

Pekin Ördeği (*Anas platyrhynchos* f. *dom.*) Yumurtalarında Kabuk Kalınlığı, Gozenek Sayısı ve Gözenek Yoğunluğundaki Bölgesel Farklılıklar

M. BALKAN¹ M. BİRİCİK²

¹Dicle Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji-Genetik Bölümü DİYARBAKIR
²Dicle Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü DİYARBAKIR

Özet : Pekin ördeklerinin (*Anas platyrhynchos* f. *dom.*) günlük yumurtalarında kabuk kalınlığı, gözenek sayı ve yoğunluğu küt uç, ekvator ve sivri uç olmak üzere üç farklı bölgede tespit edildi. Kabuk kalınlığının küt uçtan sivri uca doğru artmaya eğilimli olduğu gözlemlendi. Yumurta kabuğunda gözenek yoğunluğu eşit bir şekilde dağılım göstermedi. Yumurta kabuğunda gözenek sayısının hem küt uç, hem de sivri uçla karşılaştırıldığında, ekvatorial bölgede belirli bir şekilde azalma gösterdiği gözlemlendi.

Anahtar kelimeler: Pekin ördeği, yumurta, yumurta kabuğu, gözenek, kabuk kalınlığı

Regional Differences in Shell Thickness, Pore Number and Pore Density of Eggs of Peking Duck (*Anas Platyrhynchos* f. *Dom.*)

Abstract : Shell thickness, pore density and pore number were examined in three regions (equatorial and sharp and blunt poles) of daily fresh eggs of Peking duck (*Anas platyrhynchos* f. *dom.*). There is a trend for shell thickness to increase from the blunt pole to the sharp pole. The porosity in eggshells is not uniformly distributed. Pore density of eggs is significantly lower in the equatorial region, comparing with those in either the blunt or sharp pole regions.

Key Words: Peking duck, egg, eggshell, pore, shell thickness

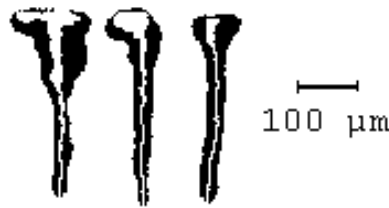
Giriş

Yumurta kabuğunun gazlara geçirgenliği diffüzyonla sınırlı olup (1,2) yumurta kütlesi, kuluçka süresi ve metabolizma ile ilişkilidir (3, 4).

Gazlara geçirgenlik, kabuk üzerinde yer alan gözeneklerle de doğrudan ilgilidir. Bu gözeneklerin sayı ve yapısı, yuvanın yapılış biçimi, kuluçka davranışları ve çevre koşullarına (örn. oksijenin kısmi basıncı) bağlı olarak değişiklikler gösterir (2). Örneğin tipik bir evcil tavuk (*Gallus gallus* f. *dom.*) yumurtasında, 10.000 dolayında gözenek bulunur ve uzunlukları 0,3 mm kadar olan bu gözeneklerden her birinin işlevsel kesit alanı ortalama 110 μm^2 'dir (5).

Embriyonun gelişmesiyle birlikte, yumurta kabuğunun iç yanından çözülen kalsiyum, embriyonun kemik yapısında

kullanılır (6); böylece —özellikle kuluçkanın sonuna doğru— kabuğun incilmesiyle, yumurta içine doğru koni biçiminde uzanan gözenekler (Şekil 1) genişlemiş, dolayısıyla solunum gazlarına ve su buharına geçirgenlik artmış olur (7, 8, 9 ve 10). Kabuk incilmesi, yalnızca, koryoallantois ile iç kabuk zarının dış kabuk zarına dokunduğu —hava odacığı bulunan küt uç dışındaki— bölgelerde görülür. Bu yüzden, en azından kimi türlerde, kuluçkaya bırakılmamış-taze yumurtada daha kalın kabuk yapısı gösteren ekvator ve sivri uç bölgelerinin, kuluçka sonunda küt uç ile yaklaşık aynı inceliğe eriştiği gözlemlenmiştir (9).



Şekil 1: *Anas platyrhynchos* yumurtası kabuk kesiti üzerindeki gözeneklerin yapısı (Hoyt et al. 1979'dan)

Konu üzerindeki güncel çalışmalar, özellikle, türlere bağlı olarak kuşlarda yumurta kabuğu kalınlığı ve gözenek sayısında belli bir bölgesel farklılığın bulunup bulunmadığının açık biçimde anlaşılmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Öte yandan, genel olarak bütün kuşlarda ya da daha çok ekolojik özellikleriyle birbirinden ayırt edilebilen çeşitli kuş gruplarında, yumurta kabuğu özellikleri açısından olası ortak özelliklerin belirlenebilmesi için, olabildiğince çok sayıda türe ilişkin bilgiye gerek vardır. Pekin ördeğinde olduğu gibi, çeşitli evcil ördek formları üzerinde de, bu alandaki çalışmalar oldukça sınırlı ve yetersizdir. Pekin ördeğinde, yumurta kabuğu özelliklerinin anlaşılması, bir yandan genelleyici modellerinin oluşturulabilmesi için gerek duyulan verilere katkı sağlayacak; bir yandan da, evcilleştirme sürecinin, yabani formların embriyo metabolizmasını ne ölçüde ve ne yönde etkileyebileceğinin ortaya konmasına yardımcı olacaktır.

Materyal ve Metot

Diyarbakır'ın Çınar ilçesinin Kutluk köyünde yetiştirilen Pekin ördeklerinin yumurtaları (kütle: 69,51g, kuluçka süresi: 28 gün), çalışma materyali olarak kullanılmıştır. Çalışma sırasında, folluklardan bir gün arayla toplananlar arasından alınan günlük yumurtalar, laboratuvara getirilerek nemli bir bulaşık süngeri yardımıyla temizlenerek, kabuklarında kırık yada çatlak bulunanlar ile yeterince temizlenemeyecek ölçüde kirli olanlardan seçilerek ayrılmıştır.

Çalışmada kullanılan yumurtalar taze kütleleri $[M_s, g]$ ölçülerek, yumurtaların toplam kabuk yüzey alanları $[A=$ toplam yüzey alan, $cm^2]$;

$$A = 4,835 W^{0,662} \{1\}$$

denklemini yardımı ile hesaplanmıştır (11).

Kabuk Kalınlığı

Kabuk kalınlığı ölçümleri Booth metodu kullanılarak tespit edilmiştir (9). Bunun için, toplam 30 yumurtanın küt uç, ekvator ve sivri uç bölgelerinden alınmış, yaklaşık $3 cm^2$ çaplı disk şeklinde ve her bir bölge için 5 adet olmak üzere toplam 450 kabuk parçası önce % 2,5 (ağırlık/hacim) oranındaki sodyum hidroksit çözeltisi içinde 5 dakika kaynatılarak kabukta bulunan zar ve

organik maddelerden arınması sağlandı, daha sonra distile suda durularak havada kurutulmuştur. Disklerin kalınlığı 0,01 mm'ye duyarlı bir kompas yardımı ile ölçülmüş ve her bir bölge için ortalama kabuk kalınlığı elde edilmiştir.

Gözenek Sayısı ve Yoğunluğu

Kabuktaki gözenek sayısı ve yoğunluğu (gözenek/cm²) Booth metodu kullanılarak tespit edildi (9). Bunun için daha önce kabuk kalınlığı ölçümlerinde kullanılmış disk şeklindeki kabuk parçacıklarının iç yüzeyleri %70'lik alkolde çözülmüş Evans Blue ile

boyanmıştır. Dış yüzeyde mavi noktalar oluşuncaya kadar gözeneklerdeki kapiller hareket ile boyanın emdirilmesi sağlanmış ve her bir diskteki beş farklı bölgede bulunan $25 mm^2$ 'lik alandaki gözenek sayısı diseksiyon mikroskobu kullanılarak ölçülmüştür.

Gözenekler kabuk yüzeyi boyunca eşit olarak dağılmadığı ve ekvatorial bölge, yüzey alanı olarak her iki bölgenin toplamının yaklaşık iki katına eşit olduğu için tüm yumurtanın ortalama gözenek sayısını elde etmek üzere kabuğun ekvatorial bölgesinden elde edilen değerlerin iki katı esas alınmıştır (7). Toplam gözenek sayısı, ortalama gözenek sayısı ile Denklem 1'den (11) elde edilen toplam yumurta yüzey alan değeri ile çarpılarak elde edilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Ölçümler ve bölgeler arası karşılaştırmalar için varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. Anlamlı fark saptanması durumunda ikili karşılaştırmalar için "Student-Newman-Keuls" testi, kullanıldı. Veriler ortalama \pm SD olarak verildi. 0.05'den küçük p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Tablo 1, yumurtalardan elde edilen ortalama kabuk kalınlığı ve gözenek yoğunluğu değerlerinin bölgesel olarak değişimini göstermektedir. Gözenek yoğunluğu açısından küt uç en yoğun bölge durumundadır. Aynı zamanda gözenek uzunluğu anlamına gelen kabuk kalınlığında da bölgesel olarak fark gözükmektedir.

Tablo 1. Pekin ördeği (*Anas platyrhynchos f. dom.*) yumurtası ortalama kabuk kalınlığı ve gözenek yoğunluğundaki bölgesel farklılıklar (Değerler ortalama \pm standart hatayı göstermektedir, $p < 0.05$).

Bölge	n	Kabuk kalınlığı (mm)	n	Gözenek yoğunluğu (gözenek sayısı/cm ²)
Küt uç	150	0,435 \pm 0,02	750	134 \pm 7,03
Ekvator	150	0,451 \pm 0,01	750	111 \pm 4,15
Sivri uç	150	0,476 \pm 0,02	750	120 \pm 6,98
Bölgesel fark	Küt uç < Ekvator < Sivri uç		Ekvator < Sivri uç < Küt uç	

Gözenek yoğunluğundaki standart hata değerlerinin büyük olması, gözeneklerin yumurta yüzeyindeki aynı bölgesel alanda bile eşit olarak dağılıp göstermemesinden kaynaklanmaktadır.

Embriyonal gelişim sırasında karbondioksit, oksijen ve su buharı gibi gazlar yumurta kabuğu üzerindeki gözenekler aracılığıyla diffüzyon ile sağlandığından, gaz geçiş miktarının hesaplanabilmesi için gözeneklerin sayı ve uzunluğunun bilinmesi gerekmektedir.

Ötücü olmayan kuşlarda yumurta kabuğu kalınlığının [L_s , mm] yumurta kütlesiyle [M , g] ilişkisi şu bağıntıyla verilmiştir (12):

$$L_s = 0,0546 * M^{0,441} \quad \{2\}$$

Hoyt ve ark. (1979), yumurta kabuğu üzerindeki gözeneklerin toplam sayısı [N] ile taze yumurta kütlesi [M , g] arasındaki ilişkiyi;

$$N = 1041 * M^{0,504} \quad \{3\}$$

bağıntısıyla göstermektedir (7). Bu ilişki, Rahn ve Paganelli (1990) tarafından ise

$$N = 304 * M^{0,767} \quad \{4\}$$

biçiminde belirtilmektedir (2).

Gözenek sayısının kuluçka süresiyle de [I , gün] ilişkili olduğu Rahn ve Ar (1980) tarafından

$$N = 3520 * M / I \quad \{5\}$$

bağıntısıyla gösterilmektedir (13).

Pekin ördeği yumurtalarında ortalama kabuk kalınlığı ve —çeşitli bölgelerden elde edilmiş— ortalama gözenek sayısının bu çalışmada saptanan ve yukarıdaki bağıntılardan beklenen değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Pekin ördeği (*Anas platyrhynchos f. dom.*) yumurtası ortalama kabuk kalınlığı ve gözenek sayısının saptanan ve beklenen değerleri, bağıntılarda kullanılan M değeri: 68,38g, $I=28$ gün (Ortalama \pm standart hatayı göstermektedir, $p < 0.05$.)

	n	Saptanan değer	Beklenen değer	Bağıntı
Kabuk kalınlığı (mm)	450	0,453 \pm 0,015	0,352	{2}
Gözenek sayısı	2250	9088 \pm 5,36	8749	{3}
			7758	{4}
			8528	{5}

Tartışma

Önceleri, genel olarak, kabuk iletkenliğinin, kuluçkanın son çeyreğinde kabuğun iç yüzeyini tamamen saran koryoallantois ile temasta bulunan tüm kabuk yüzeyi boyunca eşit bir şekilde gerçekleştiği varsayılmıştır. Nitekim ilk çalışmalarda evcil tavuğun (*Gallus gallus f. dom.*) kuluçkaya bırakılmamış taze yumurtalarında kabuk gözenek sayısının eşit bir şekilde dağıldığı sonucuna

varılmışsa da, daha sonraki araştırmalar sonucu kabuk gözeneklerinin sayı ve yapısında yumurtanın küt ve sivri uçları arasında bölgesel farklılıkların olduğu, küt uçtan, ekvatora, oradan da sivri uca doğru gözenek sayısının azaldığı (sırasıyla 149, 131 ve 90 gözenek sayısı/cm²) belirlenmiştir (14). Christensen (1983) evcil hindi (*Meleagris gallopavo*) yumurtalarında kabuk

gözeneklerini ortalama 45 yumurtada küt bölgede 113, ekvator bölgede 99, sivri bölgede 76 gözenek sayısı/cm² olarak bulmuştur(15).

Galliformes ordosundan tavuk (*Gallus gallus*) ve hindi (*Meleagris gallopova*), Anseriformes ordosundan ördek (*Anas boschas*) ve kaz (*Anser anser*), Charadriiformes ordosundan deniz kırlangıcı (*Sterna maxima*) ve Ciconiiformes ordosundan akbalıkçıl (*Casmerodius alba*) olmak üzere dört farklı ordoyu temsil eden altı farklı türe ait yumurtalara basınç farkı uygulanarak küt ve sivri uçlardaki gözeneklerden geçen gaz hacminin ölçülmesiyle elde edilen ortalama değerlerden, küt ucun %28 oranında daha fazla gözenekli bir yapıya sahip olduğu, ayrıca küt uçtaki gözeneklerin periferden çok merkezde toplandığı, buna karşılık sivri uça bunun tersi bir dağılımın görüldüğü belirlenmiştir (14).

Rokitka ve Rahn (1987) yumurta kabuğu gözenek dağılımlarını bölgesel olarak araştırmış, *Anas boschas* için gözenek yoğunluğunu küt bölgede 126, ekvatorda 101 ve sivri uça 111 gözenek sayısı/cm² olarak, kabuk kalınlığını (gözenek uzunluğu) ise küt bölgede 379, ekvatorda 344 ve sivri bölgede 339 mm olarak bulmuştur (14). Chakravarty ve ark.

(1986) Pekin ördeği yumurta kabuğunda ortalama gözenek yoğunluğunu 117,7 gözenek sayısı/cm²; ortalama yumurta kabuğu kalınlığını ekvator bölgesinde 0,503 mm, kutuplarda (sivri ve küt uç) 0,516 mm olarak belirlemişlerdir (16). Ayrıca Anseriformes yumurtaları üzerinde yapılan bir çalışmada, 80 gramlık ortalama bir yumurtada toplam 9475 gözenek bulunduğu ve kabuk kalınlığının da 0,450 mm olduğu tespit edilmiştir (7).

Bu çalışmada elde edilen değerlerin (Tablo 1 ve Tablo 2), gerek daha önceki çalışmalarda elde edilen verilerle, gerekse literatürdeki çeşitli bağıntılardan elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu görülmektedir.

Bütün kuş türlerinde olduğu gibi pekin ördeğinde de gözenek yoğunluğunun küt uça belirgin ölçüde daha fazla olmasının nedeni tam olarak bilinmemekle beraber, o bölgede hava odacığının olması ve dolayısıyla gaz geçişinin en fazla gerçekleştiği yer olmasından ileri geldiği düşünülebilir (14).

Kaynaklar

- (1) Wangenstein, OD and H Rahn, 1970/71. Respiratory gas exchange by the avian embryo.— *Respir. Physiol.* 11: 31-45.
- (2) Rahn, H and CV Paganelli, 1990. Gas fluxes in avian eggs: Driving forces and the pathway for exchange.— *Comp. Biochem. Physiol.* 95A: 1-15.
- (3) Rahn, H and A Ar, 1974. The avian egg: Incubation time and water loss.— *Condor* 76: 147-152.
- (4) Rahn, H and CV Paganelli, A Ar, 1974. The avian egg: Air-cell gas tension, metabolism and incubation time.— *Respir. Physiol.* 22: 297-309.
- (5) Tullett, SG, 1984. The porosity of avian eggshell.— *Comp. Biochem. Physiol.* 78A: 5-13.
- (6) Sotherland, PR and GC Packard, TL Taigen, TJ Boardman, 1980. An altitudinal decline in conductance of cliff swallow (*Petrochelidon pyrrhonata*) eggs to water vapor.— *Auk* 97: 177-185.
- (7) Hoyt, DF and RG Board, H Rahn, CV Paganelli, 1979. The eggs of the Anatidae: Conductance, pore structure and metabolism.— *Physiol. Zool.* 52: 438-450.
- (8) Booth, DT, RS Seymour, 1987. Effect of eggshell thinning on water vapor conductance of malleefowl eggs.— *Condor* 89: 453-459.
- (9) Booth, DT, 1989. Regional changes in shell thickness, shell conductance, and pore structure during incubation in eggs of the mute swan.— *Physiol. Zool.* 62: 607-620.
- (10) Booth, DT and PR Sotherland, 1991. Oxygen consumption, air-cell gas tensions, and incubation parameters of mute swan eggs.— *Physiol. Zool.* 64: 473-484.
- (11) Paganelli, CV and A Olszowka, A Ar, 1974. The avian egg: Surface area, volume and density.— *Condor* 76: 319-325.
- (12) Rahn, H and CV Paganelli, 1989a. Shell mass, thickness and density of avian eggs derived from the tables of Schönwetter.— *J. Orn.* 130: 59-68.
- (13) Rahn, H and A Ar, 1980. Gas exchange of the avian egg: Time, structure and function.— *Amer. Zool.* 20: 477-484.
- (14) Rokitka, MA and H Rahn, 1987. Regional differences in shell conductance and pore density of avian eggs. *Respir. Physiol.* 68: 371-376.
- (15) Christensen, VL, 1983. Distribution of pores on hatching and non-hatching turkey eggs. *Poultry Sci.* 62: 1312-1316.
- (16) Chakravarty, S and A Mandal, P Lahiri, 1986. Effect of lindane on eggshel characteristics and calcium level in the domestic duck. *Toxicology.* 42: 245-258.