



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.
2012; 26 (2): 65 - 71
http://www.fusabil.org

Kınlı Keklikte (*Alectoris chukar*) Tunica Fibrosa Bulbi'nin Morfolojik Özelliklerinin Araştırılması

Serkan ERDOĞAN¹
Mehmet Erdem AKBALIK²
Hakan SAĞSÖZ²

¹Dicle Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi,
Anatomi Anabilim Dalı,
Diyarbakır, TÜRKİYE

²Dicle Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi,
Histoloji ve Embriyoloji
Anabilim Dalı,
Diyarbakır, TÜRKİYE

Geliş Tarihi : 05.09.2011
Kabul Tarihi : 15.02.2012

Yazışma Adresi Correspondence

Serkan ERDOĞAN
Dicle Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi,
Anatomi Anabilim Dalı,
Diyarbakır - TÜRKİYE

serkanerdogan101@hotmail.com

Bu çalışma kınlı keklikte (*Alectoris chukar*) tunica fibrosa bulbi'nin morfolojik özelliklerinin ortaya konması amacıyla planlanmıştır. Çalışmada 5 dişi ve 5 erkek olmak üzere toplam 10 adet kınlı keklik kullanıldı. Total olarak çıkarılan gözler %10'luk nötral formaldehit solüsyonunda tespit edildi. Rutin histolojik işlemleri takiben 5 µm kalınlığında alınan kesitlere genel yapıyı belirlemek için Crossman'ın modifiye triple boyası uygulandı. Kornea ve sklera'yı meydana getiren yapılar detaylı olarak incelendi. Özellikle sklera'nın anterior kısmında bulunan kemik plaklar ve sklera'yı çepeçevre kuşatan kıkırdak doku dikkat çekiciydi. Optik sinirin sklera'yı deldiği bölgede de kemik dokunun (*os opticus*) olduğu belirlendi. Tunica fibrosa bulbi'ye ait katmanların genişliği bakımından erkek ve dişi arasında bir farklılığın olup olmadığı istatistiksel olarak değerlendirildi. Ölçümü yapılan katmanlar arasında sadece korneal stroma ve skleral kıkırdakın genişliği bakımından cinsiyetler arası önemli bir farklılık saptandı (P<0.05).

Anahtar Kelimeler: Kornea, sklera, morfoloji, keklik.

Investigation of Morphological Characteristics of Fibrous Tunic of Eyeball in Chukar Partridge (*Alectoris chukar*)

This study is aimed to demonstrate the morphological characteristics of fibrous tunic of eyeball in Chukar partridge (*Alectoris chukar*). In this study, a total of 10 partridge, 5 male and 5 female were used as material. The eyes were removed totally and fixed in 10% formaldehyde solution. The slides which were cut at 5 µm thickness were stained with Crossman's modified triple stain in order to determine the general structure following routine histological process. The structures that constitute detailed examination of cornea and sclera. The osseous plaques in the anterior part of the sclera and cartilaginous tissue surrounding the sclera were attractive. The osseous tissue (*os opticus*) was determined in the perforated region of sclera by optic nerve. Widths of the layers of fibrous tunic between males and females were compared statistically. The differences between genders in terms of only corneal stroma and scleral cartilage were determined to be significant (P<0.05).

Key Words: Cornea, sclera, morphology, partridge.

Giriş

Omurgalı hayvanlarda retinaya düşen görüntünün kalitesi büyük oranda lens ve korneaya bağlıdır. Karada yaşayan kuşlarda kornea gün ışığının temel yansıtıcı ajanı olup gözün refraktif gücünün yaklaşık 2/3'üne sahiptir. Kornea kuşlarda akomodasyonun sağlanmasında da rol oynar. Uçuş esnasında kornea'nın odaklanma gücü, korneal konveksite tarafından belirlenir ve kornea ne kadar konveks veya kıvrık bir yapı gösteriyorsa odaklanma da o oranda güçlü şekillenir (1-3). Penguen ve albatrosta anatomik olarak kornea nispeten yassılaştırmıştır ve bu suretle birçok kuş türüne kıyasla yansıtma yeteneği oldukça düşüktür (4, 5). Memeli hayvanların ve omurgalıların çoğunda UV ışınlarının büyük kısmı kornea seviyesinde absorbe edilip lens düzeyinde minimuma indirgenmekte ve böylece retinaya ulaşmaktadır (6). Bu bakımdan kornea'nın morfolojik özellikleri ile gözün fonksiyonel görme kabiliyeti yakından ilişkilidir. Kornea'nın transparan özelliği, kollajen lifler arasındaki interfibriler aralıkların çaplarının uniformitesi tarafından belirlenir. Kornea'daki ışık saçılımı; kollajen fibriller arasındaki aralıksal düzenlenme bozulduğunda ya da kollajen fibril sayısı veyahut çapı artış gösterdiğinde yükselir ve görme fizyolojisini etkiler (7, 8). Bu bakımdan gözün sahip olduğu normal ve anatomik kuruluşu anlamak; hem patolojik süreçleri yorumlayabilmek hem de fizyolojik mekanizmaları ortaya koyabilmek adına gereklilik arz eder.

Kuşlarda sklera içerisinde memelilerden farklı olarak hem hyalin kıkırdak hem de kemik mevcuttur. Sklera'da bulunan kemikler ya da kemik plaklar sklerotik bir halka oluşturacak şekilde düzenlenmişlerdir (9). Gereke sklera'da bulunan hyalin kıkırdak ve kemik plaklar, gerekse kornea, gözün eksternal duvarını şekillendirmekte ve memeli gözünün küre şeklinden farklı olarak göze oval ya da fincan benzeri bir form kazandırmaktadır (10).

Bugüne kadar kanatlı ve memeli hayvanlarda tunica fibrosa bulbi'yi oluşturan kornea ve sklera üzerine karşılaştırmalı olarak birçok çalışma yapılmıştır (11-13). Ancak bu çalışmaların büyük bir kısmı evcil kanatlılardan tavuk üzerine yoğunlaşmış (9, 10, 14, 15) yabancı türlere ilişkin çalışmaların ise daha sınırlı sayıda olduğu görülmüştür (1, 16, 17). Yine kanatlı embriyoları gözün embriyolojik gelişimini ve bu gelişimin fizyolojik mekanizmalarını ortaya koymak adına sıkça tercih edilen bir materyal olmuştur (18-20). Kanatlı ve sürüngenlerdeki filogenetik yakınlıktan dolayı tunica fibrosa bulbi'nin benzer morfolojik özellikler sergilediği görülmüş ve sürüngenler üzerinde de konuya ilişkin birçok araştırma yapılmıştır (21-23). Gözün morfolojik yapısı fizyolojik mekanizmaların değerlendirilmesinde de göz önünde bulundurulmuştur (24).

Ancak şimdiye kadar yapılan literatür taramalarında kekliklerde tunica fibrosa bulbi de dahil olmak üzere gözün morfolojik yapısına ilişkin detaylı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada kınlı keklikte (*Alectoris chukar*) tunica fibrosa bulbi'nin morfolojik özelliklerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu araştırmanın keklik gözünde yapılacak çalışmalar için temel teşkil edebileceği düşünülmektedir.

Gereç ve Yöntem

Sunulan çalışmada, 5 dişi ve 5 erkek olmak üzere 10 adet yetişkin kınlı kekliğe ait toplam 20 göz değerlendirmeye alındı. Özel bir yetiştirme çiftliğinin kesimevinden temin edilen hayvanların kesim sonrası gözleri total olarak çıkarıldı ve %10'luk nötral formaldehit solusyonunda tespit edildi. Yıkama işlemini takiben %70'lik dereceli alkol serisinden başlanarak suyu giderildi. Metil benzoat ve benzol serilerinden geçirilerek paraflesta bloklandı. Hazırlanan bloklardan 5 µm kalınlığında kesitler alındı ve bu kesitlere Crossman'ın modifiye triple boyası uygulandı. Genel yapıyı belirlemek için kullanılan bu boyama yöntemiyle hazırlanan preparatlarda gözün kornea ve sklera'ya ait katmanlarının genişlikleri ölçüldü. Bu ölçümlerin yapılmasında oküler mikrometreden yararlanıldı. Katmanların ölçümünde 20 objektif büyütmesi kullanıldı. Tunica fibrosa bulbi'ye ait katmanların genişliği bakımından erkek ve dişi keklikler arasında bir farklılığının olup olmadığı Mann Whitney U testi ile istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular

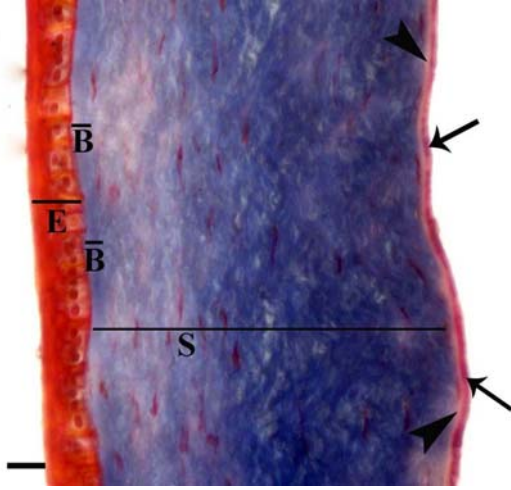
Tunica fibrosa bulbi'nin anteriorde saydam kısmını teşkil eden kornea dışı doğru hafif bir konveksite göstermekteydi. Mikroskobik olarak 5 katmandan oluştuğu izlendi (Şekil 1). Kornea'nın anterior yüzünü döşeyen, aynı zamanda en dış katman olan ve epitel hücrelerinden meydana gelmiş lamina epitelyalis (*epithelium anteriosus cornea*), çok katlı yassı non-

keratinize epitel özelliği sergilemekteydi. Epitel katın oldukça belirgin olan bazal membranı üzerine, uzun prizmatik hücreler oturmuştu. Prizmatik hücrelerin çekirdekleri belirgin ve oval olup hücrenin apikaline doğru lokalize olmuştu. Prizmatik hücrelerin üzerinde bir ya da iki sıralı yuvarlak çekirdekli poligon hücreler ve bunların üstünde fevkalade yassılaştırmış, dolayısıyla hücre sınırları ve çekirdekleri zor seçilen yassı hücre sıraları gözlemlendi (Şekil 2). Lamina epitelyalis'in altına yerleşen subepitelyal bazal membran (*lamina limitans anterior*) ya da Bowman membranı sadece bağdoku matriksinden oluşan ince ve homojen bir katman halinde epitel katı korneal stromadan ayırmakta idi (Şekil 1).

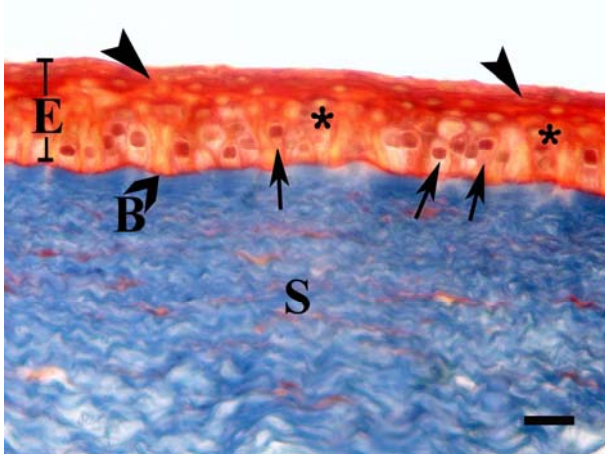
Kornea'nın en geniş bölümünü oluşturan stroma (*substantia propria*), çok sayıda lameller halinde dizilmiş kollajen ipliklerden oluşmuştu. Paralel şekilde dizilim gösteren kollajen lameller yine kollajen lifler tarafından bir arada tutulmaktaydı. Stromanın posterior sınırında seyrek de olsa periferik yerleşimli elastik liflerin bulunduğu izlendi. Her ne kadar kollajen lameller korneal yüzeye paralel bir dizilim gösteriyor olsa da sklera'ya geçiş bölümlerinde (*sulcus sclera*) farklı yönlerde uzanan kollajen lifler de bulunmaktaydı. Stroma içerisinde kollajen lameller arasında dağınık tarzda yerleşmiş keratoblastlara (fibroblastlar) rastlandı. Keratoblastlar kollajen lamellerin paralelinde, yassılaştırmış ince uzun mekik benzeri bir form sergilemekte ve metakromazi gösterdikleri için kırmızı-pembe renkte görülmekteydi. Belli belirsiz bir çekirdeğe ve az bir sitoplazmaya sahip olan bu hücrelerin, stromanın anterior yarımında sıkı bir doku oluşturan kollajen lameller arasında daha çok sayıda oldukları, buna karşın stromanın posterior yarımında bu hücrelerin nispeten daha seyrek yerleştikleri saptandı (Şekil 3).

Korneal stromanın hemen altında, stromayı endotel katmanından ayıran Desemet membran (*lamina limitans posterior*), oldukça ince ancak belirgin ve amorf bir sınır şeklinde koyu boyanmıştı. Desemet membranının hemen altında bulunan ve gözün anterior kamarasına bakan endotel kat (*epithelium posteriosus cornea*), tek sıra yassı hücrelerden teşekkül etmişti. Endotel katmanı kornea'nın posterior yüzünü döşemektedir (Şekil 4).

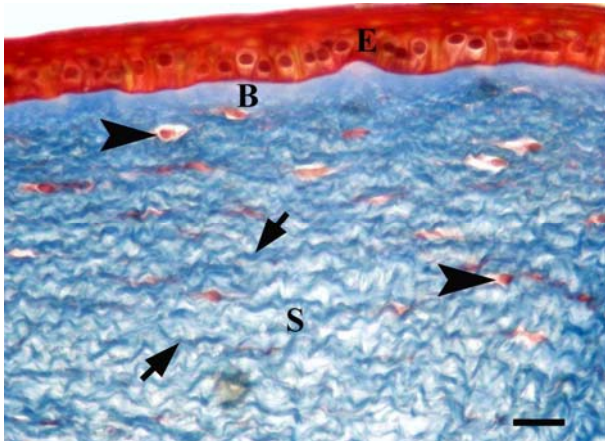
Korneoskleral geçitte ya da iridokorneal açının üst ve arka tarafında bağdokudan oluşan lamellerin, aralarında oldukça geniş boşluklar (*Fontana aralıkları*) bırakarak trabeküler bir ağ meydana getirdikleri görüldü. Trabeküler ağın ön kamaraya bitişik olan kesimi (*iç uveal ağ*) daha sıkı bir örgü oluşturan kollajen lameller içerirken, daha geniş olan ve sklera'ya uzanan kesimi (*korneoskleral ağ*) aralarında daha geniş boşluklar bırakan lamellerden oluşmuştu. Humor aquosus'un drenajını sağlayan venöz pleksusların (*sinus venosus sclera*) bu katmana bitişik olarak yerleştiği görüldü (Şekil 5).



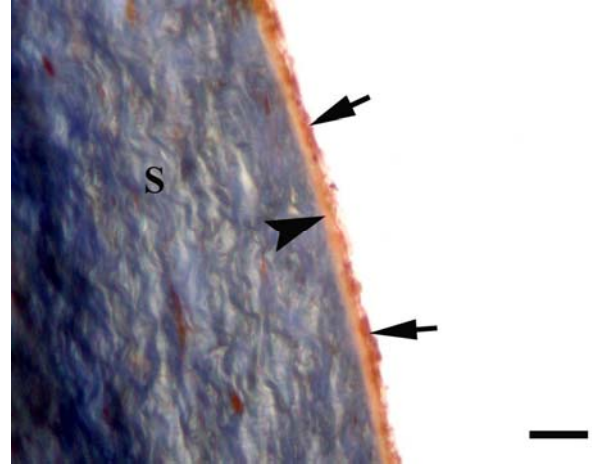
Şekil 1. Kornea katmanlarının genel görünümü. E: Epitel kat, B: Bowman membranı, S: Stroma, okbaşları: Desemet membran, ok: Endotel kat. Bar: 50 µm.



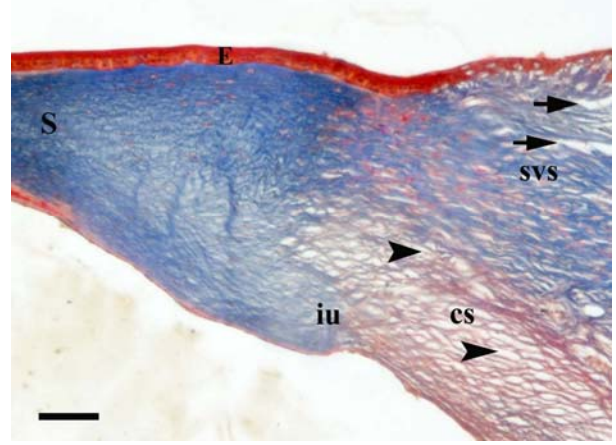
Şekil 2. Korneal epitelin (E) genel görünümü. Bazal membran (B) üzerine oturmuş prizmatik (ok), poligonal (*) ve yassı (okbaşı) hücreler. S: Stroma. Bar: 25 µm.



Şekil 3. Korneal stromayı oluşturan keratoblastlar (okbaşları) ve kollajen lifler (oklar). E: Epitel kat, B: Bowman membranı, S: Stroma. Bar: 25 µm.



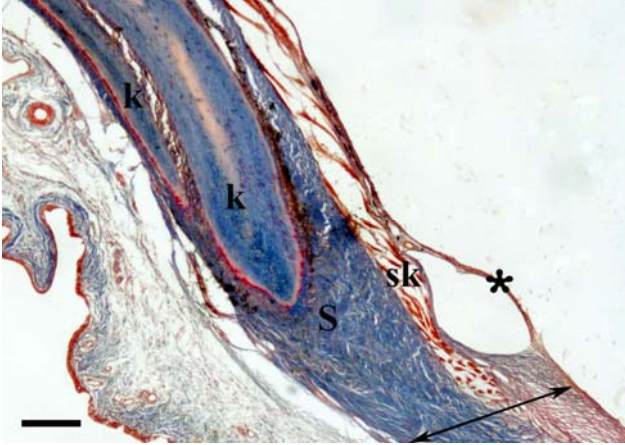
Şekil 4. Stroma'nın (S) altında yer alan Desemet membran (okbaşı) ve endotel katman (ok). Bar: 25 µm.



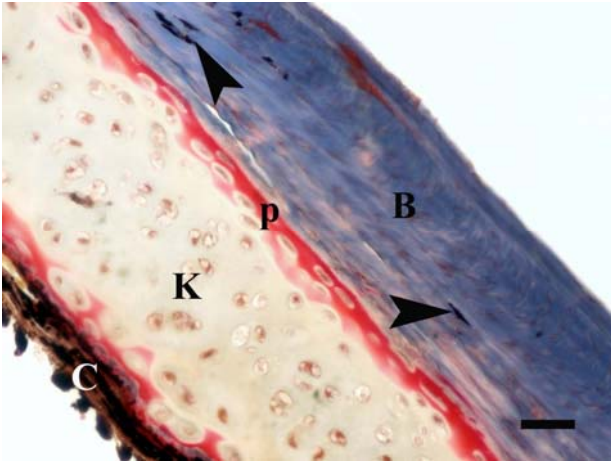
Şekil 5. İridokorneal açıda yer alan oluşumlar. iu: iç uveal ağ, cs: korneoskleral ağ, sv: sinus venosus sclerae, okbaşları: Fontana boşlukarı, oklar: venöz sinuslar, E: Epitel kat, S: Stroma. Bar: 100 µm.

Tunica fibrosa bulbî'nin posteriore doğru büyük bölümünü oluşturan ve saydam olmayan sklera basık bir küre şeklindeydi. Esasını bağdokunun kollajen fibrillerinin oluşturduğu skleral stroma içinde, trabeküler ağıın hemen gerisinde lokalize olan ve dokuyu destekleyen halka şeklinde üst üste dizilmiş skleral kemikler dikkat çekiciydi. Bu kemiklerin merkezinin daha kalın, ön ve arka kenarlarının ise daha ince olduğu görüldü (Şekil 6). Sklera'nın yaklaşık ön ¼'lük kesimini işgal eden kemiklerin hemen gerisinde, bu bölgeden başlayarak optik sinirin (*n. opticus*) sklera'yı deldiği bölgeye (*area sclera cribrosa*) kadar sklera'yı boydan boya kat eden kıkırdak dokusu bulunmaktaydı. Kıkırdak dokunun kemik plakların aksine parçalı ya da üst üste dizilen bir organizasyona sahip olmadığı ve kesintisiz bir halka şeklinde devam ettiği görüldü. Sklera'nın choroidea'ya komşu olan internal yüzeyine yakın yerleşmiş kıkırdakın etrafı koyu boyanmış bir perichondrium katmanı ile kuşatılmıştı. Kıkırdak dokunun arada belirgin bir bağdoku katmanı olmadan choroidea ile sıkı temasa geçtiği

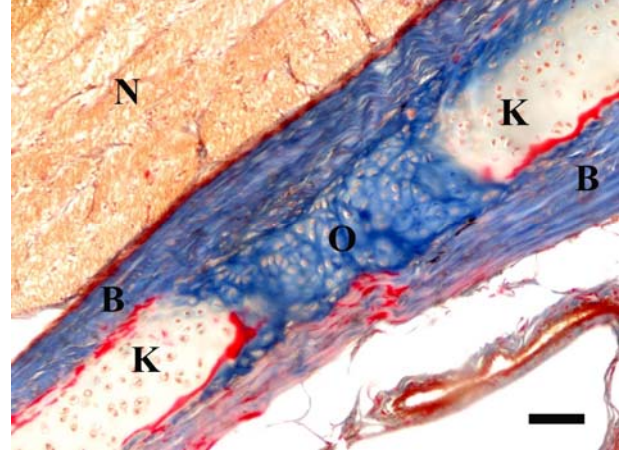
gözlendi. Sklera'nın kıkırdağ doku kapsamayan eksternal yarımı ise sıkı kollajen liflerden oluşmuş bir bağdokudan ibaretti (Şekil 7). Kıkırdağ dokunun sadece area cribrosa sklera düzeyinde kesintiye uğradığı görülür iken, optik sinirin merkezinden geçmeyen kesitlerde bu bölgede de kemik dokunun (*os opticus*) bulunması dikkat çekiciydi. Optik sinirin skleral bağdokuyu deldiği gibi bu mevcut kemik dokuyu da delerek retinaya ulaşmış olduğu görüldü (Şekil 8). Sklera'nın kollajen lifler içeren bağ doku kısmında irili ufaklı kan damarlarının var olduğu ve yer yer pigment hücrelerinin bulunduğu görüldü (Şekil 9).



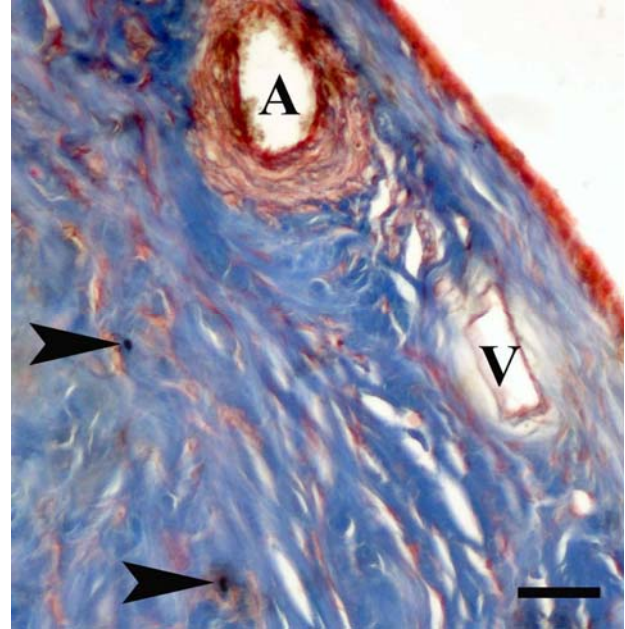
Şekil 6. Skleral bağdokuda (S) bulunan skleral kemikler (k). sk: Siliyar kas, *: Lig. pectinatum, ok: İridokorneal açığı. Bar: 250 µm.



Şekil 7. Skleral bağdokuda (B) bulunan kıkırdağ (K). p: Perichondrium, C: Choroidea, okbaşları: Pigmentler. Bar: 50 µm.



Şekil 8. Skleral kıkırdağın (K) kesintiye uğradığı bölgede os opticus (O). B: Bağdoku, N: *N. opticus*. Bar: 100 µm.



Şekil 9. Skleral bağdokuda bulunan arter (A), ven (V) ve pigmentler (okbaşları). Bar: 25 µm.

Yapılan istatistiksel değerlendirmede, korneal stroma ve skleral kıkırdağ genişliği bakımından cinsiyetler arası anlamlı bir farklılık ($P < 0.05$) gözlenirken, diğer parametreler için farklılığın önemli olmadığı görüldü ($P > 0.05$) (Tablo 1).

Tablo 1. Kornea ve sklera'ya ait katmanların ölçümleri (μm).

	KORNEA				SKLERA			
	Epitel katmanı	Bowman membranı	Stroma	Desemet membran	Endotel katmanı	Skleral kıkırdak	Skleral bağdoku	Os opticus
	Ort. \pm SS	Ort. \pm SS	Ort. \pm SS	Ort. \pm SS	Ort. \pm SS	Ort. \pm SS	Ort. \pm SS	Ort. \pm SS
Erkek	20.68 \pm 1.82	10.64 \pm 0.80	194.05 \pm 11.13	8.99 \pm 0.58	3.99 \pm 0.70	127.19 \pm 5.28	136.55 \pm 6.54	122.70 \pm 6.42
Dişi	20.36 \pm 1.04	10.72 \pm 0.68	175.39 \pm 5.55	8.78 \pm 0.58	4.07 \pm 0.43	119.41 \pm 3.52	140.86 \pm 4.01	119.15 \pm 3.70
P	-	-	*	-	-	*	-	-

-: P>0.05, *: P<0.05

Tartışma

Diğer omurgalılardakine benzer şekilde avian kornea da avasküler ve transparan bir yapıya sahip olup tunica fibrosa bulbı'nın anterior porsiyonunu oluşturur. İntraoküler oluşumları destekleyen kornea; konveksitesi aracılığıyla ışığı kırarken, transparan yapısı ışığa geçirgenlik gösterir (24). Birçok türde olduğu gibi kornea 5 katmandan teşekkül etmiştir. Altın kartalda kornea katmanları merkezde perifer kıyasla oldukça ince bir yapıya sahiptir (25). Kanatlılarda epitel hücre katmanının, basit prizmatik hücre katmanı üzerine oturmuş 2-3 sıralı poligonal hücrelerden ve epitel katın en dış sınırını oluşturan yaklaşık 3-4 sıralı yassı hücrelerden oluştuğu bildirilmiştir. Keklikte ise hem poligonal hem de yassı hücre katmanının 1-2 sıra hücreden oluştuğu, dolayısıyla kornea'nın daha ince bir epitel kat ihtiva ettiği görülmüştür. Kartalda Bowman membranı yaklaşık 10 mikrometre kalınlığında, korneal stroma ise total kornea kalınlığının %90'ını oluşturmaktadır, aynı zamanda korneal stromanın ¼'lük internal kısmı daha gevşek bir yapıya sahiptir. Benzer durum incelenen kekliklerde de gözlenmiş, kollajen lifler stromanın anterior yarımında daha sıkı iken posterior yarımında daha gevşek bir organizasyon göstermiştir. Yetişkin kartalda desemet membran 2-2.5 μm ve endotel katmanı 6 μm olarak ölçülmüş, bu katmanların kornea için hidrofobik bir bariyer oluşturduğu belirtilmiştir (26). Keklikte Bowman membranının kalınlığı kartala benzerlik gösterirken, desemet membranın çok daha kalın, endotel katın ise çok daha ince olduğu görülmüştür. Cıvciv embriyolarında yapılan bir çalışmada (14), kuluçkanın 19. gününde kornea epiteli 13 μm , Bowman membranı 2.54 μm , stroma 250 μm , desemet membranı 3.3 μm ve endotel katmanı 5.1 μm olarak ölçülmüş, bu değerlerin kuluçkadan çıkışa yaklaşırken (19. gün) özellikle kornea epiteli, Bowman membranı ve stroma lehine oldukça arttığı görülmüştür. Keklikte sadece Bowman membranı ve desemet membrana ait değerlerin cıvcivlerden fazla olduğu, buna karşın kuluçka dönemi olmasına rağmen genel itibarıyla kornea'ya ait katmanların kalınlık değerlerinin tavukta daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bu durum kanatlı türleri arasında korneal kalınlık bakımından uniforme olmadığını göstermekte ve dokulara özgü bu anatomik kuruluşun türe özgü bir özellik olduğunu desteklemektedir. Zira benzer farklılık keklikte stroma açısından cinsiyetler arasında da görülmüş, bu durum dokuların anatomik kalınlıklarının şekillenmesinde cinsiyetin de etkili olabileceğini düşündürmüştür.

Kornea'nın yapısında bulunan kollajen lifler ve keratoblastlar (korneal fibroblastlar) ışık permeabilitesi ile ilişkili mikro yapılardır. Gerek kanatlı gerekse memeliler arasında kornea'nın ışık geçirgenliğine ilişkin farklılıkların, kornea'daki bu mikro yapıların farklılıklarının bir sonucu olabileceği bildirilmiştir. Tavuk ve kargada keratoblastların daha çok stromanın ön yarımında lokalize olduğu belirlenmiştir. İncelenen kekliklerde de her iki cinsiyette keratoblastlar benzer şekilde stromanın anterior yarımında daha yoğun olarak dağılım göstermişlerdir (11). Tavuk, karga ve güvercinde kollajen liflerin rat ve tavşan gibi memelilerin aksine düzenli bir dizilime sahip olduğu görülmüştür. Keklikte de kollajen lameller stromanın büyük bir kısmında düzenli ve longitudinal bir dizilim sergilerken, kornea'nın sklera'ya geçiş bölgelerinde oblik seyirli kollajen liflerin de bulunduğu görülmüştür (11, 27).

McLaren ve Brubaker (28) ile Emmerton ve ark. (27) UV ışınlarına karşı kornea geçirgenliğinin kuşlarda memelilerden daha fazla olduğunu bildirmişler ve bu durumun kanatlı stromasındaki kollajen lamellerin memelilere kıyasla çok daha düzenli bir dizilime sahip olmasından kaynaklandığını vurgulamışlardır. Keklikte de limbus kornea'ya nazaran merkezi kısımda kornea'nın daha geçirgen bir özelliğe sahip olduğu düşünülebilir. Bunun yanı sıra korneal geçirgenlik üzerinde ışık açısı ve kollajen lamel kalınlığının da etkili olduğu ortaya konmuş, kollajen lamel kalınlığı ile ışığı yansıtma gücü arasında pozitif bir korelasyon olabileceği düşünülmüştür (11, 29). Kollajen lamellerin kalınlık ve dansite gibi özellikleri bakımından türe özgü farklılıklarının nedeni bilinmemektedir (11). Ancak türler arası bu farklılıkların kollajen fibrillerin formasyon sürecinde devreye giren bazı proteoglikanların miktarı ve niteliğine bağlı olabileceği bildirilmiştir (30-33). Bu biyokimyasal yaklaşım; kekliklerde cinsiyetler arasındaki önemli (P<0.05) stromal kalınlık farkının, kollajen lamellerin yapısına katılan proteoglikan miktarının erkek ve dişide farklı olmasından kaynaklanabileceğini akla getirmektedir. Aynı şekilde skleral kıkırdakın yapısına katılarak dayanıklılığı artıran matriks proteoglikanlarından kaynaklı farklılıkların da kıkırdak kalınlığını değiştirebileceği düşünülmektedir.

Kuşlar göz küresine şeklini veren, onu destekleyen ve sklera'nın anterior segmentinde lokalize üst üste binmiş kemik plaklar tarafından şekillendirilen halka formunda anatomik bir oluşuma (*anulus ossicularis sclera*) sahiptir (9, 34). Embriyolojik dönemde

konjunktival papilladan orijin alan bu sklerotik halka, sklera içerisinde gözü çepeçevre kuşatır (9). Sklera'da bulunan hyalin kırıkdağ, skleral bağdokunun kalsifikasyonu sonucu oluşmuştur. Skleral kemikçiklerin ise hyalin kırıkdağın kalsifikasyonu neticesi şekillendiği ileri sürülmektedir (10). Moy-Thomas (35) ve Murray (36) bu oluşumlar için "dermal kemikler" terimini kullanmışlardır. Slonaker (10) ise "skleral kemikler" ya da "skleral plaklar" terimlerini tercih etmiş, Chard ve Gundlach (37) de bu terimlerin kullanımını devam ettirmişlerdir. Tavukta bu oluşum "kemikten skleral bir halka" olarak da tanımlanmıştır (10).

Baykuş, şahin ve kartalda bu skleral halka oldukça gelişmiş olup, birçok kuşta bulunan sferik göz küresinin aksine göze tubuler bir form kazandırmıştır (38, 39). Keklikte ise bu skleral kemik plakların, tavukta belirtildiği gibi göz küresine sferik ya da fincan benzeri bir form verdiği izlenmiştir (10). Dev gece kırlangıcı, tıknaz gagalı şahin ve evcil ördekte sferik ya da fincan benzeri bir form görülmüştür (34). Kuşların çoğunluğunda göz küresinin sferik formda olduğu da bildirilmiştir (39).

Evcil kanatlılarda skleral kemikçiklerin; başa nazaran gözlerin oldukça iri olması ve göz çevresindeki yumuşak doku ve yardımcı organların gözü korumada yetersiz kalması nedeniyle koruyucu bir etkiye sahip olduğu düşünülmüştür. Yabani kuşlarda ise skleral kemik formasyonunun hızlı akomodasyonu sağlayabileceği varsayılmıştır. Skleral kemikçikler aynı zamanda çizgili siliar kasların da başlangıç noktasını oluşturur (10, 24,

39). İncelenen kekliklerde de siliar kasların skleral kemikçiklere doğru sokulduğu gözlenmiştir.

Baykuşta skleral kemikler merkezde kalın periferde ince bir form sergilemektedir. Keklikte gözlenen skleral kemiklerin de merkezde oldukça kalın olduğu periferde ise merkeze nazaran daha ince bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Baykuşta bu kenarların ekvatoryal seviyede ve son derece keskin olduğu da bildirilmiştir. Bunların yanı sıra yetişkin baykuşlarda yapılan histolojik incelemelerde, skleral susam kemiği adı verilen ve medullar bölgesinde uniloküler yağ dokusu ihtiva eden oluşumlar tespit edilmiş ancak bizim çalışmamızda bu tarz özellik gösteren kemiklere rastlanmamıştır. Benzer şekilde tıknaz gagalı şahin, evcil ördek ve çobanaldatanda da skleral susam kemiği gözlenmemiştir. Skleral kemiklerin gözün ekvatoryal kenarına kadar yetişmediği ve baykuşa nazaran daha kısa olduğu bildirilmiştir (34).

Kekliklerde tunica fibrosa bulbi'nin yapısı incelenmiş ve memelilerden farklı olarak sahip olduğu skleral kemikler ve skleral kırıkdağların morfolojisi ortaya konmuştur. Ayrıca kornea katmanları detaylı olarak değerlendirilerek hücresel özellikleri belirlenmiştir. Cinsiyetler arası değerlendirme sonucu tunica fibrosa bulbi'ye ait katmanların kalınlıkları bakımından genel itibarıyla önemli bir farklılık taşımadığı ortaya konmuştur. Elde edilen bulguların kanatlı türlerinde yapılacak morfolojik çalışmalar için fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Katzir G, Howland HC. Corneal power and underwater accommodation in great cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*). J Experiment Biol 2003; 206: 833-841.
- Schaeffel F, Howland HC. Corneal accommodation in the chick and pigeon. J Comp Physiol A 1987; 160: 375-384.
- Glasser A, Troilo D, Howland HC. The mechanism of corneal accommodation in chicks. Vision Res 1994; 34: 1549-1566.
- Sivak JG, Millodot M. Optical performance of the penguin eye in air and in water. J Comp Physiol A 1977; 119: 241-247.
- Howland HC, Sivak JG. Penguin vision in air and water. Vision Res 1984; 24: 1905-1909.
- Estey T, Piatigorsky J, Lassen N, Vasiliou V. ALDH3A1: a corneal crystallin with diverse functions. Exp Eye Res 2007; 84: 3-12.
- Meek KM, Leonard DW, Connon CJ, Dennis S, Khan S. Collagens and proteoglycans of the corneal extracellular matrix. Eye 2003; 17: 927-936.
- Michelacci YM. Collagens and proteoglycans of the corneal extracellular matrix. Braz J Med Biol Res 2003; 36: 1037-1046.
- Franz-Odendaal TA. Toward understanding the development of scleral ossicles in the chicken, *Gallus gallus*. Dev Dynam 2008; 237: 3240-3251.
- Nelson NM. The sclerotic plates of the white leghorn chicken. Anat Rec 1942; 84(3): 295-306.
- Tsukahara N, Tani Y, Lee E, et al. Microstructure characteristics of the cornea in birds and mammals. J Vet Med Sci 2010; 72(9): 1137-1143.
- Rada JA, Achen, VR, Rada KG. Proteoglycan turnover in the sclera of normal and experimentally myopic chick eyes. Invest Ophthalmol Visual Sci 1998; 39(11): 1990-2002.
- Taşbaş M. Evcil kanatlılardan tavuk-horoz (*Gallus Domesticus*) ve hindi'nin (*Meleagris Gallopavo*) gözleri üzerinde karşılaştırmalı makro-anatomik ve subgros araştırmalar. Ankara Üniv Vet Fak Derg 1978; 225(2): 224-244.
- Kujawa-Hadryoe M, Tosik D, Bartel H. Changes in thickness of each layer of developing chicken cornea after administration of caffeine. Folia Histochem Cytobiol 2010; 48(2): 273-277.
- Fyfe DM, Ferguson MWJ, Chiquet-Ehrismann R. Immunocytochemical localisation of tenascin during the development of scleral papillae and scleral ossicles in the embryonic chicken. J Anat 1988; 159: 117-127.
- Browne RG, Kelly TC, Culloty S, Davenport J, Deeny T. The schematic eye of the rook, *Corvus frugilegus*. Folia Zool 2007; 56(4): 399-404.
- Wyganski-Jaffe T, Murphy CJ, Smith C, et al. Protective ocular mechanisms in woodpeckers. Eye 2007; 21: 83-89.

18. Barrett JE, Wells DC, Paulsen AQ, Conrad GW. Embryonic quail eye development in microgravity. *J Appl Physiol* 2000; 88: 1614-1622.
19. Sugrue SP. Isolation of collagen binding proteins from embryonic chicken corneal epithelial cells. *J Biol Chem* 1987; 262(7): 3338-3343.
20. Svoboda KKH, Fischman DA, Gordon MK. Embryonic chick corneal epithelium: a model system for exploring cell-matrix interactions. *Develop Dynam* 2008; 237: 2667-2675.
21. Franz-Odenaal TA. Intramembranous ossification of scleral ossicles in *Chelydra serpentina*. *Zoology* 2006; 109: 75-81.
22. Pigatto JAT, Andrade MC, Laus JL, et al. Morphometric analysis of the corneal endothelium of Yacare caiman (*Caiman yacare*) using scanning electron microscopy. *Vet Ophthalmol* 2004; 7(3): 205-208.
23. Vieira LG, Santos ALQ, Lima FC. Ontogeny of scleral ossicles of giant amazon river turtles *Podocnemis expansa* Schweigger, 1812 (Testudines, Podocnemididae). *Braz J Morphol Sci* 2007; 24(4): 220-223.
24. Jones MP, Pierce KE, Ward D. Avian vision: A review of form and function with special consideration to birds of prey. *J Exotic Pet Med* 2007; 16(2): 69-87.
25. Murphy CJ, Dubielzig RR. The gross and microscopic structure of the golden eagle (*Aquila chrysaetos*) eye. *Prog Vet Comp Ophthalmol* 1993; 3: 74-79.
26. Samuelson D. Ophthalmic anatomy In: Gelatt KN (Editor). *Veterinary Ophthalmology*, 3rd edition, Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins 1991: 31-150.
27. Emmerton J, Schwemer J, Muth I, Schlecht P. Spectral transmission of the ocular media of the pigeon (*Columba livia*). *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1980; 19: 1382-1387.
28. McLaren JW, Brubaker RF. Measurement of transmission of ultraviolet and visible light in the living rabbit cornea. *Curr Eye Res* 1996; 15: 411-421.
29. Nagayasu A, Hirayanagi T, Tanaka Y, et al. Site-dependent differences in collagen lamellae in the corneal substantia propria of beagle dogs. *J Vet Med Sci* 2009; 71: 1229-1231.
30. Akhtar S, Schonhaler HB, Bron AJ, Dahm R. Formation of stromal collagen fibrils and proteoglycans in the developing zebrafish cornea. *Acta Ophthalmol* 2008; 86: 655-665.
31. Iwasaki S, Hosaka Y, Iwasaki T, et al. The modulation of collagen fibril assembly and its structure by decorin: an electron microscopic study. *Arch Histol Cytol* 2008; 71: 37-44.
32. Meek KM, Leonard DW, Connon CJ, Dennis S, Khan S. Collagens and proteoglycans of the corneal extracellular matrix. *Eye* 2003; 17: 927-936.
33. Michelacci YM. Collagens and proteoglycans of the corneal extracellular matrix. *Braz J Med Biol Res* 2003; 36: 1037-1046.
34. Bohórquez MGA, Aparecida de Oliveira C. An additional bone in the sclera of the eyes of owls and the common potoo (*Nyctibius griseus*) and its role in the contraction of the nictitating membrane. *Acta Anat* 1998; 163: 201-211.
35. Moy-Thomas JA. Development of the frontal bone of the rainbow trout. *Nature (London)* 1941; 147: 680-681.
36. Murray PDF. Epidermal papillae and dermal bones of the chick sclerotic. *Nature (London)* 1941; 148: 471.
37. Chard RD, Gundlach RH. The structure of the eye of the homing pigeon. *J Comp Psychol* 1937; 25: 249-272.
38. Martin GR. An owl's eye: Schematic optics and visual performance in *Strix aluco* L. *J Comp Physiol* 1982; 145: 341-349.
39. Martin GR. Eye. In: King AS, J McLelland (Editors). *Form and Function in Birds*, London: Academic Press 1985: 311-373.