis sterni* ile sınırında *proc. craniolateralis* adı verilen bir çıkıntı bulunur (Raikow, 1985; Baumel, 1993; Düzler et al., 2006; John et al., 2014; König et al., 2016; Pathak et al., 2017;

Wani et al., 2018; Sathyamoorthy et al., 2021). *Margo cranialis sterni*'de *medial* düzlemde bulunan ve *cranial*'e doğru uzanan çıkıntıya ise *rostrum sterni* adı verilir. *Rostrum sterni* kuş türüne göre değişmekle birlikte *ventral*'de bulunan *spina externa rostri* ve *dorsal*'de bulunan *spina interna rostri* olmak üzere iki kısımdan oluşur, sadece bir tanesi bulunduğu *spina externa rostri*'ye daha sık rastlanmaktadır. Bazı durumlarda bu iki *spina* birleşerek *spina communis* adında tek bir çıkıntı şeklinde görülür (Raikow, 1985; Baumel, 1993). *Spina communis rostri*'nin ortasında bazı kuş türlerinde *foramen rostri* adı verilen bir delik bulunur (Baumel, 1993; Pathak et al., 2017). *Spina externa rostri* ise bazı kuş türlerinde *lateral*'e doğru çatallanmış olarak görülür ve bu çatallanmalara *alae spinae sternae* adı verilir (Baumel, 1993). Devekuşu'nda ise *rostrum sterni* bulunmaz (Sathyamoorthy and Ramesh, 2006). *Margo cranialis sterni*'de bulunan bir diğer yapı ise *proc. craniolateralis* ile *rostrum sterni* arasında bulunan ve *os coracoideum* için eklem yüzü olan *sulcus articularis coracoideus*'dur. İki *sulcus articularis coracoideus*, *rostrum sterni*'nin gelişim şekline göre birbiri ile temas halinde bulunur veya *medial*'de birbiri üzerinden geçer (Baumel, 1993; Dursun, 2002; Sathyamoorthy et al., 2012). *Sulcus articularis coracoideus*'un *dorsal*'inde *labrum externum* ve *ventral*'inde *labrum internum* adı verilen iki adet kemik kabartısı bulunur. Bu yapılar oluğun güçlendirilmesi için şekillenmiştir ve ikisi birlikte *pila coracoidea* olarak isimlendirilir. Bazı kuş türlerinde *labrum externum* üzerinde *tuberculum labri externi* adı verilen bir kabartı bulunur (Baumel, 1993).

Sternum'un *ventral* yüzeyi olan *facies muscularis sterni*, kanadın temel indirme kuvvetini oluşturan *m. pectoralis* ve kaldırma kuvvetini oluşturan *m. supracoracoideus*'un bağlandığı yerdir. *Ratite* ailesi haricindeki kuşlarda (*Carinatae*) bu bölgeden *ventral*'e doğru uzanan ve *carina sterni* adı verilen bir çıkıntı bulunur (Raikow, 1985; Baumel, 1993; Düzler et al., 2006; König et al., 2016; Choudhary et al., 2018). *Carina sterni*'nin *cranial* kenarı olan *margo cranialis carinae*, *pila carinae* adı verilen kemiksel bir kabartı ile güçlendirilmiştir. *Margo cranialis carinae* ile *carina*'nın *ventral* kenarı olan *margo ventralis carinae*'nin kesiştiği bölgede bulunan ve *cranial*'e doğru uzanan uca *apex carinae* adı verilir (Raikow, 1985; Baumel, 1993; John et al., 2014; König et al., 2016; Lowi-Merri et al., 2021). *Apex carina*'da bulunan ve *furcula*'nın eklem yaptığı yüze *facies articularis furculae* adı verilir ve bu bölgede *tuberositas lig. sternoclavicularis* adı verilen bir tümsek bulunur. Bazı kuş türlerinde (*Cathartes*, *Gallus*) *carina sterni*'nin *margo cranialis*'inden *bilateral* olarak uzanan

ve *crista lateralis carinae* adı verilen bir çift keskin çıkıntı görülür. *Crista lateralis carinae*'lar arasında kalan sığ çukurluğa *sulcus carina* adı verilir ve bazen bu çukurluk içerisinde *crista mediana carinae* adı verilen bir çıkıntı daha bulunur. *Carina sterni*'nin *lateral* yüzü olan *facies lateralis carinae* ve *facies muscularis sterni* üzerinde *m. supracoracoideus*'un *fascia*'sının tutunduğu ve bu kası *m. pectoralis*'ten ayıran *linea intermuscularis* adında bir yapı bulunur (Baumel, 1993). Bazı kuşlarda *carina sterni*, *corpus sterni*'nin *margo caudalis*'ine kadar uzanmaz ve bu bölgeye *planum postcarinale* adı verilir (Baumel, 1993; John et al., 2014).

2.1.2. Ossa Membri Thoracici (Ossa alae)

Kuşlarda *ossa membri thoracici*, uzun süreli bir evrimin sonucu olarak kanadı oluşturacak şekilde diğer tetrapod türlerden farklılaşmıştır (Atalar vd., 2007). Bu farklılık özellikle kanadın uç kısmındaki kemiklerin birbiri ile kaynaşması, redüksiyon ve yapının basitleşmesi olarak görülmektedir (König et al., 2016).

Ossa membri thoracici kuşlarda; *humerus*, *ulna*, *radius*, *ossa carpi*, *carpometacarpus* ve *ossa digitorum manus*'dan oluşur (Raikow, 1985; Baumel, 1993; König et al., 2016). Bu kemiklere ek olarak kuş türüne göre değişmekle birlikte; *humerus*'un *proximal*'inde ve *m. deltoideus major*'un derininde *os humeroscapulare* (Vander Berge and Storer, 1995; Canova et al., 2015a), *m. scapulothoracicus*'in tendosu içerisinde bulunan *os sesamoideum m. tricipitis* (Baumel, 1993; Vander Berge and Storer, 1995) ve özellikle yırtıcı kuşlarda *ossa carpi*'nin *proximal*'inde *os prominens* bulunmaktadır (Smith et al., 1990; Baumel, 1993; Vander Berge and Storer, 1995).

2.1.2.1. Humerus

Ossa membri thoracici arasında en güçlü kemik olan *humerus* (Rezk, 2017; Doğan ve Takcı, 2021); *extremitas proximalis humeri*, *corpus humeri* ve *extremitas distalis humeri* olmak üzere üç kısımda incelenir (Baumel, 1993; König et al., 2016).

Extremitas proximalis humeri üzerinde omuz ekleminin yapısına katılacak olan *caput humeri* adında oval bir çıkıntı bulunur (Raikow, 1985; Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; König et al., 2016; Doğan ve Takcı, 2021). *Caput humeri*'nin hemen *distal*'inde *lig. acrocoracohumerale*'nin bağlanması için *sulcus transversus* adı verilen bir oluk yer alır (Baumel, 1993; Matsuoka and Hasegawa, 2007; König et al., 2016). *Dorsal*'de bulunan *tuberculum dorsale*, *m. pectoralis* ve *m. deltoideus major*'un bağlandığı *crista deltopectoralis*'in *proximal*'inde yer alır. *Ventral*'de ise *m. biceps brachii*'nin

bağlandığı *crista bicipitalis*'in *proximal*'inde, *tuberculum ventrale* adı verilen bir tümsek bulunur (Baumel, 1993; König et al., 2016; Lo Coco et al., 2022). *Tuberculum dorsale*'ye göre çok daha güçlü şekillenen *tuberculum ventrale* özellikle *Ratite* ailesindeki kuşlarda daha da belirgindir ve *scapula* ile *os coracoideum* arasındaki birçok kısa kasın tutunma alanıdır (Baumel, 1993). *Caput humeri* ile *tuberculum ventrale* arasında bulunan çentiğe *incisura capitis humeri* adı verilir (Baumel, 1993; Razmadze et al., 2018; İlgün, 2019). *Crista incisurae capitis* ise *caput humeri* ile *tuberculum ventrale*'yi birbirine bağlayan kesin bir çıkıntı veya kabarık bir çizgi olarak görülür ve *incisura capitis humeri*'nin *proximal* ucunu *sulcus transversus*'dan ayırır (Baumel, 1993). *Caput humeri*'nin *craniodistal*'inde, *tuberculum dorsale* ile *tuberculum ventrale* arasında kalan ve *planum intertuberculare* adı verilen genişlemiş bir alan bulunur (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; König et al., 2016). *Planum intertuberculare*'nin *margo distalis*'inde bulunan sığ ve *transversal* oluğa *sulcus n. coracobrachialis* adı verilir (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; Rezk, 2017). *Charadiiformes*'de ise *sulcus n. coracobrachialis* bir kanal şeklini alır ve *canalis n. coracobrachialis* olarak adlandırılır. *Phasianidae*, *Alcidae*, *Psittacidae* ve *Columbidae*'de *tuberculum dorsale*'nin *distal*'inden *crista deltopectoralis*'in tabanına kadar uzanan ve *m. supracoracoideus*'un bağlandığı keskin kenara *crista m. supracoracoidei* adı verilir (Baumel, 1993).

Extremities proximalis humeri'nin *craniodorsal*'inde bulunan ve *m. coracobrachialis cranialis*'in bağlandığı alanda oluşan ize *impressio coracobrachialis* adı verilir (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; Razmadze et al., 2018; İlgün, 2019). *Impressio coracobrachialis*; *Branta*, *Chordeiles*, *Aegolius* ve *Crotophaga*'da sığ bir çukurken, *Laridae* ve *Charadiiformes*'de daha derin şekillenmiştir (Baumel, 1993). *Extremities proximalis humeri*'nin *caudal* yüzünde bulunan *fossa pneumotricipitalis* (Raikow, 1985; Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; König et al., 2016; Razmadze et al., 2018; İlgün, 2019; Lo Coco et al., 2022), *Rhea americana* gibi bazı kuş türlerinde bulunmazken (Lo Coco et al., 2022), *Gavia*, *Pygoscelis* ve *Alca*'da *foramen pneumaticum* bulundurmadığı için *fossa tricipitalis* olarak isimlendirilmiştir (Baumel, 1993). İyi geliştiği kuşlarda *crus dorsale fossae* ve *crus ventrale fossae* tarafından sınırlandırılan *fossa pneumotricipitalis*, *tuberculum ventrale*'ye kadar uzanır (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007). *Procellariiformes* (Albatros hariç), çoğu *Charadiiiform* ve *Sphenisciformes* gibi kuş türlerinde *crus dorsalis fossae*, *crista coracoidea* ve *caput*

humeri arasında bir çukur daha bulunur ancak bu durumun görüldüğü kuşlarda bu bölgede *foramen pneumaticum* bulunmaz (Baumel, 1993). *Fossa pneumotricipitalis*'in tam tersi gibi olan ve *cranial* tarafta bulunan *intumescencia humeri*, *planum intertuberculare*'ye doğru devam eden bir kabartı şeklinde görülür (Baumel, 1993; Matsuoka and Hasegawa, 2007; Razmadze et al., 2018).

Humerus'un gövde kısmı olan *corpus humeri*'nin kesit yüzü oval şekildedir (König et al., 2016). *Casuaris*, *Trochilus* ve *Apodiformes*'de *corpus humeri*'nin *dorsal* yüzünde *sulcus n. radialis* adı verilen bir oluk bulunur (Baumel, 1993).

Extremitas distalis humeri'nin *cranial*'inde, *incisura intercondylaris* tarafından birbirinden ayrılan *condylus dorsalis humeri* ve *condylus ventralis humeri* bulunmaktadır (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; König et al., 2016; İlgün, 2019). *Condylus dorsalis humeri* hem *ulna* hem de *radius* ile eklem yaparken *condylus ventralis humeri* sadece *ulna* ile eklem yapmaktadır (Baumel, 1993; Razmadze et al., 2018; Lo Coco et al., 2022). *Condylus ventralis humeri* ve *condylus dorsalis humeri*'nin iki yanında *epicondylus dorsalis* ve *epicondylus ventralis* adı verilen iki adet yapı bulunur (Baumel, 1993; König et al., 2016; Rezk, 2017; Lo Coco et al., 2022). *Condylus ventralis humeri*'nin *ventral*'inde bulunan *proc. flexorius*, *m. flexor carpi ulnaris* için tutunma alanıdır (Baumel, 1993; Razmadze et al., 2018). *Epicondylus dorsalis*'e yakın ve *humerus*'un *dorsal* kenarında bulunan *tuberculum supracondylare dorsale*, *m. extensor carpi (metacarpi) radialis*'in *origo*'sunun tutunduğu alandır. Bazı kuş türlerinde *distal*'e doğru kayan *tuberculum supracondylare dorsale*, *epicondylus dorsalis*'e yaklaşır ve ikisi birbirinden ayırt edilemez duruma gelir. *Diomedidae*, *Charadriiform* ve *Passeriform* kuşlarda *m. extensor carpi radialis* *proc. supracondylaris dorsalis* adında bir çıkıntıya bağlanır (Baumel, 1993). *Proc. supracondylaris dorsalis* bulunduğu kuşlarda şekil ve büyüklük bakımından farklılık gösterebilir (Wójcik, 2002). *Ventral* kenarda ise *epicondylus ventralis*'e yakın şekilde *tuberculum supracondylare ventrale* adı verilen bir kabartı bulunur (Baumel, 1993; Worthy et al., 2022). *Extremitas distalis humeri*'nin *dorsal*'inde, sığ olan *sulcus scapulotricipitalis* ve daha derin şekillenen *sulcus humerotricipitalis* adı verilen iki adet oluk bulunur (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007). *Ventral*'de ise *m. brachialis*'in bağlandığı *fossa m. brachialis* adı verilen bir çukurluk bulunur (Atalar vd., 2007; Razmadze et al., 2018). *Caudal* yüzde ise *ulna*'nın *olecranon* adı verilen çıkıntısı için *fossa olecrani* adı verilen sığ bir çukur yer alır (Vistro et al., 2015; Rezk, 2017).

2.1.2.2. Ulna

Birlikte *skeleton antebrachii*'yi oluşturan *ulna* ve *radius* arasında *ulna*, kuş türlerinde genellikle *radius*'dan daha kalın şekillenmiştir (Dursun, 2002; Atalar vd., 2007; Rezk, 2017; İlgün, 2019). *Ulna* kendi içerisinde *extremitas proximalis ulnae*, *corpus ulnae* ve *extremitas distalis ulnae* olmak üzere üç kısımda incelenir (Baumel, 1993; König et al., 2016; İlgün, 2019).

Extremitas proximalis ulnae, *proximal* ucunda *olecranon* adı verilen çıkıntıya sahiptir (Raikow, 1985; Baumel, 1993; Dursun, 2002; Rezk et al., 2007; König et al., 2016). *Micropus apus* ve *Aptenodytes*'de bulunmayan *olecranon*'un yerini *os sesamoideum m. tricipitis*'in aldığı düşünülmektedir (Baumel, 1993). *Extremitas proximalis ulna*'da *humerus*'un *distal*'i ile eklem yapacak olan *cotyla dorsalis* ve *cotyla ventralis* adı verilen iki adet eklem yüzü bulunur (Baumel, 1993; König et al., 2016; İlgün, 2019), iki *cotyla* birbirinden *crista intercotylaris* adı verilen sivri bir çıkıntı ile ayrılır (İlgün, 2019). *Cranial*'inde *cotyla dorsalis*'i barındıran *proc. cotylaris dorsalis* adı verilen çıkıntı, *dorsal* yüzünde *impressio m. scapulotriceps* adı verilen yüzeyi barındırır. *Cotyla dorsalis*'in *distal* sınırında *caput radii* ile eklem yapan *incisura radialis* yer alır (Baumel, 1993; König et al., 2016). *Cotyla ventralis*'in altında ise *impressio m. brachialis* göze çarpar (İlgün, 2019). *Olecranon*'un *distal*'inde ve *ventral* yüzde *tuberculum lig. collateralis ventralis* adı verilen bir kabartı bulunur (Baumel, 1993; Agnolín et al., 2022). Bazı kuş türlerinde *olecranon* ile *cotyla ventralis* arasında, üzerinden *m. flexor carpi ulnaris*'in tendosunun geçtiği *sulcus tendinosus* adlı bir oluk gözlenir (Baumel, 1993). *Cotyla ventralis*, *distal*'inde *tuberculum bicipitale ulnae* adı verilen bir kabartıya sahiptir (Hospitaleche and Worthy, 2021). Ballmann (1969) *tuberculum bicipitale ulnae*'yı *Passeriform* kuşlar için tanımlayıcı bir özellik olarak belirtmiştir.

Ulna'nın gövde kısmı olan *corpus ulnae*'nın; *facies caudodorsalis*, *facies caudoventralis*, *facies cranialis* adı verilen üç yüzü ve *margo caudalis*, *margo dorsalis* ve *margo interosseus (margo cranialis)* adı verilen üç kenarı bulunmaktadır. *Spheniscidae*'de *ulna* yassılaştırmış olduğundan sadece *facies dorsalis* ve *facies ventralis* adı verilen yüzler görülür. Büyük kuşlarda *facies cranialis*'in *proximal*'inde *linea intermusculares* adı verilen çizgilere rastlanmaktadır. (Baumel, 1993). *Corpus ulna*'nın *margo caudalis*'i ve *facies ventralis*'inde tüy foliküllerinin tutunması için

papillae remigales caudales ve *papillae remigales ventrales* adı verilen izler bulunur (Baumel, 1993; İlgün, 2019).

Extremitas distalis ulnae kemiğin *ossa carpi* ile eklem yapan *distal* kısmıdır. Bu bölgede *condylus ventralis ulnae* ve bunun biraz daha *caudal*'inde *condylus dorsalis ulnae* adı verilen iki adet eklem yüzü yer alır. İki *condylus* arasında bulunan oluğa *sulcus intercondylaris* adı verilir ve hepsi birlikte *trochlea carpalis*'i oluşturur (Baumel, 1993). *Facies caudodorsalis*'de *labrum condyli dorsalis* adı verilen bir kalınlaşma gözlenir (Lo Coco et al., 2022). *Ulna*'nın *distal* ucunun *facies caudoventralis*'inde bulunan *tuberculum carpale* bölgedeki ligamentlerin tutunma alanıdır (Baumel, 1993). *Tuberculum carpale*'nin şekli ve büyüklüğü kuş türlerine göre değişiklik göstermektedir (Tomek and Bocheński, 2007). *Cathartes* ve *Coragyps*'de *condylus ventralis ulnae* ile *tuberculum carpale* arasında içerisinde *pori pneumatici* bulunduran *incisura tuberculi carpalis* adı verilen bir çentik bulunur (Baumel, 1993). *Tuberculum carpale*'nin yakınında *facies caudodorsalis*'de bulunan *depressio radialis*, *ulna*'nın *distal*'de *radius* ile eklem yaptığı alandır (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007). *Condylus dorsalis ulnae*'ya yakın şekilde *distal* uçta bulunan *incisura tendinosa*, *m. extensor carpi ulnaris* ve *m. extensor digitorum communis* için kasnak görevi görür ve üzeri *Gavia*'da kemikleşen fibröz retinakulum ile kapatılmıştır (Baumel, 1993).

2.1.2.3. Radius

Skeleton antebrachii'yi oluşumuna katılan ikinci kemik olan *radius*, *ulna*'nın *cranial*'inde yer alır ve genellikle *ulna*'dan daha ince bir kemik olarak görülür (Dursun, 2002; Atalar vd., 2007; Rezk, 2017; İlgün, 2019). *Radius*, *extremitas proximalis radii*, *corpus radii* ve *extremitas distalis radii* olmak üzere üç kısımda incelenir (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; König et al., 2016).

Radius'un *proximal* ucunda *caput radii* bulunur ve üzerinde *humerus* için eklem yüzü olan *cotyla humeralis*'i barındırır (Atalar vd., 2007; König et al., 2016; İlgün, 2019; Lo Coco et al., 2022). *Facies articularis ulnaris* adı verilen eklem yüzü de burada konumlanmıştır (König et al., 2016). *Extremitas proximalis radii*'nin *caudal* yüzünde *m. biceps brachii*'nin tendosu için *tuberculum bicipitale radii* adı verilen bir kabartı görülür (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; Lök ve Yalçın, 2007; İlgün, 2019; Lo Coco et al., 2022).

Kemiğin gövde kısmı olan *corpus radii*, *margo dorsalis*, *margo interosseus* (*margo caudalis*) ve *margo ventralis* olmak üzere üç kenara sahiptir (Baumel, 1993; Lök ve Yalçın, 2007). *Margo interosseus* üzerinde *linea intermusculares* adı verilen çizgiler gözlenir (Atalar vd., 2007; Lök ve Yalçın, 2007; İlgün, 2019).

Extremitas distalis radii, *os carpi radiale* için *facies articularis radiocarpalis* ve *ulna* için üzerinde *depressio ligamentosa* adındaki çöküntüyü içeren *facies articularis ulnaris* adı verilen eklem yüzlerine sahiptir. *Radius* ve *ulna distal*'de direkt olarak eklemleşmez, bunun yerine aralarında *depressio ligamentosa*'ya tutunan *lig. radioulnare interosseum* adlı bir ligament bulunur (Baumel, 1993). *Extremitas distalis radii*'nin *dorsal*'inde *sulcus tendinosus* adında bir oluk yer alır (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; Lök ve Yalçın, 2007; İlgün, 2019). *Sulcus tendinosus* kuş türüne göre bir veya iki adet şekillenebilir. *Facies articularis radiocarpalis*'in *ventral*'inde *tuberculum aponeurosis ventralis* adı verilen bir kabartı görülür (Baumel, 1993).

2.1.2.4. Ossa carpi

Embriyonik gelişim sürecinde beş adet bulunan *ossa carpi*'nin, *ossa carpi centralia* ve *ossa carpi distalia* adı verilen orta ve alt sırası *metacarpus*'lar ile birleşerek *carpometacarpus*'u oluşturur. *Ossa carpi proximalia* adı verilen *proximal* sırada ise *os carpi ulnare* ve *os carpi radiale* olmak üzere iki adet kemik bulunur (Baumel, 1993; König et al., 2016; İlgün, 2019).

Os carpi ulnare

Bilek bölgesinin *caudal*'inde bulunan bu kemik, *Spheniscidae*'de üçgen şeklinde görülürken diğer kuşlarda "U" şekline benzer bir görünüme sahiptir (Baumel, 1993). *Rhea americana* gibi bazı istisnalar dışında (Lo Coco et al., 2022) genellikle *os carpi radiale*'den daha büyük şekillenmiştir (Atalar vd., 2007; König et al., 2016). *Os carpi ulnare*'de aralarında *incisura metacarpalis* adı verilen çentik ile *ventral*'de *crus longum* ve *dorsal*'de *crus breve* adında iki uzantı bulunur. *Proximal*'de, *crus longum* ve *crus breve*'nin birleşim yerinde *proc. muscularis* adlı bir çıkıntı görülür (Baumel, 1993). *Craniodorsal*'de *carpometacarpus* ile eklem yapan yüze *facies articularis metacarpalis*, *proximal*'de *ulna* ile eklem yapan yüze ise *facies articularis ulnaris* adı verilir (Baumel, 1993; Lo Coco et al., 2022).

Os carpi radiale

Bileğin *cranial*'inde bulunan *os carpi radiale*, *caudal*'de *facies articularis metacarpalis*, *cranial*'de *facies articularis radialis* ve *proximal*'de *facies articularis ulnaris* olmak üzere üç adet konkav eklem yüzü taşır (Lo Coco et al., 2022)

2.1.2.5. *Carpometacarpus*

Kuşlarda *carpometacarpus*; *ossa carpi centralia*, *ossa carpi distalia* ve *ossa metacarpalia*'nın birleşiminden oluşmaktadır (Baumel, 1993; König et al., 2016; İlgün, 2019). Yapılan araştırmalarda *carpometacarpus*'un oluşumuna katılan *ossa metacarpalia* değişkenlik gösterdiği için, Baumel (1993) isimlendirmede numara kullanmaktan kaçınmıştır (Raikow, 1985). Kuşlarda *os metacarpale alulare*, *os metacarpale majus* ve *os metacarpale minus* birlikte *carpometacarpus*'un oluşumuna katılır (Raikow, 1985; Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; Lök ve Yalçın, 2007; König et al., 2016; Rezk, 2017; İlgün, 2019; Doğan ve Takcı, 2021).

Carpometacarpus; *extremities proximalis carpometacarpi*, *corpus carpometacarpi* ve *extremities distalis carpometacarpi* olmak üzere üç kısımda incelenir (Baumel, 1993).

Kemiğin *proximal* ucu olan *extremities proximalis carpometacarpi*; *ossa carpi centralia*, *ossa carpi distalia* ve üç adet *ossa metacarpalia*'nın *proximal* uçlarının kemiksel olarak birleştiği alandır (Baumel, 1993). *Facies dorsalis*'de bulunan *os metacarpale alulare*'nin *ventrocranial*'inde, *proc. alularis* ve *proximal*'inde *proc. extensorius* bulunur (Lök ve Yalçın, 2007). Bu bölgede *phalanx digiti alulae* için bulunan eklem yüzüne ise *facies articularis alularis* adı verilir (Lo Coco et al., 2022). *Proximal*'de yer alan *trochlea carpalis*, makara benzeri bir yapıdır ve üzerinde *ossa carpi* için *facies articularis radiocarpalis* ve *facies articularis ulnocarpalis* adındaki eklem yüzlerini bulundurur. Ayrıca kas tendoları için *fovea cranialis* ve *fovea caudalis* adı verilen çukurluk alanlar yine *trochlea carpalis* üzerinde yer alır (Baumel, 1993). *Extremities proximalis carpometacarpi*'nin *facies ventralis*'inde *fossa infratrochlearis* ve *facies dorsalis*'inde *fossa supratrochlearis* adı verilen iki adet çukur bulunur. *Facies ventralis*'de yer alan *proc. pisiformis*, *retinaculum flexorum* için tutunma alanıdır ve *m. flexor digitorum profundus* için kasnak görevi görür (Baumel, 1993; Suzuki et al., 2014). *Proc. pisiformis* uçuş yeteneği bulunmayan *Palaeognathae*'de

görülmez, ayrıca bu sınıfta *proc. extensorius*'da oldukça küçülmüştür (Lo Coco et al., 2022).

Ossa metacarpalia arasında diğerlerine göre daha kalın şekillenmiş olan *os metacarpale majus*'un *corpus*'u üzerinde *caudal*'e doğru ilerleyen ve genellikle *os metacarpale minus* ile kaynaşan çıkıntıya *proc. intermetacarpalis* adı verilir (Baumel, 1993). *Proc. intermetacarpalis* bazı kuş türlerinde görülmemektedir (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; Rezk, 2017; İlgün, 2019). Bazı kuşlarda ise *os metacarpale majus*'un *margo cranialis*'i üzerinde *protuberantia metacarpalis* adı verilen tümsek benzeri bir çıkıntı bulunur (Baumel, 1993; Mayr, 2008).

Os metacarpale minus ile *majus*'un *proximal* ve *distal*'deki birleşim yerlerine sırasıyla *symphysis metacarpalis proximalis* ve *symphysis metacarpalis distalis* adı verilir (Baumel, 1993). *Proximal*'de ve *distal*'de birleşen bu iki kemik arasında *spatium intermetacarpale* adı verilen bir boşluk oluşur (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; Lök ve Yalçın, 2007; Lo Coco et al., 2022).

Carpometacarpus'un *distal* ucu olan *extremitas distalis carpometacarpi*'nin *dorsal*'inde *m. interosseus dorsalis*'in tendosu için *sulcus interosseus* adı verilen bir oluk gözlenir (Baumel, 1993; Suzuki et al., 2014; Razmadze et al., 2018). *Facies articularis digitalis major* ve *facies articularis digitalis minor* adı verilen eklem yüzleri de bu uçta bulunur (König et al., 2016; Lo Coco et al., 2022).

2.1.2.6. Ossa digitorum manus

Kuşlarda *ossa digitorum manus*; *phalanx digiti alulae*, *phalanx digiti major* ve *phalanx digiti minor* olmak üzere üç kısımdan oluşur (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; Lök ve Yalçın, 2007; Lo Coco et al., 2022).

Phalanx digiti alulae kuş türüne göre bir veya iki adet *phalanx* ihtiva eder (Baumel, 1993). Diğer parmak kemiklerine göre daha *proximal*'de konumlanan *phalanx digiti alulae*, *carpometacarpus*'un *proximal*'indeki *facies articularis alularis* ile eklem yapar (Lo Coco et al., 2022).

Ossa digitorum manus arasında en gelişmiş kemik olan *phalanx digiti major* genellikle *phalanx proximalis digiti majoris* ve *phalanx distalis digiti majoris* olmak üzere iki kemikten oluşur (Baumel, 1993; Lök ve Yalçın, 2007; İlgün, 2019; Lo Coco et al., 2022). *Phalanx proximalis digiti majoris*'in *proximal* ucunda *carpometacarpus*'un *distal*'inde yer alan *facies articularis alularis* için eklem yüzü

olan *facies articularis metacarpalis* bulunur. *Distal* ucunda ise *phalanx distalis digiti majoris* için *facies articularis phalangealis* gözlenir. *Phalanx proximalis digiti majoris* diğer parmak kemiklerine göre daha yassı şekillenmiştir, üzerinde *fossa ventralis* ve *fossa dorsalis* olmak üzere iki çukurluk alan bulundurur (Baumel, 1993). *Fossa dorsalis* üzerinde *pila cranialis phalangis* adı verilen kemik kalınlaşması görülür (Lök ve Yalçın, 2007). Bazı kuşlarda ise *phalanx proximalis digiti majoris*'in *caudal* sınırı daha da incelererek bir *fenestra* oluşturur (Baumel, 1993). *Phalanx digiti major*'un bazı türlerde üç adet kemikten oluştuğu bildirilmiştir (Baumel, 1993; Doğan ve Takçı, 2021). *Phalanx digiti minoris*, *carpometacarpus*'un *facies articularis digiti minoris* adı verilen eklem yüzüne bağlanır (Baumel, 1993; Lo Coco et al., 2022).

2.2. İskelet Kasları

Lokomotor sistemin aktif kısmı olan iskelet kasları, kemiklere tutunup kasılma hareketini gerçekleştirerek kuvvetin bir kemikten diğerine aktarılmasını ve hareketin gerçekleştirilmesini sağlar (König and Liebich, 2007). İçerdiği *myoglobin* miktarına göre kas fibrilleri; beyaz, kırmızı ve intermediyer fibriller olmak üzere üç gruba ayrılırken (McLelland, 1990), beraber veya zıt çalışma şekillerine göre sinerjik ve antagonist olarak gruplandırılır. Kaslar fonksiyonlarına göre ise *flexor*, *extensor*, *abductor*, *adductor* ve benzeri şekillerde sınıflandırılır (Nickel et al., 1977). Ancak fonksiyona göre isimlendirmede bazı kasların isimleri ile fonksiyonları uyuşmamaktadır (Canova et al., 2015a; Lo Coco et al., 2022).

Kuş türlerinde iskelet kasları; *musculi vertebrales*, *musculi trunci et regionis caudalis*, *musculi membri thoracici* ve *musculi membri pelvici* olmak üzere dört temel gruba ayrılır (Baumel, 1993). Bu gruplar arasından lokomasyon strateji farklılıklarından en fazla etkileneni *musculi membri thoracici*'dir (McGowan, 1982; Raikow, 1985; Maxwell and Larsson, 2007; Lo Coco et al., 2022) ve çalışmada yalnızca bu kaslardan kanadı direkt olarak etkileyenleri incelenmiştir.

2.2.1. *Musculus scapulohumeralis cranialis*

Kasın tüm kuş türlerinde bulunmadığı ifade edilmektedir. Bulunduğu türlerde *origo*'su, *m. scapulohumeralis caudalis*'in *cranial*'ine ve *proc. glenoidalis scapulae*'nin hemen arkasına tutunur. *Insertio*'su ise *fossa pneumotricipitale*'de, *crus dorsale fossae*'nin *distal* ucuna bağlanır (Baumel, 1993). Küçük ve tombul bir kas olan *m. scapulohumeralis cranialis* (Zhang and Yang, 2013; Canova et al., 2015a; Picasso

and Mosto, 2018), *m. scapulohumeralis caudalis* ile *humerus*'un retraksiyonunu sağlar (Raikow, 1985; König et al., 2016; Lo Coco et al., 2022).

Fürbringer (1902) bu kasın *Ratite* ailesindeki kuşlarda görülmediğini bildirilmesine rağmen, yapılan çalışmalarda, Emu (*Dromaius novaehollandiae*) ve *Tinamidae*'de görüldüğü ancak redükte olduğu ifade edilmektedir (Maxwell and Larsson, 2007). Şahin (*Buteo buteo*)'de *m. scapulohumeralis cranialis*'in *insertio*'su, *m. humerotriceps*'in *origo*'sunun bulunduğu *corpus humeri*'ye kadar uzanır (Canova et al., 2015a).

2.2.2. *Musculus scapulohumeralis caudalis*

Büyük bir kas olan *m. scapulohumeralis caudalis*'in *origo*'su, *corpus scapulae*'nin *facies lateralis*'ine tutunur ve *m. latissimus dorsi*'nin hemen altında bulunur (McGowan, 1986; Canova et al., 2015a; Lo Coco et al., 2022). *Kasın insertio*'su ise *crus ventrale fossae*'nin *caudal* kenarında sonlanır (Baumel, 1993; Hiroshige and Yoshikazu, 2007). Fonksiyon olarak *humerus*'un retraksiyonu, elevasyonu ve *ventral* rotasyonundan sorumludur (Raikow, 1985).

Jako (*Psittacus erithacus*)'da bu kas *m. humerotriceps*'in *caput ventrale*'si üzerinde sonlanır (Razmadze et al., 2018). Uçamayan bir kuş türü olan Weka (*Gallirallus australis*)'da *m. scapulohumeralis caudalis*'in *insertio tendosus*, *m. humerotriceps*'i delerek *crus ventrale fossae*'ye tutunur (McGowan, 1986). Uçamayan kuş türlerinden bazılarında (*Dromaius novaehollandiae*, *Struthio camelus*, *Casuarius casuarius* ve *Apteryx mantelli*) ise bu kasın çok daha küçük şekillendiği ve *m. humerotriceps* ile bir bağlantısı bulunmadığı bildirilmiştir (Maxwell and Larsson, 2007).

2.2.3. *Musculi subcoracoscapulares*

Extremitas cranialis scapulae ile *os coracoideum* arasında bulunan *mm. subcoracoscapulares*; *m. subscapularis* ve *m. subcoracoideus* olmak üzere iki ayrı kısımdan oluşmuştur (Baumel, 1993; Razmadze et al., 2018).

M. subscapularis, *m. serratus superficialis pars cranialis* tarafından *caput laterale* ve *caput mediale* olmak üzere iki *caput*'a ayrılır (Hudson and Lanzilotti, 1964; Baumel, 1993; Zhang and Yang, 2013). *M. subscapularis*'in *caput laterale* ve *caput mediale*'si *ventral*'de birleşerek tek bir kas olarak devam eder ve ortak bir tendo ile *humerus*'un *tuberculum ventrale*'sine tutunur (Zhang and Yang, 2013; Canova et al.,

2015a; Suzuki et al., 2014; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018). *M. subscapularis*, *humerus*'un retraksiyonundan sorumludur (Raikow, 1985).

Özellikle uçuş yeteneğini kaybetmiş bazı kuş türlerinde (*Dromaius novaehollandiae*, *Casuarius casuarius* ve *Apteryx mantelli*) *m. subscapularis*'in yalnızca *caput mediale*'si bulunur (Maxwell and Larson, 2007). Yalnızca *caput mediale* bulunduran bir diğer kuş türü olan *Rhea americana*'da kasın *origo*'sunun *scapulocoracoid* kemiğin *caudal* yüzü, *coracoid* membran ve *proc. procoracoideus*'a tutunduğu bildirilmiştir (Lo Coco et al., 2022). *M. subscapularis*'in *Phasainidae* ve *Numinidae*'de kısa, *Cracidae* ve *Opisthocomus*'da uzun olduğu bildirilmektedir (Hudson and Lanzilotti, 1964). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *caput mediale*, *extremitas cranialis scapulae*'nin *medial* yüzünden başlangıç alırken *caput laterale* ise *ventral* yüzden başlangıç alır (Zhang and Yang, 2013).

Büyük ve güçlü bir kas olan *m. subcoracoideus* (Hudson and Lanzilotti, 1964; Maxwell and Larsson, 2007; Zhang and Yang, 2013), *caput dorsale* ve *caput ventrale* olmak üzere iki parçadan oluşur (McGowan, 1986; Lo Coco et al., 2022). *M. subcoracoideus*'un *origo*'su; *Eudromia elegans*'da *rostrum sterni*'nin *lateral*'i ve *membrana sternoclavicularis*'in *medial*'ine (Suzuki et al., 2014), Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da *os coracoideum*'un *caudolateral*'ine (Maxwell and Larsson, 2007), Şahin (*Buteo buteo*)'de *membrana sternoclavicularis* ve *os coracoideum*'un *margo medialis*'ine (Canova et al., 2015a), Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *os coracoideum*'un *dorsomedial*'i, *ligamentum sternocoracoclavicularis*'in *dorsal*'i ve *rostrum sterni*'nin *lateral*'ine tutunur (Zhang and Yang, 2013). Kasın *insertio*'su Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da *caudoventral* eklem kapsülüne tutunurken, diğer türlerde *m. subscapularis* ile *humerus*'un *tuberculum ventrale*'sinde sonlandığı bildirilmiştir (Zhang and Yang, 2013; Canova et al., 2015a; Suzuki et al., 2014; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018; Lo Coco et al., 2022). *M. subcoracoideus*, *humerus*'un retraksiyonu ve elevasyonundan sorumludur (Raikow, 1985).

Tinamidae, *Struthio camelus*, *Casuarius casuarius* ve *Apteryx mantelli*'de *m. subcoracoideus* tek bir *caput*'dan meydana gelmiştir (Maxwell and Larsson, 2007). Şahin (*Buteo buteo*)'de ise *m. subcoracoideus* çoğu türün aksine *m. subscapularis*'den daha az gelişmiştir (Canova et al., 2015a).

2.2.4. *Musculus coracobrachialis cranialis*

Küçük ancak kalın bir kas olan *m. coracobrachialis cranialis*'in *origo* ve *insertio*'su kuş türlerine göre değişiklik göstermektedir (Maxwell and Larsson, 2007). Şahin (*Buteo buteo*)'de kasın *origo*'su *proc. acrocoracoideus* ve *lig. acrocoracohumerale*'ye tutunurken, *insertio*'su *humerus* üzerindeki *impressio coracobrachialis*'e bağlanır (Canova et al., 2015a). Jako (*Psittacus erithacus*)'da kasın *origo*'su, *proc. acrocoracoideus*'dan çıkar ve *insertio*'su *impressio coracobrachialis*'de sonlanır (Razmadze et al., 2018). Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da ise *m. coracobrachialis*'in *origo*'su, *os coracoideum*'un *lateral*'inden başlangıç alır ve *insertio*'su *corpus humeri*'nin *cranial*, *dorsal* ve *ventral*'ine uzanır (Maxwell and Larsson, 2007). *Humerus*'un protraksiyonunu sağlayan bu kas, aynı zamanda elevasyona da yardımcı olur (Raikow, 1985).

M. coracobrachialis cranialis'in *origo*'su Emu (*Dromaius novaehollandiae*), Devekuşu (*Struthio camelus*) ve *Casuaris casuaris*'da tamamen kas liflerinden oluşurken (Maxwell and Larsson, 2007), diğer türlerde genellikle tendo-kas lifi karışımı bir yapı gösterdiği bildirilmektedir (Hudson and Lanzilotti, 1964; Canova et al., 2015a; Lo Coco et al., 2022).

2.2.5. *Musculus coracobrachialis caudalis*

Güçlü bir kastır ve *bipennat* yapıda görülür (McGowan, 1986; Zhang and Yang, 2013; Canova et al., 2015a; Razmadze et al., 2018). *Origo*'su genellikle *os coracoideum*, *sternum*'un *proc. craniolateralis*'i ve *corpus sterni*'ye tutunurken, *insertio*'su *humerus*'un *tuberculum ventrale*'sinde sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; Hiroshige and Yoshikazu, 2007; Zhang and Yang, 2013; Suzuki et al., 2014; Canova et al., 2015a). Lo Coco vd. (2022) uçuş yeteneği bulunmayan *Rhea americana*'da *m. coracobrachialis caudalis*'in bulunmadığı; ancak uçamayan diğer kuşlarda kasın bulunduğunu bildirilmiştir. Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da diğer türlerden farklı olarak, kasın *insertio*'su omuz eklemi düzeyinde eklem kapsülüne tutunur (Maxwell and Larsson, 2007). *M. coracobrachialis caudalis*, *humerus*'un depresyonu ve *dorsal* rotasyonu ile görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.6. *Musculus pectoralis*

M. pectoralis kanat kasları arasında en büyük olanıdır (Zhang and Yang 2013; Suzuki et al., 2014; Canova et al., 2015a). Kendi içerisinde *pars propatagialis*, *pars*

sternobrachialis ve *pars costo (thoraco) brachialis* olmak üzere üç kısma ayrılır (Baumel, 1993; König et al., 2016). Çoğu araştırmacı *m. pectoralis*'i *pars thoracica* ve *pars propatagialis* olmak üzere iki kısımda inceler (Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Suzuki et al., 2014; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018).

M. pectoralis pars thoracica en büyük kas kütesine sahip olan kısımdır (McGowan, 1986; Zhang and Yang, 2013; Suzuki et al., 2014; Canova et al., 2015a). Kuş türlerine göre *origo*'su değişiklik gösterir. *Insertio*'su *humerus* üzerindeki *crista deltopectoralis*'e tutunur (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1985; Zhang and Yang, 2013; Razmadze et al., 2018). Şahin (*Buteo buteo*)'de *pars thoracica*'nın *origo*'su *extremitas omalis coracoidei*, *extremitas cranialis scapulae*, *corpus scapulae*'nin *facies lateralis*'i, *membrana sternocoracoclavicularis*, *apex carina* ve *carina sterni*'ye tutunur. Kasın *insertio*'su ise *synchondrosis sternoclavicularis*, *caput humeri*'nin *ventral* ve *caudal*'i ve *margo caudalis sterni*'ye tutunur. Ayrıca Şahin (*Buteo buteo*)'de *m. pectoralis subcutanea abdominalis* adı verilen, *origo*'su *pars thoracica*'nın *insertio*'su yakınında yer alan ve *corpus sterni* yakınında deri üzerinde sonlanan bir kısım da bulunur (Canova et al., 2015a). Altun sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *pars thoracica*'nın *origo*'su *carina sterni*, *clavicula*'nın *caudolateral*'i, *membrana sternoclavicularis*, *membrana incisusarum* ve ilk dört *costae sternalis*'in *facies lateralis*'ine tutunur (Zhang and Yang, 2013). Ratite ailesindeki kuşlarda genellikle sadece *pars thoracica* görülür ve *origo*'su sadece *os coracoideum* üzerine tutunur (Maxwell and Larsson, 2007; Lo Coco et al., 2022).

M. pectoralis pars propatagialis, *pars longus* ve *pars brevis* olmak üzere iki kısma ayrılır (Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Canova et al., 2015a). *Pars longus* ve *pars brevis*'in *origo*'su, *m. pectoralis pars thoracica*'dan başlangıç alır (Zhang and Yang, 2013; Canova et al., 2015a; Razmadze et al., 2018). Şahin (*Buteo buteo*)'de *pars longus*, *pars brevis*'e göre daha iyi gelişmiştir ve omuz eklemi düzeyinden başlangıç alır. *Pars longus*'un güçlü tendosu, kasın *origo*'sunun hemen yanından başlangıç alarak *m. deltoideus pars propatagialis*'in *caput craniale*'sinden çıkan tendona paralel olarak ilerler ve birlikte *lig. propatagiale*'yi oluştururlar. *Pars longus*'un tendosu *lig. propatagiale*'yi oluşturduktan sonra devam ederek; *phalanx digiti alulae*, *os metacarpale alulare* ve *carpometacarpus*'un *proximal* yarımının *ventral*'inde sonlanır. *Pars brevis* ise *pars longus*'un *caudal*'inden

başlangıç alır ve *m. deltoideus pars propatagialis*'in *caput caudale*'sinde sonlanır (Canova et al., 2015a). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *pars thoracicus*'un *craniolateral*'inden başlangıç alan *pars longus*, *m. deltoideus pars propatagialis*'in *cranioventral* yüzünde sonlanır. *Pars thoracica*'nın en *lateral*'inden başlayan *pars brevis*'in *insertio*'su ise *m. biceps brachii* üzerine tutunur (Zhang and Yang, 2013).

M. pectoralis kanadın depresyonu ve *ventral* rotasyonunu sağlar (Raikow, 1985).

2.2.7. *Musculus supracoracoideus*

M. pectoralis'in *origo*'su altında bulunan *m. supracoracoideus*; *os coracoideum*, *sternum* ve *membrana sternocoracoclavicularis*'e tutunur. *Proc. procoracoideus*'un tabanında bulunan *sulcus supracoracoideus*'dan ve sonrasında *canalis triosseus*'dan geçerek *humerus*'un *tuberculum dorsale*'sinde sonlanır (Baumel, 1993; Suzuki et al., 2014; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018). Kuş türüne göre *unipennate* veya *bipennate* yapıda bulunabilir (Maxwell and Larsson, 2007). *M. supracoracoideus* Şahin (*Buteo buteo*)'de omuz ekleminin *dorsal*'inde sonlanır ancak sonrasında *crista deltopectoralis*'in *proximal*'ine de kısa bir tendon ile bağlanır (Canova et al., 2015a). *Rhea americana*'da *canalis triosseus* bulunmadığından, *m. supracoracoideus*, *acromion* ve *proc. acrocoracoideus* tarafından oluşturulan ve *lig. acrocoracoacromialis* tarafından sınırlandırılan *canalis supracoracoideus*'dan geçer (Lo Coco et al., 2022). Emu (*Dromaius novaehollandiae*) ve Devekuşu (*Struthio camelus*)'nda kasın *origo*'su *sternum*'a tutunmaz (Maxwell and Larsson, 2007). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *bipennate* yapıda bulunan *m. supracoracoideus*'un, *caput ventrale* ve *caput dorsale* olmak üzere iki kısmı bulunur. Daha büyük olan *caput ventrale*'nin *origo*'su, *carina sterni*, *sternum*, *membrana sternocoracoclavicularis* ve *trabeculae intermedia*'ya tutunur. *Caput dorsale*'nin *origo*'su ise *rostrum sterni*, *os coracoideum* ve *membrana sternocoracoclavicularis*'e tutunur. *Caput dorsale*, *tuberculum dorsale* ve *extremitas proximalis humeri*'de sonlanırken, *caput ventrale* yalnızca *extremitas proximalis humeri*'de sonlanır (Zhang and Yang, 2013).

M. supracoracoideus kanadın elevasyonu ve *dorsal* rotasyonunu sağlar (Raikow, 1985).

2.2.8. *Musculus latissimus dorsi*

Omuzun *dorsal* yüzünde ve yüzlek olarak yer alır (Zhang and Yang, 2013; Razmadze et al., 2018). *M. latissimus dorsi*; *pars cranialis*, *pars caudalis* ve *pars metapatagialis* olmak üzere üç kısımda incelenir (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Baumel, 1993; Zhang and Yang, 2013; Suzuki et al., 2014; Canova et al., 2015a; Razmadze et al., 2018).

Pars cranialis Şahin (*Buteo buteo*), Caracara ve Arı şahini (*Pernis apivorus*)’nde yalnızca *cervical vertebrae* düzeyinden başlangıç alır (Canova et al., 2015a; Picasso and Mosto, 2018). *Gennaeus* haricindeki *Galliformes*’de *pars cranialis*, *cervical vertebrae* ve *thoracal vertebrae*’dan ayrılır (Hudson and Lanzilotti, 1964). *Rhea americana* ve Jako (*Psittacus erithacus*)’da ise *pars cranialis* ilk ve ikinci *thoracal vertebrae*’dan başlangıç alır (Razmadze et al., 2018; Lo Coco et al., 2022). Emu (*Dromaius novaehollandiae*)’da *pars cranialis*, *origo*’su *scapula*’nın *margo ventralis*’inde bulunan ince bir kastır (Maxwell and Larsson, 2007). *M. latissimus dorsi pars cranialis*’in *insertio*’su *humerus*’un *proximal*’inde sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Maxwell and Larsson, 2007; Zhang and Yang, 2013; Suzuki et al., 2014; Razmadze et al., 2018).

M. latissimus dorsi pars caudalis’in *origo*’su, *thoracal vertebrae* ve *synsacrum*’un *cranial*’inde bulunur (Hudson and Lanzilotti, 1964; Suzuki et al., 2014; Canova et al., 2015a; Razmadze et al., 2018). *Pars caudalis*, Emu (*Dromaius novaehollandiae*)’da bulunmaz (Maxwell and Larsson, 2007). *Pars caudalis*’in *insertio*’su *pars cranialis* ile *humerus*’un *proximal*’inde sonlanır (Hiroshige and Yoshikazu, 2007; Canova et al., 2015a; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018; Lo Coco et al., 2022). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)’de ise *pars caudalis*’in belirgin bir *insertio*’su yoktur (Zhang and Yang, 2013).

M. latissimus dorsi pars cranialis ve *pars caudalis* birlikte, *humerus*’un elevasyon ve retraksiyon hareketlerini gerçekleştirirler (Raikow, 1985).

Oldukça küçük bir kas olan *m. latissimus dorsi pars metapatagialis*’in *origo*’su *pars caudalis*’e yakın olarak bulunur ve *insertio*’su *m. serratus superficialis pars metapatagialis* ile aynı yerde, *humerus*’un olduğu bölgedeki teleklerin altındadır (Hudson and Lanzilotti, 1964; Baumel, 1993; Zhang and Yang, 2013; Canova et al.,

2015a). Kanadın hareketine doğrudan etki etmeyen *pars metapatagialis*, derinin gerginliğinin değiştirilmesini sağlar (McGowan, 1986).

2.2.9. *Musculus deltoideus*

M. deltoideus, *insertio*'sunun *distal*'de tutunduğu bölgeye göre kendi içerisinde üçe ayrılır. Bu bölümler; *lig. propatagiale* ve *lig. limitans cubiti*'ye tutunan *pars propatagialis*, *crista deltopectoralis*'e tutunan *pars major* ve *humerus*'un *tuberculum dorsale*'sine tutunan *pars minor*'dür. Bahsi geçen üç bölümün tamamı *proximal*'de omuz kemiklerine tutunur (Baumel, 1993).

M. deltoideus pars major kuş türüne göre değişmekle birlikte *caput craniale* ve *caput caudale* olmak üzere iki *caput* bulundurur. *Atichornis* ve *Menura*'da *caput proximale* adı verilen üçüncü bir *caput* bulunur. Farklılıklar *caput* sayısı ve gelişimi, *scapular retinaculum* varlığı ve kasın *insertio*'sunun *crista deltopectoralis*'e kadar uzanması veya uzanmaması şeklinde görülmektedir (Baumel, 1993). *Eudromia elegans*'da *pars major*'un *origo*'su *proc. acrocoracoideus*'a kassal olarak bağlanır ve *insertio*'su *humerus*'un *proximal*'inde yine kassal olarak sonlanır (Suzuki et al., 2014). Şahin (*Buteo buteo*)'de *caput craniale* ve *caput caudale*'nin *origo*'su *extremitas cranialis scapulae* ve *fibrocartilago humeroscapularis*'e tutunur. *Caput craniale*'nin *insertio*'su, *origo*'sunun hemen yakınında bulunan *crista deltopectoralis*'de sonlanırken, *caput caudale* ise *caput craniale* ile ortak bir *venter* oluşturduktan sonra *corpus humeri*'nin *proximal*'inde sonlanır. *Caput caudale*'nin derin yüzünde *canalis triosseus*'un *dorsocaudal* kenarına uzanan bir *tendo* görülür (Canova et al., 2015a). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *extremitas omalis claviculae*, *scapula* ve *os coracoideum*'dan başlangıç alan *pars major*, *corpus humeri*'nin orta kısmında *caudodorsal*'de sonlanır (Zhang and Yang, 2013). Weka (*Gallirallus australis*) (McGowan, 1986), Emu (*Dromaius novaehollandiae*) ve Devekuşu (*Struthio camelus*)'nda *pars major* tek bir *caput* bulundurur (Maxwell and Larsson, 2007). *M. deltoideus pars major*, *humerus*'un retraksiyonunda ve *pars minor* ile omuz ekleminin *dorsal* rotasyonunda görev alır (Raikow, 1985).

M. deltoideus pars major'e göre daha küçük bir kas olan *pars minor*, Şahin (*Buteo buteo*)'de *proc. acrocoracoideus* ve *canalis triosseus*'un *dorsocranial*'inden başlangıç alarak *crista deltopectoralis*'de sonlanır (Canova et al., 2015a). Jako (*Psittacus erithacus*)'da *pars minor*, *pars major*'e göre daha iyi gelişmiştir. *Origo*'su *proc. acrocoracoideus* ve *acromion*'da bulunan *pars minor*, *crista deltopectoralis*'de

sonlanır. (Razmadze et al., 2018). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)’de *pars minor*’un *origo*’su *extremitas sternalis coracoidei* ve *sternum*’a kassal olarak tutunurken, *insertio*’su tendinöz olarak *humerus*’un *tuberculum dorsale*’sinde sonlanır (Zhang and Yang, 2013). *Tinamidae* haricindeki *Ratite*’lerde (Maxwell and Larsson, 2007), *Phaethornis* ve *Cypselus*’ta *m. deltoideus pars minor* bulunmaz (Beddard, 1898). *Pars minor* omuz ekleminin *dorsal* rotasyonunu sağlar (Raikow, 1985).

M. deltoideus pars propatagialis üç formda görülebilir: (1) bir *origo*, bir *venter* ve *lig. propatagiale* ile *lig. limitans cubiti*’ye tutunan iki *insertio*; (2) iki *origo*, bir *venter* ve önceki form ile aynı iki *insertio*; (3) *lig. propatagiale*’de sonlanan *pars cranialis* ve *lig. limitans cubiti*’de sonlanan *pars caudalis* olmak üzere iki ayrı kısım bulundurur (Baumel, 1993). *Eudromia elegans*’da ince bir kas olarak gözlenen *pars propatagialis*, *furcula*’nın *dorsal* ucundan *lig. propatagiale*’ye kadar uzanır (Suzuki et al., 2014). Şahin (*Buteo buteo*)’de *m. deltoideus pars propatagialis* iyi gelişmiştir, *pars cranialis* ve *pars caudalis* olmak üzere iki kısımdan oluşur. Kassal olan *pars propatagialis*’in *origo*’su *extremitas omalis coracoidei*, *extremitas cranialis scapula* ve *crista deltopectoralis*’de bulunur. *Pars cranialis* ve *pars caudalis*’in *venter*’i *crista deltopectoralis*’in yarısına kadar uzandıktan sonra *pars cranialis*, *m. pectoralis pars propatagialis pars longus*’un tendonuyla birlikte seyreden uzun bir tendon ile *lig. propatagiale*’yi oluşturur. Birlikte *propatagium*’un *cranial* sınırında ilerledikten sonra bilek bölgesinde sonlanırlar. *Pars cranialis*’in *insertio*’su *os carpi radiale*’nin *ventral*’ine tutunur. İri bir *venter*’e sahip olan *pars caudalis*, *crista deltopectoralis*’in yarısını geçtikten sonra bir tendo oluşturur ve dirsek ekleminde sonlanır (Canova et al., 2015a). *Caracara*’da *m. deltoideus pars propatagialis*, *pars cranialis* ve *pars caudalis* olmak üzere iki kısım ihtiva eder. *Pars cranialis*, *furcula*’nın *dorsal*’inden başlangıç alır ve kasın tendosu *lig. propatagiale*’yi deldikten sonra iki tendona ayrılır. Her iki tendo da *m. extensor carpi radialis*’in *origo*’sunda sonlanır. *Pars caudalis* ise daha küçüktür ve *pars cranialis*’in *cranial*’inden başlayarak *m. pectoralis pars propatagialis pars longus*’un tendosunda sonlanır (Picasso and Mosto, 2018). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)’de *extremitas omalis coracoidei* ve *lig. acrocoracoclaviculare*’den başlayan ve tek bir *venter* bulunduran *pars propatagialis*, sonrasında *pars cranialis* ve *pars caudalis* olmak üzere ikiye ayrılır. *Pars cranialis*, *m. extensor carpi radialis*’in *venter*’ine tutunurken, *pars caudalis*, *os metacarpale alulare*’nin *proc. extensorius*’unda sonlanır (Zhang and Yang, 2013). *M. deltoideus*

pars propatagialis, *Rhea americana*'da bulunmaz (Lo Coco et al., 2022). Bu kas *propatagium*'u germekle görevlidir (König et al., 2016).

2.2.10. *Musculus triceps brachii*

M. triceps brachii, *humerus*'un *caudal* yüzünde yer alan büyük bir kastır (Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Razmadze et al., 2018). *M. scapulothriceps*, *m. humerotriceps* ve *m. coracotriceps* olmak üzere üç kısımdan oluşur (McGowan, 1986; Canova et al., 2015a; Razmadze et al., 2018). *M. coracotriceps* kuşlarda körelmiştir. Ancak yapılan çalışmalarda Güvercin (*Columbidae*)'lerde kasın tonik fonksiyon gösterdiği ve mekanoreseptör olarak görev yaptığı bildirilmiştir (Baumel, 1993). Amerika mekesi (*Fullica americana*)'nde de *m. coracotriceps* bulunduğu bildirilmiştir (Rosser, 1980).

M. scapulothriceps; *scapula*'da *m. scapulohumeralis*'in üzerindeki bir *retinaculum*'dan ve *humerus*'ta bulunan *retinaculum m. scapulothriceptis*'den başlangıç alır. Penguen (*Spheniscidae*)'lerde bu iki yapı birleşerek *retinaculum scapulohumerale* adını alır. *Distal*'de *humerus* üzerine tutunduğu bir *origo*'su daha vardır. Bazı kuş türlerinde *proc. cotylaris dorsalis*'te konumlanan *insertio tendosuna* yakın olarak, *os sesamoideum m. scapulothriceptis* adı verilen bir kemik bulunur (Baumel, 1993). *Eudromia elegans*'ta *m. scapulothriceps* iki tendinöz şerit halinde *cavitas glenoidalis*'in *distal*'i ve *m. scapulohumeralis cranialis*'in *proximal*'inden başlar. Sonrasında bu iki kısım birleşerek tek bir *venter* oluşturur ve *m. humerotriceps* ile birleşerek *olecranon*'da sonlanır (Suzuki et al., 2014). *Caracara*'da *os coracoideum*'un *caudal*'inde bulunan *scapular retinaculum*'dan başlar ve *extremitas proximalis ulnae*'da bulunan *impressio m. scapulothriceptis*'te sonlanır (Picasso and Mosto, 2018). Ötücü kuğu (*Cygnus cygnus*)'da *m. scapulothriceps*'in iki *caput*'u bulunur. *Dorsal*'de bulunan *caput*, *clavicula*'nın *dorsal* yüzünden başlar. Daha derinde bulunan *caput* ise *scapula* ve *os coracoideum*'da bulunan *labrum glenoidale*'ye tutunur ve *humerus*'un *tuberculum dorsale*'sinde sonlanır. *M. scapulothriceps*'in *distal* kısmı tendinözdir ve *extremitas proximalis ulnae*'da sonlanır (Hiroshige and Yoshikazu, 2007). *M. scapulothriceps*'in çoğu *Ratite*'de tek bir *origo*'ya sahip olduğu bildirilmiştir (Maxwell and Larsson, 2007). *M. scapulothriceps*, *antebrachium*'un ekstensiyonunda görevlidir (Raikow, 1985).

M. humerotriceps'in *proximal origo*'su, *fossa pneumotricipitalis* yakınında diğer kaslar tarafından (*m. scapulohumeralis cranialis*, *m. scapulohumeralis caudalis*

ve *m. latissimus dorsi*) *caput mediale*, *caput posticum* ve *caput breve* olmak üzere üç kısma ayrılabilir, ancak bu ayrım genellikle önemsizdir. Kasın *insertio*'su *olecranon*'a tutunur (Baumel, 1993). Şahin (*Buteo buteo*)'da *m. humerotriceps*, *fossa pneumotricipitalis* ve *crus dorsale fossae*'den başlangıç aldıktan sonra *olecranon*'un tabanında sonlanır (Canova et al., 2015a). *Caracara*'da *fossa pneumotricipitalis* ve *corpus humeri*'den başlangıç alan *m. humerotriceps* *olecranon*'da sonlanır (Picasso and Mosto, 2018). Jako (*Psittacus erithacus*)'da *m. scapulotriceps*'den biraz daha büyük olan *m. humerotriceps*'in *origo*'su *humerus*'un *caudoventral*'inin tamamını kaplar. *Proximal*'de kasın *dorsal* ve *ventral* iki *caput*'u bulunur. *Caput dorsale*, *crus dorsale fossae*'den, *caput ventrale* ise *fossa pneumotricipitalis*'in içerisinden ve *ventral*'inden başlangıç alır. *M. humerotriceps*, *olecranon*'un *proximal*'inde sonlanır (Razmadze et al., 2018). *M. humerotriceps*, *antebrachium*'un ekstensiyonu ile görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.11. *Musculus biceps brachii*

Memelilerdeki *m. biceps brachii*'nin karşılığı olan kas, kuşlarda *caput scapulae*'den yoksundur. Kuşlardaki *m. biceps brachii*; *caput coracoideum*, *caput humerale* ve *pars propatagialis* olmak üzere üç kısımdan oluşur (McGowan, 1986; Baumel, 1993). *M. biceps brachii* kuş türlerine göre farklı varyasyonlar gösterebilir. *Apodidae*'de *m. biceps brachii* bulunmaz (Baumel, 1993).

Weka (*Gallirallus australis*)'da ince ve ortalama bir boyutta olan *m. biceps brachii* *pars propatagialis*, *extremitas omalis coracoidei*'nin *ventral*'inde bulunur ve *caput humerale*'nin *ventral*'inden başlangıç alır. Uzun *insertio* tendosu *lig. propatagiale* ile paralel seyrederek ve *lig. propatagiale*'nin bilekteki tutunma alanının *proximal*'inde sonlanır (McGowan, 1986). Altun sülün (*Chrysolophus pictus*)'de ise *m. biceps brachii*'nin *craniodorsal*'inden başlayan *pars propatagialis*, *m. deltoideus* *pars propatagialis* *pars cranialis*'de sonlanır (Zhang and Yang, 2013).

Caput humerale, Weka (*Gallirallus australis*)'da küçük ve yüzlek bir kas olarak bulunur ve *humerus*'un *crista bicipitalis*'inden başlangıç alarak *distal*'de *caput coracoideum* ile kaynaşır. *Caput coracoideum* ise *extremitas omalis coracoidei*'den başlangıç alır ve *insertio* tendosu sonlanmadan hemen önce iki kısma ayrılır. Ayrılan kısımlardan biri *tuberculum bicipitale radii*'de, diğeri ise *tuberculum bicipitale ulnae*'de sonlanır (McGowan, 1986). Jako (*Psittacus erithacus*)'da *proc. acrocoracoideus*'den başlangıç alan *caput humerale*, *incisura capitis humeri*'den

başlangıç alan *caput coracoideum* ile *distal*'de birleşir ve birlikte eklem kapsülüne tutunurlar. Tek bir *venter*'den köken alan *insertio* tendosu *antebrachium* düzeyinde iki kısma ayrılır. Tendonun zayıf olan kısmı *tuberculum bicipitale radii*'de sonlanırken, daha gelişmiş olan kısmı *tuberculum bicipitale ulnae*'da sonlanır (Razmadze et al., 2018). *Rhea americana*'da *m. biceps brachii* iki ayrı *origo*'su bulunan iki *venter*'den oluşur. *Venter*'lerden biri tendinöz yapıda *proc. acrocoracoideus*'dan, diğeri ise kassal ve tendinöz olarak *os coracoideum*'un *margo lateralis*'inden başlangıç alır. İki *venter*, *humerus*'un *proximal*'inde birleşir. *Insertio* tendosu *antebrachium* düzeyinde ikiye ayrılır ve *radius* ile *ulna*'nın *proximal*'inde sonlanır (Lo Coco et al., 2022). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *humerus*'un *crista bicipitalis*'i ve *os coracoideum*'un *dorsal* ucunun *craniolateral*'inden başlayan *m. biceps brachii*'nin *insertio* tendosu, *humerus*'un *distal*'inde ikiye ayrılır. Tendolardan biri *tuberculum bicipitale radii*'ye tutunurken, diğeri *extremitas proximalis ulnae*'nin *ventrocranial*'ine tutunur (Zhang and Yang, 2013). *Ratite* ailesindeki kuşlarda *m. biceps brachii*'nin *caput humerale*'si bulunmaz. *Rhea americana* ve *Casuarus casuarus* haricindeki *Ratite*'lerde kasın *insertio*'su sadece *radius*'a tutunur (Maxwell and Larsson, 2007). *M. biceps brachii*, *antebrachium*'un fleksiyonunda görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.12. *Musculus expensor secundinarium*

M. expensor secundinarium, *tendo proximalis* ve *tendo distalis* olmak üzere iki kısımda incelenir. *Tendo proximalis* özellikle *m. scapulohumeralis*'in *fascia*'sına veya direkt olarak *scapula* ve *os coracoideum*'a bağlanır. Bazı kuş türlerinde ise *subhumeral* teleklere kadar uzanır. *Tendo distalis* ise *humerus*'un *epicondylus ventralis*'i veya *trochlea humeroulnaris*'den çıkarak dirsek hizasındaki ikincil teleklere tutunur (Baumel, 1993). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *tendo distalis*, *humerus*'un *epicondylus ventralis*'i ve eklem kapsülünden başlangıç aldıktan sonra dirsek hizasındaki teleklere tutunur. Dirsek eklemi hizasındaki teleklerden başlangıç alan *tendo proximalis*, *m. subcoracoideus*'un *venter*'inde sonlanır (Zhang and Yang, 2013). *M. expensor secundinarium*, Şahin (*Buteo buteo*)'de *corpus scapulae*'nin ortasından ve *corpus humeri*'nin *proximal*'inden başlar. *Origo* tendosu *corpus humeri*'nin *distal*'ine kadar devam ettikten sonra *metapatagium*'a bağlanır. Bahsedilen tendo, dirsek eklemi yakınında *m. scapulotriceps*'in *insertio* tendosuna ve bölgedeki teleklere dağılarak sonlanır. (Canova et al., 2015a). *Sphenisciformes*, *Psittaciformes*, *Passeriformes*'lerin çoğu (Beddard, 1898) ve *Ratite*'lerde *m. expensor*

secundinarium bulunmaz (Maxwell and Larsson, 2007). *M. expansor secundinarium* ikincil telekleri *proximal*'e çeker (Raikow, 1985).

2.2.13. *Musculus brachialis*

Küçük ve kalın bir kas olan *m. brachialis*, *extremas distalis humeri*'de bulunan *fossa brachialis*'den başlangıç alır ve *extremas proximalis ulnae*'da yer alan *impressio m. brachialis*'de sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018; Lo Coco et al., 2022). Şahin (*Buteo buteo*)'de iyi gelişmiş olarak bulunan *m. brachialis*'in *origo* ve *insertio*'su diğer türlerle benzerlik gösterir (Canova et al., 2015a). Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da kasın *insertio*'su bazen *radius*'un *ventral*'ine tutunabilir (Maxwell and Larsson, 2007). *Sphenisciformes*'de ise *m. brachialis*'in *insertio*'su yalnızca *radius*'a tutunur (George and Berger, 1966). *M. brachialis*, *m. biceps brachii* ile *antebrachium*'un fleksiyonunda görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.14. *Musculus pronator superficialis*

Humerus'un *tuberculum supracondylare ventrale*'sinden başlangıç alan *m. pronator superficialis* (Baumel, 1993); *Caracara*'da *corpus radii*'nin *proximal*'inde (Picasso and Mosto, 2018) ve *Jako* (*Psittacus erithacus*)'da *radius*'un *ventrocranial*'inde sonlanır (Razmadze et al., 2018). *Rhea americana*'da *m. pronator superficialis* ve *m. pronator profundus* aynı *origo* ve *insertio*'yu paylaştıkları için ayırt edilmeleri oldukça zordur. *Humerus*'un *epicondylus ventralis*'inin *proximal*'inden başlayan iki kas, *extremas proximalis ulnae*'nın *cranioventral*'inde ve *radius*'un *proximal* ve *medial*'inde sonlanır (Lo Coco et al., 2022). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *m. pronator superficialis*, *humerus*'un *epicondylus ventralis*'inin *proximal*'inden başlar ve *corpus radii*'nin *proximal*'inde sonlanır (Zhang and Yang, 2013). *M. pronator superficialis*, *antebrachium*'un pronasyonunu sağlar (Raikow, 1985).

2.2.15. *Musculus pronator profundus*

M. pronator profundus, *m. pronator superficialis*'in derininde yer alır (Zhang and Yang, 2013; Razmadze et al., 2018). Kasın *origo*'su *humerus*'un *epicondylus ventralis*'ine tutunur ve *insertio*'su *corpus radii*'de sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; Baumel, 1993; Zhang and Yang, 2013; Razmadze et al., 2018; Picasso and Mosto, 2018). *Galliformes*'lerin çoğunda *m. pronator profundus* ayrı bir *insertio*

tendosu vermeden önce *proximal*'de *m. entepicondyllo-ulnaris* ile birleşir (Hudson and Lanzilotti, 1964). *M. pronator profundus*, *Ratite*'lerde *m. pronator superficialis* ile birleşerek tek bir kas halinde görülür (Beddard, 1898). *M. pronator profundus*, *m. pronator superficialis* ile *antebrachium*'un pronasyonunu sağlar (Raikow, 1985).

2.2.16. *Musculus flexor carpi ulnaris*

Büyük bir kas olan *m. flexor carpi ulnaris*'in *origo*'su *humerus*'un *epicondylus ventralis*'ine tutunur (Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Suzuki et al., 2014; Picasso and Mosto, 2018). Kasın *origo* tendosu, *extremitas proximalis ulnae*'da bulunan *sulcus tendinosus* ve *trochlea humeroulnaris*'in üzerinden geçer ve *pars remigalis* olarak adlandırılan parçası *lig. elasticum interremigale minor*'de, asıl kısmı ise *os carpi ulnare*'nin *proc. muscularis*'inde sonlanır (Baumel, 1993). *Rhea americana*'da *m. flexor carpi ulnaris*, biri *extremitas distalis humeri*'de ikisi *extremitas proximalis ulnae*'da olmak üzere üç *origo* tendosu bulundurur. *Ulna*'nın orta kısmında iki *venter*'e ayrılan *m. flexor carpi ulnaris*'in en *cranial*'deki *venter*'i *os carpi ulnare*'de sonlanır. *Caudal*'de bulunan *venter* ise *antebrachium* üzerindeki deriye tutunarak *distal*'e doğru ilerler ve *m. ulnometacarpalis dorsalis*'in *insertio*'suna uzanır ancak *carpometacarpus*'a tutunmaz (Lo Coco et al., 2022). Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da *m. flexor carpi ulnaris*, *extremitas proximalis carpometacarpi*'de sonlanır (Maxwell and Larsson, 2007). *Pars remigalis*, *Caracara*'da bulunmamaktadır (Picasso and Mosto, 2018). *Cracidae* (Hudson and Lanzilotti, 1964) ve Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de kasın *venter*'i içerisinde *sesamoid* bir kemik bulunur (Zhang and Yang, 2013). *M. flexor carpi ulnaris* bilek ekleminin fleksiyonu ve kanat tüylerinin hareketi ile görevlidir (Baumel, 1993).

2.2.17. *Musculus flexor digitorum superficialis*

M. flexor digitorum superficialis, *m. flexor carpi ulnaris* ve *m. flexor digitorum profundus*'dan *septum humerocarpale* tarafından ayrılır. Kasın *origo*'su *lig. humerocarpale*'ye tutunur (McGowan, 1986; Baumel, 1993; Razmadze et al., 2018). *M. flexor digitorum superficialis* ve *m. flexor digitorum profundus* birlikte *retinaculum flexorium*'un altından geçerek *phalanx proximalis digiti majoris* üzerinde sonlanır (Baumel, 1993). Jako (*Psittacus erithacus*)'da kasın *origo*'su, Baumel (1993)'in tanımı ile benzerlik gösterir ve *insertio*'su *phalanx proximalis digiti majoris*'in *proximocranial*'inde sonlanır (Razmadze et al., 2018). *Caracara*'da kas *humerus*'un *epicondylus ventralis*'inden başlar ve *phalanx proximalis digiti majoris*'de sonlanır

(Picasso and Mosto, 2018). *Eudromia elegans*'da *humerus*'un *epicondylus ventralis*'inden başlangıç alan *m. flexor digitorum superficialis*'in *insertio tendosus*, *os carpi ulnare* ve *phalanx distalis digiti majoris*'e bağlanır (Suzuki et al., 2014). Weka (*Gallirallus australis*)'da kasın *insertio tendosus* oldukça incelendiği için tam olarak nereye bağlandığı tespit edilememiştir (McGowan, 1986). *Rhea americana* (Lo Coco et al., 2022) ve Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da *m. flexor digitorum superficialis* bulunmaz (Maxwell and Larsson, 2007). *M. flexor digitorum superficialis* bilek ekleminin fleksiyonunu ve *phalanx digiti majoris*'in ekstensiyonunu sağlar (Raikow, 1985).

2.2.18. *Musculus flexor digitorum profundus*

Ulna'nın *ventral*'inden başlangıç alan *m. flexor digitorum profundus*, *phalanx distalis digiti majoris*'de sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Baumel, 1993; Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018). *Rhea americana*'da kasın *insertio tendosus* iki kısma ayrılır; ilki *extremitas distalis carpometacarpi*'ye bağlanırken, ikincisi *phalanx proximalis digiti majoris*'e bağlanır (Lo Coco et al., 2022). *Eudromia elegans*'da *m. flexor digitorum profundus*, *ulna* ve *radius*'un arasından geçtikten sonra, bilek eklemi hizasında iki *insertio tendosus* oluşturur. Bunlardan biri *phalanx proximalis digiti majoris*'e bağlanırken diğeri *phalanx distalis digiti majoris*'e kadar uzanır (Suzuki et al., 2014). *M. flexor digitorum profundus* bilek ekleminin fleksiyonu ile *phalanx digiti majoris*'in ekstensiyon ve depresyonunu sağlar (Raikow, 1985).

2.2.19. *Musculus extensor carpi radialis*

Genellikle *caput dorsale* ve *caput ventrale* olmak üzere iki *origo*'su bulunan *m. extensor carpi radialis* (Baumel, 1993), *humerus*'un *processus (tuberculum) supracondylare dorsale*'sinde başlar ve *os metacarpale alulare*'nin *proc. extensorius*'unda sonlanır (McGowan, 1986; Meyers, 1996; Canova et al., 2015b; Picasso and Mosto, 2018; Razmdaze et al., 2018; Lo Coco et al., 2022). *Rhea americana*'da iki kısma ayrılan *insertio tendolarından* büyük olanı, *os metacarpale minus*'un *proximal yüzeyinde* sonlanır (Lo Coco et al., 2022). Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da *condylus dorsalis humeri*'den başlayan *m. extensor carpi radialis*, *carpometacarpus*'un *craniodorsal*'inde sonlanır (Maxwell and Larsson, 2007). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *epicondylus dorsalis humeri*'den kassal olarak başlayan *m. extensor carpi radialis*, *distal*'de *m. extensor longus alulae*'nin

insertio tendosu ile birleşerek *os metacarpale alulare*'nin *proc. extensorius*'unda sonlanır (Zhang and Yang, 2013). *M. extensor carpi radialis*, *manus*'un ekstensiyonu ve *antebrachium*'un fleksiyonu ile görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.20. *Musculus extensor carpi ulnaris*

M. extensor carpi ulnaris, *humerus*'un *epicondylus dorsalis*'i ve *extremitas proximalis ulnae*'dan başlangıç alır (Baumel, 1993; Razmadze et al., 2018). *Trochiliadae*, *Apodidae* ve *Tyranni*'de, *trochlea humeroulnaris*'e doğru devam eden ve içerisinde büyük bir *sesamoid* kemik barından bir *origo*'dan daha bahsedilmiştir. Kasın *distal* kısmı *m. extensor digitorum communis* ile *extremitas distalis ulnae*'da bulunan *incisura tendinosa*'dan geçer. Bileğin *dorsal*'inde *m. extensor carpi ulnaris*'in *insertio* tendosu, *lig. m. expensoris carpi ulnaris* adı verilen bir *retinaculum*'un altından geçer ve *proc. intermetacarpalis*'de sonlanır (Baumel, 1993). Orman tavuğu (*Gallus gallus*)'nda *humerus*'un *epicondylus dorsalis*'inden başlayan kasın *caudal* kenarı, *antebrachium* boyunda ikincil telekler ile sıkıca bağlantılıdır ve *proc. intermetacarpalis*'de sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964). *Rhea americana*'da *ulna* ve *radius* arasındaki boşluğu dolduran *m. extensor carpi ulnaris*, *extremitas distalis humeri*'nin *dorsocaudal*'inden başlar ve *proc. intermetacarpalis*'de sonlanır (Lo Coco et al., 2022). *Caracara*'da kasın *origo* tendosu *m. ectepicondylo-ulnaris*'den başlar ve *extremitas proximalis carpometacarpi*'de sonlanır (Picasso and Mosto, 2018). Kas *M. extensor carpi ulnaris* olarak isimlendirilmesine karşın, *manus*'un fleksiyonunda görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.21. *Musculus extensor digitorum communis*

Humerus'un *epicondylus dorsalis*'inden başlayan *m. extensor digitorum communis*'in *insertio* tendosu *distal*'de ikiye ayrılır. *Insertio* tendosunun kısa olan kısmı *phalanx digiti alulae*'da sonlanırken, uzun olan kısım devam ederek, *carpometacarpus* üzerinde bulunan *sulcus tendinosus*'dan geçer ve *phalanx proximalis digiti majoris*'de sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Meyers, 1996; Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018). Devekuşu (*Struthio camelus*)'nda bulunan bu kas (Wustinger et al., 2006), *Rhea americana* (Lo Coco et al., 2022), Emu (*Dromaius novaehollandiae*) (Maxwell and Larsson, 2007) ve Kiwi (*Apteryx mantelli*)'de bulunmaz (McGowan, 1982). *M. extensor digitorum communis*, *phalanx digiti alulae*'nın fleksiyon, ekstensiyon ve

elevasyonundan, ayrıca *manus*'un fleksiyon ve elevasyonundan sorumludur (Raikow, 1985).

2.2.22. *Musculus extensor longus alulae*

M. extensor longus alulae, *caput radiale* ve *caput ulnare* olmak üzere iki *origo* tendosuna sahiptir. *Caput radiale*, *corpus radii*'ye tutunurken, *caput ulnare*, *corpus ulnae*'ya tutunur (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Baumel, 1993; Meyers, 1996; Zhang and Yang, 2013; Razmadze et al., 2018). *M. extensor longus alulae*'nin iki *caput*'u *antebrachium*'un yaklaşık olarak yarısına gelindiğinde birleşir ve kas *carpometacarpus*'un *proc. extensorius*'unda sonlanır (Meyers, 1996; Razmadze et al., 2018). *Opisthocomus* haricindeki *Galliformes*'lerde kasın *insertio* tendosu bilek hizasında *m. extensor carpi radialis* ile tamamen kaynaşır (Hudson and Lanzilotti, 1964). Emu (*Dromaius novaehollandiae*) ve Kiwi (*Apteryx mantelli*)'de *m. extensor longus alulae*, *m. ectepicondylo-dorsalis*'in *cranial*'inden başlar ve *carpometacarpus*'un *caudodorsal*'inde sonlanır (Maxwell and Larsson, 2007). Devekuşu (*Struthio camelus*)'nda ise *fascia antebrachii* ve *os carpi ulnare*'den başlangıç alan *m. extensor longus alulae*, *phalanx proximalis digiti majoris*'de sonlanır (Wustinger et al., 2006). *M. extensor longus alulae* bileğin ekstensiyonundan sorumludur (Raikow, 1985).

2.2.23. *Musculus extensor longus digiti majoris*

M. extensor longus digiti majoris, *pars proximalis* ve *pars distalis* olmak üzere iki kısımda incelenir (Baumel, 1993; Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018). *Caracara*'da *radius*'un *distal*'inden başlayan *pars proximalis*, *phalanx distalis digiti majoris*'de sonlanır. *Pars distalis* ise *extremitas proximalis carpometacarpi*'den başlar ve *distal*'de *pars proximalis*'in *insertio* tendosu ile birleşir (Picasso and Mosto, 2018). Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *corpus radii*'nin *caudal*'inden başlayan *pars proximalis*, *phalanx distalis digiti majoris*'de sonlanır. Daha küçük olan *pars distalis* ise *extremitas distalis radii*'den başlar ve *pars proximalis*'in *insertio* tendosunun *ventral*'inde sonlanır (Zhang and Yang, 2013). Jako (*Psittacus erithacus*)'da *pars proximalis*, *corpus radii*'nin ortasından başlar. *Ulna*'nın *incisura tendinosa*'sından geçtikten sonra *phalanx proximalis digiti majoris* ve *phalanx distalis digiti majoris*'de sonlanan *pars proximalis*'in *insertio* tendosunun içerisinde *sesamoid* kemik bulunur. *Pars distalis* ise bilek ekleminin *capsula articularis*'inden başlangıç alır ve *articulationes intercarpales*'e geldiğinde *pars*

proximalis'in *insertio* tendosu ile birleşir (Razmadze et al., 2018). *Rhea americana*'da kasın yalnızca *pars distalis* adı verilen kısmı bulunur ve *origo*'su, *os metacarpale majus*'un büyük kısmını kaplar. *M. extensor longus digiti majoris*'in *Rhea americana*'da iki *insertio* tendosu bulunur. Bunlardan biri *phalanx proximalis digiti majoris*'in *facies articularis metacarpalis*'ine bağlanırken diğeri *phalanx distalis digiti majoris*'in *distal*'ine bağlanır (Lo Coco et al., 2022). Devekuşu (*Struthio camelus*) ve Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da bu kas tanımlanmamıştır (Wustinger et al., 2006; Maxwell and Larsson, 2007). *M. extensor longus digiti majoris*, *manus* ve *phalanx digiti major*'un ekstensiyonunu sağlar (Raikow, 1985).

2.2.24. Musculus supinator

Kısa bir kas olan *m. supinator*, *epicondylus dorsalis humeri*'den başlangıç alır ve *corpus radii*'de sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Meyers, 1996; Wustinger et al., 2006; Maxwell and Larsson, 2007; Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018; Lo Coco et al., 2022). *M. supinator*, *antebrachium*'un supinasyonu ile görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.25. Musculus ectepicondylo-ulnaris

Origo'su *epicondylus dorsalis humeri*'ye tutunan *m. ectepicondylo-ulnaris*'in *insertio* tendosu *corpus ulnae*'nin *craniodorsal*'inde sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Meyers, 1996; Zhang and Yang, 2013; Razmadze et al., 2018; Lo Coco et al., 2022). Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da *m. ectepicondylo-ulnaris*'in *origo*'su ikiye ayrılır. Kasın primer kısmının *origo*'su diğerkuş türleriyle benzerlik gösterirken, *insertio* tendosu *ulna*'nın *caudodorsal*'inde sonlanır. *Caput secundinarium* olarak isimlendirilen diğerkısmı ise *radius*'un *caudal*'inden başlar ve primer kısmın *cranial*'inde sonlanır (Maxwell and Larsson, 2007). *M. ectepicondylo-ulnaris*, *antebrachium*'un elevasyonu ile görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.26. *Musculus entepicondylo-ulnaris*

M. entepicondylo-ulnaris yalnızca *Galliformes*, *Tinamiformes*, *Apteryx* (Beddard, 1898) ve *Anatidae*'de tanımlanmıştır (Zusi and Bentz, 1978). Kasın *origo* tendosu *epicondylus ventralis humeri*'den başlar ve *insertio* tendosu *ulna*'nın *proximal*'inin *caudoventral*'inde sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; Baumel, 1993). Yapılan çalışmalarda Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da da *m. entepicondylo-ulnaris*'in bulunduğu ve *origo* tendosunun diğer türlerle benzerlik gösterdiği ancak *insertio*'sunun *ulna*'nın *caudoventral*'ine kassal olarak tutunduğu bildirilmiştir (Maxwell and Larsson, 2007). *M. entepicondylo-ulnaris*, *antebrachium*'un *dorsal*'e rotasyonu ile görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.27. *Musculus ulnometacarpalis dorsalis*

Ulna'nın *distal* ucunun *craniodorsal*'inden geniş bir tendon ile başlangıç alan *m. ulnometacarpalis dorsalis*, *os metacarpale minus*'un *proximal* ucunun *caudal*'inde kassal olarak sonlanır (McGowan, 1986; Zhang and Yang, 2013; Suzuki et al., 2014; Picasso and Mosto, 2018; Lo Coco et al., 2022). Jako (*Psittacus erithacus*)'da *m. ulnometacarpalis dorsalis*'in kas fibrillerinin bir kısmı birincil teleklerde sonlanır (Razmadze et al., 2018). Amerika mekesi (*Fulica americana*) ve Weka (*Gallirallus australis*)'da kas aynı *origo* tendosundan köken alan *pars dorsalis* ve *pars ventralis* olmak üzere iki kısma ayrılmıştır (McGowan, 1986). Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da *ulna*'nın *craniodorsal*'inden başlangıç alan *m. ulnometacarpalis dorsalis*, *phalanx distalis digiti majoris*'de sonlanır (Maxwell and Larsson, 2007). *M. ulnometacarpalis dorsalis* bileğin fleksiyonunu sağlar ve bazı kuş türlerinde birincil telekleri *medial*'e çeker (Raikow, 1985).

2.2.28. *Musculus ulnometacarpalis ventralis*

M. ulnometacarpalis ventralis, *corpus ulnae*'nin *ventrodistal*'inden kassal olarak başlangıç alır ve *os metacarpale alulare*'nin *dorsal*'inde sonlanır (McGowan, 1986; Baumel, 1993; Zhang and Yang, 2013; Suzuki et al., 2014; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018; Lo Coco et al., 2022). Emu (*Dromaius novaehollandiae*) ve Kiwi (*Apteryx mantelli*)'de *m. ulnometacarpalis ventralis* bulunmaz (Maxwell and Larsson, 2007). *M. ulnometacarpalis ventralis* bileğin fleksiyonunu ve pronasyonunu sağlar (Raikow, 1985).

2.2.29. *Musculus interosseus dorsalis*

M. interosseus dorsalis, *m. interosseus ventralis* ile *spatium intermetacarpale*'nin büyük kısmını örter (Baumel, 1993). *Os metacarpale majus*'un *caudodorsal*'inden ve *os metacarpale minus*'un *craniodorsal*'inden kassal olarak başlangıç alan *m. interosseus dorsalis*, uzun bir *insertio* tendosu ile *extremitas distalis carpometacarpi*'de fibröz bir kanaldan geçerek *phalanx distalis digiti majoris*'de sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018). *Rhea americana*'da kasın *origo*'su diğer kuş türleri ile benzerlik gösterirken, *insertio* tendosu *carpometacarpus*'un *facies articularis digitalis major*'ü, *phalanx proximalis digiti majoris* ve *phalanx distalis digiti majoris*'de sonlanır (Lo Coco et al., 2022). Kiwi (*Apteryx mantelli*) ve Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da *m. interosseus dorsalis* ve *m. interosseus ventralis* bulunmaz (Maxwell and Larsson, 2007). *M. interosseus dorsalis*, *phalanx digiti majoris*'in ekstensiyonu ve elevasyonu ile görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.30. *Musculus interosseus ventralis*

M. interosseus ventralis, *os metacarpale majus*'un *caudoventral*'i ve *os metacarpale minus*'un *cranioventral*'inden kassal olarak başlangıç alır. Kasın *insertio* tendosu *distal*'de *carpometacarpus*'un *dorsal*'ine geçer ve *phalanx distalis digiti majoris*'de sonlanır (Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Lo Coco et al., 2022). Kuş türlerine göre *insertio* tendosu farklılık gösteren *m. interosseus ventralis*; Jako (*Psittacus erithacus*)'da *phalanx proximalis digiti majoris*'e (Razmadze et al., 2018), *Eudremia elegans* (Suzuki et al., 2014) ve Devekuşu (*Struthio camelus*)'nda *phalanx proximalis digiti majoris* ve *phalanx distalis digiti majoris*'e bağlanır (Wustinger et al., 2006). *M. interosseus ventralis*, *phalanx digiti majoris*'in fleksiyonu ve elevasyonu ile görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.31. *Musculus extensor brevis alulae*

M. extensor brevis alulae oldukça küçük bir kastır ve *os metacarpale alulare*'nin *proc. extensorius*'undan kassal olarak başlangıç aldıktan sonra *phalanx digiti alulae*'nin *proximal*'inde tendinöz karakterde sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018). *Rhea americana*'da kasın *insertio*'su kassal olarak sonlanır (Lo Coco et al., 2022). *Passeriformes*'de ve *Ratite*'lerin çoğunda bu kas bulunmaz (McGowan, 1982;

Raikow, 1985; McGowan, 1986; Wustinger et al., 2006; Maxwell and Larsson, 2007; Suzuki et al., 2014). *M. extensor brevis alulae*, *phalanx digiti alulae*'nin ekstensiyonu ve elevasyonu ile görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.32. *Musculus abductor alulae*

Phalanx digiti alulae'ya bağlanan kaslardan en güçlüsü olan *m. abductor alulae*, *m. extensor carpi radialis*'in *distal*'inden kassal olarak başlangıç alır ve *phalanx digiti alulae*'nin *ventral*'inde sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Suzuki et al., 2014; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018). Weka (*Gallirallus australis*)'da *m. extensor carpi radialis*'in *insertio* tendosu üzerinden ve *os metacarpale alulare*'nin *proc. extensorius*'undan kassal olarak başlayan *m. abductor digiti alulae* iki *insertio* tendosu bulundurur. Tendolardan kısa olanı *phalanx proximalis digiti alulae*'ya bağlanırken, uzun tendon *phalanx distalis digiti alulae*'da sonlanır (McGowan, 1986). *M. abductor alulae*, *phalanx digiti alulae*'nin ekstensiyonu ve depresyonunda görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.33. *Musculus flexor alulae*

Extermitas proximalis carpometacarpi'nin *ventral* yüzeyinden kassal olarak başlayan *m. flexor alulae*, *phalanx digiti alulae*'nin *caudoventral*'inde sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Suzuki et al., 2014; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018). *Rhea americana*'da *m. flexor alulae*, *m. abductor alulae* ile ayırt edilemez şekilde birleşmiştir (Lo Coco et al., 2022). *M. flexor alulae*, *phalanx digiti alulae*'ya fleksiyon ve depresyon hareketlerini yaptırır (Raikow, 1985).

2.2.34. *Musculus adductor alulae*

Oldukça küçük bir kas olan *m. adductor alulae*, *os metacarpale majus*'un *proximal* ucundan kassal olarak başlangıç alır ve *phalanx digiti alulae*'nin *caudal* yüzeyinde yine kassal olarak geniş bir alanda sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Lo Coco et al., 2022). Jako (*Psittacus erithacus*)'da kasın *insertio* alanı diğer türlerle benzerlik gösterir ancak tendinöz olarak sonlanır (Razmadze et al., 2018). *Eudromia elegans*'da ise *m. adductor alulae*'nin *insertio*'su, *phalanx digiti alulae* yakınındaki birincil teleklere de tutunur (Suzuki et al., 2014). Kiwi (*Apteryx mantelli*), Devekuşu (*Sturithio camelus*) ve Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da bu kasa rastlanmamıştır

(McGowan, 1982; Wustinger et al., 2006; Maxwell and Larsson, 2007). *M. adductor alulae*, *phalanx digiti alulae*'nin fleksiyonundan sorumludur (Raikow, 1985).

2.2.35. *Musculus abductor digiti majoris*

Os metacarpale majus'un *cranioventral* yüzünün tamamını kaplayacak şekilde kassal olarak başlangıç alan *m. abductor digiti majoris*, *phalanx proximalis digiti majoris*'in *proximal*'inde tendinöz olarak sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Zhang and Yang, 2013; Razmadze et al. 2018; Lo Coco et al., 2022). *Caracara*'da diğer kuş türleri kadar geniş bir *origo* alanı göstermeyen *m. abductor digiti majoris*, *carpometacarpus*'un *proc. pisiformis*'inden başlangıç alır. *Insertio* tendosu diğer kuş türleri ile benzerdir (Picasso and Mosto, 2018). *M. abductor digiti majoris*, *phalanx digiti majoris*'in ekstensiyonu ve depresyonu ile görevlidir (Raikow, 1985).

2.2.36. *Musculus flexor digiti minoris*

Os metacarpale minus'un *caudoventral*'inden kassal olarak başlangıç alan *m. flexor digiti minoris*, *phalanx digiti minoris*'in *proximal*'inde tendinöz olarak sonlanır (Hudson and Lanzilotti, 1964; McGowan, 1986; Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018; Lo Coco et al., 2022). Kiwi (*Apteryx mantelli*), Devekuşu (*Struthio camelus*) ve Emu (*Dromaius novaehollandiae*)'da bu kasa rastlanmamıştır (McGowan, 1982; Wustinger et al., 2006; Maxwell and Larsson, 2007). *M. flexor digiti minoris*, *phalanx digiti majoris* ve *phalanx digiti minoris*'in fleksiyonundan sorumludur (Raikow, 1985).

2.3. *Patagium*

Kanadın fleksor yüzeylerini omuzun ise hem fleksor hem de ekstensor yüzeyini örten, birbiri üzerine kıvrılmış halde *dorsal* ve *ventral* iki deri parçasının birleşiminden oluşan yapılara genel olarak *patagia* adı verilir (König et al., 2016). Kuş türleri dışında, Yarasalar (*Chiroptera*), bazı süzülebilen memeliler (*Pteromyini*) ve bazı sürüngenlerde (*Draco* ve *Rhacophorus nigropalmatus*) de benzer yapılar görülebilmektedir (Thorington, 1984; Russell et al., 2001; Meng et al., 2006; Dehling, 2017; Wang et al., 2019). Kuşlarda *patagia* ve tüyler birlikte aerodinamiği sağlayacak olan kanat profilini oluştururlar (Baumel, 1993; Brown et al., 1994).

Kanatta bulunan *patagia* kendi içerisinde beş alt kısma ayrılmıştır; *patagium cervicale*, *propatagium*, *metapatagium*, *postpatagium* ve *patagium alulae* (Baumel, 1993; König et al., 2016).

Patagium alulae hariç *patagium*'un bütün kısımları birbirleri ile belirli oranda bağlantılı oldukları için kanata destek olmak konusunda birlikte çalışırlar. *Patagium alulae* ise *propatagium* ve *postpatagium*'dan bağımsız şekilde bulunur (Brown et al., 1994).

2.3.1. *Patagium cervicale*

Patagium cervicale boynun tabanından, *propatagium*'un *proximal*'deki başlangıç yerine kadar olan bölgede bulunur. *Psittaciformes*, *Passeriformes* ve *Piciformes*'de *propatagium*'un *craniomedial* uzantısı gibi görülmektedir. *Patagium cervicale*'nin *cranial* kısmı *m. deltoideus* ve *m. pectoralis*'in *fascia*'ları tarafından desteklenmektedir (Baumel, 1993).

2.3.2. *Propatagium*

Omuz ve bilek eklemi arasındaki boşlukta bulunan *propatagium* bölgedeki iki ligament tarafından desteklenir. *Cranial* sınırında bulunan *lig. propatagiale*, *m. pectoralis*, *m. deltoideus* ve *m. biceps brachii pars propatagialis*'in tendolarını ihtiva eder. *M. deltoideus pars propatagialis*'in *pars cranialis*'inden başlangıç olarak *lig. propatagiale*'ye tutunan *lig. limitans cubiti*'de *propatagium*'a destek olan diğer ligamenttir ve birlikte *antebrachium*'un ekstensiyonunu sınırlandırır (Baumel, 1993).

2.3.3. *Metapatagium*

Gövdenin *lateral*'inden *corpus humeri*'nin *margo caudalis*'inin *proximal* kısmına uzanan *metapatagium*, *m. serratus superficialis pars metapatagialis* ve *metapatagium*'un serbest kenarı içerisinde bulunan *lig. metapatagiale* tarafından desteklenmektedir (Brown et al., 1994).

2.3.4. *Postpatagium*

Antebrachium ve *manus* arasında *caudal*'de bulunan *postpatagium*, iki yapı arasındaki boşluğu doldurarak kanadın yüzey alanını artırır (Baumel, 1993; König et al., 2016).

2.3.5. *Patagium alulae*

Patagium alulae, *phalanx digiti alulae*'dan başlayarak *phalanx digiti majoris*'in *margo cranialis*'ine bağlanır ve aralarındaki boşluğu doldurur (Baumel, 1993; Brown et al., 1994; König et al., 2016).

2.4. Bilgisayar Destekli Üç Boyutlu Modelleme

Veteriner hekimlikte, öğrenci hangi özel alana yönelirse yönelsin, hayvanları uygun bir şekilde tedavi edebilmek için iyi bir anatomi bilgisine sahip olmak zorundadır. Bu bilgileri edinirken ders kitapları ve kadavra üzerinden gösterim gibi geleneksel yöntemler anatomi eğitiminin bel kemiğini oluşturur. Ancak kadvraların korunmasında kullanılan formaldehitin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri, kadavra teminindeki zorluk ve etik kaygılar gibi nedenler, anatomi eğitiminde kullanılabilecek yeni yöntemlerin arayışı için itici bir güç olmuştur (Guevar, 2020).

Platon'un "Tüm öğrenme öğrenendedir, öğretmende değil" sözü, teknolojinin hayatımızın her alanında ve her yerde bize eşlik ettiği çağımızda hala geçerliliğini sürdürmektedir. Teknolojik gelişmeler, öğrenenin merakını ve öğrenme ihtiyacını tatmin edebilmek için kullanılan kaynakların gelişimine katkı sağlamıştır. Anatominin akıllı telefonlar, tabletler, sanal gerçeklik veya başka dijital ortamlar kullanılarak üç boyutlu modeller, multimedya kitapları ve oyun üzerinden öğretilmesi, oldukça verimli bir öğretim yöntemidir. Ancak burada açıklığa kavuşturulması gereken konu, bu teknolojilerin geleneksel anatomi öğrenme metotlarının yerine geçmek yerine onların pekiştirilmesini amaçladığıdır (Guevar, 2020). Ayrıca, bilgisayar destekli modeller ile oluşturulan cerrahi simülasyonlar, özellikle cerrahi operasyonlar sırasında komplikasyon riskinin en aza indirilmesi ve operasyonun maksimum verimlilikle gerçekleştirilebilmesi için günümüzde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri haline gelmiştir (Badash et al., 2016).

Hem beşeri hekimlikte hem de veteriner hekimliğinde patolojik tanı için birçok noninvaziv görüntüleme tekniği kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en sık kullanılanları ise oluşturdukları görüntüleri DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) formatında dijital olarak kaydeden BT (Bilgisayarlı Tomografi) ve MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme) yöntemleridir. İki boyutlu olan DICOM görüntüleri, özel olarak geliştirilmiş yazılımlar sayesinde üç boyutlu modellere dönüştürülebilmekte ve incelenmek istenen bölgenin anatomik yapısı daha

net anlaşılabilir. (Özakif ve Eken, 2015). Daha yeni bir yöntem olan kontrastlı μ BT (Mikro bilgisayarlı tomografi) yöntemi ise oldukça küçük kas ve kemik yapılarının detaylı üç boyutlu modellerinin oluşturulabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yöntemde kullanılan kontrast maddeler işlem bittikten sonra yıkanabilen maddeler olduğundan müze örneklerinde de kullanılmaya uygundur (Bribiesca-Contreras and Sellers, 2017). Yukarıda bahsi geçen DICOM görüntülerinden elde edilen üç boyutlu dijital modeller “Zbrush” veya “3ds Max” gibi yazılımlara aktararak boyanabilmekte ve oluşan artefaktlar düzeltilebilmektedir (Christ et al., 2018). Ayrıca modeller “Blender” gibi yazılımlar sayesinde hareketli hale de getirilebilmektedir (Vega-Garzón et al., 2022).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal Temini

Yapılan çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'na ait laboratuvarında %10'luk formalin solüsyonu içerisinde bulunan sekizer adet dişi Sülün (*Phasianus colchicus*) ve Şahin (*Buteo buteo*) kadavrası kullanıldı. Sülün'lerin ortalama ağırlıkları 993 ± 152 gr, Şahin'lerin ortalama ağırlıkları ise 1543 ± 238 gr olarak ölçüldü. Çalışma prosedürü Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 13.05.2019 tarih ve 68489742-604.01.03-E.10681 sayılı izni ve Kastamonu Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (HADYEK/E-16498365-000-2300039015) yönergesine uygun olarak yürütüldü.

3.2. Bilgisayarlı Tomografi ile Görüntüleme

Kuşların bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Radyodiagnostik Ünitesi'nde bulunan GE (Yokogawa Medical Systems, Hinoshi Tokyo Japan, Helios 3-Gantry, 2281177-3 model) BT cihazı kullanılarak elde edildi. Kuşlar gantri içerisine “head first” olarak ventrodorsal pozisyonda yerleştirildi. 2mm kesit aralığı ve 512 x 512 piksel çözünürlükte çekilen görüntülerin BT cihazı parametreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 3.1.).

Tablo 3.1. BT cihazı parametreleri

Scan	mAs	kV	CTDIvol	DLP
Mode			(mGy)	(mGy*cm)
Surview	1	120	0.08	3.8
Hellical	249	80	4.67	245.7

3.3. Dokuların Hazırlanması

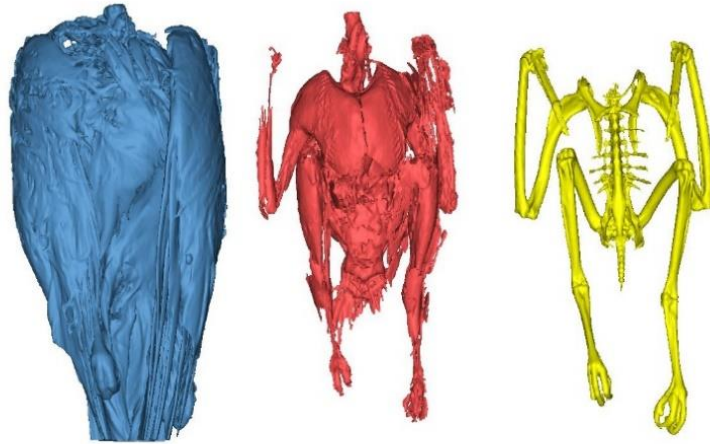
Kadavralarda, göğüs ve kanat bölgesindeki tüyler uzaklaştırıldıktan sonra, sırasıyla *patagium* ve *musculi membri thoracici* uygun diseksiyon yöntemleri ile bulgularının alınmasının ardından uzaklaştırıldı. Yumuşak dokular uzaklaştırıldıktan sonra *ossa cinguli membri thoracici* ve *ossa membri thoracici* her kuş için ayrı ayrı paketlenip numaralandırıldı, ardından uygun maserasyon yöntemi (kaynatma) ile temizlendi.

3.4. Dokuların İncelenmesi

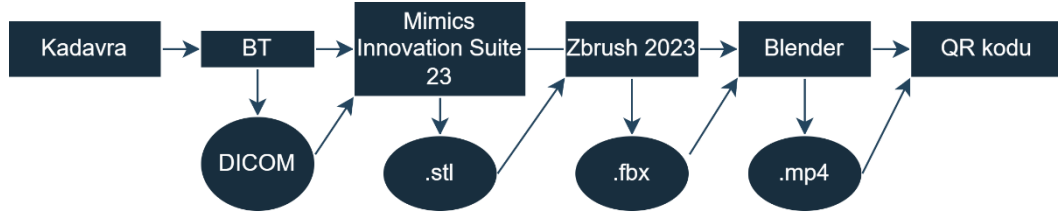
Sekizer adet dişi Sülün (*Phasianus colchicus*) ve Şahin (*Buteo buteo*) kadavrasına ait *patagium*, *musculi membri thoracici*, *ossa cinguli membri thoracici* ve *ossa membri thoracici* Kastamonu Üniversitesi Anatomi Anabilim Dalı Mikrodiseksiyon Laboratuvarı'nda rutin diseksiyon yöntemleri ile incelendi. Kadavralar uzun süre %10'luk formalin solüsyonu içerisinde beklediği için *patagium* ve *musculi membri thoracici*'ye ait morfometrik ölçümler alınamadı. Kemik dokularının ölçümleri ise “Insize 1112-150” dijital kumpas ile milimetre cinsinden yapıldı. İncelenen dokuların fotoğrafları “İpad pro (3. Nesil)” tablet ile çekilerek yine aynı tablette bulunan “Procreate 5.1.5” yazılımında düzenlendi.

3.5. Üç Boyutlu Dijital Modellerin ve Animasyonların Hazırlanması

Bilgisayarlı tomografi (BT) tetkikleri sonucunda elde edilen DICOM formatındaki görüntüler, üç boyutlu dijital modellerin oluşturulabilmesi için “Materialise Mimics Innovation Suite 23” yazılımına aktarıldı (Şekil 3.1.). Buradan elde edilen “.stl” formatındaki üç boyutlu dijital iskelet modelleri “Maxon Zbrush 2023” yazılımıyla, anatomik incelemelerde elde edilen bulgulara uygun olacak şekilde kas modellemelerin yapımında kullanıldı. Kemik ve kasların üç boyutlu dijital modelleri “.fbx” formatında “Blender 3.5.1” yazılımına aktarıldı ve kuşların uçuş karakteristiklerine uygun olacak şekilde uçuş animasyonları oluşturuldu. Oluşturulan üç boyutlu modellerin videoları “Nvidia GeForce Experience” yazılımı ile ekran görüntüleri alınarak kaydedildi ve “Youtube” sitesine yüklendi.



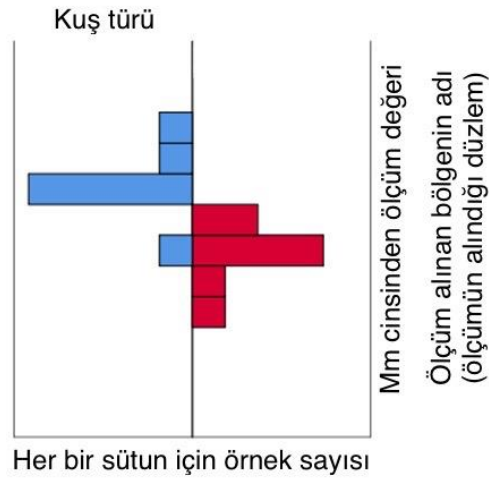
Şekil 3.1. “Materialise Mimics Innovation Suite 23” yazılımı ile DICOM görüntülerinden elde edilen üç boyutlu Sülün modelleri



Şekil 3.2. 3b modelleme ve animasyon süreci

3.6. Verilerin Analizi

Çalışmamıza ait kemiklerden elde edilen veriler “IBM SPSS Statistics v21.0” yazılımına aktarılarak önce iki kuş türünde ayrı ayrı tanımlayıcı istatistikler hesaplandı. Sonrasında ise özellikle kasların bağlandığı bölgelerin ölçümleri parametrik olmayan testlerden “Mann-Whitney U” testi kullanılarak karşılaştırıldı. Ortaya çıkan sonuçlar her karşılaştırma için ayrı grafikler halinde verildi. Grafikler üzerinde bulunan yazı ve sayıların anlamları aşağıdaki örnek grafikte verilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Karşılaştırmalı ölçüm sonuçlarına ait grafikler üzerindeki ifadelerin anlamları

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Ossa Membri Thoracici

4.1.1. Ossa cinguli membri thoracici

Çalışmamızda kullanılan kuş türlerinde, *ossa cinguli membri thoracici*'nin *os coracoideum*, *scapula*, *clavicula (furcula)* ve *sternum*'dan oluştuğu görüldü.

4.1.1.1. Os coracoideum

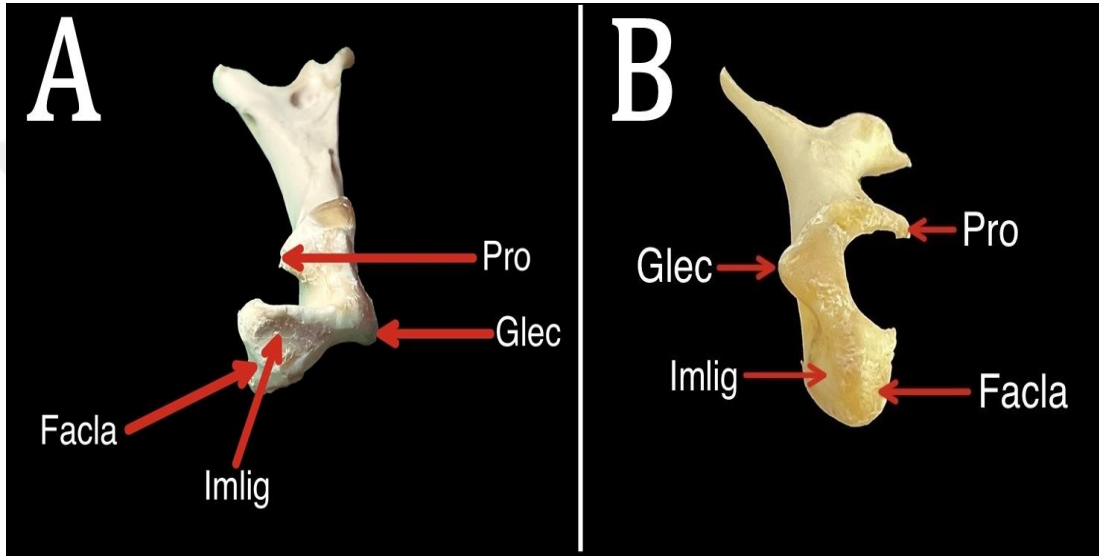
Os coracoideum'un iki kuş türünde de *ossa cinguli membri thoracici* arasında en güçlü olanıydı. Kemik *proximal*'den *distal*'e; *extremitas omalis coracoidei*, *corpus coracoidei* ve *extremitas sternalis coracoidei* olmak üzere üç kısımda incelendi. Sülün ve Şahin'de *os coracoideum*'a ait morfometrik ölçümler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Sülün ve Şahin'de *os coracoideum*'a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8)

	<i>Phasianus colchicus</i>	<i>Buteo buteo</i>
<i>Os coracoideum</i> (<i>Proximodistal</i>)	52,1200±2,80566	53,0300±2,47068
<i>Extremitas omalis coracoidei</i> (<i>Mediolateral</i>)	12,2760±0,66086	12,7380±0,57054
<i>Proc. acrocoracoideus</i> (<i>Mediolateral</i>)	8,0440±0,41065	6,5640±0,30542
<i>Proc. procoracoideus</i> (<i>Mediolateral</i>)	2,7900±0,15492	8,0140±0,37819
<i>Imp. ligamentum</i> <i>acrocoracohumerale</i> (<i>Mediolateral</i>)	6,3280±0,34076	10,5920±0,49373
<i>Extremitas sternalis coracoidei</i> (<i>Mediolateral</i>)	15,4900±0,83570	26,1580±1,21917

Canalis triosseus'un oluşumuna katılan *extremitas omalis coracoidei*'nin *proximal* ucundan *medial*'e doğru uzanan *proc. acrocoracoideus* ve bu çıkıntının *medial* ucundan *ventral*'e uzanan küçük bir kabartı olan *tuberculum brachiale* bulunmaktaydı. *Proc. acrocoracoideus*'un *proximal*'inde *medial*'e bakan eklem yüzü, *facies art. clavicularis* ve dorsal yüzünde *impressio lig. acrocoracohumerale* adı verilen yüzey tespit edildi. Şahin'de *impressio lig. acrocoracohumerale*, *lateral*'e

bakmaktaydı ve *proc. acrocoracoideus*'un *distal*'inde, *medial*'de *for. pneumaticum*'a rastlandı. İki kuş türünde de çıkıntının *ventral* yüzünde *tuberculum brachiale*'nin *medial*'inden başlayan *sulcus supracoracoideus* görüldü. *Extremitas omalis coracoidei*'nin *medial* kenarında *facies art. humeralis* ve *proc. glenoidalis coracoidei* tespit edildi. Daha *distal*'de ise *canalis triosseus*'un alt sınırının oluşumuna katılan ve kısa bir çıkıntı olarak, *proc. procoracoideus* gözlemlendi. Sülün'de *proc. procoracoideus*'un *distal*'inde bulunan *cotyla scapularis* adındaki eklem yüzü, Şahin'de çıkıntının *lateral*'inde görüldü (Şekil 4.1.).

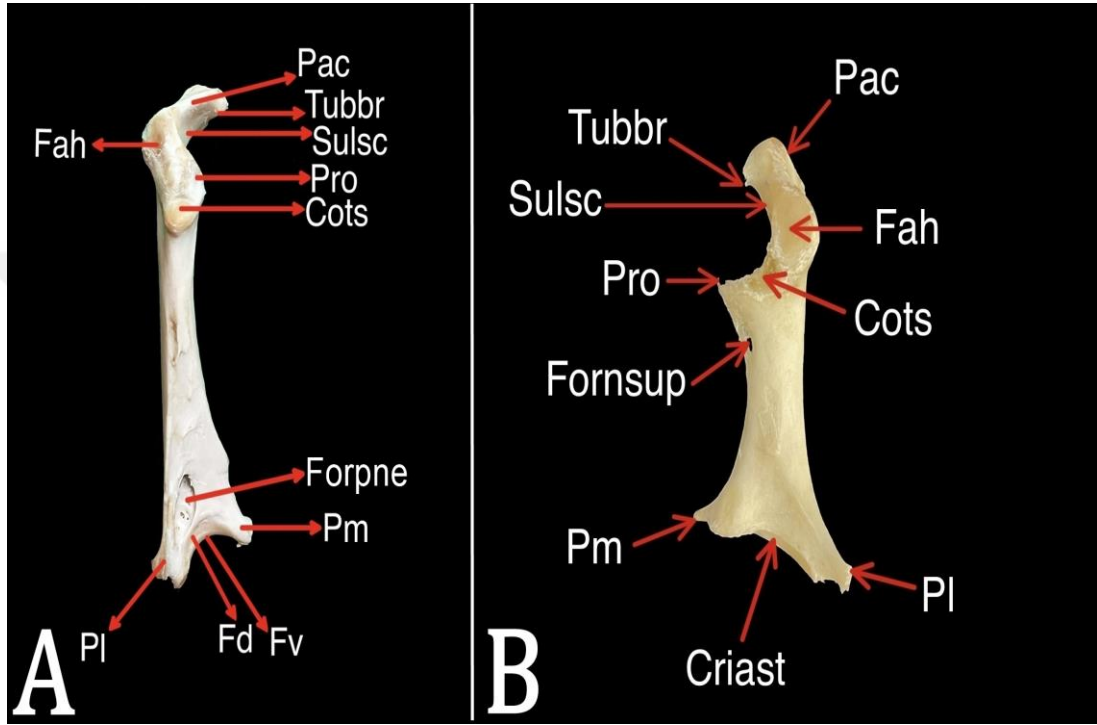


Şekil 4.1. (A) Sülün (Sol) ve (B) Şahin'de (Sağ) os coracoideum'un proximal'den görüntüsü: (Pro) *Proc. procoracoideus*; (Glec) *Proc. glenoidalis coracoidei*; (Imlig) *Imp. ligamentum acrocoracohumerale*; (Facla) *Facies art. claviculares*

Kemiğin gövde kısmı olan *corpus coracoidei*'nin *facies dorsalis*'inin pürüzlü olduğu ve yaklaşık olarak orta kesiminde bir kabartı bulunduğu tespit edildi. *Facies ventralis*'de ise proximal'de *margo lateralis*'e yakın başlayıp *distal*'de *margo medialis*'e doğru ilerleyen *linea intermuscularis* adındaki çizgi belirlendi. Şahin'de *proc. procoracoideus*'un *distal*'inde, *corpus coracoidei*'nin *margo medialis*'inde *foramen n. supracoracoidei* tespit edildi.

İki kuş türünde de kemiğin *sternum* ile eklem yapan kısmı olan *extremitas sternalis coracoidei*'nin *margo lateralis* ve *margo medialis*'inde sırasıyla *proc. lateralis* ve *proc. medialis* adı verilen iki çıkıntı gözlemlendi. Bahsedilen iki çıkıntı'nın ortasında ve kemiğin *facies dorsalis*'inde *impressio m. sternocoracoidei* adı verilen bir alan belirlendi. Sülün'de *impressio m. sternocoracoidei*'nin *lateral* kesiminde *for. pneumaticum* tespit edildi. *Proc. medialis*'in *medial* ucunda diğer os coracoideum ile

eklem yapacak olan *facies art. intercoracoidea* belirlendi. *Extremitas sternalis coracoidei*'in en *distal*'inde ise *sternum* ile eklem yapacak olan *crista art. sternalis*'in, *crista intermedia* tarafından *facies dorsalis* ve *facies ventralis* olmak üzere iki kısma ayrıldığı tespit edildi. Şahin'de ise iki *extremitas sternalis coracoidei*'nin *medial*'de birleşmediği ve *crista art. sternalis*'in tek parça halinde bulunduğu görüldü (Şekil 4.2.).



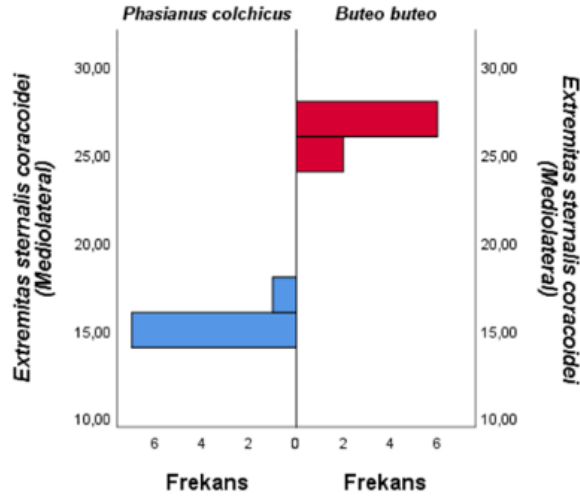
Şekil 4.2. (A) Sülün (Sol) ve (B) Şahin'de (Sağ) *os coracoideum*'un dorsal'den görüntüsü: (Pac) *Proc. acrocoracoideus*; (Tubbr) *Tuberculum brachiale*; (Sulsc) *Sulcus supracoracoideus*; (Pro) *Proc. procoracoideus*; (Cots) *Cotyla scapularis*; (Fah) *Proc. glenoidalis coracoidei* ve *facies art. humeralis*; (Forpne) *For. pneumaticum*; (Pl) *Proc. lateralis*; (Pm) *Proc. medialis*; (Fv) *Crista art. sternalis*'in *facies ventralis*'i; (Fd) *Crista art. sternalis*'in *facies dorsalis*'i; (Fornsup) *Foramen n. supracoracoidei*; (Criast) *Crista art. sternalis*

Çalışmamızda kullanılan iki kuş türünde de *os coracoideum*'un genel özellikleri ve *ossa cinguli membri thoracici* arasındaki en güçlü kemik olması önceki çalışmalar ile benzerlik göstermekteydi (Dursun, 2002; König et al., 2016). Holman (1964), *Galliformes*'de yaptığı çalışmada, *os coracoideum*'un *facies dorsalis*'inde ve *distal*'de büyük bir *for. pneumaticum* bulunması, *facies ventralis*'de bulunan *linea intermuscularis*'in *distal*'e sivri bir çıkıntı yapmaması ve *tuberculum brachiale*'nin belirgin olmamasını, *Phasianinae* için ayırt edici özellikler olarak belirtmiştir; çalışmamızda da Bayağı sülün (*Phasianus colchicus*)'de benzer bulgulara rastlanmıştır. *Extremitas sternalis coracoidei*'de bulunan *sulcus articularis coracoidei*

Sülün'de *facies ventralis* ve *facies dorsalis* olmak üzere iki kısma ayrılmaktaydı. Baumel (1993) de *Columba*, *Ardea* ve *Corvus* gibi farklı uçuş karakterlerine sahip kanatlılarda benzer bulguları ifade etmektedir.

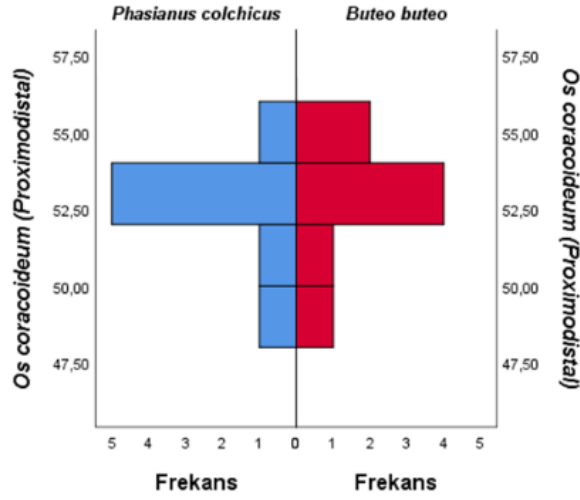
John vd. (2017), Kara çaylak (*Milvus migrans*) *os coracoideum*'unda, *proc. acrocoracoideus*'un *distal*'inde iyi gelişmiş bir *for. pneumaticum* bulunduğundan, *corpus coracoidei* üzerinde *foramen n. supracoracoidei* varlığından ve *cotyla scapularis*'in derin şekillendiğinden bahsetmiştir. Kara çaylak (*Milvus migrans*) ile aynı aile içerisinde bulunan Şahin'den elde edilen bulgular, John vd (2017) ile benzerlik göstermekteydi. Mayr (2021), *cotyla scapularis*'i derin şekillenen kuşlarda *furcula*'nın "U" şeklinde görüldüğünü, düz şekillenen kuşlarda ise özellikle *scapus clavicularae*'nin ince olduğu bildirmiştir. Sülün'ün *cotyla scapularis*'inin, Şahin'e göre daha yüzeysel olması ve *furcula* şekilleri karşılaştırıldığında elde edilen bulgular, Mayr (2021)'in bulguları ile örtüşmekteydi.

Süzülerek uçan kuşlarda *os coracoideum*'un *sternum* ile bağlantısının daha güçlü olduğu, ağırlık merkezini değiştirmek için *distal*'inin pneumatize olmadığı ve kemiğin daha uzun şekillendiği bildirilmiştir. Ayrıca sürekli kanat çırparak uçan türlerin *tuberculum brachiale*'lerinin belirgin olduğu ifade edilmektedir (Fisher, 1946). Şahin'de kemiğin *distal*'inde *for. pneumaticum*'un bulunmaması, *extremitas sternalis coracoidei*'nin geniş şekillenmesi (Şekil 4.3.) ve Sülün'de *tuberculum brachiale*'nin daha belirgin görülmesi Fisher (1946)'ın bulguları ile örtüşmektedir.



Şekil 4.3. *Extremitas sternalis coracoidei*'nin mediolateral ölçümünün karşılaştırması

Ancak *os coracoideum*'un uzunluğu karşılaştırıldığında sürekli kanat çırparak uçan Sülün ile süzülerek uçan Şahin arasında anlamlı fark çıkmaması Fisher (1946)'ın bulguları ile ters düşmektedir (Şekil 4.4.). Süzülerek uçan Şahin'in kanadını kaldırması sırasında ihtiyaç duyduğu kas kuvveti, sürekli kanat çırpın Sülün'e göre çok daha az olacaktır. Kanadın kaldırılmasını sağlayan *m. supracoracoideus* ve *m. subcoracoideus* gibi kasların bağlandığı *os coracoideum*'un, Sülün'de daha uzun şekillenmesinin bu kasların tutunma alanlarını arttırmak için bir adaptasyon olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.4. *Os coracoideum*'un *proximodistal* ölçümünün karşılaştırması

4.1.1.2. Scapula

İki kuş türünde de *scapula*'nın, gövdenin *lateral* kısmına bitişik şekilde ve *os coracoideum*'un *caudal*'inde bulunduğu tespit edildi. *Scapula*, *cranial*'den *caudal*'e sırasıyla *extremitas cranialis scapulae*, *collum scapulae*, *corpus scapulae* ve *extremitas caudalis scapulae* olmak üzere dört kısımda incelendi. Sülün ve Şahin'de *scapula*'ya ait morfometrik ölçümler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.2.).

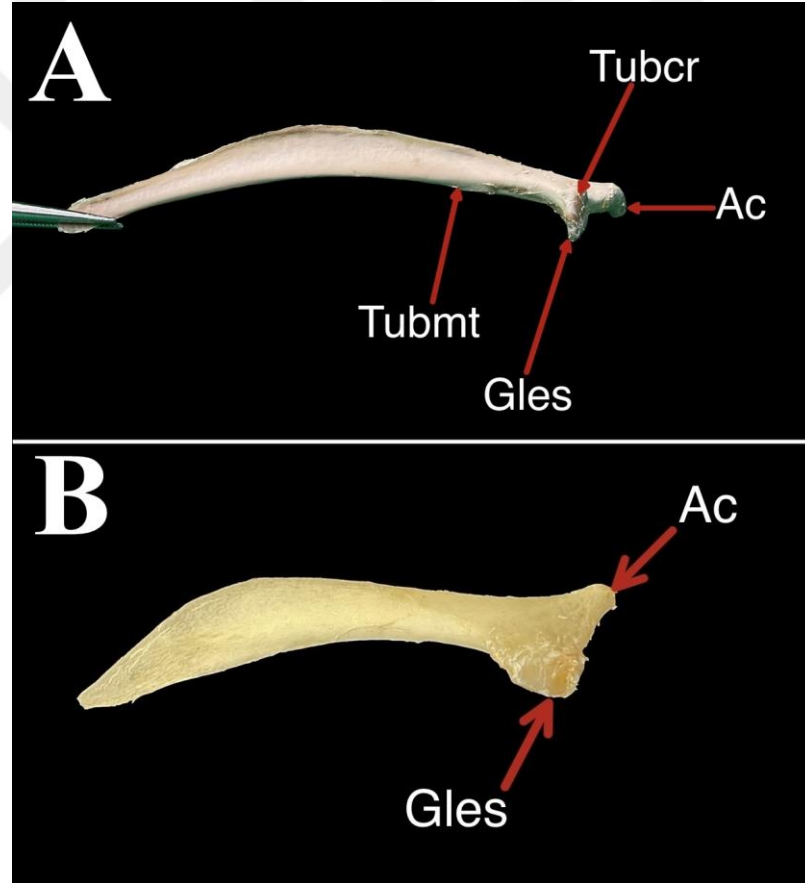
Tablo 4.2. Sülün ve Şahin'de *scapula*'ya ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8)

	<i>Phasianus colchicus</i>	<i>Buteo buteo</i>
<i>Scapula (Craniocaudal)</i>	78,8500±4,23781	69,3120±3,24270
<i>Collum scapulae (Mediolateral)</i>	3,4020±0,18512	3,9980±0,18033
<i>Collum scapulae (Ventrodorsal)</i>	5,1060±0,27392	7,8480±0,34332

Kemiğin omuz ekleminin yapısına katılan kısmı olan *extremitas cranialis scapulae* üzerinde *dorsal*'de *acromion* isimli çıkıntı tespit edildi. *Acromion*'un *medial* yüzünde *clavicula* ile eklem yapan *facies art. clavicularis* gözlemlendi. Şahin'de *acromion*'un *mediodistal*'inde, Sülün'de ise *acromion*'un *dorsal*'inde for.

pneumaticum'a rastlandı. İki kuş türünde de *acromion*'un *caudal*'inde ve *extremitas cranialis scapulae*'nin *ventrolateral*'inde, üzerinde *facies art. humeralis*'i bulunduran *proc. glenoidalis scapulae* adı verilen geniş bir çıkıntı belirlendi. Sülün'de *proc. glenoidalis scapulae*'nin *medial*'inde *os coracoideum*'un *cotyla scapularis*'i ile eklem yapacak olan *tuberculum coracoideum* adı verilen bir kabartı tespit edildi.

Kemiğin gövde kısmı olan *corpus scapulae*, iki kuş türünde de *dorsal*'e doğru kavisli, uzun ve kılıç benzeri bir görünüme sahipti. Sülün'de *corpus sterni*'nin *margo ventralis*'inden, *margo dorsalis*'ine doğru gidildikçe kemiğin incelendiği gözlemlendi. *Margo ventralis*'in *proximal*'inde oldukça küçük bir *tuberculum m. scapulotricipitis* belirlendi. Şahin'de ise *corpus sterni*'nin *dorsoventral* olarak daha geniş şekillendiği ve *caudal*'e gidildikçe kemiğin *mediolateral* incelendiği tespit edildi (Şekil 4.5.).

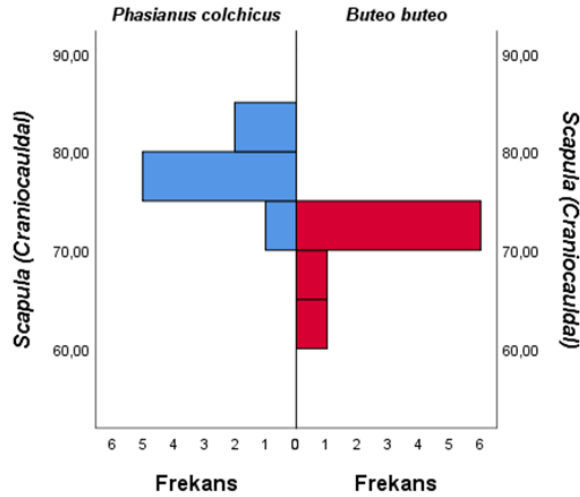


Şekil 4.5. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin'de (Sağ) *scapula*'nın *lateral*'den görüntüsü: (Ac) *Acromion*; (Tubcr) *Tuberculum coracoideum*; (Gles) *Proc. glenoidalis scapulae*; (Tubmt) *Tuberculum m. scapulotricipitis*

Sülün ve Şahin'de *scapula*, kuş türlerinin genelinde bahsedilene (Baumel, 1993; Dursun, 2002; König et al., 2016) benzer olarak kılıç şeklinde görüldü. *Phasianinae*'de *for. pneumaticum*'un *acromion* ile *proc. glenoidalis scapulae* arasında

bulunduğu ve *scapula*'nın kısa, geniş şekillendiği ifade edilmektedir (Holman, 1964). Ancak Sülün'de, Holman (1964)'ın ifade ettiğinden farklı olarak *scapula*'nın ince ve uzun, *for. pneumaticum*'un ise *acromion*'un *dorsal*'inde bulunduğu gözlemlendi. Şahin *scapula*'sına ait bulgular ise Fisher (1946)'ın *Buteo* ve John vd. (2017)'un Kara çaylak (*Milvus migrans*)'daki bulguları ile benzerlik göstermekteydi.

Alam El-Din (1993) kuş türlerinde uçuş yeteneği geliştikçe *scapula*'nın kısaldığından, Fisher (1946) ise sürekli kanat çırpın kuşlarda, *humerus*'u geri çeken kasların bağlanma yeri olduğu için *scapulae*'nin daha uzun şekillendiğinden bahsetmiştir. Çalışmamızda, sürekli kanat çırparak uçan ve uçuş yeteneği Şahin'e göre kısıtlı olan Sülün'de *scapula*'nın uzun şekillenmesi, Alam El-Din (1993) ve Fisher (1946)'ın bulguları ile benzemektedir (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. *Scapula*'nın *craniocaudal* ölçümünün karşılaştırması

4.1.1.3. Clavicula (Furcula)

Ossa cinguli membri thoracici'nin en *cranial*'inde bulunan *clavicula*'nın Sülün'de "V" şeklinde olduğu, Şahin'de ise geniş bir "U" şeklinde olduğu gözlemlendi. Sülün ve Şahin'de *furcula*'ya ait morfolometrik ölçümler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.3.).

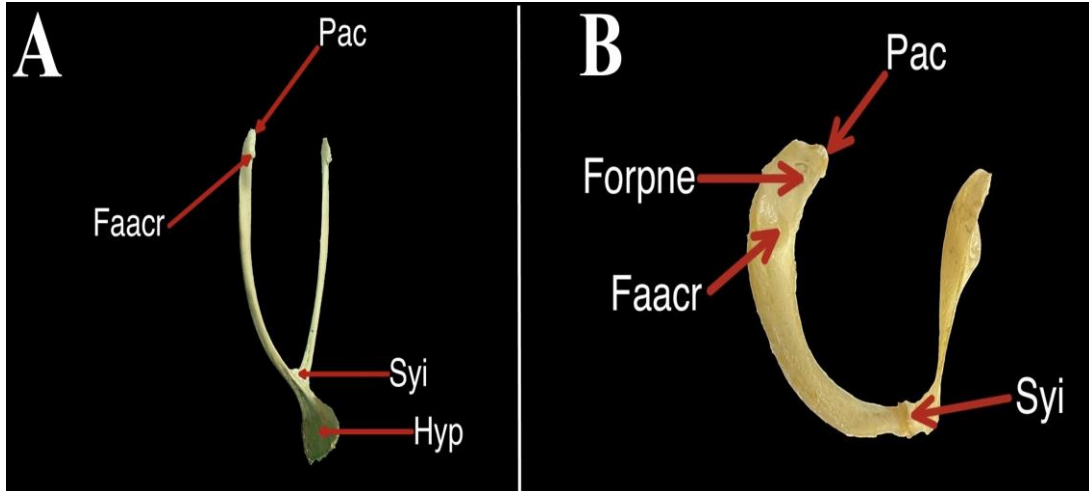
Tablo 4.3. Sülün ve Şahin’de *furcula*’ya ait morфометrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8)

	<i>Phasianus colchicus</i>	<i>Buteo buteo</i>
<i>Extremitas omalis claviculae</i> (Proximodistal)	5,4440±0,28041	12,2820±0,56238
<i>Hypocleideum</i> (Craniocaudal)	14,6360±0,77896	-
<i>Hypocleideum</i> (Proximodistal)	13,6380±0,73734	-

Clavicula; *extremitas omalis clavicula*, *scapus (corpus) clavicula* ve *extremitas sternalis clavicula* olmak üzere üç kısımda incelendi.

Canalis triosseus’u *medial*’den sınırlandıran *extremitas omalis clavicula*’nın *scapus clavicula* ile birleştiği bölgenin *lateral*’inde *facies art. acrocoracoidea* adı verilen eklem yüzü görüldü. Bu bölgenin *proximal*’inde *proc. acromialis claviculae* tespit edildi. Şahin’de *proc. acromialis claviculae*’nın *distal*’inde, *lateral* yüzde geniş bir *for. pneumaticum*’a rastlandı.

İki kuş türünde de *extremitas sternalis claviculae*’da iki kemiğin birleşerek *furcula*’yı oluşturduğu belirlendi. Sülün’de bu bölgeden *ventrocaudal*’e ilerleyen, üçgene benzer bir çıkıntı olarak *apophysis furcula* (*hypocleideum*) tespit edildi (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. (A) Sülün ve (B) Şahin’de *furcula*’nın *caudolateral*’den görüntüsü: (Pac) *Proc. acromialis claviculae*; (Faacr) *Facies art. acrocoracoidea*; (Syi) *Synostosis interclavicularis*; (Hyp) *Apophysis furcula* (*hypocleideum*); (Forpne) *For. pneumaticum*

Indu vd. (2012) yaptığı çalışmada, Tavus kuşu (*Pavo cristatus*) *furcula*’sının “V” şeklinde görüldüğünü, *facies art. acrocoracoidea*’nın *caudal*’e yöneldiğini ve iki *clavicula*’nın birleşim yerinde *hypocleideum* bulunduğunu bildirmiştir. Bayağı sülün

(*Phaisanus colchicus*) *furcula*'sından elde edilen bulguların, aynı aile içerisinde yer alan Tavus kuşu (*Pavo cristatus*) ile benzerlik gösterdiği görüldü. Çalışmamızda, Şahin *furcula*'sı incelendiğinde ise Fisher (1946)'ın *Buteo*'daki bulgularına paralel olarak, *facies art. coracoidea*'nın iyi geliştiği, *synostosis interclavicularis*'in dar ve keskin şekillendiği ayrıca kemiğin *ventral* kısmının *caudal* yöndeki eğiminin fazla olduğu belirlendi.

Nickel vd. (1977) kanat çırpma sırasında *furcula*'nın bir yay gibi görev yaparak, omuz eklemleri arasındaki mesafenin korunmasını sağladığını ifade etmektedir. Hui (2002) ise süzülerek uçan kuş türlerinde kanadı sürekli olarak gergin tutmak gerektiği için, *furcula*'ya uygulanan kuvvetin yüksek olduğunu belirtmiştir. Kanat açıklığı geniş olan ve süzülerek uçan Şahin'de, *furcula* ile *os coracoideum*'u birbirine bağlayan *facies art. acrocoracoidea*'nın Sülün'e göre gelişmiş olması, Hui (2002)'nin bulguları ile örtüşmektedir.

Leş ile beslenen *Cathartidae*'de, tek seferde daha fazla besin tüketme ihtiyacı ile doğru orantılı olarak *ingluves*'in geniş bir yer kaplaması, *furcula*'nın *ventral* kısmının *cranial* yönde eğimli olması ile ilişkilendirilmiştir. *Buteo* gibi avını başka bir yere taşıdıktan sonra, daha güvenli ve sık sık beslenebilen türlerde ise *ingluves*'in fazla yer kaplamadığı, buna bağlı olarak da *furcula*'nın *caudal* yöne eğiminin fazla olduğu ifade edilmektedir (Fisher, 1946). Fisher (1946)'ın ifade ettiğine benzer olarak, tane yemlerle beslenen Sülün'de daha geniş bir *ingluves*'e ihtiyaç duyulduğundan *furcula*'nın *caudal* yönlü eğiminin, Şahin kadar belirgin olmadığı gözlemlendi.

Gutzwiller (2010), göç eden kuşların hava keselerinin gelişmiş şekillendiğini, Fisher (1946) ise süzülerek uçan kuşlarda *furcula*'nın daha iyi pneumatize olduğunu belirtmişlerdir. Göç eden bir kuş türü olan Şahin'de *furcula* üzerinde *for. pneumaticum*'un varlığı, Sülün'de ise bulunmaması Gutzwiller (2010) ve Fisher (1946)'ın bulguları ile örtüşmektedir.

Hui (2002), kanatlarını su altında fonksiyonel olarak kullanabilen kuşlarda *furcula*'nın dar bir "V" şeklinde, süzülme ve sürekli kanat çırparak uçan kuşlarda ise "U" şeklinde görüldüğünü ifade etmektedir. Karasal lokomasyon gerçekleştiren bir tür olan Sülün, sürekli kanat çırparak ve kısa süreli uçuşla lokasyonunu değiştirir. Vücut ağırlığının da nispeten fazla olması, uçuş esnasında tıpkı su direncine karşı kanatlarını kullanan kuşlarda olduğu gibi, kanat kaslarının gelişmiş olmasını gerektirir. Buna bağlı olarak, Sülün'de "U" şeklinde olması beklenen *furcula* "V" şeklinde gözlenmiştir.

Süzülerek uçan Şahin’de ise *furcula*, Hui (2002)’nin önermelerine benzer olarak “U” şeklinde görülmüştür.

4.1.1.4. Sternum

Gövdenin en *ventral*’inde bulunan *sternum*; *corpus sterni*, *rostrum sterni* ve *carina sterni* olmak üzere üç kısımda incelendi. Sülün ve Şahin’de *sternum*’a ait morfometrik ölçümler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Sülün ve Şahin’de *sternum*’a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8)

	<i>Phasianus colchicus</i>	<i>Buteo buteo</i>
<i>Corpus sterni (Craniocaudal)</i>	19,9680±1,07383	67,5780±3,14691
<i>Corpus sterni (Bilateral)</i>	25,3460±1,36515	47,7620±2,20552
<i>Corpus sterni (Bilateral)</i>	25,3460±1,36515	47,7620±2,20552
<i>Proc. caudolateralis (Craniocaudal)</i>	12,5800±1,39841	9,1000±0,42609
<i>Trabecula medialis (Craniocaudal)</i>	86,0120±4,63096	-
<i>Trabecula intermedia (Craniocaudal)</i>	58,7420±3,16725	-
<i>Trabecula lateralis (Ventrodorsal)</i>	25,4060±1,36515	-
<i>Trabecula lateralis üzerindeki çıkıntı (Craniocaudal)</i>	9,7400±0,51894	-
<i>Spina communis rostri (Craniocaudal)</i>	16,7320±0,90353	-
<i>For. rostri (Çap)</i>	4,1380±0,22354	-
<i>Labrum externum (Mediolateral)</i>	13,5540±0,72951	19,4140±0,91740
<i>Labrum internum (Mediolateral)</i>	10,6780±0,57386	-
<i>Proc. cranio-lateralis (Ventrodorsal)</i>	15,7400±0,84744	11,2200±0,52350
<i>Carina sterni (Craniocaudal)</i>	101,3820±5,46742	61,3020±2,85860
<i>Carina sterni (Ventrodorsal)</i>	42,3880±2,28708	31,8700±1,49586
<i>Fenestra lateralis (Çap)</i>	-	4,3880±0,20315

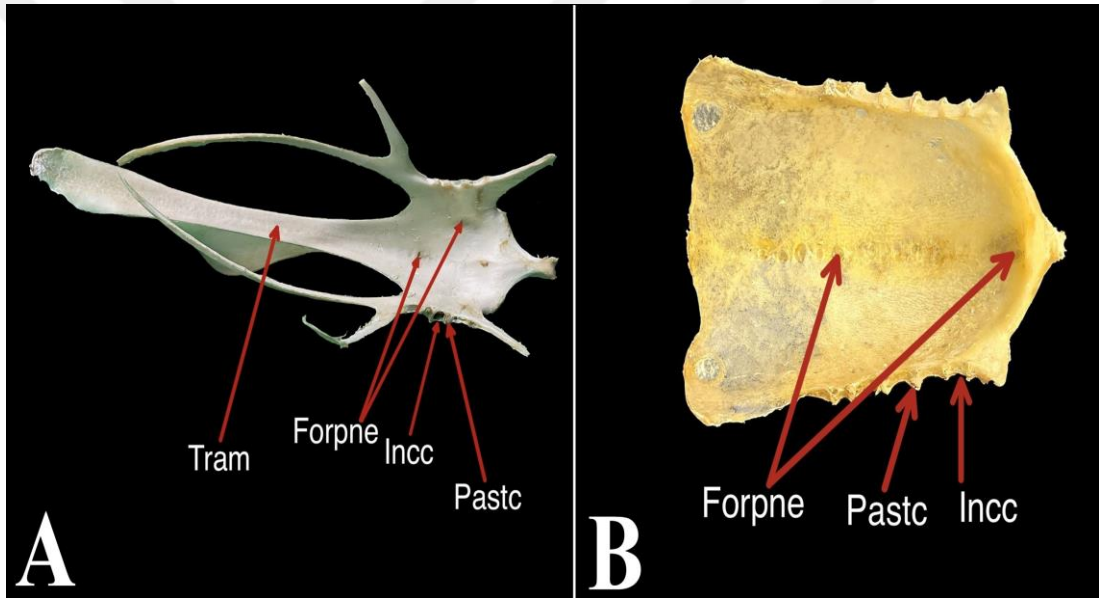
Tablo 4.4. (devamı)

Spina externa rostri
(Craniocaudal)

-

4,5640±0,20852

Kemiğin gövde kısmı olan *corpus sterni*'nin Sülün'de kısa, Şahin'de ise uzun şekillendiği gözlemlendi. *Corpus sterni*; *margo lateralis*, *margo cranialis*, *margo caudalis*, *facies visceralis sterni* ve *facies muscularis sterni* olmak üzere beş kısımda incelendi. *Margo costalis (lateralis)*'i üzerinde *costae completae verae*'ların bağlandığı *inc. costalis* adı verilen çentik ve bu çentiklerin arasında bulunan *proc. articularis sternocostalis*'ler tespit edildi. Bazı *inc. costalis*'lerin tabanında *for. pneumaticum* göze çarpmaktaydı (Şekil 4.8.).

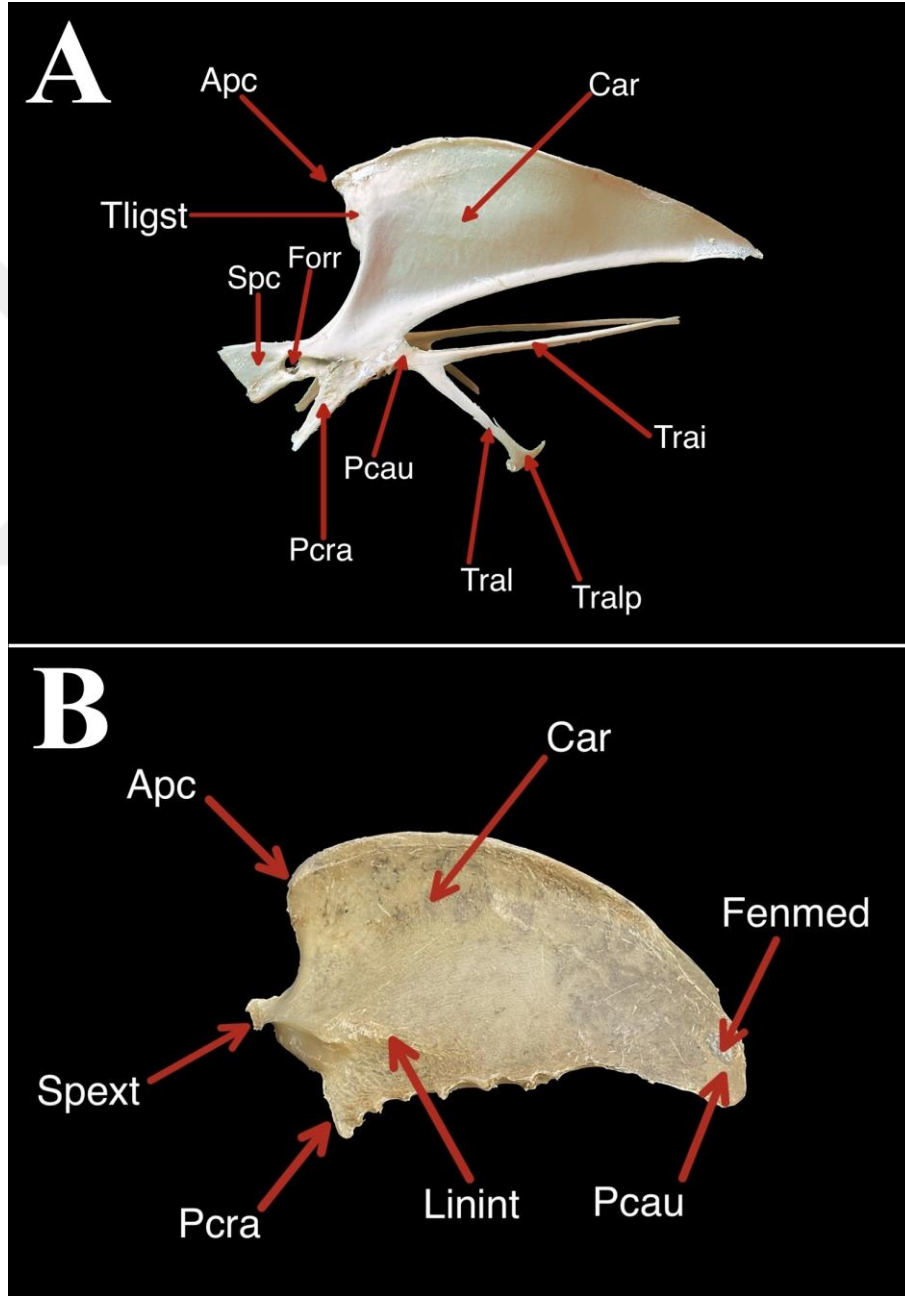


Şekil 4.8. (A) Sülün ve (B) Şahin'de *sternum*'un dorsal'den görüntüsü: (Incc) *Inc. costalis* ve *for. pneumaticum*; (Tram) *Trabecula medialis*; (Forpne) *For. pneumaticum*; (Past) *Processus art. sternocostalis*

Sülün'de *facies visceralis sterni*'nin medial hattı üzerinde caudal'de bir adet ve lateral'de *proc. craniolateralis*'lerin tabanında iki adet *for. pneumaticum* tespit edildi. Şahin'de ise *sulcus medianus sterni* boyunca, *proc. craniolateralis*'lerin tabanında ve cranial uçta çeşitli sayılarda *for. pneumaticum* ve *pori pneumatici*'ye rastlandı

Sülün'de *corpus sterni*'nin caudal kenarı olan *margo caudalis*'de *proc. caudolateralis*'den köken alan *trabecula lateralis* ve *trabecula intermedia* adı verilen uzun, ince iki adet çıkıntı bulunmaktaydı. *Trabecula intermedia*, caudal'e doğru aynı kalınlıkta devam edip sonlanırken, *trabecula lateralis*'in caudal ucunda kanca benzeri

bir çıkıntı ile sonlandığı belirlendi. İki *trabecula* arasında *inc. lateralis*, *caudal*'e doğru genişlemekteydi. *Margo caudalis*'in tam ortasından *caudal* yönlü uzun bir çıkıntı olan *trabecula medialis*'in diğer *trabecula*'lara göre daha kalın olduğu ve *trabecula intermedia* ile arasında *inc. medialis*'in bulunduğu gözlemlendi. Şahin'de ise *margo caudalis*'in *caudolateral*'inde kısa bir çıkıntı olarak şekillenen *proc. caudolateralis*'in *caudal* ucunun medial'de *corpus sterni* ile birleşerek *fenestra medialis*'i oluşturduğu belirlendi (Şekil 4.9.).



Şekil 4.9. (A) Sülün ve (B) Şahin'de *sternum*'un *lateral*'den görüntüsü: (Trai) *Trabecula intermedia*; (Tral) *Trabecula lateralis*; (Tralp) *Trabecula lateralis* üzerindeki çıkıntı; (Pcra) *Proc. cranio-lateralis*; (Pcau) *Proc. caudolateralis*; (Car) *Carina sterni*; (Spc) *Spina communis*;

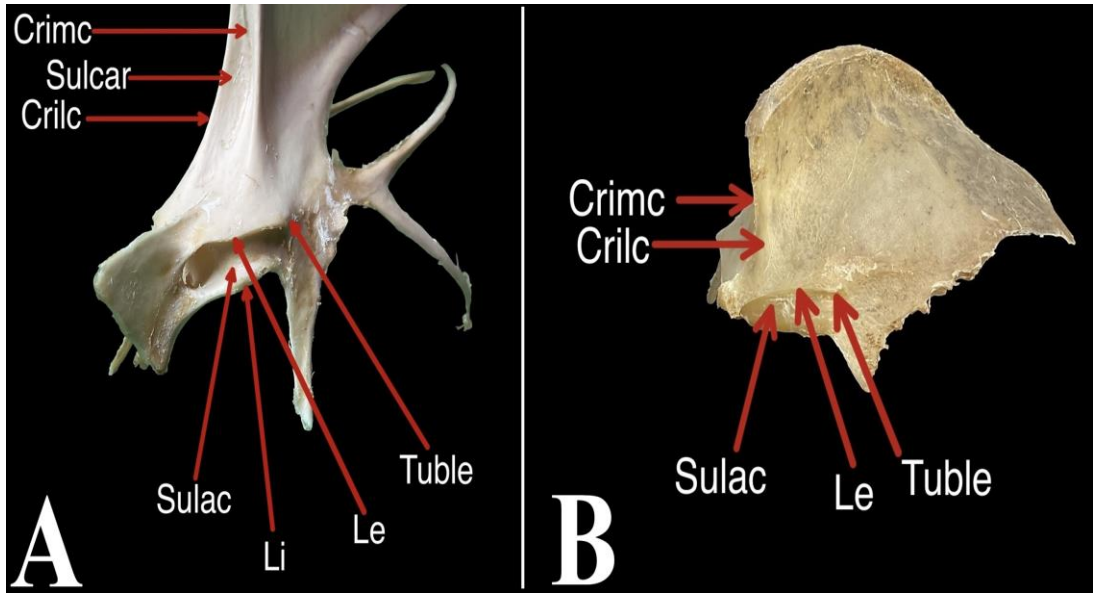
(Forr) *For. rostri*; (Tligst) *Tuberositas lig. sternoclavicularis*; (Apc) *Apex carinae*; (Linint) *Linea intermuscularis*; (Fenmed) *Fenestra medialis*; (Spext) *Spina externa rostri*

Cranial kenar olan *margo cranialis* ile *margo lateralis*'in sınırında, iki kuş türünde de bulunan *proc. craniolateralis, dorsolateral*'e doğru uzanan sivri bir çıkıntı olarak gözlemlendi. Sülün'de *margo cranialis*'in *medial*'inde *spina externa rostri* ve *spina interna rostri*'nin birleşerek *spina communis*'i oluşturduğu görüldü. Ortasında *for. rostri*'yi bulunduran *spina communis*'in *dorsoventral*'den geniş ve *bilateral*'den ince bir çıkıntı olduğu tespit edildi. *Spina interna rostri*'in *dorsal* ucunun çatallı olduğu ve *margo cranialis*'den başlangıç aldığı yerin tabanında bir *for. pneumaticum* bulundurduğu belirlendi. Şahin'de *spina interna rostri*'nin bulunmadığı tespit edildi.

Sülün'de *os coracoideum* için eklem yüzü olan *sulcus art. coracoideus*'un *dorsal*'inde *labrum internum* ve *ventral*'inde *labrum externum* adı verilen iki keskin kenar tespit edildi. İki *sulcus art. coracoideus*'un *for. rostri* aracılığı ile bağlantılı olduğu belirlendi. Şahin'de ise *labrum internum*'un şekillenmediği görüldü. İki kuş türünde de *labrum externum* üzerinde *lateral*'de küçük bir kabartı olan *tuberculum labri externi* belirlendi.

Sülün'de *facies muscularis sterni*'nin *cranial*'inden başlayan *carina sterni*, *trabecula medialis*'in *caudal* ucuna kadar uzanmaktaydı. *Carina sterni*'nin *cranial* kenarı olan *margo cranialis carinae*'nın ortası düzeyinde *tuberositas lig. sternoclavicularis* adı verilen bir kabartı tespit edildi. Şahin'de başlangıç noktası aynı olan *carina sterni*'nin, *corpus sterni*'nin *margo caudalis*'ine kadar uzanmayarak *planum postcarinale* adı verilen alanı oluşturduğu belirlendi.

İki kuş türünde de *carina sterni*'nin *cranial* kenarı olan *margo cranialis carinae* üzerinde, aralarında *medial* düzlemde *ventrodorsal* olarak uzanan *crista mediana carinae*'yi bulunduran, *crista lateralis carinae*'lar tespit edildi. *Crista lateralis carinae* ve *crista mediana carinae* arasında *sulcus carinae* adı verilen çukurluk bulunmaktaydı *Margo cranialis carinae* ile *margo ventralis carinae*'nin birleşim yerinde *cranial*'e doğru nihayetlenen *apex carinae* gözlemlendi. Şahin'de *labrum externum*'un *caudal* kenarından *caudodorsal*'e ilerleyen bir çizgi olarak *linea intermuscularis* tespit edildi (Şekil 4.10.).



Şekil 4.10. (A) Sülün ve (B) Şahin’de *sternum*’un *cranio-lateral*’den görüntüsü: (Sulac) *Sulcus art. coracoideus*; (Li) *Labrum internum*; (Le) *Labrum externum*; (Tuble) *Tuberculum labri externi*; (Crilc) *Crista lateralis carinae*; (Crimc) *Crista mediana carinae*; (Sulcar) *Sulcus carinae*

Sülün’de *sternum*’un genel özellikleri, Holman (1964)’ın *Phasianidae*’de ve König vd. (2016)’ın Tavuk (*Gallus domesticus*)’da belirttiği bulgular ile benzerdi. Ancak Holman (1964) ve König vd. (2016)’den farklı olarak Sülün’de, *spina communis rostri*’nin *corpus sterni* ile birleştiği yerin orta noktasında, *corpus sterni*’ye doğru açılan büyük bir *for. pneumaticum* bulunmaktaydı. Heimerdinger ve Ames (1967), *Passeriformes*’de yaptığı çalışmada benzer türler, hatta bireyler arasında farklar görüldüğünü bildirerek, *margo caudalis sterni*’yi altı temel sınıfa ayırmıştır:

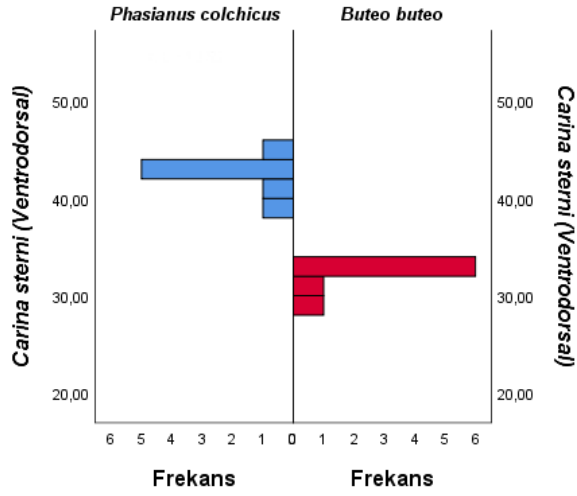
- Tip 1: *Fenestra* veya *incisura*’sı bulunmayan.
- Tip 2: İki adet *fenestra lateralis*’i bulunan.
- Tip 3: İki adet *incisura lateralis*’i bulunan.
- Tip 4: *Incisura lateralis*’i ve küçük *fenestra medialis*’i veya her iki tarafta da *fenestra*’sı bulunan.
- Tip 5: İki adet *incisura lateralis*’i ve iki adet büyük *fenestra medialis*’i bulunan.
- Tip 6: İki adet *incisura lateralis*’i ve iki adet *incisura medialis*’i bulunan.

Sülün’de *margo caudalis sterni*, Heimerdinger ve Ames (1967)’e göre, iki adet büyük *incisura lateralis* ve *incisura medialis* bulundurduğu için tip 6 olarak sınıflandırılır.

Şahin *sternum*'unun genel özellikleri, Fisher (1946)'ın *Buteo*'da belirttiği bulguları ile benzerlik göstermekteydi. Bıtoiu (2011)'nin Şahin'de belirttiği gibi *margo cranialis sterni*'de *spina interna rostri*'nin bulunmadığı görüldü. Baumel (1993), *sulcus articularis coracoideus*'u *dorsal*'de sınırlandıran bir kemik kalınlaşması olarak *labrum internum*'dan bahsetmiştir. Ancak çalışmamızda Şahin'de *labrum internum*'a rastlanmamıştır. Şahin'de *margo caudalis sterni*, Heimerdinger ve Ames (1967)'e göre tip 2 olarak sınıflandırılır.

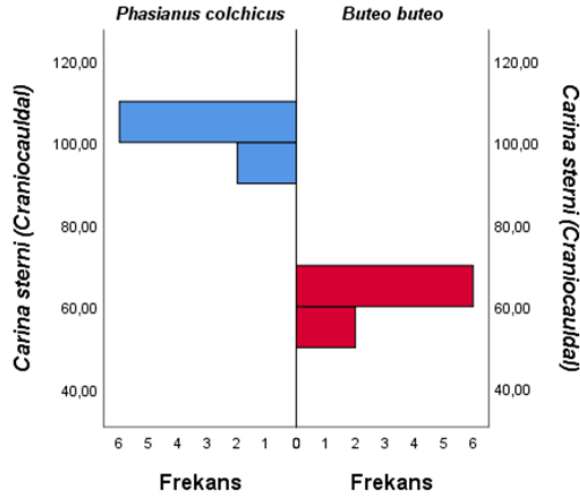
Uçuş karakteristiği “*burst flight*” olan kuşlarda *sternum*'un vücuda oranla daha uzun, *proc. craniolateralis*'in dar, *trabecula*'ların uzun şekillendiği, kemiğin üzerinde derin *incisura*'ların bulunduğu, *carina sterni*'nin ise dik açı ile *ventral*'e uzandığı ve uzun şekillendiği bildirilmiştir. Uçuş karakteristiği “*soaring*” olanlarda ise, *sternum* vücuda oranla daha kısa, *proc. craniolateralis* daha az sivri, *carina sterni*'nin *cranial* yönde eğimli olduğu ve daha yuvarlağımsı şekillendiği belirtilmiştir (Lowi-Merri, 2021). Çalışmamızda, “*burst flight*” uçuş karakteristiğine sahip Sülün ve “*soaring*” uçuş karakteristiğine sahip Şahin *sternum*'ları, Lowi-Merri vd. (2021)'nin bildirdikleri ile uyumluydu.

Özkan (1996), *carina sterni* yüksekliğinin uçuş yeteneği ile doğru orantılı olduğunu ifade etmektedir. Ancak çalışmamızda *carina sterni*'nin *ventrodorsal* (Şekil 4.11.) uzunluğu, Sülün'de Şahin'e göre daha fazla bulundu. Bu durum, Düzler vd. (2006)'in ifade ettiği gibi *carina sterni* yüksekliğinin, uçma kabiliyeti ile ilişkilendirilemeyeceğini göstermektedir.



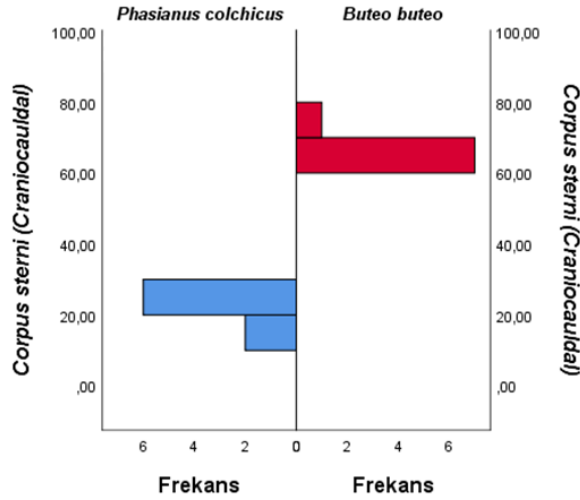
Şekil 4.11. *Carina sterna*'nin ventrodorsal ölçümünün karşılaştırması

Carina sterna'nin *craniocaudal* uzunluğu Sülün'de belirgin olarak uzun gözlendi (Şekil 4.12.) Uçuş karakteristiği “soaring” olan kuşlarda, kanat yukarı kaldırılırken hava akımlarından yararlanıldığı ve bu hareket sırasında fazla güce ihtiyaç duyulmadığı ifade edilmektedir (Lowi-Merri et al., 2021). Kanadı kaldıran kaslardan en büyüğü olan *m. supracoracoideus*'un, fonksiyonel bir gereklilik olarak Sülün'de büyük şekillenmesi ve *carina sterna* boyunca *craniocaudal* yönlü uzanması, Şahin'de ise küçük şekillenmesi ve *carina sterna*'ye tutunmaması Lowi-Merri vd. (2021)'nin ifadesi ile örtüşmektedir.



Şekil 4.12. *Carina sterna*'nin craniocaudal ölçümünün karşılaştırması

Farklı lokomasyon karakteristiklerinin, *margo caudalis sterna*'de büyük değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir (Raikow, 1985; Lowi-Merri et al., 2021; Lindsay, 1885). Martı gibi uçma yeteneği güçlü olan kuşlarda uzun, kalın bir *sternum* ve kısa *trabecula* bulunurken, uçma yeteneği gelişmemiş kuşlarda (*Tinamidae*, *Galliform*) kısa bir *sternum* ile *abdominal* kasların bağlanabilmesi için uzun ince *trabecula*'ların varlığından bahsedilmiştir (Lindsay, 1885). Bu genelleme ötücü kuşlar için de geçerlidir (Heimerdinger and Ames, 1967). Sülün'de *sternum*'un kısa, *trabecula*'ların uzun olması, Şahin'de ise *sternum*'un uzun olması ve *trabecula*'ların bulunmaması Lindsay (1885)'in bulguları ile örtüşmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. *Corpus sterni*'nin *craniocaudal* ölçümünün karşılaştırması

4.1.2. *Ossa membri thoracici*

Her iki kuş türünde de *ossa membri thoracici*, *proximal*'den *distal*'e; *humerus*, *ulna*, *radius*, *ossa carpi*, *carpometacarpus* ve *ossa digitorum manus*'dan oluşmaktaydı. Bu kemiklere ek olarak, Şahin'de omuz bölgesinin *cranial*'inde os *humeroscapulare* adı verilen küçük bir susam kemiği belirlendi.

İki kuş türünde de *lig. propatagiale*'nin sonlanma noktası yakınında ve bu ligamentin içerisinde bulunan os *prominens* tespit edildi. Yırtıcı kuş türlerinde os *prominens*'in varlığından bahsedilmesine rağmen (Baumel, 1993; Smith et al., 1993; Vander Berge and Storer, 1995; Mayr, 2014), *Phasianidae*'de bu kemiği tanımlayan bir çalışmaya rastlanmadı. Jeffries (1882), os *prominens*'in görevlerini; *lig. propatagiale*'nin bilek eklemi ile sürtünmesini azaltmak, *phalanx digiti alulae*'nın abduksiyon kuvvetini ve kanadın destek gücünü az miktarda da olsa arttırmak olarak tanımlamıştır. Sülün'ün kanat açıklığının dar olması ve uçuş sırasında ani kaldırma kuvvetine ihtiyaç duyması, avcı kuşları inceleyen Jeffries (1882)'in kemiğin fonksiyonuna ilişkin hipotezi ile örtüşmektedir.

4.1.2.1. *Humerus*

İki kuş türünde de *ossa membri thoracici* arasındaki en güçlü kemik olduğu tespit edilen *humerus*; *extremis proximalis humeri*, *corpus humeri* ve *extremis*

distalis humeri olmak üzere üç kısımda incelendi. Sülün ve Şahin’de *humerus*’a ait morfometrik ölçümler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.5.).

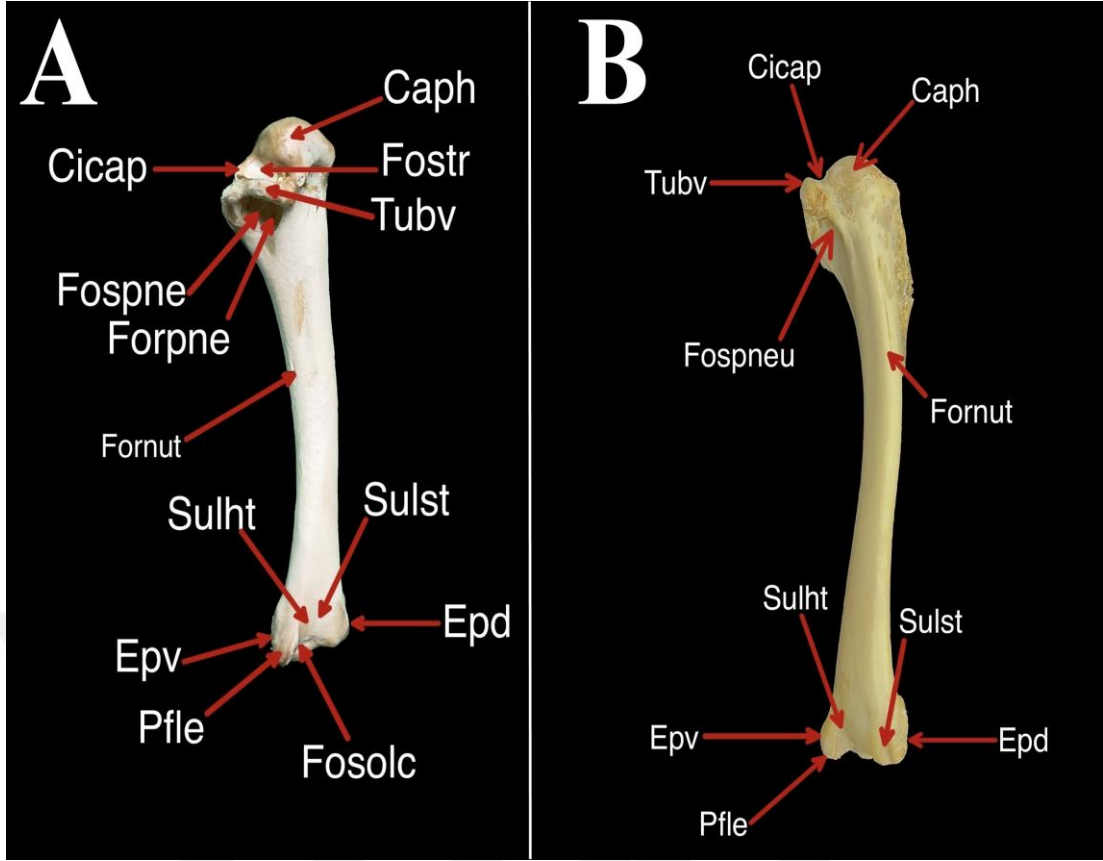
Tablo 4.5. Sülün ve Şahin’de *humerus*’a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8)

	<i>Phasianus colchicus</i>	<i>Buteo buteo</i>
<i>Humerus (Proximodistal)</i>	74,8800±4,02688	134,0020±6,24581
<i>Extremitas proximalis humeri (Ventrodorsal)</i>	20,7940±1,11771	25,7220±1,19965
<i>Caput humeri (Craniocaudal)</i>	7,8240±0,41968	6,6440±1,11485
<i>Caput humeri (Ventrodorsal)</i>	12,6600±0,67985	16,9580±0,78938
<i>Sulcus transversus (Ventrodorsal)</i>	11,2920±0,61047	12,7820±0,59441
<i>Sulcus transversus (Proximodistal)</i>	3,0160±0,17126	4,1100±0,19000
<i>Crista inc. capitis (Ventrodorsal)</i>	3,4960±0,16041	2,5760±0,12137
<i>Inc. capitis (Craniocaudal)</i>	6,8500±0,36959	-
<i>Inc. capitis (Ventrodorsal)</i>	3,7060±0,22689	4,2000±0,19621
<i>Crista deltopectoralis (Proximodistal)</i>	13,4660±0,69727	44,6940±2,07950
<i>Imp. coracobrachialis (Craniocaudal)</i>	8,9220±0,46127	21,8580±1,02087
<i>Fossa pneumotricipitalis (Ventrodorsal)</i>	6,9140±0,37024	8,9380±0,41463
<i>Fossa pneumotricipitalis (Proximodistal)</i>	6,4320±0,35703	-
<i>Extremitas distalis humeri (Ventrodorsal)</i>	13,9100±1,04604	22,9120±1,06371
<i>Condylus ventralis humeri (Ventrodorsal)</i>	4,7280±0,26593	7,5920±0,35358
<i>Condylus dorsalis humeri (Ventrodorsal)</i>	4,1180±0,22354	5,3320±0,24874
<i>Inc. intercondylaris (Ventrodorsal)</i>	0,6840±0,02608	0,9920±0,04324
<i>Proc. flexorius (Proximodistal)</i>	7,3560±0,39387	13,0500±0,60729

Extremitas proximalis humeri'nin proximal'inde *os coracoideum* ve *scapula* ile eklem yapan *caput humeri* adında oval bir eklem yüzü gözlemlendi. *Caput humeri*'nin distal'inde cranial tarafta sığ bir çukurluk olarak *sulcus transversus* tespit edildi. *Extremitas proximalis humeri*'nin caudoventral'inde *tuberculum ventrale* belirlendi.

İki kuş türünde de *crista deltopectoralis*'in, *extremitas proximalis humeri*'nin caudodorsal'inde bulunduğu belirlendi. *Tuberculum dorsale*'nin Sülün'de *crista deltopectoralis*'in ortasından dorsal'e uzandığı, Şahin'de ise *caput humeri*'nin dorsal'inde ve *crista deltopectoralis*'in proximal'deki başlangıç noktasında bulunduğu tespit edildi. *Inc. capitis humeri* Şahin'de *caput humeri* ile *tuberculum ventrale* arasında şekillenirken, Sülün'de bu çentiğin distal'de bir kemik çıkıntısı tarafından sınırlandırıldığı gözlemlendi.

Her iki kuş türünde de *crista deltopectoralis*'in cranioventral'inde *imp. coracobrachialis* adı verilen çukurluk görüldü. *Caput humeri* ve *tuberculum ventrale*'nin, *sulcus transversus* ile *inc. capitis*'i birbirinden ayıran *crista inc. capitis* aracılığıyla bağlantılı olduğu tespit edildi. *Extremitas proximalis humeri*'nin keskin ventral kenarını oluşturan yapı *crista bicipitalis*'di ve bu yapının craniodorsal'inde *intumescetia humeri* adı verilen hafif tümsek ve pürüzsüz alan tespit edildi. Caudal yüzde *tuberculum ventrale*'nin distal'inde içerisinde *for. pneumaticum* bulunduran derin bir çukurluk *fossa pneumotricipitalis* görüldü (Şekil 4.14.). *Fossa pneumotricipitalis*'in, *crus dorsale fossae* ve *crus ventrale fossae* tarafından sınırlandırıldığı tespit edildi.

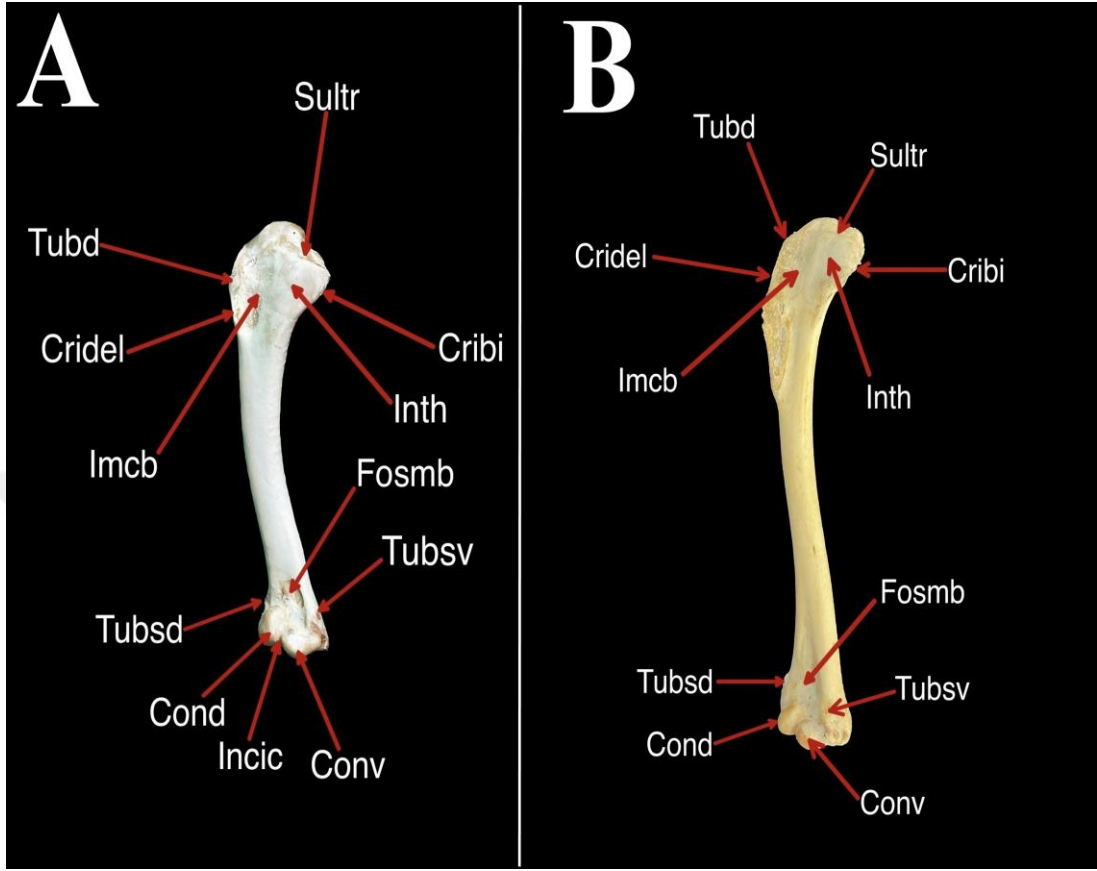


Şekil 4.14. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin'de (Sağ) humerus'un caudal'den görüntüsü: (Caph) Caput humeri; (Incch) Inc. capitis humeri; (Tubv) Tuberculum ventrale; (Fospne) Fossa pneumotricipitalis; (Forpne) For. pneumaticum; (Cicap) Crista inc. capitis; (Pfle) Proc. flexorius; (Epv) Epicondylus ventralis; (Epd) Epicondylus dorsalis; (Fosolc) Fossa olecrani; (Sulht) Sulcus humerotriceps; (Sulst) Sulcus scapulotriceps; (Fornut) For. nutricium

Kemiğin gövde kısmı olan *corpus humeri*'nin *proximal* 1/3'lük kısmının *ventral* yüzünde bir adet *for. nutricium* gözlemlendi.

Extremitas distalis humeri'nin *cranial* yüzünde birbirinden *inc. intercondylaris* tarafından ayrılan *condylus dorsalis humeri* ve *condylus ventralis humeri* adında iki yapı tespit edildi. *Condylus dorsalis*'in *dorsal*'inde kalan alan *epicondylus dorsalis* ve *condylus ventralis*'in *ventral*'inde kalan alan *epicondylus ventralis* olarak belirlendi. *Condylus dorsalis* ve *condylus ventralis*'in *proximal*'inde *cranial* yüzde *tuberculum supracondylare dorsale* ve *tuberculum supracondylare ventrale* adı verilen iki küçük tümsek tespit edildi. *Fossa m. brachialis*, *condylus ventralis humeri*'nin *proximal*'inde kalan çukur bir alan olarak gözlemlendi. *Condylus ventralis humeri*'nin *ventral*'inden *distal*'e doğru uzanan yapı *proc. flexorius* olarak belirlendi (Şekil 4.15.). *Extremitas distalis humeri*'nin *caudal* yüzünde *dorsal*'de sığ olan *sulcus scapulotricipitalis* ve *ventral*'de daha derin şekillenen *sulcus humerotricipitalis* adı verilen iki oluk tespit

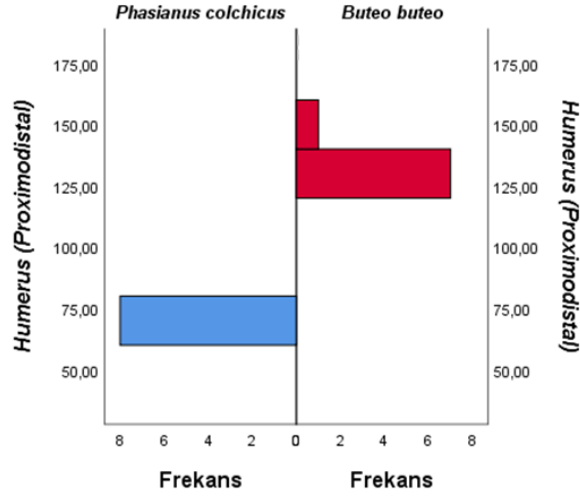
edildi. *Condylus ventralis humeri*'nin *distal*'inde *olecranon*'un yerleşmesi için sığ bir çukurluk olan *fossa olecrani* görüldü.



Şekil 4.15. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin'de (Sağ) humerus'un cranial'den görüntüsü: (Sultr) *Sulcus transversus*; (Tubd) *Tuberculum dorsale*; (Cridel) *Crista deltopectoralis*; (Cribi) *Crista bicipitalis*; (Imcb) *Impressio coracobrachialis*; (Inth) *Intumescentia humeri*; (Tubsd) *Tuberculum supracondylare dorsale*; (Tubsv) *Tuberculum supracondylare ventrale*; (Cond) *Condylus dorsalis*; (Conv) *Condylus ventralis*; (Fosmb) *Fossa m. brachialis*; (Incic) *Incisura intercondylaris*

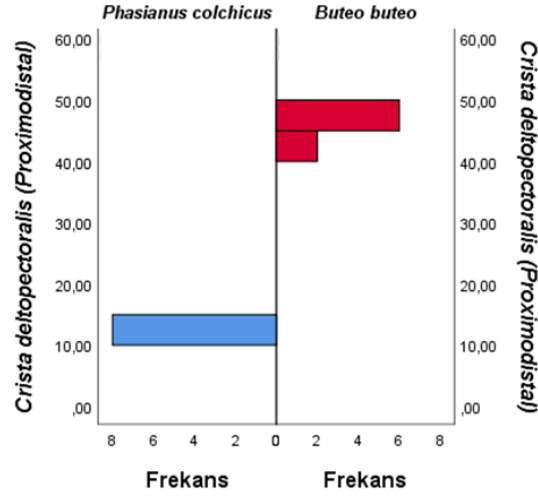
Sülün humerus'undan elde edilen bulguların büyük çoğunluğu Lök ve Yalçın (2007)'in aynı türde yaptığı çalışma ile benzerlik göstermekteydi. Ancak çalışmamızda farklı olarak *corpus humeri* üzerinde dört veya beş adet *for. nutricium* yerine yalnızca bir adet *for. nutricium* bulundu ve *tuberculum dorsale*'nin, *crista deltopectoralis*'in ortası düzeyinde şekillendiği gözlemlendi. *Tuberculum dorsale*'nin yeri tespit edilirken kasların sonlanma noktalarından faydalanıldı. Şahin humerus'u ise, *Buteo*'da yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermekteydi (Fisher, 1946; Atalar vd., 2007; Serrano et al., 2020).

Çalışmamızda kullanılan kuşların kanat açıklıkları ile doğru orantılı olarak Şahin'e ait humerus'un, Sülün'e göre uzun şekillendiği tespit edildi (Şekil 4.16.).

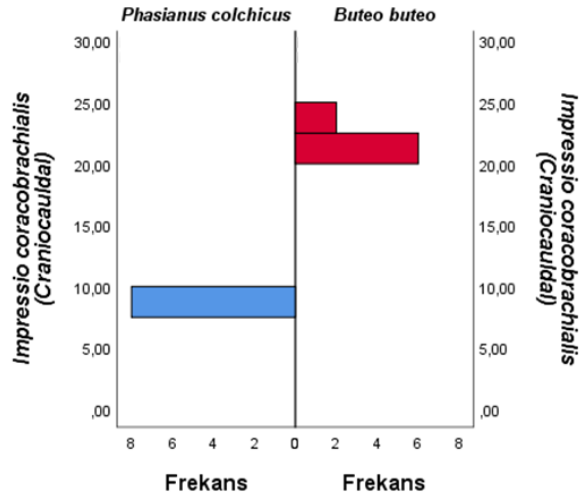


Şekil 4.16. *Humerus*'un *proximodistal* ölçümünün karşılaştırması

Lowi-Merri vd. (2021), kanadın temel depresyon kuvvetini sağlayan *m. pectoralis*'in sonlandığı *crista deltopectoralis*'in, yavaş ve güçlü kanat çırpma hareketi yapan kuşlarda, hızlı kanat çırpan kuşlara göre daha uzun şekillendiğini, Alexander (2003) ise moment kolu uzadıkça kasın uyguladığı kuvvetin arttığını ancak açısız hızın azaldığını ifade etmektedir. Çalışmamızda Şahin'e ait *crista deltopectoralis*'in, Sülün'e göre oldukça uzun şekillendiği görüldü (Şekil 4.17.). Şahin, geniş kanat açıklığına sahip bir kuş türüdür, hareketi sırasında kanat çırpma açısı dardır ve genellikle süzülerek lokasyonunu değiştirir. Sülün'de ise kanat açıklığı dardır, sürekli ve geniş açılarla kanat çırparak kısa uçuşlar gerçekleştirir. Şahin'de *crista deltopectoralis*'in uzun, Sülün'de kısa şekillenmesi Lowi-Merri vd. (2021)'nin bulguları ile örtüşmektedir. *M. coracobrachialis cranialis*'in sonlandığı *imp. coracobrachialis*'de yapılan morfometrik ölçümlerde ise Şahin'de bu bölgenin Sülün'e göre oldukça uzun şekillendiği görüldü (Şekil 4.18.). Bu farklılığın *crista deltopectoralis*'dekine benzer şekilde, Alexander (2003)'ün ifade ettiği moment kolu uzunluğunun açısız hıza ve kuvvete etkisi ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.17. *Crista deltopectoralis*'in proximodistal ölçümünün karşılaştırması

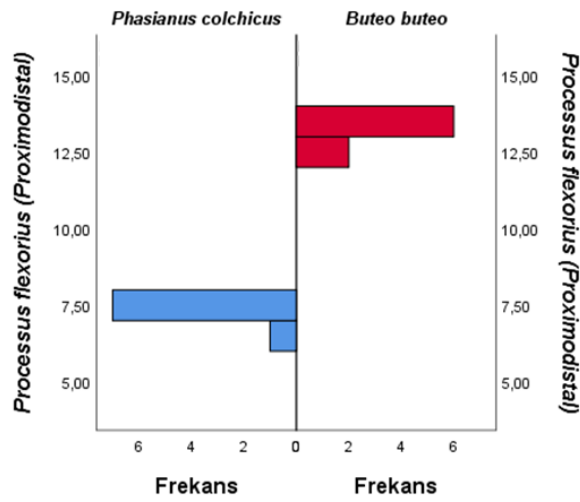


Şekil 4.18. *Impressio coracobrachialis*'in craniocaudal ölçümünün karşılaştırması

Sievwright ve Macleod (2012) uzun mesafeler boyunca göç eden kuşlarda *tuberculum dorsale*'nin belirginliğinin azaldığını bildirmiştir. Çalışmamızda, Sülün'e ait *tuberculum dorsale*'nin, Şahin'e göre daha belirgin olduğu gözlemlendi. Şahin gibi uzun mesafeler süzülerek uçan kuşlarda, kanat açısının değişiminde etkin rol oynayan kasların *tuberculum dorsale* üzerine etkisi, sürekli kanat çırparak uçan Sülün'e göre

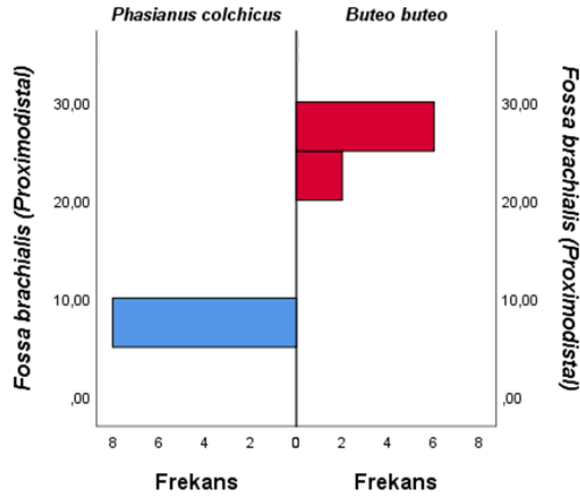
daha az olacaktır bu da *tuberculum dorsale*'nin yüksekliğini etkileyen bir faktör olarak düşünülebilir.

Proc. flexorius'un Şahin'de, Sülün'e göre uzun olduğu tespit edildi. Ancak *humerus*'un genel uzunluğu ile karşılaştırıldığında bu uzunluk farkının kemiğin genel büyüklük farkı ile doğru orantılı olduğu ve anlamlı bir farklılık oluşturmadığı düşünülmektedir (Şekil 4.19.).



Şekil 4.19. *Processus flexorius*'un *proximodistal* ölçümünün karşılaştırması

Fossa m. brachialis'in Şahin'de, Sülün'e göre çok daha büyük olduğu belirlendi (Şekil 4.20.).



Şekil 4.20. *Fossa m. brachialis*'in proximodistal ölçümünün karşılaştırması

4.1.2.2. Ulna

Her iki kuş türünde de *antebrachium*'un oluşumuna katılan *radius* ve *ulna* arasında, *ulna*'nın daha kalın şekillendiği tespit edildi. *Ulna*; *extremitas proximalis ulnae*, *corpus ulnae* ve *extremitas distalis ulnae* olmak üzere üç kısımda incelendi. Sülün ve Şahin'de *ulna*'ya ait morfometrik ölçümler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.6.).

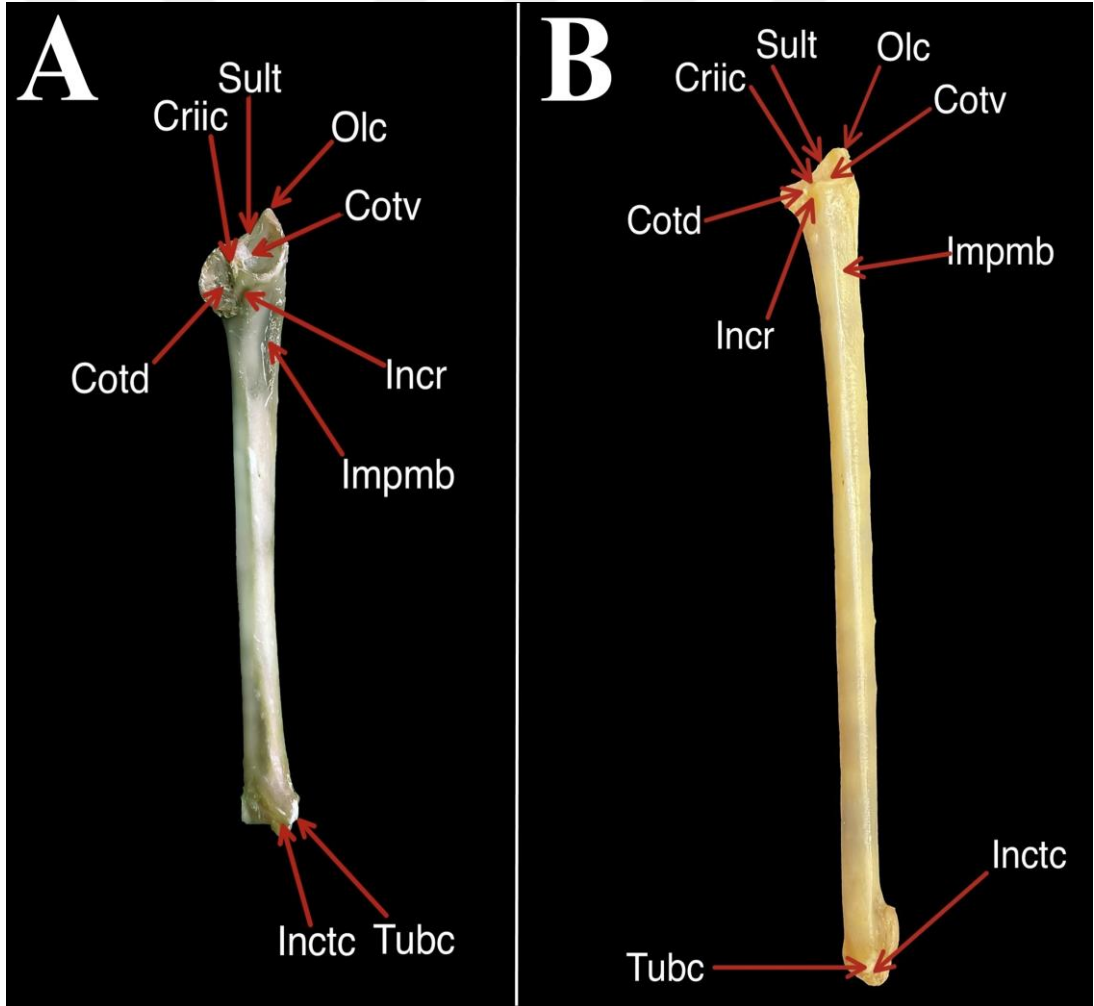
Tablo 4.6. Sülün ve Şahin'de *ulna*'ya ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8)

	<i>Phasianus colchicus</i>	<i>Buteo buteo</i>
<i>Ulna (Proximodistal)</i>	66,9180±3,60067	156,5700±7,29475
<i>Extremitas proximalis ulnae (Ventrodorsal)</i>	13,0140±0,68621	16,8820±0,78439
<i>Olecranon (Proximodistal)</i>	2,4160±0,13649	5,1560±0,24172
<i>Imp. musculus brachialis (Proximodistal)</i>	10,6040±0,57457	31,0660±1,44483
<i>Extremitas distalis ulnae (Ventrodorsal)</i>	8,2600±0,43099	11,3720±0,52803
<i>Condylus dorsalis ulnae (Ventrodorsal)</i>	3,4280±0,18240	3,4080±0,15928
<i>Condylus ventralis ulnae (Ventrodorsal)</i>	2,3700±0,12767	4,5360±0,22018

Tablo 4.6. (devamı)

<i>Tuberculum carpale</i> (Proximodistal)	2,3940±0,11971	4,2700±0,18344
--	----------------	----------------

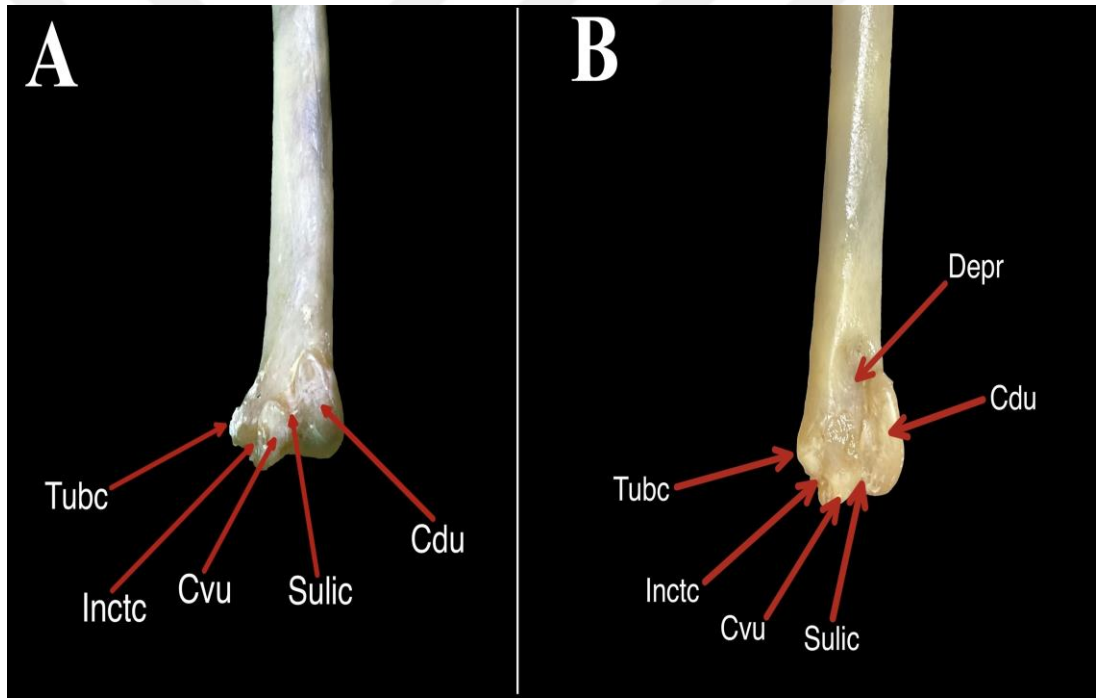
Extremitas proximalis ulnae'nin *proximal* yüzünde *humerus* ile eklem yapan ve birbirinden *crista intercotylaris* ile ayrılan *cotyla dorsalis* ve *cotyla ventralis* adı verilen iki adet eklem yüzü tespit edildi. *Cotyla ventralis*'in *caudal*'inde *proximal*'e uzanan kısa bir çıkıntı, *olecranon* bulunmaktaydı (Şekil 4.21.). *Olecranon*'un *dorsal*'inde *sulcus tendinosus* adı verilen bir oluk gözlemlendi. *Cotyla dorsalis*'in *ventrodistal* kısmında *caput radii* ile eklem yapan *inc. radialis* tespit edildi. Şahin'de *olecranon*'un *ventral* yüzeyinde, *tuberculum lig. collateralis ventralis* adı verilen bir kabartı belirlendi.



Şekil 4.21. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin'de (Sağ) *ulna*'nın *cranial*'den görüntüsü: (Olc) *Olecranon*; (Cotv) *Cotyla ventralis*; (Cotd) *Cotyla dorsalis*; (Criic) *Crista intercotylaris*; (Sult) *Sulcus tendinosus*; (Incr) *Inc. radialis*; (Impmb) *Impressio m. brachialis*; (Tubc) *Tuberculum carpale*; (Inctc) *Inc. tuberculi carpalis*

Corpus ulnae, caudal yönde kavisliydi ve *proximal*'inde, ventral yüzde belirgin bir iz olarak *impressio m. brachialis* belirlendi. Şahin'de kemiğin *margo caudalis*'inde *papilla remigales caudales* ve *margo ventralis*'inde *papilla remigales ventrales*'ler gözlenirken, Sülün'de yalnızca *papilla remigales ventrales* bulunmayktaydı.

Extremitas distalis ulnae, *sulcus intercondylaris* ile birbirinden ayrılan *condylus ventralis ulnae* ve *condylus dorsalis ulnae*'dan oluşmaktaydı. *Condylus ventralis ulnae*'nın ventral'inde *tuberculum carpale* adı verilen bir tümseklik tespit edildi. *Tuberculum carpale* ile *condylus ventralis ulnae* arasında *inc. tuberculi carpalis* adı verilen çentik belirlendi (Şekil 4.22.). *Extremitas distalis ulnae*'nın ventral yüzünde, *condylus*'ların *proximal*'inde *radius*'un distal ucu için *depressio radialis* tespit edildi. Dorsal yüzde ise *condylus dorsalis ulnae*'nın caudal'inde *inc. tendinosa* görüldü.

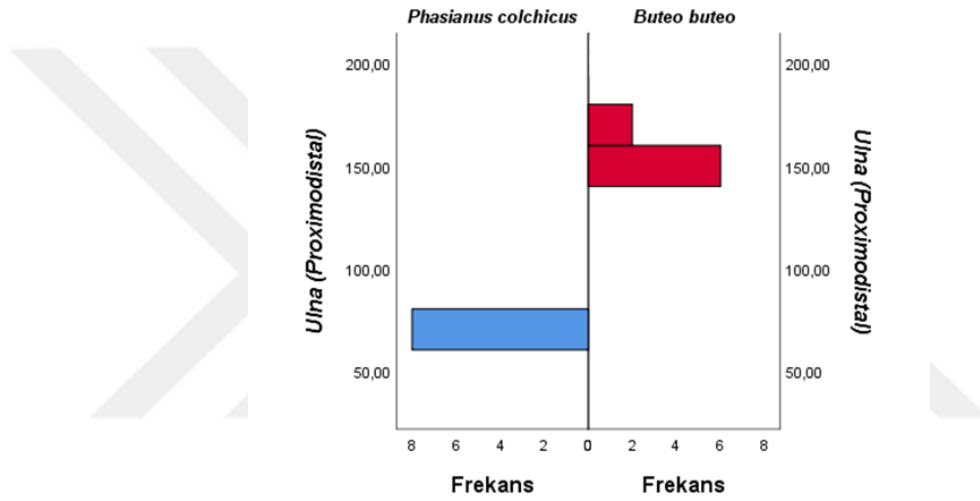


Şekil 4.22. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin'de (Sağ) *extremitas distalis ulnae*'nın ventral'den görüntüsü: (Cdu) *Condylus dorsalis ulnae*; (Cvu) *Condylus ventralis ulnae*; (Sulic) *Sulcus intercondylaris*; (Inctc) *Inc. tuberculi carpalis*; (Tubc) *Tuberculum carpale*; (Depr) *Depressio radialis*

Sülün'de *ulna*'nın genel özellikleri, *Galliformes* (Ghetie, 1977; König et al., 2016) ve sülünde yapılan çalışmalarla (Lök ve Yalçın, 2007) benzerdi. Şahin'e ait *ulna* ise Fisher (1946)'ın, *Buteo* ile ilgili verdiği bilgilerle uyumluydu. Baumel (1993) uçuş yeteneği gelişmiş kuşlarda *papilla remigales ventrales*'in daha belirgin şekillendiğini ifade ederken, Atalar vd. (2007) ise uçuş yeteneği gelişmiş kuşlarda da *papilla remigales ventrales*'in redükte olabildiğini bildirmiştir. Çalışmamızda Şahin'e ait

papilla remigales ventrales'in, Sülün'e göre daha belirgin şekillenmesi, Baumel (1993)'in ifadesi ile tutarlılık göstermektedir.

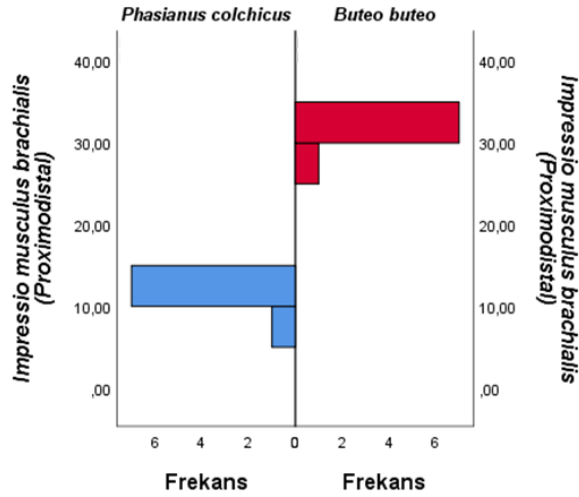
Fisher (1946) farklı kuş türlerinin *ulna* uzunluklarını karşılaştırdığı çalışmada, sürekli kanat çırparak uçan türlerdeki kemik uzunluğunun diğerlerine göre daha kısa şekillendiğini ifade etmektedir. Benzer olarak çalışmamızda da sürekli kanat çırparak uçan Sülün'e ait *ulna*'nın, süzülerek uçan Şahin'e göre oldukça kısa şekillendiği gözlemlendi (Şekil 4.23.).



Şekil 4.23. *Ulna*'nın proximodistal ölçümünün karşılaştırması

Çalışmamızdaki kuş türlerinde *impressio m. brachialis* büyüklükleri karşılaştırıldığında, Şahin'de bu bölgenin daha uzun şekillendiği görüldü (Şekil 4.24.). Fisher (1946) süzülerek uçan kuşlar'da *antebrachium*'un *cranial*'ini yukarı kaldıran *m. supinator* ve *m. brachialis*'in diğer türlere göre büyük şekillendiğini ifade etmektedir. Hankin vd. (1924) ise süzülerek uçan kuşlarda *antebrachium*'un ön kısmındaki değişimlerin uçuş hızına etkilerinden ve manevra sırasındaki öneminden bahsetmiştir. Süzülerek uçan Şahin'de, *m. brachialis*'in sonlandığı *impressio m. brachialis*'in uzun şekillenmesi Fisher (1946) ve Hankin vd. (1924)'in bulguları ile örtüşmektedir. Ayrıca *m. biceps brachii*'nin, *ulna* üzerindeki sonlanma noktası olan *tuberculum bicipitale ulnae*'nin Şahin'de, Sülün'e göre çok daha gelişmiş olduğu tespit edildi. Bu durum kanat açıklığı geniş olan Şahin'de kanadın fleksiyonu için daha

yüksek bir kuvvete ihtiyaç duyulması ve bu nedenle kasın bağlantı noktasının daha gelişmiş olması ile açıklanabilir.



Şekil 4.24. *Impressio musculus brachialis*'in *proximodistal* ölçümünün karşılaştırması

Vazquez (1992), kanadın aşağı yönlü hareketi sırasında *carpometacarpus*'daki kuvvetin *os carpi ulnare* aracılığı ile *ulna*'ya aktarıldığını ve böylelikle *manus*'un pronasyonunun sınırlandırıldığını ifade etmektedir. Çalışmamızda kanat açıklığı geniş olan Şahin'de, *os carpi ulnare*'nin eklem yaptığı *condylus dorsalis ulnae*'nin, Sülün'e göre gelişmiş olması, kanadın aşağı yönlü hareketi sırasında *manus*'un maruz kaldığı rüzgar direnci ile bağlantılı olabilir.

Dirsek eklemine hareketi sırasında *radius* ve *ulna* birbirine zıt ve dairesel hareketler sergiler. Dirsek eklemine fleksiyonunda *radius distal*'e, *ulna* ise *proximal*'e yönelir, ekstensiyonunda ise zıt bir durum gözlenir. Bu esnada *radius*, *ulna*'ya göre çok daha hareketlidir (Ostrom, 1976; Vazquez, 1994). Çalışmamızda, *radius* ve *ulna*'nın *distal* uçlarını birleştirerek sınırlı bir hareket alanı sağlayan *lig. radioulnare interosseum*'un tutunduğu *depressio radialis*'in, Şahin'de, Sülün'e göre daha derin şekillendiği görüldü. *Radius* ve *ulna*'sı uzun olan Şahin'de *depressio radialis*'in derin şekillenmesi, dirsek eklemine hareketi sırasında iki kemik arasındaki pozisyon farkının da fazla olması ile bağlantılı olabilir.

4.1.2.3. *Radius*

Antebrachium kemikleri arasından *ulna*'ya göre daha ince şekillenen *radius*; *extremitas proximalis radii*, *corpus radii* ve *extremitas distalis radii* olmak üzere üç bölümde incelendi. Sülün ve Şahin'de *radius*'a ait morfometrik ölçümler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.7.).

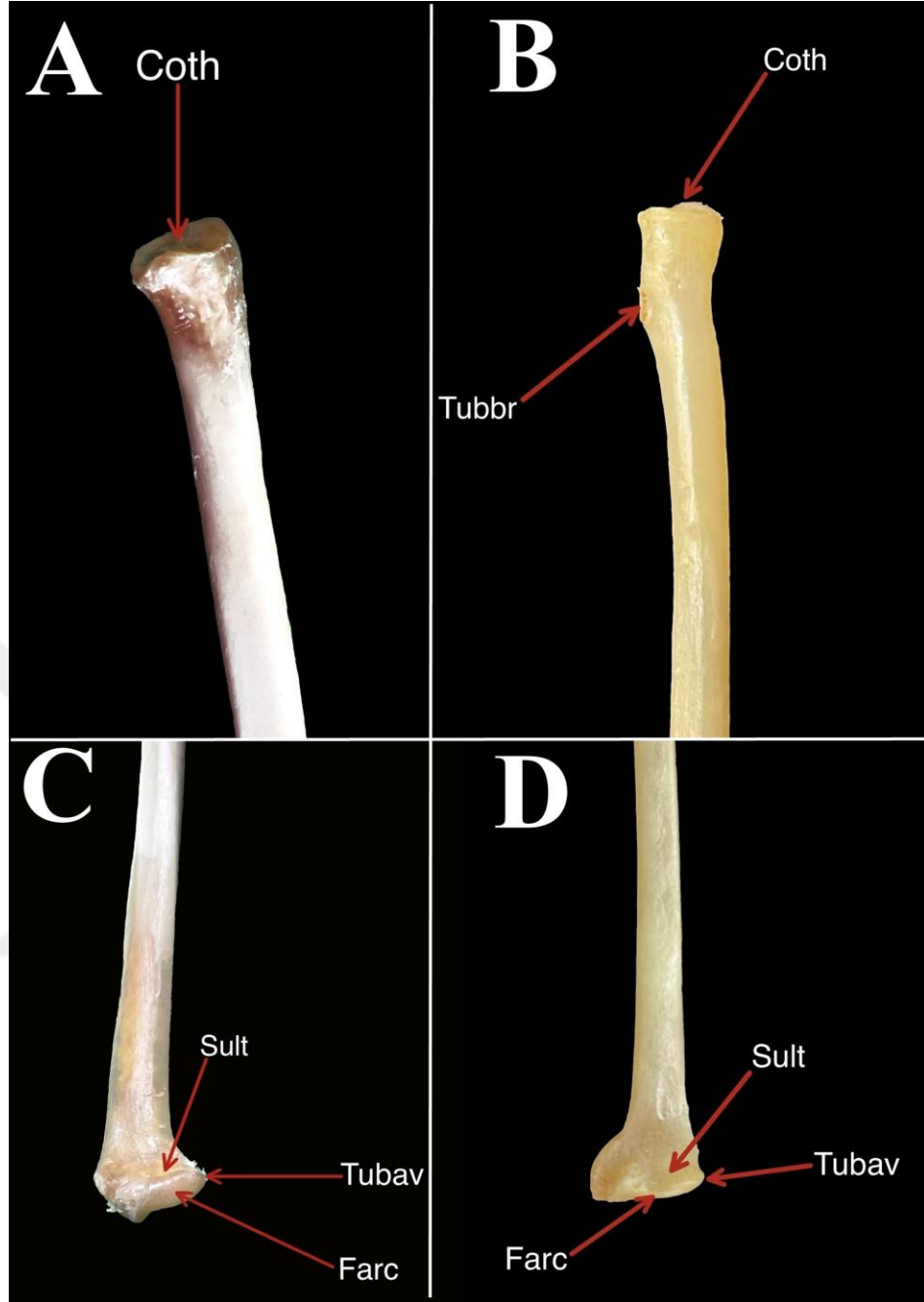
Tablo 4.7. Sülün ve Şahin'de *radius*'a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8)

	<i>Phasianus colchicus</i>	<i>Buteo buteo</i>
<i>Radius (Proximodistal)</i>	61,5780±3,31301	148,2580±6,90688
<i>Caput radii (Craniocaudal)</i>	4,9960±0,26159	5,5560±0,25725
<i>Caput radii (Ventrodorsal)</i>	5,6980±0,30687	8,2220±0,38265
<i>Extremitas distalis radii (Craniocaudal)</i>	3,7180±0,19842	5,4420±0,25292
<i>Extremitas distalis radii (Ventrodorsal)</i>	7,0640±0,37918	10,7260±0,49808
<i>Facies art. radiocarpalis (Ventrodorsal)</i>	5,2960±0,28325	9,2780±0,43436

Extremitas proximalis radii'nin *proximal* ucunda, üzerinde *humerus* için *cotyla humeralis*'i bulunduran *caput radii* tespit edildi. *Cotyla humeralis*'in *dorsal* yüzünde küçük bir eklem yüzü olarak görülen *facies articularis ulnaris* görüldü. Şahin'de *extremitas proximalis radii*'nin *caudal* kenarında *tuberculum bicipitale radii* adı verilen bir kabartı tespit edildi.

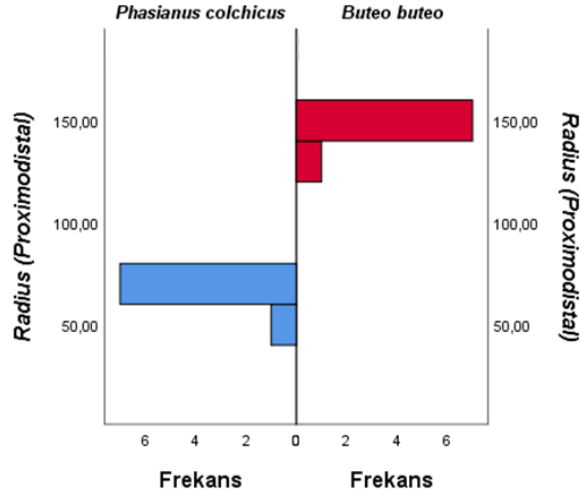
Corpus radii'nin *margo interosseus*'unda, *linea intermuscularis* bulunmaktaydı.

Kemiğin *distal* ucu olan *extremitas distalis radii*'de, *os carpi radiale* için *facies art. radiocarpalis* ve bu eklem yüzünün *ventral* ucunda *tuberculum aponeurosis ventralis* tespit edildi. *Distal* ucun *caudal* kenarında *ulna* ile bağlantıyı sağlayan *lig. radioulnare interosseum*'un tutunduğu *depressio ligamentosa* görüldü. *Dorsal* kenarda ise sığ bir *sulcus tendinosus* tespit edildi (Şekil 4.25.).



Şekil 4.25. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin'de (Sağ) *extremis proximalis radii*'nin dorsal'den görüntüsü: (Coth) *Cotyla humeralis*; (Tubbr) *Tuberculum bicipitale radii*. (C) Sülün (Sağ) ve (D) Şahin'de (Sağ) *extremis distalis radii*'nin caudal'den görüntüsü: (Farc) *Facies art. radiocarpalis*; (Tubav) *Tuberculum aponeurosis ventralis*; (Sult) *Sulcus tendinosus*

Radius'un Şahin'de, Sülün'e göre daha uzun şekillendiği tespit edildi (Şekil 4.26.).



Şekil 4.26. Radius'un proximodistal ölçümünün karşılaştırması

Dial vd. (1991), *m. biceps brachii*'nin kanadın aşağı indirilmesine yardımcı olduğunu, ekstensiyonu yavaşlattığını ve protraksiyon momenti sağladığını ifade etmektedir. Çalışmamızda, *m. biceps brachii*'nin radius üzerindeki sonlanma noktası olan *tuberculum bicipitale radii*, Şahin'de, Sülün'e göre daha belirgin gözlemlendi. *Tuberculum bicipitale radii*'deki farklılık, kanat açıklığı genişledikçe, kanadın aşağı indirilmesi ve fleksiyonu için gerekli olan kuvvetin artması ve kas bağlantı noktalarının da doğru orantılı olarak gelişmesi ile ilişkilidir.

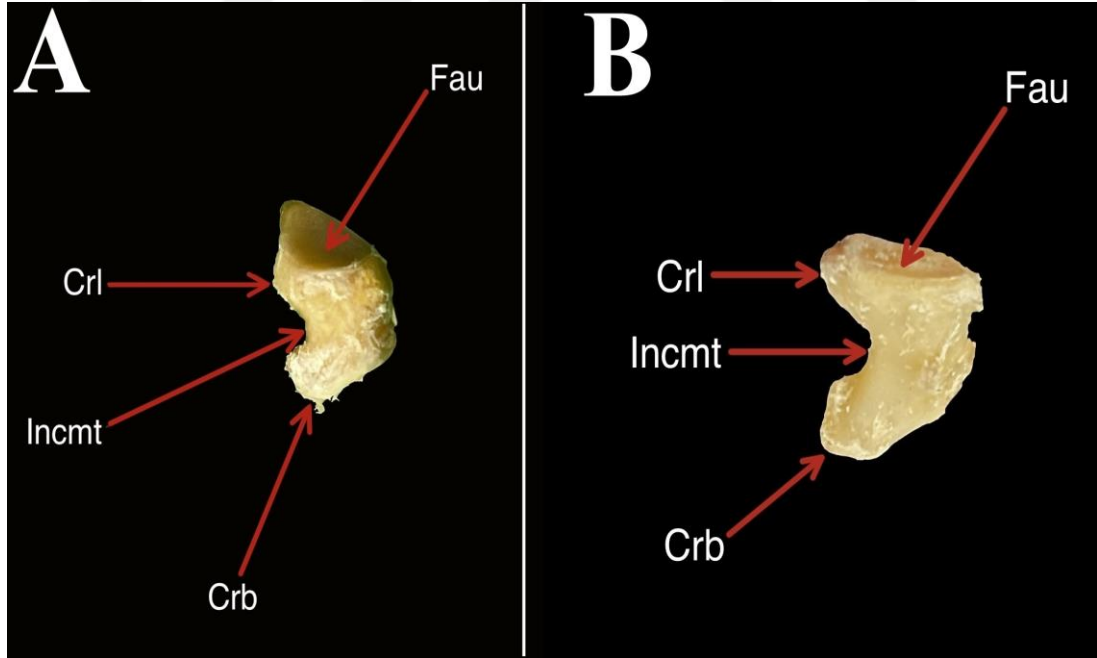
4.1.2.4. Ossa carpi

İki kuş türünde de *ossa carpi*'nin *cranial*'de *os carpi radiale* ve *caudal*'de *os carpi ulnare* olmak üzere iki kemikten oluştuğu tespit edildi. Ayrıca bilek ekleminin *cranial* ucunda bu kemiklere ek olarak *os prominens* adı verilen küçük bir *sesamoid* kemiğe daha rastlandı. Sülün ve Şahin'de *ossa carpi*'ye ait morfometrik ölçümler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Sülün ve Şahin’de *ossa carpi*’ye ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8)

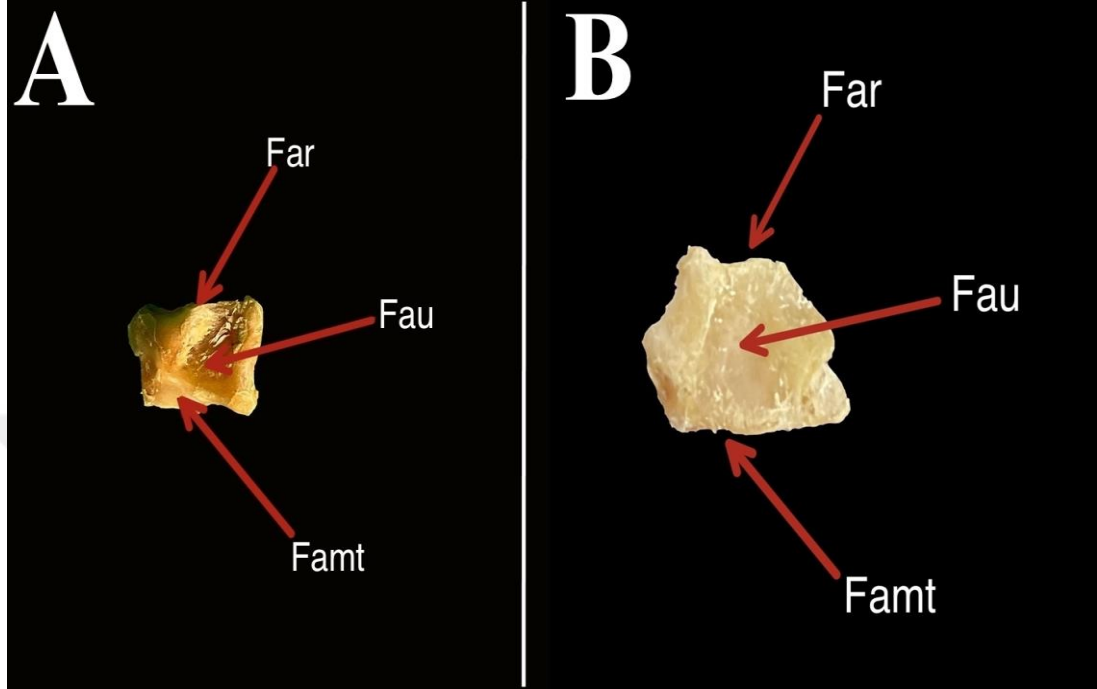
	<i>Phasianus colchicus</i>	<i>Buteo buteo</i>
<i>Os carpi radiale</i> (Craniocaudal)	3,3020±0,18006	5,2580±0,24438
<i>Os carpi radiale</i> (Ventrodorsal)	7,9960±0,43821	11,6440±0,57605
<i>Os carpi radiale</i> (Proximodistal)	5,2320±0,26367	9,7480±0,44991
<i>Crus longum</i> (Craniocaudal)	7,2300±0,37762	9,7180±0,44991
<i>Crus breve</i> (Craniocaudal)	6,9780±0,38369	10,1920±0,47399
<i>Proc. muscularis</i> (Proximodistal)	-	1,60000±0,07583

Os carpi ulnare incelendiğinde *inc. metacarpalis*’i şekillendiren *dorsal*’de *crus breve* ve *ventral*’de *crus longum* göze çarpmaktaydı. *Crus longum* üzerinde *ulna* ile eklem yapan *facies art. ulnaris* görüldü. Şahin’de iki *crus*’un birleşim yerinden *proximal*’e uzanan *proc. muscularis* tespit edildi (Şekil 4.27.).



Şekil 4.27. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) *os carpi ulnare*’nin *distal*’den görüntüsü: (Crl) *Crus longum*; (Crb) *Crus breve*; (Incmt) *Inc. metacarpalis*; (Fau) *Facies art. ulnaris*

Dikdörtgen şeklinde bir kemik olan *os carpi radiale* üzerinde *facies articularis metacarpalis*, *facies articularis radialis* ve *facies articularis ulnaris* olmak üzere 3 eklem yüzü tespit edildi (Şekil 4.28.).



Şekil 4.28. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) *os carpi radiale*’nin caudal’den görüntüsü: (Far) *Facies art. radialis*; (Fau) *Facies art. ulnaris*; (Famt) *Facies art. metacarpalis*

Spheniscidae haricindeki kuş türlerinde kemiğin “U” şeklinde olduğu (Baumel, 1993) ve bazı istisnalar dışında *os carpi radiale*’den daha büyük şekillendiği bildirilmiştir (Lo Coco et al., 2022). Sülün ve Şahin’de *os carpi ulnare*’nin genel özellikleri önceki çalışmalarla (Baumel, 1993; Atalar vd., 2007; Lök ve Yalçın, 2007; König et al., 2016; Lo Coco et al., 2022) benzer görüldü. Vazquez (1992) *os carpi ulnare*’nin “U” şeklindeki yapısının, *carpometacarpus*’un eklem yüzeyini sararak hiperekstensiyon’u mümkün kıldığını ve eklem çıkıklarını engellediğini ifade etmektedir. Fisher (1946) ise *proc. muscularis*’de sonlanan *m. flexor carpi ulnaris*’in *antebrachium* ve *manus* için güçlü bir fleksör olmasının yanı sıra, kanat ekstensiyon pozisyonuna geçtiğinde bu konumda kalmasına yardımcı olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda, Sülün’de *proc. muscularis* gözlenmemiştir. Kanat açıklığı geniş olan ve süzülerek gerçekleştirdiği uçuş sırasında rüzgar direncine yüksek miktarda maruz kalan Şahin’de ise *proc. muscularis*’in belirgin olması, Fisher (1946)’ın ifadeleriyle örtüşmektedir.

İki kuş türünde de *os carpi radiale*'nin genel özellikleri önceki çalışmalara (Baumel, 1993; Lök ve Yalçın, 2007; Mayr, 2014; König et al., 2016; Lo Coco et al., 2022) benzerdi. Şahin'de *os carpi radiale* üzerinde, *m. ulnometacarpalis ventralis*'in tendonunun geçtiği oluğun gelişmiş olduğu ve şeklinin diğer *Accipitridae*'lerle (Mayr, 2014) benzerlik gösterdiği belirlendi. Vazquez (1992), *os carpi radiale*'nin *carpometacarpus*'u yerine sabitlediğini, *manus*'un supinasyonunu engellediğini ve *os carpi ulnare*'yle birlikte çalışarak *manus*'un hareketini kısıtladığını ifade etmektedir. İki kuş türünde de bu durum gerek süzülerek uçuşma gerekse sürekli olarak kanat çırpma sırasında, hava direncine karşı *manus*'un hareketlerini sınırlandırır.

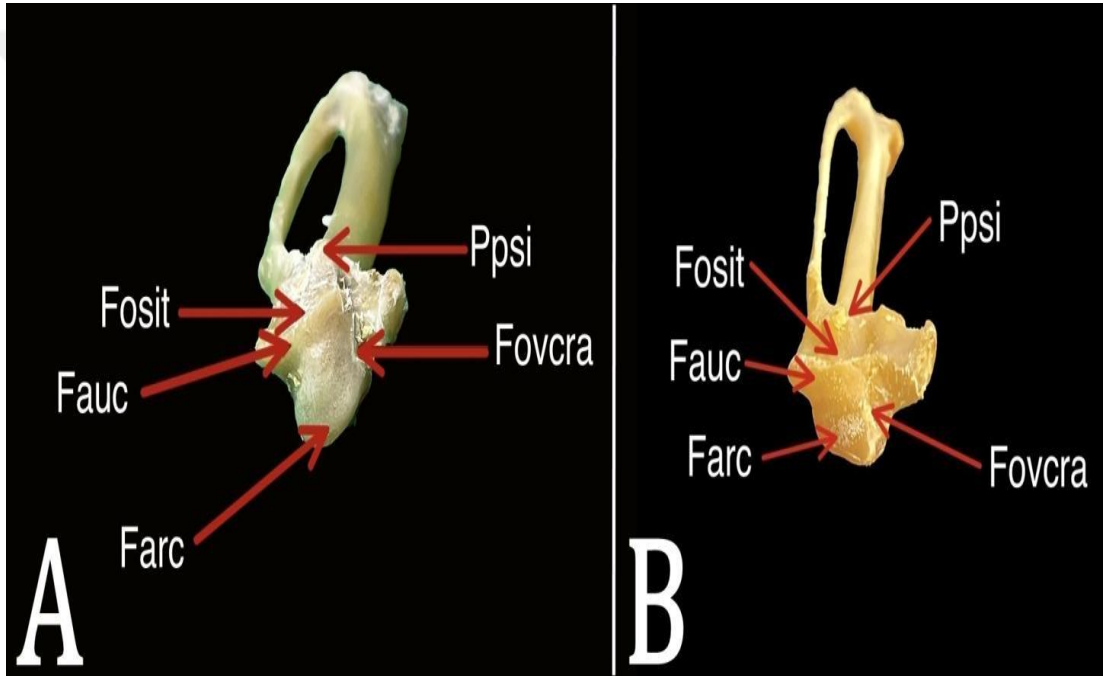
4.1.2.5. *Carpometacarpus*

İki kuş türünde de *carpometacarpus*'un, *proximal*'de *os metacarpale alulare*, *cranial*'de *os metacarpale majus* ve *caudal*'de *os metacarpale minus* olmak üzere üç kemikten oluştuğu gözlemlendi. Bu kemikler birlikte *extremitas proximalis carpometacarpi*, *corpus carpometacarpi* ve *extremitas distalis carpometacarpi* olmak üzere üç kısımda incelendi. Sülün ve Şahin'de *carpometacarpus*'a ait morfometrik ölçümler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Sülün ve Şahin'de *carpometacarpus*'a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8)

	<i>Phasianus colchicus</i>	<i>Buteo buteo</i>
<i>Carpometacarpus</i> (<i>Proximodistal</i>)	40,1660±2,17359	78,7660±3,66946
<i>Extremitas proximalis</i> <i>carpometacarpi</i> (<i>Craniocaudal</i>)	11,7880±0,64165	10,6660±0,49808
<i>Proc. extensorius</i> (<i>Craniocaudal</i>)	2,6920±0,14464	7,0140±0,32516
<i>Proc. pisiformis</i> (<i>Craniocaudal</i>)	2,6080±0,13737	2,9460±0,13686
<i>Proc. alularis</i> (<i>Ventrodorsal</i>)	2,9620±0,15786	5,1560±0,24172
<i>Proc. intermetacarpalis</i> (<i>Craniocaudal</i>)	2,8760±0,15437	-
<i>Extremitas distalis</i> <i>carpometacarpi</i> (<i>Craniocaudal</i>)	11,1680±0,60114	7,5620±0,35358

Extremitas proximalis carpometacarpi'nin *craniodorsal*'inde, *os metacarpale alulare*'nin *proximal*'inde *proc. extensorius* ve *distal*'inde *proc. alularis* adı verilen iki çıkıntı tespit edildi. *Proximal* ucun *ventral* yüzünde yuvarlak küt bir çıkıntı olan *proc. pisiformis* gözlemlendi. *Proc. pisiformis*'in *dorsal*'inde *fovea cranialis* ve *os metacarpale minus*'un *extremitas proximalis carpometacarpi* ile kaynaştığı yerin *proximal*'inde *fovea caudalis* adında iki çukurluk tespit edildi. En *proximal*'de bulunan makara benzeri *trochlea carpalis*'i oluşturan *dorsal*'de *facies articularis radiocarpalis* ve *ventral*'de *facies articularis ulnocarpalis* adı verilen iki eklem yüzü gözlemlendi. *Trochlea carpalis*'in *dorsal*'inde *fossa supratrochlearis* ve *ventral*'inde *fossa infratrochlearis* olmak üzere iki çukur alan tespit edildi (Şekil 4.29.).

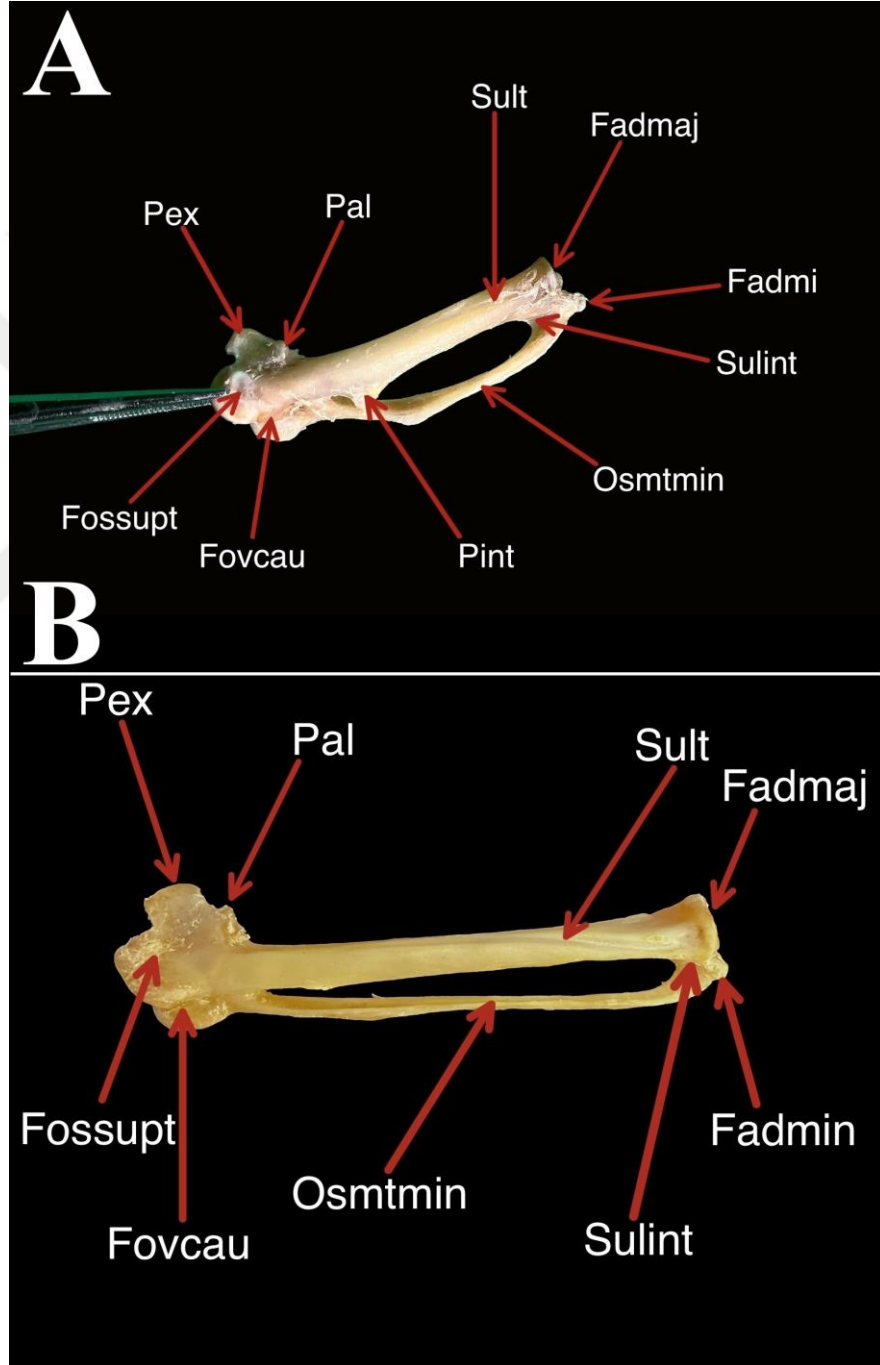


Şekil 4.29. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin'de (Sağ) *carpometacarpus*'un *proximoventral*'den görüntüsü: (Ppsi) *Proc. pisiformis*; (Fovcra) *Fovea cranialis*; (Farc) *Facies art. radiocarpalis*; (Farc) *Facies art. ulnocarpalis*; (Fosit) *Fossa infratrochlearis*

Sülün'de *os metacarpale minus*'un *corpus*'unun *caudal*'e doğru kavisli şekillendiği gözlemlendi. *Os metacarpale majus*'un gövdesinin *proximal*'inden *caudal*'e *os metacarpale minus*'a kadar uzanan ve genellikle bu kemikle kaynaşmış halde bulunan *proc. intermetacarpalis* tespit edildi. Şahin'de *proc. intermetacarpalis* bulunmazken, *os metacarpale minus*'un kavis yapmadan düz bir şekilde *distal*'e devam ettiği gözlemlendi. İki kuş türünde de *os metacarpale majus*'un *distal* ucundan *corpus*'una uzanan *sulcus tendinosus* dar bir oluk olarak belirlendi. *Os metacarpale*

majus ve *os metacarpale minus* arasında *spatium intermetacarpale*'nin geniş bir boşluk oluşturduğu tespit edildi.

Extremitas distalis carpo metacarpi'nin *proximal*'inde, *spatium interosseum*'un *distal* sınırında *sulcus interosseus* göze çarpmaktaydı. *Os metacarpale majus*'un *distal*'inde *facies art. digitalis major* ve *os metacarpale minus*'un *distal*'inde de *facies art. digitalis minor* tespit edildi (Şekil 4.30.).

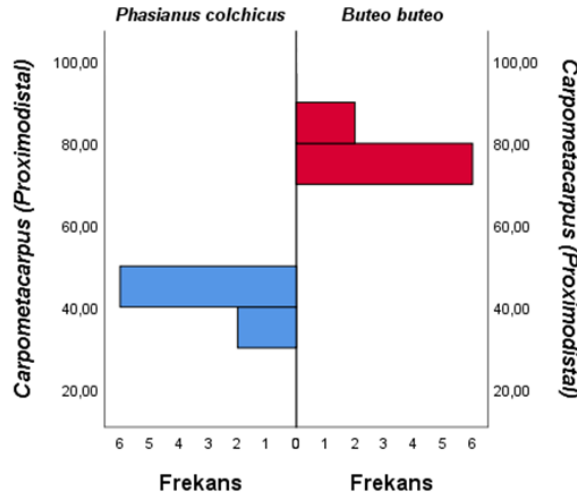


Şekil 4.30. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin'de (Sağ) *carpo metacarpus*'un *dorsal*'den görüntüsü: (Pex) *Proc. extensorius*; (Pal) *Proc. alularis*; (Fossupt) *Fossa supratrochlearis*; (Fovcau) *Fovea*

caudalis; (Pint) *Proc. intermetacarpalis*; (Sult) *Sulcus tendinosus*; (Osmtmin) *Os metacarpale minus*; (Fadmaj) *Facies art. digitalis major*; (Fadmin) *Facies art. digitalis minor*; (Sulint) *Sulcus interosseus*

Sülün’de *carpometacarpus*’un genel özellikleri, aynı türde (Lök ve Yalçın, 2007) ve *Phasianidae*’de yapılan çalışmalarla (Holman, 1964) benzerdi. Şahin’de ise elde edilen bulgular, *Buteo*’da yapılan çalışmalarla paraleldi (Fisher, 1946; Atalar vd., 2007).

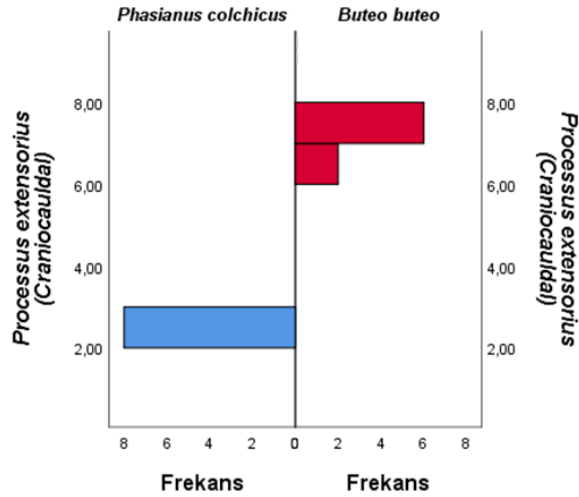
Birincil teleklerin tutunma alanı olan *carpometacarpus*’un, uçuş karakteristiği farklılığındaki önemli elementlerden biri olduğu ifade edilmektedir. Sürekli kanat çırparak uçan *Phalacrocorax*’da, *carpometacarpus* ile kanat uzunluğu karşılaştırdığında, *carpometacarpus*’un diğer türlere göre daha uzun olduğu bildirilmiştir (Simons, 2010). Yapılan ölçümlerde *carpometacarpus*, Şahin’de, Sülün’e göre daha uzun belirlendi (Şekil 4.31.). Ancak sürekli kanat çırparak uçan Sülün’de kanadın geneli ile *carpometacarpus* uzunluğu kıyaslandığında, *carpometacarpus* orantısız olarak daha uzundu.



Şekil 4.31. *Carpometacarpus*’un *proximodistal* ölçümünün karşılaştırması

Şahin’de *proc. extensorius*’un, Sülün’e göre daha gelişmiş olduğu görüldü (Şekil 4.32.). Lo Coco vd. (2022), *Rhea americana*’da *proc. extensorius*’un kısa şekillenmesini ve *proc. pisiformis*’in bulunmamasını, bölgeye tutunan kasların uyguladıkları kuvvetle doğru orantılı olduğunu ifade etmektedir. Lee vd. (2015) ise

avlanma sırasında yüksek saldırı açılarına sahip kuşlarda *alulae*'nin iyi geliştiğini ve bu durumun manevra kabiliyetini arttırdığını bildirmektedir. Avcı bir kuş türü olan Şahin'de, *alulae*'yi hareket ettiren kasların tutunduğu *proc. extensorius*'un büyük şekillenmesi, yukarıdaki önermeleri desteklemektedir.



Şekil 3.32. *Processus extensorius*'un craniocaudal ölçümünün karşılaştırması

Fisher (1946) kasların sonlanma noktaları, kemiğin *proximal*'inde olduğunda hızlı, *distal*'inde olduğunda ise daha yavaş fakat kuvvetli bir hareket sağladığını ifade etmektedir. Çalışmamızda, *proc. intermetacarpalis*'in Şahin'de bulunmadığı belirlendi. Bunun sebebinin, *manus*'un fleksiyonu ile görevli olan *m. extensor carpi ulnaris*'in, sürekli ve hızlı kanat çırpın Sülün'de *proc. intermetacarpalis*'de, süzülerek uçan ve kanat açıklığı geniş olan Şahin'de ise daha *distal*'de *os metacarpale minus*'un *caudal*'inde sonlanması olabileceği düşünülmektedir.

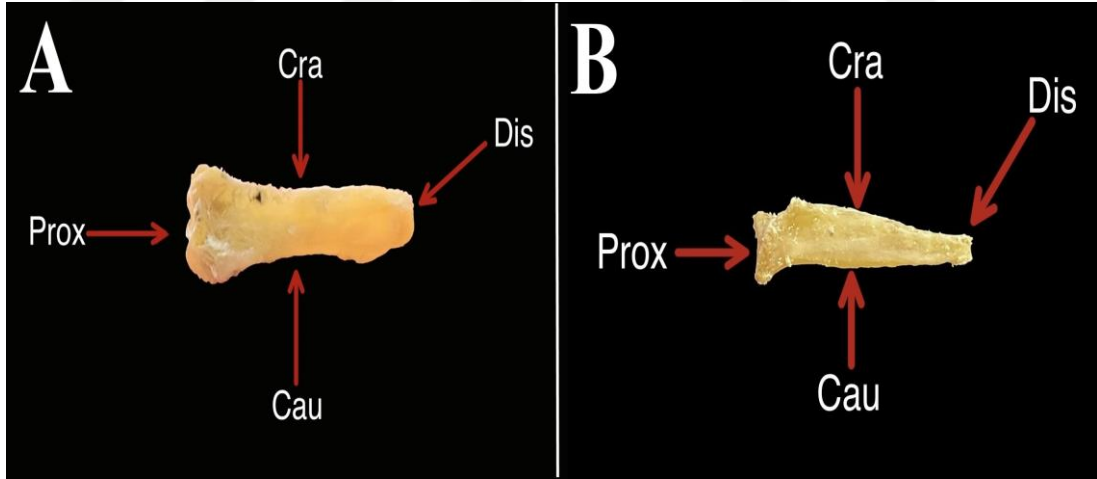
4.1.2.6. *Ossa digitorum manus*

İki kuş türünde de *ossa digitorum manus*'un; *phalanx digiti alulae*, *phalanx proximalis digiti majoris*, *phalanx distalis digiti majoris* ve *phalanx digiti minoris*'den oluştuğu gözlemlendi. Sülün ve Şahin'de *ossa digitorum manus*'a ait morfometrik ölçümler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. Sülün ve Şahin’de *ossa digitorum manus*’a ait morfometrik ölçümler (mm, ortalama±standart sapma, N=8)

	<i>Phasianus colchicus</i>	<i>Buteo buteo</i>
<i>Phalanx digiti alulae</i> (Proximodistal)	13,4060±0,72203	23,6140±1,09474
<i>Phalanx proximalis digiti majoris</i> (Craniocaudal)	7,0000±0,37993	10,3060±0,48252
<i>Phalanx proximalis digiti majoris</i> (Proximodistal)	15,1880±0,81060	29,7300±1,38378
<i>Phalanx distalis digiti majoris</i> (Proximodistal)	15,7280±0,85271	21,2100±0,98826
<i>Phalanx digiti minoris</i> (Proximodistal)	7,7260±0,43120	12,0620±0,55912

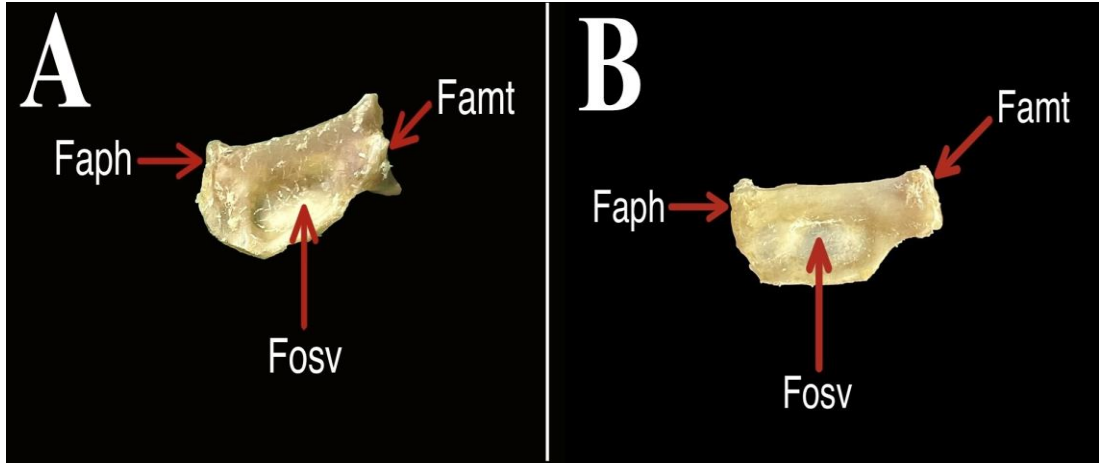
Ossa digitorum manus arasında en proximal’de bulunan kemik olan *phalanx digiti alulae*’nın, *os metacarpale alulare*’nin *proc. alularis*’i üzerinde bulunan *facies art. alularis*’e bağlandığı tespit edildi (Şekil 4.33.).



Şekil 4.33. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) *phalanx digiti alulae*’nin dorsal’den görüntüsü: (Dis) Distal; (Prox) Proximal; (Cra) Cranial; (Cau) Caudal

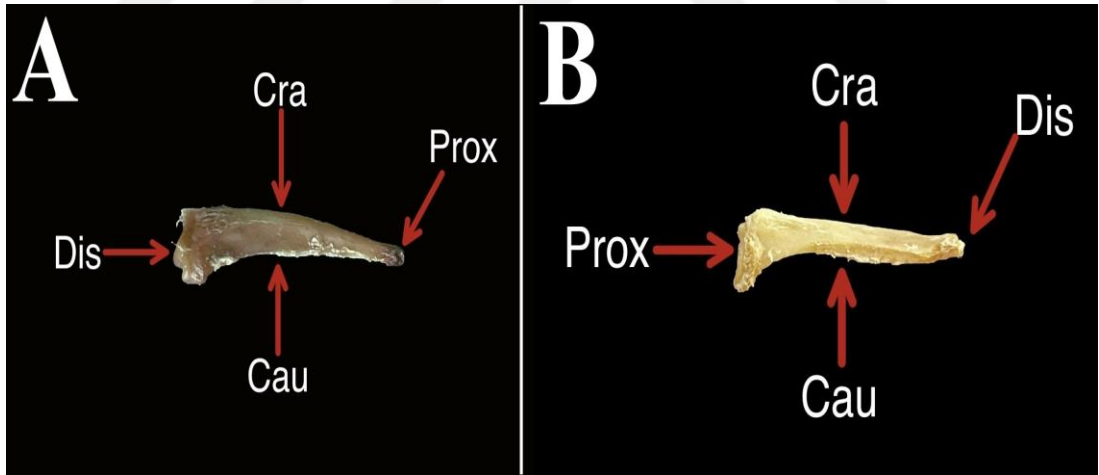
Ossa digitorum manus arasında en gelişmiş kemik olan *phalanx proximalis digiti majoris*’in diğer *phalanx*’lardan farklı olarak caudal kenarı boyunca ince bir kemik çıkıntısı bulundurduğu belirlendi. Proximal’de alçak başlayıp, distal’de dik olarak sonlanan bu çıkıntının ventral ve dorsal yüzünde *fossa dorsalis* ve *fossa ventralis* olmak üzere iki çukur alan tespit edildi. Proximal’de *os metacarpale majus*’a bağlanan

kemiğin *distal* yüzünde *phalanx distalis digiti majoris* için bir eklem yüzü görüldü (Şekil 4.34.).



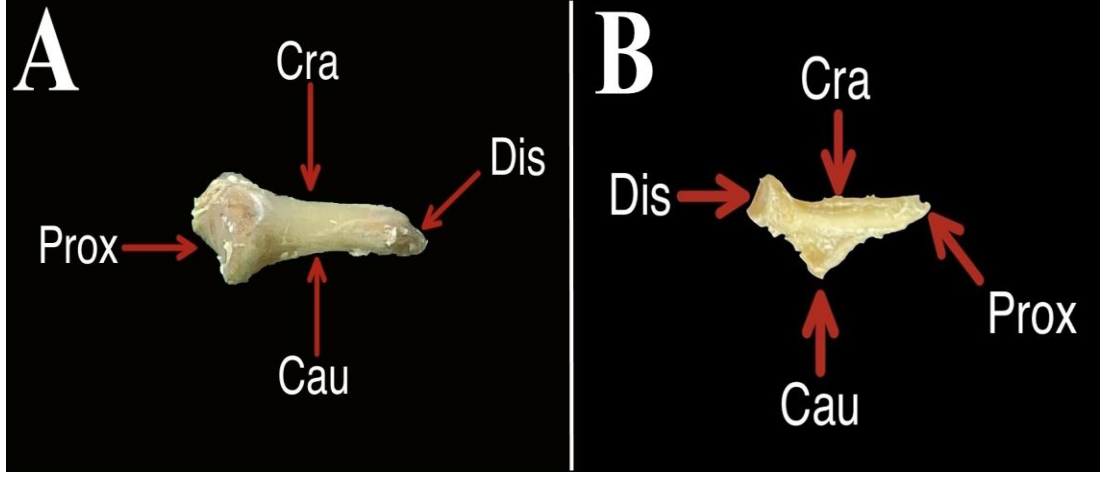
Şekil 4.34. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin'de (Sağ) *phalanx proximalis digiti majoris*'in ventral'den görüntüsü: (Famt) *Facies art. metacarpalis*; (Faph) *Facies art. phalangealis*; (Fosv) *Fossa ventralis*

Distal'e doğru sivrilen bir kemik olan *phalanx distalis digiti majoris*'in *caudal* yüzünün *cranial*'den daha geniş şekillendiği tespit edildi (Şekil 4.35.).



Şekil 4.35. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin'de (Sağ) *phalanx distalis digiti majoris*'in dorsal'den görüntüsü: (Dis) *Distal*; (Prox) *Proximal*; (Cra) *Cranial*; (Cau) *Caudal*

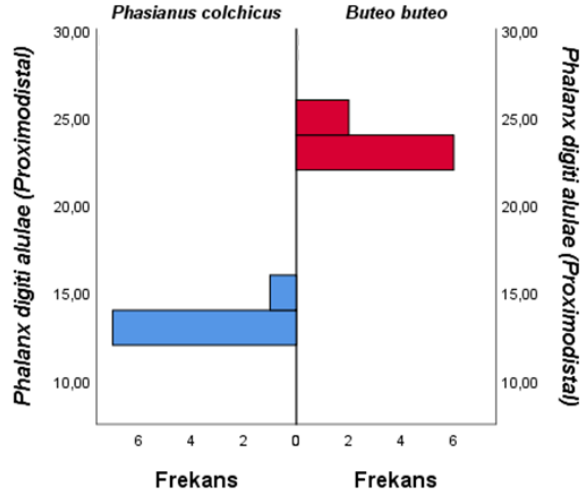
Os metacarpale minus'un *distal*'inde bulunan *phalanx digiti minoris*'in oldukça küçük ve bir kemik olduğu gözlemlendi (Şekil 4.36.).



Şekil 4.36. (A) Sülün (Sağ) ve (B) Şahin’de (Sağ) *phalanx digiti minoris*’in dorsal’den görüntüsü: (Dis) Distal; (Prox) Proximal; (Cra) Cranial; (Cau) Caudal

Ossa digitorum manus’un genel özellikleri Sülün’de, Lök ve Yalçın (2007)’in aynı türdeki çalışması ile benzerdi, Şahin’de ise Fisher (1946)’ın *Buteo*’daki bulguları ile örtüşmekteydi.

Wang vd. (2011) süzülerek uçan kuşlarda *manus*’un, sürekli kanat çırparak uçanlara göre uzun olduğunu ifade etmektedir. Yukarıdaki ifadeye benzer olarak, *ossa digitorum manus*’un Şahin’de, Sülün’e göre daha uzun şekillendiği görüldü. Yang vd. (2015) *alulae*’nın, *phalanx digiti alulae*’ya tutunduğunu, Lee vd. (2015) ise *alulae*’nın, keskin saldırı açıları ve düşük hızda durmadan uçmayı sağladığını ayrıca manevra kabiliyetini arttırdığını bildirmişlerdir. Şahin’de, *phalanx digiti alulae*’nın daha gelişmiş olması, Lee vd. (2015)’nin bulguları ile paralellik göstermektedir (Şekil 4.37.).



Şekil 4.37. *Phalanx digiti alulae*'nin proximodistal ölçümünün karşılaştırması

4.2. Musculi Membri Thoracici

4.2.1. Musculus scapulohumeralis cranialis

Sülün'de, *m. scapulohumeralis caudalis*'in *cranial*'inde oldukça küçük silindirik bir kas olan *m. scapulohumeralis cranialis*'in *collum scapulae*'dan kassal olarak başlangıç aldığı ve *extremitas proximalis humeri*'de bulunan *crus dorsalis fossae*'da kassal olarak sonlandığı görüldü.

Şahin'de kasın *collum scapulae* ve *corpus scapulae*'nın *margo ventralis*'inin *cranial* 2/3'lük kısmından kassal olarak başlayarak, *insertio tendosunun humerus*'un *tuberculum ventrale*'sinde sonlandığı tespit edildi.

Sülün'e ait *m. scapulohumeralis cranialis*'in *Galliformes*'e benzer olduğu görüldü (Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; König et al., 2016). Şahin'de kasın *origo*'su *Falconiformes* (Fisher, 1946; Picasso and Mosto, 2018) ve *Buteo buteo* (Canova et al., 2015)'da ifade edilen bulgulara benzerdi. Ancak çalışmamızda farklı olarak *humerus*'un *tuberculum ventrale*'sinde sonlandığı tespit edildi.

İki kuş türü karşılaştırıldığında, Şahin'de kasın *origo*'sunun daha geniş bir alana tutunduğu, daha büyük olduğu ve moment kolunun daha uzun şekillendiği görüldü. *Humerus*'un retraksiyonunu sağlayan *m. scapulohumeralis cranialis*, kanat açıklığı

geniş olan Şahin’de retraksiyonda ihtiyaç duyulan kuvveti karşılamak için daha gelişmiş olabilir.

4.2.2. *Musculus scapulohumeralis caudalis*

Sülün’de *scapula*’dan ayrılan kaslar arasında en büyüğü olduğu tespit edilen *m. scapulohumeralis caudalis*’in, *corpus scapulae*’nın *facies lateralis*’i, *margo caudalis*’i ve *extremitas caudalis scapulae*’dan başlangıç aldığı görüldü. Güçlü bir *insertio* tendosuna sahip olan kasın *extremitas proximalis humeri*’de bulunan *tuberculum ventrale*’de sonlandığı belirlendi.

Şahin’de *m. scapulohumeralis caudalis*’in *corpus scapulae*’nın *facies lateralis*’i ve *margo dorsalis*’inin *caudal* 2/3’lük kısmından kassal olarak başlangıç aldığı tespit edildi. Kasın *insertio* tendosunun ise *fossa pneumaticipitalis*’in *caudal*’inde sonlandığı görüldü.

Sülün’e ait *m. scapulohumeralis caudalis*’in başlangıcı, *Galliformes*’e (Hudson and Lanzilotti, 1964; Ghetie, 1976; Zhang and Yang, 2013) benzerdi. Ancak, Hudson ve Lanzilotti (1964) ve Zhang ve Yang (2013)’in ifadelerinden farklı olarak, *humerus*’un *tuberculum ventrale*’sinde sonlandığı tespit edildi. Şahin’de *m. scapulohumeralis caudalis*’in genel özellikleri ise, Canova vd. (2015)’nin aynı türde belirttiği bulgularla benzerdi.

Sürekli kanat çırparak uçan kuşlarda *m. scapulohumeralis caudalis*’in diğer türlere göre gelişmiş olduğu ifade edilmektedir (Bribiesca-Contreras et al., 2019). Çalışmamızda, sürekli kanat çırparak kısa uçuşlar gerçekleştiren Sülün’e ait *m. scapulohumeralis caudalis*’in, Şahin’e göre büyük şekillenmesi bu önerme ile örtüşmektedir.

4.2.3. *Musculi subcoracoscapulares*

İki kuş türünde de *mm. subcoracoscapulares*; *m. subscapularis* ve *m. subcoracoideus* olmak üzere iki kısımda incelendi.

Sülün’de *m. subcoracoideus*’un, *corpus coracoidei*’nin *margo medialis*’i, *membrana sternocoracoclavicularis* ve *margo cranialis sterni*’de bulunan *labrum internum*’dan başlangıç aldığı belirlendi. Şahin’de ise kasın *corpus coracoidei*’nin *dorsomedial*’inden başlangıç aldığı görüldü.

Sülün’de *corpus scapulae*’nın *margo ventralis*’i ve *facies medialis*’inin *cranial* 1/3’lük kısmından kassal olarak başlangıç alan *m. subscapularis*, Şahin’de *corpus scapulae*’nın *ventrolateral*’i ve *acromion*’un *ventromedial*’inden, *m. scapulohumeralis caudalis*’in altından aynı şekilde kassal olarak başlangıç almaktaydı. Kuşların tamamında kasın *insertio* tendosunun, *m. subcoracoideus* ve *m. coracobrachialis caudalis*’in *insertio* tendoları ile birleşerek *extremitas proximalis humeri*’de bulunan *tuberculum ventrale*’de sonlandığı tespit edildi.

Sülün’e ait *m. subscapularis* ve *m. subcoracoideus*’un genel özellikleri, Zhang ve Yang (2013)’ın Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)’de ifade ettiklerine benzerdi. Şahin’e ait *m. subscapularis* ve *m. subcoracoideus*’un ise Canova vd. (2015)’nın aynı türde, Picasso ve Mosto (2018)’nin ise *Caracara*’da elde ettiği bulgular ile benzerlik göstermekteydi. Ancak çalışmamızda kullanılan iki kuş türünde de *m. subscapularis* için belirtilen *caput mediale* ve *caput laterale* (Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Canova et al., 2015; Picasso and Mosto, 2018) ayırt edilemedi.

Dial vd. (1991), asıl görevi *humerus*’un retraksiyonu olan *m. subscapularis*’in, kanadın kaldırılmasının son evrelerinde aktifleştğini ve indirme hareketini başlatan kaslardan biri olduğunu ifade etmektedir. Kanadın indirilmesine yardımcı *m. subscapularis*’in, kanat açıklığı geniş olan Şahin’de, kanadın kaldırılmasına yardımcı olan *m. subcoracoideus*’un ise sürekli kanat çırparak uçan Sülün’de gelişmiş olması Dial vd. (1991)’in ifadeleri ile örtüşmektedir.

4.2.4. *Musculus coracobrachialis cranialis*

İki kuş türünde de *proc. acrocoracoideus*’dan başlangıç alan *m. coracobrachialis cranialis*’in, *extremitas proximalis humeri* üzerinde bulunan *imp. coracobrachialis*’de sonlandığı tespit edildi.

Sülün ve Şahin’e ait *m. coracobrachialis cranialis*’in genel özellikleri, önceki çalışmalarla (Fisher, 1946; Baumel, 1993; Zhang and Yang, 2013; Canova et al., 2015; Demirci, 2016; König et al., 2016; Picasso and Mosto, 2018) benzerdi.

Süzülerek uçan kuşlarda, kanadın pozisyonunu korumak için *m. coracobrachialis cranialis*’in diğer kuşlara göre daha fazla geliştiği ifade edilmektedir (Fisher, 1946; Meyers and Stakebake, 2005; Bribiesca-Contreras et al., 2019). Benzer şekilde, süzülerek uçan Şahin’de *m. coracobrachialis cranialis*’in, Sülün’e göre daha gelişmiş olduğu belirlendi.

4.2.5. *Musculus coracobrachialis caudalis*

Sülün’de *m. coracobrachialis caudalis*’in *origo*’su, *corpus coracoidei*’nin *margo lateralis*’i boyunca, Şahin’de ise *corpus coracoidei*’nin *distal* ½’lik kısmından ve *os coracoideum*’un *proc. lateralis*’inden kassal olarak başlamaktaydı. Kasın *insertio tendosu* ise iki kuş türünde de *mm. subcoracoscapulares*’in *insertio* tendoları ile *humerus*’un *tuberculum ventrale*’sinde sonlanmaktaydı.

Sülün’e ait *m. coracobrachialis caudalis*’in genel özellikleri, Hudson ve Lanzilotti (1964)’nin tavukta belirttiğine benzer görüldü. Şahin’de ise kasın genel özellikleri Fisher (1946)’ın bulgularına benzese de farklı olarak *sternum* üzerine tutunmadığı belirlendi.

Kanat kaldırma hareketinin geç evresinde aktif olan *m. coracobrachialis caudalis*’in hem bu harekete yardımcı olduğu hem de süzülme sırasında kanadın pozisyonunu koruduğu ifade edilmektedir (Bribiesca-Contreras et al., 2019). Ayrıca su altında hareket yeteneği olan kuşlarda, suyun direncine karşı koymak için kasın gelişmiş olduğu bildirilmiştir (Contreras et al., 2021). Vücut ağırlığı yüksek ve kanat açıklığı dar olan Sülün’de, su altında hareket eden kuşlara benzer olarak uçuş sırasında yüksek bir güce ihtiyaç duyulmaktadır. Süzülerek uçan ve kanat açıklığı geniş olan Şahin’de ise kanadın aşağı indirilmesi ve süzülme pozisyonunda kalması için gerekli kuvvet yüksek olacaktır. Çalışmamızda iki kuş türünde de *m. coracobrachialis caudalis*’in gelişmiş şekillenmesi yukarıda ifade edilen önermelerle örtüşmektedir.

4.2.6. *Musculus pectoralis*

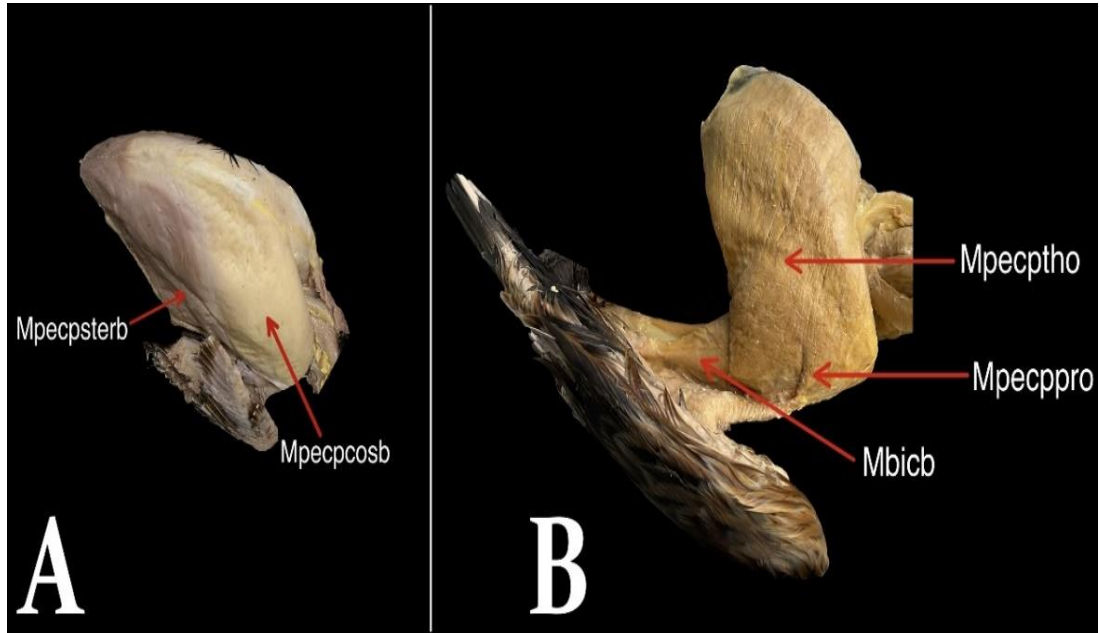
İncelenen kaslar arasından iki kuş türünde de en büyük kas olduğu tespit edilen *m. pectoralis*’in, Sülün’de *membrana intermuscularis* tarafından birbirinden ayrılan *pars costo (thoraco) brachialis* ve *pars sternobrachialis* ile *pars sternobrachialis*’den başlangıç alan *pars propatagialis* olmak üzere üç kısımdan oluştuğu belirlendi. Şahin’de kasın, *pars thoracica* ve *pars propatagialis* olmak üzere iki kısımdan oluştuğu görüldü.

Sülün’de *pars costo (thoraco) brachialis*’in *costae sternales* ve bu *costae*’lar arasındaki kasların *fascia*’larından başlangıç aldığı tespit edildi. *Pars sternobrachialis*’in ise *facies lateralis carinae*, *clavicula* ve *membrana intermuscularis*’den başlangıç aldığı gözlemlendi. *Pars sternobrachialis* ve *pars costo (thoraco) brachialis*’in birlikte *extremitas proximalis humeri*’de bulunan *crista*

deltopectoralis'in ventral'inde sonlandığı tespit edildi. *Pars sternobrachialis*'in lateral'inden başlangıç alan *pars propatagialis*'in, *lig. propatagiale*'nin oluşumuna katıldığı belirlendi.

Şahin'de *m. pectoralis*'in *pars thoracica*'sı, kasın en gelişmiş olan kısmıydı ve kasın *origo*'su oldukça geniş bir alanı kapsamaktaydı. Kasın *extremitas sternalis coracoidei*, *clavicula*, *membrana sternocoracoclavicularis*, *apex cariane* ve *carina sterni*'nin tamamından başlangıç aldığı belirlendi. *Pars thoracica*'nın *insertio*'sunun *m. coracobrachialis cranialis*'in *insertio*'su ile *crista deltopectoralis*'in ventral'inde ve *crista bicipitalis humeri*'de sonlandığı tespit edildi.

Şahin'de *m. pectoralis pars propatagialis*'in, *caput craniale* ve *caput caudale* olmak üzere iki kısımdan başlangıç aldığı gözlemlendi. *Caput craniale*'nin *origo*'su omuz ekleminin *cranial*'inden, *m. pectoralis pars thoracica*'dan başlangıç almaktaydı ve uzun *insertio* tendosunun, *m. deltoideus pars propatagialis pars cranialis*'in *insertio* tendosu ile seyrettiği görüldü. *Caput craniale*'nin *insertio* tendosunun, *os metacarpale alulare*'de sonlandığı ve bilek eklemi düzeyinde içerisinde *os prominens* adı verilen *sesamoid* kemiği bulundurduğu tespit edildi. *Caput caudale*'nin ise *caput craniale*'nin *caudal*'inden tendosel olarak başlangıç aldığı ve *distal*'de *m. deltoideus pars propatagialis pars caudalis* ile birleştiği görüldü (Şekil 4.38.).



Şekil 4.38. (A) Sülün ve (B) Şahin'de gövdenin ventrolateral'den görüntüsü: (Mpecpsterb) *M. pectoralis pars sternobrachialis*; (Mpecpcosb) *M. pectoralis pars costobrachialis*; (Mpecppro) *M. pectoralis pars propatagialis*; (Mpecptho) *M. pectoralis pars thoracalis*; (Mbich) *M. biceps brachii*

Hindi (Ghetie, 1976) ve tavukta (Nickel ve ark., 1977) *m. pectoralis*; *m. pectoralis superficialis* ve *m. pectoralis profundus* olmak üzere iki kısımda ifade edilmektedir. Baumel (1993) ise *m. pectoralis*'in; *carina sterni*'nin ventral sınırı, *clavicula* ve *membrana intramuscularis*'ten kassal olarak başlangıç alan *pars sternobrachialis*, *costae sternaes* ile bu bölgedeki kasların *fascia*'larından kassal olarak başlangıç alan *pars costobrachialis* ve *lig. propatagiale* üzerinde sonlanan *pars propatagialis* olmak üzere üç kısımdan oluştuğunu bildirmiştir. Çalışmamızda Sülün'e ait *m. pectoralis*, Baumel (1993)'in ifadesi ile örtüşmektedir. Şahin'de ise *m. pectoralis*'in; *os coracoideum*, *scapula* ve *sternum*'dan başlangıç alan *pars thoracica*, *pars thoracica*'dan başlangıç alan *pars subcutanea abdominalis* ve yine aynı yerden başlayan *pars propatagialis* olmak üzere üç kısımdan oluştuğu ifade edilmektedir (Canova et al., 2015). Çalışmamızdaki Şahin'lerde *pars subcutanea abdominalis* ayırt edilemedi, ayrıca *pars thoracica*'nın *scapula* ile bağlantısı yoktu.

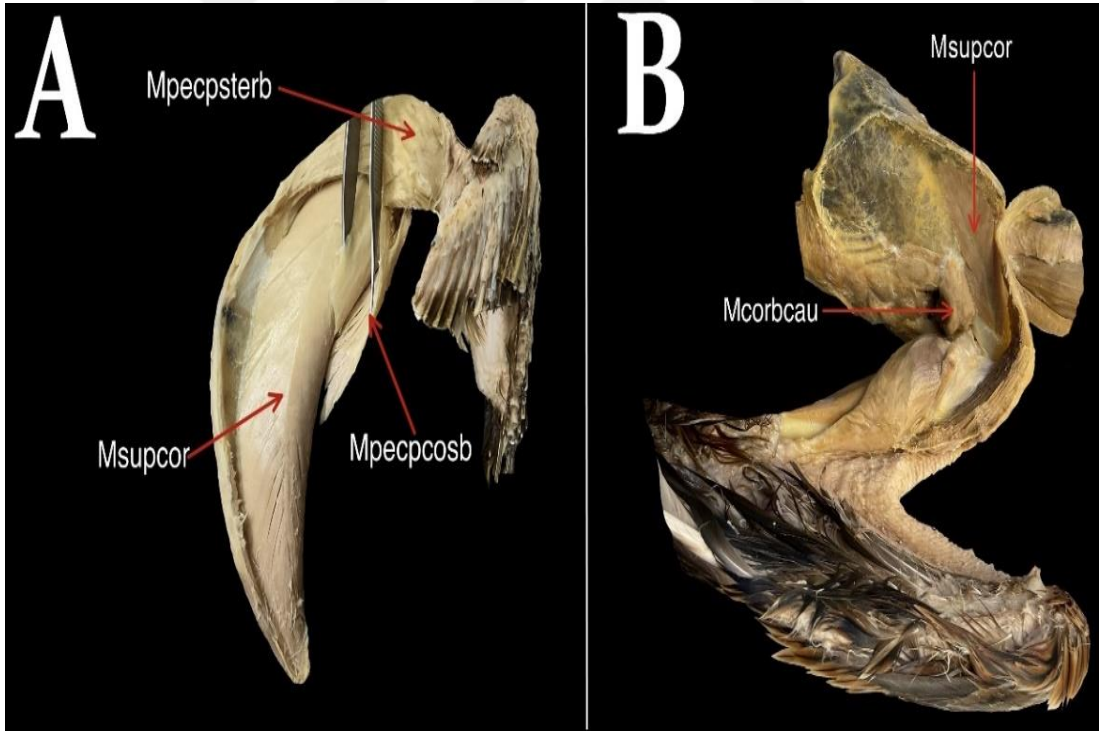
Kanadın aşağı yönlü hareketinde temel kuvveti oluşturan ve yukarı yönlü hareketinin son evrelerinde aktif olarak, bu hareketin yavaşlatılmasında da rol oynayan *m. pectoralis*'in, kuşların lokomasyon şekline göre bağlandığı yerler, kas fibrillerinin yapısı gibi morfolojik özelliklerinin farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Dial, 1991). Kanadı kısa olan kuşlarda uçuşta gerekli kuvveti oluşturabilmek için kasın diğer türlere göre daha fazla geliştiği ifade edilmektedir (Warrick, 1998). Bu durum sürekli ve hızlı kanat çırparak uçan türler için de geçerlidir (Bribiesca-Contreras et al., 2019). Çalışmamızda, yukarıdaki ifadelerle örtüşecek şekilde, Sülün'e ait *m. pectoralis*'in büyük bir alan kapladığı gözlemlendi.

Kasın moment kolu uzadıkça gücü, kısaldıkça ise açılma hızı artar (Alexander, 2003). Fisher (1946), *m. pectoralis*'in tendosel ön kısmının, kasın üzerindeki gerilimi azaltarak uzun süreli süzölmelerde harekete yardımcı olduğunu bildirmiştir. Razmadze vd. (2018) ise *m. pectoralis*'in bazı türlerde *crista deltopectoralis*'e ek olarak daha cranial'de *crista bicipitalis*'e de tutunduğunu, böylelikle kasın hareketi sırasında *humerus*'un rotasyonunun sınırlandırıldığını ifade etmektedir. Geniş kanat açıklığı ile süzölerek uçan Şahin'de, *m. pectoralis*'in tendosel kısmının, sürekli ve hızlı kanat çırparak uçan Sülün'e göre daha uzun şekillenmesi ve *crista bicipitalis* üzerine de tutunması yukarıdaki ifadeleri desteklemektedir.

4.2.7. *Musculus supracoracoideus*

Sülün’de incelenen kaslar arasında *m. pectoralis*’den sonra en büyük ikinci kas olduğu gözlenen *m. supracoracoideus*; *corpus coracoidei*, *facies muscularis sterni*, *carina sterni* ve *membrana sternocoracoclavicularis*’den başlangıç almaktaydı. Oldukça geniş başlayan kasın *craniodorsal*’e doğru devam eden *venter*’inin giderek incelindiği ve *canalis triosseus* içerisinde geçerek *extremitas proximalis humeri*’de bulunan *crista deltopectoralis*’in *dorsal*’inde ve *tuberculum dorsale*’de sonlandığı belirlendi.

Şahin’de kasın; *facies muscularis sterni*’nin *cranioventral*’inde *linea intermuscularis*’e kadar olan bölgeden, *membrana sternocoracoclavicularis*’in *medial*’inden ve *corpus coracoidei*’nin *margo medialis*’inden başlangıç aldığı tespit edildi. Kasın başlangıçta daha geniş yapıda olan *venter*’inin, *canalis triosseus*’dan geçmeden önce silindirik bir yapı aldığı ve *canalis triosseus* içerisinde geçtikten sonra *humerus*’un *tuberculum dorsale*’sinde sonlandığı görüldü (Şekil 4.39.).



Şekil 4.39. (A) Sülün’de gövdenin *caudolateral*’den görüntüsü ve (B) Şahin’de gövdenin *lateral*’den görüntüsü: (Msupcor) *M. supracoracoideus*; (Mpecpsterb) *M. pectoralis pars sternobrachialis*; (Mpecpcosb) *M. pectoralis pars costobrachialis*; (Mcorbcaw) *M. coracobrachialis caudalis*

Galliformes’de *m. supracoracoideus*’un; *facies muscularis sterni* ile *carina sterni*’den başlayıp, *humerus*’un *caudodorsal*’inde sonlanan *caput ventrale* ve os

coracoideum ile *membrana sternocoracoclavicularis*'den başlayıp, *humerus*'un *tuberculum dorsale*'sinde sonlanan *caput dorsale* olmak üzere iki kısımdan oluştuğu bildirilmiştir (Hudson and Lanzilotti, 1964). Çalışmamızda, Sülün'e ait *m. supracoracoideus*'un başlangıç ve sonlanması ifade edilen bulgularla örtüşse de belirgin bir *caput dorsale* ve *caput ventrale* ayırt edilemedi. Şahin'e ait *m. supracoracoideus*'un genel özellikleri ise *Falconiformes*'le benzerdi (Fisher, 1946; Canova et al., 2015; Picasso and Mosto, 2018).

Kanadın kaldırılmasında temel kuvveti oluşturan *m. supracoracoideus*'un, bu hareket sırasında kanadın *cranial* kenarını da bir miktar yukarı kaldırdığı ve hücum açısını değiştirerek, yukarı yönlü harekette hava direncini azalttığı bildirilmiştir (Tobalske and Biewener, 2005). *M. supracoracoideus*'un tutunma alanı ve büyüklüğü, uçuş karakteristiğine göre değişkenlik gösterir. Hızlı kanat çırparak uçan türlerde *m. supracoracoideus*'un diğer türlere göre daha büyük şekillendiği belirtilmektedir (Fisher, 1946). Bu durum, havalanma sırasında dikey kalkış gerçekleştiren *Galliformes* ve *Psittacidae* için de geçerlidir (Razmadze et al., 2018). Çalışmamızda hızlı kanat çırparak uçan ve dikey kalkış gerçekleştiren Sülün'e ait *m. supracoracoideus*'un, Şahin'e göre oldukça büyük şekillenmesi yukarıdaki ifadeleri desteklemektedir.

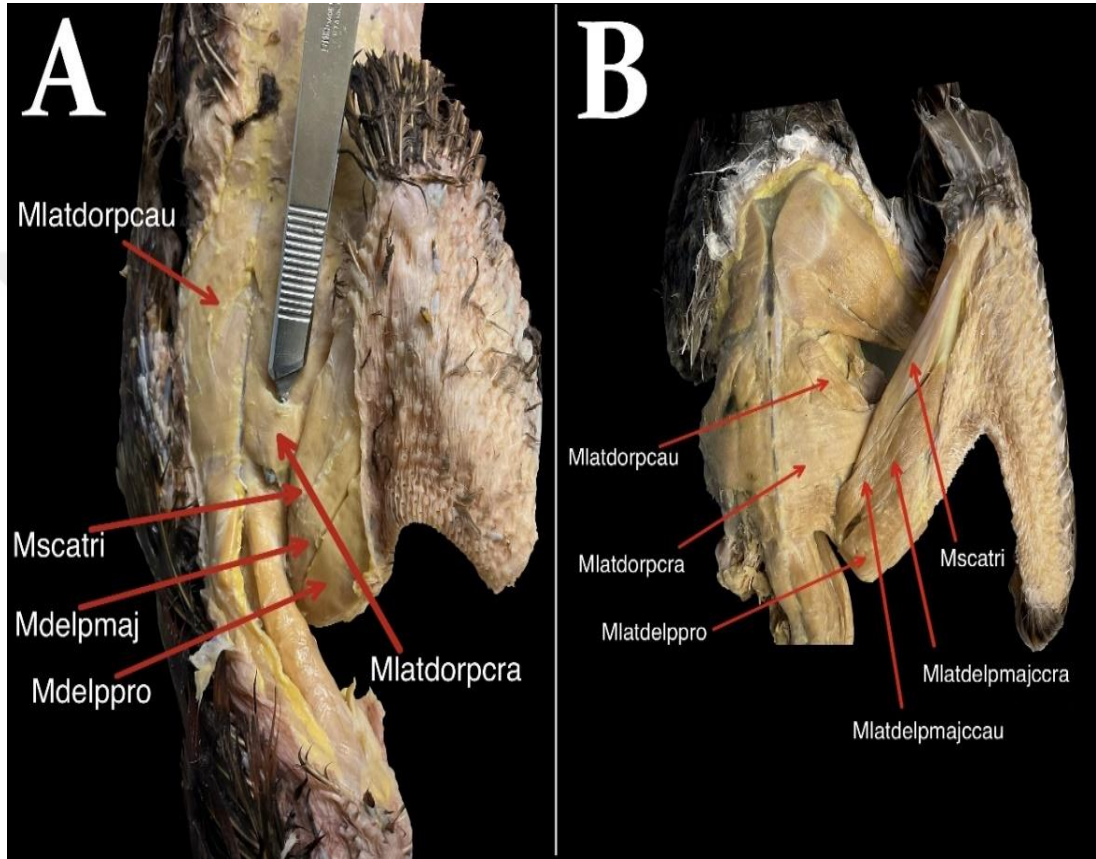
Kanat açıklığı geniş olan ve süzülerek uçan kuşlarda hava akımı gibi kuvvetler sayesinde kanadın pasif olarak kaldırılabilirdiği, bu nedenle de *m. supracoracoideus*'un fazla gelişmediği ifade edilmektedir (Lowi-Merri et al., 2021). Ayrıca *m. supracoracoideus*'un daha *cranial*'de bulunan yerleşiminin; kasın uzunlamasına eksenine ile hareket çizgisi arasındaki mesafeyi azaltarak enerji kullanımını ve *os coracoideum* üzerinde kaybolan kuvveti azalttığı ifade edilmektedir (Fisher, 1946). Kanat açıklığı geniş olan ve süzülerek uçan Şahin'de *m. supracoracoideus*'un, Sülün'e göre daha *cranial*'de bulunması ve küçük şekillenmesi yukarıdaki önermelerle örtüşmektedir.

4.2.8. *Musculus latissimus dorsi*

İki kuş türünde de *m. latissimus dorsi*'nin, *pars cranialis* ve *pars caudalis* olmak üzere iki kısımda incelendi.

Sülün'de *pars cranialis*'in kassal olarak bir, iki ve üçüncü, Şahin'de ise yine kassal olarak iki, üç ve dördüncü *thoracal vertebrae*'ların *proc. spinosus*'undan başlangıç aldığı belirlendi.

Sülün’de *pars caudalis*’in son ve sondan ikinci *thoracal vertebrae*’ların *proc. spinosus*’larından başlangıç aldığı, Şahin’de ise son *thoracal vertebrae*’nın *proc. spinosus*’u, *extremitas cranialis synsacri* ve *ilium*’un *cranial*’inden tendosel olarak başlangıç aldığı gözlemlendi. İki kuş türünde de *pars cranialis* ile *pars caudalis*’in birleşerek *corpus humeri*’nin *margo caudalis*’inin *proximal*’inde sonlandığı tespit edildi (Şekil 4.40.).



Şekil 4.40. (A) Sülün ve (B) Şahin’de gövdenin *craniodorsal*’den görüntüsü: (Mlatdorpcra) *M. latissimus dorsi pars cranialis*; (Mlatdorpcau) *M. latissimus dorsi pars caudalis*; (Mscatri) *M. scapulotriceps*; (Mdelpmaj) *M. deltoideus pars major*; (Mdelpmajccra) *M. deltoideus pars major*’un *caput cranialis*’i; (Mdelpmajccau) *M. deltoideus pars major*’un *caput caudalis*’i; (Mdelppro) *M. deltoideus pars propatagialis*

Çalışmamızda *m. latissimus dorsi*, Sülün’de Ghetie (1976)’nin ördekte, Nickel vd. (1977) ve Yasuda (2002)’nin ise tavukta, belirttiğine, Şahin’de ise Picasso ve Mosto (2018)’nin *Caracara*’da belirttiğine benzerdi. Ancak *Caracara*’da ifade edilenden farklı olarak Şahin’de kasın son *cervical vertebrae*’ya tutunmadığı görüldü.

M. latissimus dorsi’nin, *humerus*’un geri çekilmesinde görev aldığı ve süzülerek uçan kuşlarda hızlanma sırasında kanadın fleksiyon pozisyonunda tutulmasına yardımcı olduğu bildirilmiştir (Fisher, 1946). Hızlı kanat çırparak uçan

kuşlarda ise kanadın sürekli olarak geri hareketinden dolayı iyi geliştiği ifade edilmektedir (Bribiesca-Contreras et al., 2019). Çalışmamızda iki kuş türünde de gelişmiş olarak bulunan *m. latissimus dorsi*'nin, Şahin'de, Sülün'e göre daha geniş bir alandan başlangıç aldığı ve *humerus*'un daha *proximal*'inde sonlandığı görüldü. Süzülerek uzun mesafeler uçan Şahin'deki bu farklılığın, kasın başlangıç noktası ve kuvvet kolu ile arasındaki mesafeyi azaltarak enerji verimliliğini arttırdığı ayrıca ani hızlanmalar için açısal hıza katkı sağladığı düşünülebilir.

4.2.9. *Musculus deltoideus*

İki kuş türünde de *m. deltoideus*'un; *pars major*, *pars minor* ve *pars propatagialis* olmak üzere üç kısma ayrıldığı belirlendi.

Sülün'de *pars major*'un *extremitas omalis coracoidei*'de bulunan *proc. acrocoracoideus*'dan başlangıç aldığı ve *extremitas proximalis humeri*'de bulunan *crista deltopectoralis*'de sonlandığı tespit edildi.

Şahin'de *m. deltoideus pars major*'un; *caput craniale* ve *caput caudale* olmak üzere iki kısımdan oluştuğu görüldü. *Caput craniale*'nin, *acromion* ve *os humeroscapulare*'den başlangıç alarak, *crista deltopectoralis*'de sonlandığı görüldü. *Caput caudale*'nin ise *extremitas omalis coracoidei*, *extremitas cranialis scapulae* ve *os humeroscapulare*'den başlangıç aldıktan sonra *corpus humeri*'nin *proximal* 1/3'ünde sonlandığı tespit edildi.

Sülün'de *caput dorsale* ve *caput ventrale* olmak üzere iki kısımdan oluşan *pars minor*'ün, *pars major*'un *ventral*'inde ve *pars propatagialis*'in altında olduğu gözlemlendi. Küçük bir kas olan *caput dorsale*'nin, *lig. coracoscapulare interosseum* ve *os coracoideum*'un *proc. acrocoracoideus*'undan başladığı görüldü. *Membrana sternocoracoclavicularis*, *corpus coracoidei*'nin *cranioventral*'i ve *margo cranialis carina*'da bulunan *sulcus carina*'dan başlayan *caput ventrale*'nin ise, *m. supracoracoideus* ile *canalis triosseus*'dan geçtiği gözlemlendi. *Caput dorsale* ve *caput ventrale*'nin birlikte *humerus*'un *proximal*'inde *tuberculum dorsale*'de sonlandığı tespit edildi. Şahin'de ise *pars minor*'ün, *proc. acrocoracoideus*'un yakınından, *canalis triosseus*'un *dorsocaudal*'inden başlayarak *m. supracoracoideus* ile *humerus*'un *tuberculum dorsale*'sinde sonlandığı tespit edildi.

Sülün'de *pars propatagialis*'in, *extremitas omalis claviculae* ve *os coracoideum*'un *proc. acrocoracoideus*'undan başladığı görüldü. Kasın *insertio*

tendosunun dallanarak *lig. limitans cubiti*, *lig. propatagiale* ve *propatagium* üzerinde sonlandığı tespit edildi. Şahin'de *extremitas omalis claviculae* ve *lig. acrocoracoclaviculare*'den başlayan *m. deltoideus pars propatagialis*'in *tendo brevis* ve *tendo longus* olmak üzere iki *insertio* tendosu belirlendi. *Tendo brevis*'in *humerus*'a paralel olarak *distal*'e ilerledikten sonra *corpus humeri*'nin *distal*'inde ikiye ayrılarak *m. extensor carpi radialis*'in *caput dorsalis*'inde, ikincil teleklerde ve *antebrachial fascia*'da sonlandığı görüldü. *Tendo longus*'un ise *propatagium*'un *cranial* kenarından devam ederek *os carpi radiale*'nin *ventral*'inde sonlandığı tespit edildi.

Çalışmamızda *m. deltoideus*'un genel özellikleri, Sülün'de Baumel (1993) ve Demirci (2016)'nin, Şahin'de ise Canova vd. (2015)'nin ifadeleri ile örtüşmekteydi.

Kanadın yukarı yönlü hareketi sırasında *m. supracoracoideus*'a yardımcı olan *m. deltoideus pars major*'un aynı zamanda *humerus*'u geri çektiği ve kanadın *cranial* kenarını yukarı kaldırdığı bildirilmiştir (Fisher, 1946). Kanadın kaldırılması sırasında, *m. deltoideus pars major*'un; *humerus*'un hücum açısını ve vücudun pozisyonunu değiştirerek dikey açıyla havalanan kuş türlerinde hareketi olumsuz yönde etkilediği ve bu kuşlarda kasın az geliştiği ifade edilmektedir. Kanadı kaldırmak için gerekli kuvvetin ise *m. supracoracoideus*'un daha fazla gelişmesi ile telafi edildiği belirtilmiştir. Ayrıca dikey kalkış sırasında hücum açısının ayarlanmasında yardımcı olan *m. deltoideus pars propatagialis*'inde bu kuşlarda gelişmiş olduğu bildirilmiştir (Razmadze et al., 2018). Çalışmamızda Sülün'e ait *m. deltoideus pars major*'un küçük şekillenmesi ve *m. deltoideus pars propatagialis*'in gelişmiş olması yukarıdaki ifadelerle örtüşmektedir.

M. deltoideus pars minor'un ise *pars major*'e benzer olarak, kanadın yukarı yönlü hareketine yardımcı olduğu, *cranial* kenarını kaldırdığı ve *pars major*'den farklı olarak *humerus*'u *cranial*'e çektiği belirtilmektedir (Fisher, 1946). Hava akımlarından yararlanarak, havada sabit kalma yeteneği olan Kerkenez (*Falco tinnunculus*)'de, *m. deltoideus pars major* ve *pars minor*'un gelişmiş olduğu, bununda kanadın hücum açısında ani değişimler yaparak bu harekete katkı sağladığı bildirilmiştir. Süzülerek uçan şahinde ise kanadı sabit tutmak için *m. deltoideus pars major*'un iyi geliştiği ifade edilmektedir (Bribiesca-Contreras et al., 2019). Avlanma sırasında Kerkenez (*Falco tinnunculus*)'e benzer bir uçuş sergileyen ve süzülerek uçan Şahin'de *m. deltoideus pars major* ve *pars minor*'un gelişmiş olması Bribiesca-Contreras vd. (2019)'ın ifadeleri ile örtüşmektedir.

4.2.10. *Musculus triceps brachii*

İki kuş türünde de *m. triceps brachii*'nin, *m. scapulothriceps* ve *m. humerotriceps* olmak üzere iki kısma ayrıldığı tespit edildi.

Sülün'de *m. scapulothriceps*'in *collum scapulae* ve *extremitas proximalis humeri*'de bulunan *tuberculum dorsale*'den başlangıç aldığı görüldü. Kasın *insertio tendosunun* ise *humerus*'un *epicondylus ventralis*'i ve *extremitas proximalis ulnae*'da sonlandığı tespit edildi. Şahin'de *collum scapulae*'nin *facies lateralis*'inden başlangıç alan *m. scapulothriceps*'in, *extremitas distalis humeri*'de bulunan *sulcus scapulotricipitalis*'den geçtikten sonra *olecranon*'un *dorsal*'inde sonlandığı tespit edildi.

Sülün'de *m. humerotriceps*'in, *humerus*'un *proximal*'inde bulunan *crista bicipitalis* ve *tuberculum ventrale*'den başlangıç aldıktan sonra *olecranon*'da sonlandığı görüldü. Şahin'de ise bu kas *caput dorsale* ve *caput ventrale* olmak üzere iki kısım olarak belirlendi. *Caput dorsale*'nin, *fossa pneumotricipitalis*'den başlangıç aldığı tespit edildi. *Caput ventrale*'nin ise *crista bicipitalis* ve *crus ventrale fossae*'dan başladığı görüldü. İki *caput*'un birleşerek *corpus humeri*'nin *margo caudalis*'i boyunca kemiğe tutunarak ilerlediği ve *olecranon* üzerinde sonlandığı tespit edildi.

Çalışmamızda *m. triceps brachii*'nin genel özellikleri; Sülün'de Hudson ve Lanzilotti (1964)'nin *Galliformes*'de, Şahin'de ise Fisher (1946)'ın akbabalardaki ifadeleri ile benzerdi. Ancak akbabalarda ifade edilenden farklı olarak, Şahin'de *m. humerotriceps*'in *caput ventrale* ve *caput dorsale* olmak üzere iki kısımdan oluştuğu görüldü.

M. triceps brachii'nin *antebrachium* için güçlü bir ekstensor olduğu ve kanat çırpma sırasında dirsek eklemini sabitlediği belirtilmektedir. Kanat açıklığı geniş olan ve süzülerek uçan kuşlarda enerji tasarrufu sağlanması ve ekstensiyon pozisyonunun uzun süre korunabilmesi için *insertio tendosunun* uzun ve kasın gelişmiş şekillendiği bildirilmiştir (Fisher, 1946). Benzer bir uçuş gerçekleştiren Şahin'de de *m. triceps brachii*'nin gelişmiş olduğu ve omuz ekleminin sabit tutulmasında rol oynadığı belirtilmiştir (Bribiesca-Contreras et al., 2019). Sürekli kanat çırparak uçan kuşlarda ise kasın daha *proximal*'de sonlandığı ve ekstensiyon hızını arttırdığı ifade edilmektedir (Fisher, 1946). Çalışmamızda iki kuş türünde de *m. triceps brachii*'nin

gelişmiş olduğu ve kasın *insertio tendosunun* Şahin’de, Sülün’e göre uzun şekillendiği belirlendi.

4.2.11. *Musculus biceps brachii*

Sülün’de *m. biceps brachii*; *caput coracoideum*, *caput humerale* ve *pars propatagialis* olmak üzere üç kısımda incelendi. Şahin’de ise *pars propatagialis* bulunmamaktaydı.

İki kuş türünde de *caput coracoideum*, *os coracoideum*’un *proc. acrocoracoideus*’undan, *caput humerale* ise *extremities proximalis humeri*’de bulunan *crista bicipitalis*’den başlangıç almaktaydı. *Caput coracoideum* ve *caput humerale*’nin birleştikten sonra *corpus humeri* düzeyinde oluşturdukları *insertio tendosunun* çatallanarak *tuberculum bicipitale radii* ve *tuberculum bicipitale ulnae*’da sonlandığı tespit edildi.

Sülün’de *m. biceps brachii*’nin *craniodorsal*’inden başlangıç alan *pars propatagialis*’in, *lig. limitans cubiti* üzerinde sonlandığı belirlendi.

Sülün’e ait *m. biceps brachii*’nin, Zhang ve Yang (2013)’ın Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)’deki bulgularına benzer şekilde üç kısımdan oluştuğu görüldü. Şahin’de ise kasın genel özellikleri Canova vd. (2015)’nin aynı türdeki bulguları ile örtüşmekteydi.

Asıl görevi *antebrachium*’un fleksiyonu olan *m. biceps brachii*’nin, dirsek eklemine sabitleyerek kanadı horizontal pozisyonda tutmaya yardımcı olduğu ve kanadın indirilmesi sırasında *humerus*’u geri çektiği ifade edilmektedir (Dial, 1991). Çalışmamızda, kasın *venter*’inin Şahin’de *humerus*’un ortası düzeyinde, Sülün’de ise *distal*’inde sonlanarak *insertio tendosunu* oluşturduğu görüldü. Geniş kanatlarını uzun süreler boyunca horizontal pozisyonda tutmak zorunda olan Şahin’de, *insertio tendosunun* daha *proximal*’den başlaması ve uzun şekillenmesi enerji tasarrufu ve kuvvet kolunu uzatarak gücün artırılmasını sağlamak amaçlı bir adaptasyon olabilir. Sülün’de ise *insertio tendosunun* kısa olması, kuvvet kolunu kısaltarak açışal hızı arttıracak için hızlı ve sürekli kanat çırpma daha uygundur.

Zhang ve Yang (2013), *m. biceps brachii* kasıldığında, *lig. propatagiale*’ye pasif olarak germe kuvveti uygulayarak kanadın *cranial* kenarını aşağı indiren *pars propatagialis*’in, süzülerek uçan kuş türlerinde bulunmadığını ve sürekli kanat çırparak uçan kuşlara özgü bir yapı olabileceğini ifade etmiştir. Süzülme sırasında

kanadı sabit tutmak için sürekli olarak görev yapan *m. biceps brachii*'nin, *pars propatagialis* ile *lig. propatagiale*'ye bağlanarak *cranial* kenarı aşağı indirmesi, kuşun uçuşunu olumsuz yönde etkileyeceğinden, bu yapının Şahin'de bulunmaması yukarıdaki ifadeye uygundur. Sürekli kanat çırparak uçan Sülün'de ise kanat aşağı indirilirken *cranial* kenarının da indirilmesi hava direncine karşı gerekli olan kuvveti azaltacaktır.

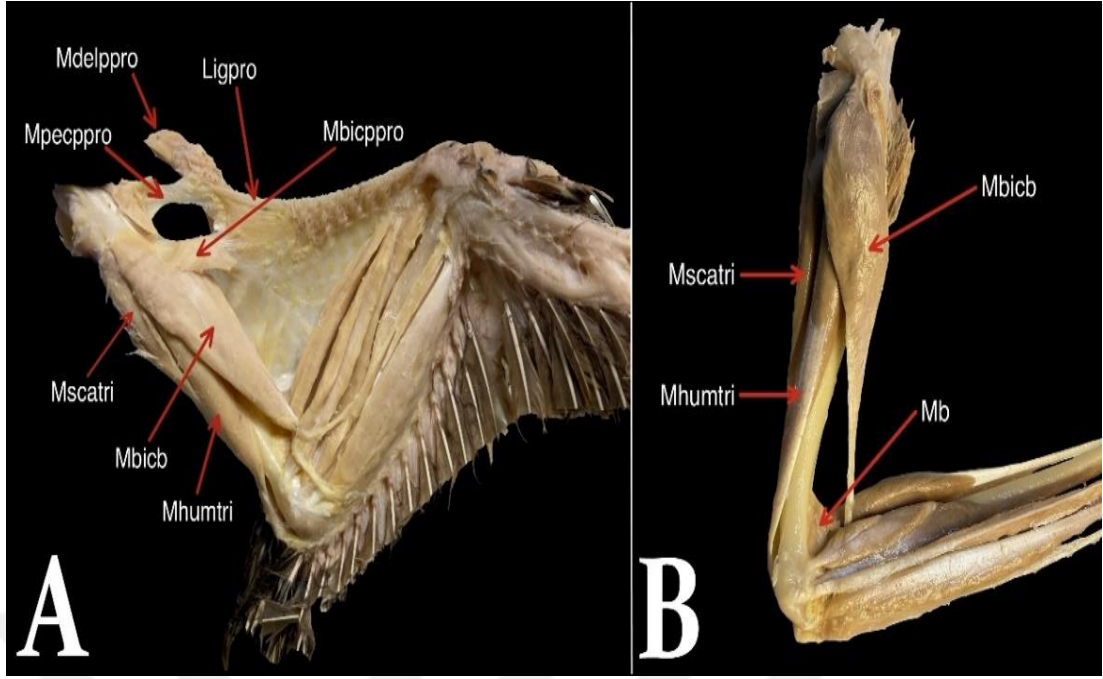
4.2.12. *Musculus expansor secundinarium*

Sülün'de *m. scapulohumeralis caudalis*'in *insertio* tendosunun bulunduğu bölgeden, Şahin'de ise *corpus scapulae* ve *corpus humeri*'den başlangıç alan kasın, ikincil teleklerde sonlandığı görüldü. İki kuş türünde de *m. expansor secundinarium*'un *venter* adı verilebilecek bir bölümü bulunmamaktaydı.

Şahin'de kasın genel özellikleri Canova vd. (2015)'nin *Buteo buteo*'da yaptığı çalışma ile benzerlik göstermekteydi. Sülün'de ise *Galliformes*'de yapılan çalışmalarda bahsi geçen *tendo proximalis* ve *tendo distalis* (Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013) ayırt edilemedi.

4.2.13. *Musculus brachialis*

İki kuş türünde de *extremis distalis humeri*'deki *fossa m. brachialis*'den kassal olarak başlayan *m. brachialis*'in, *extremis proximalis ulnae*'daki *impressio m. brachialis*'de sonlandığı tespit edildi (Şekil 4.41.).



Şekil 4.41. (A) Sülün ve (B) Şahin’de sol kanadın ventral’den görüntüsü: (Mpecppro) *M. pectoralis pars propatagialis*; (Mdelppro) *M. deltoideus pars propatagialis*; (Mbicppro) *M. biceps brachii pars propatagialis*; (Mbicb) *M. biceps brachii*; (Mscatri) *M. scapulotriceps*; (Mhumtri) *M. humerotriceps*; (Mb) *M. brachialis*; (Ligpro) *Lig. propatagiale*

M. brachialis’in iki kuş türünde de önceki birçok çalışma ile benzer olduğu görüldü (Fisher, 1946; Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Canova et al., 2015; Demirci, 2016; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018).

M. brachialis’in asıl görevinin *antebrachium*’un fleksiyonunu sağlamak olduğu bildirilmiştir. Ancak bu hareket *m. triceps brachii* tarafından engellendiğinde, kanadın arka kenarındaki tüylere uygulanan yüksek hava direncine karşı bu bölgeyi aşağı indirerek kanadın horizontal pozisyonda tutulmasına yardımcı olduğu ve kanadın orta kısmının ön kenarını yukarı kaldırarak geliş açısını arttırdığı ifade edilmektedir. Ayrıca *m. biceps brachii*, *m. triceps brachii* ve *m. brachialis* hariç kanat kaslarının sinirsel bağlantıları kesildiğinde, kuşların havalanamadığı ancak elle uçurulduğunda uzun süreler havada kalabildikleri belirtilmektedir (Fisher, 1946). Çalışmamızda süzülerek uçan ve kanat açıklığı geniş olan Şahin’de kasın Sülün’e göre daha gelişmiş olması Fisher (1946)’ın ifadeleri ile örtüşmektedir.

4.2.14. *Musculus pronator superficialis*

İki kuş türünde de *extremitas distalis humeri*’de bulunan *tuberculum supracondylare ventrale*’den başlangıç alan *m. pronator superficialis*, bu bölgeden başlayan kaslar arasında en *proximal*’de bulunanıydı. Sülün’de uzun olan kasın,

corpus radii'nin *ventrodistal*'inde sonlandığı tespit edildi. Şahin'de ise kasın kısa şekillendiği ve *corpus radii*'nin *proximal*'inde, *cranioventral*'de sonlandığı belirlendi.

4.2.15. *Musculus pronator profundus*

İki kuş türünde de *m. pronator superficialis*'in derininde yer alan *m. pronator profundus*'un, *extremitas distalis humeri*'de bulunan *epicondylus ventralis*'den başladığı görüldü. Sülün'de kasın *corpus radii*'nin *distal*'inde ve *cranial*'de, Şahin'de ise *corpus radii*'nin *proximal*'inde kassal olarak sonlandığı belirlendi.

Sülün'e ait *m. pronator superficialis* ve *m. pronator profundus*'un genel özellikleri, Zhang ve Yang (2013)'ın Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de belirttiğine benzerdi. Şahin'de ise bu kaslar Picasso ve Mosto (2018)'nın *Caracara*'daki bulgularına paralellik göstermekteydi.

M. pronator superficialis ve *m. pronator profundus*'un kanadın *distal* kısmını *ventral*'e döndürerek sürekli kanat çırpma hareketi sırasında, kanadın pozisyonunun ayarlanmasına yardımcı olduğu ve dikey havalanma hareketinde de itme kuvvetini arttırdığı belirtilmiştir (Yang et al., 2015). Dial (1992a) ise sürekli kanat çırparak uçan *Trochilidae*'de bu kasların gelişmiş olduğunu ifade etmektedir. Çalışmamızda dikey kalkış hareketi ile havalanan ve sürekli kanat çırparak uçan Sülün'de *m. pronator superficialis* ve *m. pronator profundus*'un, Şahin'e göre gelişmiş olması yukarıdaki ifadeler ile örtüşmektedir.

4.2.16. *Musculus flexor carpi ulnaris*

M. flexor carpi ulnaris'in Sülün'de *extremitas distalis humeri*'de bulunan *proc. flexorius*'tan, Şahin'de ise *humerus*'un *epicondylus ventralis*'inden başlangıç aldığı belirlendi. İki kuş türünde de kasın *insertio* tendosunun *olecranon*'un *ventral*'inden geçtikten sonra *os carpi ulnare*'nin *proximal*'inde sonlandığı tespit edildi.

Yapılan çalışmalarda, *humerus*'un *epicondylus ventralis*'inden başlayan *m. flexor carpi ulnaris*'in, *os carpi ulnare*'nin *proximal*'inde sonladığı ve bu bölgede yer alan en büyük kas olduğu bildirilmiştir (Fisher, 1946; Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Demirci, 2016; Picasso and Mosto, 2018). Çalışmamızda kullanılan kuş türlerinde kasın genel özellikleri yukarıdaki ifadelerle benzerlik gösterse de Sülün'e ait *m. flexor carpi ulnaris*'in, ifade edilenlere göre daha *distal*'de bulunan *proc. flexorius*'dan başladığı görüldü.

M. flexor carpi ulnaris'in, dirseğin fleksiyonu sırasında *manus*'a da aynı hareketi yaptırdığı ve eş zamanlı olarak *manus*'un *cranial* kenarını aşağı indirdiği, böylelikle kanadın fleksiyonunun koordine edildiği bildirilmiştir. Fleksiyon esnasında *epicondylus ventralis* tarafından geri çekilen *m. flexor carpi ulnaris*'in *origo* tendosu, *trochlea humeroulnaris* tarafından yerine sabitlendiği için kasın *cranial*'e yönelemediği ve bu sayede çekme kuvvetinin arttırıldığı ifade edilmektedir (Vazquez, 1994). Ayrıca kasın, bilek eklemine sabit tutulmasına yardımcı olarak diğer kaslar tarafından ekstensiyon hareketi yaptırılan kanadın bu pozisyonda tutulmasına yardımcı olduğu da bilinmektedir (Fisher, 1946). Yukarıda ifade edilen fonksiyonları sayesinde *m. flexor carpi ulnaris*, hem sürekli kanat çırpma kanadın pozisyonunun otomatik olarak ayarlanmasına, hem de süzülme esnasında kanadın sabit tutulmasına katkı sağlamaktadır. Çalışmamızda Şahin'e ait *m. flexor carpi ulnaris*'in *insertio* tendosunun Sülün'e göre çok daha uzun şekillendiği görülmüştür. Bu farklılık süzülürken kanadını uzun süre ekstensiyon pozisyonunda tutan Şahin'de, harcanan enerjinin en aza indirilmesi ile bağlantılı olabilir. Sülün'de ise kasın *venter*'inin daha büyük şekillenmesi ve *insertio* tendosunun kısa olması açısız hızın arttırılmasını sağlar ki bu da hızlı ve sürekli kanat çırpma için daha avantajlıdır.

4.2.17. Musculus flexor digitorum superficialis

Sülün'de *m. flexor carpi ulnaris*'in derininde, Şahin'de ise *cranial*'inde yer alan *m. flexor digitorum superficialis*'in, *humerus*'un *epicondylus ventralis*'inden başlangıç aldığı belirlendi. Kasın iki kuş türünde de uzun şekillenen *insertio* tendosunun, *retinaculum flexorium*'un altından geçtikten sonra *phalanx proximalis digiti majoris*'in *proximal*'inde sonlandığı tespit edildi.

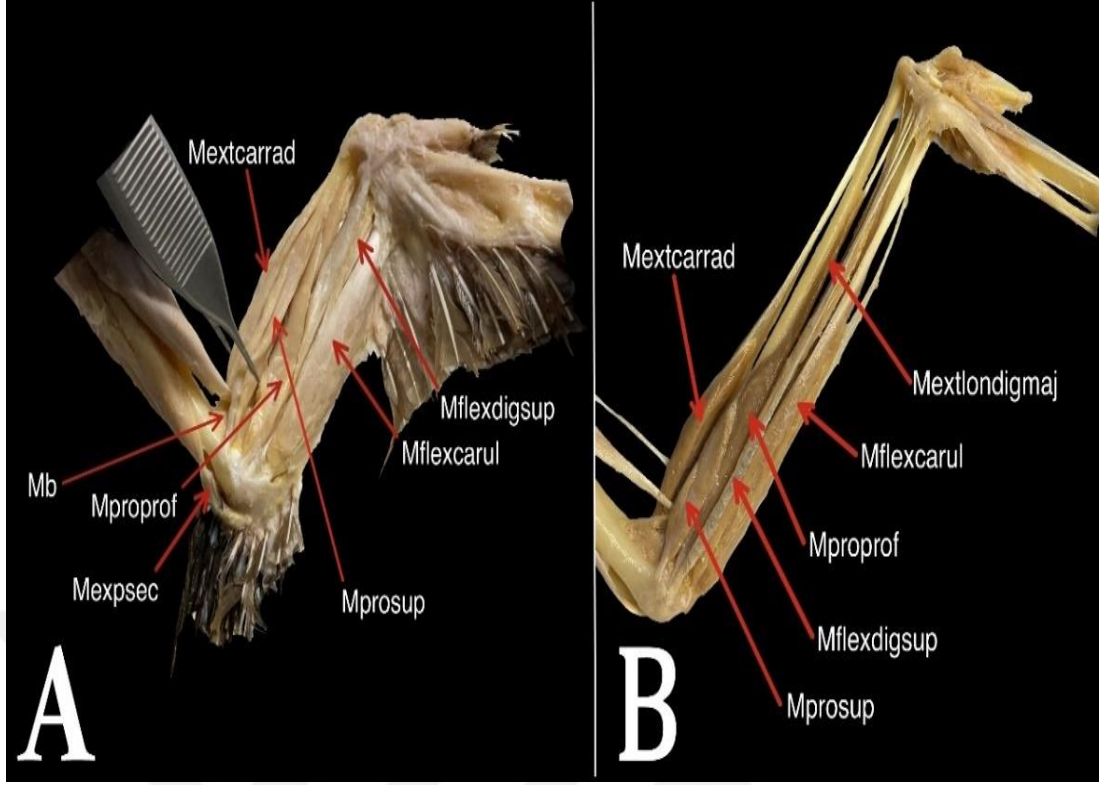
Hudson ve Lanzilotti (1964), *Galliformes*'de *m. flexor digitorum superficialis*'in *lig. humerocarpale*'den başlayarak, *phalanx proximalis digiti majoris* veya bazı türlerde *phalanx distalis digiti majoris*'de sonlandığını bildirmiştir. Çalışmamızda yukarıdaki ifadelerden farklı olarak, *Galliformes* ailesinde bulunan Sülün'e ait *m. flexor digitorum superficialis*'in, *humerus*'un *epicondylus ventralis*'inden başlangıç aldığı görülmüştür. Şahin'de ise kasın genel özellikleri Picasso ve Mosto (2018)'nin *Caracara*'daki bulguları ile örtüşmektedir.

4.2.18. *Musculus flexor digitorum profundus*

İki kuş türünde de *corpus ulnae*'nin *margo interosseus*'undan kassal olarak başlangıç alan *m. flexor digitorum profundus*'un, *extremitas proximalis carpometacarpi*'nin *ventral*'inden geçtikten sonra *os metacarpale majus*'un *cranioventral* yüzünde seyrederek, *phalanx distalis digiti majoris*'in *proximal*'inde sonlandığı belirlendi (Şekil 4.42.).

Hudson ve Lanzilotti (1964) incelediği *Galliformes*'lerin bir kısmında, Zhang ve Yang (2013) ise Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *m. flexor digitorum profundus*'un *ulna*'nın *proximal*'inden başlangıç alarak, *phalanx distalis digiti majoris*'e kadar uzandığını ifade etmektedir. Çalışmamızda Sülün'e ait *m. flexor digitorum profundus*'un genel özellikleri yukarıdaki ifadelerle örtüşmekteydi. Şahin'de ise kasın genel özellikleri Fisher (1946)'ın bulguları ile benzerdi.

Manus'un fleksiyonu ile görevli olan *m. flexor digitorum profundus*'un aynı zamanda *phalanx distalis digiti majoris*'in ekstensiyonu ve depresyonundan sorumlu olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca kanat açıklığı geniş ve süzülerek uçan kuşlarda kanadın *distal* kısmına uygulanan rüzgar direnci fazla olduğundan kasın gelişmiş olduğu bildirilmiştir (Fisher, 1946). Bribiesca-Contreras vd. (2019) ise hızlı uçan ve havada sabit kalabilen kuşlarda *m. flexor digitorum profundus*'un iyi geliştiğini belirtmiştir. Avını izlerken uzun süreler havada sabit kalabilen ve kanat açıklığı geniş olan Şahin'de kasın gelişmiş olması yukarıdaki ifadeleri desteklemektedir.



Şekil 4.42. (A) Sülün ve (B) Şahin’de sol kanadın ventral’den görüntüsü: (Mextcarrad) *M. extensor carpi radialis*; (Mprosup) *M. pronator superficialis*; (Mproprof) *M. pronator profundus*; (Mb) *M. brachialis*; (Mexpsec) *M. expansor secundarium*; (Mflexdigsup) *M. flexor digitorum superficialis*; (Mflexcarul) *M. flexor carpi ulnaris*

4.2.19. *Musculus extensor carpi radialis*

İki kuş türünde de *humerus*’un *tuberculum supracondylare dorsale*’sinden başlayan *m. extensor carpi radialis*, *antebrachium*’un *dorsal*’inde yer alan kaslardan en büyüğüydü ve *os carpi radiale*’nin *cranial*’inden geçerek *m. extensor longus alulae*’nin *ventral*’inde, *proc. extensorius*’da sonlanmaktaydı. Şahin’de kasın *antebrachium*’un *distal*’inde birleşen, *caput dorsale* ve *caput ventrale* olmak üzere iki kısımdan oluştuğu görüldü.

Sülün’e ait *m. extensor carpi radialis*’in genel özellikleri *Galliformes* (Hudson and Lanzilotti, 1964) ve Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)’de (Zhang and Yang, 2013) belirtilenler ile benzerdi. Şahin’de ise kasın *caput dorsale* ve *caput ventrale* olmak üzere iki kısımdan oluşması, Fisher (1946) ve Razmadze vd. (2018)’nin bulgularıyla örtüşmekteydi.

Kanadın aşağı yönlü hareketinde aktif olan *m. extensor carpi radialis*’in, *humero-ulnar* ekstensiyon sırasında, *humerus*’un geri çekme kuvvetini *proc. extensorius*’a aktararak *manus*’u tam ekstensiyon pozisyonuna getirdiği bildirilmiştir

(Dial, 1992b). Kasın, ani kalkış ile hızlı kanat çırparak uçan kuşlarda bu hareketi desteklemek için (Zhang and Yang, 2013), süzülerek uçan kuşlarda ise kanadın horizontal pozisyonunun korunabilmesi için iyi geliştiği ifade edilmektedir (Bribiesca-Contreras et al., 2019). Çalışmamızda *m. extensor carpi radialis*'in *venter*'inin Sülün'de, *insertio* tendosunun ise Şahin'de daha gelişmiş şekillenmesi, iki kuş türünün de uçuş karakteristiği ile paralellik göstermekte ve yukarıdaki ifadelerle örtüşmektedir.

4.2.20. *Musculus extensor carpi ulnaris*

Antebrachium'un yüzlek kasları arasında en *caudal*'de bulunan *m. extensor carpi ulnaris*'in, *humerus*'un *epicondylus dorsalis*'inden başlangıç aldığı belirlendi. Kasın *insertio* tendosunun *extremitas distalis ulnae*'da bulunan *incisura tendinosa*'dan geçtikten sonra Sülün'de *os metacarpale majus*'un *proc. intermetacarpalis*'inde, Şahin'de ise *os metacarpale majus*'un *proximal*'inde *margo caudalis*'de sonlandığı tespit edildi.

Çalışmamızda *m. extensor carpi ulnaris*'in genel özellikleri Sülün'de Zhang ve Yang (2013)'ın Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*), Şahin'de ise Picasso ve Mosto (2018)'nın *Caracara*'daki bulgularıyla benzerdi.

Kanadın indirilmesinin son evresinde aktif olan ve kaldırma esnasında da aktivitesine devam eden *m. extensor carpi ulnaris*'in, adında ekstensor geçmesine karşın *manus*'un fleksiyonu ile görevli olduğu bildirilmiştir. *Humeroulnar* fleksiyon sırasında bu hareketi *carpometacarpus*'a aktaran kasın, *manus*'un kısmi fleksiyonunu gerçekleştirdiği ifade edilmektedir (Vazquez, 1994). Hızlı ve sürekli kanat çırparak uçan Sülün'de kasın *venter*'inin, Şahin'e göre daha gelişmiş olması yukarıdaki ifadeleri desteklemektedir.

4.2.21. *Musculus extensor digitorum communis*

M. extensor digitorum communis'in Sülün'de *humerus*'un *epicondylus dorsalis*'inden *m. extensor carpi ulnaris* ile, Şahin'de ise aynı bölgeden *m. supinator* ile ortak başlangıç aldığı belirlendi. İki kuş türünde de kasın, *antebrachium*'un *proximal* 1/3'lük kısmından sonra ince ve uzun bir *insertio* tendosu oluşturduğu ve bu tendonun *condylus dorsalis ulnae*'dan geçtikten sonra *extremitas proximalis carpometacarpi* düzeyinde *phalanx digiti alulae*'ya ince bir dal verdiği görüldü. Tendonun *distal*'e devam eden kısmının ise *os metacarpale majus*'un *sulcus*

tendinosus'u içerisinde ilerlediği ve *phalanx proximalis digiti majoris*'in *proximal*'inde sonlandığı tespit edildi.

Çalışmamızda iki kuş türünde de *m. extensor digitorum communis*'n genel özellikleri önceki çalışmalar ile benzerdi (Fisher, 1946; Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018).

4.2.22. *Musculus extensor longus alulae*

İki kuş türünde de *m. extensor longus alulae*'nin *caput radiale* ve *caput ulnare* olmak üzere iki kısımdan oluştuğu tespit edildi. *Caput radiale* ve *caput ulnare*'nin sırasıyla *corpus radii* ve *corpus ulnare*'nin *margo interosseus*'unun *proximal*'inden başlangıç aldığı belirlendi. Bahsi geçen iki parçanın, *antebrachium*'un ortasında birleştikten sonra *radius*'un *sulcus tendinosus*'undan geçtiği ve *proc. extensorius*'da sonlandığı görüldü.

Sülün ve Şahin'de *m. extensor longus alulae*'nin genel özelliklerinin, birbirinden farklı birçok kuş türünde yapılan çalışmalarla benzer olduğu görüldü (Fisher, 1946; Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Demirci, 2016; Razmadze et al., 2018; Lo Coco et al., 2022).

4.2.23. *Musculus extensor longus digiti majoris*

İki kuş türünde de *corpus radii*'nin *proximal*'inden, *margo interosseus*'dan başlayan *m. extensor longus digiti majoris*'in, bilek ve parmak eklemi düzeyinde fibröz doku ile sabitlendikten sonra *phalanx distalis digiti majoris*'in *proximal*'inde sonlandığı tespit edildi.

Önceki birçok çalışmada *m. extensor longus digiti majoris*'in *pars proximalis* ve *pars distalis* olmak üzere iki parça halinde başlayıp, *phalanx distalis digiti majoris*'e kadar uzandığı bildirilmiştir (Fisher, 1946; Zhang and Yang, 2013; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018). Ancak çalışmamızda incelenen kuş türlerinde kasın, Hudson ve Lanzilotti (1964)'nin ifade ettiğine benzer şekilde tek parçadan oluştuğu ve *phalanx proximalis digiti majoris*'in *proximal*'inde sonlandığı görüldü.

4.2.24. *Musculus supinator*

İki kuş türünde de *humerus*'un *epicondylus dorsalis*'inden tendosel olarak başlayan *m. supinator*'un, *corpus radii*'nin *proximal* kısmında *craniodorsal*'de kassal

olarak sonlandığı tespit edildi. Şahin’de kasın başlangıç noktasının *m. extensor digitorum communis* ile aynı olduğu görüldü.

Çalışmamızda Sülün’e ait *m. supinator*’un genel özellikleri, *Galliformes* (Hudson and Lanzilotti, 1964) ve Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)’de (Zhang and Yang, 2013) ifade edilenlerle benzerdi. Şahin’de ise kasın, yırtıcı kuşlarda ifade edildiği gibi *m. extensor digitorum communis* ile aynı noktadan başladığı gözlemlendi (Fisher, 1946; Picasso and Mosto, 2018).

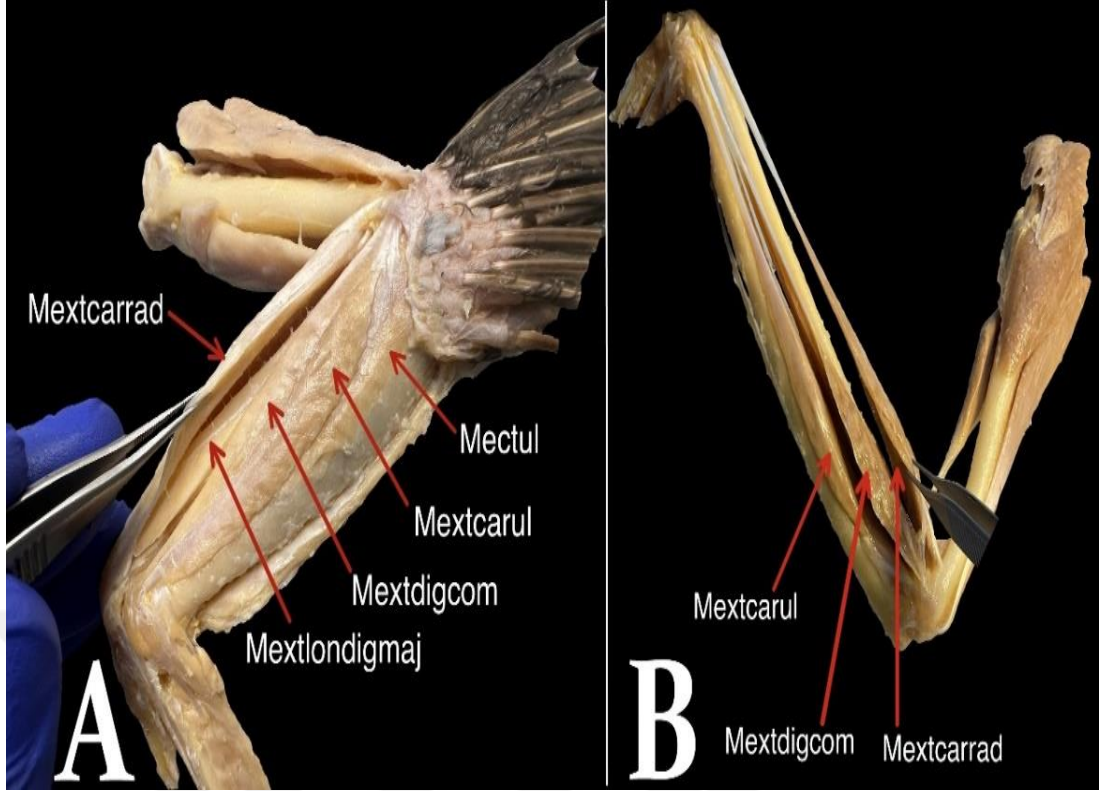
Antebrachium’un fleksiyonu ve kanadın *cranial* kenarının kaldırılması ile görevli olan *m. supinator*’un (Fisher, 1946); kanat kaldırmanın ilk evrelerinde, özellikle de havalanma sırasında aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Dial, 1992b). Bu fonksiyonlarından dolayı, uçuşta kanat pozisyonunu ayarlayarak manevra kabiliyetini etkileyen kasın, yırtıcı kuşlarda daha gelişmiş olduğu ifade edilmektedir (Corvidae et al., 2006). Ayrıca kanadın geliş açısını değiştirdiği için süzülerek uçan kuşlarda da gelişmiş olduğu belirtilmiştir (Fisher, 1946). *M. supinator*’un yırtıcı bir kuş türü olan ve süzülerek uçan Şahin’de, Sülün’e göre daha gelişmiş olması yukarıdaki ifadeleri desteklemektedir.

4.2.25. *Musculus ectepicondylo-ulnaris*

İki kuş türünde de *extremitas distalis humeri*’de bulunan *epicondylus dorsalis*’den başlangıç alan *m. ectepicondylo-ulnaris*’in, *corpus ulnae*’nın *margo interosseus*’una bitişik şekilde *distal*’e ilerledikten sonra Sülün’de *corpus ulnae*’nın ortası düzeyinde, Şahin’de ise *proximal*’inde kassal olarak sonlandığı tespit edildi (Şekil 4.43.).

Çalışmamızda, Sülün ve Şahin’e ait *m. ectepicondylo-ulnaris*’in genel özellikleri önceki çalışmalar ile benzerdi (Fisher, 1946; Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Demirci, 2016; Picasso and Mosto, 2018).

Kanadın distal kısmının aşağı indirilmesini sağlayan kasların (*m. ectepicondylo-ulnaris*, *m. pronator superficialis* ve *m. pronator profundus*) dikey havalanma sırasında ve sürekli kanat çırparak uçuşlarda itme kuvvetini arttırdığı bildirilmiştir (Yang et al., 2015). Çalışmamızda Sülün’e ait *m. ectepicondylo-ulnaris*’in, kanadı *cranial* kenarını yukarı kaldıran *m. supinator*’e göre daha gelişmiş şekillenmesi yukarıdaki ifadeleri desteklemektedir.



Şekil 4.43. (A) Sülün ve (B) Şahin’de sol kanadın dorsal’den görüntüsü: (Mextcarrad) *M. extensor carpi radialis*; (Mectul) *M. ectepicondylo-ulnaris*; (Mextcarul) *M. extensor carpi ulnaris*; (Mextdigcom) *M. extensor digitorum communis*; (Mextlondigmaj) *M. extensor longus digiti majoris*

4.2.26. *Musculus entepicondylo-ulnaris*

Şahin’de bulunmayan bu kasın, Sülün’de *humerus*’un *distal*’inden, *epicondylus ventralis*’den tendosel olarak başladığı ve *corpus ulnae*’nın *caudoventral*’inde kassal olarak sonlandığı belirlendi.

Birçok kuş anatomisti *m. entepicondylo-ulnaris*’i “tavukgiller kası” olarak tanımlamıştır (Baumel, 1993). Hudson ve Lanzilotti (1964)’nin *Galliformes*’de, Zhang ve Yang (2013)’ın ise Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)’deki bulgularına benzer olan kasın, çalışmamızdaki kuşlar arasında yalnızca Sülün’de görülmesi de bu önermeyi desteklemektedir.

4.2.27. *Musculus ulnometacarpalis dorsalis*

M. ulnometacarpalis dorsalis’in iki kuş türünde de *extremis distalis ulnae*’nın *craniodorsal*’inde bulunan *tuberculum carpale*’den başladığı belirlendi. Sülün’de kasın *os metacarpale minus*’un *proximal*’inde kassal olarak sonlandığı tespit edildi. Şahin’de geniş bir dağılım gösteren *insertio* tendosunun *dorsal* kısmının *os*

metacarpale minus'un *proximal*'ine tutunduğu, *ventral* kısmının ise birincil ve ikincil teleklere tutunduktan sonra *os metacarpale minus*'un *distal* kısmının *dorsal*'inde sonlandığı gözlemlendi.

Birbirinden farklı birçok kuş türünde *m. ulnometacarpalis-dorsalis*'in *pars dorsalis* ve *pars ventralis* olmak üzere iki kısımdan oluştuğu bildirilmiştir (Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Razmadze et al., 2018). Çalışmamızda Şahin'e ait kasın genel özellikleri yukarıdaki ifadelerle örtüşse de Sülün'de *pars dorsalis* ve *pars ventralis* ayırt edilememiştir.

4.2.28. *Musculus ulnometacarpalis ventralis*

İki kuş türünde de *corpus ulnae*'nin *distal*'inin *ventral* yüzünden kassal olarak başlayan *m. ulnometacarpalis ventralis*'in, *os carpi radiale*'nin *ventral*'inden geçerek aniden *dorsal*'e yöneldiği tespit edildi. Sülün'de *proc. extensorius*'un *dorsal*'inde sonlanan kasın, Şahin'de *extremitas proximalis carpometacarpi*'nin *dorsal*'inde sonlandığı görüldü.

Çalışmamızda *m. ulnometacarpalis ventralis*'in genel özellikleri, önceki çalışmalarla benzerlik göstermekteydi (Hudson and Lanzilotti, 1964; Baumel, 1993; Zhang and Yang, 2013; Demirci, 2016; Picasso and Mosto, 2018).

4.2.29. *Musculus interosseus dorsalis*

Sülün'de *os metacarpale majus*'un *caudodorsal*'i ve *os metacarpale minus*'un *craniodorsal*'inden kassal olarak başlayan *m. interosseus dorsalis*, *spatium intermetacarpale*'yi tamamen kaplamaktaydı. Şahin'de ise kasın belirtilen yerlerin yalnızca *proximal* kısımlarına tutunduğu ve *spatium intermetacarpale*'nin *proximal*'ini kapladığı tespit edildi. İki kuş türünde de *os metacarpale majus*'un *caudal* kenarına bitişik şekilde *distal*'e ilerleyen kasın, *phalanx proximalis digiti majoris*'in *pila cranialis phalangis*'inin *caudal*'inden geçtikten sonra *phalanx distalis digiti majoris*'in *proximal*'inde sonlandığı görüldü.

4.2.30. *Musculus interosseus ventralis*

İki kuş türünde de *m. interosseus dorsalis*'in *ventral*'deki yansıması gibi olan *m. interosseus ventralis*'in, *os metacarpale minus*'un *cranial* yüzünden *distal*'e doğru ilerledikten sonra *phalanx proximalis digiti majoris*'in *caudodorsal*'inden geçerek *phalanx distalis digiti majoris*'in *distal* ucunda sonlandığı görüldü.

Zhang ve Yang (2013), Altun sülün (*Chrysolophus pictus*)’de sırasıyla *phalanx distalis digiti majoris*’in *proximal*’i ve *distal*’inde sonlanan *m. interosseus dorsalis* ve *m. interosseus ventralis*’in, *spatium intermetacarpale*’yi tamamen kapladığını bildirmiştir. Bahsi geçen kasların genel özellikleri Sülün’de yukarıda ifade edilenlerle, Şahin’de ise Fisher (1946)’ın yırtıcı kuşlardaki bulgularıyla benzerdi.

Fisher (1946) parmakların kaldırılmasına yardımcı olan *m. interosseus dorsalis* ve *m. interosseus ventralis*’in süzülerek uçan kuşlarda daha gelişmiş olduğundan bahsetmiştir. Ancak bu kasların süzülerek uçan Şahin’de, Sülün’e göre daha az geliştiği gözlenmiştir. Sülün’de bahsi geçen kasların gelişmiş olması, kanadın *distal* kısmının sürekli ve hızlı hareketiyle bağlantılı olabilir.

4.2.31. *Musculus extensor brevis alulae*

Phalanx digiti alulae’ya özgü tek dorsal kas olan *m. extensor brevis alulae*’nın, Sülün’de *os carpi radiale*’nin *dorsal*’inden kassal olarak başlayıp, *phalanx digiti alulae*’nin *cranial*’i boyunca tendosel olarak sonlandığı tespit edildi. Şahin’de ise kasın *proc. extensorius*’un *craniodorsal*’inden kassal olarak başladığı ve *insertio* tendosunun *m. abductor alulae*’nin hemen *caudal*’inde, *phalanx digiti alulae*’nin *proximal* ucunda sonlandığı görüldü (Şekil 4.44.).

Galliformes’de *m. extensor brevis alulae*’nin, *carpometacarpus*’un *proximal*’inden başladığı ve *phalanx digiti alulae*’nin *proximal*’inde sonlandığı ifade edilmektedir (Hudson and Lanzilotti, 1964). Çalışmamızda, farklı olarak Sülün’e ait kasın *os carpi radiale*’den başladığı görüldü. Şahin’de ise *m. extensor brevis alulae*’nin genel özellikleri önceki çalışmalarla benzerdi (Fisher, 1946; Picasso and Mosto, 2018; Razmadze et al., 2018).

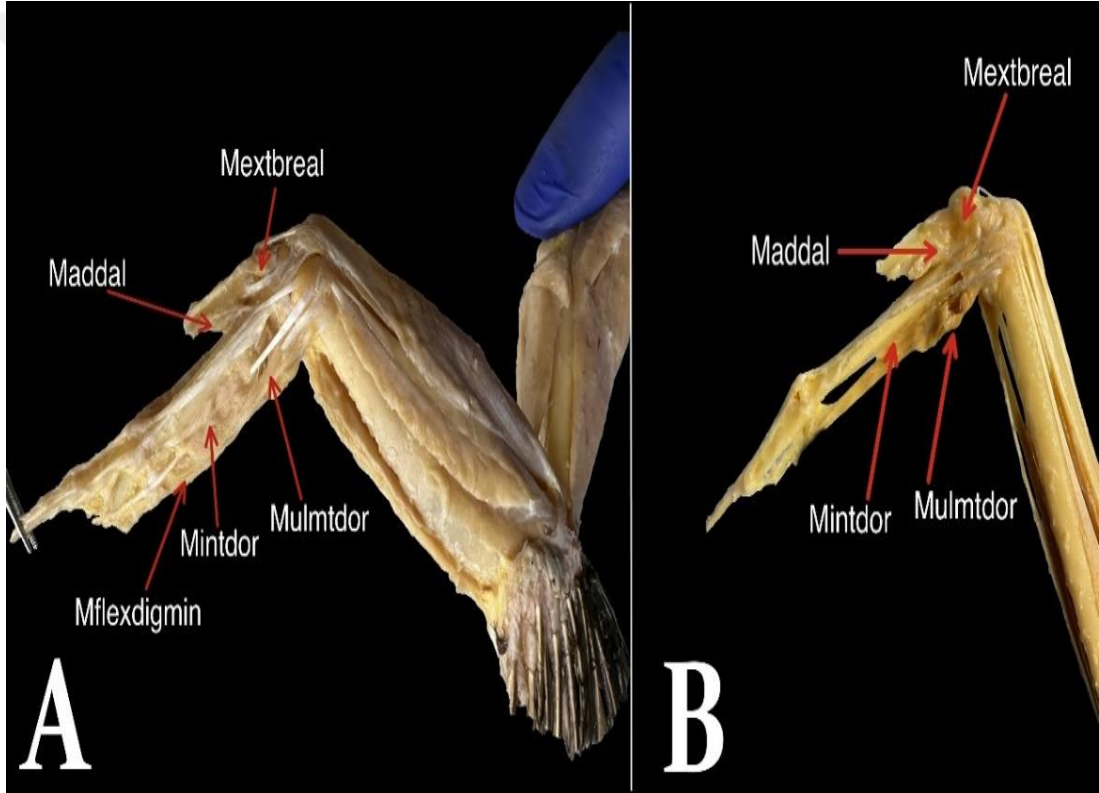
M. extensor brevis alulae’nin, *phalanx digiti alulae*’nin ekstensiyonu ile görevli olduğu (Picasso and Mosto, 2018) ve bu bölgeye tutunan tüylerin manevra kabiliyetine katkı sağladığı bilinmektedir (Lee et al., 2015). Yukarıdaki ifadelerle paralel olarak, uçuş sırasında manevra kabiliyeti Sülün’e göre daha fazla olan Şahin’de kasın moment kolu ani manevraları mümkün kılacak şekilde kısa şekillenmiştir.

4.2.32. *Musculus abductor alulae*

Sülün’de *os carpi radiale*’den, Şahin’de ise *m. extensor carpi radialis*’in *insertio* tendosundan başlangıç aldığı belirlenen *m. abductor alulae*’nin iki kuş türünde de *phalanx digiti alulae*’nin *dorsal* yüzünde sonlandığı tespit edildi.

Hudson ve Lanzilotti (1964) *Galliformes*'de, Zhang ve Yang (2013) ise Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*)'de *m. abductor alulae*'nin, *m. extensor carpi radialis*'den başlangıç olarak *phalanx digiti alulae*'da sonlandığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda yukarıdaki ifadelerden farklı olarak Sülün'e ait kasın *os carpi radiale*'den başladığı görüldü. Şahin'de ise *m. abductor alulae*'nin genel özellikleri Fisher (1946)'ın yırtıcı kuşlarda ifade ettiği bulgularla örtüşmekteydi.

Çalışmamızda Şahin'e ait *m. abductor alulae*'nin, Sülün'e göre daha *distal*'de sonlandığı görüldü. Fisher (1946) *alular* tüylerin tabanında bulunan *m. abductor alulae*'nin daha *distal*'de sonlanmasının, kasın verimliliğini arttıracığından bahsetmiştir ki bu durum Şahin'in uçuş karakteristiği ile örtüşmektedir.



Şekil 4.44. (A) Sülün ve (B) Şahin'de sol kanadın dorsal'den görüntüsü: (Mextbreal) *M. extensor brevis alulae*; (Maddal) *M. adductor alulae*; (Mabddigmaj) *M. abductor digiti majoris*; (Mulmtedor) *M. ulnometacarpalis dorsalis*; (Mintdor) *M. interosseus dorsalis*; (Mflexdigmin) *M. flexor digiti minoris*

4.2.33. *Musculus flexor alulae*

İki kuş türünde de *extremitas proximalis carpometacarpi*'de bulunan *proc. pisiformis*'den başlayan *m. flexor alulae*'nin, *phalanx digiti alulae*'nin *caudoventral*'inde sonlandığı tespit edildi.

Oldukça küçük bir kas olan *m. flexor alulae*'nin genel özellikleri önceki çalışmalar ile benzerdi (Fisher, 1946; Hudson and Lanzilotti, 1964; Zhang and Yang, 2013; Demirci, 2016).

Kanat açıklığı geniş olan ve süzülerek uçan kuşlarda, kanata yukarı yönlü etki eden rüzgar kuvvetine karşı gelebilmek için, *phalanx digiti alulae*'yı aşağı çeken *m. flexor alulae*'nin iyi geliştiği bildirilmiştir. Çalışmamızda Şahin'e ait *m. flexor alulae*'nin, Sülün'e göre daha gelişmiş olması da bu duruma uygundur.

4.2.34. *Musculus adductor alulae*

Sülün'de *extremities proximalis carpometacarpi*'de bulunan *proc. extensorius*'un *ventral*'inden başlayan *m. adductor alulae*'nin, *phalanx digiti alulae*'nin *proximal*'i ve *caudal*'inde sonlandığı tespit edildi. Şahin'de ise *os metacarpale majus*'un *cranioproximal*'inden başlangıç alan *m. adductor alulae*'nin, *phalanx digiti alulae*'nin *caudal* yüzeyinde sonlandığı tespit edildi.

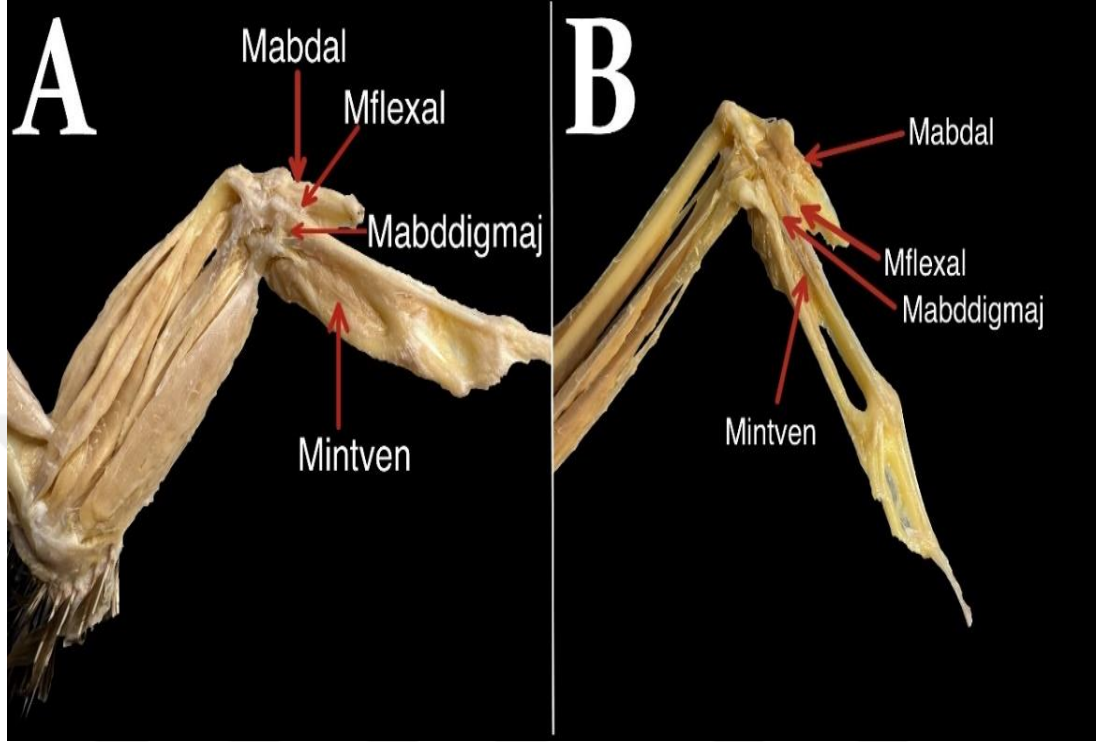
Hudson ve Lanzilotti (1964), *Galliformes*'de; *os metacarpale alulare* ve *os metacarpale major*'un birleştiği noktanın yakınından başlayan *m. adductor alulae*'nin, *phalanx digiti alulae*'nin *caudal*'inde ve bölgedeki tüylerin teleklerinde sonlandığını bildirmiştir. Çalışmamızda Sülün'e ait kasın genel özellikleri yukarıdaki ifadeler ile örtüşse de telekler üzerindeki sonlanmalara rastlanmamıştır. Şahin'de ise *m. adductor alulae*, Picasso ve Mosto (2018)'nin *Caracara*'daki bulguları ile örtüşmektedir.

Phalanx digiti alulae'nin fleksiyonu ve aşağı yönlü hareketinden sorumlu olan *m. adductor alulae*'nin süzülerek uçan kuşlarda daha *distal*'de sonlandığı, böylece hareketin daha az enerji ile gerçekleştirildiği ifade edilmektedir (Fisher, 1946). Çalışmamızda kasın *phalanx digiti alulae*'daki sonlanmasının süzülerek uçan Şahin'de, Sülün'e göre daha *distal*'de bulunması Fisher (1946)'in ifadeleri ile örtüşmektedir.

4.2.35. *Musculus abductor digiti majoris*

İki kuş türünde de *os metacarpale majus*'un *proximal*'inden ve *ventral*'den başlangıç alan *m. abductor digiti majoris*'in *intertio* tendosunun, kemiğin *cranioventral*'inden *distal*'e ilerleyerek *phalanx proximalis digiti majoris*'in *proximal*'inde sonlandığı tespit edildi (Şekil 4.45.).

Çalışmamızda *m. abductor digiti majoris*'in genel özellikleri Sülün'de Zhang ve Yang (2013)'in Altuni sülün (*Chrysolophus pictus*), Şahin'de ise Fisher (1946)'ın yırtıcı kuşlarda belirttiğine benzer görüldü.



Şekil 4.45. (A) Sülün ve (B) Şahin'de sol kanadın ventral'den görüntüsü: (Mabdal) *M. abductor alulae*; (Mflexal) *M. flexor alulae*; (Mabddigmaj) *M. abductor digiti majoris*; (Mintven) *M. interosseus ventralis*

4.2.36. *Musculus flexor digiti minoris*

M. flexor digiti minoris'in iki kuş türünde de *os metacarpale minus*'un caudal yüzü boyunca ona tutunarak distal'e uzandığı ve Sülün'de *phalanx digiti minoris*'in caudal'inde, Şahin'de ise *phalanx proximalis digiti majoris*'in caudal'inde sonlandığı tespit edildi.

Yırtıcı kuş türlerinde yapılan çalışmalarda *os metacarpale minus*'un caudal yüzünden başlayan *m. flexor digiti minoris*'in, *phalanx digiti minoris*'de sonlandığı belirtilmektedir (Fisher, 1946; Picasso and Mosto, 2018). Şahin'de kasın başlangıcı yukarıdaki ifadelerle örtüşse de farklı olarak *phalanx proximalis digiti majoris* üzerinde sonlandığı görüldü. Sülün'de ise *m. flexor digiti minoris*'in genel özellikleri Hudson ve Lanzilotti (1964)'nin *Galliformes*'de belirttiği bulgularla benzerdi.

Kasın moment kolunun uzun olmasının sonlanma noktasına uyguladığı kuvveti arttırdığı, kısa olmasının ise hareket hızını arttırdığı ifade edilmektedir (Alexander,

2003). Ayrıca koşmak gibi yüksek miktarda enerji gerektiren aktiviteler esnasında, kaslarda oluşan enerjinin tendolar aracılığıyla verimli bir şekilde korunabildiğini bildirmiştir (Alexander, 1991). Çalışmamızda incelenen kaslara ait kuvvet kolunun Şahin’de, Sülün’e göre daha uzun şekillendiği görüldü. Uzun mesafeler boyunca göç eden Şahin’de kuvvet kolunun uzun şekillenmesinin, enerjinin tendolar aracılığı ile korunmasını ve geniş kanatlarını hareket ettirebilmek için kasların verimliliğinin artırılmasını sağlayan bir adaptasyon olduğu düşünülebilir. Kanat açıklığı dar olan Sülün’ün ise havalanabilmek ve uçuşa devam edebilmek için Şahin’e göre çok daha hızlı kanat çırpması gerekmektedir ki bu da kısa şekillenen kuvvet kolunu açıklar.

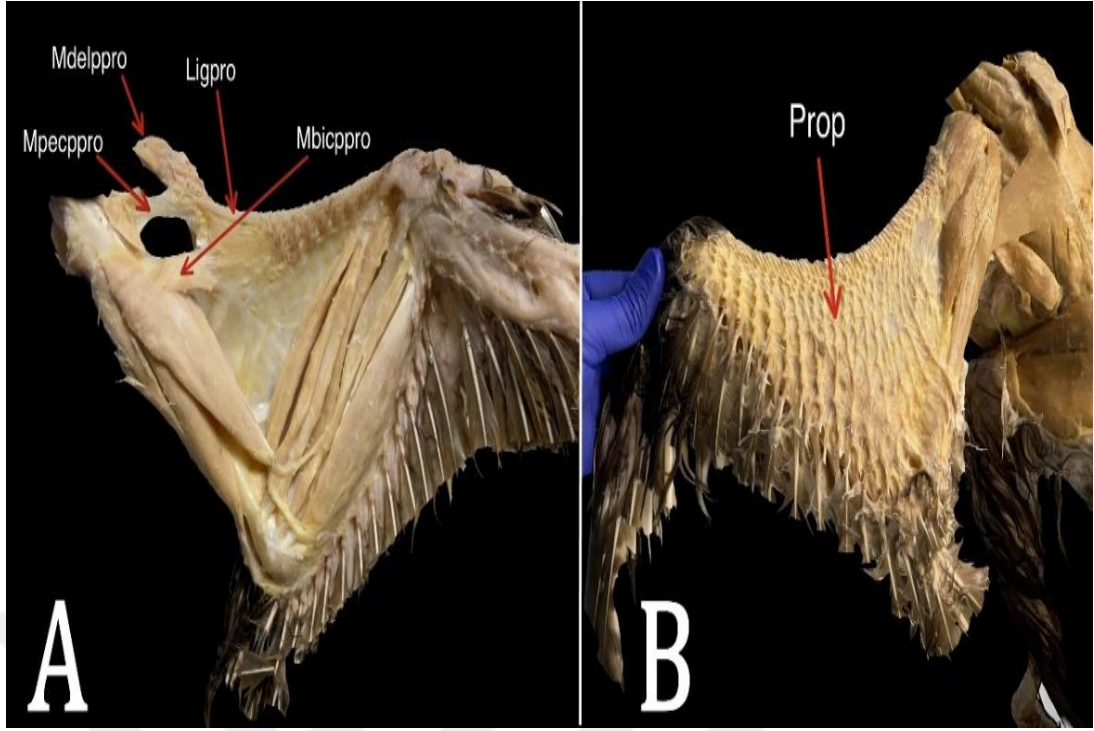
4.3. Patagium

4.3.1. Patagium cervicale

İki kuş türünde de boynun caudolateral’inden başlangıç alan *patagium cervicale*’nin, *propatagium*’un başlangıç aldığı bölgeye kadar uzandığı belirlendi.

4.3.2. Propatagium

Propatagium’un iki kuş türünde de omuz ve bilek eklemi arasında, *cranial*’de bulunan boşluğu doldurduğu belirlendi. *Propatagium*’un *cranial* kenarında bulunan *lig. propatagiale*’nin Şahin’de *m. pectoralis pars propatagialis* ve *m. deltoideus pars propatagialis* tarafından oluşturulduğu, Sülün’de ise bu yapılara ek olarak *m. biceps brachii pars propatagialis*’in *lig. propatagiale*’ye bağlandığı tespit edildi (Şekil 4.46.).



Şekil 4.46. (A) Sülün'e ait *propatagium*'un ventral'den görüntüsü ve (B) Şahin'e ait *propatagium*'un dorsal'den görüntüsü: (Mpecppro) *M. pectoralis pars propatagialis*; (Mdelppro) *M. deltoideus pars propatagialis*; (Mbicppro) *M. biceps brachii pars propatagialis*; (Ligpro) *Lig. propatagiale*; (Prop) *Propatagium*

4.3.3. Metapatagium

Sülün ve Şahin'de *corpus humeri*'nin *margo caudalis*'i boyunca uzanan *metapatagium*'un gövde ile *humerus*'un *proximal*'i arasındaki boşluğun 1/3'lük kısmını doldurduğu görüldü.

4.3.4. Postpatagium

İki kuş türünde de kanadın *caudal* kenarı boyunca dirsek ve bilek eklemi arasında uzanan *postpatagium* içerisinde birincil ve ikincil teleklerin gömülü olduğu belirlendi.

4.3.5. Patagium alulae

Patagium alulae'nın, iki kuş türünde de *phanax digiti alulae* ile *os metacarpale majus* arasındaki boşluğu doldurduğu görüldü.

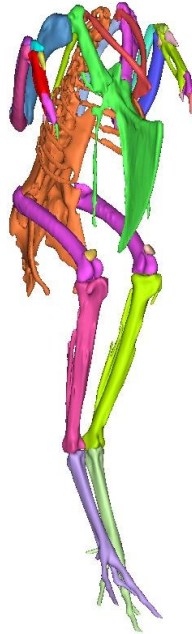
Sülün ve Şahin'e ait *patagium*'ların genel özellikleri, Baumel (1993) ve König vd. (2016)'ın ifadeleri ile örtüşmekteydi.

Kuşların lokomotor stratejilerinin, vücut büyüklükleri, yaşadıkları ortam ve beslenme alışkanlıkları gibi birçok farklı etkene bağlı olarak değişkenlik gösterdiği

bildirilmiştir (Lowi-Merri et al., 2021). Sülün gibi kanat açıklığı dar olan kuşlar hızlı ve sürekli kanat çırparak uçarken (Tobalske and Dial, 2000), Şahin gibi geniş kanat açıklığına sahip kuşlar ise uçuşunu büyük çoğunlukla süzülerek gerçekleştirdiği belirtilmiştir (Canova et al., 2015). Ayrıca birçok yırtıcı kuş türü için süzülerek uçuş eyleminin, enerji tasarrufunun sağlanmasında oldukça önemli olduğu ifade edilmektedir (Duiroz et al., 2014). İki deri membranının birbiri üzerine kıvrılması ile oluşan *patagium*'un ise ve bazı memeliler ile kuşlarda uçuş ve süzülme eylemi sırasında görev alan önemli yapılardan biri olduğu bilinmektedir (Dehling, 2017). Uçuş mekaniği ve aerodinamiğine büyük katkıları olan *patagium*'un (Brown et al., 1994), Şahin'de, Sülün'e göre daha gelişmiş şekillenmesi yukarıdaki ifadeleri desteklemektedir.

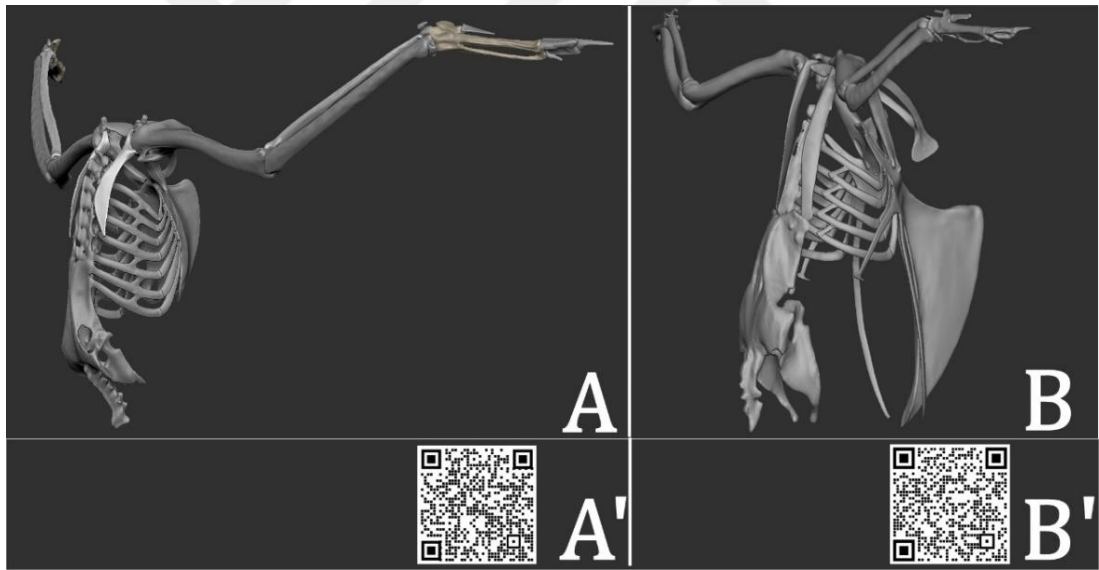
4.4. Bilgisayar Destekli Üç Boyutlu Modelleme ve Animasyon

İki kuş türünden de BT yöntemi ile alınan iki boyutlu DICOM görüntüleri, üç boyutlu modellere çevrilebilmek için öncelikle “Materialise Mimics Innovation Suite 23” yazılımına aktarıldı. Ancak alınan görüntülerin kesit aralıkları kalın olduğu için kemiklerin üzerindeki detaylar belirlenemedi ve *carpal* kemikler gibi küçük yapılar ayırt edilemedi. Ayrıca kadavralara kontrast madde uygulaması yapılmadığı için kaslar da direkt olarak DICOM görüntüleri ile oluşturulan ve üzerinde düzenleme yapılmamış olan modelde ayırt edilemedi (Şekil 4.47.).

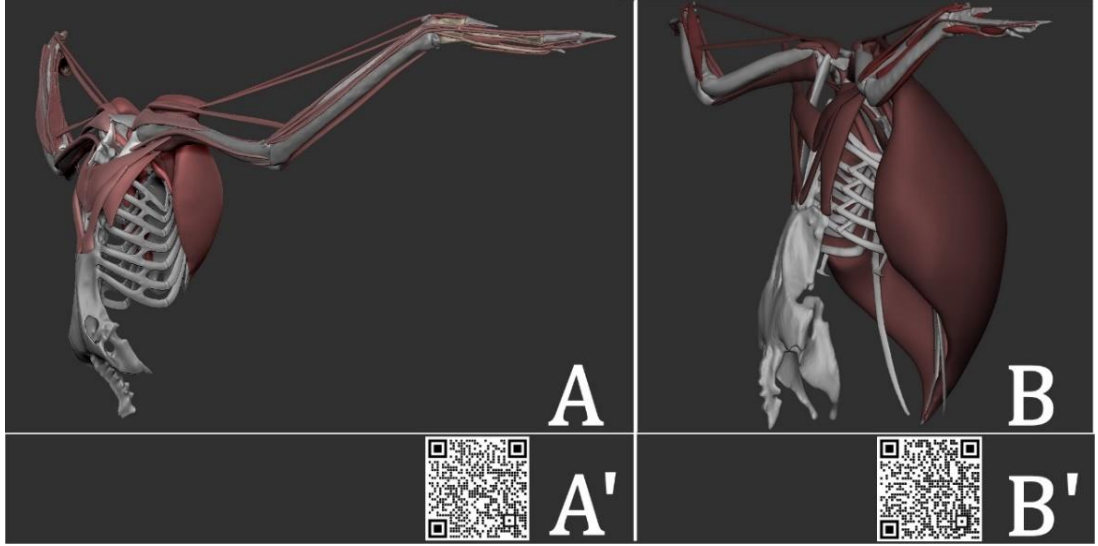


Şekil 4.47. Sülün'e ait iskelet sisteminin “Materialise Mimics Innovation Suite 23” yazılımı ile oluşturulmuş üç boyutlu modeli

“Materialise Mimics Innovation Suite 23” yazılımı ile oluşturulan iskelet modellerinde görüntülenebilen kemikler ayrı birer model olarak tanımlandı, isimlendirildi ve “.stl” dosya formatında bilgisayara kaydedildi. “.stl” formatında kaydedilen görüntüler “Maxon Zbrush 2023” yazılımına aktarıldıktan sonra *ossa membri pelvini*, *cervical vertebrae*’ların bir kısmı ve *caput* silindi, kalan kemiklerin vücut düzlemindeki pozisyonları düzenlendi ve kanatlar açık hale getirildi. Ardından yine aynı yazılım ve kemiklerden elde edilen bulgular yardımıyla önce artefaktlar giderildi, ardından görüntülenemeyen kemikler (*os carpi radiale*, *os carpi ulnare* ve *phalanx digiti minoris*) ve kemik üzerindeki ayrıntılar modellendi (Şekil 4.48.). İki kuş türünde de iskelet modellemeleri tamamlandıktan sonra, kaslardan elde edilen bulgular ile paralellik gösterecek şekilde bölgedeki kaslar modellendi. Her bir kemik ve kas ayrı katmanlar halinde kaydedildikten sonra model “.fbx” formatında dışarı aktarılmadan önce poligon sayısı azaltıldı. Böylelikle Sülün ve Şahin’e ait üç boyutlu modelleme işlemi tamamlanmış oldu (Şekil 4.49.).

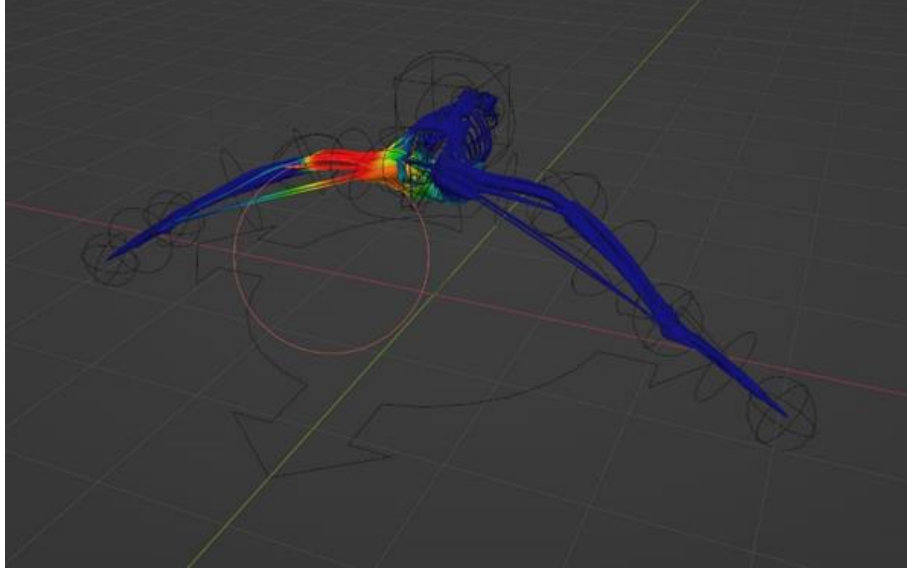


Şekil 4.48. (A) Şahin’e ait kemiklerin üç boyutlu modellemesi; (A’) Şahin’e ait kemik modellemelerinin videolarını içeren QR kodu; (B) Sülün’e ait kemiklerin üç boyutlu modellemesi (B’) Sülün’e ait kemik modellemelerinin videolarını içeren QR kodu

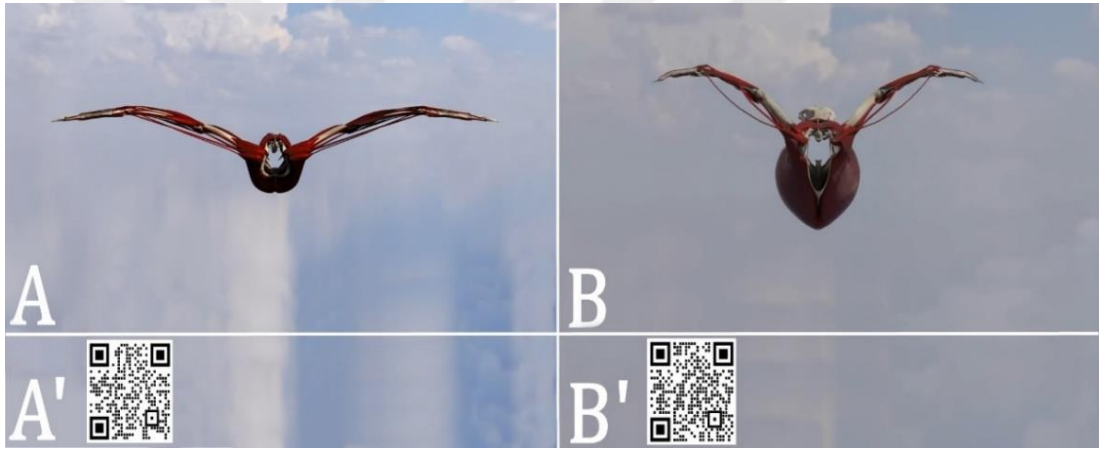


Şekil 4.49. (A) Şahin'e ait kasların üç boyutlu modellemesi; (A') Şahin'e ait kas modellemelerinin videolarını içeren QR kodu; (B) Sülün'e ait kasların üç boyutlu modellemesi; (B') Sülün'e ait kas modellemelerinin videolarını içeren QR kodu

Oluşturulan üç boyutlu modeller, uçuş animasyonlarının yapılabilmesi için “Blender 4.1.5” yazılımına aktarıldı. Aktarılan modeller üzerinde önce kemikler ve eklem noktaları belirlendi sonra yazılımın iskelet ve kas yapılarını ayırt edebilmesi için ağırlık boyaması yapıldı (Şekil 4.50.). Ardından Sülün ve Şahin'e ait uçuş karakteristiğini gösteren videolara uygun olacak şekilde kuşların uçuş animasyonları oluşturuldu. Uçuş karakteristiğinin görülebilmesi için animasyon birkaç açıdan izlenebilecek şekilde düzenlendi. Oluşturulan animasyonlarda iskelet ve kas sisteminin kaplamaları ile çevre ayarının yapılmasının ardından videolar, Sülün'de 30 kare/saniye, Şahin'de ise 60 kare/saniye hızında “.mp4” formatında render alınarak bilgisayara kaydedildi (Şekil 4.51.).



Şekil 4.50. “Blender 4.1.5” yazılımında ağırlık boyaması yapılmış ve hareket noktaları belirlenmiş, animasyon için hazır olan Şahin modeli



Şekil 4.51. (A) Şahin’e ait uçuş animasyonundan bir görsel (A’) Şahin’e ait uçuş animasyonu videosunu içeren QR kodu; (B) Sülün’e ait uçuş animasyonundan bir görsel; (B’) Sülün’e ait uçuş animasyonu videosunu içeren QR kodu

Tamamlanan üç boyutlu modellerin videoları “Nvidia GeForce Experience” yazılımında ekran görüntülerinin belirli bir süre kaydedilmesi ile oluşturuldu. Bilgisayara kaydedilen videolar “Microsoft Clipchamp” yazılımında düzenlendi. Her iki kuş türü için; iskelet sistemi, kas sistemi ve uçuş animasyonlarına özel oynatma listeleri hazırlandı. Hazırlanan oynatma listeleri Youtube sitesine, yalnızca videonun linki ile ulaşılabilir şekilde yüklendi. Tezi okuyan kişilerin linkler üzerinden videolara ulaşmaları zor olacağı için, her bir oynatma listesinin linki ayrı birer “QR” (Quick Response) koduna kaydedilerek tezin ilgili bölümü içerisine eklendi.

BT'nin kemik, MRG'nin ise yumuşak doku detayı incelenmesinde daha verimli olduğu belirtilmektedir (Deruddere et al., 2014). Ayrıca μ BT (Mikro bilgisayarlı tomografi) yöntemi ile elde edilen görüntülerin çözünürlüğünün, BT ile elde edilenlere göre daha yüksek olduğu ve bu nedenle küçük kemik yapılarının μ BT görüntülerinde net görülebildiği ifade edilmektedir (Keleş ve Alçın, 2015). Sülün ve Şahin'den elde edilen BT görüntülerinde yumuşak dokunun detaylı olarak görülememesi, kemik görüntülerinde ise detaylarda eksiklik bulunması yukarıda ifade edilenlerle örtüşmektedir. Küçük ve detaylı anatomik yapıların DICOM görüntüleri aracılığı ile oluşturulan üç boyutlu modelleri için μ BT yöntemi daha doğru sonuçlar verip modelin oluşturulması daha kısa sürse de çalışmamızda bu yapıların BT yöntemi kullanılarak da detaylı bir şekilde oluşturulabileceği gösterilmiştir.

Anatomi eğitiminde dijital modeller kullanılarak elde edilen üç boyutlu baskıların, oldukça karmaşık anatomik yapıları basitçe görselleştirebildiği ve bu materyallerin eğitimde verimli bir şekilde kullanılabildiği belirtilmiştir (Li et al., 2018). Ancak Li vd. (2018)'nin çalışmasında kullandığı, anatomik yapıların detaylı taramasını yapabilen üç boyutlu tarayıcılar oldukça yüksek maliyetli cihazlardır. Çalışmamızda ise tomografi görüntüleri veya yalnızca anatomik yapıların fotoğrafları ile özel yazılımlar kullanarak modellenmesi, oluşturulacak modellerin maliyetini oldukça düşürecektir.

Gelişen teknoloji ile, kuşların lokomasyon özellikleri (Heers et al., 2018; Lowi-Merri et al., 2021) ve anatomileri (Lautenschlager et al., 2014; Bribiesca-Contreras and Sellers, 2017) ile ilgili üç boyutlu çalışmaların sayısı artmaktadır. Ancak bu çalışmalarda hazırlanan üç boyutlu modeller yayın içerisinde iki boyutlu resimler halinde yer aldığı için anlaşılması güç olmaktadır. Çalışmamızda ise akıllı telefon veya tablet aracılığıyla taranabilen “QR” kodları kullanılarak, oluşturduğumuz üç boyutlu modellerin videolarına ulaşılabilen, böylelikle kuşların anatomik yapıları ve uçuş karakteristikleri daha iyi anlaşılabilir.

Günümüzde İHS (İnsansız Hava Sistemleri) adı verilen araçlar; yüksek risk bulunduran askeri görevler, sınır güvenliği, yüksek güvenlik gerektiren bölgelerin sürekli olarak korunması, meteorolojik veri toplama, haritalama ve trafik durumu izleme gibi hem askeri hem de sivil alanda birçok önemli rol üstlenmektedir (Ercan ve Genç, 2013) (Şekil 4.52.). Ayrıca bu sebeplerden dolayı ülkemizde de üretilen İHA'lara (İnsansız Hava Aracı) talebin artması, bu araçların Türkiye için önemli bir

ihracat kalemi haline gelmesini sağlamıştır (Ateş, 2021). Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, yaptığımız ölçümler ve oluşturduğumuz üç boyutlu modeller ile kuş türlerinin uçuş karakteristiğine uygun animasyonların karşılaştırılması, uçuş mekaniklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Bu veriler mühendislik alanı ile birleştirildiğinde ise İHS'lerin gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



Şekil 4.52. Bayrak Bayraktar TB2 SİHA (Savunma Sanayii Başkanlığı, 2019: 145)

5. SONUÇ

Kuşlarda, uçuşma eylemini gerçekleştirmek için en önemli yapı olan ön ekstremitelerin lokomotor temelini iskelet ve kaslar oluşturur. Uçuş için *patagium* ve tüyler de oldukça önemlidir. Bahsi geçen yapılara yardımcı olarak damar ve sinir gibi anatomik unsurlar görev yapar. Çalışmamızda farklı uçuş karakteristiği gösteren Sülün ve Şahin’de ön ekstremita iskelet ve kasları incelenerek, farklılıklar detaylı bir şekilde ortaya konuldu. Elde edilen bulgular ışığında, Sülün ve Şahin’in uçuş karakteristikleri ile anatomik yapıları arasında anlamlı bağlantılar elde edildi. Ancak elimizdeki örneklerin tamamı uzun süre tespit solüsyonu içerisinde muhafaza edildiğinden, yumuşak dokuların ölçümleri doğru sonuçlar vermeyeceği için dikkate alınmadı. Kemiklerde yapılan istatistik değerlendirmede, yalnızca *proc. pisiformis*’e ait değerler $p<0,05$ olarak bulundu. Bunun dışındaki tüm kemik verilerimiz $p>0,05$ olduğundan, özellikle kemik yapılarının uçuş karakteristiği üzerinde etkili olduğu sonucuna varıldı. Kasların ise morfometrik değerleri olmasa da kemik üzerindeki origo ve insertio noktalarının belli olması ve kemiklere ait morfometrik verilerin detaylı olarak ölçülmesi, çalışmada fonksiyonel değerlendirme yapılması açısından bir engel teşkil etmedi.

İki kuş türünde de *musculi membri thoracici*’nin, kuşların uçuş karakteristiklerine uygun şekillendiğini belirledik. Sülün’de özellikle kanadı kaldıran, ekstensor ve pronator kaslar gelişmişti, kanat kaslarının *venter*’i ise Şahin’e göre daha kalındı. Ayrıca *m. entepicondyloulnaris* ve *m. biceps brachii pars propatagialis* yalnızca Sülün’de görüldü. Şahin’de ise kanadı indiren, fleksor ve supinator kaslar daha gelişmişti, kanat kaslarının ise tendo uzunlukları Sülün’e kıyasla fazlaydı ve kaslar genellikle kemiklerin daha *proximal*’inde sonlanmaktaydı. Şahin’de *m. extensor brevis alulae* ve *m. abductor alulae* bu genellemelerin dışında kalmaktaydı. Bahsi geçen iki kasın, kemiğin distalinde sonlanması ve moment kolunun daha kısa şekillenmesi, ani manevrayı mümkün kılan bir adaptasyon olarak düşünülebilir.

Günümüzde etik kaygılar, maliyetlerin yüksek olması ve kullanılan kimyasalların sağlık üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle kadavra temini git gide zorlaşmaktadır. Özellikle yaban hayvanları, koruma altındaki türler veya nadir bulunan canlıların kadavra olarak temini neredeyse imkansızdır. Kadavra temini mümkün olduğunda ise rutin diseksiyon yöntemleri ile tekrar tekrar incelenen örnekler belirli bir zaman sonra kullanılamaz hale gelmektedir. Ayrıca kadavraların bir yerden

başka bir yere transferi de zor olmaktadır. Çalışmamızda hali hazırda cansız olan Sülün ve Şahin`den alınan BT görüntüleri sayesinde oluşturulan üç boyutlu anatomik modellerin canlıya zarar vermeden elde edilebilmesi, koruma altında olan, nadir bulunan ve hatta nesli tükenmiş türlerin bile anatomik modellerinin oluşturulabilmesine olanak sağlamaktadır. Oluşturulan üç boyutlu modellerin akıllı telefon, tablet veya bilgisayar bulunan her yerde, herhangi bir kayıp olmaksızın tekrar tekrar incelenebilen materyaller olmasının, klasik anatomi eğitimine büyük katkı sağlayacağını düşünmekteyiz. Ayrıca yapım maliyeti düşük olan üç boyutlu modeller sayesinde anatomi eğitiminin erişilebilirliği de artacaktır.

Kuş türleri arasında morfolojik farklılıkların fazla olması ateşli silah yaralanmaları, travma ve çeşitli patolojilerin tedavisi sırasında detaylı bir anatomik bilgiye sahip olmayı gerektirir. Ancak kuş türleri ile ilgili bu bilgiler veren kaynaklar oldukça azdır ve bu kaynakların büyük bir kısmı yabancı dildedir. İlerleyen dönemde çalışmamızda oluşturulan üç boyutlu anatomik modellerin miktarı ve detayı arttırılarak hem literatüre katkı sağlanması hem de sahada çalışan veteriner hekimler için özellikle operasyon öncesi planlamada, ihtiyaç duydukları her an rahatlıkla ulaşabilecekleri geniş bir dijital kütüphane oluşturulması hedeflenmektedir. İleride çalışmamıza deri ve tüyler ile yardımcı diğer anatomik unsurlar eklenerek, gerçeğe oldukça yakın modellerin oluşturulması hedeflenmektedir. Böylece oluşturulan gelişmiş interaktif modellerin sanal gerçeklik veya arttırılmış gerçeklik gibi yöntemlerle diseksiyon ve operasyon öncesi egzersizlerde kullanılabileceği kanısındayız.

Uçuş karakteristikleri birbirinden oldukça farklı olan Sülün ve Şahin`de bu farklılığın anatomik yapılara da yansıdığı görüldü. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulguların uçuş karakteristiğiyle karşılaştırılması sonucunda elde edilen veriler ve oluşturulan üç boyutlu modellemeler ile animasyonlar, uçuş mekaniğinin anlaşılmasına da katkı sağlayacaktır. Bu veriler ile mühendislik alanı birleştirilerek yapılacak multidisipliner çalışmaların ise ilerideki süreçlerde sanayi alanına da katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Agnolín, F. L., Brissón Egli, F., & Álvarez-Herrera, G. (2022). Large condor (Aves, Cathartidae) from the Late Pleistocene of Buenos Aires Province, Argentina. *Historical Biology*, 1-6.
- Alam El-Din, M.A. (1993). A study of some bones of quails and its convencient to the mode locomotion. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 29(57), 1-10.
- Alexander, R. M. (1991). Energy-saving mechanisms in walking and running. *Journal of experimental biology*, 160(1), 55-69.
- Alexander, R. M. (2003). *Principles of animal locomotion*. Princeton University Press.
- Atalar, Ö., Kürtül, İ., & Özdemir, D. (2007). Morphological and morphometric approach to the bones of the wings in the Long-Legged Buzzard (*Buteo rufinus*). *FÜ Sağ Bil Derg*, 21, 163-166.
- Ateş, E. (2021). Türkiye'nin İnsansız Hava Aracı (İHA) ihracat rekabet gücünün analizi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 3(1), 7-16.
- Badash, I., Burt, K., Solorzano, C. A., & Carey, J. N. (2016). Innovations in surgery simulation: a review of past, current and future techniques. *Annals of translational medicine*, 4(23).
- Ballmann, P. (1969). Die Vögel aus der altburdigalen Spaltenfüllung von Wintershof (West) bei Eichstätt in Bayern. *Zitteliana* 1: 5-61. 1970. Ein neuer Vertreter der Musophagidae (Aves) aus dem Chattien von Gaimersheim bei Ingolstadt (Bayern). *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie*, 10, 271-75.
- Baumel, J. J. (1993). Handbook of avian anatomy: nomina anatomica avium. *Publications of the Nuttall Ornithological Club (USA)*. no. 23.
- Beddard, F. E. (1898). *The structure and classification of birds*. Longmans, Green, and Company.
- Berge, J. C. V., & Storer, R. W. (1995). Intratendinous ossification in birds: a review. *Journal of Morphology*, 226(1), 47-77.
- Bocheński, Z. M., & Tomek, T. (2000). Identification of bones of Galliform hybrids. *Journal of archaeological science*, 27(8), 691-698.
- Bribiesca-Contreras, F., & Sellers, W. I. (2017). Three-dimensional visualisation of the internal anatomy of the sparrowhawk (*Accipiter nisus*) forelimb using contrast-enhanced micro-computed tomography. *PeerJ*, 5, e3039.
- Bribiesca-Contreras, F., Parslew, B., & Sellers, W. I. (2019). A quantitative and comparative analysis of the muscle architecture of the forelimb myology of diurnal birds of prey (order *Accipitriformes* and *Falconiformes*). *The Anatomical Record*, 302(10), 1808-1823.
- Bribiesca-Contreras, F., Parslew, B., & Sellers, W. I. (2021). Functional morphology of the forelimb musculature reflects flight and foraging styles in aquatic birds. *Journal of Ornithology*, 162, 779-793.
- Brown, R. E., Baumel, J. J., & Klemm, R. D. (1994). Anatomy of the propatagium: the great horned owl (*Bubo virginianus*). *Journal of morphology*, 219(2), 205-224.
- Canova, M., Bedoni, C., Harper, V., Rambaldi, A. M., Bombardi, C., & Grandis, A. (2015a). Anatomical study of the musculus deltoideus and musculus flexor carpi ulnaris in 3 species of wild birds. *Veterinaria Italiana*, 52(1), 37-44.

- Canova, M., Clavenzani, P., Bombardi, C., Mazzoni, M., Bedoni, C., & Grandis, A. (2015b). Anatomy of the shoulder and arm musculature of the common buzzard (*Buteo buteo* Linnaeus, 1758) and the European honey buzzard (*Pernis apivorus* Linnaeus, 1758). *Zoomorphology*, 134, 291-308.
- Choudhary, O. P., Kalita, P. C., Rajkhowa, T. K., Arya, R. S., Kalita, A., & Doley, P. J. (2019). Gross morphological studies on the sternum of crested serpent eagle (*Spilornis cheela*). *Indian Journal of Animal Research*, 53(11), 1459-1461.
- Christ, R., Guevar, J., Poyade, M., & Rea, P. M. (2018). Proof of concept of a workflow methodology for the creation of basic canine head anatomy veterinary education tool using augmented reality. *PloS one*, 13(4), e0195866.
- Debien, E. (2011). Feeding ecology of pheasants. *European Journal of Wildlife Research*, 57(4), 797-802.
- Dehling, J. M. (2017). How lizards fly: A novel type of wing in animals. *Plos one*, 12(12), e0189573.
- Demirci, B. (2016). *Sülünde (Phasianus colchicus) iskelet kaslarının morfolojik incelenmesi*. Doktora tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veterinerlik Anatomisi Anabilim Dalı, Samsun.
- Deruddere, K. J., Milne, M. E., Wilson, K. M., & Snelling, S. R. (2014). Magnetic resonance imaging, computed tomography, and gross anatomy of the canine tarsus. *Veterinary Surgery*, 43(8), 912-919.
- Dial, K. P. (1992a). Avian forelimb muscles and nonsteady flight: can birds fly without using the muscles in their wings?. *The Auk*, 109(4), 874-885.
- Dial, K. P. (1992b). Activity patterns of the wing muscles of the pigeon (*Columba livia*) during different modes of flight. *Journal of Experimental Zoology*, 262(4), 357-373.
- Dial, K. P. (2003). Evolution of avian locomotion: correlates of flight style, locomotor modules, nesting biology, body size, development, and the origin of flapping flight. *The Auk*, 120(4), 941-952.
- Dial, K. P., Goslow Jr, G. E., & Jenkins Jr, F. A. (1991). The functional anatomy of the shoulder in the European starling (*Sturnus vulgaris*). *Journal of Morphology*, 207(3), 327-344.
- Doğan, G. K., & Takcı, İ. A macroanatomic, morphometric and comparative investigation on skeletal system of the geese growing in Kars region II; Skeleton appendiculare. *Black Sea Journal of Health Science*, 4(1), 6-16.
- Duriez, O., Kato, A., Tromp, C., Dell'Omo, G., Vyssotski, A. L., Sarrazin, F., & Ropert-Coudert, Y. (2014). How cheap is soaring flight in raptors? A preliminary investigation in freely-flying vultures. *PloS one*, 9(1), e84887.
- Dursun, N. (2002). Evcil kuşların anatomisi. Medisan Yayınevi, Ankara.
- Dursun, N., Duzler, A., Bozkurt, E. U., & Ozgel, O. (2002). Macro-anatomical investigations on sternum in bald ibis. *Indian veterinary journal*, 79(2), 160-165.
- Düzler, A., Özgel, Ö., & Dursun, N. (2006). Morphometric analysis of the sternum in avian species. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 30(3), 311-314.
- Ercan, C., & Gencer, C. (2013). Dinamik insansız hava sistemleri rota planlaması literatür araştırması ve insansız hava araçları çalışma alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 104-111.
- Feduccia, A. (1972). Variation in the posterior border of the sternum in some tree-trunk foraging birds. *The Wilson Bulletin*, 315-328.

- Feduccia, A. (1986). The scapulocoracoid of flightless birds: a primitive avian character similar to that of theropods. *Ibis*, 128(1), 128-132.
- Feneck, E. M., Bickley, S. R., & Logan, M. P. (2021). Embryonic development of the avian sternum and its morphological adaptations for optimizing locomotion. *Diversity*, 13(10), 481.
- Fisher, H. I. (1946). Adaptations and comparative anatomy of the locomotor apparatus of New World vultures. *The American Midland Naturalist*, 35(3), 545-727.
- Francksen, R. M., Whittingham, M. J., Ludwig, S. C., Roos, S., & Baines, D. (2017). Numerical and functional responses of Common Buzzards *Buteo buteo* to prey abundance on a Scottish grouse moor. *Ibis*, 159(3), 541-553.
- Fürbringer, M. (1888). *Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel: zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz-und Bewegungsorgane* (Vol. 15). T. van Holkema.
- Fürbringer, M. (1902). *Zur vergleichenden Anatomie des Brustschulterapparates und der Schultermuskeln*. Gustav Fischer.
- George, J. C., & Berger, A. J. (1966). Avian Myology.
- Gheție, V., Coțofan, V., & Hillebrand, A. (1976). *Atlas de anatomie a păsărilor domestice*. Editura Academiei Republicii Socialiste România.
- Glenny, F. H., & Friedmann, H. (1954). Reduction of the clavicles in the Mesoenatidae, with some remarks concerning the relationship of the clavicle to flight-function in birds.
- Gorecki, M. T., Nowaczewski, S., & Kontecka, H. (2012). Body weight and some biometrical traits of ring-necked pheasants (*Phasianus colchicus*) at different ages. *Folia biologica (Kraków)*, 60(1-2), 79-84.
- Graham, I. M., Redpath, S. M., & Thirgood, S. J. (1995). The diet and breeding density of Common Buzzards *Buteo buteo* in relation to indices of prey abundance. *Bird Study*, 42(2), 165-173.
- Guevar, J. (2020). The evolution of educational technology in veterinary anatomy education. *Biomedical Visualisation: Volume 8*, 13-25.
- Gündemir, M. G., Szara, T., Spataru, C., Demircioglu, I., Turek, B., Petrovas, G., & Spataru, M. C. (2022). Shape differences of the Carina sterni in birds of various locomotion types. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 52(2), 190-196.
- Habib, M. B., & Ruff, C. B. (2008). The effects of locomotion on the structural characteristics of avian limb bones. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 153(3), 601-624.
- Hankin, E. H., & North, J. D. (1924, May). On the Angle of Incidence in Soaring Flight. In *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* (Vol. 22, No. 2, pp. 186-188). Cambridge University Press.
- Heers, A. M., Rankin, J. W., & Hutchinson, J. R. (2018). Building a bird: musculoskeletal modeling and simulation of wing-assisted incline running during avian ontogeny. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 6, 140.
- Heimerdinger, M. A., & Ames, P. L. (1967). Variation in the sternal notches of suboscine passeriform birds.
- Holman, J. A. (1964). Osteology of gallinaceous birds. *Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences*, 27(3), 230-252.
- Hospitaleche, C. A., & Worthy, T. H. (2021). New data on the *Vegavis iaai* holotype from the Maastrichtian of Antarctica. *Cretaceous Research*, 124, 104818.

- Höfling, E., & Alvarenga, H. M. (2001). Osteology of the shoulder girdle in the Piciformes, Passeriformes and related groups of birds. *Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology*, 240(2), 196-208.
- Hudson, G. E., & Lanzillotti, P. J. (1964). Muscles of the pectoral limb in galliform birds. *American Midland Naturalist*, 1-113.
- Hui, C. A. (2002). Avian furcula morphology may indicate relationships of flight requirements among birds. *Journal of Morphology*, 251(3), 284-293.
- İlgün, R. (2019). Macro-anatomy of the bones of thoracic limb in dalmatian pelican (*Pelecanus crispus*). *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21.
- Jayachitra, S., & Iniyah, K. Comparative Gross Anatomy Of Pectoral Girdle In Domestic Fowl (*Gallus Domesticus*) And Pigeon (*Columba Livia*).
- Jeffries, J. A. (1882). On the sesamoid at the front of the carpus in birds. *Bulletin of the Nuttall Ornithological Club*, 7(1), 13-15.
- John, M. A., Choudhury, A. R., Khan, M., Ahmad, K., Baba, M. A., Dar, F. A., & Rafiq, A. (2017). Comparative anatomical studies on shoulder girdle of pigeon hawk (*Falco columbarius*) and kite (*Millvus migrans*). *Ind. J. Vet. Anat*, 29(1), 25-27.
- John, M. A., Mamde, C. S., Baba, O. K., & Rohankar, R. U. (2014). Anatomical studies on sternum of pigeon hawk (*Falco columbarius*). *Indian Journal of Poultry Science*, 49(2), 231-233.
- Kappers, E. F., Chakarov, N., Krüger, O., Mueller, A. K., Valcu, M., Kempenaers, B., & Both, C. (2017). Classification and temporal stability of plumage variation in common buzzards. *Ardea*, 105(2), 125-136.
- Keleş A., Alçin H. (2015). Mikro bilgisayarlı tomografi ve endodontik araştırmalardaki yeri. *Türkiye Klinikleri J Endod-Special Topics*, 1(3), 32-9.
- König, H. E., & Bragulla, H. (2007). *Veterinary anatomy of domestic mammals: textbook and colour atlas*. Schattauer Verlag.
- König, H. E., Korbel, R., Liebich, H. G., & Klupiec, C. (2016). *Avian anatomy: Textbook and colour atlas*. 5m Books Ltd.
- Lautenschlager, S., Bright, J. A., & Rayfield, E. J. (2014). Digital dissection—using contrast-enhanced computed tomography scanning to elucidate hard-and soft-tissue anatomy in the Common Buzzard *Buteo buteo*. *Journal of Anatomy*, 224(4), 412-431.
- Lee, S. I., Kim, J., Park, H., Jabłoński, P. G., & Choi, H. (2015). The function of the alula in avian flight. *Scientific reports*, 5(1), 1-5.
- Li, F., Liu, C., Song, X., Huan, Y., Gao, S., & Jiang, Z. (2018). Production of accurate skeletal models of domestic animals using three-dimensional scanning and printing technology. *Anatomical sciences education*, 11(1), 73-80.
- Lindsay, B. (1885, May). On the avian sternum. In *Proceedings of the Zoological Society of London* (Vol. 53, No. 3, pp. 684-716). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Lo Coco, G. E., Motta, M. J., Agnolín, F. L., & Novas, F. E. (2022). Wing osteology, myology, and function of *Rhea americana* (Aves, Rheidae). *Journal of Morphology*, 283(8), 1015-1047.
- Lowi-Merri, T. M., Benson, R. B., Claramunt, S., & Evans, D. C. (2021). The relationship between sternum variation and mode of locomotion in birds. *BMC biology*, 19(1), 1-23.
- Lök, S., & Yalçın, H. (2007). Kaya kekliği (*A. graeca*) ve sülünlerde (*P. colchicus*) kanat kemikleri (ossea alae) üzerinde karşılaştırmalı makroanatomik araştırmalar.

- Matsuoka, H., & Hasegawa, Y. (2007). Myology and osteology of the Whooper Swan *Cygnus cygnus* (Aves: Anatidae) Part 1. Muscles attached to the sternum, coracoid, clavicle, scapula and humerus. *Bulletin of the Gunma Museum of Natural History*, 11, 7-14.
- Maxwell, E. E., & Larsson, H. C. (2007). Osteology and myology of the wing of the Emu (*Dromaius novaehollandiae*), and its bearing on the evolution of vestigial structures. *Journal of morphology*, 268(5), 423-441.
- Mayr, G. (2008). Phylogenetic affinities of the enigmatic avian taxon *Zygodactylus* based on new material from the early Oligocene of France. *Journal of Systematic Palaeontology*, 6(3), 333-344.
- Mayr, G. (2014). Comparative morphology of the radial carpal bone of neornithine birds and the phylogenetic significance of character variation. *Zoomorphology*, 133(4), 425-434.
- Mayr, G. (2021). The coracoscapular joint of neornithine birds—extensive homoplasy in a widely neglected articular surface of the avian pectoral girdle and its possible functional correlates. *Zoomorphology*, 140(2), 217-228.
- Mayr, G., & Smith, T. (2010). Bony-toothed birds (Aves: Pelagornithidae) from the middle Eocene of Belgium. *Palaeontology*, 53(2), 365-376.
- McGowan, C. (1982). The wing musculature of the Brown Kiwi *Apteryx australis mantelli* and its bearing on ratite affinities. *Journal of Zoology*, 197(2), 173-219.
- McGowan, C. (1986). The wing musculature of the Weka (*Gallirallus australis*), a flightless rail endemic to New Zealand. *Journal of Zoology*, 210(3), 305-346.
- McLelland, J. (1990). *A colour atlas of avian anatomy*. Wolfe Medical Publications Ltd.
- Mehta, S., Rupam, S., & Singh, K. K. (2017). Gross morphometric studies on sternum and ribs of emu (*Dromaius novaehollandiae*). *Veterinary Science Research Journal*, 8(1/2), 47-49.
- Meng, J., Hu, Y., Wang, Y., Wang, X., & Li, C. (2006). A Mesozoic gliding mammal from northeastern China. *Nature*, 444(7121), 889-893.
- Meyers, R. A. (1996). Morphology of the antebrachial musculature of the American kestrel, *Falco sparverius* (Aves). *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 178(1), 49-60.
- Nickel, R., Schummer, A., & Seiferle, E. (1977). *Anatomy of the domestic birds*. Verlag Paul Parey.
- Novas, F. E., Agnolin, F., Brissón Egli, F., & Lo Coco, G. E. (2020). Pectoral girdle morphology in early-diverging paravians and living ratites: implications for the origin of flight.
- Novas, F. E., Motta, M. J., Agnolín, F. L., Rozadilla, S., Lo Coco, G. E., & Brissón Egli, F. (2021). Comments on the morphology of basal paravian shoulder girdle: new data based on unenlagiid theropods and paleognath birds. *Frontiers in Earth Science*, 9, 662167.
- Nudds, R. L. (2007). Wing-bone length allometry in birds. *Journal of Avian Biology*, 38(4), 515-519.
- Nudds, R. L., Dyke, G. J., & Rayner, J. M. V. (2004). Forelimb proportions and the evolutionary radiation of Neornithes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 271(suppl_5), S324-S327.
- Ostrom, J. H. (1976). Some hypothetical anatomical stages in the evolution of avian flight. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 27(1), 1-21.
- Ostrom, J. H., Poore, S. O., & Goslow Jr, G. E. (1999). Humeral rotation and wrist supination: important functional complex for the evolution of powered flight in birds?. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, (89).

- Özgel, O., Düzler, A., & Bozkurt, E. U. (2002). Macro-anatomical investigations on ossa cinguli membri thoracici in bald ibis. *Indian Veterinary Journal (India)*.
- Özkadif, S., & Eken, E. (2015). Contribution of virtual anatomic models to medical education. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 10(1).
- Özkan, E. Z. (1996). Tavuk-horoz (*Gallus domesticus*), ördek (*Anas domestica*) ve güvercinlerde (*Columba livia*) sternum üzerinde karşılaştırmalı anatomik incelemeler. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(2), 159-163.
- Padian, K., & Chiappe, L. M. (1998). The origin and early evolution of birds. *Biological reviews*, 73(1), 1-42.
- Parker, T. J. (1890). III. Observations on the anatomy and development of Apteryx. *Proceedings of the Royal Society of London*, 47(286-291), 454-459.
- Parvez, M. N. H., Akter, M. T. D., Gofur, M. R., & Sarder, M. J. U. (2016). Gross Morphometry of Pectoral Girdle of Domestic Pigeon (*Columba livia*). *International Journal of Livestock Research*, 6(6), 32-38.
- Pathak, A., Gupta, S. K., Verma, A., Farooqui, M. M., Prakash, A., & Kumar, P. (2017). Comparative gross anatomy of the sternum in peacock (*Pavo cristatus*), Turkey (*Meleagris gallopavo*), duck (*Anas platyrhynchos*) and white-breasted waterhen (*Amaurornis phoenicurus*). *Journal of Animal Research*, 7(3), 501-505.
- Pawan, K., & Gurdial, S. (2014). Gross anatomy of wing and pelvic limb bones in Emu (*Dromaius novaehollandiae*). *Indian journal of veterinary anatomy*, 26(2), 82-86.
- Picasso, M. B., & Mosto, M. C. (2018). Wing myology of Caracaras (Aves, Falconiformes): muscular features associated with flight behavior. *Vertebrate Zoology*, 68(2).
- Raikow, R. J. (1985). Locomotor system. *Form and function in birds*, 3, 57-147.
- Rajalakshmi, K., Sridevi, P., & Siva Kumar, M. (2020). Gross anatomical studies on thoracic, Symsacrum, coccygeal vertebrae and ribs of emu (*Dromaius novaehollandiae*).
- Razmadze, D., Panyutina, A. A., & Zelenkov, N. V. (2018). Anatomy of the forelimb musculature and ligaments of *Psittacus erithacus* (Aves: Psittaciformes). *Journal of Anatomy*, 233(4), 496-530.
- Rezk, H. M. (2015). Anatomical investigation on the appendicular skeleton of the cattle egret (*Bubulcus ibis*). *Journal of Experimental and clinical anatomy*, 14(1), 5-12.
- Rosser, B. W. (1980). The wing muscles of the American coot (*Fulica americana* Gmelin). *Canadian Journal of Zoology*, 58(10), 1758-1773.
- Russell, A. P., Dijkstra, L. D., & Powell, G. L. (2001). Structural characteristics of the patagium of *Ptychozoon kuhli* (Reptilia: Gekkonidae) in relation to parachuting locomotion. *Journal of Morphology*, 247(3), 252-263.
- Sales, J., & Mellett, F. D. (1995). The determination of the age of ostrich carcasses from ossification of the pectoral girdle (ossa cinguli membrii thoracici). *Animal Science*, 60(3), 499-501.
- Sathyamoorthy, O. R., & Ramesh, G. (2006). Gross anatomical studies on the sternum of the ostrich (*Struthio camelus*). *Indian Journal of Animal Health*, 45, 83-86.
- Sathyamoorthy, O. R., Palanivelrajan, M., Ushakumary, S., & Sreekumar, C. (2021). Gross morphological and morphometrical studies on the sternum of asian koel (*Eudynamys scolopacea*). *Indian Journal of Animal Research*, 55(5), 550-552.
- Sathyamoorthy, O. R., Thirumurugan, R., Senthil Kumar, K., & Jayathangaraj, M. G. (2012). Gross anatomical studies on the sternum and clavicle of spot-billed pelican (*Pelecanus philippensis*). *Tamilnadu Journal of Veterinary, Animal Science*, 8(3), 166-170.

- Savunma Sanayii Başkanlığı (2019). *Türk Savunma Sanayii Dijital Ürün Kataloğu* (s. 145)
Erişim 30 Mayıs 2023, <https://www.ssb.gov.tr/urunkatalog/en/146/>
- Schimelfenig, T. (1990). Student Essay Hallmark of the Medieval Age. *Sport History Review*, 21(2), 81-89.
- Serrano, F. J., Costa-Pérez, M., Navalón, G., & Martín-Serra, A. (2020). Morphological disparity of the humerus in modern birds. *Diversity*, 12(5), 173.
- Sievwright, H., & Macleod, N. (2012). Eigensurface analysis, ecology, and modelling of morphological adaptation in the falconiform humerus (Falconiformes: Aves). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 165(2), 390-419.
- Simons, E. L., Hieronymus, T. L., & O'Connor, P. M. (2011). Cross sectional geometry of the forelimb skeleton and flight mode in peleciform birds. *Journal of Morphology*, 272(8), 958-971.
- Smith, B. J., Smith, S. A., & Holladay, S. D. (1993). An additional bone in the carpal region of raptorial birds. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 22(2), 105-113.
- Sreeranjini, A. R., Ashok, N., Indu, V. R., Lucy, K. M., Maya, S., & Chungath, J. J. (2015). Gross anatomical features of the sternum of green-winged macaw (Ara chloroptera). *Indian Journal of Animal Research*, 49(6), 860-862.
- Suzuki, D., Chiba, K., VanBuren, C. S., & Ohashi, T. (2014). The appendicular anatomy of the elegant crested Tinamou (Eudromia Elegans). *Bulletin of the Kitakyushu Museum of Natural History and Human History, Series A (Natural History)*, 12, 1-48.
- Thorington Jr, R. W. (1984). Flying squirrels are monophyletic. *Science*, 225(4666), 1048-1050.
- Tobalske, B. W., & Dial, K. P. (2000). Effects of body size on take-off flight performance in the Phasianidae (Aves). *Journal of Experimental Biology*, 203(21), 3319-3332.
- Tomek, T., & Bocheński, Z. M. Distal ulna as an example of the identification of domestic birds. *Eurasian Perspectives*, 212.
- Ulfstrand, S. (1977). Plumage and size variation in Swedish common buzzards Buteo buteo L. (Aves, Accipitriformes). *Zoologica Scripta*, 6(1), 69-75.
- Vazquez, R. J. (1992). Functional osteology of the avian wrist and the evolution of flapping flight. *Journal of Morphology*, 211(3), 259-268.
- Vega-Garzón, J. C., Robayo-Sánchez, L. N., Cruz-Maldonado, O. A., & Cortés-Vecino, J. A. (2022). Visualization technologies for learning and teaching veterinary acarology and entomology. *Journal of Veterinary Medical Education*, 49(2), 199-203.
- Vistro, W. A., Kalhor, I. B., Uddin Shah, M. G., Rajput, N., Khan, S. A., Memon, K. H., & Fareed, S. K. (2015). Comparative anatomical studies on humerus of commercial broiler and desi chicken. *Academic Research International*, 6(6), 153-158.
- Walls, S., & Kenward, R. (2020). *The common buzzard*. Bloomsbury Publishing.
- Wang, M., O'Connor, J. K., Xu, X., & Zhou, Z. (2019). A new Jurassic scansoriopterygid and the loss of membranous wings in theropod dinosaurs. *Nature*, 569(7755), 256-259.
- Wang, X., McGowan, A. J., & Dyke, G. J. (2011). Avian wing proportions and flight styles: first step towards predicting the flight modes of Mesozoic birds. *PLoS One*, 6(12), e28672.
- Wani, S. U. A., & Saran, D. (2018). Gross Anatomical Studies on the Sternum of House Crow (Corvus splendens).

- Wani, S. U. A., Pathak, S. K., John, M. A., Ahmad, K., Sheikh, F. A., & Ishaque, S. (2017). Gross morphological studies on sternum of common moorhen (*Gallinula chloropus*). *Int J Curr Microbiol Appl Sci*, 6(6), 1489-92.
- Wójcik, J. D. (2002). The comparative osteology of the humerus in European thrushes (Aves: *Turdus*) including a comparison with other similarly sized genera of passerine birds-preliminary results. *Acta zoologica cracoviensia*, 45, 369-381.
- Worthy, T. H., Scofield, R. P., Hand, S. J., De Pietri, V. L., & Archer, M. (2022). A swan-sized fossil anatid (Aves: Anatidae) from the early Miocene St Bathans Fauna of New Zealand. *Zootaxa*, 5168(1), 39-50.
- Wustinger, J., Jaśko, D., Drózd, D., Basińska, M., & Pospieszny, N. (2006). Muscles of thoracic limb of African ostrich (*Struthio camelus* L.). *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Series Veterinary Medicine*, 9(2).
- Yang, Y., Wang, H., & Zhang, Z. (2015). Muscle architecture of the forelimb of the Golden Pheasant (*Chrysolophus pictus*)(Aves: Phasianidae) and its implications for functional capacity in flight. *Avian Research*, 6(1), 1-8.
- Zhang, Z., & Yang, Y. (2013). Forelimb Myology of the Golden Pheasant (*Chrysolophus pictus*). *International Journal of Morphology*, 31(4).
- Zusi, R. L., & Bentz, G. D. (1978). The appendicular myology of the Labrador Duck (*Camptorhynchus labradorius*). *The Condor*, 80(4), 407-418.

EKLER

5.1. Ek-1. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı.



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu



Sayı : 68489742-604.01.03-E.10681
Konu : HADYЕК izin onayı gerekmediđi hk.

13/05/2019

PROF. DR. MURAT ERDEM GÜLTİKEN

24/04/2019 tarihli dilekçenize istinaden; kadavra hayvan dokularında yapılacak çalışmalar için Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan izin alınmasına gerek yoktur.
Bilgilerinizi rica ederim.

e-imzalıdır

Prof. Dr. Mustafa AYYILDIZ
HADYЕК Başkanı

Hayriye ÇELİK
Dahili Tel: 2588

5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na uygun olarak Güvenli Elektronik İmza ile üretilmiştir.
Evrak teyidi <https://ebyssorgu.omu.edu.tr> adresinden 8S78-PLNH-0M3G kodu ile yapılabilir.

5.2. Ek-2. Kastamonu Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu

Kararı



T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu



Sayı : E-16498365-000-2300039015
Konu : Kurul Kararı

14.04.2023

Sayın Arş. Gör. Süleyman YÜKSEL

06.04.2023 tarihli ve 059.99. sayılı dilekçeniz Kastamonu Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulumuzun 13.04.2023 tarih ve 4 sayılı oturumunda görüşülmüştür.

TOPLANTI TARİHİ : 13.04.2023

TOPLANTI SAYISI : 4

KARAR NO 16:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. M. Erdem Gültiken'in başvuru dilekçesinde belirtilen ve tez danışmanlığını yaptığı, Kastamonu Üniversitesi Veteriner Fakültesinde görev yapmakta doktora öğrencisi Araş. Gör. Süleyman YÜKSEL'in "**Sülün (Phasianus colchicus) ve Şahinde (Buteo buteo) ön ekstremitelerin morfolojik incelenmesi ile bilgisayar destekli modellenmesi**" başlıklı tez çalışması kapsamında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalına ait laboratuvarında bulunan kadvralar (ölü dokular) kullanılacağı için 15 Şubat 2014 tarihinde 28914 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan **Hayvan Deneyleri Etik Kurullarının Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmeliğin 1. Bölüm 4. Madde u) Fıkrası'nda belirtilen 3R ilkesi tanımlaması ve 8.Madde k) Fıkrası** gereğince **HADYEK iznine tabi olmadığına**, oy çokluğu ile karar verildi.

Gereğini Bilgilerinize Rica Ederim.

Doç. Dr. Elif DOĞAN
Kurul Başkanı

Belge Doğrulama Kodu: 3DFAH33

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi: www.kastamonu.edu.tr/belgedogrulama

Adres: Kastamonu Üniversitesi Rektörlüğü, Kuzeykent Kampüsü, Merkez/Kastamonu

Bilgi için :

Elif Doğan
Kurul Başkanı

Telefon No:
e-Posta:
Kep Adresi:

Faks No:
İnternet Adresi: www.kastamonu.edu.tr

Telefon No:
Direkt Hat:

