



T.C.
BURSA ULUDAĞ
ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ
VETERİNER
FAKÜLTESİ ANATOMİ
ANABİLİM DALI



**BILDIRCIN (COTURNIX COTURNIX) VE GÜVERCİNDE
(COLUMBA LIVIA), ARKA BACAK BİLEK (ARTICULATIO
TARSİ) VE PARMAK (ARTICULATIONES DIGITI PEDİS)
EKLEMLERİNE ETKİYEN KASLARIN FONKSİYONEL OLARAK
MAKROSKOBİK VE MİKROSKOBİK İNCELENMESİ**

**FATMA İŞBİLİR
(DOKTORA TEZİ)**

BURSA-2021

Fatma İşbilir

VETERİNER ANATOMİ ANABİLİM DALI DOKTORA TEZİ

2021



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNER FAKÜLTESİ
ANATOMİ ANABİLİM DALI



**BILDIRCIN (COTURNIX COTURNIX) VE GÜVERCİNDE
(COLUMBA LIVIA), ARKA BACAK BİLEK (ARTICULATIO
TARSİ) VE PARMAK (ARTICULATIONES DIGITI PEDİS)
EKLEMLERİNE ETKİYEN KASLARIN FONKSİYONEL
OLARAK MAKROSKOBİK VE MİKROSKOBİK
İNCELENMESİ**

Fatma İŞBİLİR

(DOKTORA TEZİ)

DANIŞMAN:

Doç. Dr. İlker ARICAN

**DDP(V)-2020/7- Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Doktora Destek Projesi**

BURSA-2021

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK BEYANI

Yüksek Lisans/Doktora tezi olarak sunduğum “Bıldırcın (*Coturnix Coturnix*) ve Güvercinde (*Columba Livia*), Arka Bacak Bilek (*Articulatio Tarsi*) ve Parmak (*Articulationes Digniti Pedis*) Eklemlerine Etkiyen Kasların Fonksiyonel Olarak Makroskobik ve Mikroskobik İncelenmesi” adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen bütün süreçlerde bilimsel etik kurallarına uygun bir şekilde hazırlandığını ve yararlandığım eserlerin kaynaklar bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve beyan ederim.

Fatma İŞBİLİR

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU

03/09/2021

Adı Soyadı: Fatma İŞBİLİR

Anabilim Dalı: Anatomi Anabilim Dalı

Tez Konusu: Bildircin (Coturnix Coturnix) ve Güvercinde (Columba Livia) Arka Ayak Bilek (Articulatio Tarsi) ve Parmak (Articulationes Digiti Pedis) Eklemlerine Etkiyen Kasların Fonksiyonel Olarak Makroskobik ve Mikroskobik İncelenmesi

<u>ÖZELLİKLER</u>	<u>UYGUNDUR</u>	<u>UYGUN DEĞİLDİR</u>	<u>AÇIKLAMA</u>
Tezin Boyutları	☒	☐	
Dış Kapak Sayfası	☒	☐	
İç Kapak Sayfası	☒	☐	
Kabul Onay Sayfası	☒	☐	
Sayfa Düzeni	☒	☐	
İçindekiler Sayfası	☒	☐	
Yazı Karakteri	☒	☐	
Satır Aralıkları	☒	☐	
Başlıklar	☒	☐	
Sayfa Numaraları	☒	☐	
Eklerin Yerleştirilmesi	☒	☐	
Tabloların Yerleştirilmesi	☒	☐	
Kaynaklar	☒	☐	

DANIŞMAN ONAYI

Unvanı Adı Soyadı: Doç. Dr. İlker ARICAN

İmza:

İÇİNDEKİLER

Dış Kapak
İç Kapak

ETİK BEYANI	II
TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU	III
İÇİNDEKİLER	IV
TÜRKÇE ÖZET	VI
İNGİLİZCE ÖZET	VIII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Tüneme	5
2.1.1. Birinci Görüş	6
2.1.2. İkinci Görüş.....	6
2.1.3. Üçüncü Görüş.....	9
2.2. Kasların Anatomisi.....	12
2.2.1. Bilek Eklemine Etkiyen Pelvis Bölgesi Kasları	12
2.2.2. Crus Bölgesi Kasları.....	12
2.2.2.1. İntertarsal Eklem Kasları	12
2.2.3. Tarsometatarsus Bölgesi (Parmakların Kısa Kasları) Kasları.....	15
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	17
3.1. Makroskobik İnceleme.....	17
3.1.1. Hayvanların Temini, Canlı Ağırlıkların Ölçümü, Ötenazi, Kaslarının Alınması, Tespit	17
3.1.2. Radyografik Ölçüm	17
3.1.3. Diseksiyon	19
3.1.4. Morfometrik Ölçüm Noktaları	19
3.2. Histolojik İnceleme	23
3.2.1. İmmunohistokimyasal Boyama	23
3.2.2. İmmunohistokimyasal Boyanma Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	24
3.3. İstatistiksel İnceleme	25
4. BULGULAR	26
4.1. Makroskobik Bulgular	26
4.1.1. Morfometrik Ölçüm Bulguları	26
4.1.2. Diseksiyon Bulguları.....	29
4.2. Histolojik Bulgular	65
4.3.İmmunohistokimyasal Bulgular	65

4.4. İstatistik Bulguları.....	70
4.4.1. Radyografik ve Morfometrik Ölçümlerin İstatistiksel Bulguları	70
4.4.2. İmmunohistokimyasal Hesaplamaların İstatistiksel Bulguları	74
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	78
5.1. Kas Anatomisi.....	78
5.1.1. İntertarsal Eklem Kasları	78
5.1.2. Parmakların Uzun Kasları.....	79
5.1.3. Tarsometatarsus Bölgesi (Parmakların Kısa) Kasları	83
5.2. Morfometrik Ölçümler	84
5.3. Histolojik İnceleme.....	87
6. KAYNAKLAR	91
7. SİMGELER ve KISALTMALAR	99
8. TEŞEKKÜR	100
9. ÖZGEÇMİŞ.....	101

TÜRKÇE ÖZET

Bıldırcın (*Coturnix Coturnix*) ve Güvercinde (*Columba Livia*), Arka Bacak Bilek (*Articulatio Tarsi*) ve Parmak (*Articulationes Digiti Pedis*) Eklemlerine Etkiyen Kasların Fonksiyonel Olarak Makroskobik ve Mikroskobik İncelenmesi.

Bu çalışmada kanatlı hayvanlardan güvercin ve bıldırcında ayak ve parmak eklemlerine etkiyen kaslar makroskobik ve mikroskobik olarak incelendi. Makroskobik inceleme için (10 erkek 10 dişi) 20 adet ergin bıldırcın (*C. coturnix*) ve (10 erkek 10 dişi) 20 adet ergin güvercin (*C. Livia*) olmak üzere toplam 40 adet kanatlı hayvan kullanıldı. Hayvanlar dietil eter ile inhalasyon anestezisine alındı. Canlı ağırlıkları hassas terazi ile belirlendi. Anestezi altına alınan kanatlı hayvanların sol ayaklarının ayrı ayrı radyografik görüntüleri alındı. Alınan görüntülerden Image J programı ile ayrı ayrı PBN ölçümleri gerçekleştirildi. Daha sonra dietil eter anestezisi altında servikal dislokasyon ile ötenazileri yapıldı. Ötenazisi yapılmış hayvanların sağ ve sol bacakları gövdeden ayrıldıktan sonra sol bacakları diseksiyon için %30'luk formaldehit solüsyonunda tespit edilirken, sağ bacakları ise histolojik prosedürler için %10'luk nötral formalin solüsyonunda tespit edildi. Her iki tür içinde eş zamanlı olarak arka bacak kasları diseke edilerek makroskobik olarak incelendi. Kemik (tüm bacak, femur, TBT, TMT ve parmak kemikleri) uzunluklarının, von den Driesch'in (1976) belirttiği ölçüm noktalarına uygun şekilde morfometrik ölçümleri yapıldı.

Histolojik inceleme de tespit sonrasında rutin doku takibi uygulandı ve Crossman'ın üçlü boyama tekniğine göre boyandı. Parafin bloklardan alınan 4-5 µ'luk kesitlerde SO-tip I, FG-tip IIb ve FOG-tip IIa'nın varlığı immunohistokimyasal yöntemlerden indirekt streptavidin-biotin-kompleks yöntemi kullanılarak gösterildi.

Çalışmamızın sonucu istatistiksel olarak $P<0,05$ ve $P<0,001$ olacak şekilde değerlendirildi. Hallux'un uzunluğu, TMT'a eklemlleşme noktası ve iki flexor grubu kaslarda bulunan lif düzenlemeleri tüneme hareketine güvercinlerin arka bacaklarının anatomik ve histolojik olarak daha elverişli bir yapıya sahip olduğunu göstermekteydi. Anahtar Kelimeler: Güvercin (*Columba livia*), Bıldırcın (*Coturnix Coturnix*), Bacak Kasları, Tüneme mekanizması

İNGİLİZCE ÖZET

Functionally Macroscopic and Microscopic Investigation of Muscles affecting on Wrist (Articulatio Tarsi) and Finger joints (Articulationes digiti pedis) of hind limb of Quail (*Coturnix Coturnix*) and Pigeon (*Columba Livia*)

In this study, the muscles affecting the foot and finger joints in pigeon and quail were examined macroscopically and microscopically. A total of 40 poultry, including 20 adult quails (*C. Coturnix*) (10 males 10 females) and 20 adult pigeons (*C. Livia*) (10 males 10 females), were used for macroscopic examination. Animals were anesthetized by inhalation with diethyl ether. Live weights were determined with precision scales. Separate radiographic images were taken of the left feet of the anesthetized poultry. Separate PBN measurements were performed from the images taken with the Image J program. Then, they were euthanized by cervical dislocation under diethyl ether anesthesia. After the right and left legs of the euthanized animals were separated from the body, their left legs were fixed in 30% formaldehyde solution for dissection, while their right legs were fixed in 10% nötral formaldehyde solution for histological procedures. The hind leg muscles of both animals were simultaneously dissected and examined macroscopically. Morphometric measurements of bone (whole leg, femur, TBT, TMT and digit bones) lengths were made in accordance with the measurement points specified by von den Driesch (1976).

Routine histological examination was performed after fixation and stained according to Crossman's triple staining technique. The presence of SO-type I, FG-type IIb and FOG-type IIa in 4-5 μ sections taken from paraffin blocks was demonstrated using the indirect streptavidin-biotin-complex method from immunohistochemical methods.

As a result of our study, it was evaluated statistically as $P<0.05$ and $P<0.01$. The length of the hallux, the articulation point to the TMT and the fiber arrangements in the two flexor group muscles showed that the hind legs of the pigeons had a more favorable anatomical and histological structure for the perching movement.

Keywords: Pigeon (*Columba livia*), Quail (*Coturnix Coturnix*), Leg Muscles, Perching mechanism

1. GİRİŞ

Beslenmemizde büyük önemi olan kanatlı hayvanların özellikleri teknolojinin değişmesi ile beraber uçuş konusunda uçak üretimi, insan elinin anatomik ve biyomekanik inceliklerini incelemekle birlikte, kuş ayağı kas-iskelet sistemi ve fonksiyonunu kapsayan daha genel bir paradigma aranmış, robotik ve protez el tasarımına uygulanmıştır. Bu sayede kavranan cisimlere pasif bir şekilde adapte olan ve böylece karmaşık bir sensör ve kontrol grubuna duyulan ihtiyacı azaltan birkaç aktüatöre sahip eller ortaya çıkmıştır (Backus ve ark., 2015; Dollar ve Howe, 2011). Tüneme davranışından esinlenilerek robotik uçuş sistemleri üzerinde ve insansız hava araçlarının geliştirilmesi gibi teknolojik çalışmalar da yapılmaktadır. (Feroskhana ve Gob, 2018; Doyle ve ark., 2013). Tüneme davranışı üzerine 3 farklı görüş bulunmaktadır. Birinci görüş ODFM ve ikinci görüş TKM'dir. Bu ilk iki görüş çoğu kaynakta birbirini destekleyecek şekilde otomatik kilitleme mekanizması adı altında toplanmıştır (Quinn ve Baumel, 1983; Quinn ve Baumel, 1990; Galton ve Shepherd 2012). Üçüncü bir görüş olarak kasların ve onları oluşturan tendonların düzenlenişi sayılmıştır (Nickel ve ark., 1977; Dyce ve ark., 2010). Bu görüşlerden ilk ikisi üzerinde çalışmalar yapılmış olmasına rağmen 3. görüş üzerinde detaylı bir çalışmaya rastlanamamıştır. Walker 2019'da yaptığı çalışmada belirli kaslar üzerinde açıklamalar yapsada tam olarak tüneme konusuna açıklık getirmemiştir. Buradan yola çıkarak tüneme davranışının makroskobik ve histolojik olarak anlaşılması ilerleyen teknolojik çalışmalara yardımcı olacaktır. Tüneme durumları birbirinden farklılık gösteren bıldırcın ve güvercinlerin incelenmesi, ayrıca bu iki türde şimdiye kadar bu şekilde bir çalışmaya rastlanmamış olması da çalışmanın öneminin artmasına katkı sağlamaktadır. Bu iki grup arasında tüneme davranışı bakımından farklılıklar incelenerek, özellikle robotik ve protez el tasarımı çalışmalarına katkı sağlanılabileceği düşünülmüştür. Çalışmanın sonuçları aynı zamanda anatomi literatürüne katkı sağlayacaktır.

Çalışmanın amacı iki tür arasında arka ayak bilek ve parmak eklemlerine etkiyen kasların makroskobik ve mikroskobik olarak incelemektir. Bu amaca yönelik olarak kasların ve kemiklerin anatomik benzerlik ve farklılıklarını incelemek, kasların fibra tiplerini belirlemek hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Hareket bir bütündür (Odar, 1978). Hareket sistemi pasif ve aktif olarak iki önemli kısımdan oluşmaktadır (Bahadır ve Yıldız, 2019; Dursun, 2002; Getty, 1975; Nickel, Schummer ve Seiferle, 1977; Dyce, Sack ve Wensing, 2010). Bu iki bölüm arasındaki sıkı ilişki sayesinde statik ve dinamik fonksiyonlar şekillenmektedir (Dursun, 2002). Lokomotor sistemin pasif unsurları kemikler ve eklemler iken aktif unsurları kaslardır. Kemik, kas ve eklemler arasında en güçlü ilişki ayaklarda görülür. Diğer organlarda bu kadar sıkı değildir (Odar, 1978). Pasif hareket sisteminin önemli kısmı olan kemikler kanatlı hayvanlarda da genel olarak memelilere benzer. Ancak biyolojik ve ekolojik farklar sebebi ile morfolojik ve fizyolojik farklılıklar görmek mümkündür. Memeli hayvanlarda ayaklar yürüme fonksiyonunu yerine getirmenin yanı sıra aynı zamanda ağırlığın taşınmasını da sağlamaktadırlar. Kanatlı hayvanlarda ise ana prensip olarak uçuş söz konusu olması sebebiyle ön ekstremiteler kanat şeklini almıştır. Arka ayaklar ise hayvanlarda yaptığı işe göre biçimlenmiştir. Arka ayaklar kanatlılarda yürüme sayesinde yer değiştirmeye yarasa dahi asıl yer değiştirme uçuş ile olmaktadır (Dursun, 2002; Bahadır ve Yıldız, 2019).

İnsanların ve kuşların iki ayaklı doğası, yalnızca iki ayağın, zemin ile vücut arasındaki temasını sağlar ve sonuç olarak, arka ayakların iki ayaklılarda kavrama ve denge sağlaması gerekir. (Hopson, 2001; Backus, Sustaita, Odhner ve Dollar, 2015). Temel olarak kanatlı türüne göre arka ayaklar ördek gibi hayvanlarda yüzmeye yardımcı olurken, tavuklarda ise yürüme işlevini sağlamaktadır. Kanatlılarda parmak uçlarının düzenlenmesi, kuşlara tüneme (Sustaita ve ark., 2013; Gill, 2007), ağaçlarda ve yerde kolayca tırmanma, asılma ve kolayca hareket etme yeteneği verir. Ek olarak, psittasitler, beslenmek için arka ayaklarını kullanıp, küçük yiyecek maddelerini bir ayağı ile tutup, diğeriyle kendilerini destekleyen yüksek manipülatif bir kabiliyete sahiptir (Collar, 1997; Cracraft, 1971). İskeletsel olarak, bir kuş bacağı, insan bacağıyla aynı bileşenlerin çoğuna sahiptir. Aynı kemiklerin çoğu aynı yerde ve oryantasyonda ortaya çıkar (Gill, 2007).

Kuşlar ve memeliler arasındaki bir fark, memeli ekstremitelerinin sürekli kan temini ve yağ depolaması için yeterince boş alana sahip olmasıdır. Buna karşılık, kuşlar uzuvlarda yağ depolayamazlar, ayrıca büyük kan damarları için yer yoktur. Bacak kemiklerinin nispi uzunlukları ve zemine temas eden kemik elementleri de

farklıdır. Kuş dizi vücuda çok yakın bir yerdedir, sadece ayak bileği eklemi tüylerin altında görülür. Memeli kasları tüm iskelete dağılmıştır. Böylece hareket ettikleri eklemlere yakın dururlar. Memelilerde, tendonlar genellikle tek bir eklem boyunca düz çizgilerle hareket eden kısa bağ dokusu yapılarıdır. Ancak, kuşlarda kaslar genellikle eklemlere uzak durur ve bacaklar ince ve çubuk benzeridir (Kaiser, 2007). Kanatlarda da kaslar uçuşa adapte olarak bir araya toplanır ve vücuda mümkün olduğunca yakında bulunur (Gill, 2007). Böylece, kaslar genellikle hareket noktasından uzağa uzanır ve hareketi yerine getirmek için uzun tendonlara sahiptir (Kaiser, 2007). Ayak parmaklarını büken kaslar, bacak üzerinde üst kısma yerleşir ve iki derin fleksör tendonu (musculus flexor digitorum longus (MFDL) ve musculus flexor hallucis longus (MFHL)), ayak parmaklarından dizlere doğru hareketi kontrol eder. Kuşlarda, tendonlar mekanik kuvveti ileten bağ doku oluşumu bakımından genellikle çok uzundur ve iki veya daha fazla eklem yerini geçebilir (Kaiser, 2007). En iyi gelişmiş bacak kaslarına sahip kuşlar, yırtıcı kuşlardır (Ward, Weigle ve Conroy, 2002). Kartal, şahin, doğan, osprey (balık kartalı) ve akbaba gibi yırtıcılar, avlarını anında yakalamalarına yardımcı olan güçlü kaslara sahiptir (Szaro R., 1978).

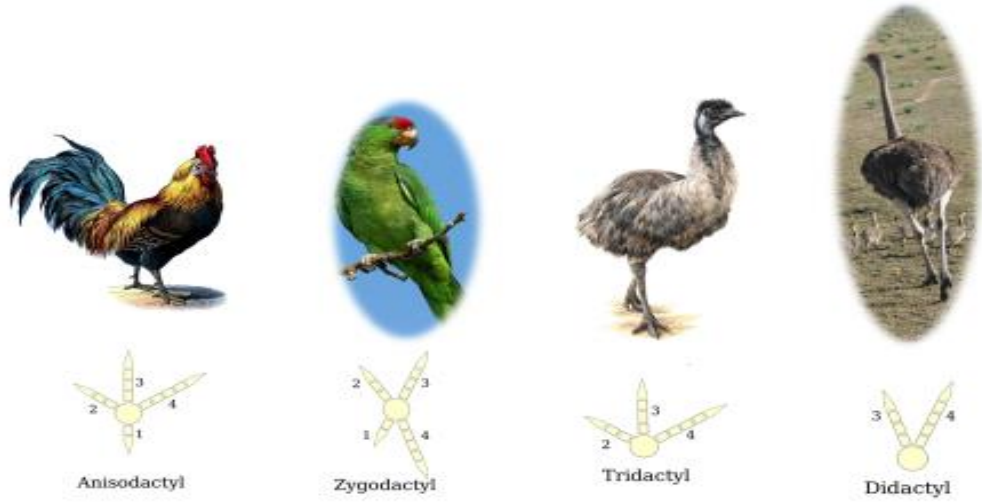
Bugüne kadar beslenmemizde önemli yeri olan kanatlı hayvanların arka bacak kasları gerek morfolojik gerek fonksiyonel olarak incelenmiştir (Mosto, 2016; Gangl, Weissengruber, Egerbacher, ve Forstenpointner 2004; Cracraft, 1971; Hudson, Lanzillotti, ve Edwards, 1959; Howell, 1938; Łukasiewicz, Niemiec, Wnuk ve Mroczek-Sosnowska, 2014; Clifton, Carr, ve Biewener, 2018; Serbest, 1990; Dursun, 2002; Getty, 1975; Nickel ve ark., 1977).

Mevcut kuşların farklı ortamları keşfetmelerini sağlayan lokomotor adaptasyonlarının çoğu ayaklarda görülür. Kuş ayaklarının birçok farklı şekli ve büyüklüğü vardır. Gagaya benzer şekilde, ayağın yapısı kuşun ekolojisi hakkında çok şey ortaya çıkarabilir. Kuşların çoğu, günlük işlerini yerine getirmelerine yardımcı olmak için çeşitli şekillerde düzenlenmiş dört parmaklı ayaklara sahiptir (Gill, 2007).

Ayak oryantasyonları yedi ana tipte tanımlanabilir (Botelho, Smith-Paredes ve Vargas, 2015; Hopson, 2001; Backus ve ark., 2015). Anisodactyl, hallux geriye dönük, parmaklar II, III ve IV öne dönük; zygodactyl, ayak parmakları I ve IV geriye dönük ve parmaklar II ve III ileriye dönük; tridactyl üç parmak ileriye dönük; didactyl iki parmak ileriye dönük; heterodactyl, parmaklar I ve II geriye dönük, parmaklar III ve

IV ileri dönüktür. İki veya daha fazla parmağın kısmi füzyonu (ilişkisi, birleşmesi) ile syndactyl ayak yapısı tanımlanır. Pamprodactyl ayak yapısında parmakların tamamı ileriye dönüktür. (Abourachid, Fabre, Cornette ve Höfling, 2017; Gill, 2007 pp). Geriye dönük iki parmağı olan iki tipte (heterodactyl ve zigodactyl), diğer geriye dönük parmağın aksine, hallux oldukça küçüktür (Abourachid ve ark., 2017). Tüm papağanlar gibi, ağaçkakanlarda da ağaçların arasında kolayca dolaşmayı, yiyecekleri tutmayı, tünemeyi, tırmanmayı kolaylaştıran zygodactyl ayaklara sahiptir (Collar, 1997; Gill, 2007).

Coturnix coturnix (bıldırcın), Aves (kanatlılar) başlığı altında Phasianidae familyasında, Galliformes düzeninde bulunur (Mills, Crawford, Domjan ve Faure, 1997). Ayak yapısı bakımından anisodactyl grubundadır (Botelho ve ark., 2014). *Columba Livia* (evcil güvercin) ayağın simetrik iç kaslarına sahip olduğu bilinen altricial kuşlarına benzer şekilde, anisodactyldir (Cracraft, 1971). Anisodactyl yapı organizasyonu, bir kuşun başarılı bir şekilde tüneğe oturabilmesi ve dengelenebilmesi için idealdir. (Gill, 2007). Schmit I., 1997 yılında yaptığı deneysel çalışmasında 12 gece boyunca bıldırcınların tünemediği ve kümeslerinde tüneğin gerekli olmadığını rapor etmiştir. Fakat güvercin yetiştirmede tüneklerin yapıldığı evcil güvercin (*C. livia*)'in flexor kaslarının tünemede etkin rol oynadığını, tür içinde baskın tarafın daha yüksek tüneğe çıktığını söyleyerek, hayvanın tünediğine işaret eder (Green ve Cheng, 1998; Cracraft, 1971; Williams DE ve ark., 1994).



Ötücü ve diğer tüneyen kuşların yanı sıra, kartal, atmaca, şahin ve benzeri av kuşlarında yaygındır.

Ağaçta yaşayan türlerde, ağaç gövdelerine tırmanan veya yapraklar yoluyla tırmanan türlerde yaygındır. Papağan, ağaçkakan ve bazı baykuşlar

Kuşlar da emu, toy kuşu... ve benzeri av kuşları yaygındır.

devekuşu

Şekil 1: Ayak yapılarına göre kuşların sınıflandırılması.

2.1. Tüneme

Tavuklarda içgüdüsel olarak tüneme arzusu vardır ve civcivler üç haftalık yaşa ulaştığında yüksek yerlere atlamaya başlar. Bir tavuğun pençesi, tünerken sıkı bir kavrama sağlar ve tavuk uykudayken bile düşmesini engeller. Farklı kanatlılarda tüneme üzerine çalışmalar fazlaca bulunmaktadır. Bu çalışmalarda esas olarak flexor kasların üzerinde durulmuştur (Einoder ve Richardson, 2007; Galton ve Shepherd, 2012; Carril, Mosto, Picasso ve Tambussi, 2014; Watson, 1869; Quinn ve Baumel, 1990; Backus ve ark., 2015; Vukičević, Galić, Tomić, ve Kuži, 2018; Elsayh, 2014;

Newberry, Estevez ve Keeling, 2001; Hester ve ark., 2013; Fanatico ve ark., 2016). Tüneme üzerine 3 farklı görüş bulunmaktadır. Birinci görüş otomatik digital flexor mekanizmasıdır (ODFM). İkinci görüş digital tendon kilitleme mekanizmasıdır (TKM). Bu ilk iki görüş çoğu kaynakta birbirini destekleyecek şekilde otomatik kilitleme mekanizması adı altında toplanmıştır (Quinn ve Baumel, 1983; Quinn ve Baumel, 1990; Galton ve Shepherd 2012). Üçüncü bir görüş olarak kasların ve onları oluşturan tendonların düzenlenişi sayılmıştır (Nickel ve ark., 1977; Dyce ve ark., 2010). Bu görüşlerden ilk ikisi üzerinde çalışmalar yapılmış olmasına rağmen 3. Görüş üzerinde çalışmaya rastlanamamıştır.

2.1.1. Birinci Görüş

Bock ve Miller, 1959 yılında, ODFM'nı *C. livia* (Kaya güvercini) ve *Corvus brachyrhynchos* (Amerikan kargaları) üzerinde yapılan bir dizi ön deneylerde test eden ilk kişiydi. Bu teoriye göre, tünleyen kuşların ayaklarındaki tendonlar ayak bileği ekleminin arka tarafından geçer ve kuş dizine doğru uzanır. Kuş, çöktüğü zaman, vücudunun ağırlığı altında tendonlar çekilir ve otomatik olarak parmaklar bükülür, bu da parmakları dalın etrafına kilitler. Kuş ayağa kalktığında flexor gerginlik gevşer, extensor tendon gerginleşir ve ayak parmakları açılır (Gill, 2007; Backus ve ark., 2015). ODFM ile ilgili olarak, intertarsal eklemin flexionu, aktif kasların yeterince uzun olmaması ve bu eklemlerin ayrı ayrı esnememesi nedeniyle, diz fleksiyonu sırasında gerekli bir harekettir. İntertarsal eklemin flexionu, musculus (m.) iliofibularis, m. tibialis cranialis, MFDL ve diz eklemi bükülmüş pozisyonda iken MFHL'un sinerjistik etkisinin bir sonucudur. (Watson, 1869; Schaffer, 1903; Bock, 1965; Galton ve Shepherd, 2012). Diz bükülmesiyle eş zamanlı olarak, M. tibialis cranialis'in dizdeki orijinden, Tarsometatarsus (TMT) kemiğinin ön kısmına yapışmasına kadar olan mesafe teorik olarak artar. Bu, topuğu caudal bir şekilde (= arkaya) iten ve böylece topuğun üzerinden geçen MFDL ve MFHL'un tendonlarının hareket mesafesini arttıran ayak bileği eklemi bükür (Schaffer, 1903).

2.1.2. İkinci Görüş

Tünemede başka bir mekanizma ise TKM'dir (Quinn ve Baumel, 1983). TKM ilk olarak, bir asırdan fazla bir süre önce, uzun süre ayaklarından sarkan yarasaların ayaklarındaki flexor tendonları üzerinde keşfedildi (Schaffer, 1903). Diğer tırmanan ve tünleyen memeliler de digital bir TKM'ye sahiptir. TKM'nin biyomekaniği de dahil

olmak üzere Quinn ve Baumel, (1990) tünleyen passerinler ve tırmanan kuşlardan, su kuşlarına kadar sayıca fazla kuş düzenlerinde TKM'yi kapsamlı bir şekilde inceleyerek, geniş bir aralıkta gerçekleştiğini ortaya koydu. TKM, ana flexor tendonları üzerinde birçok kuşun ayağında bulunur. Bu tendonlar bacadaki yüzlek flexor kaslarını parmakların uçlarıyla birbirine bağlar ve parmakların flexionundan sorumludur (Einoder ve Richardson 2007). Adından da anlaşılacağı gibi, parmakları esnek bir pozisyonda kilitleme işlevini gören bir mekanizmadır, böylece ayak güçlü bir tutuş sağlar. TKM'de, flexor tendon üzerinde, ventral yüzeyinde, articulation metatarsophalangea hizasında tüberkül (area tuberculi tendinis) adı verilen yüzlerce küçük çıkıntıdan oluşan, yarım küre şeklinde çıkıntılar bulunur. Bu çıkıntılar yüksek kayma kuvvetlerinin olduğu bölgelerdeki tendonlarda yaygın olarak bulunan bir doku olan fibrokartilagoda üretilirler (Benjamin ve Evans, 1990; Bennett, 1993). Kilitleme mekanizmasının ikinci bileşeni, çevresindeki tendon kılıfının iç yüzeyinde yakın aralıklarla yerleşmiş plikalardan (plica vaginae tendinis) oluşur. TKM'nin biyomekaniği bacağın flexor kaslarına dayanır (Quinn ve Baumel, 1990). Bu mekanizmada yer alan en önemli kaslar, bazı kuşlarda (Vanden Berge ve Zweers, 1993) bir fibroelastik bant (vinculum tendinum flexorum) ile birbirine bağlanan MFDL ve MFHL'dur. Bu iki flexor doğrudan ayak parmaklarına bağlanır ve herhangi bir artan gerginlik, kas kasılması olmadan ayak parmaklarının tünek üzerinde otomatik olarak kavramasını sağlar (Watson, 1869; Schaffer, 1903; Schranke, 1930; Bock, 1965; Galton ve Shepherd, 2012). Kuş bir dal üzerine oturduğu zaman vücut ağırlığı aracılığıyla çıkıntılar çukurların içine bastırılır ve iki yapı birbirine iliklenir. Tendonlardaki tüberkül bölgeleri ve bitişik kılıf yaprakları, birbirine geçerek, bükülmüş pozisyonda parmakların distal ve diğer interphalangeal eklemlerini bükten gerçek bir TKM oluşturur (Quinn ve Baumel, 1990; Galton ve Shepherd 2012, Schaffer, 1903, Ranvier, 1889; Goslow, 1972). Bu mekanizma cırcır benzeridir (Galton ve Shepherd 2012; Schaffer 03). Bu doğal bir kilitleme mekanizması olarak işlev görür ve kuşların tüneme sırasında uyumasına izin verir (Galton ve Shepherd 2012).

Daha önceki çalışmalarda (Watson, 1869; Ranvier, 1889; Schaffer, 1903; Shepherd, 1981), TKM'yi esas olarak tünemeyle bağdaştırarak ele almışlardır. Tünemeye ek olarak, TKM, ayak tahrikli (itişli) yüzme, yürüme, av tutma, tutunma,

asılma, sarılma ve ağaca tırmanma gibi farklı kuşlarda birçok başka aktivitede rol alır (Quinn ve Baumel, 1990; Galton ve Shepherd 2012). Mekanizmanın temel yapısal bileşenleri, bu faaliyetler için uyarlanmış farklı kuş gruplarında oldukça benzerdir. Bu konu Watson (1869), Schaffer (1903), Schranke (1930) ve Bock (1965) gibi çeşitli yazarlar tarafından ele alınmıştır.

Yerli tavukların tendon kılıf sırtlarının yanı sıra flexor kaslarının tendon tüberkülleri daha az gelişirken papağanların tüberkülleri ve sırtları açıkça tanımlanmış ve morfolojisindeki farklılıklar görülmüştür. Bu ayrımların olası bir nedeni, farklı biyomekanik kompozisyon nedeniyle tendonların dayandığı yük farkı olabilir. Papağanlar, öncelikle dalları kavrayarak çevik bir şekilde hareket ettikleri ağaçlarda yaşarlar. Galliformlar, yeryüzündeki yaşamlarının bir sonucu olan çok daha büyük bir vücut kütesine sahiptir, bu nedenle flexor kas tendonları, papağanlardan daha büyük bir yüke maruz kalır ve tendonun içine gömülü olan kıkırdak dokusu, ayak ve tendonla vücudun taşınan ağırlığını dağıtmak için hareket edebilir (Vukičević ve ark., 2018).

Taramalı elektron mikroskopunu kullanarak, Quinn ve Baumel (1983), çeşitli kuşlarda TKM varlığına dikkatini çekmiştir. Tünemiş kuşun ağırlığının tendonu ve kılıfı yaklaşıyor gibi görüldüğünü ve bunun sonucunda birçok kuşun çok az çaba göstererek uzun süre boyunca tünebileceğini belirtmiştir.

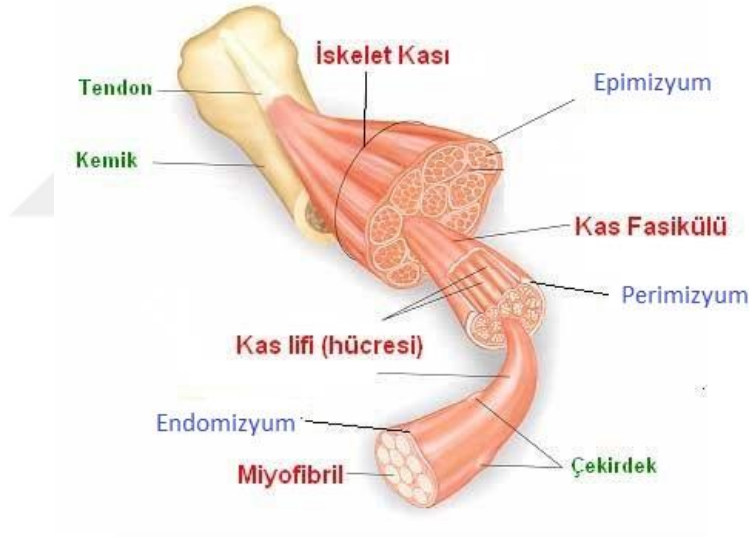
TKM'nin varlığı veya yokluğu, görünüşe göre, böyle bir mekanizmaya yönelik işlevsel ihtiyaçla bağlantılıdır, örneğin, yırtıcıların ayak parmaklarında güçlü bir TKM'nin varlığı, avın sürekli olarak kavranmasına yardımcı olurken TKM, koşuya çok iyi uyum sağlamıştır (Galton ve Shepherd 2012; Einoder ve Richardson, 2007; Quinn ve Baumel, 1983).

2.1.3. Üçüncü Görüş

Kuşun flexor kasları ve bunların tendonları minimum güç harcayarak, tünemeyi gerçekleştirecek biçimde düzenlenmiştir şeklindedir (Nickel ve ark., 1977; Dyce ve ark., 2010).

2.1.3.1. Kas histolojisi

Bir kas lifi çok sayıda miyofibrilden meydana gelmektedir. Miyofiberler plazma zar tarafından sarılı sarkolemma içindedir. Miyofiberler; ince (aktin), kalın (miyosin), esnek (titin) ve esnek olmayan (nebulin) filamanlar içeren birkaç sarkomerden meydana gelir. Şekil 2’de gösterildiği gibi her lif endomizyum adı verilen doku ile çevrilidir ve lifler, demet veya salkım halindedirler. Bu demetler perimizyum ile çevrilmiştir. Kaslar birkaç demetin bir araya gelmesiyle oluşurlar ve epimizyum denilen bağlayıcı doku ile çevrilidirler (Nordin ve Frankel, 2012; Hamill, Knutzen ve Derrick, 2009).



Şekil 2: Bir kasın genel histolojik yapısı

Omurgalı iskelet kası genellikle hızlı ve yavaş olmak üzere iki geniş ölçüde tanımlanmış kas türünden oluşur. Miyofibriller, büzülme hızlarına, kuvvet üretimine, aerobik kapasitelerine ve morfolojileri ve biyokimyalarındaki farklılıklara bağlı olarak yorgunluklarına göre değişiklik gösterir (Hermanson, Ryan, Cobb, Bentley ve Schutts,

1998; Hildebrand ve Goslow, 1998; Pette ve Staron, 2000). Hızlı olanlar yüksek kasılma hızlarına sahiptir ve genellikle koşma ve uçuş gibi daha güçlü hareketlerde bulunurlar. Buna karşılık, yavaş kas dokusu kasılması yavaştır ve yorulmaya karşı daha dirençli özellikler gösterir. Yavaş fibralar genellikle izometrik kasılmalar ve postüral davranışlar için kullanılan kaslarda yüksek oranda bulunur (Rosser, Waldbillig, Macdonald ve Bandman 1994; Hermanson ve ark., 1998).

Her bir lif tipinin nispi oranları, bir hayvandaki bireysel kaslar arasında ve farklı türlerin homolog kasları arasında ve hatta aynı kasın farklı bölgelerinde değişmektedir (Dubowitz ve Brooke 1973; Ariano, Armstrong ve Edgerton, 1973; Tasic, Dimov ve Gligorijevic; 2003).

Spesifik mekanik fonksiyon alt gruplarıyla ilişkilendirilen üç genel tip fibra türü, literatürde kuşların kaslarını oluşturan unsurlar olarak kabul edilmektedir. Yavaş oksidatif lifler (SO – tip I) nispeten yavaş kasılma hızları sergiler ve nispeten daha az kuvvet üretir, ancak yorulmaya karşı dirençlidir ve yavaş, tekrarlayan hareketler veya durgun izometrik kasılma süreleri gibi, duruşun sürdürülmesi için çok uygundur. Hızlı glikolitik (FG – tip IIb) lifler, hızlı büzülme dinamikleri ve yüksek kuvvet üretimi seviyesi için kabul edilirken, yorulmaya karşı nispeten duyarlıdır. Bu lifler, büyük güç üretimi gerektiren patlama aktiviteleri için uygundur. Hızlı oksidatif-glikolitik (FOG – tip IIa) lifler, diğer iki tip arasında orta ve aynı zamanda nispeten yorulmaya dirençli olan kuvvet üretimi için büzülme hızlarını ve kapasitelerini gösterir. Bu nedenle bu motor elemanları, daha uzun süreler için yürütülen nispeten yüksek frekans aktiviteleri sırasında kullanışlıdır (Welch ve Altshuler, 2009; Barnard, Lyle ve Pizzey 1982; Brooke ve Kaiser 1970; Bottinelli ve Reggiani, 2000).

Kuşlarda ve memelilerde, fibra tipi kompozisyonu ile kas fonksiyonu arasında bir ilişki gözlemlenebilir. Örneğin, hindi akbabalarında (*Cathartes aura*), beyaz pelikanlar (*Pelecanus erythrorhynchos*) ve albatrosalarda (*Diomedidae*), m. pectoralis yavaş fibralardan oluşan bir derin tabaka ve hızlı fibralardan oluşan bir yüzlek tabakaya bölünür (Rosser ve ark., 1994; Meyers ve Stakebake, 2005). Bu kuşların her birinde, yavaş fibra tabakasının, yükselme veya uçuş esnasında kanadı gergin tuttuğu varsayılmaktadır. Atlarda (*Equus caballus*), m. extensor carpi radialis, işlevsel olarak ayakta durmak için kullanılan yavaş fibra kompartmanına ve hareket için kullanılabilecek ayrı hızlı fibralar topluluğuna bölünür (Hermanson ve ark., 1998).

Kas fibra tipleri çeşitli yöntemler kullanılarak açığa çıkarılabilir. Dondurma kesitler ile birlikte mATPase (miyofibriler ATPase)'ın histokimyasal çalışması ile açığa çıkarılmıştır (Dimov ve Dimov 2007; Geyikoğlu, 2005). Ayrıca köstebeklerde yapılan çalışmada immunohistokimya ve Western blotlama yöntemi kullanılarak (Ichikawa, Matsuo, Higurashi, Nagahisa, Miyata, Sugiura ve Wada, 2018) ve deve de m. deltoideus kasının fibra tipleri için Masson'un üçlü boyamasıda diğer bir yöntem olarak kullanılmıştır (Hena ve ark., 2017).

Kas fibra tipi çalışmalarına bakıldığı zaman insanlarda m. gastrocnemius, m. soleus, m. peroneus longus, m. tibialis anterior, m. palmaris longus, m. abductor pollicis brevis, tavukta ve hindide, m. pectoralis major, broiler de et kalitesi ile örtüştürmek için m. pectoralis major, m. biceps femoris, m. extensor hallucis longus, m. gastrocnemius, yeşilbaşlı ördek, gümüş martı ve sakar meke de m. pectoralis major, m. scapulotriceps, m. scapulohumeralis caudalis, m. extensor metacarpi radialis, m. gastrocnemius pars externa, m. iliotibialis cranialis, beyaz pelikan da m. pectoralis, *Calypte anna*'da uçuş kasları, ingiliz serçesinde kanat ve m. gastrocnemius kası, güvercin de m. anterior latissimus dorsi, m. brachialis, m. pectoralis, m. serratus metapatagialis, m. iliotibialis cranialis, m. scapulohumeralis, m. biventer cervicis, m. serratus superficialis metapatagialis, m. extensor digitorum longus, kent ve köy güvercinlerinde m. pectoralis, m. gastrocnemius lateralis, m. pronator superficialis, bıldırcında m. pectoralis major, sarı başlı kara tavukta flexion halindeki arka bacak kaslarının lif yapıları tiplendirilmiştir. Bu çalışmalara daha fazla örnek eklemek mümkündür. Çalışmalarda kaslar tip I, IIa, IIb şeklinde sınıflandırılırken aynı zamanda SO, FO, FOG olacak şekilde de sınıflandırılmıştır. (Welch ve Altschuler, 2009; Rosser ve ark., 1994; Choi, Ow, Yang ve Taneja, 2013; Moore, Groenewald ve Myburgh, 2020; Tůmová ve Teimouri, 2009; Hikida, 1987; Torrella, Fouces, Palomeque ve Viscor, 1993; Patterson ve ark., 2017; Wasicky, Ziya-Ghazvini, Blumer, Lukas ve Mayr, 2000; Viscor, Torrella, Fouces ve Palomeque, 1992; Marques, Vasconcellos ve Azevedo, 2006; Verdiglione ve Cassandro, 2013; McFarland ve Meyers, 2008; Torrella, Fouces, Palomeque ve Viscor, 1998).

Beslenmemizde büyük önemi olan kanatlı hayvanların özellikleri teknolojinin değişmesi ile beraber uçuş konusunda uçak üretimi, insan elinin anatomik ve biyomekanik inceliklerini incelemekle birlikte, kuş ayağı kas-iskelet sistemi ve

fonksiyonunu kapsayan daha genel bir paradigma aranmış, robotik ve protez el tasarımına uygulanmıştır. Bu sayede kavranan cisimlere pasif bir şekilde adapte olan ve böylece karmaşık bir sensör ve kontrol grubuna duyulan ihtiyacı azaltan birkaç aktüatöre sahip eller ortaya çıkmıştır (Backus ve ark., 2015; Dollar ve Howe, 2011). Tüneme davranışından esinlenilerek robotik uçuş sistemleri üzerinde ve insansız hava araçlarının geliştirilmesi gibi teknolojik çalışmalar da yapılmaktadır. (Feroskhana ve Gob, 2018; Doyle ve ark., 2013).

2.2. Kasların Anatomisi

2.2.1. Bilek Eklemine Etkiyen Pelvis Bölgesi Kasları

- **Musculus Ambiens:** M. pectineus olarak isimlendirilmiştir (Getty, 1975). Pubis'in processus pectinealis'inden, ala preacetabularis ilii'nin ventrolateral yüzü üzerinden (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Howell, 1938; Hudson ve ark., 1959) köken alır, m. gracilis'in tendonunun altında uzanır, diz eklemine medialden laterale doğru geçer (Nickel ve ark., 1977), çarpazlar (Getty, 1975; Hudson ve ark., 1959) ve caput fibulae hizasında, m. flexores perforatus digiti II, III ve IV'ün başlangıç kısmına (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Howell, 1938) katılır. Güvercinde patellayı çarpazlamaz (Getty, 1975).

Görevi: Diz eklemine gerer ve parmakları bükür.

2.2.2. Crus Bölgesi Kasları

2.2.2.1. İntertarsal Eklem Kasları

- **Musculus tibialis cranialis:** İki başı bulunan kasın caput femorale'si; femur'un condylus lateralisinin cranial yüzünden ve fovea tendinis m. tibialis cranialis'ten çıkar (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Dursun, 2002). Caput tibiale; tibiae'nın processus cnemialis lateralis ve cranialislerinden ve bunların arasından, cristae tibiae'dan çıkar (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Dursun, 2002). İki baş TBT'un distalinde birleşir ve TMT'un; proximalinde, anteromedial yüzünde, craniomedial yanının proximal 1/3'ünde, tuberositas m. tibialis cranialis'te (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Dursun, 2002) sonlanır.

Görevi: Tarsal eklemi bükür.

- **Musculus gastrocnemius:** Nadiren 2, bazen 4, fakat genelde 3 baştan oluşur.

Pars lateralis (pars externa- caput laterale): Epicondylus lateralis femoris'ten çıkar (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Howell, 1938; Dursun, 2002).

Pars medialis (pars media- caput mediale): Femur'un medial condylusundan, caput tibiae'nın medialinde, ligamentum (lig.) patella'dan çıkar (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Dursun, 2002).

Pars intermedia (Caput tibiale- pars media): Tibiae'nın caudal yüzünün proximal'inden, popliteal bölgenin medial yanında femur'un medial condylusundan, medial kenarından (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Howell, 1938; Dursun, 2002) çıkar.

3 başın kırışları ortak kırış halinde; TMT'un; plantar yüzünün proximaline, lateral ve medialine, hypotarsusta ve distalde, TMT'un plantar tarafının lateral ve medialinde, tibial kırırdağı geçerek, hypotarsus'un posterior yüzünde, digital flexor tendonlarında (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Howell, 1938; Dursun, 2002) sonlanır.

Görevi: Tarsal eklemi gerer.

- **Musculus fibularis longus:** Lig. patella ve patellar fasciadan, TBT'un proximal'inden, corpus tibiae'nın craniomedial'inden, çıkış yapar (Getty, 1975; Howell, 1938). Kısa bir tendon olarak önce tibial kırırdağı, esas kolu ile de TMT'ta, proximal 1/3'ünde, m. flexor perforatus digiti III'ün tendosu ile birleşir (Getty, 1975; Howell, 1938).

Görevi: Cartilago tibialis'i destekler ve tarsal eklemnin gerilmesini sağlar.

- **Musculus fibularis brevis:** Fibula'nın orta 1/3'ü ve membrana interossea cruris'ten, tibiae'nın lateral yüzeyinden çıkıp (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Howell, 1938; Dursun, 2002), TMT'un; proximal ucunun caudaline yapışır (Nickel ve ark., 1977; Dursun, 2002).

Görevi: Tarsal eklemi içe döndürür.

- **Musculus plantaris:** TBT'un proximal kısmının caudomedial'inden (Getty, 1975), condylus medialis tibiae'nın distal'inden (Nickel ve ark., 1977) çıkış yapar ve tibial kırırdağların proximomedial kısmında sonlanır (Getty, 1975; Nickel ve ark., 1977).

Görevi: Cartilago tibialis'i sabitleştirir.

2.2.2.2. Parmakların Uzun Kasları

- **Musculus flexor perforans et perforatus digiti II et III:** Femur'un lateral condylusu, distali, tibiae ve fibulae'nın proximal uçlarından, crista cnemialis lateralis'ten ve lig. patella'dan çıkar (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Howell, 1938) ve 2. ve 3. parmakların phalanx media'sına, 2. ve 3. parmağın 2. interphalangeal eklem kapsulasına yapışır (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975).

Görevi: 2. ve 3. parmağı bükerek, tarsal eklemi gerer.

- **Musculus flexor perforatus digiti II, III et IV:**

Genel manada m. pectineus'un tendosunun üzerinden, diz eklemine lateral ligamenti üzerinden, tibiae ve fibulae'nın proximal uçları üzerinden, m. ambiens kirişinden, lig. patella'dan köken alır (Getty, 1975). Musculi (Mm.) perforantes et perforati'nin tendonları tarafından delinip, 2, 3 ve 4. Parmakların phalanx proximalislerine, 1, 2 ve 3. interphalangeal eklemlerin kapsulasına bağlanan lateral, medial, intermedier tendonlara ayrılır (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975).

Görevi: 2, 3 ve 4. parmağın bükülmesini sağlar.

- **Musculus flexor hallucis longus ve Musculus flexor digitorum longus:** İkisi beraber m. flexor digitorum pedis profundustur (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975).

- **Musculus flexor digitorum longus:** Tibiae ve fibulae'nın caudal yüzlerinden, TBT'un caudal yüzeyinden, küçük lateral başı fibulae'nın lateral yüzeyinden kassel olarak, esas başı cartilago tibiae'nın proximal ucu üzerinden, fibulae'nın lateral ve posterior yüzeyleri üzerinden, fibulae ve TMT'un proximal yarımından çıkış yapar (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Howell, 1938). MFHL kasının tendonu ile bir vinculum (vinculum tendineum flexorium) aracılığıyla birleşir, hallux'un 1. phalanx'ının basisi yakınında 3'e ayrılır ve 2, 3 ve 4. parmakların son phalanx'larının tuberculum flexorium'larına yapışır (Getty, 1975; Howell, 1938).

Görevi: 2., 3. ve 4. parmakları bükerek, tarsal eklemi gerer.

- **Musculus flexor hallucis longus:** Epicondylus lateralis femoris'ten, fossa poplitea'dan, çıkış yapan iki başlı bir kas olup, biri tuberculum m. gastrocnemialis lateralis üzerinden, 2. başı fossa popliteadan, regio intercondylaristen, köken alır (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Howell, 1938). 1. parmağın 2. phalanx'ında, tuberculum flexorium'unda, sonlanır (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Howell, 1938). Kasın iki başı fusiform bir şekilde MFDL kası üzerindedir. Cartilago tibiae ve

TMT'un condylus'u boyunca devam eder, TMT ortaları hizasında tendonu MFDL tendonu ile güçlü bir vinculum aracılığıyla birleşir (Howell, 1938). Genel olarak her iki kas tendonu TMT'un plantar yüzü üzerinde ilerleyip, 1'den 4'e kadar olan parmakların son phalanx'ına yapışır (Nickel ve ark., 1977).

Görevi: 1. parmağı bükerek, tarsal eklemi gerer. MFDL ile bağlantı yaptığı için diğer parmaklarında bükülmesine dolaylı olarak katkı sağlar.

- **Musculus popliteus:** Tibiae'nın proximocaudal yüzeyinden, TBT'un proximocaudal'inden çıkıp (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Dursun, 2002), caput fibulae'ya ve caput fibulae'nın caudaline (Nickel ve ark., 1977; Getty, 1975; Dursun, 2002) yapışır.

Görevi: Caput fibulae'yı tespit eder.

2.2.3. Tarsometatarsus Bölgesi (Parmakların Kısa Kasları) Kasları

- **Musculus extensor hallucis longus:** İki başlı olan kasın büyük başı TBT'tan, eklem capsulünden ve küçükbaş TMT'un epiphysis proximalis'inin anterior yüzünden çıkar, iki başın tendonu birleşerek TMT'un proximal yarısında tek tendon olarak, hallux'un tuberculum extensorium'una yapışır (Getty, 1975; Howell, 1938).

Görevi: 1. parmağı gerer.

- **Musculus abductor digiti II:** Kısa küçük bir kas olup, TMT'un; epiphysis distalis'inin medial yüzeyinden, distal yarımının medial'inden, cranial yüzü üzerinden, metatarsus I'in trochleasından kassel olarak çıkış yapar. 2. parmağın 1. phalanx'ının; medial yanına, basis'inin posteromedial yanına, proximal ucunun dorsal yanına yapışır (Getty, 1975; Howell, 1938).

Görevi: 2. parmağın abductor'u ve gericisidir.

- **Musculus extensor brevis digiti III:** TMT'un; dorsomedial'inden, distomedial olarak, dorsal yüzünün distal yarımından, m. extensor brevis digiti IV'ün başlangıç kısmından çıkıp, 3. parmağın 1. phalanx'ına yapışır (Getty, 1975).

Görevi: 3. Parmağı gerer.

- **Musculus extensor brevis digiti IV:** TMT'un; distal 1/3'ü ve ortası arasındaki sınır bölgesinden dorsal olarak çıkış yapar. 4. parmağın 1. phalanx'ının; basisine medial olarak yapışır (Getty, 1975).

Görevi: 4. parmağın adductor'udur.

- **Musculus extensor proprius digiti III:** İntertarsal eklemin dorsal fascia'sından ince bir tendon şeklinde, TMT'un; distal yarımının biraz daha alt tarafından, anterior yüzeyinden kassel olarak, cranial yanı boyunca kassel olarak çıkıp, 3. parmağın; son phalanx'ının tuberculum extensorium'una, ilk phalanx'ının; anteroproximal kenarına, proximal kısmının dorsal yanına yapışır (Howell, 1938).

Görevi: 3. Parmağı gerer.

- **Musculus flexor hallucis brevis:** TMT'un; plantar yüzünden, posteromedial yüzü üzerinden, caudomedial yanının proximal yarısından çıkar (Nickel ve ark., 1977; Howell, 1938; Dursun, 2002). 1. parmağın 1. phalanx'ına, ventral yanının medial kısmına yapışır (Nickel ve ark., 1977; Dursun, 2002).

Görevi: 1. parmağı bükür.

- **Musculus adductor digiti II:** TMT'un plantarından; proximal'inden, tüm posterior kasların altındaki sulcus extensorius'tan çıkıp, TMT boyunca uzanan tendon 2. parmağın 1. phalanx'ının proximal ucuna yapışır (Getty, 1975).

Görevi: 2. Parmağın adductor'udur.

- **Musculus abductor digiti IV:** Sulcus extensorius üzerinde TMT'un; anterolateral yanından, plantoproximal'inden, hypotarsus'un lateral yanından çıkar (Getty R., 1975; Howell, 1938). 4. parmağın 1. phalanx'ının; proximomedial yanına, basis'inin lateral yanına yapışır (Getty, 1975; Howell, 1938; Dursun, 2002).

Görevi: 4. parmağın abductor'udur. Ayrıca gerilmesine de yardım eder.

- **Musculus lumbricalis:** TMT'un distal 1/3'ünden, MFDL tendonu'nun; dorsal yüzeyinin, iç yanından çıkıp (Getty, 1975), 3. ve 4. parmakların metatarsophalangeal eklemlerinin, lig. plantare'sine, 3. parmağın fibrocartilaginöz eklem makarasına yapışır (Getty, 1975; Howell, 1938).

Görevi: Lig. plantare'leri yukarı doğru çeker.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Makroskopik İnceleme

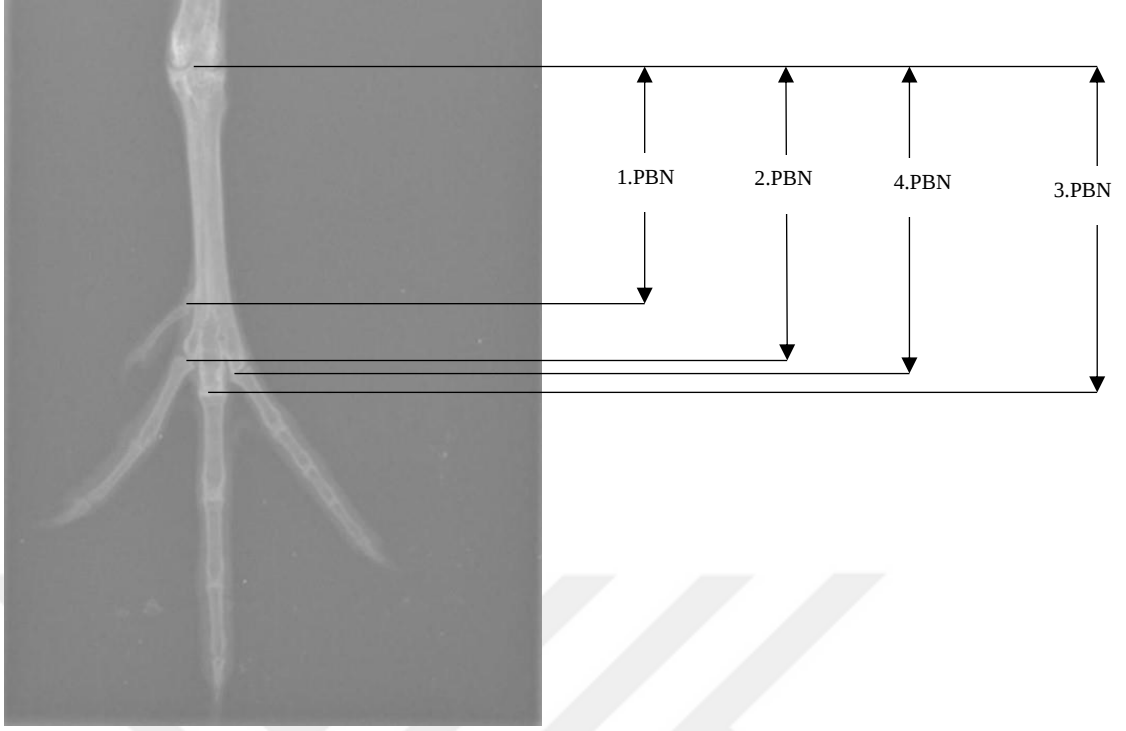
3.1.1. Hayvanların Temini, Canlı Ağırlıkların Ölçümü, Ötenazi, Kaslarının Alınması, Tespit

Makroskopik inceleme Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Laboratuvar'ında gerçekleştirildi. Çalışmanın materyalini (10 erkek 10 dişi) 20 adet ergin bıldırcın (*C. coturnix*) ve (10 erkek 10 dişi) 20 adet ergin güvercin (*C. Livia*) olmak üzere toplam 40 adet kanatlı hayvan oluşturdu. Bıldırcınlar Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Çiftliğinden, güvercinler ise Bursa Güvercin Yetiştiricileri Derneği'nden temin edildi. Çiftlikte ve dernekte beslenme şekillerinin standart bıldırcın ve güvercin yemleri ile *ad libitum* ve içme suyunun serbest olduğu bildirildi.

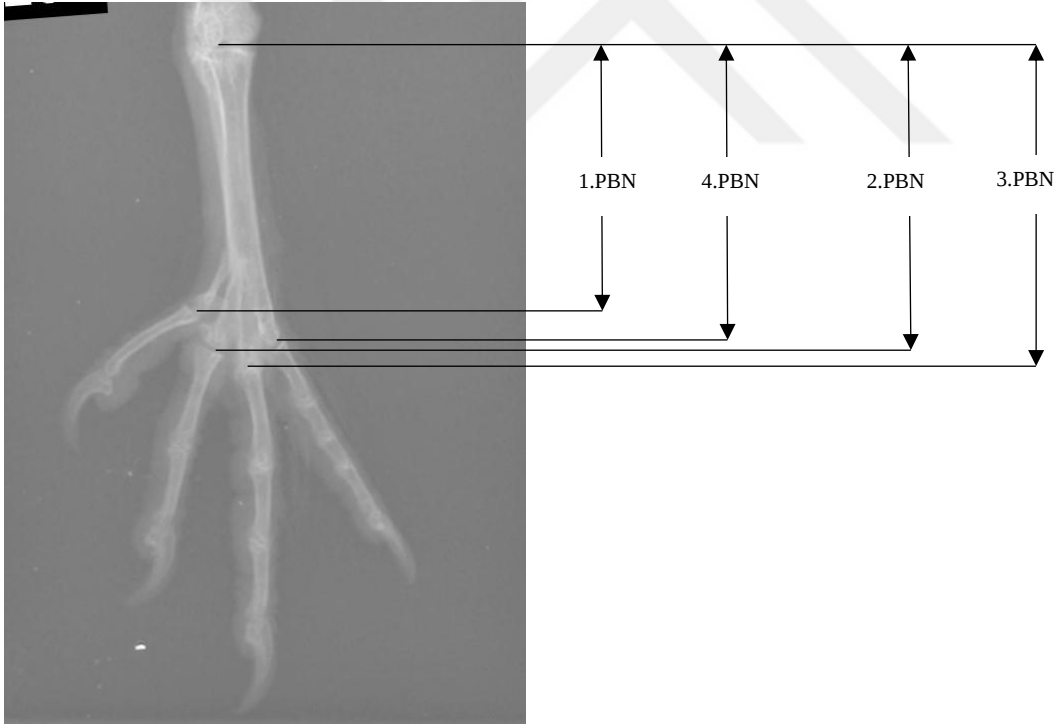
Hayvanlar dietil eter ile inhalasyon anestezisine alındı. Canlı ağırlıkları hassas terazi ile belirlendi. Daha sonra dietil eter anestezisi altında servikal dislokasyon ile ötenazisi yapıldı. Bunu takiben kasları diseke edildi. Ötenazisi yapılmış hayvanların sağ ve sol bacakları gövdeden ayrıldıktan sonra sol bacakları diseksiyon için %30'luk formaldehit solüsyonunda tespit (immersiyon tespit) edilirken, sağ bacakları ise histolojik prosedürler için %10'luk nötral formalin solüsyonunda tespit edildi.

3.1.2. Radyografik Ölçüm

Anestezi altına alınan kanatlı hayvanların sol ayaklarının (basis ossis tarsometatarsi'den 3. Parmak ucuna kadar olan kısım) ayrı ayrı radyografik görüntüleri alındı. Görüntüler bacak dorso ventral pozisyonda 18x24 cm boyutlarda kasetler ile alındı. Bu görüntüler oldukça fazla hareketli olan kanatlı hayvanlarda ölüm katılığı oluşmaması hedeflenerek anestezi altında alındı. Alınan radyografik görüntülerden parmakların proximal phalanx'larının TMT'a bağlandığı noktanın TMT proximaline uzaklığı = parmak bağlantı noktası (PBN), her parmak için ayrı ayrı Image J (1.4) yazılımı ile ölçümü yapıldı. Ölçüm noktaları şekil 3- a, b'de gösterildi.



Şekil 3- a: Parmak bağlantı noktaları. Sol ayak. Dorsoventral görüntü. Bildircin.



Şekil 3- b: Parmak bağlantı noktaları. Sol ayak. Dorsoventral görüntü. Güvercin.

3.1.3. Diseksiyon

Diseksiyon işlemleri her iki tür içinde eş zamanlı yürütüldü. Bacak kasları arasındaki anatomik farklılıklar gözlendi. İki türünde arka bacak kasları bilek ve parmaklara etkiyen kaslar özelinde diseke edildi ve fotoğraflandı. Kasların origo ve insersiyon noktaları belirlendi. Küçük olan bu hayvanlarda TMT bölgesinde bulunan kasların küçük ve ayrıntılı olması sebebi ile fotoğraflarda net olarak ayrımları yapılamadığı için parmakların kısa kasları direk kadavradan şematize edildi.

3.1.4. Morfometrik Ölçüm Noktaları

Diseksiyonu tamamlanan arka bacak kasları uzaklaştırıldı. Kemikler %5'lik hidrojen peroksit solüsyonunda bekletildi. Kemik (tüm bacak, femur, TBT, TMT ve parmak kemikleri) uzunluklarının, von den Driesch'in (1976) belirttiği ölçüm noktalarına uygun şekilde morfometrik ölçümleri yapıldı. Ölçümü yapılan kemikler fotoğraflandı.

Tüm bacak uzunluğu (TBU) : Trochanter major'un proximal ucu ile 3. parmağın son phalanxının distal ucu arası uzaklık.

Femur uzunluğu (FU): Trochanter major'un proximal ucu ile condylus lateralis femoris'in distal ucu arası uzaklık.



Şekil 4- a: FU, Lateralden görünüş. Bildirecin.



Şekil 4- b: FU, Lateralden görünüş. Güvercin.

TBT uzunluğu (TU): Condylus tibia'nın proximal ucu ile cochlea tibia'nın distal ucu arası uzaklık.



Şekil 5- a: TU, Lateralden görünüş. Bıldırcın.



Şekil 5- b: TU, Lateralden görünüş. Güvercin.

TMT uzunluğu (TMU): Basis ossis tarsometatarsi'nin proximal ucu ile 3. parmağın phalanx primum'unun, bağlandığı kısmın trochlea'sının distal ucu arası uzaklık.



Şekil 6- a: TMU, Lateralden görünüş. Bıldırcın.

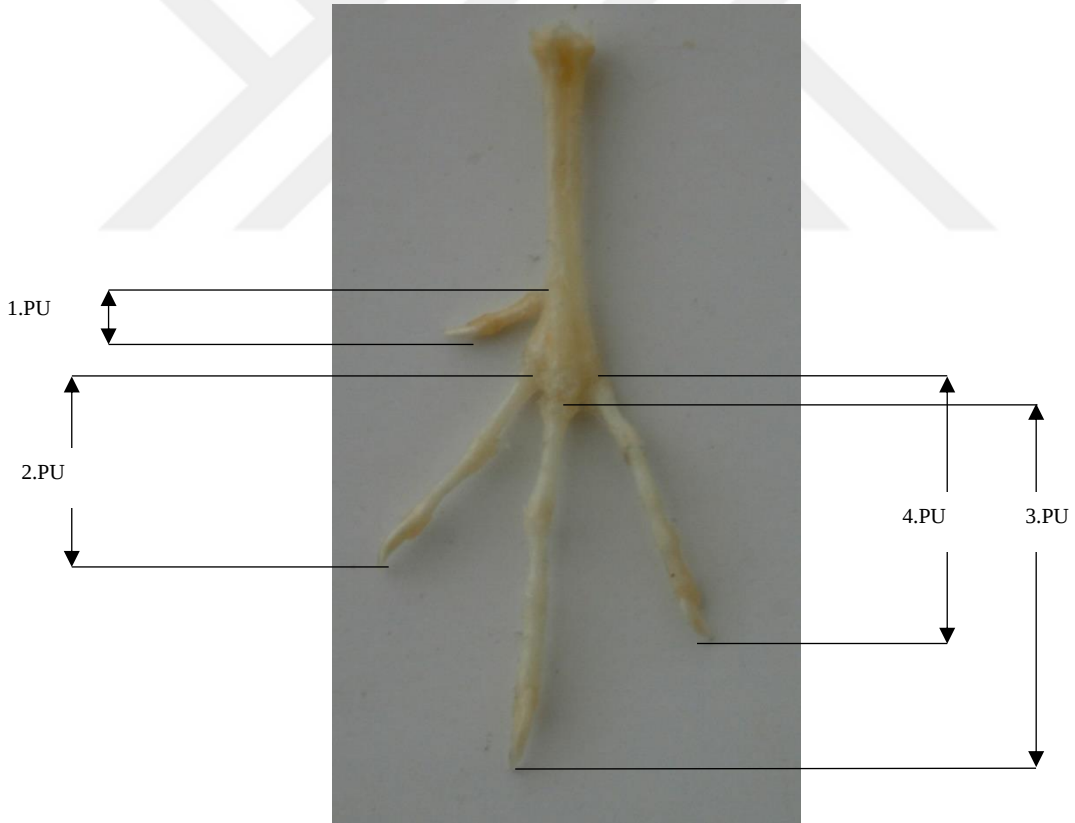


Şekil 6- b: TMU, Lateralden görünüş. Güvercin.

Çalışmada sadece membrum pelvinum phalanx'ları ölçülmüştür.

Her bir phalanx'ın basisinin proximal'i ile trochlea'sının distali'i arasındaki uzaklıklar ölçülerek uzunlukları hesaplanmıştır. Referans alınan ölçüm noktaları şekil 7 a ve b de sunulmuştur.

1. Parmak uzunluğu (1.PU)= 1. parmağın (hallux) phalanx primum'unun proximali ve phalanx secundum'unun trochlea'sının distali arasındaki uzaklık.
2. Parmak uzunluğu (2.PU)= 2. parmağın phalanx primum'unun proximali ve phalanx tertium'unun trochlea'sının distali arasındaki uzaklık.
3. Parmak uzunluğu (3.PU)= 3. parmağın phalanx primum'unun proximali ve phalanx quartum'unun trochlea'sının distali arasındaki uzaklık.
4. Parmak uzunluğu (4.PU)= 4. parmağın phalanx primum'unun proximali ve phalanx quintum'unun trochlea'sının distali arasındaki uzaklık.



Şekil 7- a: 1., 2., 3. ve 4. PU. Dorsalden görünüş. Bildircin.



Şekil 7- b: 1., 2., 3. ve 4. PU. Dorsalden görünüş. Güvercin.

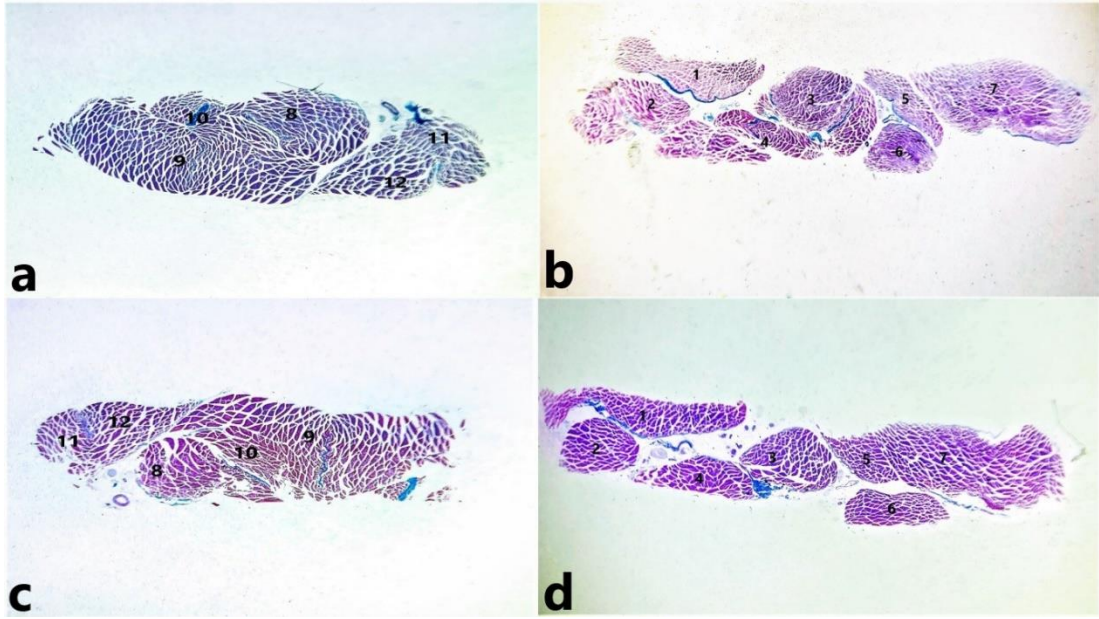
Çalışmadaki tüm deneysel işlemler Uludağ Üniversitesi Deney Hayvanları Yetiştirme ve Araştırma Merkezi Komitesi tarafından 15.04.2019 tarihli 2019-05/04 karar numaralı etik kurul raporu ile onaylandı.

Kas isimlendirmeleri, origo ve insertio bölgeleri, morfometrik ölçüm noktalarının belirlenmesinde Nomina Anatomica Avium (1993) rehber alınmıştır.

Diseksiyon aşamasında Anatomi Laboratuvarında kullanılan diseksiyon gereçlerinden faydalandı. Bunların yanı sıra morfometrik ölçümler için dijital kumpas (Mitutoyo, CDN-20C, Japan), diseksiyonda stereo-diseksiyon mikroskobu (Motic, SMZ 168, China) ve fotoğraf makinesinden (Nikon D200, Japonya) yararlanıldı. Ayrıca ağırlık ölçümleri için hassas terazi kullanıldı. Radyografik görüntüler Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı'nda bulunan röntgen cihazı ile alındı.

3.2. Histolojik İnceleme

Tüm histolojik incelemeler Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Parmak ve bilek eklemlerine etkiyen kaslar (5 erkek 5 dişi) 10 adet ergin bıldırcın (*C. coturnix*) ve (5 erkek 5 dişi) 10 adet ergin güvercinden (*C. Livia*) ayrı ayrı sağ bacaklardan diseke edildi. Crus bölgesinde bulunan bu kaslar her bir hayvan için iki gruba ayrılarak %10'luk tamponlu nötral formalin solüsyonunda 24 saat süre ile tespit edildi. Tespit sonrasında rutin doku takibi uygulandı ve parafin bloklara gömüldü. Parafin bloklardan 4-5 µ'luk kesitler alındıktan sonra kasların yerlerinin belirlenip numaralandırılması için Crossman'ın üçlü boyama tekniği kullanıldı (Crossmon, 1937). Boyamalar sonrasında preparatlar steromikroskopta (Motic, SMZ 168, China) incelenerek fotoğraflandı. Kasların numaralandırılarak yerleri şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8: a:Bıldırcın (erkek), b:Güvercin (dişi), c:Güvercin (dişi), d:Güvercin (erkek), üçlü boyama, x4. 1-M. gastrocnemius (pars medialis), 2- M. plantaris, 3- M. flexor perforatus digiti III, 4- M. flexor perforatus digiti II, 5- M. flexor perforatus digiti IV, 6- M. flexor hallucis longus, 7- M. gastrocnemius (pars lateralis), 8- M. tibialis cranialis, 9- M. fibularis longus, 10- M. flexor digitorum longus, 11- M. flexor perforans et perforatus digiti II, 12- M. flexor perforans et perforatus digiti III

3.2.1. İmmunohistokimyasal Boyama

Parafin bloklardan alınan 4-5 µ'luk kesitlerde SO-tipI, FG-tip IIb ve FOG-tip IIa'nın varlığı immunohistokimyasal yöntemlerden indirekt strepteavidin-biotin-kompleks yöntemi kullanılarak gösterildi.

İmmunohistokimyasal boyama aynı yöntemle, tek bir kişi tarafından gerçekleştirildi. Eter-alkolde temizlenen ve poly-L-lysine ile kaplanmış olan lamlara

4-5µ'luk kesitler çekildi. Parafin kesitler, deparafinizasyon ve rehidrasyon işlemlerini ardından distile suda çalkalandı. Endojen peroksidaz aktivitesini gidermek amacı ile kesitler distile suda hazırlanmış %3'lük H₂O₂ ile 20 dakika oda ısısında inkübasyona bırakıldı. Daha sonra 0.01 M Fosfat Buffer Salin (PBS) solüsyonunda iki kez 5'er dakika yıkandı. Antijen retrieval işlemi uygulanmaksızın, immunglobülinlerin özgül olmayan bağlanmalarını engellemek amacı ile bloklama serumunda (ThermoScientific,HD47396) 15 dakika oda ısısında inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda 1/750 oranında antikor sulandırıcı (Abcam,ab64211) ile sulandırılmış primer antikor (Abcam, ab51263) ile +4C'de 1 gece inkübe edildi. Bu sırada negatif kontrol preparatlarına sadece antikor sulandırma solüsyonu konuldu. PBS ile yıkamanın ardından kesitler, biotinlenmiş sekonder antikor (ThermoScientific,HD47396) ile oda ısısında 15 dakika inkübe edildi. PBS ile yıkamayı takiben enzim konjugatlı streptavidin (ThermoScientific,HD47396) ile oda ısısında 15 dakika muamele edildi. Kesitler tekrar PBS ile yıkandı ve Diaminobenzedin (DAB) (ThermoScientific,HD47396) solüsyonunda 5 dakika bekletildi. Harris hematoksilene (Sigma Aldrich,HHs1616) 1 dakika süreyle zıt boyama yapılan kesitler çeşme suyunda mavileşinceye kadar yıkandı. Hızlı şekilde seri alkollerden ve xylolden geçirilen kesitler entellan (Merck,107961) ile kapatıldı. Boyamalar sonrasında preparatlar Nikon-Eclipse 400 colpix-4500 dijital fotoğraf makinesi ataçmanlı araştırma mikroskopunda incelenerek fotoğraflandı.

3.2.2. İmmunohistokimyasal Boyanma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

İmmunohistokimyasal boyamalar, yoğunluk ve oransal skordan oluşan total skor olarak isimlendirilen ikili derecelendirme yöntemi kullanılarak semikantitatif olarak değerlendirildi (Welch ve Altshuler, 2009). Yoğunluk skorunda, hücredeki pozitif boyanma yoğunlukları değerlendirilirken, oransal skorda ise pozitif boyanan ve boyanmayan hücrelerin yüzde oranı belirlendi. Kesitlerde gelişi güzel seçilen beş farklı alandan en az 250 adet kas hücresi sayıldı. Daha sonra elde edilen değerlerin ortalaması alınarak her bir hayvan için tek bir değer elde edildi (TKL: Her bir kas için boyanan tüm liflerin sayısı).

İmmunohistokimyasal boyanma sonuçlarındaki skorlama işlemi ise aşağıdaki gibi yapıldı.

0: Negatif boyanma (SO-tipI kas hücreleri)

1: Zayıf boyanma (FOG-tip IIa kas hücreleri)

2: Kuvvetli boyanma (FG-tip IIb kas hücreleri)

Her tip kas hücresi sayısı, aynı kasın tüm liflerinin sayısına oranlandı.

3.3. İstatistiksel İnceleme

İstatistiksel incelemelerde IBM SPSS Statistics 23 (IBM SPSS, Version 23.0; Chicago IL) programı kullanıldı. İstatistiksel inceleme radyografik ve morfometrik ölçümler için yapılmasının yanı sıra aynı zamanda immunohistokimyasal olarak elde edilen veriler içinde yapıldı. Başlangıçta verilerin normal dağılıma uygun olup olmadıklarını görmek için *Shapiro- Wilk* testi yapıldı. Güvercin ve bıldırcınlar arası farkı belirlemek için normal dağılım göstermeyen veriler için *Mann- Whitney U* ve normal dağılım gösteren veriler için *Independent Samples T test* uygulandı. Sonuçlar $p < 0,05$ düzeyinde yorumlandı. Ayrıca $\text{Mean} \pm \text{SD}$, minimum ve maximum değerleri için Case Summarise testi yapıldı.

4. BULGULAR

4.1. Makroskobik Bulgular

4.1.1. Morfometrik Ölçüm Bulguları

Yapılan morfometrik ölçümler de ortalama ağırlık bıldırcında $168.89 \pm 17,18$ gr ve güvercinde $338,58 \pm 11,12$ gr olarak belirlenmiştir.

Bıldırcında TBU $150,03 \pm 3,0$ mm, FU $39,85 \pm 1,9$ mm, TU $49,78 \pm 1,7$ mm, TMU $30,62 \pm 1,26$ mm, 1. PU, $8,45 \pm 2,39$ mm, 2. PU, $21,31 \pm 1,48$ mm, 3. PU $30,05 \pm 2,55$ mm, 4. PU $27,43 \pm 2,91$ mm olacak şekilde belirlenmiştir.

Aynı şekilde güvercinde TBU $159,51 \pm 6,59$ mm, FU $39,27 \pm 3,69$ mm, TU $55,31 \pm 5,09$ mm, TMU $30,17 \pm 2,51$ mm, 1. PU $19,46 \pm 2,12$ mm, 2. PU $27,09 \pm 2,69$ mm, 3. PU $33,79 \pm 5,32$ mm, 4. PU $30,99 \pm 4,03$ mm olarak hesaplanmıştır.

Aynı zamanda morfometrik ölçüm bulguları bıldırcınlar için Tablo 1, güvercinler için Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Bildircında cinsiyete göre ağırlığın gr cinsinden, FU, TU, TMU, 1.PU, 2.PU, 3.PU, 4.PU değerlerinin mm cinsinden değerleri.

Ağırlık	TBU	FU	TU	TMU	1.PU	2.PU	3.PU	4.PU	Cinsiyet
196,12	209,36	39,75	49,39	30,30	9,98	22,5	32,59	24,85	Dişi
179,04	210,99	40,90	49,13	30,07	9,92	22,79	32,13	26,05	Dişi
161,67	207,23	38,94	49,34	29,45	10,84	21,07	30,4	27,19	Dişi
183,77	210,88	38,11	50,08	30,88	9,83	20,5	31,25	30,23	Dişi
180,32	207,29	40,57	51,52	31,50	6,64	20,11	30,48	26,47	Dişi
175,42	204,12	40,68	50,34	30,15	7,48	20,77	30,18	24,52	Dişi
179,83	201,83	39,34	48,39	30,01	9,65	20,15	27,36	26,93	Dişi
186,42	210,22	38,57	49,22	30,62	9,22	20,99	31,29	30,31	Dişi
192,53	208,24	41,71	50,45	31,88	9,57	20,39	28,08	26,16	Dişi
163,42	205,11	39,43	49,71	30,70	9,44	22,57	27,50	25,76	Dişi
179,84	206,12	38,55	49,30	29,37	9,13	20,69	30,63	28,45	Erkek
123,49	208,58	40,01	48,69	31,48	6,96	21,52	30,97	28,95	Erkek
153,87	213,69	41,68	51,53	31,54	8,53	22,36	29,02	27,03	Erkek
162,48	203,56	39,47	49,82	30,78	7,41	20,79	28,57	26,72	Erkek
161,23	207,12	40,71	51,43	30,81	7,39	20,85	29,28	26,65	Erkek
158,47	208,42	38,35	48,96	29,98	8,16	22,22	31,16	29,59	Erkek
146,28	205,08	41,82	50,70	31,08	6,84	20,92	27,83	25,89	Erkek
164,42	207,27	39,28	49,17	30,61	6,79	22,08	30,20	29,14	Erkek
156,85	208,4	38,99	48,33	31,26	7,26	21,81	31,36	29,39	Erkek
172,43	209,04	40,19	50,25	30,11	8,09	21,13	30,79	28,48	Erkek

Tablo 2. Güvercinde cinsiyete göre ağırlığın gr cinsinden, FU, TU, TMU, 1.PU, 2.PU, 3.PU, 4.PU değerlerinin mm cinsinden değerleri.

Ağırlık	TBU	FU	TU	TMU	1.PU	2.PU	3.PU	4.PU	Cinsiyet
349,72	237,01	35,58	50,22	27,90	21,59	27,58	39,11	35,03	Dişi
338,56	246,24	39,81	57,36	31,16	19,22	29,56	37,43	31,7	Dişi
325,06	232,05	38,28	54,69	29,77	20,81	25,6	32,63	30,27	Dişi
352,70	228,83	40,71	49,98	27,66	18,94	26,11	34,04	31,39	Dişi
346,42	242,56	40,24	58,35	32,24	20,67	27,62	32,93	30,51	Dişi
336,32	233,67	37,69	55,71	30,72	20,18	26,41	32,75	30,21	Dişi
342,62	246,85	43,19	56,19	31,01	20,59	27,78	34,07	34,02	Dişi
352,48	232,5	40,21	53,12	29,10	19,62	25,25	33,74	31,55	Dişi
344,01	237,25	40,12	56,65	31,25	20,98	24,53	33,69	30,03	Dişi
348,26	238,22	39,89	58,80	31,89	18,44	26,24	33,27	29,69	Dişi
326,15	232,88	37,46	56,23	30,46	18,82	27,20	32,23	30,48	Erkek
343,44	227,49	38,42	54,23	28,62	19,26	25,13	32,38	29,45	Erkek
315,22	234,81	40,02	55,28	28,52	19,63	27,28	32,52	31,56	Erkek
347,52	237,64	38,65	56,32	30,26	20,13	26,93	34,68	30,67	Erkek
340,08	234,06	39,23	52,92	30,08	18,65	28,63	33,43	31,12	Erkek
346,12	236,78	39,05	53,66	31,40	17,88	29,79	34,77	30,23	Erkek
327,62	237,51	38,6	54,89	32,63	18,32	28,81	33,92	30,34	Erkek
318,02	233,31	40,31	56,36	29,62	17,83	25,58	33,83	29,78	Erkek
332,20	235,02	37,33	57,03	27,42	19,69	29,46	32,20	31,89	Erkek
339,26	237,23	40,66	58,30	31,86	18,01	26,32	32,18	29,90	Erkek

4.1.2. Diseksiyon Bulguları

Diseksiyon çalışmaları bilek ve parmak eklemlerine etkiyen kasların crus ve TMT kemikleri üzerine yerleşmesinden dolayı bu kısımlarda daha ayrıntılı gerçekleştirilmiştir.

4.1.2.1. Crus Bölgesi Kasları

4.1.2.1.1. İntertarsal Eklem Kasları

- **Musculus tibialis cranialis:** (Şekil 9- a, b) TBT'un craniolateralinde, m. fibularis longus'un altında uzanan iki başlı bir kas olduğu gözlemlendi. İki baş cranialde bulunan caput tibiae'dan, crista cnemialis cranialis'ten, patella'dan ve güvercinde ayrıca crista cnemialis lateralis'ten çıkış yaptığı belirlendi. Ön ve üst kısımda m. fibularis longus ile aponeurotik olarak birleştiği saptandı. Caudal'de bulunan caput femorale'nin femur'un condylus lateralis'inin distal'inden, güvercinde craniodistal'inden kalın bir tendon halinde ve crista cnemialis lateralis'ten, çıkış yaptığı tespit edildi. İki türde de her iki başın liflerinin bipennat olarak düzenlendiği belirlendi. İki baş TBT ortalarında birleşti. Güvercinde kasın dar bir alanda mekik şeklinde bir yapıda, bıldırcında ise daha zayıf bir yapıda fakat daha geniş bir alana yayıldığı gözlemlendi. Daralarak distale inen kasın bıldırcında kuvvetli olarak, TBT'un distalinde kirişine geçtiği belirlendi. Tendonunun TMT'un proximalinin biraz üst kısmında medialden laterale doğru verev duran bir retinaculum extensorium ile sabitlendiği tespit edildi. Kasın TMT'un dorsoproximalinde tuberositas m. tibialis cranialis'te sonlandığı saptandı.

- **Musculus gastrocnemius:** Kasın pars lateralis (externa), pars intermedia ve pars medialis (interna) şeklinde üç bölümden oluştuğu gözlemlendi.

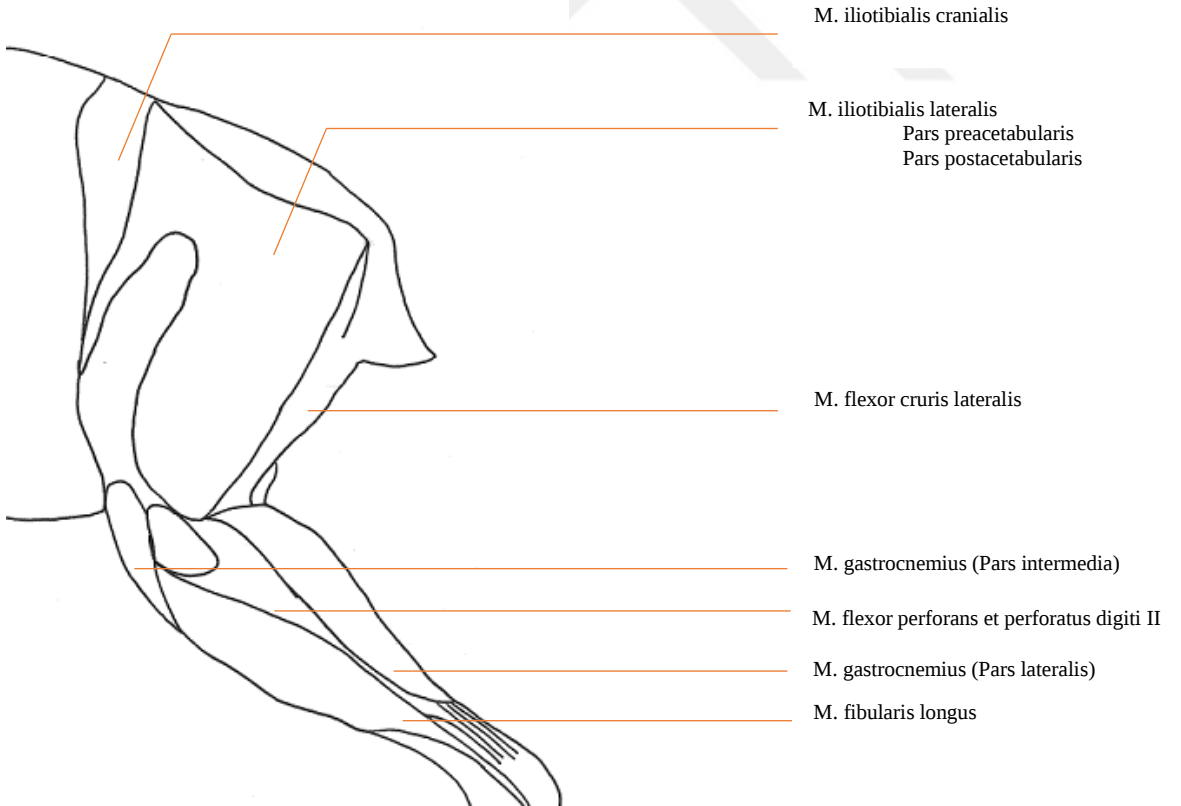
Pars lateralis (externa): (Şekil 9- a, b) Baldır kaslarının en büyüğü olan m. gastrocnemius'un en kuvvetli bölümü olup TBT'un caudolateralinde uzandığı belirlendi. İki türde de femur'un condylus lateralis'inin caudolateralinde bulunan tuberculum m. gastrocnemialis lateralis isimli kısımdan kirişsel olarak çıkış yaptığı gözlemlendi. İki türde de oldukça sağlam çıkış kirişine sahip olduğu ve liflerinin unipennat düzenlendiği tespit edildi. Bıldırcında geniş ve yassı, güvercinde ise daha dar bir yapıda olan kasın distale doğru daralarak bıldırcında, TBT'un distal ¼'ünde, güvercinde 1/3'ünde kirişine geçtiği saptandı. İkisinde de cartilago tibialis hizasında tendo m. gastrocnemius'a katıldığı belirlendi. Bıldırcında TBT'un yarısına kadar kasın

alt yüzünde kirişsel bir fascia bulunurken, altındaki m. flexor perforatus digiti III ve IV'e aponeurotik olarak bağlandığı tespit edildi.

Pars intermedia : (Şekil 9- a, 15- a,b, 17- a) M. gastrocnemius'un en küçük ve derinde yer alan başı olduğu tespit edildi. İki türde de üstte bulunan m. flexor cruris lateralis'in distal kısmı ile kaynaşık olarak bulunan kasın condylus medialis femoris'in mediali ve proximal'inden çıkış yaptığı gözlemlendi. Kas liflerinin unipennat düzenlendiği ve karın kısmı üzerinde kirişsel bir fascia tespit edildi. Bu fascia'nın güvercinde daha kuvvetli olduğu belirlendi. Kas karnının bıldırıcında TBT'un üst 1/3'ünde güvercinde ise yarısında kirişine geçtiği saptandı. Kirişe geçtiği yerde pars medialis'e katılarak tendo m. gastrocnemius'un orta kısmının oluşumuna katıldığı tespit edildi.

Pars medialis (interna): (Şekil 11- a, b) Kas her iki türde de patella'nın cranial ve medial'inden, TBT'un extremitas proximalis'inin proximomedial kısmından ve güvercinde crista tibiae'nın proximocranial'inden kassel olarak köken aldığı gözlemlendi. Başlangıç kısmında iki türde de m. flexor cruris medialis'in kirişi ile kaynaştığı gözlemlendi. Lifleri bıldırıcında bipennat, güvercinde ise unipennat olarak düzenlenen kasın karın kısmının bıldırıcında dolgun bir yapı göstermesine rağmen, güvercinde ince, uzun ve dar bir yapıya sahip olduğu tespit edildi. İki türde de TBT'un distal 1/3'ünde kirişine geçip, TBT'un üst 1/3'ünde bıldırıcında, ortası düzeyinde ise güvercinde pars intermedia'nın kirişi ile birleşerek caudomedialden tendo m. gastrocnemius'un oluşumuna katıldığı belirlendi. Kas güvercinde kuvvetli görünse de kirişlerin iki türde de aynı uzunluk ve incelikte olduğu saptandı.

Cartilago tibialis'in proximalinde bu üç kısmın tendo m. gastrocnemius'u oluşturduğu belirlendi. Kirişlerin bir fascia ile sarılı olarak normal pozisyonunda tutulduğu, TMT'un plantar'ında distaline kadar gelerek derin fascia'ya geçerek sonlandığı gözlemlendi.



Şekil 9-a: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Yüzlek kat (Bıldırcın).



M. iliotibialis cranialis

M. iliotibialis lateralis

Pars preacetabularis

Pars postacetabularis

M. flexor cruris lateralis

M. iliofibularis

M. fibularis longus

M. gastrocnemius (pars lateralis)

M. flexor perforans et perforatus digiti III

M. flexor perforans et perforatus digiti II

Şekil 9- b: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Yüzlek kat (Güvercin).

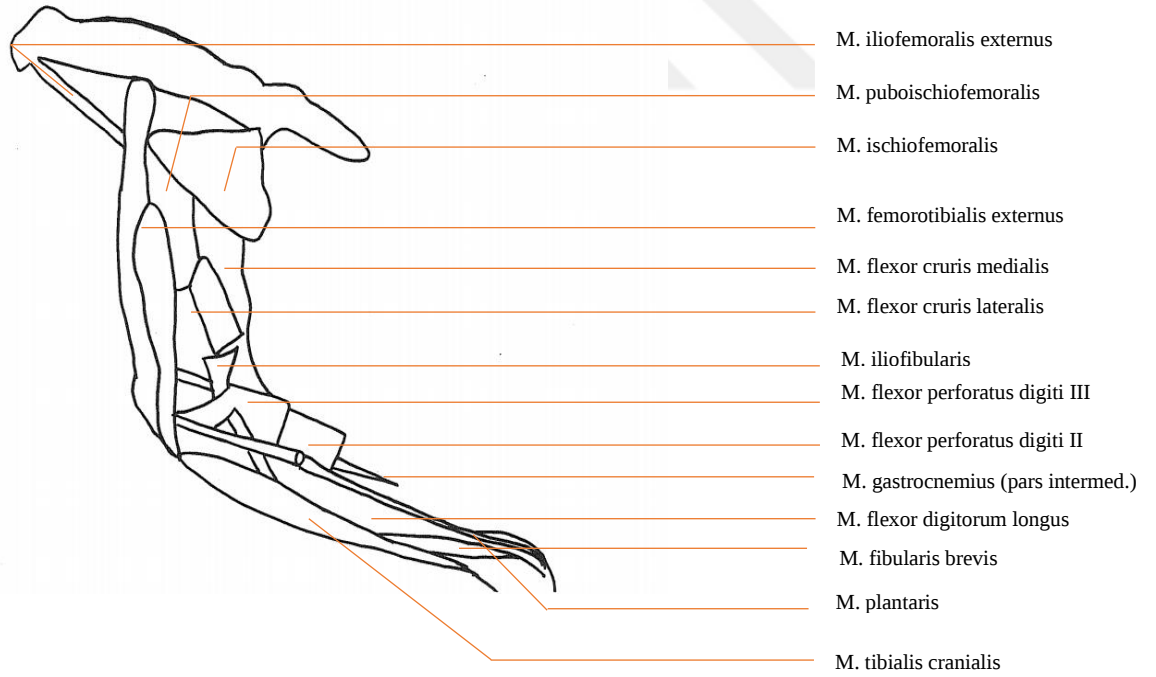
- **Musculus fibularis longus:** (Şekil 9, 11, 12- a, b) TBT'un craniolateralinde, güvercinde daha çok cranial'inde yüzlek olarak bulunan kuvvetli bir kas olarak tespit edilmiştir. İki türde de TBT'un proximal parçasının craniolateral'inden çıkış yaptığı ve güvercinde iki başlı bir görünüme sahip olduğu belirlendi. Bu türde üstünde bulunan m. tibialis cranialis ile kaynaşma gösterirken, bıldırcında bu birleşme aponeurotik olarak belirlendi. Bıldırcında yassı, geniş, yayvan bir yapıya sahipken, güvercinde uzun, mekik şeklinde ve daha dar bir yapıda ve liflerinin unipennat düzende olduğu saptandı. İki türde de TBT'un distal 1/3'ünde kirişine geçerek, bıldırcında kiriş caudoventral bir yön seyrederken, güvercinde bacağın cranialinde distale doğru ilerlediği gözlemlendi. Kirişinin bıldırcında geniş ve yassı, güvercinde dar ve yuvarlak ayrıca güvercinde daha kuvvetli olduğu tespit edildi. Bıldırcında TMT'un yarısına kadar gelerek bu kısımda lateralde geniş bir kiriş ile kemik üzerinde m. flexor perforatus digiti III'ün kirişine katıldığı, güvercinde ise TMT'un üst 1/3'lük kısmında kemiğin cranialinde kuvvetli bir şekilde m. flexor perforatus digiti III'ün kirişine katıldığı gözlemlendi. Kirişinin bıldırcında oldukça kuvvetli olarak distal 1/3'te güvercinde ise tarsal eklem düzeyinde caudale doğru bir kol verdiği belirlendi. Kas karnı en geniş bölgede bıldırcında 2 cm genişliğinde iken, güvercinde bu değer 1 cm kadar olduğu saptandı.

- **Musculus fibularis brevis:** (Şekil 10, 11, 14- a, b, 15- a) Ön tarafında m. extensor digitorum longus ve caudalinde MFDL'un bulunduğu kısımda iki kas arasında, fibulae'nın cranialinde TBT üzerinde uzanan bir kas olduğu gözlemlendi. Güvercinde TBT'un proximal 1/3'ünden, bıldırcında proximal ve orta 1/3'ün kesişim noktasından çıktığı belirlendi. İki türde de ayrıca fibulae'nın corpus'unun distale doğru devam eden lateral kısmından da kassel olarak çıkış yaptığı saptandı. Kas liflerinin bipennat şekilde düzenlendiği belirlendi. TBT'un distalinde kısa, geniş ve kuvvetli bir kirişe geçtiği tespit edildi. Geriye doğru uzanan kirişinin distalde tarsal eklemi çarpazlayarak TMT'un proximocaudal kısmında tuberculum m. fibularis brevis isimli kısımda sonlandığı görüldü.

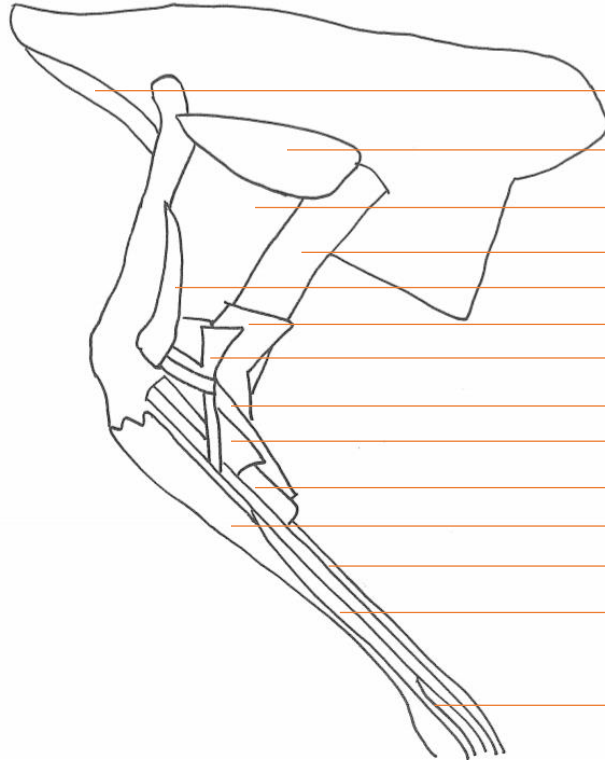
- **Musculus plantaris:** (Şekil 10, 11, 15, 17- a,b) Kassel olarak TBT'un caudomedialinin proximal'inden ve bıldırcında TBT'un corpus'unun üst 1/3'lük bölümünden çıkış yaparak, TBT'un caudomedialinde uzandığı tespit edildi. Unipennat şeklindeki kasın iki türde de distale doğru daralarak devam eden, tabanı distale dönük

bir üçgeni andırdığı saptandı. Kas karnı bıldırcında etli, güvercinde ise daha dar ve uzun olup, bıldırcında TBT'un proximal 1/3'ünde, güvercinde ise ortaları hizasında kirişine geçtiği belirlendi. Kirişinin iki türde de cartilago tibialis'in proximomedial'ine yapıştığı gözlemlendi.



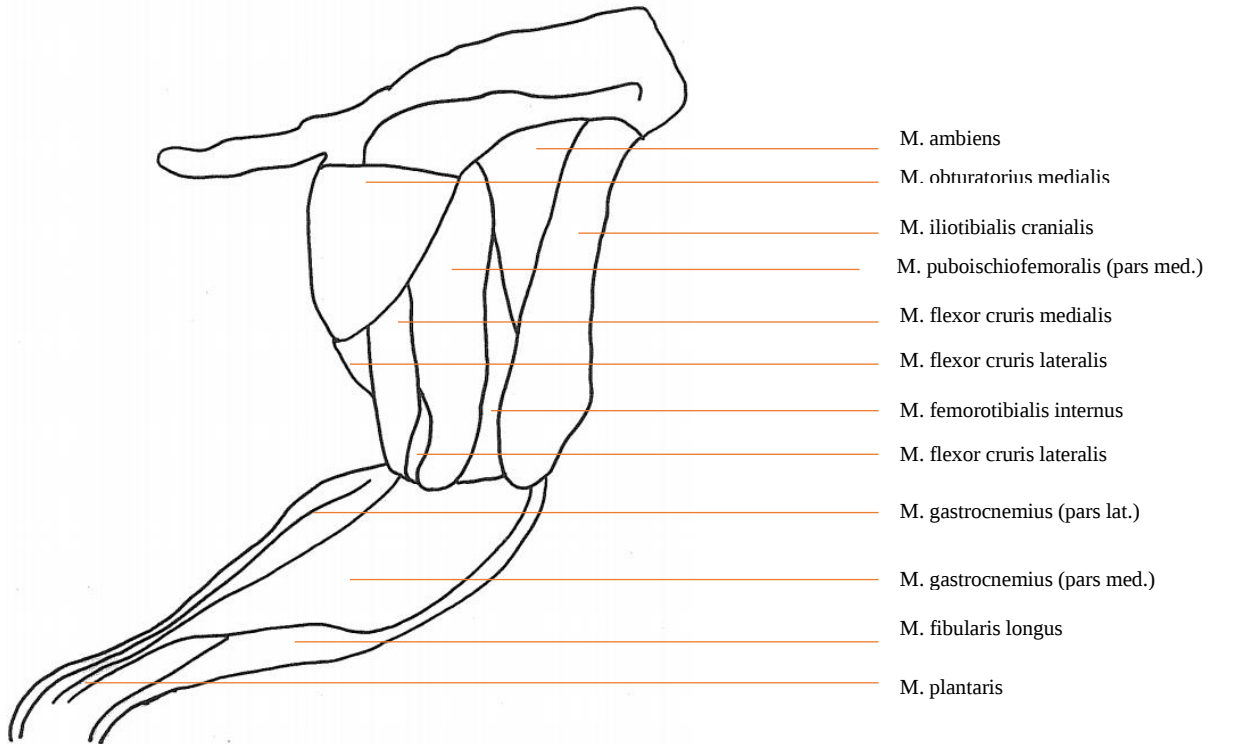


Şekil 10- a: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Derin kat (Bıldırcın).

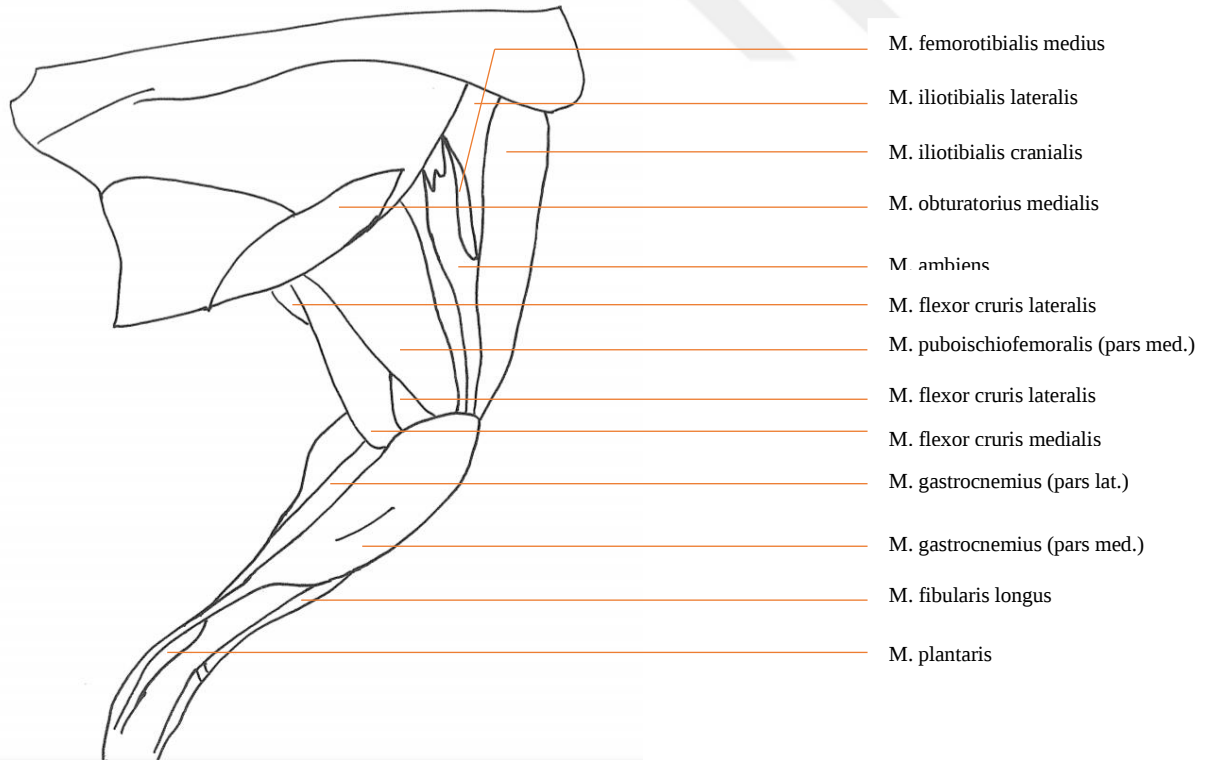


- M. iliofemoralis externus
- M. ischiofemoralis
- M. puboischiofemoralis
- M. flexor cruris medialis
- M. femorotibialis externus
- M. flexor cruris lateralis
- M. iliofibularis
- M. flexor perforatus digiti III
- M. flexor perforatus digiti IV
- M. flexor perforatus digiti II
- M. tibialis cranialis
- M. plantaris
- M. flexor digitorum longus
- M. fibularis brevis

Şekil 10- b: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Derin kat (Güvercin).



Şekil 11- a: Sol bacak kaslarının medialden görünümü. Yüzlek kat (Bıldırcın).

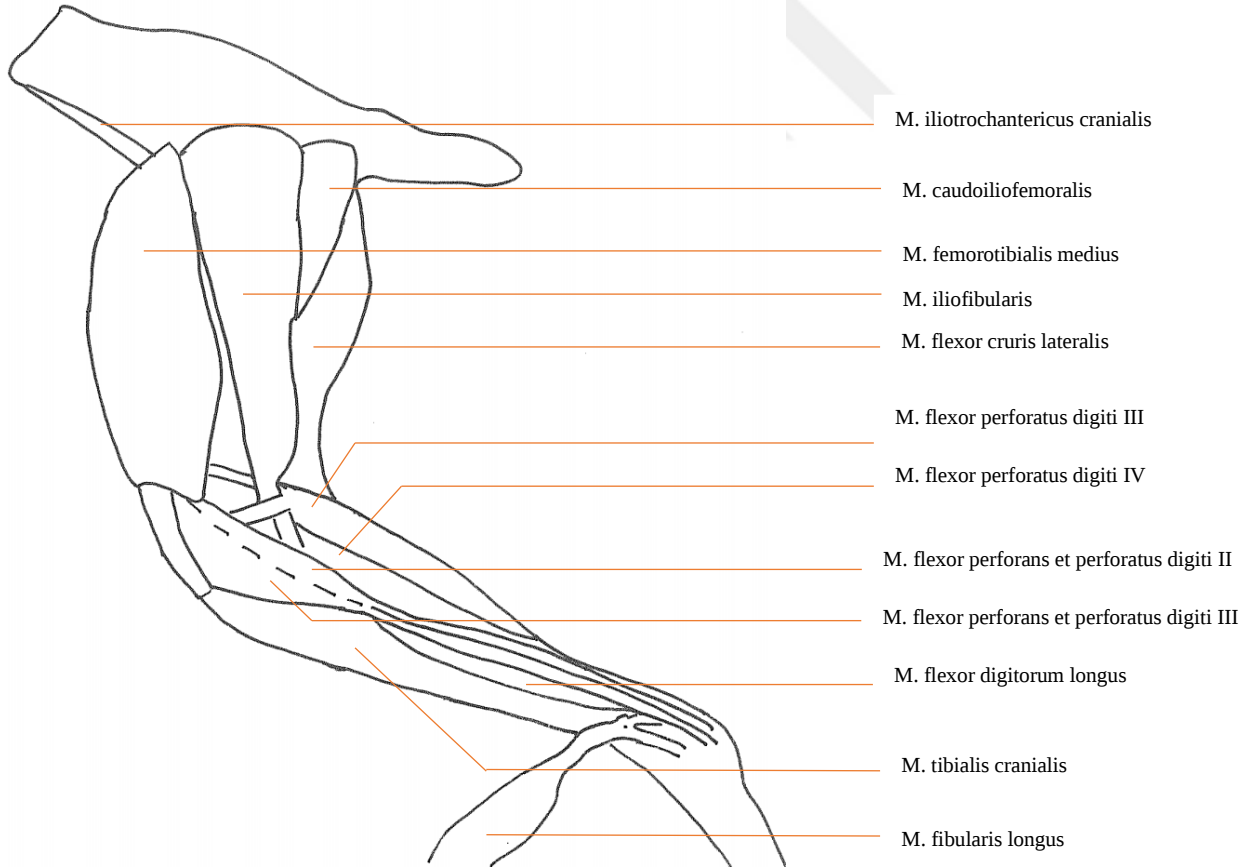


Şekil 11- b: Sol bacak kaslarının medialden görünümü. Yüzlek kat (Güvercin).

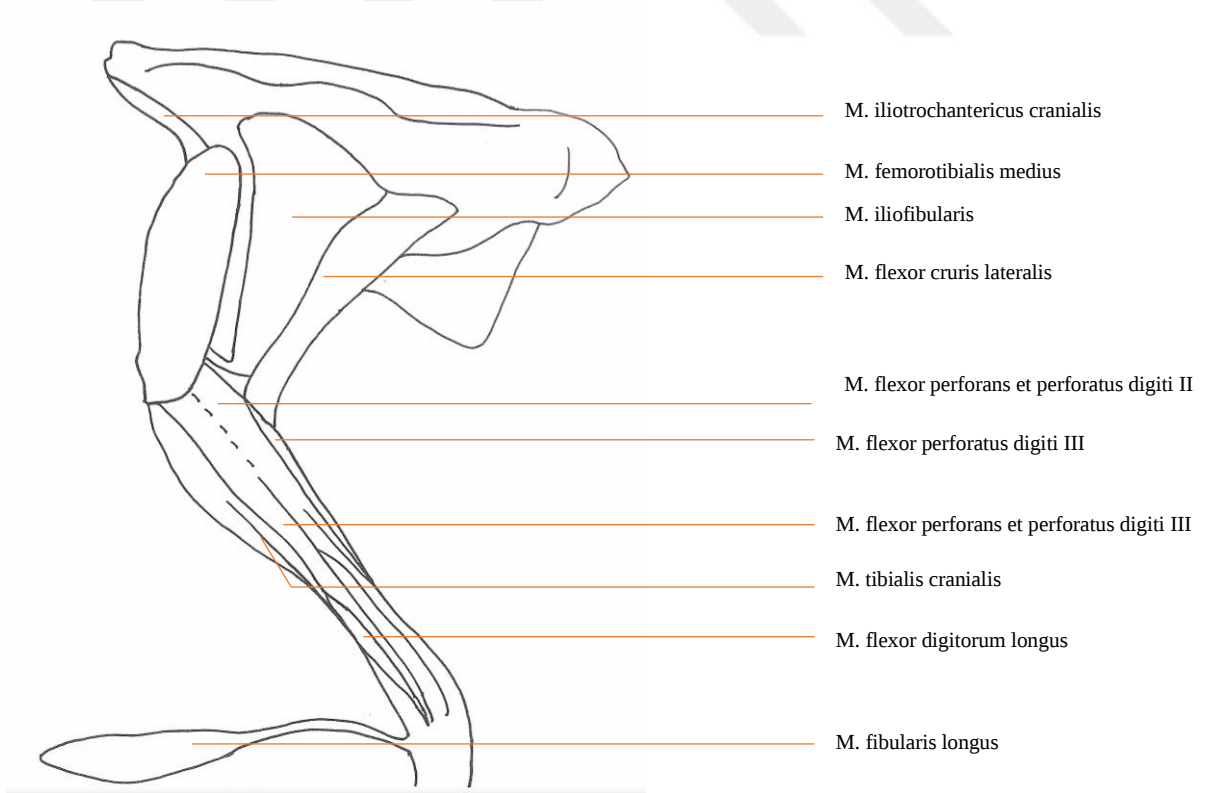
4.1.2.1.2. Parmakların Uzun Kasları

- **Musculus flexor perforans et perforatus digiti II:** (Şekil 9, 12, 16- a, b) TBT'un lateralinde gözlenen kasın, m. flexor perforans et perforatus digiti III ile ön 2/3'lük kısmında venterlerinin kaynaşık olarak bulunduğu belirlendi. Kasın epicondylus lateralis femoris'in güvercinde lateral ve distal'inden, bıldırcında caudolateral ve distal'inden orijin aldığı tespit edildi. Kassel olarak çıkış yapan kasın liflerinin iki türde de unipennat düzenlendiği saptandı. Güvercinde TBT'un ortası, bıldırcında üst 1/3'ünde kirişine geçtiği ve cartilago tibialis'in caudomedialindeki yüzlek kanaldan ve hypotarsustaki kemiksel oluktan geçerek distale doğru ilerlediği gözlemlendi. 2. parmağın 1. phalanx'ının basisinde, m. flexor perforatus digiti II'yi delerek, phalanx I'in trochleası hizasında MFDL'un kirişi tarafından delindiği belirlendi. Bu kısımda lateral ve medial olarak iki kola ayrıldığı ve bu kolların 2. phalanx'ın basisine yapışarak sonlandığı tespit edildi.

- **Musculus flexor perforans et perforatus digiti III:** (Şekil 9- b, 12, 16- a,b) Venterleri iki türde de TBT'un lateralinde, proximal 2/3'lük kısmında m. flexor perforans et perforatus digiti II ile kaynaşmış olarak gözlemlendi. İki baş halinde bulunan kasın güvercinde kassel kirişsel, bıldırcında kassel olarak çıkış yaptığı belirlendi. Caput proximale'nin lig. patella ve crista cnemialis lateralis'in lateral'inden, caput distale'nin ise fibulae'nin proximal'inden çıkış yaptığı tespit edildi. Kas liflerinin bıldırcında bipennat, güvercinde ise unipennat düzenlendiği ve iki türde de TBT'un ortası düzeyinde kirişine geçtiği saptandı. Bıldırcında TMT'un caudalinde, güvercinde ise m. flexor perforans et perforatus digiti II gibi cartilago tibialis'in caudomedialindeki yüzlek kanaldan geçiş yaparak distale doğru ilerlediği gözlemlendi. Kirişinin 3. parmağın trochleasının hemen üzerinde m. flexor perforans et perforatus digiti II ve m. flexor perforatus digiti III'ün kirişleri ile vinculum tendinum flexorum ile birleştiği belirlendi. 3. parmağın phalanx I'i hizasında m. flexor perforatus digiti III'ü delerek, phalanx II hizasında MFDL'un kirişi tarafından delindiği tespit edildi. Bu sayede iki kola ayrıldığı ve bu kolların 3. parmağın 3. phalanx'ının lateral ve medialine yapışarak sonlandığı saptandı.



Şekil 12- a: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Derin kat (Bıldırcın).



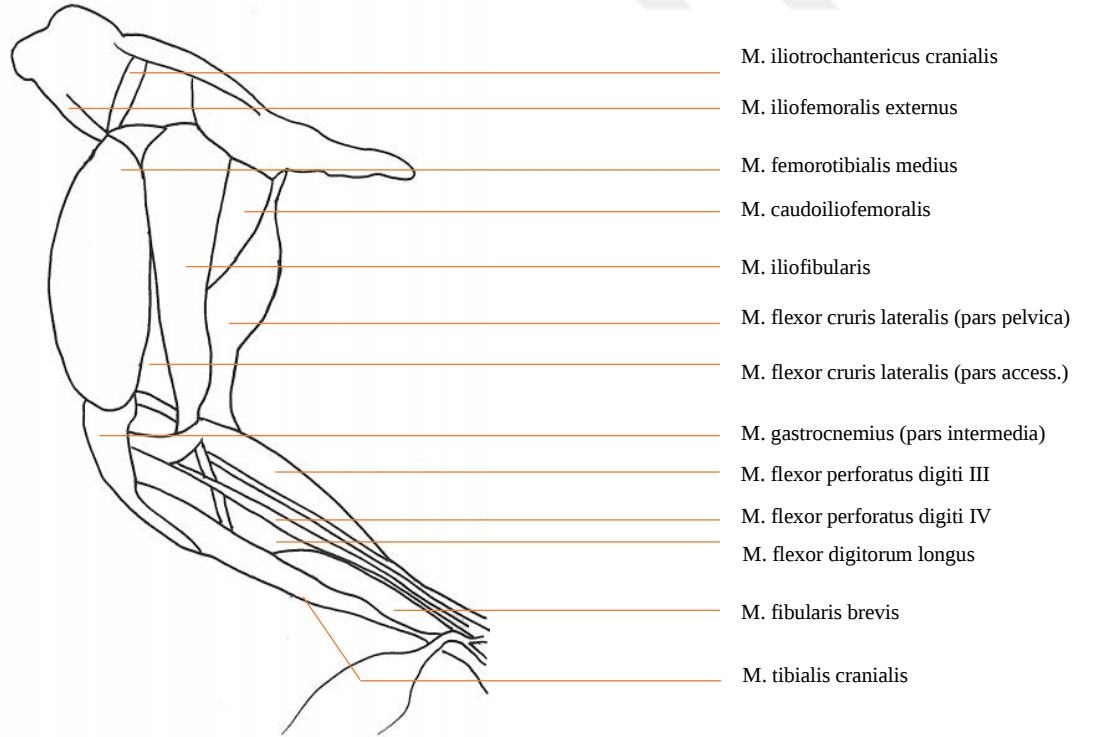
Şekil 12- b: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Derin kat (Güvercin).

- **Musculus flexor perforatus digiti II:** (Şekil 10, 14, 16- a, b) M. flexor perforatuslar içinde en derinde bulunan kasın, 3 ayrı baştan oluştuğu belirlendi. Caput fibulare'nin m. flexor digiti III'ün caput fibulare'sinin iç tarafından, caput intermediale'nin epicondylus lateralis'in medial'inden, caput femorale'nin ise fossa poplitea'dan orijin aldığı belirlendi. Başların kassel ve kirişsel olarak çıkış yaptığı ve TBT'un proximal 1/3'ünde bu başların birleştiği tespit edildi. Bıldırcında TBT'un distal ¼'ünde güvercinde ise 1/3'ünde kirişine geçtiği ve kirişin TMT'un proximal'inde m. flexor perforans et perforatus digiti II ve MFDL tarafından delindiği saptandı. Cartilago tibialis'ten sonra crista medialis hypotarsi ve crista intermedia hypotarsi arasındaki kemiksel oluktan m. flexor perforans et perforatus digiti II ile birlikte geçerek, 2. parmağın 1. phalanx'ının lateral yüzünün proximaline yapıştığı belirlendi.

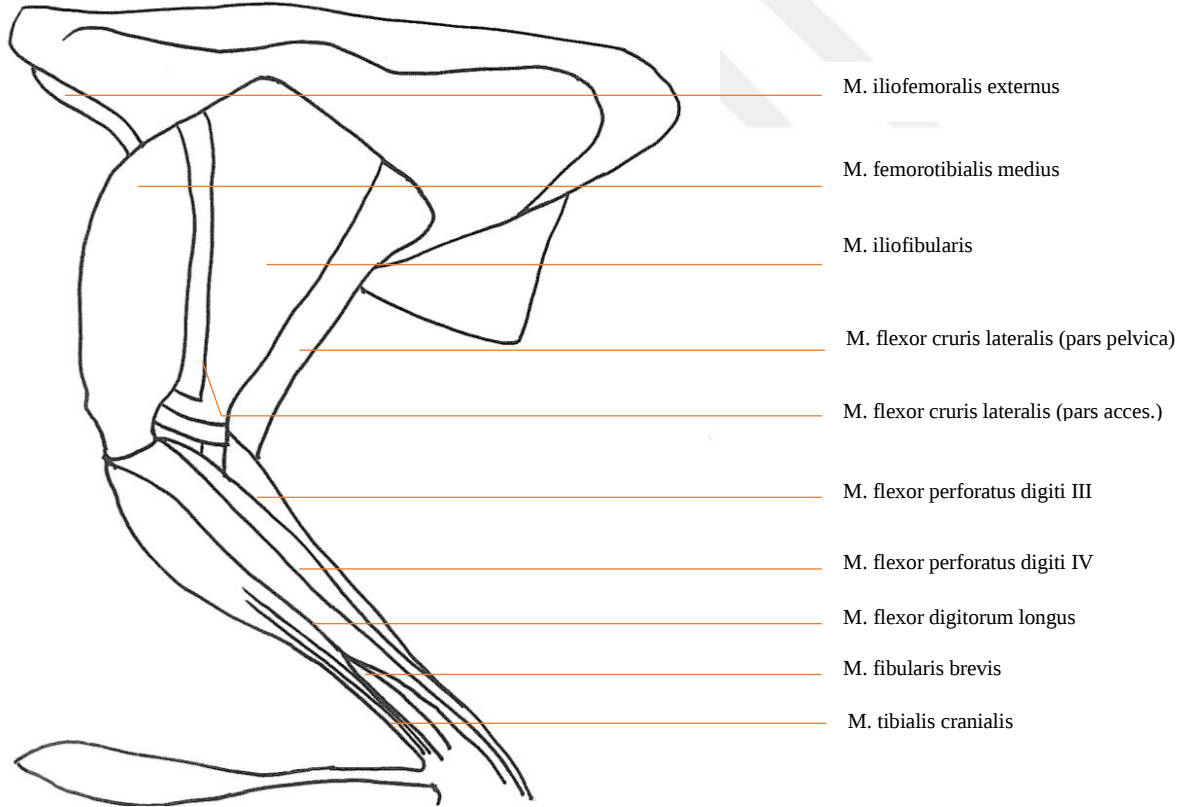
- **Musculus flexor perforatus digiti III:** (Şekil 10, 12, 13, 14, 16- a, b) M. flexor perforatus digiti II ve IV arasında bulunan kasın, caput fibulare ve caput femorale olacak şekilde iki baş halinde bulunduğu belirlendi. Caput fibulare'nin fibula'nın proximalinin caudolateral'inden kassel kirişsel olarak, caput femorale'nin ise femur'un fossa popliteasının medial'inden kassel olarak çıkış yaptığı gözlemlendi. Unipennat düzenlenen başların TBT'un proximal 1/3'ünde birleşerek venteri oluşturdukları tespit edildi. Bıldırcında TBT'un ortası, güvercinde ise alt 1/3'ünde kirişine geçerek, bacağın caudalinde distale doğru inen kirişinin TBT'un yaklaşık olarak ortalarında m. flexor perforans et perforatus digiti III'ün kirişi ile bir vinculum tendineum flexorum ile bağlandığı saptandı. Tarsometatarsal eklem hizasında tendonunun m. flexor perforans et perforatus digiti III ve MFDL tarafından delinerek, TMT'un distalinde 3. parmağın trochleası hizasında ikiye ayrıldığı belirlendi. Bu iki kolun arasından MFDL'un geçiş yaptığı ve kolların 3. parmağın 2. phalanx'ının lateral ve medialinde sonlandığı gözlemlendi.

- **Musculus flexor perforatus digiti IV:** (Şekil 10- b, 12- a, 13, 14, 16- a, b) Kasın güvercinde üç baş olarak önden arkaya caput fibulare, caput intermediale ve caput femorale olarak, bıldırcında ise caput fibulare ve caput femorale olacak şekilde iki baştan meydana geldiği tespit edildi. Güvercinde caput fibulare'nin fibulae'nin extremitas proximalis'inin cranial'inden kassel- kirişsel olarak, caput intermediale'nin kuvvetli bir kiriş ile epicondylus lateralis femoris'ten, caput femorale'nin ise kassel olarak femur'un condylusları arası bölgeden, fossa poplitea'dan çıkış yaptığı saptandı.

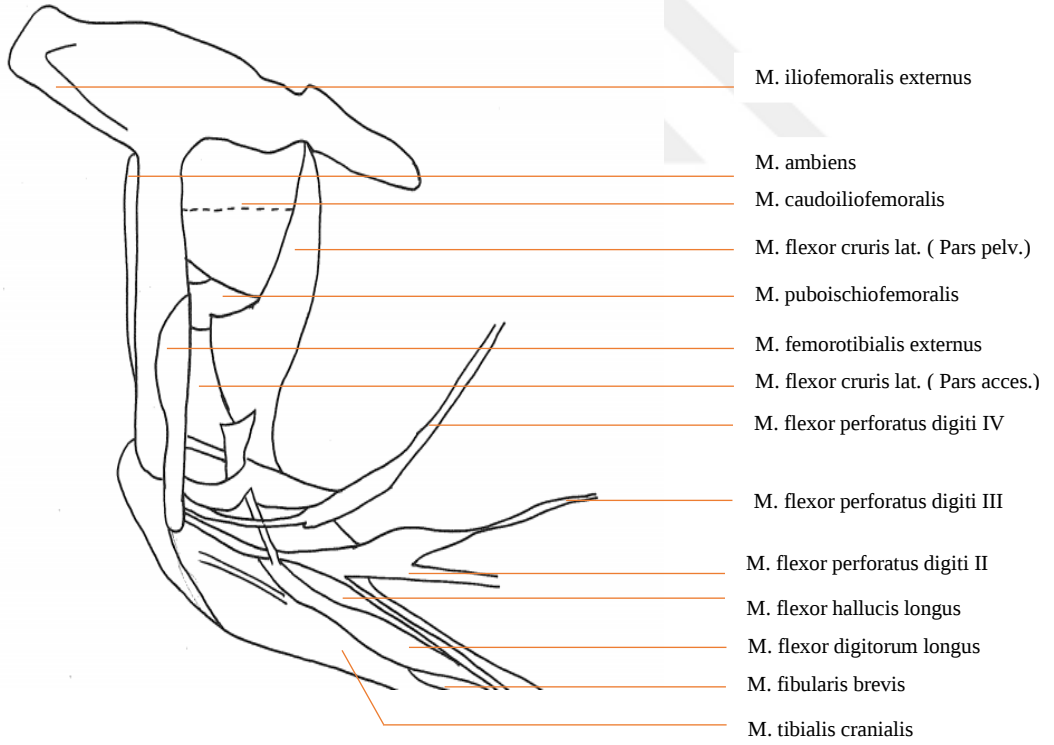
Bıldırında caput fibulare'nin kirişsel olarak fibulae'nin proximal kısmından ve m. ambiens'in yapışma kirişinden, caput femorale'nin ise femur'un fossa poplitea'sından kassel olarak çıkış yaptığı gözlemlendi. İki türde de caput femorale'nin diğer başlara göre daha kuvvetli olduğu belirlendi. TBT'un proximal 1/3'ünde birleşerek kasın venterini oluşturan başların, kas liflerinin unipennat düzenlendiği tespit edildi. İki türde de genel olarak ince uzun bir yapıya sahip olan kasın distale doğru daralarak indiği ve TBT'un üst 1/3'ünde kirişine geçtiği gözlemlendi. Distale doğru ilerleyen kirişinin güvercinde cartilago tibiae'nin medialindeki yüzlek oluktan geçtiği ve TBT'un distalinde MFDL tendonu tarafından delindiği saptandı. Kirişinin bacağın caudalinde metatarsophalangeal eklem hizasında 4. parmağa giden, ikisi lateralde, biri medialde üç kola ayrıldığı belirlendi. Lateralde üstteki (1.) kol'un, 2. phalanx'ın proximomedial kısmına, lateralde alttaki (2.) kol'un, 3. phalanx'ın proximomedial kısmına ve medialdeki kol'un 4. phalanx'ın basis'inin medial kısmına yapıştığı gözlemlendi. Lateral ve medial kollar arasından MFDL'un kirişinin geçtiği saptandı.



Şekil 13- a: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Derin kat (Bıldırcın).



Şekil 13- b: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Derin kat (Güvercin).



Şekil 14- a: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Derin kat (Bildircin).

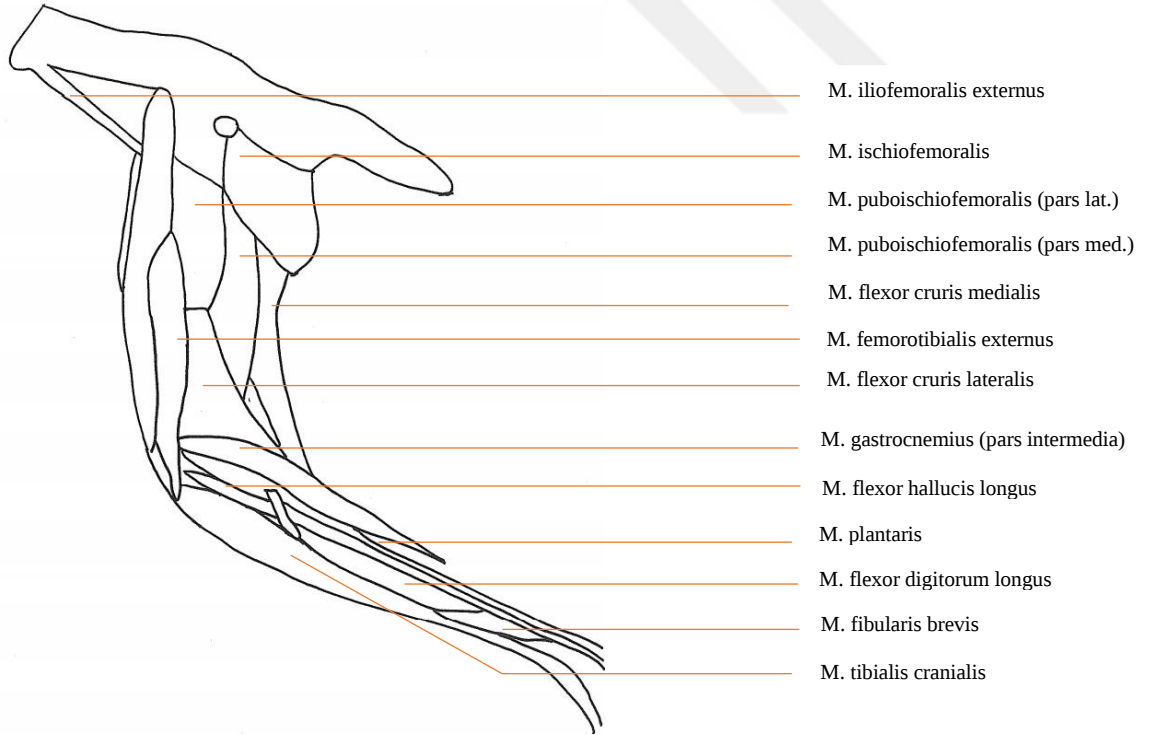


- M. iliofemoralis externus
- M. caudoiliofemoralis (iliofemoralis)
- M. ambiens
- M. caudoiliofemoralis (caudofemoralis)
- M. puboischiofemoralis
- M. flexor cruris lat. (Pars pelv.)
- M. femorotibialis externus
- M. flexor cruris lat. (Pars access.)
- M. flexor perforatus digiti IV
- M. tibialis cranialis
- M. flexor perforatus digiti III
- M. flexor perforatus digiti II
- M. flexor digitorum longus
- M. fibularis brevis
- M. flexor hallucis longus

Şekil 14- b: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Derin kat (Güvercin).

- **Musculus flexor digitorum longus: (Şekil 10, 12, 13, 14, 15, 16- a,b)** İki baş halinde güvercinde tibiae'nın craniolateraline bıldırcında ise lateraline yerleştığı belirlendi. Caput fibulare denilen baş, fibulae'nın proximal kısmı ve caudal'inden, caput tibiale ise TBT'un proximal kısmının caudomediali, corpus'un caudal'inden ve boylu boyunca fibulae'nın caudal kısmından kassel olarak çıkış yaptığı gözlemlendi. İki türde de TBT'un alt 1/3'lük kısmında kırışına geçerek, cartilago tibialis'te kıkırdak kanalı ve kemiksel canales hypotarsi'den geçerek TMT'un caudaline geldiği tespit edildi. Tendonunun TBT'un distali ve TMT'un proximalinde, m. flexor perforatus digiti II, m. flexor perforatus digiti III ve m. flexor perforatus digiti IV tendonlarını, 2. parmağın 1. phalanx'ının trochleası hizasında m. flexor perforans et perforatus digiti II, 3. parmağın 2. phalanx'ı hizasında m. flexor perforans et perforatus digiti III tendonunu deldiği saptandı. TMT ortası düzeyinde MFHL ile bir vinculum aracılığı ile birleştikten sonra bıldırcında TMT'un distalinde, güvercinde ise alt 1/3'lük kısmında parmaklar için kollara ayrıldığı tespit edildi. 2, 3 ve 4. parmakların her bir phalanx'ının proximal kısımlarına ince kollar aracılığı ile bağlandığı gözlemlendi. Kasın güvercinde bıldırcına göre daha kuvvetli bir yapıya sahip olduğu belirlendi. Articulatio metatarsophalangea hizasında tendon yapılarında tuberkül çıkıntıları ve kılıfları güvercinlerde daha kuvvetli ve belirgin olduğu gözlemlendi.

- **Musculus flexor hallucis longus: (Şekil 14, 15, 16- a, b)** TBT'un caudolateralinde m. flexor perforatus digiti II'nin altında, bu bölgede bulunan kasların en derininde yerleştığı gözlemlendi. İki baş halinde olan kasın caput proximalesi'nin condylus lateralis femoris'in basisinden kassel olarak, caput distalesi'nin ise kuvvetli bir aponeurosis ile sulcus intercondylaris'ten köken aldığı belirlendi. Kas TBT'un caudaline yapışık bir pozisyonda distale doğru ilerlerken, başların bıldırcında distal 1/3'te, güvercinde distal 1/5'te kırışına geçtiği tespit edildi. Kas lifleri unipennat düzenlenmişken, venteri güvercinde daha büyük olarak saptandı. Kırışının cartilago tibialis'te kıkırdak kanaldan ve kemiksel canales hypotarsi'den geçtiği saptandı. TMT'un ortasında caudomediale doğru geçerken, vinculum tendineum flexorum ile MFDL kırışı ile birleştiiği gözlemlendi. Daha sonra 1. parmağın 1. phalanx'ının basisi hizasında m. flexor hallucis brevis'i delerek, 1. parmağın phalanx distalis'inin tuberculum flexorium'unda sonlandığı belirlendi. Articulatio metatarsophalangea hizasında tendon yapılarında tuberkül çıkıntıları ve kılıfları güvercinlerde daha kuvvetli ve belirgin olduğu gözlemlendi.

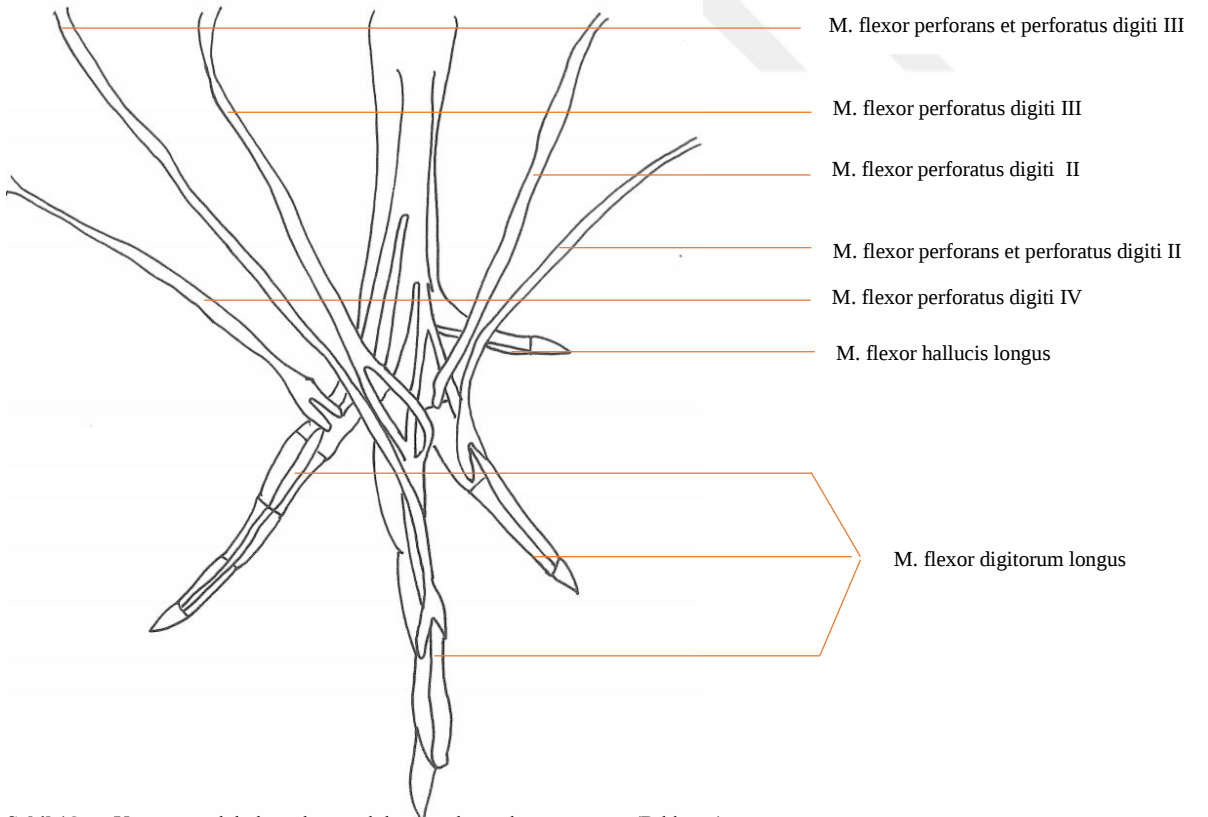


Şekil 15- a: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Derin kat (Bildircin).

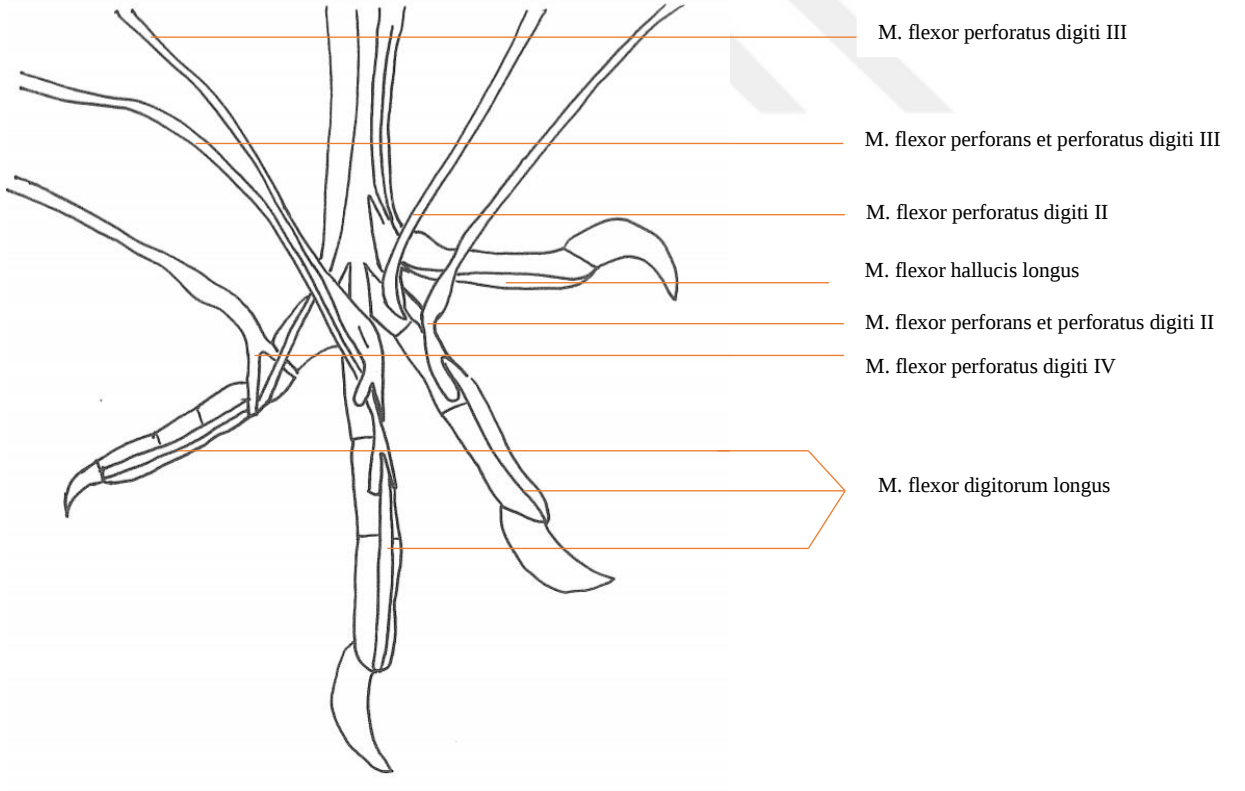


- M. iliofemoralis externus
- M. ischiofemoralis
- M. puboischiofemoralis (pars lat.)
- M. puboischiofemoralis (pars med.)
- M. flexor cruris medialis
- M. femorotibialis externus
- M. flexor cruris lateralis
- M. gastrocnemius (pars intermedia)
- M. plantaris
- M. flexor hallucis longus
- M. tibialis cranialis
- M. flexor digitorum longus

Şekil 15- b: Sol bacak kaslarının lateralden görünümü. Derin kat (Güvercin).

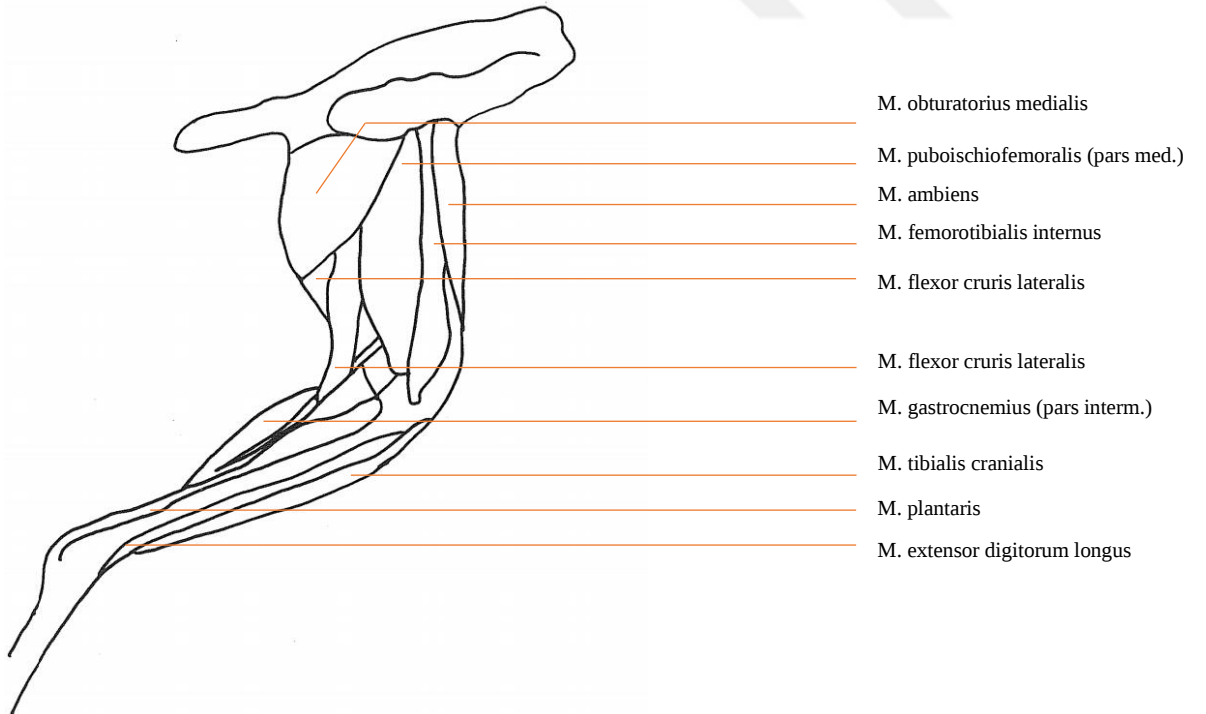


Şekil 16- a: Uzun parmak bükücü kas tendolarının plantardan görünümü (Bıldırcın).

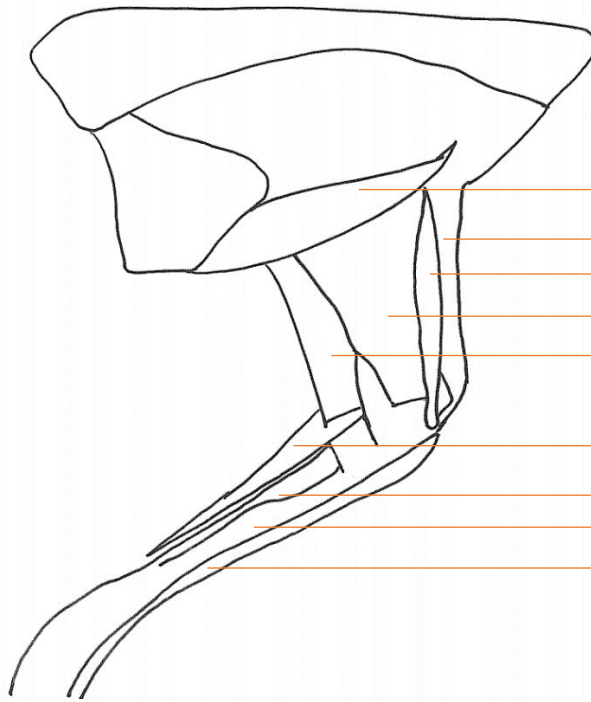


Şekil 16- b: Uzun parmak bükücü kas tendolarının plantardan görünümü (Güvercin

- **Musculus extensor digitorum longus:** (Şekil 17- a, b) Tibia'nın cranialinde m. tibialis cranialis'in altında en derinde yerleşmiş olduğu gözlemlendi. Kasın iki türde de kassel olarak çıkan iki baş halinde olduğu belirlendi. Cranial parça'nın crista cnemialis lateralis ve medialis arasındaki sulcus intercnemialis'ten, caudal parça'nın ise crista cnemialis caudalis'ten köken aldığı tespit edildi. TBT'un dorsal yüzünün 2/3'lük kısmı boyunca, güvercinde ise kassel kısmı tamamen TBT'un dorsal yüzü boyunca çıkış yaparak, güvercinde kirişsel kısmının TBT'a kuvvetli bir fascia ile sıkı bir şekilde bağlanmış olduğu saptandı. Kassel olarak çıkan başların yaklaşık olarak 1cm'lik bir uzaklıktan sonra birleştiği ve iki türde de liflerinin bipennat düzenlendiği tespit edildi. Güvercinde kas venterinin TBT'un yarısına kadar devam ettiği ve bu kısımdan sonra alt 1/3'lük kısma kadar kassel kirişsel bir yapıda olduğu belirlendi. Kasın bıldırcında bilek ekleminin hemen üst kısmında güvercinde ise TBT'un distal 1/3'ünde kirişine geçtiği gözlemlendi. Kasın m. tibialis cranialis'in retinaculum extensorium'u altında canalis extensorius'tan geçerek, TBT'un craniodistaline daha sonra da TMT'un dorsoline indiği belirlendi. İki türde de TMT'un ortası hizasında genişleyen bir kiriş yapısı saptandı. Tendonun bıldırcında distal 1/3'te 2. parmağa, distal 1/5'te ise 3. ve 4. parmaklara giden kollara ayrıldığı tespit edildi. Güvercinde ise genişleyen kirişsel yapının TMT'un distalinde birbirleri ile değişik şekillerde birleşebilen üç kola ayrıldığı gözlemlendi. Her kol lateral ve medial olarak ikiye ayrılırken, 2. parmağa giden lateral kolda proximal ve distal olarak ikiye ayrıldığı saptandı. 2. parmağa giden lateral kolun, proximal kolu 2. phalanx'ın, distal kolu ise 1. phalanx'ın tuberculum extensorium'una, medial kolun ise 3. phalanx'ın tuberculum extensorium'una yapıştığı tespit edildi. 3. parmağa giden medial kolun 2. phalanx'ın, lateral kolun ise 3. phalanx'ın tuberculum extensorium'una, 4. parmağa giden medial kolun 1. phalanx'ın tuberculum extensorium'una, lateral kolun 2, 3 ve 4. phalanx'a kollar versede 5. phalanx'ın tuberculum extensorium'unda sonlandığı belirlendi.



Şekil 17- a: Sol bacak kaslarının medialden görünümü. Derin kat (Bıldırcın).



- M. obturatorius medialis
- M. ambiens
- M. femorotibialis internus
- M. puboischiofemorales (pars med.)
- M. flexor cruris medialis
- M. gastrocnemius (pars intern.)
- M. plantaris
- M. extensor digitorum longus
- M. tibialis cranialis

Şekil 17- b: Sol bacak kaslarının medialden görünümü. Derin kat (Güvercin).

- **Musculus popliteus:** TBT'un caudolateralinde TBT ile fibula'nın proximal kısımları arasında çarpaz olarak uzanan küçük bir kastan oluştuğu gözlemlendi. İki tür arasında pek farkı olmayan kasın dikdörtgen şeklinde olduğu belirlendi. Lifleri birbirine paralel seyreden kasın, caput fibulae'nın caudal'inden çıkarak, TBT'un proximocaudal yüzünde sonlandığı tespit edildi.

Crus bölgesinde yerleşen kaslar genel olarak güvercinlerde ince, uzun ve dar yapıya sahip olup, bildircinlarda ise kaslar genel olarak TBT'un proximal 2/3'ünde toplanmış, geniş ve kısa kaslar olarak bulunmaktaydı. En büyük farklılığın TBT üzerinde yapılanma durumlarıydı. Güvercinlerde genel olarak kirişsel yapılar daha kuvvetli gözlemlendi. Güvercinde bu şekilde yapılan kasların kolaylıkla vücut ağırlığını taşıyabilecek nitelikte olduğu düşünüldü. Bildircinde kirişsel yapıların daha zayıf olması, bacağın distale doğru daha zayıf bir hal alabileceğini düşündürdü.

Güvercinde mm. flexores perforati digiti II, III et IV ile mm. flexores perforantes et perforati digiti II et III'ün kirişlerinin articulatio metatarsophalangea bölgesinde ovalimsi, kıkırdaksal oluşumlara sahip olduğu gözlemlendi. Kayık şeklinde olan bu kıkırdaksal oluşumların kemiğe bakan tarafı çukur, dış yüzünün ise düz olduğu belirlendi. Kirişlerin çukur bu kısımlarına önünde bulunan diğer flexor kirişlerin kıkırdaksal kısımları oturdu. Bu sayede farklı şekillerde birbirlerinin çukurlarına oturan flexor kirişler üç parmakta da iç içe geçecek bir yapıya sahipti. Yapılan araştırmalarda bu yapıların sadece tüneme üzerine etkisi olmayıp, kavrama hareketini gerçekleştiren her kanatlıda bulunduğu rapor edilse de, tüneme davranışının en büyük yardımcısı olarak bu kıkırdaksal yapılar kabul edilmektedir. Bu yapılar kavrama hareketini yapan bildircinlarda zayıf olarak görülebilmektedir.

Çalışma ile güçlü bir şekilde kıkırdaksal yapıların bulunması ve flexor kirişlerin tüneği kavrama işlemi sırasında kıkırdaksal yapıların çukurluklara geçerek burada sabitlendiği sonucuna varılmıştır. Tüneme sırasında diz ve tarsal eklemlerin bükülmesi pasif olarak flexor tendonların gerilmesini sağlayacaktır. İç içe geçen bu kıkırdaksal yapılar sayesinde kasların dayanıklılığı artacaktır. Böylece tüneğin daha rahat kavrandığı, güvercinlerin uzun süre yorulmadan tünekte kalabilmeleri ve uyuyabilmelerinin mümkün olduğu düşünülmektedir.

4.1.2.2.Tarsometatarsus Bölgesi (Parmakların Kısa Kasları) Kasları

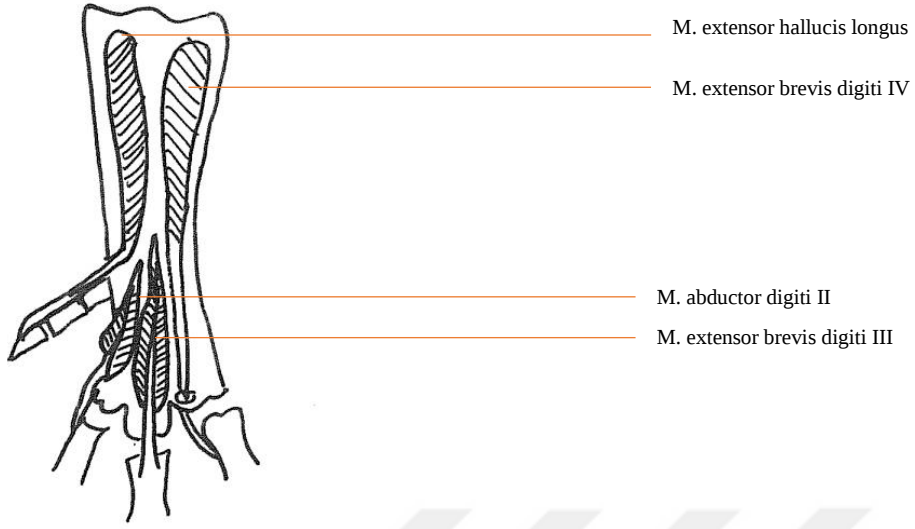
- **Musculus extensor hallucis longus: (Şekil 18- a, b)** TMT'un proximomedial kısmından ve iki türde de sulcus extensorius'tan çıkış yapan, lifleri unipennat düzenlenen kasın bıldırcında ince, güvercinde ise daha güçlü ve uzun bir yapıya sahip olduğu tespit edildi. Kasın TMT'un bıldırcında proximal 1/3'ünde, güvercinde distal 1/3'ünde kırışına geçtiği belirlendi. Kırışının os metatarsale I'in dorsalinde bir lig. transversum ile tesbit edildikten sonra 1. parmağın 2. phalanx'ının tuberculum flexorium'unda sonlandığı gözlemlendi. Kırışın bıldırcında güvercine göre daha güçlü bir yapıda olduğu saptandı.

- **Musculus abductor digiti II: (Şekil 18- a, b)** TMT'un dorsomedial'inden, güvercinde distal 1/3, bıldırcında distal ¼'ten kassel olarak çıkış yaptığı belirlendi. İki türde de liflerin bipennat şekilde düzenlendiği gözlemlendi. İki türde de kuvvetli olan bu kasın kırışının 2. parmağın 1. phalanx'ının basisinin dorsomedial'ine yapışarak sonlandığı saptandı.

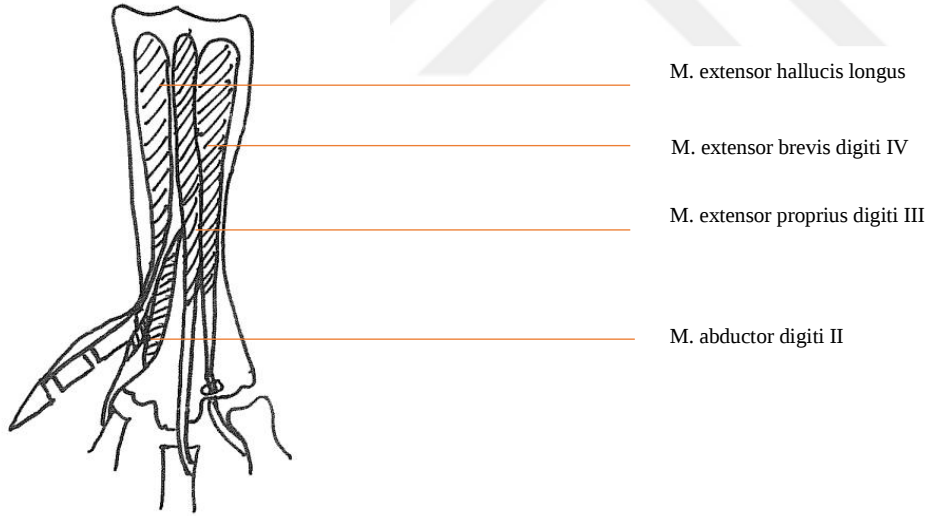
- **Musculus extensor brevis digiti III: (Şekil 18- a)** Bıldırcında kuvvetli olan bu kasın TMT'un ortası düzeyinde kassel olarak çıkış yaptığı tespit edildi. Liflerinin bipennat düzenlenmiş olup, kırışının 3. parmağın 1. phalanx'ının dorsal yüzünün proximalinde yer alan tuberculum extensorium'da sonlandığı belirlendi. Kas güvercinde gözlenmedi.

- **Musculus extensor brevis digiti IV: (Şekil 18- a, b)** Her iki türde de TMT'un extremitas proximalis'inden kassel olarak çıkış yapan, güvercinde daha kuvvetli olan kasın, TMT'un distal 1/3'üne kadar, bıldırcında ise yarısına kadar devam ettiği saptandı. Lifleri unipennat şekilde olan kasın kırışı foramen vasculare distale'den geçip, 4. parmağın 1. phalanx'ının proximomedialine yapıştığı gözlemlendi.

- **Musculus extensor proprius digiti III: (Şekil 18- b)** Kuvvetli bir yapıya sahip olan kas güvercinlerde gözlenirken, bıldırcında rastlanmadı. TMT'un dorsoline yerleşen kasın, m. tibialis cranialis'in insertion seviyesinden, TMT'un dorsoproximal'inden çıkış yaptığı belirlendi. Liflerinin bipennat düzenlendiği tespit edildi. Kırışının 3. parmağın 1. phalanx'ının proximal ucunun dorsal köşesinde sonlandığı gözlemlendi.



Şekil 18- a: Sol TMT kaslarının dorsalden görünümü (Bıldırcın).



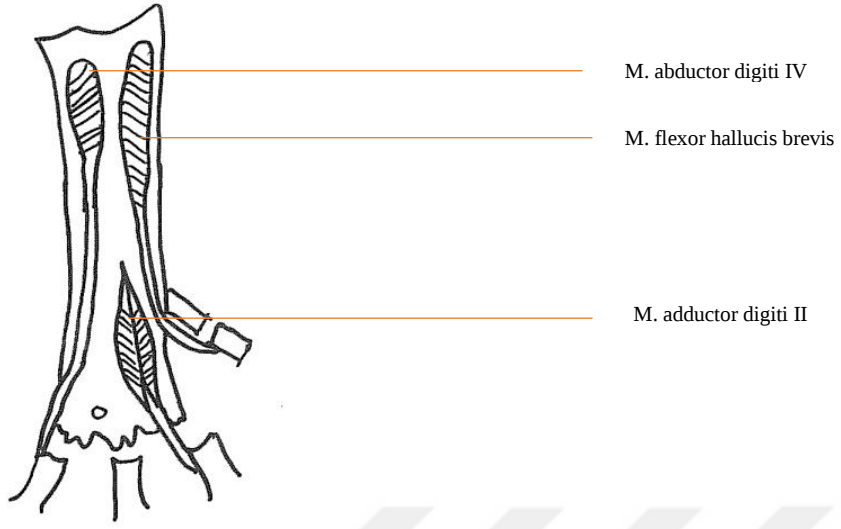
Şekil 18- b: Sol TMT kaslarının dorsalden görünümü (Güvercin).

- **Musculus flexor hallucis brevis:** (Şekil 19- a, b) Güvercinde daha kuvvetli olan kas, bıldırcında TMT'un plantar tarafında ve medialde uzanan küçük bir kasın halinde olduğu gözlemlendi. İki türde de fossa parahypotarsalis medialis'ten çıkış yapan kasın, bıldırcında TMT'un proximal 1/3'ünde, güvercinde ise ortaları hizasında kirişine geçtiği belirlendi. Kirişinin phalanx proximalis'in basis'inin plantarında MFHL'un yapışma kirişi tarafından delindikten sonra hallux'un phalanx I'inin plantar kısmının proximaline yapışarak sonlandığı saptandı. Liflerinin güvercinde unipennat, bıldırcında bipennat düzenlenmiş olduğu tespit edildi.

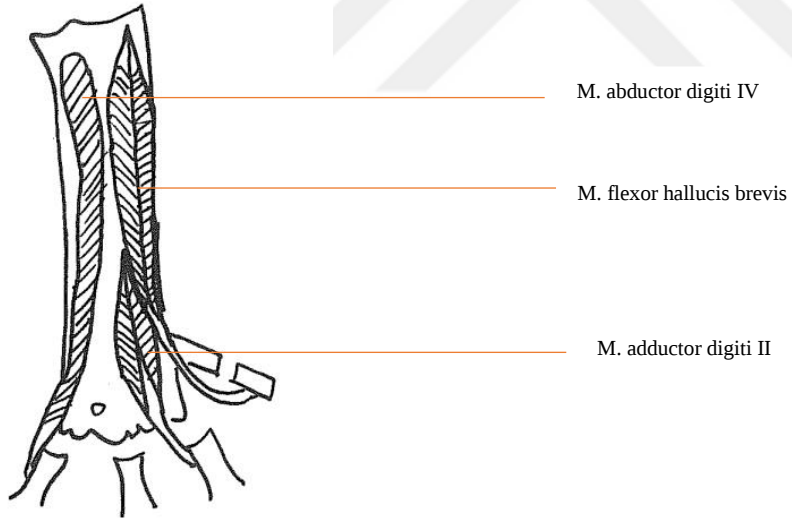
- **Musculus adductor digiti II:** (Şekil 19- a, b) İki türde de TMT'un plantar kısmının distal 1/3'ünden kassel olarak çıkış yaptığı gözlemlendi. Liflerinin bipennat yapıda olduğu belirlendi. Kasın 2. parmağın 1. phalanx'ının plantar kısmının proximomedialinde sonlandığı saptandı.

- **Musculus abductor digiti IV:** (Şekil 19- a, b) Kasın, güvercinde TMT'un distaline kadar kassel olarak uzanan, yapı olarak ince, uzun bir seyre sahip olduğu tespit edildi. Bıldırcında ise kas karnı proximal 1/3'te olup, geniş başlayan kas distale doğru daralarak tabanı yukarı dönük bir üçgeni andırdığı gözlemlendi. Lifleri unipennat düzenlenmiş olan kasın, TMT'un plantar yüzünde, proximolateral'inden kassel olarak çıkış yaptığı ve 4. parmağın 1. phalanx'ının lateralinde sonlandığı tespit edildi.

- **Musculus lumbricalis:** Kassel kirişsel yapıda olan kasın TMT'un distal 1/3'ünden, MFDL'un tendonunun kemiğe bakan tarafından çıkıp, bıldırcında 2. ve 3. parmakların, güvercinde 3. ve 4. parmakların lig. plantariasına yapıştığı belirlendi.



Şekil 19- a: Sol TMT kaslarının plantardan görünümü (Bıldırcın).



Şekil 19- b: Sol TMT kaslarının plantardan görünümü (Güvercin).

Tablo 3. Kasların isimleri, origo ve insertio noktaları, görevleri.

İntertarsal eklem kasları

Kasın ismi	Origo	İnsercio	Görevi
M. tibialis cranialis	Caput tibiale crista cnemialis cranialis'ten, patella'dan ve güvercinde ayrıca crista cnemialis lateralis'ten Caput femorale femur'un condylus lateralis'inin distal'inden, güvercinde craniodistal'inden ve crista cnemialis lateralis'ten, çıkar.	Kas TMT'un dorsoproximalinde tuberositas m. tibialis cranialis'te sonlanır.	Tarsal eklemi bükür.
M. gastrocnemius	Pars lateralis femur'un condylus lateralis'inin caudolateral'inde bulunan tuberculum m. gastrocnemialis lateralis isimli kısımdan Pars intermedia condylus medialis femoris'in medial'i ve proximal'inden Pars medialis patella'nın cranial ve medial'inden, TBT'un extremitas proximalis'inin proximomedial kısmından ve güvercinde crista tibia'nın proximocranial'inden kassel olarak çıkış yapar.	Pars lateralis Bıdırcında, TBT'un distal ¼'ünde, güvercinde distal 1/3'ünde kırığine geçerek, cartilago tibialis hizasında, tendo m. gastrocnemius'a katılır. Pars intermedia tendo m. gastrocnemius'un orta kısmının oluşumuna katılır. Pars medialis Bıdırcında TBT'un proximal 1/3'ünde, güvercinde ortası düzeyinde kırığine geçerek, tendo m. gastrocnemius'un oluşumuna katılır.	Tarsal eklemi gerer.
M. fibularis longus	TBT'un proximal parçasının craniolateral'inden çıkış yapar.	Bıdırcın da TMT'un yarısı, güvercinde ise üst 1/3'lük kısmında m. flexor perforatus digiti III'ün kırığine katılır.	Cartilago tibialis'i destekler ve tarsal eklemnin gerilmesini sağlar.
M. fibularis brevis	Güvercinde TBT'un proximal 1/3'ünden, bıdırcında proximal ve orta 1/3'ün kesişim noktasından çıkar.	TMT'un proximocaudal kısmında tuberositas m. fibularis brevis isimli kısımda sonlanır.	Tarsal eklemi içe döndürür.
M. plantaris	TBT'un caudomedialinin proximal'inden ve bıdırcında corpus TBT'nin üst 1/3'lük bölümünden çıkar.	Cartilago tibialis'in proximomedial'ine yapışır.	Cartilago tibialis'i sabitleştirir.

Parmakların uzun kasları

Kasın ismi	Origo	İnsercio	Görevi
M. flexor perforans et perforatus digiti II	Epicondylus lateralis'in, bıldırcında caudolateral ve distal'inden, güvercinde ise lateral ve distal'inden çıkış yapar.	2. parmağın, 2. phalanx'ının basisine proximaline yapışır.	2. parmağın bükülmesini ve intertarsal eklemin gerilmesini sağlar.
M. flexor perforans et perforatus digiti III	Caput proximale lig. patella ve crista cnemialis lateralis'in lateral'inden, Caput distale fibulae'nın proximal'inden çıkış yapar.	Bu kollar 3. parmağın 3. phalanx'ının lateral ve medialinde sonlanır.	3. parmağın bükülmesini sağlar.
M. flexor perforatus digiti II	Caput fibulare m. flexor perforatus digiti III'ün caput fibulare'sinin iç tarafından, Caput intermediale epicondylus lateralis'in medial'inden, Caput femorale fossa poplitea'dan orijin alır.	2. parmağın, 1. phalanx'ının proximolateral yüzüne yapışır.	2. parmağın bükülmesini sağlar.
M. flexor perforatus digiti III	Caput fibulare fibula'nın proximalinin caudolateral'inden, Caput femorale femur'un fossa poplitea'sının medial'inden kassel olarak çıkış yapar.	3. parmağın, 2. phalanx'ının lateral ve medialinde sonlanır.	3. parmağın bükülmesini sağlar.
M. flexor perforatus digiti IV	Caput fibulare fibula'nın extremitas proximalis'inin cranial'inden, Caput intermediale kuvvetli bir giriş ile epicondylus lateralis'ten, Caput femorale kassel olarak femur'un condylusları arası bölgeden, fossa poplitea'dan çıkış yapar. Bıldırcında iki baş Caput fibulare fibula'nın proximal kısmından ve m. ambiens'in yapışma girişinden, Caput femorale femur'un fossa poplitea'sından çıkış yapar.	4. parmağın, II, III ve IV. phalanx'larının plantar yanına yapışır.	4. parmağın bükülmesini sağlar.
M. flexor digitorum longus	Caput fibulare fibula'nın proximal kısmı ve caudal'inden Caput tibiale TBT'un proximal kısmının caudomedial, corpus'un caudal'inden ve boylu boyunca fibula'nın caudal kısmından çıkış yapar.	2., 3. ve 4. parmakların her bir phalanx'ının proximal kısmına yapışır.	2., 3. ve 4. parmakları bükerek, tarsal eklemi gerer.

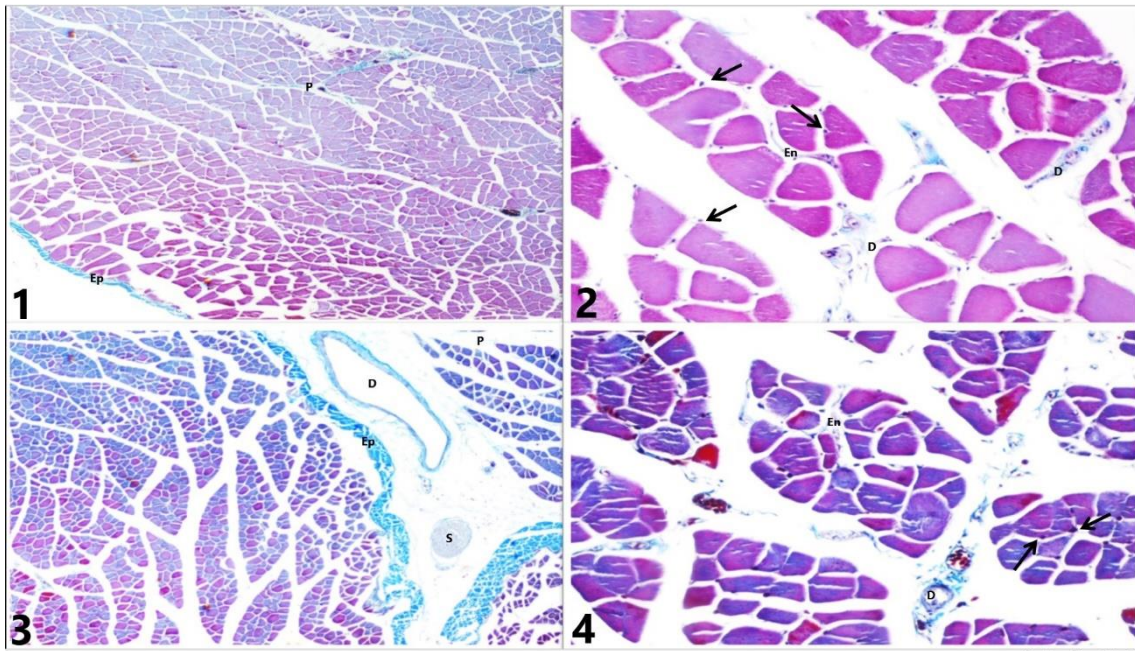
M. flexor hallucis longus	Caput proximale condylus lateralis femoris'in basisinden kassel olarak, Caput distale kuvvetli bir aponeurozis ile fossa intercondylaris'ten köken alır.	1. Parmağın, phalanx distalis'inin tuberculum flexorium'unda sonlanır.	1. parmağı bükerek, tarsal eklemi gerer. MFDL ile bağlantı yaptığı için diğer parmaklarında bükülmesine dolaylı olarak katkı sağlar.
M. extensor digitorum longus	Caput craniale crista cnemialis lateralis ve medialis arasındaki sulcus intercristalis'ten, Caput caudale crista cnemialis caudalis'ten köken alır.	Farklı şekillerde 2., 3. ve 4. Parmakların phalanxlarının tuberculum extensorium'unda sonlanır.	Parmakları gerer ve tarsal eklemi bükülmesine yardım eder.
M. popliteus	Caput fibula'nın caudal'inden çıkış yapar.	Tibia'nın proximocaudal yüzünde sonlanır.	Caput fibulae'yı tespit eder.

Parmakların kısa kasları

Kasın ismi	Origin	İnseriyon	Görevi
M. extensor hallucis longus	TMT'un proximomedial kısmından ve iki türde de sulcus extensorius'tan çıkış yapar.	1. parmağın, 2. phalanx'ının tuberculum flexorium'unda sonlanır.	1. parmağı gerer.
M. abductor digiti II	TMT'un dorsomedial'inden, güvercinde distal 1/3, bıldırcında distal ¼'ten kassel olarak çıkış yapar.	2. parmağın, 1. phalanx'ının basisinin dorsomedial'ine yapışır.	2. parmağın abductor'u ve gericisidir.
M. extensor brevis digiti III	TMT'un ortası düzeyinde kassel olarak çıkış yapar. Kas güvercinde bulunmaz.	3. parmağın, 1. phalanx'ının dorsal yüzünün proximalinde yer alan tuberculum extensorium'da sonlanır.	3. Parmağı gerer.
M. extensor brevis digiti IV	TMT'un extremitas proximalis'inden kassel olarak çıkış yapar.	4. parmağın, 1. phalanx'ının proximomedialine yapışır.	4. parmağın adductor'udur.
M. extensor Proprius Digiti III	M. tibialis cranialis'in insertion seviyesinden, TMT'un dorsoproximal'inden çıkış yapar. Bıldırcında bulunmaz.	3. parmağın, 1. phalanx'ının proximal ucunun dorsal köşesinde sonlanır.	3. Parmağı gerer.
M. flexor hallucis brevis	Fossa parahypotarsalis medialis'ten çıkış yapar.	Hallux'un, phalanx I'inin plantar kısmının proximaline yapışır.	1. parmağı bükür.
M. adductor digiti II	TMT'un plantar kısmının distal 1/3'ünden kassel olarak çıkış yapar.	2. parmağın, 1. phalanx'ının plantar kısmının proximomedialinde sonlanır.	2. Parmağın adductor'udur.
M. abductor digiti IV	TMT'un plantar yüzünde, proximolateral'inden kassel olarak çıkış yapar.	4. parmağın, 1. phalanx'ının lateralinde sonlanır.	4. parmağın abductor'udur. Ayrıca gerilmesine de yardım eder.
M. lumbricalis	TMT'un distal 1/3'ünden, MFDL'un tendonunun kemiğe bakan tarafından çıkış yapar.	Bıldırcında 2. ve 3. parmakların, güvercinde 3. ve 4. Parmakların, lig. plantaria'sına yapışır.	Lig. plantare'leri yukarı doğru çeker.

4.2. Histolojik Bulgular

Dişi ve erkek çalışma gruplarındaki bıldırcın ve güvercinlerin kas dokuları Crossman'ın üçlü boyama yöntemi ile boyanıp incelendiğinde tüm gruplarda iskelet kaslarının demetler halinde uzayan, çok çekirdekli kas liflerinden oluştuğu görüldü. Oval çekirdekler genellikle periferde, hücre zarının hemen altında bulunmaktaydı. Çok sayıda kas liflerinden oluşan her bir demet bağdokudan meydana gelen perimizyum ile sarılı iken her bir kas teli endomizyum ile sarılıydı. Bağdoku içerisinde kılcak kan damarlarına ve sinir pleksüslerine rastlandı. Bu histolojik bulgular dışında kas dokunun yapısında herhangi bir histopatolojik bulguya rastlanmamıştır. Hayvan türleri arasında histolojik bulgular yönünden farklılık görülmemiştir.



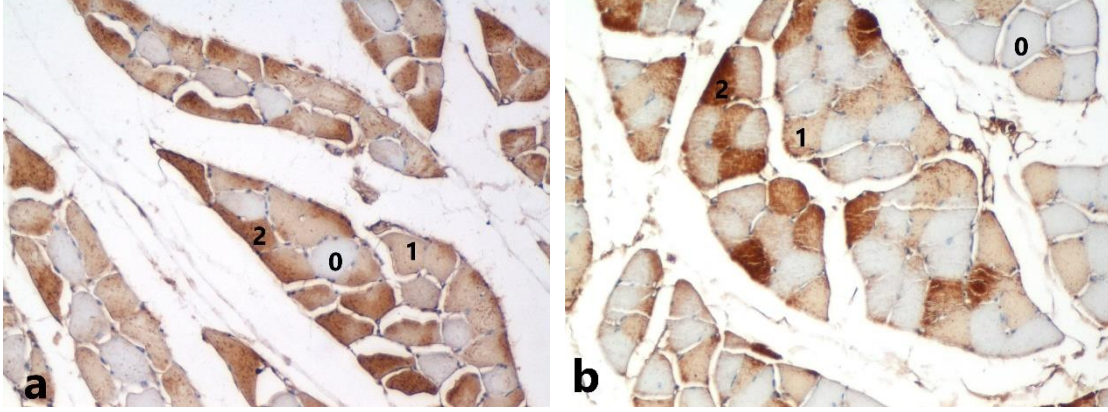
Şekil 20: 1- Bıldırcın (dişi), X40, 2- Bıldırcın (dişi), X400, 3- Güvercin (erkek), X40, 4- Güvercin (erkek), X200. Triple boyama. Ep: Epimizyum, P: Perimizyum, En: Endomizyum, D: Damarlar, S: Sinir teli, Ok işareti: İskelet kası çekirdekleri.

4.3. İmmunohistokimyasal Bulgular

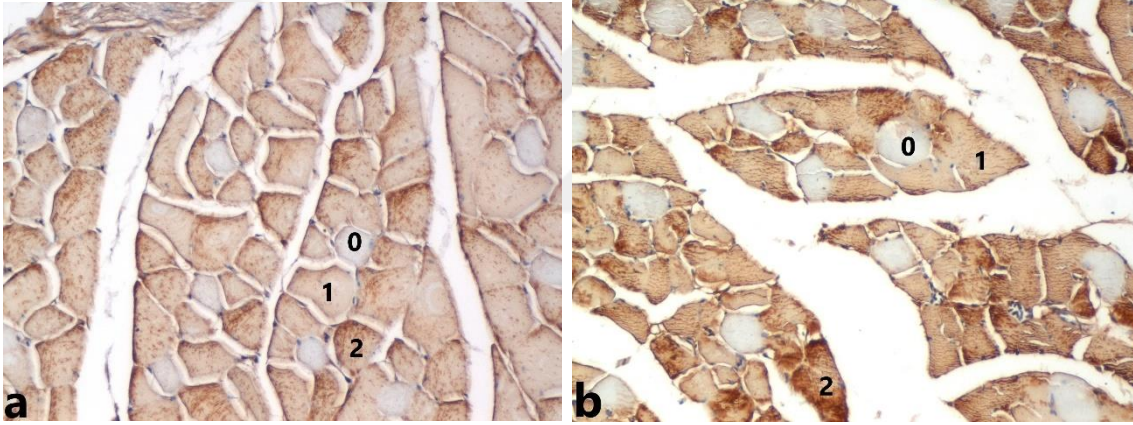
İmmunohistokimyasal boyamalar ikili derecelendirme yöntemi kullanılarak iki bağımsız gözlemci tarafından değerlendirildi. Buna göre ilk olarak her kesitte beş farklı bölgedeki en az 250 kas lifi değerlendirilmeye alındı ve boyanma yoğunluğu aşağıdaki gibi skorlandı.

- 0: Negatif boyanma (SO-tip I kas hücreleri)
- 1: Zayıf boyanma (FOG-tip IIa kas hücreleri)
- 2: Kuvvetli boyanma (FG-tip IIb kas hücreleri)

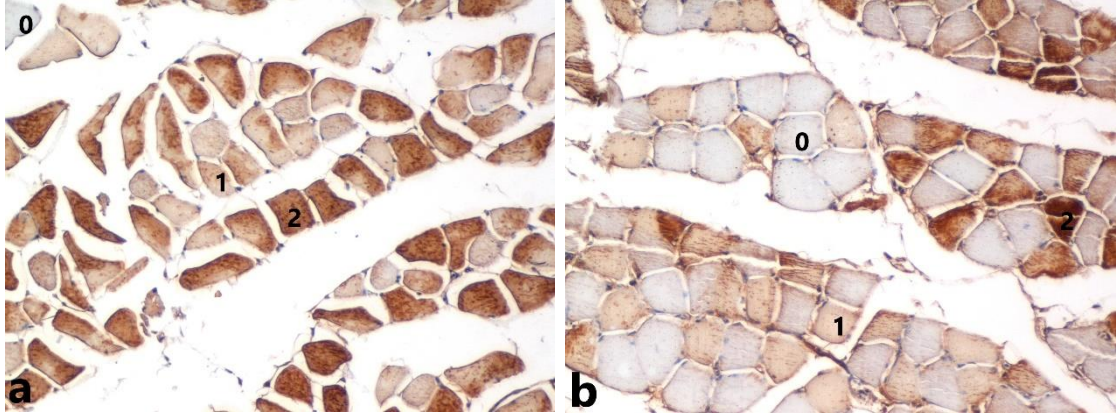
İmmunohistokimyasal boyamalara ait preparat görüntüleri ve skorları şekil 21, 22, 23, 24, 25 ve 26’da verildi.



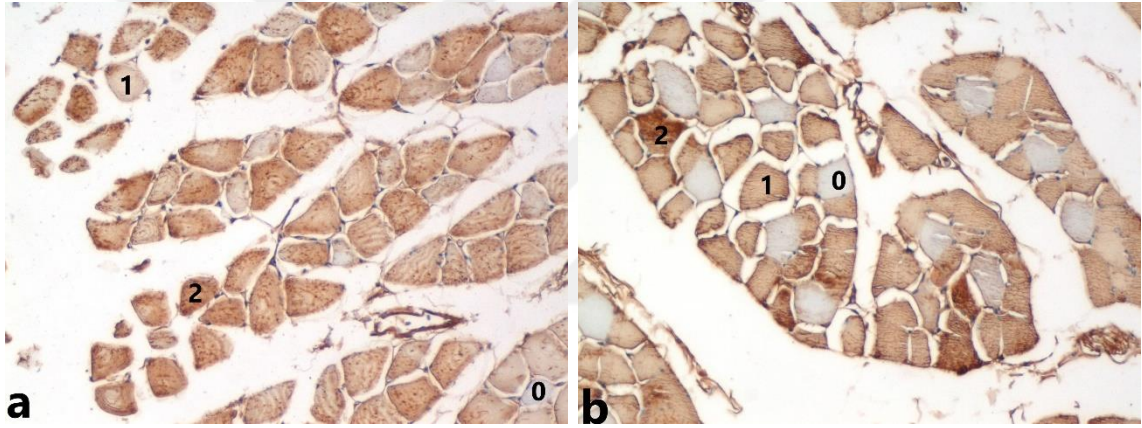
Şekil- 21: a: Bıldırcın (erkek) b: güvercin (erkek), m. flexor perforatus digiti IV, immunohistokimyasal boyama, x200, 0: Negatif boyanma (SO-tip I kas hücreleri), 1:Zayıf boyanma (FOG-tip IIa kas hücreleri), 2:Kuvvetli boyanma (FG-tip IIb kas hücreleri)



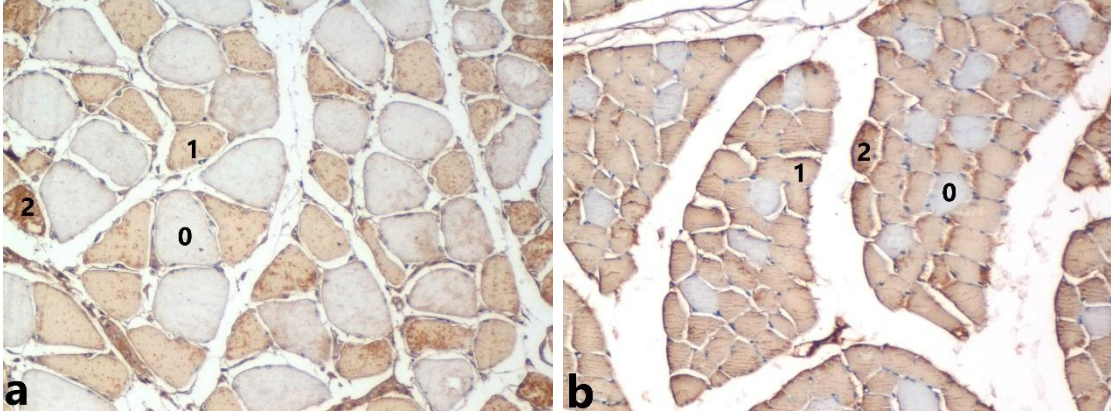
Şekil 22: a: Bıldırcın (dişi) b: güvercin (erkek), m. flexor perforatus digiti III, immunohistokimyasal boyama, x200, 0: Negatif boyanma (SO-tip I kas hücreleri), 1:Zayıf boyanma (FOG-tip IIa kas hücreleri), 2:Kuvvetli boyanma (FG-tip IIb kas hücreleri)



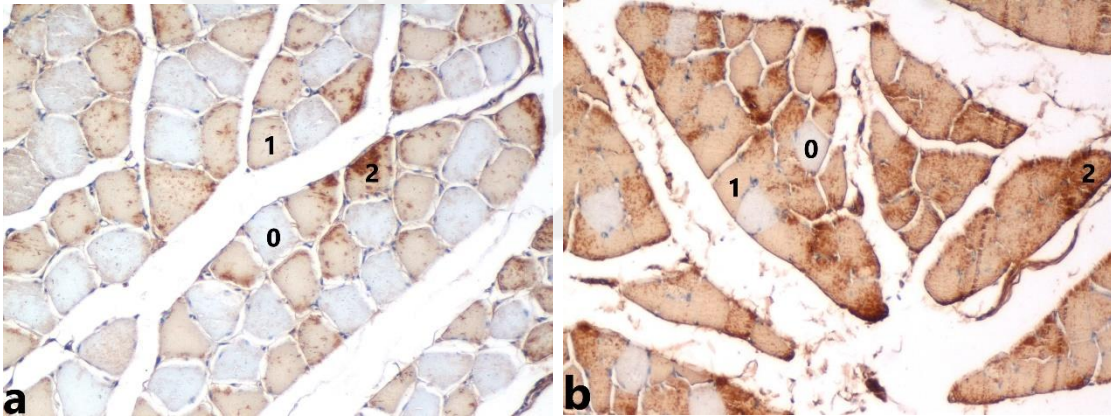
Şekil 23: a: Bıldırcın (dişi) b: güvercin (erkek), MFHL, immunohistokimyasal boyama, x200, 0: Negatif boyanma (SO-tip I kas hücreleri), 1:Zayıf boyanma (FOG-tip IIa kas hücreleri), 2:Kuvvetli boyanma (FG-tip IIb kas hücreleri)



Şekil 24: a: Bıldırcın (erkek) b: güvercin (erkek), m. flexor perfooorans et perforatus digiti III, immunohistokimyasal boyama, x200, 0: Negatif boyanma (SO-tip I kas hücreleri), 1:Zayıf boyanma (FOG-tip IIa kas hücreleri), 2:Kuvvetli boyanma (FG-tip IIb kas hücreleri)



Şekil 25: a: Bıldırcın (dişi) b: güvercin (erkek), MFDL, immunohistokimyasal boyama, x200, 0: Negatif boyanma (SO-tip I kas hücreleri), 1:Zayıf boyanma (FOG-tip IIa kas hücreleri), 2:Kuvvetli boyanma (FG-tip IIb kas hücreleri)



Şekil 26: a: Bıldırcın (erkek) b: güvercin (erkek), m. flexor perforans et perforatus digiti II, immunohistokimyasal boyama, x200, 0: Negatif boyanma (SO-tip I kas hücreleri), 1:Zayıf boyanma (FOG-tip IIa kas hücreleri), 2:Kuvvetli boyanma (FG-tip IIb kas hücreleri)

İmmunohistokimyasal boyamalar skorlandıktan sonra pozitif boyanan ve boyanmayan hücrelerin yüzde oranı belirlendi.

M. gastrocnemius pars medialis:	güvercinde %17,33 SO, %53,8 FOG, %24,4 FG bıldırcında %16,9 SO, %71,2 FOG, % 10,58 FG
M. gastrocnemius pars lateralis:	güvercinde %14,7 SO, %67,7 FOG, %16,1 FG bıldırcında %21,1 SO, %63 FOG, % 11,25 FG
M. flexor perforatus digiti II:	güvercinde %21,6 SO, %62,2 FOG, %14,7 FG bıldırcında %5,75 SO, %79,6 FOG, %13,32 FG

M. tibialis cranialis: güvercinde %13,4 SO, %75,5 FOG, %9,5 FG
bıldırcında %9,22 SO, %84,2 FOG, % 5,3 FG

M. fibularis longus: güvercinde %9,2 SO, %58,9 FOG, %30,1 FG
bıldırcında %8,6 SO, %80,6 FOG, %9,79 FG

Kaslarının lif dağılımları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

M. flexor perforatus digiti III: güvercinde %17,6 SO, %67,6 FOG, %13,13 FG
bıldırcında %8,07 SO, %78,4 FOG, %12,2 FG

Bıldırcında FOG lif sayısı güvercine göre fazladır.

M. flexor perforatus digiti IV: güvercinde %19,2 SO, %61,7 FOG, %17,8 FG
bıldırcında %18,25 SO, %73 FOG, %7,74 FG

Bıldırcında SO lif sayısı güvercine göre daha azdır.

MFHL: güvercinde %25,22 SO, %59,5 FOG, %13,6 FG
bıldırcında %11,53 SO, %76,6 FOG, %10,4 FG

Bıldırcında SO lifleri güvercine göre az ve FOG lif sayısı güvercine göre daha fazladır.

M. flexor perforans et perforatus digiti III: güvercinde %23,5 SO, %48,9 FOG, %26 FG
bıldırcında %2,93 SO, % 80,14, %7,14 FG

Bıldırcında SO ve FG lifleri güvercine göre daha az, FOG lifleri ise daha fazladır.

MFDL: güvercinde %15,4 SO, %61,23 FOG, %21,96 FG
bıldırcında %11,53 SO, %83,4 FOG, %4,14 FG

Bıldırcında SO lif sayısı güvercine göre daha az, FOG lifleri daha fazladır.

M. flexor perforans et perforatus digiti II: güvercinde %8,7 SO, %63 FOG, %26,7 FG
bıldırcında %8,6 SO, %80,6 FOG, %9,79 FG
Bıldırcında FOG lif sayısı güvercine göre fazla ve FG lif sayısı güvercine göre daha azdır.

4.4. İstatistik Bulguları

4.4.1. Radyografik ve Morfometrik Ölçümlerin İstatistiksel Bulguları

Yapılan morfometrik ölçümler de ortalama ağırlık bıldırcında $168.89 \pm 17,18$ gr ve güvercinde $338,58 \pm 11,12$ gr olarak belirlenmiştir.

TBU sırasıyla $150,03 \pm 3,0$ ve $159,51 \pm 6,59$ mm olarak belirlenmiştir.

Dişi ve erkek bıldırcında (Tablo 4), dişi ve erkek güvercinde (Tablo 5) ve bıldırcın ve güvercinlerde (Tablo 6) TU'nun FU'ya oranları incelenmiştir. Mean $\pm$ SD, minimum, maximum ve P değerleri tablo 4, 5 ve 6'da verildi.

Shapiro- Wilk testi sonucunda bıldırcında dişi ve erkek gruplar arasında TU'nun, FU'ya oranlarında normal dağılım gözlenmiştir. Bunun üzerine Parametrik test uygulandı ve sonuçlar tablo 4'de verildi.

Tablo 4. Dişi ve erkek bıldırcında TU'nun, FU'ya oranlarının Mean $\pm$ standard sapma, minimum, maximum ve P değerleri.

	Dişi			Erkek			Total			P
	Mean $\pm$ SD	Min.	Max.	Mean $\pm$ SD	Min.	Max.	Mean $\pm$ SD	Min.	Max.	
TU/FU	$1,26 \pm 0,03$	1,20	1,31	$1,24 \pm 0,02$	1,21	1,27	$1,24 \pm 0,027$	1,20	1,31	0,877

Elde edilen P değerine göre dişi ve erkek bıldırcınlar arasında TU'nun FU'ya oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir.

Shapiro- Wilk testi sonucunda güvercinde dişi ve erkek gruplar arasında TU'nun, FU'ya oranlarında normal dağılım gözlenmiştir. Bunun üzerine parametrik test uygulandı ve sonuçlar tablo 5'de verildi.

Tablo 5. Dişi ve erkek güvercinde TU'nun, FU'ya oranlarının Mean±standard sapma, minimum, maximum ve P değerleri.

	Dişi			Erkek			Total			P
	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	
TU/FU	1,39±0,08	1,22	1,47	1,42±0,05	1,34	1,52	1,40±0,07	1,22	1,52	0,359

Elde edilen P değerine göre dişi ve erkek güvercinler arasında TU'nun FU'ya oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir.

Shapiro- Wilk testi sonucunda bıldırcın ve güvercinler arasında TU'nun, FU'ya oranlarında normal dağılım gözlenmiştir. Bunun üzerine Parametrik test uygulandı ve sonuçlar tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Bıldırcın ve güvercinde TU'nun, FU'ya oranlarının Mean±standard sapma, minimum, maximum ve P değerleri.

	Dişi			Erkek			Total			P
	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	
TU/FU	1,24±0,27	1,20	1,31	1,40±0,07	1,22	1,52	1,32±0,09	1,20	1,52	<0,001*

* P<0,001: istatistiki olarak iki grup arasında 0,001 düzeyinde anlamlı farklılık vardır.

Elde edilen P değerlerine göre bıldırcınlarda dişi ile erkek grupları arasında ve güvercinde dişi ile erkek grupları arasında TU'nun FU'ya oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Fakat bıldırcın ve güvercin grupları arasında yapılan istatistiki değerlendirmeye göre p<0,001 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre de güvercin ve bıldırcınlar arasında TU ve FU oranları bakımından istatistiki olarak anlamlı fark gözlenmiştir.

Shapiro- Wilk testi sonucunda bıldırcında dişi ve erkek gruplar arasında parmak uzunluklarının TBU'ya oranlarında normal dağılım gözlenmedi. Bunun üzerine Non Parametrik test yapıldı ve sonuçlar tablo 7'de verildi.

Tablo 7. Dişi ve erkek bıldırcında her parmağın ayrı ayrı TBU'ya oranlarının Mean±standard sapma, minimum, maximum ve P değerleri.

	Dişi			Erkek			Total			P
	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	
1.PU/TBU	0,03±0,005	0,03	0,05	0,03±0,003	0,03	0,04	0,03±0,006	0,03	0,05	0,005*
2.PU/TBU	0,09±0,006	0,09	0,11	0,10±0,000	0,10	0,10	0,09±0,005	0,09	0,11	0,143
3.PU/TBU	0,13±0,007	0,13	0,15	0,13±0,005	0,13	0,15	0,13±0,006	0,13	0,15	0,971
4.PU/TBU	0,12±0,009	0,11	0,14	0,13±0,008	0,12	0,14	0,12±0,006	0,13	0,15	0,247

*P< 0,05: istatistiki olarak iki grup arasında 0,05 düzeyinde anlamlı farklılık vardır.

Shapiro- Wilk testi sonucunda güvercinde dişi ve erkek gruplar arasında parmak uzunluklarının TBU'ya oranlarında normal dağılım gözlenmedi. Bunun üzerine Non Parametrik test yapıldı ve sonuçlar tablo 8'de verildi.

Tablo 8. Dişi ve erkek güvercinde her parmağın ayrı ayrı TBU'ya oranlarının Mean±standard sapma, minimum, maximum ve P değerleri.

	Dişi			Erkek			Total			P
	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	
1.PU/TBU	0,07±0,01	0,05	0,09	0,07±0,005	0,07	0,08	0,07±0,008	0,05	0,09	0,481
2.PU/TBU	0,10±0,006	0,10	0,12	0,11±0,006	0,10	0,12	0,11±0,006	0,10	0,12	0,143
3.PU/TBU	0,14±0,009	0,13	0,16	0,13±0,005	0,13	0,14	0,13±0,007	0,13	0,16	0,436
4.PU/TBU	0,12±0,006	0,12	0,14	0,12±0,005	0,12	0,13	0,12±0,006	0,12	0,14	0,393

Shapiro- Wilk testi sonucunda bıldırcın ve güvercin grupları arasında parmak uzunluklarının, TBU'ya oranlarında normal dağılım gözlenmedi. Bunun üzerine Non Parametrik test yapıldı ve sonuçlar tablo 9'da verildi.

Tablo 9. Bıldırcın ve güvercinde her parmağın ayrı ayrı TBU'ya oranlarının Mean±standard sapma, minimum, maximum ve P değerleri.

	Bıldırcın			Güvercin			Total			P
	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	
1.PU/TBU	0,03±0,006	0,03	0,05	0,07±0,008	0,05	0,09	0,05±0,02	0,03	0,09	<0,001
2.PU/TBU	0,09±0,005	0,09	0,11	0,11±0,006	0,10	0,12	0,01±0,008	0,09	0,12	<0,001
3.PU/TBU	0,13±0,006	0,13	0,15	0,13±0,007	0,13	0,16	0,13±0,007	0,13	0,16	0,547
4.PU/TBU	0,12±0,009	0,11	0,14	0,12±0,006	0,12	0,14	0,12±0,007	0,11	0,14	0,512

* P<0,001: istatistiki olarak iki grup arasında 0,001 düzeyinde anlamlı farklılık vardır.

Yapılan istatistiki değerlendirme sonucuna göre bildırcında dişi ve erkek gruplar arasında birinci PU'nun TBU'ya oranı bakımından anlamlı bir fark gözlenirken, diğer parmakların oranları için herhangi bir farklılık gözlenmemiştir.

Güvercinler de parmak uzunluklarının TBU'ya oranları bakımından yapılan değerlendirme sonucunda anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

Bıldırcın ve güvercinler arasında birinci ve ikinci parmak uzunluklarının TBU'ya oranları bakımından istatistiki olarak önemli derecede anlamlı farklılık gözlenmiştir. Üçüncü ve dördüncü parmak uzunluklarının TBU'ya oranları bakımından herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Anisodactyl şekilde düzenlenmiş ayak yapısına sahip kanatlı hayvanlarda, kavrama bakımından bu sonucun önemli olduğu düşünölmektedir.

Radyografik görüntü ölçümlerinden elde edilen sonuçların istatistiki değerlendirmesinde Mean±SD, minimum ve maximum değerleri hesaplandı. İki grupta PBN'lerin, TMU'ya oranlarının normal dağılıp dağılmadığını incelemek için Shapiro-Wilk testi yapıldı. Test sonucunda parmak bağlantı noktalarının TMU'ya oranında 1., 2. ve 4. parmak oranlarının normal dağılmadığı, 3. parmak oranları ve TMU'nun ise normal dağılım gösterdiği belirlendi. Buna bağlı olarak üçüncü parmak oranları ve TMU için Parametrik test yapılırken, birinci, ikinci ve dördüncü parmakların oranları için Non Parametrik test uygulandı. Testler sonucunda elde edilen değerler tablo 10'da verildi.

Tablo 10. Bıldırcın ve güvercinde TMU ve her parmağın ayrı ayrı çıkış noktalarının TMU'ya oranlarının Mean±standard sapma, minimum, maximum ve P değerleri.

	Bıldırcın			Güvercin			Total			P
	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	
1.PBN/ TMU	0,93±0,01	0,92	0,95	0,98±0,007	0,97	0,99	0,95±0,02	0,92	0,99	<0,001*
2.PBN/ TMU	0,98±0,004	0,98	0,99	0,98±0,005	0,98	0,99	0,98±0,004	0,98	0,99	0,481
3.PBN/ TMU	1±0,00	1,00	1,00	1,00±0,00	1,00	1,00	1,00±0,00	1,00	1,00	1,00
4.PBN/ TMU	0,98±0,006	0,97	0,99	0,98±0,004	0,98	0,99	0,98±0,005	0,97	0,99	0,912
TMU	30,45±0,77	29,46	31,88	30,17±1,60	27,66	32,24	30,31±1,23	27,66	32,24	0,618

* p<0,001: istatistiki olarak iki grup arasında 0,001 düzeyinde anlamlı farklılık vardır.

Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda iki grup arasında (Bıldırcın ve Güvercin) 2. 3. ve 4. parmakların bağlanma noktalarının, ayrı ayrı TMU'ya oranları ve TMU bakımından istatistiki olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Fakat 1. parmağın çıkış

noktasının TMU'ya oranı bakımından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

4.4.2. İmmunohistokimyasal Hesaplamaların İstatistiksel Bulguları

0/TKL, 1/TKL ve 2/TKL oranlarının Mean $\pm$ SD, minimum, maximum ve P değerleri tablo 11'de sunuldu.

İstatistiksel değerlendirme sonucuna göre M. gastrocnemius'un pars medialis'i, M. gastrocnemius'un pars lateralis'i, M. flexor perforatus digiti II, M. tibialis cranialis ve M. fibularis longus kaslarının lif dağılımları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

- M. flexor perforatus digiti III kası için 1/TKL oranı (P= 0,043),
- M. flexor perforatus digiti IV için 0/TKL oranı (P= 0,011),
- MFHL kası için 0/TKL (P= 0,018) ve 2/TKL oranları (P= 0,006),
- M. flexor perforans et perforatus digiti III için 0/TKL (P< 0,001), 2/TKL (P=0,023) ve 1/TKL (P= 0,002) oranları,
- MFDL için 0/TKL (P= 0,011) ve 1/TKL (P= 0,005) oranları,
- M. flexor perforans et perforatus digiti II için 2/TKL (P= 0,039) ve 1/TKL (P= 0,0025) oranı bakımından güvercin ve bildircinler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir.

Tablo 11. Bildircin ve güvercinde crus bölgesi kaslarının ayrı ayrı toplam lif sayılarına oranlarının Mean±standard sapma, minimum, maximum ve P değerleri.

		Bildircin			Güvercin			Total			P
		Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	Mean±SD	Min.	Max.	
M. gastrocnemius Pars medialis	0/TKL	0,16±0,17	0,00	0,49	0,17±0,13	0,003	0,35	0,17±0,15	0,00	0,49	0,952
	2/TKL	0,10±0,10	0,00	0,35	0,24±0,18	0,01	0,57	0,17±0,16	0,00	0,57	0,052
	1/TKL	0,71±0,16	0,50	0,91	0,53±0,14	0,36	0,70	0,62±0,17	0,36	0,91	0,075
M. flexor perforatus digiti III	0/TKL	0,08±0,08	0,003	0,26	0,17±0,12	0,03	0,38	0,12±0,11	0,003	0,38	0,059
	2/TKL	0,12±0,07	0,01	0,26	0,13±0,07	0,003	0,25	0,12±0,07	0,003	0,26	0,785
	1/TKL	0,78±0,08	0,65	0,89	0,67±0,06	0,54	0,73	0,73±0,09	0,54	0,89	0,043*
M. flexor perforatus digiti II	0/TKL	0,18±0,22	0,00	0,66	0,19±0,12	0,06	0,52	0,18±0,17	0,00	0,66	0,218
	2/TKL	0,07±0,08	0,002	0,28	0,17±0,23	0,01	0,72	0,12±0,18	0,002	0,72	0,315
	1/TKL	0,73±0,25	0,31	0,99	0,61±0,22	0,09	0,82	0,67±0,24	0,09	0,99	0,190
	0/TKL	0,05±0,09	0,00	0,24	0,21±0,12	0,06	0,47	0,13±0,13	0,00	0,47	0,011*

M. flexor perforatus digiti IV	2/TKL	0,13±0,12	0,00	0,33	0,14±0,11	0,03	0,43	0,14±0,11	0,00	0,43	0,971
	1/TKL	0,79±0,14	0,62	0,89	0,62±0,13	0,34	0,81	0,70±0,16	0,34	0,98	0,143
M. flexor hallucis longus	0/TKL	0,11±0,07	0,003	0,23	0,25±0,15	0,002	0,55	0,18±0,13	0,002	0,55	0,018*
	2/TKL	0,10±0,05	0,04	0,24	0,13±0,17	0,02	0,62	0,12±0,12	0,02	0,62	0,631
	1/TKL	0,76±0,08	0,62	0,88	0,59±0,14	0,37	0,78	0,68±0,14	0,37	0,88	0,006*
M. flexor perforans et perforatus digiti III	0/TKL	0,02±0,03	0,00	0,12	0,23±0,13	0,01	0,41	0,13±0,14	0,00	0,41	0,000**
	2/TKL	0,07±0,04	0,004	0,16	0,26±0,23	0,04	0,69	0,11±0,10	0,004	0,34	0,023*
	1/TKL	0,80±0,25	0,09	0,95	0,48±0,20	0,14	0,83	0,64±0,27	0,09	0,95	0,002*
M. tibialis cranialis	0/TKL	0,09±0,08	0,00	0,26	0,13±0,11	0,01	0,34	0,11±0,10	0,00	0,34	0,369
	2/TKL	0,05±0,03	0,01	0,11	0,09±0,07	0,01	0,23	0,07±0,06	0,01	0,23	0,138
	1/TKL	0,84±0,11	0,61	0,98	0,75±0,11	0,59	0,91	0,79±0,12	0,59	0,98	0,107
M. flexor digitorum longus	0/TKL	0,11±0,31	0,00	1,00	0,15±0,12	0,06	0,48	0,13±0,23	0,00	1,00	0,011*
	2/TKL	0,04±0,05	0,00	0,16	0,21±0,32	0,01	0,86	0,13±0,24	0,00	0,86	0,052

	1/TKL	0,83±0,29	0,00	0,99	0,61±0,30	0,006	0,87	0,72±0,31	0,00	0,99	0,005*
M. fibularis longus	0/TKL	0,14±0,16	0,02	0,51	0,09±0,07	0,003	0,20	0,12±0,12	0,003	0,51	0,684
	2/TKL	0,26±0,30	0,003	0,75	0,30±0,34	0,04	0,83	0,28±0,31	0,003	0,83	0,315
	1/TKL	0,57±0,28	0,21	0,92	0,58±0,34	0,01	0,86	0,58±0,30	0,01	0,92	0,912
M. flexor perforans et perforatus digiti II	0/TKL	0,08±0,11	0,00	0,35	0,08±0,09	0,00	0,32	0,08±0,10	0,00	0,35	0,423
	2/TKL	0,09±0,06	0,01	0,23	0,26±0,23	0,02	0,79	0,18±0,18	0,01	0,79	0,039*
	1/TKL	0,80±0,12	0,55	0,97	0,63±0,18	0,20	0,82	0,71±0,17	0,20	0,97	0,023*
M. gastrocnemius Pars lateralis	0/TKL	0,21±0,14	0,06	0,43	0,14±0,14	0,04	0,53	0,17±0,14	0,36	0,93	0,31
	2/TKL	0,14±0,12	0,01	0,34	0,16±0,13	0,03	0,39	0,15±0,12	0,01	0,39	0,579
	1/TKL	0,63±0,15	0,36	0,93	0,67±0,13	0,42	0,84	0,65±0,14	0,36	0,93	0,492

*: P< 0,05 düzeyinde istatistiki olarak gruplar arasında 0/TKL, 2/TKL, 1/TKL değerleri bakımından anlamlı fark vardır.

** : P<0,001 düzeyinde istatistiki olarak gruplar arasında 0/TKL, 2/TKL, 1/TKL değerleri bakımından anlamlı fark vardır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Kas Anatomisi

Bu güne kadar farklı kanatlı hayvanlarda arka bacak kasları detaylı olarak incelenmiştir. Carril ve ark.'nin 2014 yılında papağanlarda, Mosto'nun 2016 yılında baykuşlarda, Gangl ve ark.'nin 2004 yılında deve kuşlarında, rapor ettikleri çalışmalar geçmişte çeşitli kanatlı hayvanlarda makroskobik incelemelerin yapıldığına örnektir.

5.1.1. İntertarsal Eklem Kasları

- **Musculus Tibialis Cranialis:** Caput tibiale, crista cnemialis cranialis'ten, patella'dan ve güvercinde ayrıca crista cnemialis lateralis'ten, caput femorale, femur'un condylus lateralis'inin distal'inden, güvercinde craniodistal'inden kalın bir tendon halinde ve crista cnemialis lateralis'ten çıkış yapmasının literatür ile uyumlu olduğu belirlenmiştir (Mosto, 2016; Gangl ve ark., 2004; Cracraft, 1971; Hudson, Lanzillotti ve Edwards, 1959; Carril, Mosto, Picasso ve Tambussi, 2014; König, Korbel ve Liebich, 2016; Nickel, Schummer ve Seiferle 1977). Gangl ve ark. (2004), iki başın TBT'un proximal üçte birde birleştiğini belirtmesine rağmen, Hudson ve ark. (1959)'un belirttiği gibi başların TBT'un ortası düzeyinde birleştiği gözlenmiştir. Gangl ve ark. (2004), Carril ve ark. (2014) ve König ve ark. (2016)'ya uygun olarak retinaculum extensorium tibiotarsi tarafından tendon sabitlenmiştir. İnsertion tendonu literatüre uygun bir şekilde sonlanmaktaydı (Mosto, 2016, Gangl ve ark., 2004).

- **Musculus Fibularis Longus:** Kasın çıkış bölgeleri olan crista cnemialis lateralis (Cracraft, 1971; König ve ark., 2016), crista cnemialis cranialis (Gangl ve ark., 2004; Hudson ve ark., 1959; Carril ve ark., 2014), patella (Getty, 1975) literatür'e uygunken, ilave olarak kasın TBT'un proximal parçasının craniolateral'inden çıkış yaptığı gözlenmiştir. Gangl ve ark. (2004) TBT'un distal ucunda, Cracraft (1971) ise crus'un distal 1/4'lük kısmında tendonuna geçtiğini ifade etmesine rağmen TBT'un distal 1/3'ünde tendonuna geçtiğini tespit ettik. Literatüre uygun olarak yapışma kirişi m. flexor perforatus digit III kirişine katılır (Gangl ve ark., 2004; Cracraft, 1971; Hudson ve ark., 1959; König ve ark., 2016; Getty, 1975). Bu katılmanın bildiricin da TMT'un yarısına güvercinde ise TMT'un üst 1/3'lük kısmında olduğunu belirledik.

- **Musculus Fibularis Brevis:** Cracraft (1971), Hudson ve ark. (1959) ve Nickel ve ark. (1977)'ne uygun olarak, TBT ve fibulae'nın gövdelerinin lateral'inden çıkış

yaptığı belirlendi. Kas tendonunun Getty (1975) ile uyumlu olarak intertarsal eklemi çarpazladığını tespit ettik. Yapışma yerinin ise Mosto (2016)'nunda belirttiği gibi tuberositas m. fibularis brevis olduğunu saptadık.

- **Musculus Gastrocnemius:** Pars lateralis'in Mosto (2016), Gangl ve ark. (2004), ve Carril ve ark. (2014)'nin belirttiği gibi tuberculum m. gastrocnemialis lateralis üzerinden, pars intermedia'nın Hudson ve ark. (1959), König ve ark. (2016) ve Nickel ve ark. (1977)'nin belirttiği gibi condylus medialis femoris'in mediali ve proximal'inden, pars medialis'in ise Hudson ve ark. (1959) ve König ve ark. (2016)'nin ifade ettiği gibi patella'dan orijin aldığını belirledik. Getty (1975)'nin de belirttiği gibi intermedial baş ve medial baş tendonlarının birleşerek, ortak tendon olan tendo m. gastrocnemius'u oluşturduklarını ve üç başında flexor tendonları tarsus'un arkasında tutan sert bir yaprak oluşturduklarını tespit ettik.

- **Musculus Plantaris:** König ve ark. (2016) ile uyumlu olarak kasın TBT'un proximal olarak caudomedial yüzeyi'nden ve ayrıca bıldırcında corpus tibiotarsi'nin üst 1/3'lük bölümünden çıkış yaptığını belirledik. Tendonunun ise Cracraft (1971), Hudson ve ark. (1959) ve König ve ark. (2016)'nin ifade ettiğine uygun şekilde cartilago tibialis'in proximomedial'ine yapıştığını tespit ettik.

5.1.2. Parmakların Uzun Kasları

- **Musculus Extensor Digitorum Longus:** Mosto (2016), Gangl ve ark. (2004), Cracraft (1971), Carril ve ark. (2014) ve König ve ark. (2016)'nin bildirdiği gibi sulcus intercnemialis'ten ve crista cnemialis caudalis'ten ve ayrıca TBT'un dorsal yüzünün 2/3'lük kısmı boyunca, güvercinde ise kassel kısmının tamamen TBT'un dorsal yüzü boyunca çıkış yaptığını belirledik. Güvercinde Gangl ve ark., 2004'nin belirttiği gibi TBT'un distal 1/3'ünde fakat, bıldırcında bilek eklemının hemen üst kısmında kırığine geçtiğini tespit ettik. Tendonunun Mosto (2016) ve Gangl ve ark. (2004)'ne uygun olarak retinaculum extensorium altında distale doğru ilerlediğini belirledik. Cracraft (1971), Hudson ve ark. (1959) tendonun TMT'un yaklaşık distal üçte ikilik kısmında iki kola ayrıldığını rapor etmesine rağmen, bıldırcında distal 1/3'te 2. parmağa, distal 1/5'te ise 3. ve 4. parmaklara giden kollara ve Gangl ve ark. (2004)'ne uygun olarak güvercinde kırışel yapının TMT'un distalinde üçe ayrıldığını saptadık. Birçok accessory kol ile proximal interphalangeal eklem kapsulalarına uzandığını Getty (1975) belirtse de, Mosto (2016), Gangl ve ark. (2004), Cracraft (1971), Hudson ve

ark. (1959), Carril ve ark. (2014), König ve ark. (2016) ve Getty (1975)'nin belirttiği gibi tendonun son ve esas kollarının II, III ve IV. parmakların tuberculum extensoriumlarına yapıştığını gözledik.

- **Musculus Flexor Perforatus Digiti II:** Mosto, 2016 ve Carril ve ark. (2014)'nin iki baş halinde tarif ettiği kasın 3 ayrı baştan oluştuğunu tespit ettik. Caput fibulare'nin m. flexor digiti III'ün caput fibulare'sinin iç tarafından, caput intermediale'sinin Cracraft (1971)'in ifade ettiği gibi epicondylus lateralis'in medial'inden, caput femorale'nin ise Nickel ve ark. (1977)'nin belirttiği gibi fossa poplitea'dan orijin aldığını belirledik. Cracraft (1971)'inde belirttiği gibi TMT proximal'inde kas tendonunun m. flexor perforans et perforatus digiti II ve MFDL tarafından delinerek çatallandığı belirledik. Mosto (2016), Cracraft (1971), Hudson ve ark. (1959), Carril ve ark. (2014)'na uygun şekilde tendonun 2. parmağın proximolateral'ine yapıştığını saptadık.

- **Musculus Flexor Perforatus Digiti III:** Cracraft (1971) ve Hudson ve ark. (1959)'ın belirttiği gibi iki baş halinde çıkış yapan kasın, femoral başı'nın Cracraft (1971) ve Gangl ve ark. (2004) ile uygun şekilde fossa poplitea'dan, fibular başı'nın ise Hudson ve ark. (1959)'nın belirttiği ile uygun şekilde caput fibulae'nin proximal'inden köken aldığını saptadık. Cracraft (1971), kas karınlarının tibial kırırdağın proximalinde birleştiğini söylesede, bu birleşme yerinin TBT'un proximal 1/3'ünde olduğunu belirledik. Bildircında TBT'un ortası, güvercinde ise alt 1/3'ünde kirişine geçtiğini tespit ettik. Bacağın caudalinde distale doğru inen kirişin, TBT'un yaklaşık olarak ortalarında m. flexor perforans et perforatus digiti III'ün kirişi ile bir vinculum tendineum flexorum ile beğlandığını belirledik. Cracraft (1971) ve Carril ve ark. (2014)'nin ifade ettiğine uygun şekilde tarsometatarsal eklem hizasında tendonun m. flexor perforans et perforatus digiti III ve MFDL tarafından delindiğini saptadık. Carril ve ark. (2014)'nin rapor ettiğine benzer şekilde kolların 3. parmağın 2. phalanx'ının lateral ve medialinde sonlandığını gördük.

- **Musculus Flexor Perforatus Digiti IV:** Gangl ve ark. (2004)'nin belirttiği şekilde kas'ın bildircında iki baş, güvercinde üç baş, halinde olduğunu belirledik. Güvercinde caput femorale'nin Mosto (2016), Cracraft (1971) ve Hudson ve ark. (1959)'un belirttiği ile uyumlu olarak fossa poplitea'dan ve regio intercondylaris'ten, caput intermediale'nin epicondylus lateralis'ten, caput fibulare'nin fibulae'nin extremitas

proximalis'inden köken aldığı gözlemledik. Bildircında caput fibulare König ve ark. (2016) ile uyumlu olarak fibulae'nın proximal kısmı ve m. ambiens'in tendonunda, caput femorale'nin Mosto (2016), Cracraft (1971) ve Hudson ve ark. (1959)'un belirttiği ile uyumlu olarak fossa poplitea'dan çıkış yaptığını belirledik. Carril ve ark. (2014) ile uyumlu olarak tendonun TBT'un distalinde MFDL'nin tendonu tarafından delindiğini saptadık. Gangl ve ark. (2004) ve Cracraft (1971)'in belirttiğine uygun şekilde tendonun metatarsophalangeal eklem hizasında 3'e ayrıldığını belirledik. Kolların literatür bilgilerine uygun olarak 4. parmağın 2, 3 ve 4. phalanx'larının medial'inde sonlandığını tespit ettik.

- **Musculus Flexor Perforans et Perforatus Digiti II:** Kas Hudson ve ark. (1959), Nickel ve ark. (1977) ve Getty (1975)'in belirttiği gibi epicondylus lateralis'ten köken alırken, bildircında caudolateral ve distal'inden, güvercinde ise lateral ve distal'inden çıkış yaptığını belirledik. Güvercinde TBT'un ortası, bildircında üst 1/3'ünde kirişine geçtiğini tespit ettik. Kasın tendonunun Hudson ve ark. (1959) ve Getty (1975)'e uygun olarak 2. parmağın 1. phalanx'ının basisinde, m. flexor perforatus digiti II tendonunu deldiğini gözlemledik. Cracraft (1971)'in belirttiğine uygun şekilde phalanx I'in trochleası hizasında MFDL'nin kirişi tarafından delindiğini saptadık. Bu kısımda lateral ve medial olarak iki kola ayrılarak, 2. phalanx'ın basisine yapışarak sonlanmasının Carril ve ark. (2014)'nin ifade ettiğine uygun olduğunu belirledik.

- **Musculus Flexor Perforans et Perforatus Digiti III:** İki baş halinde bulunan kasın güvercinde kassel kirişsel, bildircında kassel olarak çıkış yaptığını belirledik. Caput proximale'nin König ve ark. (2016) ve Getty (1975)'nin belirttiğine uygun olarak, lig. patella ve crista cnemialis lateralis'in lateral'inden, caput distale'nin de Mosto, 2016 ve Gangl ve ark. (2004)'nın belirlediği gibi fibulae'nın proximal'inden çıkış yaptığını tespit ettik. Kasın Gangl ve ark. (2004) ile uyumlu olarak TMT ortasında tendonuna geçtiğini gözlemledik. Cracraft (1971) ve Getty (1975) ile uyumlu olarak kirişinin 3. parmağın trochleasının hemen üzerinde m. flexor perforans et perforatus digiti II ve m. flexor perforatus digiti III'ün kirişleri ile vinculum tendineum flexorium ile birleştiğini saptadık. Cracraft (1971), tarsometatarsal eklem düzeyinde olduğunu belirtmesine rağmen, 3. parmağın phalanx I'i hizasında m. flexor perforatus digiti III'ü deldiğini ve Cracraft (1971) ve Hudson ve ark. (1959), 1. phalanx hizasında belirtse de, phalanx II hizasında MFDL'nin kirişi tarafından delindiğini gözlemledik. Bu

sayede iki kola ayrıldığını ve kolların 3. parmağın 3. phalanx'ının lateral ve medialine yapışarak sonlandığını belirledik.

- **Musculus Flexor Digitorum Longus:** Hudson ve ark. (1959) ile uyumlu olacak şekilde iki baş halinde olan kasın, caput fibulare'sinin Getty (1975) ile uyumlu olarak fibulae'nın proximal kısmı ve caudal'inden caput tibiale'sinin Gangl ve ark. (2004), Cracraft (1971) ve Carril ve ark. (2014) ile uyumlu olarak TBT'un proximal kısmının caudomedial'inden, corpus'un caudal'inden, Mosto, 2016 ve Hudson ve ark. (1959) ile uyumlu olarak boylu boyunca fibulae'nın caudal kısmından kassel olarak çıkış yaptığını belirledik. TMT ortası düzeyinde MFHL ile bir vinculum aracılığı ile birleştiğinin belirlenmesi ile Gangl ve ark. (2004)'na katılmamıza rağmen, Mosto (2016), Cracraft (1971) ve Carril ve ark. (2014) ile aynı fikirde değiliz. Bıldırcında TMT'un distalinde, güvercinde ise alt 1/3'lük kısmında 2, 3 ve 4. parmaklar için kollara ayrıldığını tespit ettik. Literatür'de farklı şekillerde phalanx'lara kollar verdiğini belirten, Mosto (2016), Gangl ve ark. (2004), ve Hudson ve ark. (1959)'a uyumlu olarak, 2, 3 ve 4. parmakların son phalanx'ların tuberculum extensorium'larına yapıştığını saptadık.

- **Musculus Flexor Hallucis Longus:** Mosto, 2016 ve König ve ark. (2016)'na uygun olarak iki baş halindeki kasın caput proximale'si Nickel ve ark. (1977) ile uyumlu olarak condylus lateralis femoris'ten, caput distale'sinin de Hudson ve ark. (1959)'nın belirttiği gibi regio intercondylaris'ten köken aldığını belirledik. Gangl ve ark. (2004) ile uyumlu olarak bıldırcında TBT'un distal 1/3'ünde ve güvercinde distal 1/5'inde tendonuna geçtiğini tespit ettik. Mosto, 2016 ve Carril ve ark. (2014)'na zıt fakat Gangl ve ark. (2004) ile uyumlu olacak şekilde TMT ortasında MFDL ile bir vinculum aracılığı ile bağlandığını gözlemledik. Ayrıca Hudson ve ark. (1959) ile uyumlu olarak 1. parmağın 1. phalanx'ının basisi hizasında m. flexor hallucis brevis'i deldiğini saptadık. Literatür'e uygun olarak 1. parmağın phalanx distalis'inin tuberculum flexorium'unda sonlandığını belirledik.

TKM ismi verilen mekanizma bacağın flexor kaslarından meydana gelir (Quinn ve Baumel, 1990). Bu mekanizmadaki en önemli kaslar MFDL ve MFHL'dur. Bu iki flexor doğrudan ayak parmaklarına bağlanır ve herhangi bir artan gerginlik, kas kasılması olmadan ayak parmaklarının tünek üzerinde otomatik olarak kavramasını sağlar (Watson, 1869; Schaffer, 1903; Schranke, 1930; Bock, 1965; Galton ve

Shepherd, 2012). Kuş bir dal üzerine oturduğu zaman vücut ağırlığı aracılığıyla tendonlardaki çıkıntılar, kılıflardaki çukurların içine bastırılır ve iki yapı birbirine iliklenir. Bükülmüş tendonlar TKM oluşturur (Quinn ve Baumel, 1990; Galton ve Shepherd 2012, Schaffer, 1903, Ranvier, 1889; Goslow, 1972). Çalışmamızda benzer şekilde cırcır benzeri bu mekanizmanın oluşmasında görevli MFDL ve MFHL kaslarının tendonlarında tüberküller ve kılıf yapılarının varlığını belirledik. Aynı zamanda bu yapıların güvercinlerde daha kuvvetli ve belirgin olduğu görüşündeyiz.

- **Musculus Popliteus:** Gangl ve ark. (2004) ve Hudson ve ark. (1959) ile uyumlu olarak caput fibulae'nın caudal'inden çıkan kasın, Gangl ve ark. (2004)'nın ifade ettiği gibi TBT'un proximocaudal yüzünde sonlandığını belirledik.

5.1.3. Tarsometatarsus Bölgesi (Parmakların Kısa) Kasları

- **Musculus Extensor Hallucis Longus:** Mosto, 2016 ve Hudson ve ark. (1959)'nın de belirttiği gibi TMT'un proximomedial kısmından ve literatürden farklı olarak sulcus extensorius'tan çıktığını belirledik. Mosto, 2016 ve König ve ark. (2016) ile uyumlu olarak hallux'un 2. phalanx'ının tuberculum extensorium'unda sonlandığını tespit ettik. Tendonun bıldırcında güvercine göre daha güçlü olduğunu gözlemledik.

- **Musculus Abductor Digiti II:** Genel olarak Mosto, 2016'nun ifade ettiğine uygun şekilde TMT'un dorsomedial'inden kassel olarak çıkış yapmasına ek olarak, güvercinde distal 1/3, bıldırcında distal ¼'ten başlangıç aldığını gözlemledik. 2. parmağın 1. phalanx'ının basisinin dorsomedial'ine yapıştığını ifade eden Mosto, 2016 ve Getty (1975)'e katılmaktayız.

- **Musculus Extensor Brevis Digiti III:** Getty (1975)'nin ifade ettiği gibi TMT'un ortası düzeyinde kassel olarak çıkış yaptığını belirledik. Kas güvercinde görülmedi. 3. parmağın 1. phalanx'ının dorsal yüzünün proximalinde yer alan tuberculum extensorium'da sonlandığını tespit etmemizle König ve ark. (2016) ve Getty (1975)'e katılmaktayız.

- **Musculus Extensor Brevis Digiti IV:** Hudson ve ark. (1959) ile uyumlu olarak TMT'un proximal kısmından kassel olarak çıkış yaptığını saptadık. Kasın güvercinde daha kuvvetli olduğunu ve distal 1/3'üne kadar, bıldırcında ise yarısına kadar uzandığını belirledik. Kasın girişinin foramen vasculare distale'den geçip, 4. parmağın 1. phalanx'ının proximomedial'ine yapıştığını belirlememizle Gangl ve ark. (2004), Getty (1975) ve König ve ark. (2016)'na katılmaktayız.

- **Musculus Extensor Proprius Digiti III**

Bıldırcın'da bulunmayan kasın, Cracraft (1971)'ın ifade ettiği şekilde m. tibialis cranialis'in insertion seviyesinden, TMT'un dorsoproximal'inden çıkış yaptığını gözlemledik. Cracraft (1971), Hudson ve ark. (1959) ve Carril ve ark. (2014)'na uygun şekilde 3. parmağın 1. phalanx'ının proximal ucunun dorsal köşesinde sonlandığını belirledik.

- **Musculus Flexor Hallucis Brevis:** Mosto (2016), Cracraft (1971), Hudson ve ark. (1959) ve Carril ve ark. (2014)'nın ifade ettiğine uygun olacak şekilde TMT'un posteromedial yüzeyinden kassel olarak çıkış yaptığını belirledik. Literatür'e ek olarak çıkış yerinin fossa parahypotarsalis medialis olduğunu gözlemledik. Hudson ve ark. (1959) ve Getty (1975) TMT'un üzerinde MFHL tarafından delindiği bildirirse de yaptığımız diseksiyonda phalanx proximalis'in basis'inin plantarında MFHL'nin yapışma kirişi tarafından delindiğini saptadık. Hudson ve ark. (1959) ve Getty (1975)'nin ifade ettiğine uygun şekilde hallux'un, phalanx I'inin plantar kısmının proximaline yapıştığını belirledik.

- **Musculus Adductor Digiti II:** Cracraft (1971), Getty (1975) ve König ve ark. (2016)'na uygun olarak TMT'un arka yüzeyinden ve distal'inden (1/3) çıkış yaptığını belirledik. Kasın 2. parmağın 1. phalanx'ının plantar kısmının proximomedial'inde sonlandığını tespit ederek Mosto (2016), Getty (1975) ve Hudson ve ark. (1959)'na katılmaktayız.

- **Musculus Abductor Digiti IV:** TMT'un plantoproximal kısmından, caudolateral tarafın proximal çeyreğinden çıkış yaptığını ifade eden, Gangl ve ark. (2004), Cracraft (1971) ve Getty (1975)'e katılmaktayız. Kas karnının güvercinde TMT distaline kadar uzanırken, bıldırcında ise TMT'un proximal 1/3'ünde bulunduğunu belirledik. Kas tendonunun Mosto (2016), Hudson ve ark. (1959) ve Getty (1975)'nin belirttiğine uygun olarak, 4. Parmağın, 1. phalanx'ının lateralinde sonlandığını tespit ettik.

- **Musculus Lumbricalis:** Cracraft (1971), Hudson ve ark. (1959) ve König ve ark. (2016)'na uygun olarak MFDL'un tendonunun kemiğe bakan tarafından çıkış yaptığını belirledik. König ve ark. (2016)'nın de ifade ettiği gibi 2. ve 3. parmakların, metatarsophalangeal ekleminin plantar ligamenti'nde, güvercinde ise 3. ve 4. parmakların, plantar ligament'inde sonlandığını saptadık.

5.2. Morfometrik Ölçümler

Bu güne kadar kanatlı hayvanlarda çeşitli kemikler üzerinde morfometrik ölçüm ve analizler yapılmıştır. Çeşitli kanatlılarda sternum'un morfometrik analizi (Düzler, Özgel ve Dursun, 2006), kızıl şahin'de kanat kemikleri (Atalar, Kürtül ve Özdemir 2007), yapısal varyasyonlar bakımından sternum ve cranium kemikleri (Singh, Bamon, Dixit ve Sougrakpam, 2015), vücut kütle tahmini için femur, humerus, os coracoides, tibiae gibi kemiklerin (Field, Lynner, Brown ve Darroch, 2013), martılarda 3D modellemede, beç tavuğu ve hindide cranium kemikleri (Gezer İnce, Demircioğlu, Yılmaz, Ağyar ve Dusak 2018; İlgün, Akbulut ve Kuru 2016), kaya kekliği ve sülün'de vertebral kemikler (Yüksel ve Tıpırdamaz 2012)'in incelendiği çalışmaları örnek vermek mümkündür. Ayrıca Biewener (2005) ve Anderson, McBrayer ve Herrel (2008)'in yaptığı çalışmalarda kemikler ve kaslar aktif olarak görme, hareket ve göç gibi yaşamsal faaliyetlerde büyük rol oynadıkları için morfometrik ölçümleri yapılmıştır. Bazı çalışmalarda bu morfometrik ölçümlerden index hesaplamaları da yapılmıştır (Mabelebele ve ark., 2017).

Ossa cruris ve femur kemiklerinin uzunlukları arasında yapılan oranlamalarda tavukta ossa cruris'in vücudun en büyük kemiği olduğu ve femur'dan 1/3 oranında daha uzun olduğunu (Çalışlar 1977), güvercinde femur'un TMT ile aynı uzunlukta, TU'nun yarısından biraz fazla olduğunu (Getty, 1975; Chiasson 1984; McLelland 1990), kaya kekliği ve sülünlerde femur'un tibiae'nin yaklaşık 2/3'ü olduğunu (Başoğlu ve Beşoluk, 2016), ördek, kaz ve tavus kuşunda TU'nun, FU'nun yaklaşık iki katı olduğu (Nickel ve ark., 1977), tepeli pelikanlarda TBT'un femur'dan 3/4 oranında daha uzun olduğunu (İlgün, Özkan, Karan ve Yılmaz 2019) bildiren çalışmalar mevcuttur. Buradan hareketle bu kaynaklara uyum sağlayacak şekilde TBT'un femur'dan güvercinde 3/4 oranında, bıldırcında ise 4/5 oranında uzun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca iki tür arasında bu iki kemik uzunluklarının oranlanması bakımından yapılan istatistiki değerlendirmede anlamlı bir fark görülmüştür ($P < 0,001$).

Yapılan bu çalışmalarda bacak uzunluğunun hayvanda çevresel adaptasyona etki ettiği rapor edilmiştir (Zeffe ve Norberg, 2003). Tüneyen kuşlarda ağırlık merkezi yere daha yakın olacağından özellikle TMT olmak üzere bacak uzunluklarının azalması stabiliteyi arttırmaktadır (Grant 1966; Schulenberg 1983). Çalışmamızda yapılan

istatistiki değerlendirme sonucunda iki tür arasında TMU bakımından anlamlı bir fark gözlenmediği için bu görüşe benzer bir sonuç elde edilmemiştir.

Kuşlarda tüneme adaptasyonu ayakların proporsiyon değişiklikleri (Hopson, 2001; Kavanagh ve ark., 2013; Backus ve ark., 2015) ve ayak parmaklarının yeni bir yöneliminden (anisodactyl yapı) oluşur (Bock ve Miller, 1959; Sustaiata ve ark., 2013).

Hallux yırtıcı hayvanlarda avın kavranması ve yakalanması durumlarında oldukça önemlidir (König ve ark., 2016). Zygodactyl ve heterodactyl ayak yapılarında esas görev hallux'un yanındaki diğer parmakta iken, anisodactyl yapıda esas görev hallux'tadır. Karşıdaki üç parmak hallux'u karşılar vaziyette kavramaya yardımcı olmaktadır (Abourachid ve ark., 2017). Tüneme özelliğinde olan kuşların çoğunda yani anisodactyl ayak yapısında hallux kavrama hareketinde oldukça önemlidir (Botelho ve ark., 2014). Bu görüşe uygun şekilde hem güvercin hemde bıldırcınlarda tünemeyi gerçekleştirmede yardımcı geriye dönük bir hallux gözlenmektedir.

Anisodactyl ayak yapısına sahip tünezebilen türler ince dallarda yaşayan türlerde olduğu gibi büyük bir hallux'a sahiptir (Bock ve Miller, 1959). Amazonetta, Vanellus, penguen gibi karada yürüyen çeşitli türlerde, kısa bir hallux gözlenirken, tırmanan, yırtıcı kuşlar, sürüngenler ve tüneyen kuşlarda büyük bir hallux bulunduğu rapor edilmiştir (Abourachid ve ark., 2017). Hallux boyutunun yürüyen kuşlarda küçük olması tipik bir adaptasyon olarak kabul edilebilir. Bu parmak Passerine kuşlarda ortadan bile kalkabilir (Raikow, 1985). İki kanatlı türü arasında PU'nun, TBU'ya oranları bakımından istatistiki değerlendirme yapıldı. Bu değerlendirme sonucuna göre bıldırcınlarda dişi ve erkek gruplar arasında hallux'un TBU'ya oranı bakımından anlamlı bir fark gözlenmiştir. Ayrıca iki grup arasında 1. ve 2. PU'nun, TBU'ya oranları bakımından istatistiki olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($P < 0,001$). Bu sonuçlar ile karasal ve ağaçta yaşayan taksonlar arasında phalanx uzunlukları buna bağlı olarak PU bakımından farklılıklar görmek mümkündür (Hopson, 2001; Kavanagh ve ark., 2013) görüşüne katılmaktayız. Ayrıca iki türün özellikle farklı uzunluklarda hallux'lara sahip olmalarının tüneme hareketinde oldukça önemli olduğunu düşünmekteyiz. Bıldırcında hallux'un kısa olmasının tüneme hareketinde tüneği kavramada yetersiz kalabilmeye sebep olabileceğini düşünmekteyiz. Böylece Sustaiata ve ark. (2013)'nın kuşlarda ayak yapılarında parmak konfigürasyonları

(pençe boyutu ve şekli gibi), farklı phalanx uzunlukları kavrama kabiliyetinin artmasını sağlamaktadır şeklindeki görüşüne katılmaktayız.

Anisodactyl ayak yapısına sahip türlerde hallux'un kavramada çok önemli olması sebebiyle tünemede de büyük öneme sahiptir. Bıldırcında hallux'un kısa olmasının, tüneme esnasında oluşacak kavrama hareketinde pasif kalacağını ifade edebileceği görüşündeyiz.

Passeriformes (öz ötücü, preching bird) olarak isimlendirilen tüneme özelliğine sahip olan kanatlılarda hallux'un TMT'a eklemleşmesi diğer parmaklar ile aynı seviyeden olmaktadır. Diğer kanatlılarda ise parmakların TMT'a eklemleşme seviyelerinde farklılıklar görmek mümkündür (Miller RE, 2012; Smith JA, 2016). Çalışmamızda yapılan morfometrik ölçümler ile parmakların TMT'a bağlandıkları noktaların TMT proximaline olan uzaklıkları ve TMU ölçüldü. Bu ölçümlerden elde edilen veriler oranlanarak, istatistiki değerlendirme yapıldı. Bu değerlendirme sonucuna göre 2. 3. ve 4. parmakların bağlanma noktalarının, ayrı ayrı TMU'ya oranları bakımından istatistiki olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Fakat 1. parmağın bağlanma noktasının TMU'ya oranı bakımından güvercin ve bıldırcınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. Tüneyebilen güvercinlerde hallux diğer parmaklar ile yaklaşık aynı noktalardan TMT'a bağlanırken, bıldırcınlarda hallux'un TMT'a diğer parmaklardan daha üst kısımdan bağlandığı sonucuna ulaşmak mümkündür. Bu sayede güvercinlerin tüneme hareketinde hallux'u kolayca kullanabildiği, bıldırcının ise TMT'a üstten bağlanan hallux'u yeterince kullanamadığını düşünmekteyiz.

5.3. Histolojik İnceleme

Kuşlarda ve memelilerde, fibra tipi kompozisyonu ile kas fonksiyonu arasında bir ilişki gözlemlenebilir. Spesifik mekanik fonksiyon alt gruplarıyla ilişkilendirilen üç genel tip fibra türü, literatürde kuşların kaslarını oluşturan unsurlar olarak kabul edilmektedir. Yavaş oksidatif lifler (SO – tip I) nispeten yavaş kasılma hızları sergiler ve nispeten daha az kuvvet üretir, ancak yorulmaya karşı dirençlidir ve yavaş, tekrarlayan hareketler veya durgun izometrik kasılma süreleri gibi, duruşun sürdürülmesi için çok uygundur. Hızlı glikolitik (FG – tip IIb) lifler, hızlı büzülme dinamikleri ve yüksek kuvvet üretimi seviyesi için kabul edilirken, yorulmaya karşı nispeten duyarlıdır. Bu lifler, büyük güç üretimi gerektiren patlama aktiviteleri için

uygundur. Hızlı oksidatif-glikolitik (FOG – tip IIa) lifler, diğer iki tip arasında orta ve aynı zamanda nispeten yorulmaya dirençli olan kuvvet üretimi için büzülme hızlarını ve kapasitelerini gösterir. Bu nedenle bu motor elemanları, daha uzun süreler için yürütülen nispeten yüksek frekans aktiviteleri sırasında kullanışlıdır (Welch ve Altshuler, 2009; Barnard, Lyle ve Pizzey 1982; Brooke ve Kaiser 1970; Bottinelli ve Reggiani, 2000).

Hindi akbabalarında (*Cathartes aura*), beyaz pelikanlar (*Pelecanus erythrorhynchos*) ve albatrosalarda (Diomedidae), m. pectoralis yavaş fibrallardan oluşan bir derin tabaka ve hızlı fibrallardan oluşan bir yüzlek tabakaya bölünür (Rosser ve ark., 1994; Meyers ve Stakebake, 2005). Bu kuşların her birinde, yavaş fibra tabakasının, yükselme veya uçuş esnasında kanadı gergin tuttuğu varsayılmaktadır. Atlarda (*Equus caballus*), m. extensor carpi radialis, işlevsel olarak ayakta durmak için kullanılan yavaş fibra kompartmanına ve hareket için kullanılabilecek ayrı hızlı fibrallar topluluğuna bölünür (Hermanson ve ark., 1998).

Diz flexionunda görevli femur bölgesinde yerleşen m. iliofibularis, m. flexor cruris lateralis ve medialis kasları incelenmiştir. Tüneyen kuşlarda m. iliofibularis'in slow fibra oranının az olduğu söylenmiştir (Walker 2019).

M. soleus kasının evcil tavukta çeşitli işlevleri gerçekleştirebilecek şekilde heterojen bir lif türü popülasyonu içermektedir (Khan, 1976). Yapılan immunohistokimyasal boyama sonucunda farklı oranlarda da olsa her kasta üç lif tipi gözlemlendi. İngiliz serçelerinde gastrocnemius kasıda buna benzer şekilde homojen dağılım gösterir. Lifler %26 SO, %10 FO ve %64 FOG şeklinde sınıflandırılmıştır (Marquez, Sweazea ve Braun, 2006). Wada ve ark. (1999) güvercinde her üç lif tipinde birleşiminden m. gastrocnemius'un oluştuğunu belirtmesi, bu kasın kısa süreli aktivite patlamaları ve dayanıklılık egzersizi için ideal olduğunu düşündürdüğünü rapor etmiştir (Marquez ve ark., 2006). Güvercinde m. gastrocnemius'un pars lateralis ve pars medialis isimli iki parçası da üç lif tipinde içermekteydi. Ayrıca m. gastrocnemius pars medialis güvercinde %17,33 SO, %53,8 FOG, %24,4 FG; bıldırcında %16,9 SO, %71,2 FOG, % 10,58 FG ve m. gastrocnemius pars lateralis güvercinde %14,7 SO, %67,7 FOG, %16,1 FG; bıldırcında %21,1 SO, %63 FOG, % 11,25 FG şeklinde lif dağılımı gözlemlenmiştir.

Welch ve Altshuler 2009 *C. Anna* 'da yaptıkları çalışmada, gecelerini tünelerle geçiren bu kuşların m. gastrocnemius'unun kas fibralarını incelemişler ve yavaş oksidatif lifleri belirlemişlerdir. Bu fibraların bulunmasının izometrik kasılmalarda tüneme işlevi için önemli olduğunu belirtmişlerdir (Welch ve Altshuler 2009). Tüneme mekanizmasında yer alan en önemli kaslar, bazı kuşlarda (Vanden Berge ve Zweers, 1993) bir fibroelastik bant (vinculum tendinum flexorum) ile birbirine bağlanan MFDL ve MFHL'dur. Bu iki flexor doğrudan ayak parmaklarına bağlanır ve herhangi bir artan gerginlik, kas kasılması olmadan ayak parmaklarının tüneler üzerinde otomatik olarak kavramasını sağlar (Watson, 1869; Schaffer, 1903; Schranke, 1930; Bock, 1965; Galton ve Shepherd, 2012). Üçüncü görüş, kuşun flexor kasları ve bunların tendonları minimum güç harcayarak, tünemeyi gerçekleştirecek biçimde düzenlenmiştir şeklindedir (Nickel ve ark., 1977; Dyce ve ark., 2010). Yapılan immunohistokimyasal boyama sonucunda güvercinlerde MFHL, m. flexor perforatus digiti IV, m. flexor perforans et perforatus digiti III, MFDL kaslarının lif kompozisyonlarının minimum güç harcayacak düzeyde SO liflerini bıldırcınlara oranla daha fazla içerdiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca m. flexor perforatus digiti III kasının SO lif dağılımı bakımından bir farklılık göstermediği ve m. flexor perforans et perforatus digiti III kasının ise FG liflerini bıldırcında güvercine göre daha az oranda içerdiği gözlemlendi.

Backus'un 2015 yılında yaptığı çalışmada simülasyon sonuçları distal olarak yerleşen flexorlerin MFDL ve MFHL nesneleri taşımak için, tersine tüneme esnasında distal olarak yerleşen tendonlar tek başına yetersizdir ve proksimal olarak yerleşen flexorler m. flexor perforatus grubu gerekli kuvvetleri oluşturmada daha büyük bir rol oynadığını rapor etmiştir. Çalışmamızda ise her iki flexor kas grubunda SO kas liflerinin güvercinde daha fazla oranda bulunduğunu gözlemledik.

Çalışmamızın sonucunda güvercinlerde hallux'un bıldırcınlardan daha uzun olduğu, hallux'un TMT'a bıldırcınlarda daha üstten eklemleştigi, güvercinlerde ise diğer parmaklar ile aynı düzeyden eklemleştigi sonucuna varılmıştır. Hallux'un bıldırcında üst düzeyden TMT'a eklemleşmesi ve daha kısa olması kavrama hareketinde yetersiz kalacağını düşündürmektedir. Yapılan diseksiyon çalışmasında MFHL ve MFDL kaslarının articulatio metacarpophalangealis bölgesinde yarım ay şeklinde kıkırdak yapılarının güvercinlerde daha belirgin ve kuvvetli oldukları

gözlendi. Literatürde belirtildiği gibi bu yapılar tüneme esnasında cırcır benzeri bir mekanizma oluşturup, parmakların tüneğe kilitlenmesini sağlıyorsa, kıkırdak yapıların güvercinlerde kuvvetli olması tüneme davranışına daha elverişli bir ayak yapısı olduğunu düşündürdü. Ayrıca histolojik inceleme sonucunda tünemede etkili olabilecek iki flexor grubu kasların lif düzenlenmesinde güvercinlerde SO liflerinin daha fazla oranda bulunduğu gözlendi. SO lif oranlarının fazla olması tüneme gibi duruşun sürdürüldüğü bir aktivitenin daha kolay gerçekleştirilebildiğini göstermektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak tüneme hareketine güvercinlerin anatomik ve histolojik olarak daha elverişli bir yapıya sahip olduğu görüşündeyiz.



6. KAYNAKLAR

- Abourachid, A., Fabre, A. C., Cornette, R. ve Höfling, E. (2017). Foot shape in arboreal birds: two morphological patterns for the same pincer-like tool. *Journal of Anatomy*, 231(1), 1–11. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1111/joa.12614>
- Abourachid, A. ve Höfling, E. (2012). The legs: a key to bird evolutionary success. *Journal of Ornithology*, 153, 193-198.
- Anderson, R., McBrayer, L. D. ve Herrel, A. (2008). Bite force in vertebrates: opportunities and caveats for use of a nonpareil whole-animal performance measure. *Biological Journal of the Linnean Society*, 93, 709–720. Erişim adresi: [doi:10.1111/j.1095-8312.2007.00905.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2007.00905.x)
- Ariano, M. A., Armstrong, R. B. ve Edgerton, V. R. (1973). Hindlimb muscle fiber populations of five mammals. *The Journal of Histochemistry and Cytochemistry: The Histochemical Society*, 21(1), 51–55. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1177/21.1.51>
- Atalar, Ö., Kürtül, İ. ve Özdemir, D. (2007). Kızıl Şahin Kanat Kemiklerine Morfolojik Ve Morfometrik Yaklaşım. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 21(4), 163-166.
- Backus, S. B., Sustaita, D., Odhner, L. U. ve Dollar, A. M. (2015). Mechanical analysis of avian feet: multiarticular muscles in grasping and perching. *Royal Society open science*, 2(2), 140350. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1098/rsos.140350>
- Bahadır, A. ve Yıldız, H. (2019). *Veteriner Anatomi, Hareket Sistemi ve İç Organlar*. Bursa: Ezgi kitabevi.
- Barnard, E.A., Lyle, J.M. ve Pizzey, J.A. (1982). Fibre types in chicken skeletal muscles and their changes in muscular dystrophy. *The Journal of Physiology*, London: 331, 333- 354.
- Başoğlu, M. ve Beşoluk, K. (2016). Kaya kekliği (*Alectoris graeca*) ve sülünlerde (*Phasianus colchicus*) bacak kemikleri (Ossa membri pelvini) üzerinde karşılaştırmalı makroanatomik araştırmalar. *Turkish Journal of Life Sciences*, 1(1), 013-022.
- Benjamin, M. ve Evans, E. (1990). Fibrocartilage. *Journal of Anatomy*, 171, 1–15.
- Bennett, M. (1993). Structural modifications involved in the fore and hindlimb grip of some flying foxes. *Journal of Zoology*, 229, 237–248.
- Biewener, A. A. (2005). Biomechanical consequences of scaling. *Journal of Experimental Biology*, 208, 1665 –1676.
- Bock, W. J. (1965). Experimental analysis of the avian passive perching mechanism. *American Zoologist*, 5, 681.
- Bock, W. J. ve Miller, W. (1959). The scansorial foot of the woodpeckers, with comments on the evolution of perching and climbing feet in birds. *American Museum Novitates*, 1931, 45.
- Botelho, J., Smith-Paredes, D. ve Vargas, A. (2015). Altriciality and the Evolution of Toe Orientation in Birds. *Evolutionary Biology*, 42, 502-510.

- Bottinelli, R. ve Reggiani, C. (2000). Human skeletal muscle fibres: molecular and functional diversity. *Progress in Biophysics & Molecular Biology*, 73, 195–262.
- Brooke, M.H. ve Kaiser, K.K. (1970). Three “myosin adenosine triphosphatase” systems: The nature of their pH lability and sulfhydryl dependence. *Journal of Histochemistry & Cytochemistry*, 18, 670–672.
- Carril, J., Mosto, M. C., Picasso, M. B. ve Tambussi, C. P. (2014). Hindlimb myology of the monk parakeet (Aves, Psittaciformes). *Journal of morphology*, 275(7), 732–744. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1002/jmor.20253>
- Chiasson, R. B. (1984). *Laboratory Anatomy of the Pigeon*. Iowa: WCB Publishing.
- Choi, M. H., Ow, J. R., Yang, N.-D. ve Taneja, R. (2016). Oxidative stress-mediated skeletal muscle degeneration: Molecules, mechanisms, and therapies. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1–13.
- Clifton, G. T., Carr, J. A. ve Biewener, A. A. (2018). Comparative hindlimb myology of foot-propelled swimming birds. *Journal of Anatomy*, 232(1), 105–123. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1111/joa.12710>
- Collar, N. J. (1997). Family Psittacidae (parrots). In J. del Hoyo, A. Elliot, ve J. Sargatal (Eds.), *Handbook of the birds of the world, 4. Sandgrouse to cuckoos* (pp. 280-477). Barcelona: Lynx Edicions.
- Cracraft, J. (1971). The functional morphology of the hind limb of the domestic pigeon, *Columba livia*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 144(3), 173–268.
- Crossmon, G. (1937). A modification of Mallory's connective tissue stain with a discussion of the principles involved. *The Anatomical Record*, 69.
- Çalışlar, T. (1977). *Tavuk Diseksiyonu, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, 10, Ders kitabı: 4*. Ankara: AÜ Basımevi,
- Dollar, A. M. ve Howe, R. D. (2011). Joint coupling design of underactuated hands for unstructured environments. *The International Journal of Robotics Research*, 30, 1157–1169.
- Doyle, C.E., Bird, J. J., Isom, T. A., Kallman, J. C., Bareiss, D. F., Dunlop, D. J., ... Minor, M. A. (2013). An Avian-Inspired Passive Mechanism For Quadrotor Perching. *Asme Transactions On Mechatronics*, 18, 506-517.
- Dubowitz, V. ve Brooke, M. H. (1973). *Muscle Biopsy: A Modern Approach*. London: W. B. Saunders Co. Ltd.
- Dursun, N. (Ed.). (2002). *Evcil Kuşların Anatomisi*. Ankara: Medisan Yayın Evi.
- Düzler, A., Özgel, Ö. ve Dursun, N. (2006). Morphometric Analysis of the Sternum in Avian Species. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 30 (3), 311-314.
- Dyce, K.M., Sack, W.O. ve Wensing, C.J.G. (2010). *Textbook of Veterinary Anatomy*. London: WB Saunders Company.
- Einoder, L. ve Richardson, A. (2007). The digital tendon locking mechanism of owls: variation in the structure and arrangement of the mechanism and functional implications. *Emu*, 107, 223-230.
- Elsahy, D. A. (2014). *The passive perching mechanism in Passeriformes birds*. [Yayınlanmamış doktora tezi, Butler Üniversitesi, Onur Programı].

- Fanatico, A.C., Mench, J.A., Archer, G.S., Liang, Y., Brewer Gunsaulis, V.B., Owens, C.M. ve Donoghue, A.M. (2016). Effect of outdoor structural enrichments on the performance, use of range area, and behavior of organic meat chickens. *Poultry Science*, 0:1–9. Erişim adresi: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew196>
- Feroskhana, M. ve Gob, T. H. (2018). Control Strategy Of Sideslip Perching Maneuver Under Dynamic Stall Influence. *Aerospace Science And Technology*, 72, 150-163.
- Field, D. J., Lynner, C., Brown, C. ve Darroch, S. A. (2013). Skeletal correlates for body mass estimation in modern and fossil flying birds. *Plos One*, 8(11), e82000. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082000>
- Galton, P. M. ve Shepherd, J. D. (2012). Experimental analysis of perching in the European starling (*Sturnus vulgaris*: Passeriformes; Passeres), and the automatic perching mechanism of birds. *Journal of Experimental Zoology. Part A, Ecological Genetics and Physiology*, 317(4), 205–215. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1002/jez.1714>
- Gangl, D., Weissengruber, G. E., Egerbacher, M. ve Forstenpointner, G. (2004). Anatomical description of the muscles of the pelvic limb in the ostrich (*Struthio camelus*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 33(2), 100–114. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0264.2003.00522.x>
- Getty, R. (Ed.). (1975). *Sisson and Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals* (pp: 1829- 1842). Philadelphia: W. B. Saunders Company.
- Geyikoğlu, F. (2005). The Histochemical and Ultrastructural Structures of Avian Latissimus Dorsi Muscle Fiber Types and Changes in Them Caused by Water Copper Level. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29 (1), 131-138.
- Gezer İnce, N., Demircioğlu, İ., Yılmaz, B., Ağyar, A. ve Dusak, A. (2018). Martılarda (*Laridae* spp.) Cranium'un Üç Boyutlu Modellemesi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7 (1), 98-101.
- Gill, F. (2007). *Ornithology*. New York: W.H. Freeman. Print. 3rd ed.
- Goslow Jr, G. E. (1972). Adaptive mechanisms of the raptor pelvic limb. *Auk*, 89, 47–64. XXX doi:10.2307/ 4084059
- Grant, P. R. (1966). Further information on the relative length of the tarsus in land birds. *Postilla Peabody Museum of Natural History*, 98,1 -13.
- Green, P. R. ve Cheng, P. (1998). Variation in kinematics and dynamics of the landing flights of pigeons on a novel perch. *Journal of Experimental Biology*, 201, 3309-3316.
- Hamill, J., Knutzen, K. M. ve Derrick, T. (2009). *Biomechanical Basis of Human Movement*. Hollanda: Wolters Kluwer.
- Hena, S., Sonfada, M.L., Shehu, S., Jibir, M., Bello, A. ve Wiam, I. (2017). Demonstration of Muscle Fibre Types Using Masson Trichrome Stain from Deltoideus Muscles of One-humped Camel (*Camelus Dromedarius*). *Journal of Molecular Histology & Medical Physiology*, 2:1.
- Hermanson, J. W., Ryan, J. M., Cobb, M. A., Bentley, J. ve Schutts, J. W. A. (1998). Histochemical and Electrophoretic Analysis of the Primary Flight Muscle of Several Phyllostomid Bats. *Canadian Science Publishing*, 1983–1992.

- Hester, P. Y., Enneking, S. A., Haley, B. K., Cheng, H. W., Einstein, M. E. ve Rubin, D. A. (2013). The effect of perch availability during pullet rearing and egg laying on musculoskeletal health of caged White Leghorn hens. *Poultry Science*, 92(8), 1972–1980. Erişim adresi: <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03008>
- Hikida, R. S. (1987). Quantitative ultrastructure of histochemically identified avian skeletal muscle fiber types. *The Anatomical Record*, 218(2), 128–135. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1002/ar.1092180206>
- Hildebrand, M. ve Goslow, G. (1998). *Analysis of Vertebrate Structure*. 5th edn. New York: John Wiley ve Sons.
- Hopson, J.A. (2001). Ecomorphology of avian and nonavian theropod phalangeal proportions: Implications for the arboreal versus terrestrial origin of bird flight. *New Perspectives on the Origin and Early Evolution of Birds*, Peabody Museum of Natural History. Yale University.
- Howell, A. B. (1938). Muscles of the Avian Hip and Thigh, *The Auk*, 55, (1), 71–81. Erişim adresi: <https://doi.org/10.2307/4078500>
- Hudson, G.E., Lanzillotti, J. ve Edwards, G.D. (1959). Muscles of the pelvic limb in galliform birds. *The American Midland Naturalist*, 61, 1-67.
- Ichikawa, H., Matsuo, T., Higurashi, Y., Nagahisa, H., Miyata, H., Sugiura, T. ve Wada, N. (2019). Characteristics of Muscle Fiber-Type Distribution in Moles. *Anatomical Record (Hoboken, N.J.: 2007)*, 302(6), 1010–1023. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1002/ar.24008>
- İlgün, R., Akbulut, Y. ve Kuru, N. (2016). Beç Tavuğu (*Numida meleagris*) ve Hindi (*Meleagris gallapova*) Neurocranium'u Üzerinde Karşılaştırılmal Makro-Anatomik ve Morfometrik İncelemeler. *Fırat University Journal of Health Sciences (Veterinary)*, 30(1), 29- 32.
- İlgün, R., Özkan, Z. E., Karan, M. ve Yılmaz, S. (2019). Tepeli Pelikanlarda (*Pelecanus crispus*) Ossa Membri Pelvini Üzerine MakroAnatomik Bir Çalışma. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 16-20.
- Kaiser, G. (2007). *The Inner Bird: Anatomy and Evolution*. Vancouver, British Columbia: UBCPress. Print.
- Kavanagh, K. D., Shoval, O., Winslow, B. B., Alon, U., Leary, B. P., Kan, A. ve Tabin, C. J. (2013). Developmental bias in the evolution of phalanges. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(45), 18190–18195. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1315213110>
- Khan, M. A. (1976). Histochemical sub-types of three fiber-types of avian skeletal muscle. *Histochemie*, 50, 9-16.
- Kiyma, Z., Kucukyilmaz, K. ve Orojpour, A. (2016). Effects of perch availability on performance, carcass characteristics, and footpad lesions in broilers. *Archives Animal Breeding*, 59, 19-25.
- König, H. E., Korbel, R. ve Liebich, H. G. (2016). *Avian Anatomy Textbook and Colour Atlas*. 2. Baskı. UK: 5M Publishing Ltd.
- Łukasiewicz, M., Niemiec, J., Wnuk, A. ve Mroczek-Sosnowska, N. (2015). Meat quality and the histological structure of breast and leg muscles in Ayam Cemani chickens, Ayam Cemani × Sussex hybrids and slow-growing Hubbard JA 957 chickens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(8), 1730–1735. Eriřim adresi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6883>

Mabelebele, M., Norris, D., Siwendu, N. A., Ng'ambi, J. W., Alabi, O. J. ve Mbajiorgu, C. A. (2017). Bone Morphometric Parameters Of The Tibia And Femur Of Indigenous And Broiler Chickens Reared Intensively. *Applied Ecology And Environmental Research*, 15(4), 1387-1398.

Marques, M. A., Vasconcellos, H. A. ve Azevedo, N. L. (2006). The Union Between Gracilis and Sartorius Muscles in Leontopithecus: Morphofunctional Analysis. *International Journal of Morphology*, 24 (2), 215-220. Erişim adresi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022006000300016>.

Marquez, J., Sweazea, K. L. ve Braun, E. J. (2006). Skeletal muscle fiber composition of the English sparrow (Passer domesticus). *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology*, 143(1), 126–131. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2005.10.011>

McFarland, J. C. ve Meyers, R. A. (2008). Anatomy and histochemistry of hindlimb flight posture in birds. I. The extended hindlimb posture of shorebirds. *Journal of Morphology*, 269(8), 967–979. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1002/jmor.10636>

McLelland, J. (1990). *A Colour Atlas of Avian Anatomy*. England: WP Publishing.

Meyers, R. A. ve Stakebake, E. F. (2005). Anatomy and histochemistry of spread-wing posture in birds. III. Immunohistochemistry of flight muscles and the “shoulder lock” in albatrosses. *Journal of Morphology*, 263, 12–29.

Miller, R.E. ve Fowler, M.E. (2012). *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine*. Volume 8, China: pp:237.

Mills, A. D., Crawford, L. L., Domjan, M. ve Faure, J. M. (1997). The behavior of the Japanese or domestic quail Coturnix japonica. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 21(3), 261–281. Erişim adresi: [https://doi.org/10.1016/s0149-7634\(96\)00028-0](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(96)00028-0)

Moore, B., Groenewald, H. ve Myburgh, J. (2020). Histological Investigation of the Nile Crocodile (Crocodylus niloticus) Phallic Glans. *South American Journal of Herpetology*, 16, 1 - 9.

Mosto, M. C. (2016). The Hindlimb Myology of Tyto alba (Tytonidae, Strigiformes, Aves). *Anatomia Histologia Embryologia*, 46, 25–32.

Newberry, R. C., Estevez, I. ve Keeling, L. J. (2001). Group size and perching behaviour in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 73(2), 117–129. Erişim adresi: [https://doi.org/10.1016/s0168-1591\(01\)00135-6](https://doi.org/10.1016/s0168-1591(01)00135-6)

Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E. (1977). *Anatomy of the Domestic Birds*. Berlin: Verlag Paul Parey.

Nordin, M. ve Frankel, V. H. (2012). *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*. Hollanda: Wolters Kluwer.

Odor, İ.V. (1978). *Anatomi Ders Kitabı*. Ankara.

Patterson, B. A., Matarneh, S. K., Stuft, K. M., England, E. M., Scheffler, T. L., Preisser, R. H., ... Gerrard, D. E. (2017). Pectoralis major muscle of turkey displays divergent function as correlated with meat quality. *Poultry Science*, 96(5), 1492–1503. Erişim adresi: <https://doi.org/10.3382/ps/pew410>

Pette, D. ve Staron, R.S. (1990). Cellular and molecular diversities of mammalian skeletal muscle fibers. *Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, 116, 1–76.

- Quinn, T. H. ve Baumel, J. J. (1990). The digital tendon locking mechanism of the avian foot (Aves). *Zoomorphology*, 109, 281- 293. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1007/BF00312195>
- Quinn, T. H., Baumel, J. J. (1983). An SEM study of a locking mechanism on avian pedal flexor tendons. *Anatomical Record*, 205(3), 156.
- Raikow, R. J. (1985). Locomotor system. In A. S. King ve J. McLelland (Eds.), *Form and Function in Birds* (pp. 57–147). London: Academic Press.
- Ranvier, I. (1889). Sur les tendons des doigts chez les oiseaux. Micrographie. Histologie humaine et comparee. *Anatomie ´ veg´ etale. Botanique. Zoologie. Bact ´ eriology. Applications diverses ´ du Microscope*, 13, 167–171.
- Rosser, B. W. C., Waldbillig, D. M., Macdonald, W. ve Bandman, E. (1994). Muscle fiber types in the pectoralis of the white pelican, a soaring bird. *Acta Zoologica*, 75, 329–336.
- Schaffer J. (1903). Über die Sperrvorrichtung an den Zehen der V ¨ ogel. ¨ Ein Beitrag zur Mechanik des Vogelfusses und zur Kenntnis der ¨ Bindesubstanz. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 73, 377–428.
- Schranke, H. (1930). Physiologisch-anatomische Studien am Fuss der Spechte. *Journal of Ornithology*, 78, 308-327.
- Schulenberg, T. S. (1983). Foraging behavior, eco-morphology, and systematics of some antshrikes (*Formicariidae: Thamnomanes*). *Wilson Bulletin*, 95, 505 -521.
- Serbest, A. (1990). *Tavuk ve ördek bacak kaslarının (omurga- bacak) fonksiyon yönünden karşılaştırmalı olarak incelenmesi*. [Yayınlanmamış doktora tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Shepherd, J. D. (1981). *An analysis of proposed avian perching mechanisms*. [Tez, University of Connecticut Diss Abstr Int B].
- Singh, N. S., Bamon, I., Dixit, A. S. ve Sougrakpam, R. (2015). Structural variations and their adaptive significances in the bones of some migratory and resident birds. *The Journal of Basic & Applied Zoology*, 70, 33-40.
- Smith, J. A. (2016). Passeriformes (song birds, Perching birds). Chapter 31, Erişim adresi: <https://veteriankey.com/passeriformes-songbirds-perching-birds/>. 19.11.2019.
- Sustaita, D., Pouydebat, E., Manzano, A., Abdala, V., Hertel, F. ve Herrel, A. (2013). Getting a grip on tetrapod grasping: form, function, and evolution. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 88(2), 380–405. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1111/brv.12010>
- Szaro, R. (1978). Reproductive success and foraging behavior of the osprey at Seahorse Key, Florida. *Wilson Bulletin*, 90(1), 112-118.
- Dimov, D. T. ve Dimov, I. (2007). Muscle Fiber Types And Fiber Morphometry In The Soleus Muscle Of The Rat. *Facta Universitatis Series: Medicine and Biology*, 14 (3), 121 – 127.
- Tasic, D., Dimov, D., Gligorijevic, J., Veličković, L., Katić, K., Krstić, M. ve Dimov, I. (2003). Muscle Fiber Types and Fiber Morphometry in the Tibialis Posterior and Anterior of the Rat, A comparative Study. *Medicine and Biology*, 10, 16-21.
- Torrella, J. R., Fouces, V., Palomeque, J. ve Viscor, G. (1993). A combined myosin ATPase and acetylcholinesterase histochemical method for the demonstration of fibre types and their innervation pattern in skeletal

- muscle. *Histochemistry*, 99(5), 369–372. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1007/BF00717049>
- Torrella, J. R., Fouces, V., Palomeque, J. ve Viscor, G. (1998). Comparative skeletal muscle fibre morphometry among wild birds with different locomotor behaviour. *Journal of Anatomy*, 192(Pt 2), 211–222. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.1998.19220211.x>
- Tůmová, E. ve Teimouri, A. (2009). Chicken muscle fibres characteristics and meat quality: a review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 40, 253-258.
- Vanden Berge, J. C. ve Zweers, J. A. (1993). Myologia. In: Breazile JE, Evans HE, Vanden Berge JC (Eds.), *Handbook of Avian Anatomy: nomina anatomica avium* (pp 189–246). 2nd edition. Massachusetts: Nuttall Ornithological Club.
- Verdiglione, R. ve Cassandro, M. (2013). Characterization of muscle fiber type in the pectoralis major muscle of slow-growing local and commercial chicken strains. *Poultry Science*, 92(9), 2433–2437. Erişim adresi: <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03013>
- Viscor, G., Torrella, J. R., Fouces, V. ve Palomeque, J. (1992). Skeletal muscle capillarization and fiber types in urban and homing pigeons (*Columba livia*). *Comparative Biochemistry and Physiology. Comparative physiology*, 101(4), 751–757. Erişim adresi: [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(92\)90354-s](https://doi.org/10.1016/0300-9629(92)90354-s)
- Von den Driesch, A. (1976). A Guide to the Measurement of Animal Bones from Archaeological Sites. *Peabody Museum Bulletin* 1. Cambridge: MA: Harvard University.
- Vukićević, T.T., Galić, S., Tomić, D.H. ve Kužir, S. (2018). The morphological characteristics of the passive flexor mechanism of birds with different digit layout. *Veterinarski Arhiv*, 88, 125-138.
- Wada, N., Miyata, H., Tomita, R., Ozawa, S. ve Tokuriki, M. (1999). Histochemical analysis of fiber composition of skeletal muscles in pigeons and chickens. *Archives italiennes de biologie*, 137(1), 75–82.
- Ward, A. B., Weigl, P. D. ve Conroy, R. M. (2002). Functional Morphology of Raptor Hindlimbs: Implications for Resource Partitioning. *The Auk*, 119 (4), 1052- 1063. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1093/auk/119.4.1052>
- Wasicky, R., Ziya-Ghazvini, F., Blumer, R., Lukas, J. R. ve Mayr, R. (2000). Muscle fiber types of human extraocular muscles: a histochemical and immunohistochemical study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 41(5), 980–990.
- Watson, M. (1869). The Mechanism of Perching in Birds. *Journal of Anatomy and Physiology*, 3(Pt 2), 379–384.
- Welch, K. C., Jr. ve Altshuler, D. L. (2009). Fiber type homogeneity of the flight musculature in small birds. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology*, 152(4), 324–331. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2008.12.013>
- Yüksel, M. F. ve Tıpırdamaz, S. (2012). Kaya keklięi (*Alectoris graeca*) ve sůlůnlerin (*Phasianus colchicus*) columna vertebralisinin morfometrik incelenmesi. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 28(1), 05-09.
- Zeffer, A. ve Norberg, U. M. (2003). Leg morphology and locomotion in birds: requirements for force and speed during ankle flexion. *The Journal of*

Experimental Biology, 206 (6), 1085–1097. Erişim adresi:
<https://doi.org/10.1242/jeb.00208>



7. SİMGELER ve KISALTMALAR

- M. = Musculus
- Mm.= Musculi
- PBN= Parmak Bağlanma Noktası
- MFDL= Musculus flexor digitorum longus
- MFHL= Musculus flexor hallucis longus
- TMT= Tarsometatarsus
- SO – tip I = Yavaş oksidatif lifler
- FG tip IIb = Hızlı glikolitik lifler
- FOG tip IIa = Hızlı oksidatif-glikolitik lifler
- ODFM= Otomatik digital flexor mekanizması
- TKM = Tendon kilitleme mekanizması
- mATPase = Miyofibriler ATPase
- Lig. = Ligamentum
- TBT = Tibiotarsus
- TBU= Tüm bacak uzunluğu
- FU = Femur Uzunluğu
- TU = Tibiotarsus Uzunluğu
- TMU = Tarsometatarsus Uzunluğu
- PU = parmak uzunluğu

8. TEŞEKKÜR

Doktora programı boyunca desteğini benden asla esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. İlker ARICAN'a, tez konumun belirlenmesinde önder olan Prof. Dr. Bahri YILDIZ'a, tezimin histolojik inceleme kısmında büyük emeği ve önderliği olan Sayın Doç. Dr. Cansel Güzin ÖZGÜDEN AKKOÇ'a, program boyunca yardımlarını esirgemeyip, bana kattıkları değerli bilgilerden dolayı Anatomi Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Ali BAHADIR başta olmak üzere, Prof. Dr. Ayşe SERBEST, Prof. Dr. Hüseyin YILDIZ, Doç. Dr. Gülsüm EREN ve Araş. Gör. Dr. Bayram SÜZER hocalarıma, tezimin her aşamasında yanımda ve yardımcı olan değerli eşim İhsan İŞBİLİR'e, tez yazım sürecinde aramıza katılan güzel kızım Gökçe Umay İŞBİLİR'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez süreci Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi DDP(V)- 2020/7 proje kodlu Doktora destek Projesi ile desteklenmiştir.

9. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Fatma	Soyadı	İşbilir
Doğ.Yeri		Doğ.Tar.	
Uyruğu		TC Kim No	
Email		Tel	

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora		
Yük.Lis.		
Lisans	Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi	2015
Lise	Mehmet Akif Ersoy Lisesi	2010

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1. Veteriner Hekim	Laranda Tarım ve Hayvancılık	2015-2016
2. Araştırma Görevlisi	Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi	2016- Çalışmaya devam ediyor
3.		

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	YDS Puanı	(Diğer) Puanı
İngilizce	İyi	Orta	Orta	76.25	

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	78		
(Diğer Puanı)			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
MS Office	İyi
Microsoft Windows XP, 8, 9, 10	İyi