

## Kınalı Kekliklerde (*Alectoris chukar*) Uçmanın Egellenmesi Amacıyla Kullanılan Tenektomi, Kapsülektomi veya Tenektomi + Kapsülektomi Tekniklerinin Etkinliğinin Karşılaştırılması <sup>[1]</sup>

İbrahim DEMİRKAN \*  Süleyman ALTIN \*\* Aysun ÇEVİK DEMİRKAN \*\*\* Musa KORKMAZ \*

[1] Bu makale Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü 2008-041 nolu yüksek lisans tezinden üretilmiştir

\* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, 03200-Afyonkarahisar - TÜRKİYE

\*\* ANFA Altınpark İşletmeleri, İrfan Baştuğ Cad, No: 146, Aydınlikevler, Ankara - TÜRKİYE

\*\*\* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, 03200- Afyonkarahisar - TÜRKİYE

Makale Kodu (Article Code): KVFD-2010-2296

### Özet

Bu çalışmada kınalı kekliklerde (*Alectoris chukar*), görevleri carpal eklemi germek olan *musculus extensor carpi radialis* ve *m. extensor carpi ulnaris*'in inersiyoyerlerinden tenektomileri ve güçlü ekstensiyon-fleksiyon hareket kabiliyetine sahip *articulatio cubiti*'nin kapsülektomi, yöntemlerinin ayrı ve beraber uygulanması ile uçuşun sınırlandırılmasındaki yeterlilikleri karşılaştırmalı olarak araştırıldı. Cinsiyet farkı gözetmeksizin bir yaşını tamamlamış uçuş kusuru bulunmayan 30 kınalı keklikten 10'arlı üç grup oluşturuldu. Birinci grupta, tek taraflı *m. extensor carpi radialis*'in ve *m. extensor carpi ulnaris*'in inersiyoyerinden tenektomileri yapıldı. İkinci grupta tek taraflı *articulatio cubiti*'nin kapsülektomisi yapıldı. Üçüncü grupta tenektomi ve kapsülektomi beraber uygulandı. Ameliyattan sonra 28. günde gruplara uçuş kontrolleri yapıldı. Bu kontroller 15'er günlük sürelerle 5 kez tekrarlanarak zamanla iyileşmenin uçuş kabiliyetini kazanma üzerine etkileri değerlendirildi. Çalışma sonucunda gerçekleştirilen yatay lokomotor performans testleriyle her iki yöntemin de kınalı kekliklerde fizyolojik bir kusur oluşturmadan uçuş kabiliyetini sınırladığı görüldü. Bununla birlikte kapsülektomi yönteminin tenektomi yöntemine göre uçuşun sınırlandırılmasında daha başarılı olduğu tespit edildi.

**Anahtar sözcükler:** Tenektomi, Kapsülektomi, Uçuşun engellenmesi, Kınalı keklik (*Alectoris chukar*)


## Comparison of the Effects of Flight Restraint in the Partridge (*Alectoris chukar*) by Tenectomy, Capsulectomy or Tenectomy Plus Capsulectomy Techniques

### Summary

This study aimed comparatively at revealing the degree of deflight effects of the tenectomies of the radial and ulnar extensor carpi muscles at their insertions both extending the carpal joint and capsulectomy of the cubiti joint possessing strong extension-flexion movements in chukars (*Alectoris chukar*) either separately or in combination on flight limitation. A number of 30 mature chukars having no apparent flight faults, regardless of sex, were equally divided into three groups. The first group was applied unilateral tenectomy of the radial and ulnar carpal extensor muscles at their insertions. The second group underwent unilateral capsulectomy of the cubiti joint. Both the unilateral tenectomy and capsulectomy were applied to the third group. Flight control was done in all the birds from all the groups on the 28th day after the surgery. These controls were carried out 5 times with 15 days of intervals to evaluate timely effects of the healing on flight. According to the study the horizontal locomotor performance tests showed that both techniques limited the flight in chukars without any physiological defects. However the capsulectomy technique was more successful in flight limitation than the tenectomy technique

**Keywords:** Tenectomy, Capsulectomy, Deflighting, Chukar partridge (*Alectoris chukar*)

 İletişim (Correspondence)

 +90 272 2149309

 idemirkan@aku.edu.tr

## GİRİŞ

Kanatlıların uçabilme özelliği; bireysel yetiştiriciler, hobi bahçeleri, hayvan barınakları, hayvanat bahçeleri, üretim istasyonları, pet yetiştiricileri ve bakıcıları bazen de ticari işletmeler için sorun olabilmektedir.

Folklorumuzda köklü bir yeri olan kımalı keklik (*Alectoris chukar*) sevilen ve değer verilen bir kuş türüdür. Bu özelliği onun Anadolu'da yetiştiriciliğini yaygınlaştırmıştır <sup>1</sup>.

Keklikler biyolojik sınıflandırmada Tavuğumsular (*Galliformes*) takımının Sülüngiller (*Phasianidae*) familyasında, urkeklikler, turaçlar ve bıldırcınlar ile beraber incelenir <sup>2,3</sup>. Doğal yaşam alanları; Avrupa'nın batısı ile İspanya'dan Kuzey Afrika, Ortadoğu ülkelerinden Güney Çin'e kadar dağılım gösterir <sup>4-6</sup>. Yetişkinleri 33-36 cm boyundadır <sup>5</sup>. Yuvarlak gövdeli orta boylu ve renkleri kahverengidir. Kuyruklar uçuşta belirir ve kırmızı renktedir. Dişi ve erkeklerin dış görünüşleri aynı olup, erkekler daha iridir 510-800 g, dişiler ise 460-680 g'dır. Üst tarafları gridir ve sırtı hafif kahverengiye çalar. Böğür çizgileri seyrekir <sup>1,7-10</sup>. İçleri hava boşlukları ile dolu kemiklerin yapıları türlere göre farklılıklar gösterir. Uçamayan kuşlarda ise (penguen, devekuşu gibi) bu hava boşlukları ya çok az ya da tamamen doludur <sup>9</sup>. Memelilerde bulunmayan corocoid kemik kuşlarda gelişmiş olup, sternum ile beraber supracoracoidal ve pektoral kaslar için uçuşa uygun yapışma yüzeyleri barındırırlar <sup>3,11</sup>. Kuşlar sahip oldukları yaklaşık 175 kas grubu ile tüm hareketlerini kontrol eder. Uçuş için güçlü kanatlara ihtiyaç duyan kanatlılarda ventralde yer alan supracoracoidal ve pektoral kaslar en önemli kas grupları olup vücut ağırlığının %15-25'ini oluşturur <sup>12</sup>. Uçuşlar sırasında kaslarda oluşan ısı, terleme özellikleri olmadığı için hava keselerinden geçen havayla soğutulur <sup>13-16</sup>.

Hayvanat bahçeleri, parklar ve hobi bahçelerinde sergilenen kuşların, geniş ağlarla kapalı barınaklara ihtiyaç duymadan yetiştirilebilmesi ve bu kuşların ziyaretçilere daha rahat seyir imkânı sağlanabilmesi için uçmalarının engellenmesi gerekmektedir. Bu amaç için radikal ampütasyon, tenektomi, tenektomi, kapsulektomi, patagiektomi ya da ankiloz gibi yöntemler kullanılır. Fakat bunların dışında ihtiyaçlar doğrultusunda; birincil tüylerin kırılması, özel kanat bantları gibi pratik ve geçici uygulamalarda kullanılmaktadır <sup>17-19</sup>.

Bu çalışmada, görevleri carpal eklemi germek olan *m. extensor carpi radialis*'in ve *m. extensor carpi ulnaris*'in insersiyon yerlerinden tenektomisi ve güçlü ekstensiyon-fleksiyon hareket kabiliyetine sahip *articulatio cubiti*'nin kapsulektomisinin kımalı kekliklerde uçuşun sınırlandırılmasındaki yeterlilikleri, yöntem-

lerin ayrı ve beraber uygulanması ile uçuş yeteneği kaybı karşılaştırmalı olarak araştırıldı.

## MATERYAL ve METOT

Afyon Kocatepe Üniversitesi Deneysel Hayvanları Yerel Etik Kurulu'nun 83 sayılı ve 12.07.2007 tarihli onayı alındıktan sonra çalışma başlatıldı. Çalışmada 30 adet kımalı keklik kullanıldı. Kımalı keklikler Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı Alternatif Kanatlı Ünitesi'nden temin edildi. Damızlıklardan elde edilen yumurtaların kuluçka makinelerinden çıkarılan civcivlerinden, 8-10 ayını doldurmuş, yaklaşık 500 g ağırlığındaki keklikler seçildi. Seçim sırasında kımalı kekliklerde cinsiyet ayrımı yapılmadı. Seçilen tüm kımalı keklikler anatomik ve fizyolojik bir kusurun olmadığını tespit etmek için genel muayeneden geçirildi. Keklikler üretim tesisindeki ilk 60 günde civciv büyütme yemi ile devamında ise etlik piliç yemi ile beslendi. Üretim tesisinden alınan kımalı keklikler çalışma boyunca Ankara-Gölbaşı'nda özel bir hobi bahçesinde, 6 m uzunluğunda, 3 m genişliğinde ve 2.4 m yüksekliğinde, tel göz genişliği 3x3 cm olan kafeste beslendi. Açık alanda bulunan kafesin üstü kiremit döşemeli çatı ile arkası tamamen, her iki yanı ise yarısına kadar branda ile kapatılarak hava akımına ve yağmura karşı korunaklı hale getirildi. İçine 1.5x2.0 m ölçülerinde, kapısı olan kapalı bir bölme ilave edildi. Kafese altlık olarak 0.3 cm ölçüsünde ve 3-4 cm kalınlığında yıkanmış kum serildi. Galvanizli tenekeden yapılmış 2 kg kapasiteli yemlik ve 5 L'lik plastik suluk kullanıldı. Keklikler, antibakteriyel ilaç içermeyen, ham selülozu %6, ham külü %8, ham proteini %20, metabolik enerjisi 3100 kcal/kg olan yem (CP 5111) ile beslendi. Yem ve su *ad libitum* verildi.

Kımalı keklikler operasyondan önce 45 gün kafeste tutularak, çevreye adaptasyonları sağlandı. Hayvanların sağ bacaklarına bileği sıkımayacak ve ayakta çıkmayacak şekilde bilezik takılarak numaralandırma yapıldı. Bu bilezikler uçuşların kontrolünde naylon iplerin bağlanmasında da kullanıldı.

Keklikler operasyon için rastgele 10'arlı 3 gruba ayrıldı. Keklik türleri karakteristik bir gruplaşma davranışı gösterdiğinden, gruptan ayrılan bir keklik rutin olarak tekrar gurubuna katılma eğiliminden <sup>10</sup> yararlanmak için keklikler basit bir eğitim sürecinde, birkaç uçuş denemesinden sonra, başlangıç noktasında elden bırakılarak düzenli olarak istenen gruba doğru uçmaya motive edildi. Operasyondan önce yapılan kontrollerde tüm kekliklerin yatayda 40 m mesafeyi başarı ile uçtukları tespit edildi.

Operasyondan bir gün önce 5 kımalı keklığın kanat venalarından (*v. cutanea ulnaris*) içlerine 0.01 ml

heparin (Nevparin, Mustafa Nevzat) çekilen tüberkülin enjektörleri (Ayset) ile yaklaşık 0.5 ml kan alındı ve hemogramları (akyuvar, lenfosit, monosit, granüosit ve alyuvar sayıları, ortalama cisimcik hacmi, hematokrit, ortalama hemoglobin, ortalama hemoglobin konsantrasyonu, retikülosit dağılımı ve hemoglobin miktarı) yapıldı (MS-48 kan sayım cihazı; Ankara Büyükşehir Belediyesi Evcil Hayvanlar Sağlık Merkezi).

Operasyondan 8 saat önce kekliklerin yemleri ve suları kafesten alındı. Anestezi ketamin hidroklorür'den göğüs kasına 40 mg/kg yapılarak sağlandı (Ketasol, Richter Pharma) <sup>20</sup>.

**Tenektomi Tekniği (n=10):** Operasyon yapılacak olan sağ kanadın dorsalinde karpal eklemden *radius* ve *ulna*'nın proksimal 1/3 'üne kadar tüyler deri bütünlüğüne zarar vermeden yolundu. Operasyon sahası aseptik olarak hazırlandı. Alan steril serviyetle (Op-corver, 30×45 cm, Buster) sınırlandırıldı. İnce deriden *m. extensor carpiradialis*'in tendosu carpal eklemin proksimalinde görüldü. Tendo *radius*'un üstünde parmakla hissedildi. Dört cm'lik ensizyon hattı *m. extensor carpiulnaris*'e de rahatlıkla ulaşmak için iki tendonun arasından *radius* ve *ulna*'nın da arasından, *radius* ve *ulna*'ya paralel, karpal ekleme mümkün olduğunca yakın yapıldı. Tendo inzervisiyo yerine kadar diseke edilerek tendodan 0.5 cm parça çıkarıldı. Diğer operatör yardımı ile ensizyon hattında deri *ulna*'ya doğru çekilerek *ulna*'nın üzerinde seyreden, *m. extensor carpiulnaris*'in tendosuna ulaşıldı. İki tendo arasındaki *m. extensor digitorum comminus*'un tendosu korundu. *M. extensor carpiradialis*'in tendosundan oldukça ince olan bu tendo yine aynı yöntemle diseke edildikten sonra kesilen 0.3 cm parça uzaklaştırıldı. Deri, 4/0 poligalktin 910 (Ethicon) ile uygulanan basit ayrı dikişle kapatıldı. Operasyon yarasına deri altı rifamycin (Rif ampul, Koçak) yapıldı. Kanat dinlenme sırasındaki anatomik pozisyonuna getirilerek hipoallerjenik esnek flasterle (Roll fix, Kurtsan) kapalı bandaja alındı.

**Kapsulektomi Tekniği (n=10):** Anesteziye alınan kınalı keklığın sağ kanadı dorsalinden *articulatio cubiti* parmakla hissedildikten sonra operasyon alanını hazırlamak için kanadın ventraline de incek şekilde, dirsek eklemi merkezli 7 cm çapında dairesel bir alanın tüyleri deri bütünlüğüne zarar vermeden yolundu. Bölgenin asepsi ve antisepsisini takiben steril serviyetle sınırlandırıldı. İnce deri ve deri altı dokulardan *humerus*'un *epicondylus lateralis* ve *epicondylus medialis*'i, *radius*'un proksimalinde *caput radii*'nin *tuberositas radii*'si, *ulna*'nın *tuber olecrani*'si parmakla rahatlıkla hissedildi. Ekleme ekstensiyon-fleksiyon yapılarak hareket kabiliyeti ve ensizyon hattı belirlendi. Derinin ensizyonu *epicondylus lateralis* ile *tuberositas radii*'nin orta hattından başla-

yıp *epicondylus medialis* ile *tuber olecrani*'nin orta hattında kadar devam ettirilerek sonlandırıldı. Deri ile deri altı dokular ayrıldıktan sonra eklem kapsulasına ulaşıldı ve kapsulaya eklem ortasından sivri bir makasla girildi, girilen kısımdan eklem kapsulası ensizyon hattına paralel 0.5 cm uzunluğunda şerit şeklinde kesilerek uzaklaştırıldı. Deri altı dokulara herhangi bir dikiş uygulanmadan deri 4/0 poliglaktin 910; Vicryl) ipe kapatıldı. Operasyon yarasına deri altı rifamycin uygulandı. Kanat dinlenme anındaki anatomik pozisyonuna getirilerek hipoallerjenik esnek flasterle kapalı bandaja alındı.

**Tenektomi ve Kapsulektomi Tekniği (n=10):** Yukarıda anlatılan kapsulektomi ve tenektomi operasyonları sağ kanatta unilateral aynı anda gerçekleştirildi.

Operasyondan sonra kekliklere 3 gün boyunca göğüs kasından enrofloksasin (Baytril, Bayer) uygulandı. Ağrı kesici ya da benzer başka ilaç kullanılmadı. Operasyondan bir gün sonra daha önce kan alınan 5 kınalı keklığın kanat venalarından tekrar kan alındı, alınan kan örneklerinde tam hemogram yapıldı.

Operasyondan sonra tüm keklikler aynı kafeste, operasyondan önceki bakım ve besleme şartlarında tutulmaya devam edildi. On dördüncü günde tüm kekliklerin bandajları açıldı ve dikişleri alındı. Kapsulektomi yapılan kınalı kekliklerin dikişi uzaklaştırıldıktan sonra tekrar bandaja alındı. Bandajlar 21. gün açıldı.

**Uçuş Kontrolleri:** Operasyondan 28 gün sonra tüm keklikler, yatay lokomotor performans testine tabi tutuldu. Uçuş kontrolleri aynı bahçe içinde çimlendirilmiş 12×40 m ölçülerinde açık alanda yapıldı. Bir metre yükseklikteki masaya konmuş 40×40 cm ölçülerinde ve 35 cm yüksekliğinde kenarları ve üstü kafes teli (3×3 cm göz aralıklı) ile kapatılmış, uçuş kontrolü yapılan kekliklerin konacağı kutu, uçuş kontrolü yapılacak keklığın bırakılacağı 1 m yüksekliğinde ki masadan, her uçuş kontrolünden önce rastgele yapılan birkaç denemede kekliklerin en fazla aldıkları mesafe ölçüldükten sonra bu deneme uçuşlarındaki yatayda aldıkları mesafeden 5 m ileri kondu.

Yatay lokomotor performans testleri yapılacak keklük için bırakılmadan önce bileziğinden 45 m uzunluğunda naylon ipe (polipropilen multifilament, Soylu İplik Sanayi) bağlandı. Böylece teste alınan keklığın kontrolü sağlanmış oldu. Keklik masanın üzerine, uçuşa teşvik etmek için 10 cm havadan bırakıldı. Gruba doğru uçan keklığın yatayda aldığı mesafe ölçüldükten sonra kafes telinden kutuya kondu, diğer kekliklerde aynı şekilde performans testine tabi tutuldu. Testler 4, 6, 8, 10 ve 12. haftalarda tekrarlandı.

Uçuş kontrolleri genellikle gün içinde bölge için

rüzgarsız, gürültüsüz ve güneşli zaman dilimi olan saat 11-14 arasında yapıldı.

**İstatistik:** Yatay lokomotor performans testlerinden elde edilen grup içi sonuçları Wilcoxon eşleştirme test yöntemi uygulanarak değerlendirilmeye alındı. Gruplar arası sonuçlar ise Mann-Whitney test yöntemi uygulanarak değerlendirildi. İstatiksel anlamlılık  $P < 0.05$  olarak baz alındı.

## BULGULAR

Tenektomi grubundaki tüm keklikler operasyon (süre yaklaşık 30 dak.) ve anestezi (süre 30 ile 120 dak. arasında değişti) başarı ile çıktı. Kapsulektomi grubunda ki kekliklerden üç kıvalı keklik başarılı geçen operasyondan sonra anestezi çıkamadı. Tenektomi ve kapsulektominin beraber uygulandığı grupta, bir kıvalı keklik operasyon sırasında, bir diğeri ise ikinci uçuş kontrolü yapıldıktan 8 gün sonra kafesinde ölü olarak bulundu. Bu kekliklere otopsi yapılmadı ve histopatoloji için herhangi bir laboratuara gönderilmedi. Bu yüzden her bir grup için 7 tane keklığın verileri değerlendirmeye alındı

Operasyondan önceki ve sonraki 5 adet keklığe ait hemogram değerleri karşılaştırıldığı zaman referans değerlerin dışına çıkan yüksek sapmalara rastlanmadı ( $P > 0.05$ ) (Tablo 1 ve 2). Yapılan operasyonlar hemogram değerlerini değiştirecek fizyolojik değişikliklere sebep olmadığı görüldü.

Tenektomi grubunda operasyondan sonra 4. haftadaki yatay lokomotor performansları ile kabiliyetinin sınırlandırıldığı tespit edildi (Tablo 3). Sıfırıncı günde 40

m olan uçuş ortalaması 5.87 m ye düştü. İlerleyen haftalarda yapılan testlerde performansın iyileşme ve alt kolun diğer ekstensiyon kaslarının adaptasyonu ile arttığı görüldü. Altıncı ve 8. haftalarda ki performans artışı 8. ve 10. haftalardaki artıştan daha düşük bulundu. Onuncu haftadan sonra iyileşme faktörünün uçuş kabiliyetine etkisinin en aza indiği gözlemlendi. Grup içi karşılaştırmada 10. ve 12. haftalar arasında uçuş potansiyeli arasında herhangi bir fark bulunmadı (Tablo 4).

Kapsulektomi grubunda operasyondan sonraki kontrollerde ileri derecede uçuş kaybı tespit edildi (Tablo 5). Yatay lokomotor performans kontrollerinde 0. günde 40 m olan yatay lokomotor performansın 4. haftadaki ölçümlerde ortalama 2.92 m'ye düştüğü görüldü. Dördüncü, 6. ve 8. haftalarda kazanılan yetersiz fonksiyon kabiliyetinden dolayı azımsanacak ölçüde uçuş artışı sergiledi. Sekizinci, 10. ve 12. haftalarda kazanılan bir uçuş yeteneğinin olmadığı görüldü (Tablo 6). Kapsulektomi operasyonunda 8. haftadan sonra yara iyileşmesinin uçuş üzerine etkisi kalmadığı, kaybın *articulatio cubiti*'nin fonksiyonlarının sınırlandırılmasından kaynaklandığı gözlemlendi.

Tenektomi ve kapsulektomi operasyonunu beraber uygulandığı grupta elde edilen sonuçların kapsulektomi grubuna çok yakın olması bu gruptaki uçuş yeteneği kaybının kapsulektomi operasyonundan kaynaklandığını göstermektedir (Tablo 7). Bu grupta da yara iyileşmesinin uçuşa etkisinin 8. haftadan sonra etki etmediği ve 8, 10 ve 12. haftalarda uçuş performansları arasında fark olmadığı gözlemlendi (Tablo 8).

Şekil 1'de tüm grupların haftalık uçuş ortalamaları ve Tablo 9'da Mann-Whitney test yöntemi uygulanarak gruplar arası performans ortalamaları toplu halde verilmiştir.

**Tablo 1.** Beş adet keklığın operasyondan bir gün önce alınan kanların hemogram sonuçları

**Table 1.** Results of haemogram in 5 partridges one day before the surgery

| HEMATOLOJİ                                | REFERANS (21) | K330  | K340  | K350  | K360  | K370  |       |
|---|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Akyuvar (m/mm <sup>3</sup> )              | 16.2          | 23.6  | 20.81 | 16.8  | 15.51 | 16.96 | 16.70 |
| Lenfosit (%)                              | 34.0          | 75.0  | 48.1  | 55.3  | 57.4  | 52.8  | 56.5  |
| Monosit (%)                               | 8.0           | 16.5  | 13.6  | 14.2  | 13.4  | 13.4  | 13.7  |
| Granülosit (%)                            | 19.8          | 48.0  | 38.3  | 30.5  | 29.2  | 33.8  | 29.8  |
| Lenfosit (m/mm <sup>2</sup> )             | 1.0           | 14.9  | 10.00 | 8.75  | 8.32  | 8.95  | 7.74  |
| Monosit (m/mm <sup>2</sup> )              | 0.0           | 2.5   | 2.33  | 2.24  | 1.94  | 2.27  | 1.87  |
| Granülosit (m/mm <sup>2</sup> )           | 1.7           | 17.2  | 7.98  | 4.84  | 4.25  | 5.74  | 4.09  |
| Alyuvar (M/mm <sup>3</sup> )              | 1.8           | 3.3   | 2.10  | 2.46  | 2.27  | 2.38  | 2.08  |
| Ortalama cisimcik hacmi (fl)              | 117.0         | 155.0 | 116.9 | 115.1 | 127.1 | 119.4 | 117.2 |
| Hematokrit (%)                            | 24.0          | 34.0  | 24.4  | 25.8  | 24.90 | 26.5  | 23.5  |
| Ortalama Hemoglobin (pg)                  | 35.0          | 62.0  | 42.8  | 32.9  | 34.3  | 36.1  | 37.0  |
| Ortalama Hemoglobin Konsantrasyonu (g/dl) | 23.0          | 32.0  | 40.1  | 31.3  | 35.4  | 32.4  | 32.7  |
| Retikülosit dağılımı                      | 7.0           | 12.0  | 7.1   | 7.4   | 9.2   | 7.4   | 6.0   |
| Hemoglobin (g/dl)                         | 7.4           | 11.8  | 9.0   | 8.1   | 7.8   | 8.6   | 7.7   |

**Tablo 2.** Beş adet keklğin operasyondan bir gün sonra alınan kan örneklerinin hemogram sonuçları**Table 2.** Results of haemogram of blood samples in 5 partridges one day after the surgery

| HEMATOLOJİ                                | REFERANS (21) | K 330 | K 340 | K 350 | K 360 | K 370 |
|---|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Akyuvar (m/mm <sup>3</sup> )              | 16.2          | 23.6  | 17.15 | 22.32 | 20.3  | 17.84 |
| Lenfosit (%)                              | 34.0          | 75.0  | 55.1  | 46.9  | 48.7  | 52.3  |
| Monosit (%)                               | 8.0           | 16.5  | 14.3  | 14.4  | 13.9  | 14.5  |
| Granülosit (%)                            | 19.8          | 48.0  | 30.6  | 38.7  | 37.4  | 33.2  |
| Lenfosit (m/mm <sup>2</sup> )             | 1.0           | 14.9  | 9.44  | 10.46 | 9.75  | 9.01  |
| Monosit (m/mm <sup>2</sup> )              | 0.0           | 2.5   | 2.45  | 2.21  | 2.78  | 2.46  |
| Granülosit (m/mm <sup>2</sup> )           | 1.7           | 17.2  | 5.26  | 8.65  | 7.50  | 6.39  |
| Alyuvar (M/mm <sup>3</sup> )              | 1.8           | 3.3   | 2.28  | 2.77  | 2.55  | 2.40  |
| Ortalama cisimcik hacmi (fl)              | 117.0         | 155.0 | 117.0 | 119.8 | 118.9 | 119.3 |
| Hematokrit (%)                            | 24.0          | 34.0  | 25.5  | 30.4  | 29.0  | 26.7  |
| Ortalama Hemoglobin (pg)                  | 35.0          | 62.0  | 35.5  | 36.4  | 37.5  | 35.7  |
| Ortalama Hemoglobin Konsantrasyonu (g/dl) | 23.0          | 32.0  | 31.7  | 29.6  | 30.3  | 31.8  |
| Retikülosit dağılımı                      | 7.0           | 12.0  | 7.4   | 7.3   | 6.8   | 6.6   |
| Hemoglobin (g/dl)                         | 7.4           | 11.8  | 8.1   | 9.0   | 8.8   | 8.5   |

**Tablo 3.** Tenektomi yapılan grubun kontrollerdeki yatay lokomotor performansları (m)**Table 3.** Horizontal locomotor performance (m) of tenectomized group at controls

| UÇUŞ NO       | K100 | K110 | K120 | K130 | K140 | K150 | K160 | ORTALAMA (m) |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| 1 (0. gün)    | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0         |
| 2 (4. hafta)  | 8.1  | 6.4  | 6.0  | 8.1  | 3.4  | 4.5  | 4.6  | 5.8          |
| 3 (6. hafta)  | 11.3 | 12.3 | 9.6  | 10.4 | 11.3 | 8.7  | 9.4  | 10.4         |
| 4 (8. hafta)  | 14.7 | 13.8 | 12.6 | 16.4 | 11.4 | 6.3  | 15.9 | 13.0         |
| 5 (10. hafta) | 18.2 | 17.3 | 19.3 | 22.3 | 17.2 | 23.6 | 19.7 | 19.6         |
| 6 (12. hafta) | 18.0 | 19.4 | 18.7 | 20.7 | 19.2 | 21.9 | 19.8 | 19.6         |

**Tablo 4.** Tenektomi grubunda haftalar arasındaki yatay uçuş lokomotor performans ortalamaları**Table 4.** Mean horizontal flight performance of tenectomized group according to weeks

| Uçuş Denemeleri       | 0. Gün            | 4. Hafta         | 6. Hafta          | 8. Hafta          | 10. Hafta         | 12. Hafta         |
|-----------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Uçuş Ortalamaları (m) | 40.0 <sup>a</sup> | 5.8 <sup>b</sup> | 10.4 <sup>c</sup> | 13.0 <sup>c</sup> | 19.6 <sup>d</sup> | 19.6 <sup>d</sup> |

a, b, c, d: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0.05)

**Tablo 5.** Kapsulektomi yapılan grubun kontrollerdeki yatay lokomotor performansları (m)**Table 5.** Horizontal locomotor performance (m) of capsulectomized group at controls

| UÇUŞ NO       | K210 | K220 | K240 | K250 | K260 | K270 | K290 | ORTALAMA (m) |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| 1 (0. gün)    | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0         |
| 2 (4. hafta)  | 2.6  | 3.1  | 2.0  | 3.3  | 3.4  | 4.0  | 2.1  | 2.9          |
| 3 (6. hafta)  | 4.5  | 2.7  | 1.8  | 2.4  | 5.4  | 5.8  | 2.6  | 3.6          |
| 4 (8. hafta)  | 5.8  | 3.1  | 2.2  | 4.3  | 6.8  | 4.2  | 3.8  | 4.3          |
| 5 (10. hafta) | 5.5  | 4.5  | 2.1  | 3.9  | 5.3  | 5.6  | 4.2  | 4.4          |
| 6 (12. hafta) | 5.6  | 4.4  | 2.3  | 4.1  | 5.4  | 6.0  | 4.1  | 4.5          |

Gruplar arasında karşılaştırma yapıldığında kontrol yapılan tüm haftalarda kapsulektomi ve tenektomi + kapsulektomi gruplarının birbirine çok yakın uçuşlar sergilerken tenektomi grubunun uçuş ortalamalarının

bu iki gruptan çok yüksek olduğu görüldü (P<0.05). Yatay lokomotor performans kayıplarının tenektomi grubunda %50.82 kapsulektomi grubunda %88.62 tenektomi + kapsulektomi grubunda %89.45'lik oranda olduğu görüldü.

**Tablo 6.** Kapsulektomi grubunda haftalar arasındaki yatay lokomotor performans ortalamaları**Table 6.** Mean horizontal flight performance of capsulectomized group according to weeks

| Uçuş Denemeleri       | 0. Gün            | 4. Hafta         | 6. Hafta           | 8. Hafta             | 10. Hafta          | 12. Hafta        |
|-----------------------|-------------------|------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| Uçuş Ortalamaları (m) | 40.0 <sup>a</sup> | 2.9 <sup>b</sup> | 3.6 <sup>b c</sup> | 4.3 <sup>b c d</sup> | 4.4 <sup>c d</sup> | 4.5 <sup>d</sup> |

a, b, c, d: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir ( $P < 0.05$ )

**Tablo 7.** Tenektomi ve kapsulektomi operasyonunun beraber uygulandığı grubun kontrollerdeki yatay lokomotor performansları (m)**Table 7.** Horizontal locomotor performance (m) of tenectomized + capsulectomized group at controls

| UÇUŞ NO       | K300 | K310 | K330 | K340 | K350 | K360 | K370 | ORTALAMA (m) |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| 1 (0. gün)    | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0         |
| 2 (4. hafta)  | 1.1  | 1.2  | 3.5  | 1.9  | 3.7  | 3.2  | 3.9  | 2.6          |
| 3 (6. hafta)  | 2.0  | 1.9  | 3.9  | 1.7  | 4.1  | 3.7  | 4.0  | 3.0          |
| 4 (8. hafta)  | 2.3  | 2.4  | 3.7  | 2.7  | 4.9  | 4.4  | 5.1  | 3.6          |
| 5 (10. hafta) | 2.5  | 2.1  | 4.4  | 3.4  | 4.3  | 5.0  | 4.9  | 3.8          |
| 6 (12. hafta) | 2.3  | 2.2  | 5.0  | 3.1  | 5.0  | 6.2  | 5.8  | 4.2          |

**Tablo 8.** Tenektomi ve kapsulektomi operasyonunun beraber uygulandığı grubun haftalar arasındaki yatay uçuş lokomotor performans ortalamaları**Table 8.** Mean horizontal flight performance of tenectomized + capsulectomized group according to weeks

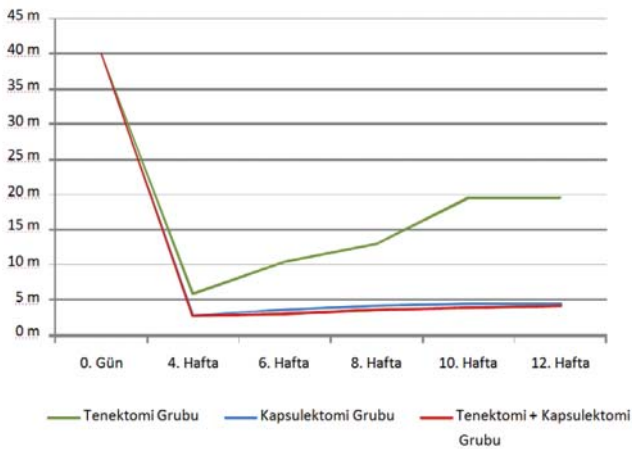
| Uçuş Denemeleri       | 0. Gün            | 4. Hafta         | 6. Hafta         | 8. Hafta         | 10. Hafta        | 12. Hafta        |
|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Uçuş Ortalamaları (m) | 40.0 <sup>a</sup> | 2.6 <sup>b</sup> | 3.0 <sup>c</sup> | 3.6 <sup>d</sup> | 3.8 <sup>d</sup> | 4.2 <sup>d</sup> |

a, b, c, d: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir ( $P < 0.05$ )

**Tablo 9.** Tüm grupların haftalar arasındaki yatay lokomotor performans ortalamaları**Table 9.** Mean horizontal locomotor performance of all groups

| Uçuş Denemeleri                | 0. Gün            | 4. Hafta         | 6. Hafta          | 8. Hafta          | 10. Hafta         | 12. Hafta         |
|--------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Tenektomi Grubu                | 40.0 <sup>a</sup> | 5.8 <sup>a</sup> | 10.4 <sup>a</sup> | 13.0 <sup>a</sup> | 19.6 <sup>a</sup> | 19.6 <sup>a</sup> |
| Kapsulektomi Grubu             | 40.0 <sup>a</sup> | 2.9 <sup>b</sup> | 3.6 <sup>b</sup>  | 4.3 <sup>b</sup>  | 4.4 <sup>b</sup>  | 4.5 <sup>b</sup>  |
| Tenektomi + Kapsulektomi Grubu | 40.0 <sup>a</sup> | 2.6 <sup>b</sup> | 3.0 <sup>b</sup>  | 3.6 <sup>b</sup>  | 3.8 <sup>b</sup>  | 4.2 <sup>b</sup>  |

a, b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir ( $P < 0.05$ )

**Şekil 1.** Tüm grupların uçuş denemelerine göre yatay lokomotor performansları**Fig 1.** Horizontal locomotor performance of all groups according to flight examination

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmamızda kullanılan metotlardan tenektominin hayvanda optimal konfor sağlması estetik ve kozmetik kusur bırakmaması en büyük avantajıdır. Bu yöntemin dezavantajı uçuşu engelleyemeden sadece sınırlayabilmesidir<sup>18</sup>. Kapsulektomi ise *articulatio cubiti*'de ankiloz oluşturduğu için tam bir uçuş kaybına neden olmuştur.

Uçuşun engellenmesi amacıyla kullanılan birincil tüylerin kesilmesi ve kırılması bireyler arasında farklılıklar göstermekte, özellikle tüy değişiminde ve hemen sonra yapılan kesimlerde foliküllerin zarar görmesi, durdurulmayan ya da tekrarlayan kanamalar, düzensiz kesimlerde koordinasyon bozuklukları ve bunun sonunda travmaya bağlı yaralanmalar, stres, işlemin yılda birkaç kez yapılması ve yakalamalar sırasında tüy bütünlüğünün

bozulması ve benzer komplikasyonlara sahiptir <sup>17</sup>.

Genç kuşlarda ve yetişkin güvercinlerde uygulanan kanatların bantlaması cerrahi metotların dışındaki diğer bir yöntemdir. Bu yöntemde esnek bir plastik ya da deriden bant şeklinde hazırlanan özel kilitlenebilir materyal deri üzerinden 7. ve 8. birincil tüylerin arasından geçirilerek propatagium'un üstünden bağlanır. Yöntemin komplikasyonları genç kuşlarda iki haftadan fazla kalan bantların tüy folüküllerinde bozulmalara neden olması ve kuşlar üzerinde unutulmuş ya da çok uzun süre kalan bantların nekroz ve deri bütünlüğünde bozulmalara sebep olmasıdır <sup>21</sup>.

Ampütasyon özellikle yetiştiriciler tarafından tercih edilen cerrahi yöntemlerden biridir. *Articulatio carpi*'de tarak kemiklerinin kesilerek manusun uzaklaştırılmasını kapsayan cerrahi bir işlemdir. Bir haftalıktan küçük civivlerde elektrokoterle yapılan yöntemin yetişkin kuşlarda anestezi gerektirmesi, kanamalara neden olması, operasyon sonunda nadirde olsa osteomyelit ve miyazis oluşabilmesi, kuşta hareket ve koordinasyon bozukluğuna bağlı çarpmalarla açık yaralar oluşabilmesi ve stres gibi komplikasyonlar vardır <sup>20,21</sup>.

Silva ve ark.<sup>22</sup> tarafından yetişkin güvercinlerde (*Columba livia*) II. ve III. metacarpus'dan elektrokoterle yapılan ampütasyonla uçuş başarı ile engellenmiştir. Yukarıda sayılan komplikasyonlardan bu çalışmada da bahsedilmiştir. Unilateral metacarpal amputasyon yöntemi kuşlarda da kullanılan güvenilir bir uçuşu engelleme yöntemidir <sup>23</sup>.

Nicolich ve ark.'nın <sup>18</sup> turnalar (*Grus canadensis tabida*) üzerinde yaptıkları çalışmalarda tenotomi operasyonu ile *m. extensor carpiradialis*'in tendosunun tek başına unilaterale tenektomisi ya da tenotomi ile birlikte *articulatio carpi*'nin kapsulektomisinin benzer sonuçlar vererek uçuşu engellediğini göstermiştir. Kınalı kekliklerde aynı tendonun tenektomisi tek başına kuşların uçmasını engellememiş ve yeteri kadar da sınırlayamamıştır. Turna ve benzer fiziksel yapıya sahip kuşlar havalanmak için yeterli kaldırma kuvvetini güçlü kanat çırpımlarla yaratabilirler. İri bir vücuda sahip olmaları daha fazla kaldırma gücünü gerektirir buda kalkışta daha büyük bir kanat alanı demektir. Bu kuşlarda kanat alanının büyük bir kısmını birincil tüyler yani manusu bağlı tüyler oluşturur <sup>18</sup>. Turnalarda manusun ekstensiyonunu sağlayan *m. extensor carpi radialis*'in tendosu çok güçlüdür. Bu tendonun tenektomisi sonucu oluşan fonksiyon kaybını diğer ekstensör tendoların kompanse edebilmeleri mümkün değildir. Manus'un yeteri kadar gerilememesi kanat alanında daralma ve asimetriye neden olur böylece kuş havalanamaz.

Kınalı keklikler havalanmak için koşmazlar onlar güçlü

bacak kaslarını kullanarak oldukları yerden dikeye yakın 3 m kadar kanat çırparak fırlarlar, bu fırlama kalkış için güç kaynağıdır ve uçuş için ivme oluşturur bundan sonra kanat çırpma ile uçuşu devam ettirirler <sup>24</sup>. Bu sayede kalkışta geniş bir kanat alanına gerek duymazlar. Keklikte de *m. extensor carpiradialis*'in tendosu manus'un gerilmesinde en fazla görev yapan tendodur fakat keklikte diğer tendo gurupları bu tendonun görevini bir noktaya kadar kompanse edebilmektedirler. Kanatların anaerobik glikolitik bir kas yapısına sahip olmaları aşırı yüklenen bu kas gruplarının çok çabuk yorulmalarına sebep olmakta ve uçuş çok kısa sürmektedir <sup>25-28</sup>. Turna, flamingo, ibis gibi kuşlarda uçuşu sınırlamada çok etkili bir yöntem olan *m. extensor carpiradialis*'in tenektomisi ya da tenektomisi kınalı kekliklerde ilave olarak *m. extensor carpiulnaris*'inde tenektomisini yapılmasına rağmen aynı sonucu vermemiştir <sup>18</sup>. Öte yandan *articulatio cubiti*'nin kapsulektomisi kınalı kekliklerde uçmayı engellemiştir ancak bu operasyondan sonra eklemde kısmi ankiloz oluşması ekstensiyon kabiliyetini sınırlı oranda kaybetmesi dezavantaj sayılabilir. Bu fonksiyon kaybı kekliklerin uçuş denemelerinde operasyon yapılan kanada doğru yay çizerek düşüşlerine neden olmuştur. Kınalı keklikler kapsulektomi operasyonundan sonra tehlike anında sıçrayarak kanat hareketlerinin yardımıyla yaklaşık 4 m'lik basit uçuş denemeleri ile kendilerini koruyabilirler buna rağmen tenektomi operasyonu geçiren turnalar ancak koşarak kendilerini koruma şanslarına sahiptirler. Bu özellik kınalı kekliklerde kapsulektomi operasyonun avantajıdır.

Patagiyektomi, triosseal kanaldan geçerek *humerus*'a makara tarzı hareket kazandıran *m. supracoracoideus*'un tendosunun *pars propatagialis brevis*'ten tenektomisi <sup>21</sup>. Güçlü uçuş yeteneğine sahip kompakt yapılı kuşlarda bu operasyonun uçuşu sınırlandırmada etkili olabileceği düşünülmektedir.

Güvercinler (*Columba livia*) ve cockatiel'ler (*Nymphicus hollandicus*) oldukları yerden kanat çırparak uçabilecek güçlü kanat ve pektoral kas yapısına sahiptir. Degernes ve ark.'nın <sup>21</sup> bu iki kuşta yaptıkları çalışmada patagiyektominin güvercin ve cockatiel'lerde uçuşu engelleyemediği sadece yetersiz oranda sınırladığını göstermiştir. Teorik olarak kanat çırpımda çok etkili olan *m. supracoracoideus*'un tendosunun *pars propatagialis brevis*'ten tenektomisi yapılan çalışmada uçuşu engellemede neden yeterli sonucu vermediği, kınalı kekliklerin alt kol kaslarının *m. extensor carpiradialis*'in tenektomisindeki benzer adaptasyon sürecini bu kuşların pektoral kasları tarafından gerçekleştirildiği olgusuna bağlanmaktadır. Operasyon sonrası yapılan ilk kontrollerde çok yüksek düzeydeki uçuş engellenmesi ilerleyen zamanlardaki denemelerde azalmıştır. Bu çalışmalar kanat çırpımda tek bir kas grubunun teorik

olarak düşünüldüğü kadar etkili olmadığını tek bir kas grubunun tendolarındaki tenektomi ve tenetomilerinin uçuşu belli bir düzeyde sınırlandırdığını fakat tamamen engelleyemediğini göstermiştir.

Kıvalı kekliklerde uygulanacak olan patagiektomi operasyonunun uçuşu engellemede başarısız olacağı kekliklerin uçuş özelliği akla geldiğinde düşünülebilir. Kekliklerin güçlü bacak kaslarını kullanarak oldukları yerden dikey yönde kanat çırparak fırladıklarından dolayı bu operasyon onlarda da başarı sağlayamayacağını akla getirmektedir.

Çalışmamızda kıvalı kekliklerde (*Alectoris chukar*) tek başına *m. extensor carpiradialis* ve *m. extensor carpi ulnaris*'in tenektomisinin uçuşu engelleyemediği sadece sınırlayabildiğini, alt kola ait diğer ekstensiyon kasların ve tendo gruplarının bu iki kasın fonksiyonlarını bir noktaya kadar kompanse edebildiklerini gösterdi. Tek başına kapsulektomi operasyonu ise kekliklerde *articulatio cubiti*'de kısmi ankiloz oluşturarak fonksiyon kaybına, böylece uçuşun engellenmesine neden olmuştur. Her iki operasyonun beraber uygulanmasında kapsulektomi ile aynı sonuçlar alınmış ve uçuş engellenmiştir. Tenektomi + kapsulektomi grubundaki yüzde +0.83'lük fark Mann-Whitney test yöntemi için fark oluşturmaz bir değerdir ( $P>0.05$ ). Bu farkın tenektomideki yara iyileşmesinden ziyade *m. extensor carpiulnaris*'in ve *m. extensorcarpi radialis*'in tendolarının fonksiyon kaybından kaynaklandığı düşünülmelidir.

Sonuç olarak; kapsulektomi operasyonunun tek başına kıvalı kekliklerde uçuşu engellemek için yeterli olduğu kanaatine varılmıştır.

## KAYNAKLAR

1. **Heinzel H, Fitter R, Parslow J:** Türkiye ve Avrupa'nın Kuşları. *Doğal Hayatı Koruma Derneği*, 1995.
2. **Del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J:** *Alectoris Chukar*. In, Handbook of the Birds of the World, Vol. 2, 485-486 Barcelona: Lynx Edicions, 1994.
3. **Leonaed W:** Natural History of Birds. The Ronald Press Company, New York, 1956.
4. **Christensen C:** *Chukar: Alectoris chukar*. In, Poole A, Gill F (Eds): The Birds of North America, pp. 1-20, Philadelphia, PA: The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1996.
5. **Gooders J:** Field Guide to the Birds of Britania & Europe, Larousse plc, London, 1995.
6. **Welty JC, Baptista L:** The Life of Birds. 4th ed. Saunders College Publishing, New York, 1988.
7. **Watson GE:** Three Sibling Species of *Alectoris* Partridge. *Ibis*, 104 (3): 353-367, 1962
8. **Duncker HR:** Vertebrate lungs: Structure, topography and mechanics. A comparative perspective of the progressive integration of respiratory system, locomotor apparatus and ontogenetic development. *Respir Physiol Neurobiol*, 144 (2-3): 111-124, 2004.
9. **Dursun N:** Evcil Kuşların Anatomisi, Medisan Yayın Serisi, Ankara, 2002.
10. **Nickel R, Schummer A, Seiferle E:** Anatomy of the Domestic Birds. Verlag Paul Parey, Berlin, 1977.
11. **Hinchliffe JR, Johnson DR:** The Development of the Vertebrate Limb. Clarendon, Oxford, 1980.
12. **Mc Kitrick MC:** Myology of The Pectoral Appendage in Kingbirds (Tyzzwus) and Their Allies. The Condor, New York, 1985.
13. **Pis T:** Energy metabolism and thermoregulation in hand reared chukars (*Alectoris chukar*). *Comp Biochem Physiol A*, 136, 757-770, 2003.
14. **Baumel JJ:** Handbook of Avian Anatomy. The Club, Massachusetts, 1993.
15. **Beebe CW:** The Bird its form and Function. Henry Holt and Company, New York, 1906.
16. **Eren G:** Kuşlarda uçmanın biyomekaniği. *J Fac Vet Med*, 20, 199-203, 2001.
17. **Ellis DH, Dein FJ:** Flight restraint techniques for capti and cranes. In, Harris J (Ed): *Proc. 1987 International Crane Workshop*. International Crane Foundation, Baraboo, Wisconsin, 447-451, 1991.
18. **Ellis DH, Dein FJ: Special Techniques, Part E:** Flight restraint. In, Ellis DH, Gee GF, Mirande CM (Eds): *Cranes: Their Biology, Husbandry, and Conservation*. pp. 241-244, Natl. Biological Service and International Crane Foundation, Washington, DC, 1996.
19. **Schroeder CR, Koch K:** Preventing flight in birds by tenotomy. *J Am Vet Med Assoc*, 97, 169-170, 1940.
20. **Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LR:** Avian Medicine: Principles And Application. Wingers Publishing. Inc. Lake Worth, Florida, 1994.
21. **Degernes LA, Feduccia A:** Tenectomy of the supra-coracoideus muscle to deflight pigeons (*Columba livia*) and cockatiels (*Nymphicus hollandicus*). *J Avian Med Surg*, 15 (1): 10-16, 2001.
22. **Silva Da LAF, Menezes Da LB:** Comparison between the amputation of II and III metacarpus and termocauterization method to obstruct the flight of pigeons (*Columba livia*). *Ciência Animal Brasileira*, 4 (1): 85-90, 2003.
23. **Speckmann G:** Unilateral metacarpal amputation used on cygnets. *Can Vet J*, 14 (12): 305-306, 1973.
24. **Kenneth PD, Ross JR, Terry RD:** What Use Is Half a Wing in the Ecology and Evolution of Birds? Bio Science, Charleston, 2006.
25. **Alexander RM:** Biomechanics. William Clowes & Sons Ltd. Great Britain, 1975.
26. **Alexander RM:** Exploring Biomechanics. Scientific American Library, A Division of HPHLP, New York, 1992.
27. **Schmidt-Nilsen K:** How Animals Work. Cambridge University Press, 1974.
28. **Starck JM, Ricklefs RE:** Avian Growth and Development Evolution within the Altricial, Precocial Spectrum. Oxford University Press, New York, 1998.