



Denizli Horozu Genital Sistemi Üzerinde Histokimyasal Araştırmalar*

Nazan KESKİN^{✉*}, Pınar İLİ

Pamukkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Denizli

Özet: Bu çalışmada, Denizli horozu genital sisteminin ışık mikroskopik yapısı histokimyasal yöntemlerle araştırılmıştır. Ductuli efferentes'in lamina epitelyalisini çekirdekleri apikalde yer alan silyumlu hücreler ve çekirdekleri bazalde yer alan silyumsuz uzun hücrelerden oluşan tek katlı prizmatik epitel hücrelerinin meydana getirdiği görüldü. Ductus epididymidis epitelisi ise apikallerinde büyük salgı granülleri içeren yalancı çok katlı prizmatik epitel yapısında ve lümeninde olgun spermatozoa yer alan bir kanaldı. Spermatogenik germ hücreleri, özellikle spermatogoniumlar bazik bir boya olan toluidin blue ile yoğun boyanmıştır. Fosfotungustik asit-hematoksilen boyama ile spermatogenik germ hücrelerinde, intersitisyel alandaki fibrillerde, bazal membranda ve kılcak damar çevresinde pozitif boyanma reaksiyonu gözlemlendi. Spermatogenik germ hücrelerinin çekirdek yapıları ve intersitisyel alandaki arteriolün iç elastik membranı orsein ile pozitif boyanma reaksiyonu göstermiştir. Sonuç olarak, Denizli horozu genital sisteminin yapısının histokimyasal olarak araştırılması, ırkın yapısal özelliklerinin tanıtımı bakımından önemli olabilir.

Anahtar kelimeler: Denizli Horozu, Epididymis, Işık Mikroskop, Testis

Histochemical Investigations on the Reproductive System in Denizli Cock

Abstract: In this study, the light microscopic structure of the reproductive system of Denizli cock was investigated by histochemical methods. The lamina epithelialis in the ductuli efferentes contains long ciliated and nonciliated simple cylindrical cells having apically and basally located nuclei, respectively. The ductus epididymidis is made of pseudostratified cylindrical epithelial cells which contain large secretory vacuoles in their apical portions, its lumen contains mature spermatozoa. Spermatogenic germ cells, especially spermatogoniums showed strong staining reactions with basic dye, toluidine blue. Positive staining reactions were observed in spermatogenic germ cells, fibers in interstitial region, basement membrane and around the capillary by phosphotungstic acid-hematoxyline staining. The nuclear structures of spermatogenic germ cells and the internal elastic membrane of arteriole in interstitial region showed positive orcein staining reaction. As a result, histochemical investigations of genital system structure of Denizli cock can be important in terms of the introduction of structural features of the race.

Key words: Denizli Cock, Epididymis, Light Microscopy, Testis

✉Nazan Keskin, Pamukkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Denizli, E-posta: nkeskin@pau.edu.tr

*Araştırma 20.Ulusal Biyoloji Kongresi (21-25 Haziran 2010-Denizli)'nde poster sunumu olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Türkiye'nin en önemli yerli tavuk ırklarının arasında Denizli, Gerze, Hacı Kadın ve Sultan sayılabilir (Aksoy, 1999). Denizli ve Gerze tavuk ırkları soyu tükenmeye başlayan ve koruma altında olan ırklardır (Ertuğrul, 2006; Özdoğan ve Gürçan, 2006; Kırdag, 2007). Denizli Horozu, Denizli ve Muğla illerinde yetiştirilen güzel görünümü ve uzun süren kesintisiz ötüşü ile ünlü, uzun yıllar Denizli'nin her türlü çevre koşullarına uyum sağlamış, çeşitli salgın hastalıklara direnç kazanmış özel bir ırktır (Anonim 2006. T.C. Denizli Valiliği. Denizli Horozu., Özdoğan ve Gürçan, 2006).

Kuşlarda bir çift abdominal testis, cranioventral olarak ilk böbrek lobu üzerine yerleşmiştir. Testisteki seminifer tübüllerde, bazal membran üzerinden lümeneye doğru uzanan spermatogenik germ hücreleri ile aralarında onları koruyan ve besleyen Sertoli hücreleri bulunur. Memelilerde ve diğer omurgalılarda, seminifer tübüllerdeki germ hücreleri, Sertoli hücreleri sitoplazmasıyla yakın ilişkili olarak farklılaşırlar. Horozlarda sperm üretiminin maksimum düzeyde olmasında, Sertoli hücrelerinin normal gelişiminin önemli olduğu bildirilmiştir (J.Powley, 2008). Seminifer tübüller arası intersitisyel alanda, kan ve lenf damarları, testesteron hormonu üreten Leydig hücreleri ile makrofajlar yer alır. Bazal membran, homojenize mikrofibriler katman üzerine yerleşmiştir (Aire, 1997).

Kuşlarda epididimal bölge; rete testis, ductuli efferentes, bağlayıcı kanallar ve ductus epididymidis'den oluşur (Tingari, 1971; Hess ve Thurston, 1977; Aire, 1979). Horozlarda bu yapı, sperm olgunlaşması ve aktarımı, sıvıların salgılanması ve emilimi ve dejenere spermlerin uzaklaştırılmasında rol alır (Tingari, 1972; Aire ve Soley, 2000). Rete testis kuşlarda, testisin dorsomedialinde yer alır ve spermleri seminifer tübüllerden ductuli efferentes'e taşır (Aire, 1982). Rete testis ve epididymis'i bağlayan (Hess, 2000) ve oldukça kıvrımlı epitelden yapıli tübüllerden oluşan ductuli

efferentes kanalları, epididimal yapının %77'sini kapsar (Janssen ve ark., 1998). Testislerin ön ve arkasına doğru kıvrımlı bir kanal şeklinde uzanan epididymis ise, spermlerin olgunlaştığı yerdur ve ductus deferens denilen sperm kanalına açılır (Tingari, 1971).

Horozlarda genital sistemin özellikle testis gelişiminin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi verimliliğin devamı için önemlidir. Bu çalışmada, özel bir ırk özelliği taşıyan Denizli horozunun genital sisteminin bazı özelleşmiş yapıları histokimyasal yöntemler ile araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

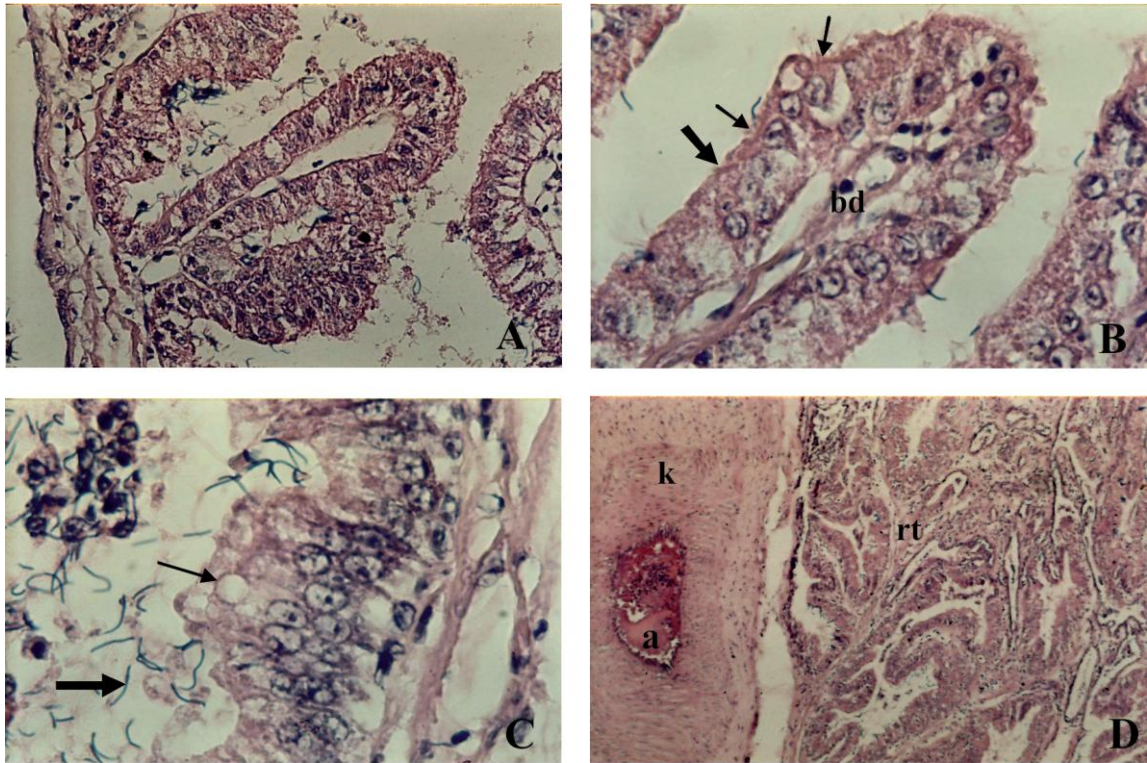
Denizli Horozları (n=15), Denizli İl Tarım Müdürlüğü Denizli Irkı Üretim Biriminden temin edilmiştir. Çalışma, Pamukkale Üniversitesi Hayvan Deneyleti Etik Kurulu (HADEK) onayı (karar tarihi: 16.05.2007/karar no: 05) kapsamında gerçekleştirilmiştir. Horozlara ait testis dokuları, %10'luk formaldehit solusyonunda (Karan ve ark., 2006) tespit edildikten sonra, doku takipleri yapılmış ve parafine gömülmüştür. 5 µ'luk kesitler, genel histomorfolojik yapıyı göstermek için Hematoksilen&Eosin (H&E) (Harris, 1898), kollajen iplikleri göstermek için Mallory'nin fosfotungustik asit-hematoksilen (PTAH) (Mallory, 1968), çekirdek gibi bazofilik yapıları göstermek için toluidin blue (TB) (Bancroft ve ark., 1990) ve spermatogenik germ hücrelerinin çekirdek yapılarını ve elastik iplikleri göstermek için Taenzer-Unna'nın orsein (O) histokimyasal boyama yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmada, Nomina Anatomica Veterinaria' daki (2005) anatomik terimlerden yararlanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Genital kanallardan ductuli efferentes'in kıvrımlı mukozasının lamina epitelyalisi, silyumlu ve silyumsuz tek katlı prizmatik hücrelerden oluşmuş-

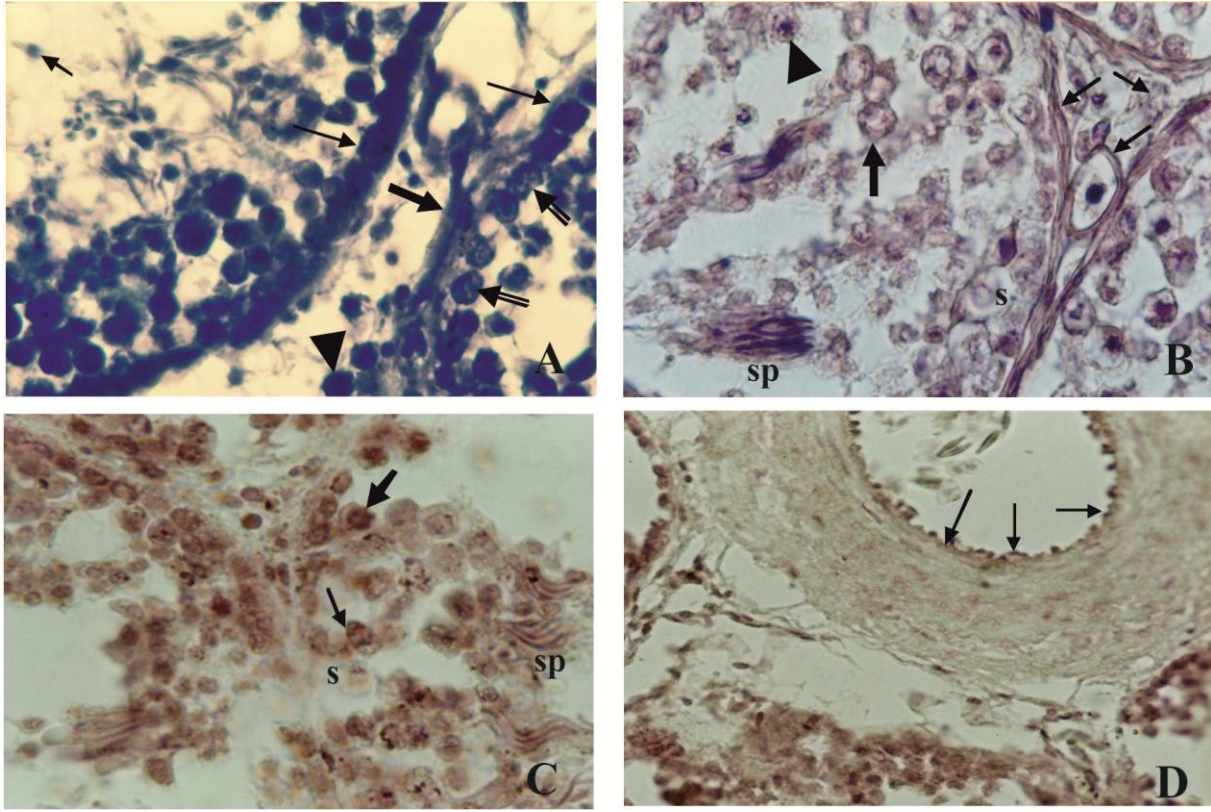
tur. Silyumlu hücrelerin çekirdeklerinin apikalde, silyumsuz hücrelerinin çekirdeklerinin ise bazalde yerleştiği gözlenmiştir (Şekil 1A-B). Ductus epididymidis epitel, yalancı çok katlı epitel tipindedir. Epitel hücreler, apikallerinde büyük salgı granülleri içerir. Lümeninde olgun spermatozoa yer almaktadır (Şekil 1C). Kas tabakası ile ilişkili rete testis, kıvrımlı kanallardan oluşmuştur (Şekil 1D). Ayrıca, TB uygulanan kesitlerde, seminifer tübüllerde yer alan germ hücrelerinden bazalde yer alan spermatogonyumlar oldukça yoğun reaksiyon gösterirken, spermatositlerde daha az yoğun reaksiyon meydana gelmiştir. Lümendeki sperm

başındaki çekirdeğin TB-pozitif reaksiyon verdiği görülmüştür (Şekil 2A). İntersitisyel alanda, bazal membranda ve damar çevresinde PTAH-pozitif fibril yapılar ayırt edilmiştir. Bu boyama ile spermatogenik seri hücrelerinden spermatositlerin çekirdek yapıları da gösterilmiştir (Şekil 2B). Bununla birlikte, spermatogenik seri hücrelerinin kromatin yapısı orsein boyama ile de gözlenmiştir. Hücrelerin arasında açık boyanmış iri Sertoli hücreleri ayırt edilmiştir (Şekil 2C). İntersitisyel alandaki arteriölün iç elastik membranında yoğun O-pozitif reaksiyon meydana gelmiştir (Şekil 2D).



Şekil 1. A: Ductuli efferentes'in kıvrımlı epitel, H&Ex200. **B:** Ductuli efferentes'de silyumlu (ince oklar) ve silyumsuz (kalın ok) hücreler. Silyumlu hücrelerin çekirdekleri apikalde, silyumsuz hücrelerin bazalde yerleşmiştir. Bağ doku (bd), H&Ex1000. **C:** Ductus epididymidis, apikalinde büyük salgı granülleri (ince ok) bulunan hücrelerden oluşan yalancı çok katlı prizmatik epitel görülmektedir. Lümeninde spermatozoa (kalın ok) bulunmaktadır, H&Ex1000. **D:** Rete testis (rt), Kas tabakası (k), Arter (a), H&Ex200.

Figure 1. A: The folded epithelium of the ductuli efferentes, H&Ex200. **B:** Ciliated (thin arrows) and non-ciliated (thick arrow) cells in ductuli efferentes. The nucleus of ciliated cell is located apically, the nucleus of non-ciliated cell is located basally. Connective tissue (bd), H&E x1000. **C:** The pseudostratified prismatic epithelium formed from the cells having large secretory granules (thin arrow) in their apical parts are visualized in the ductus epididymidis. The lumen contains spermatozoa (thick arrow), H&Ex1000. **D:** Rete testis (rt), Muscle layer (k), Arter (a), H&Ex200.



Şekil 2. A: Koyu (ince oklar) ve açık (çift oklar) spermatogenik hücreler, bazal membran (kalın ok), Leydig hücresi (ok başı), sperm başı (kısa ok), TBx1000. **B:** İntersitysel alanda PTAH-pozitif fibriller (ince oklar), metafazda bir spermatogenik hücre (okbaşı), spermatosit (kalın ok), spermatid (sp), Sertoli hücresi (s), PTAHx1000. **C:** Spermatogenik germ hücrelerin çekirdek yapıları görülmektedir. Anafaz (ince ok), Profaz (kalın ok), spermatid (sp), Sertoli hücresi (s), O x1000. **D:** Arteriol iç elastik membranında orsein-pozitif reaksiyon (oklar), Ox1000.

Figure 2. A: Dark (thin arrows) and light spermatogenic cells (double arrows), basement membrane (thick arrow), Leydig cell (arrowhead), sperm head (short arrow), TBx1000. **B:** PTAH-positive fibers (thin arrows) in interstitial region, a spermatogenic germ cell in metaphase (arrowhead), spermatocyte (thick arrow), spermatid (sp), Sertoli cell (s), PTAHx1000. **C:** Nuclear structures of spermatogenic cells are visualized. Anaphase (thin arrow), Prophase (thick arrow), spermatid (sp), Sertoli cell (s), Ox1000. **D:** Orcein-positive reaction on the inner elastic membrane of the arteriole (arrows), Ox1000.

Horozlarda oldukça kıvrımlı bir yapı olarak gösterilen ductuli efferentes epiteli (Janssen ve ark., 1998), Denizli horozunda da benzer yapıda izlenmiştir. Epitel katmanı, tavuk (*Gallus domesticus*), bildircin (*Coturnix coturnix japonica*), beçtavuğu (*Numida meleagris*) (Aire, 1980) ve yeşilbaş ördek (*Anas platyrhynchos*) (Simões ve ark., 2004) türlerinde bildirildiği gibi silyumlu ve silyumsuz prizmatik epitel hücrelerden yapıldır. Janssen ve ark. (1998) ile Kwon ve ark.

(1997)'nin ortaya koydukları gibi silyumsuz hücrelerin çekirdekleri bazalde, silyumlu hücrelerinin ise apikalde yer almaktadır. Bildircin'da, testis, rete testis ve ductuli efferentesle ilgili ışık mikroskopik bulgular (Korkmaz ve Özcan, 2011), çeşitli yabancı kuş türlerinde, bir seri tübülden oluştuğu bildirilen intrakapsular rete testis yapısı (Barker ve Kendall, 1984) ve ördeklerde tarif edilen epididimal bölge yapısı (Simões ve ark., 2004) Denizli horozundaki bulgularla genel olarak

benzerdir. Hindilerde de gösterildiği gibi (Bakst ve ark., 2007), seminifer tübüller arasındaki intersitisyel alanda yer alan yuvarlak çekirdekli Leydig hücreleri, TB boyama ile ayırt edilmiştir. Sperm kondansasyonu ve morfolojisi değerlendirilmelerinde, TB boyasının en ideal boyalardan biri olduğu bildirilmiştir (Aksoy ve ark., 2009). Bu çalışmada, TB boyası ile spermatogenik germ hücreleri yoğun olarak boyanmıştır. Hindilerde, bu boyama ile kromatin dağılımına ve çekirdek yapılarına göre, koyu, açık ve ikisi arasında boyanma gösteren üç tip spermatogenik hücre tarif edilmiştir (Bakst ve ark., 2007). Denizli horozu seminifer tübüllerinde de, TB ile farklı yoğunluklarda reaksiyon veren hücelere rastlanmıştır. Bazal membran üzerindeki koyu boyanan hücrelerin ana spermatogonyum, açık hücrelerin ise spermatositler olduğu söylenebilir.

Ekstraselüler matriksin, Sertoli hücrelerinin yapısının yanı sıra, bu hücrelerin bağlantılarının düzenlenmesinde de rol aldığı bildirilmiştir (Siu ve ark., 2003). Bazal membranın (Janssen ve ark., 1998) ve ekstraselüler matriksin temel bileşenlerinden olan kollajen ipliklerin ise, matriks organizasyonunda ve peritübüler hücrelerin farklılaşmasında önemli olabileceği öne sürülmüştür (Sawada ve Yazama, 1994). Dolayısıyla, özellikle spermatogeneziste ekstraselüler matriks'in rolünün anlaşılmasında, ekstraselüler matriks bileşenlerinin araştırılması önemli olabilir. Bu konuda, deve kuşunda, peritübüler dokuda, seminifer epitel altında kollajen iplikler gösterilmiştir (Ozegbe ve ark., 2008). Çalışmamızda, PTAH-pozitif fibril yapılar, intersitisyel alanda, kan damarlarının çevresinde ve bazal membranda gözlenmiştir. Anyonik bir boya olan PTAH ile boyama, kromatin yapının gösterilmesinde de kullanılabilen bir histokimyasal yöntemdir (Issidorides ve Katsorchis, 1981). Histon proteinlerinin bu boya ile reaksiyon vermesiyle, spermatogenik germ hücrelerinin çekirdek yapıları ayırt edilmiştir. Ayrıca, orsein boyama ile de

bu hücrelerin çekirdek yapıları gözlenmiştir. Bununla birlikte, seminifer tübülleri çevreleyen bazal membranda ve intersitisyel alanda elastik ipliklere rastlanılamamıştır. Ancak, arteriolün iç elastik membranında yoğun O-pozitif reaksiyon meydana gelmiştir. Bu yapıların damar duvarındaki elastik iplik yapılarına işaret ettiği söylenebilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada araştırılan Denizli horozu genital sistem yapılarının histolojisi, genel olarak diğer türlerle benzerlik göstermiştir. Bu çalışma, orijinal bir çalışma olarak literatüre ve türün tanıtımına katkıda bulunması bakımından önemli olabilir.

KAYNAKLAR

- Anonim 2006. T.C. Denizli Valiliği. Denizli Horozu. <http://www.denizli.gov.tr/denizli/horoz.htm> [Erişim: 14.03.2011]
- Anonim 2008. Powley J., Testis gelişimi ve fertilitte. Ross Tech. Note, http://www.rossanadolu.com/uploads/technic/123-841Testis_Geli_imi_ve_Fertilite.pdf [Erişim: 15.03.2011]
- Aire TA., 1979. Micro-stereological study of the avian epididymal region. *J Anat.*, 129, 703-706.
- Aire TA., 1980. The ductuli efferentes of the epididymal region of birds. *J. Anat.*, 130, 707-723.
- Aire TA., 1982. The rete testis of birds. *J. Anat.*, 135, 97-110.
- Aire TA., 1997. The structure of the interstitial tissue of the active and resting avian testis. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, 64, 291-299.
- Aire TA., Soley JT., 2000. The surface features of the epithelial lining of the ducts of the epididymis of the ostrich (*Struthio camelus*). *Anat. Histol. Embryol.*, 29, 119-126.
- Aksoy FT., 1999. Tavuk yetiştiriciliği. Üçüncü Baskı, Şahin Matbaası, Ankara.

- Aksoy FT., Ertuğrul O., Atasoy F., Gürler Ş., Erdoğan M., 2000. A study on blood group alleles of Denizli Fowl. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 24, 431-434.
- Aksoy FT., Atasoy F., Onbaşlar EE., Apaydın S., 2002. Denizli ırkı günlük civcivlerde tüylenme özelliklerinden yararlanarak cinsiyeti belirleme olanakları. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 26, 567-575.
- Aksoy E., Aktan TM., Duman S., Dursunoğlu D., Cüce G., 2009. Farklı semen parametrelerinde ışık mikroskobu düzeyinde spermatozoa morfolojisi ve nükleer kondansasyon değerlendirmesi. Zeynep Kamil Tıp Bülteni, 40, 111-117.
- Atasoy F., Gürcan S., 2000. Bir Denizli tavuğu sürüsünde canlı ağırlık ve yumurta ağırlığı özellikleri. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg., 47, 265-269.
- Bakst MR., Akuffo V., Trefil P., Brillard JP., 2007. Morphological and histochemical characterization of the seminiferous epithelial and leydig cells of the turkey. Anim. Reprod. Sci., 97, 303-313.
- Bancroft JD., Stevens A., Turner DR., 1990. Theory of practice of histological techniques. Third Edition, Churchill Livingstone.
- Barker SGE., Kendall MD., 1984. A study of the rete testis epithelium in several wild birds. J. Anat., 138, 139-152.
- Ertuğrul O., 2006. Anadolu'nun özgün hayvanları: Sultan Tavuğu. Vet. Hekim Der. Derg., 77, 73-76.
- Harris HF., 1898. A new method of ripening haematoxylin. Micr Bull (Philadelphia), Dec: 47.
- Hess RA., Thurston RJ., 1977. Ultrastructure of the epithelial cells in the epididymal region of the turkey (*Meleagris gallopavo*). J. Anat., 124, 765-778.
- Hess RA., 2000. Oestrogen in fluid transport in efferent ducts of the male reproductive tract. Rev. Reprod., 5, 84-92.
- Issidorides MR., Katsorchis T., 1981. Dispersed and compact chromatin demonstrated with a new EM method: phosphotungstic acid hematoxylin block-staining. Histochemistry, 73, 21-31.
- Janssen SJ., Bunick D., Finnigan-Bunick C., Chen YC., Hess R., Bahr JM., 1998. Morphology and function of rooster efferent ductule epithelial cells in culture. Tissue Cell, 30, 554-561.
- Kaplan G., Aksoy FT., 2009. Denizli ırkı bir tavuk sürüsünde telek rengi özellikleri ve canlı ağırlığın incelenmesi. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg., 56, 297-303.
- Karan M., Timurkaan S., Aydın A., 2006. Erişkin sincaplarda (*Sciurus vulgaris*) testislerin ışık mikroskopik yapısı. Fırat Üniv. Sağlık Bilimleri Vet. Derg., 20, 185-187.
- Kaya M., Yıldız MA., 2008. Genetic diversity among Turkish native chickens, Denizli and Gerze, estimated by microsatellite markers. Biochem. Genet., 46, 480-491.
- Keskin O., Tekin N., Akçay E., 1995a. Denizli horozlarında başlıca spermatolojik özellikler. Lalahan Hay. Arş. Enst. Derg., 35, 87-100.
- Keskin O., Tekin N., Yurdaydın N., Selçuk M., 1995b. Denizli horozu spermalarının farklı sulandırıcı ve kryoprotektanlarla dondurulması. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg., 42, 373-379.
- Kırdağ N., 2007. Moleküler tekniklerin kanatlı filogenetik çalışmalarına uygulanması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş.
- Korkmaz D., Özcan Z., 2011. Bildircin (*Coturnix coturnix japonica*) erkek genital sisteminin yapısı üzerinde ışık ve elektron mikroskopik çalışmalar. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg., 58, 79-84.
- Kwon S., Hess RA., Bunick D., Kirbyf JD., Bahr JM., 1997. Estrogen receptors are present in the epididymis of the rooster. J. Androl., 18, 378-384.
- Mallory FB., 1968. Pathological technique. Hafner, New York.
- Nomina Anatomica Veterinaria, Fifth Edition. Prepared by the International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.) and Authorized by the General Assembly of the World Association of the Veterinary Anatomists (W.A.V.A.). Knoxville, TN (U.S.A.) 2003. Published by the Editorial

- Committee. Hannover, Columbia, Gent, Sapporo. 2005.
- Ozegbe PC., Aire TA., Madekurozwa MC., Soley JT., 2008. Morphological and immunohistochemical study of testicular capsule and peritubular tissue of emu (*Dromaius novaehollandiae*) and ostrich (*Struthio camelus*). *Cell Tissue Res.*, 332, 151-158.
- Özdoğan N., Gürcan S., 2006. Denizli ve Gerze yerli tavuk ırklarında yumurta verimine ait bazı özellikler. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, 46, 13-21.
- Powley J., 2008. Testis gelişimi ve fertilité. Ross Tech. Note, http://www.rossanadolu.com/uploads/technic/123841Testis_Geli_imi_ve_Fertilite.pdf
- Sawada H., Yazama F., 1994. Type VI collagen in the rat testis: Monoclonal antibody, isolation, and localization during development. *Biol. Reprod.*, 50, 702-710.
- Simões K., Orsi AM., Artoni SMB., Da Cruz C., Schimming BC., Pinheiro PFF., 2004. Structural features of the epididymal region of the domestic duck (*Anas platyrhynchos*). *Bras. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, 41, 92-97.
- Siu MK., Lee WM., Cheng CY., 2003. The interplay of collagen IV, tumor necrosis factor-alpha, gelatinase B (matrix metalloprotease-9), and tissue inhibitor of metalloproteases-1 in the basal lamina regulates sertoli cell-tight junction dynamics in the rat testis. *Endocrinology*, 144, 371-87.
- Tingari MD., 1971. On the structure of the epididymal region and ductus deferens of the domestical fowl (*Gallus domesticus*). *J. Anat.*, 109, 423-435.
- Tingari MD., 1972. The fine structure of the epithelial lining of the excurrent duct system of the testis of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *Q. J. Exp. Physiol.*, 57, 271-295.
- Tuncer PB., Kinet H., Özdoğan N., Demiral ÖÖ., 2006. Evaluation of some spermatological characteristics in Denizli cocks. *Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 3, 37-42.
- Türkyılmaz MK., Dereli E., Şahin T., 2005. Denizli tavuklarında bazı yumurta özellikleri ile yumurtaların kuluçka işlemi sırasındaki ağırlık kaybı üzerine bir araştırma. *YYÜ Vet. Fak. Derg.*, 16, 89-92.