



Determining The Effects of Egg Weight with Incubation Temperature and Eggshell Temperature on Hatching Results in Japanese Quails

Sancar Kansak^{1,a}, Sedat Aktan^{1,b,*}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Isparta Applied Sciences University, 32000 Isparta, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 10/09/2020 Accepted : 07/12/2020</p> <p>Keywords: Japanese quail Egg weight Shell temperature Incubation results Relative weight loss</p>	<p>In this study, a total of 402 Japanese quail hatching eggs from 32 weeks of age flock to determine shell temperature, temperature differences between shell and setter temperatures, relative weight (water) loss from eggs in setter period and effects on incubation results. All the eggs were divided into two egg weight groups (≤ 12 g and >12 g) and they were randomly and equally distributed to the setter trays. As expected, day old chick weight was significantly affected by the egg weight. The lighter eggs lost more water than heavier ones. Although the embryo cannot produce a noticeable level of heat in the first half of the development period (endothermic phase), since it begins to generate more noticeable heat in the second half (exothermic phase), the shell temperature is found to be higher than the setter temperature. This table is more pronounced in heavier eggs. In the first half of the development period, while the shell temperature was higher in light eggs than in heavy ones, the shell temperature, in egg weight groups, was differed by the setter floors during the latter half. Generally, in this late period, when the growing embryo now produces more noticeable heat, the higher shell temperatures were measured in heavier eggs and in eggs where set in upper-trays. The lighter eggs where set in lower-trays were found to be having lower shell temperatures than the eggs in all other combinations. Late embryonic mortalities were higher in heavier eggs.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(1): 234-240, 2021

Japon Bildircinlarında Yumurta Ağırlığı, Kuluçka Sıcaklığı ve Kabuk Sıcaklığının Kuluçka Sonuçlarına Etkilerinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 10/09/2020 Kabul : 07/12/2020</p> <p>Anahtar Kelimeler: Japon bildircini Yumurta ağırlığı Kabuk sıcaklığı Kuluçka sonuçları Oransal ağırlık kaybı</p>	<p>Bu çalışmada 32 haftalık yaştaki Japon bildircini sürüsünden elde edilen toplam 402 kuluçkalık yumurta, gelişme döneminde kabuk sıcaklığı, kabuk sıcaklığı ile makine sıcaklığı arasındaki fark ve oransal ağırlık (nem) kaybının kuluçka sonuçları üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Yumurtalar ağırlık sınıfına göre iki gruba ayrılmış (≤ 12 g ve >12 g) ve makine katlarına rastgele ve eşit olarak dağıtılmıştır. Beklendiği üzere, kuluçkalık yumurta ağırlığı civciv çıkış ağırlıklarını önemli ölçüde etkilemiştir. Hafif yumurtalar ağır yumurtalara göre daha fazla nem kaybetmişlerdir. Embriyo, gelişme döneminin ilk yarısında hissedilir düzeyde ısı üretememekteyse de (endotermik faz), ikinci yarısında belirgin biçimde ısı üretmeye başladığından (ekzotermik faz), kabuk sıcaklığı makine iç sıcaklığından daha yüksek olmuştur. Bu durum ağır yumurtalarda daha belirgin olmaktadır. Gelişim döneminin ilk yarısında kabuk sıcaklığı hafif yumurtalarda ağır yumurtalara göre daha yüksekken, ikinci yarıda yumurta ağırlık gruplarında belirlenen kabuk sıcaklıkları katlara göre değişmiştir. Genel olarak, büyüyen embriyonun artık belirgin biçimde ısı ürettiği bu geç dönemde iri yumurtalarda ve üst katta yer alan yumurtalarda daha yüksek kabuk sıcaklıkları belirlenmiştir. Alt kattaki hafif yumurtalar, diğer tüm kombinasyonlardaki yumurtalardan daha düşük kabuk sıcaklığı değerlerine sahip olmuşlardır. Son dönem embriyonik ölümler ağır yumurtalarda önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur.</p>

^a snrcnksk77@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-8223-3582> | sedataktan@kku.edu.tr

^c <https://orcid.org/0000-0001-6182-5450>



Giriş

Kuluçka sonuçları, dörlülük ve kuluçkalık yumurta kalitesini etkilemesi açısından ovipozisyon öncesi koşullar, bu özelliklerin korunmasını sağlamak üzere depolama sırasındaki koşullar ve nihayetinde de kuluçka işlemi sırasında dikkat gerektiren pek çok yönetilebilir faktörün etkisi altındadır.

Kuluçka süresince embriyonun sağlıklı gelişimini ve doğal olarak kuluçka sonuçlarını etkileyen, yumurta ağırlığı, kuluçka sıcaklık ve oransal nem ile kabuk sıcaklığı gibi bir dizi önemli faktör bulunmaktadır. Yumurta ağırlığı, kuluçka sonuçları üzerine doğrudan etki etmektedir, ayrıca sağlıklı bir embriyonik gelişim ve civciv çıkışı için optimum sıcaklık ve oransal nem düzeyleri de sağlanmalıdır (Koçak ve Özkan, 2000; Çopur, 2004). Kuluçka sıcaklığındaki küçük bir değişiklik bile çıkış gücü ve civciv kalitesini etkileyebilmektedir (Çopur, 2004). Optimum kuluçka sıcaklığı, çıkış gücünü maksimum kılan ve en iyi civciv kalitesinin elde edildiği sıcaklık değeridir (Decuyper ve Michels, 1992; French, 1997). Ayrıca yeni çıkan civcivlerin vücut ısılarını düzenleme yetenekleri de kuluçka sıcaklığından etkilenebilmektedir (Tzschentke ve Rumpf, 2011). Kuluçka süresince çok yüksek ve düşük kabuk sıcaklıkları civciv kalitesi ve üniformitesini olumsuz etkilemektedir (Van Roover-Reijrink, 2013). Kuluçka süresince 37,8°C'lik kabuk sıcaklığı sağlanabilirse, en iyi civciv kalitesi elde edilmekte; kuluçkanın özellikle ilk ve son haftasında daha düşük ya da daha yüksek olduğunda, ikinci sınıf civciv oranı %5 veya daha fazla artmakta ve daha küçük civcivler elde edilmektedir (Van Roover-Reijrink, 2013). Kabuk sıcaklığındaki esas artış, embriyonun metabolik ısı üretimi artışına bağlı olarak 12 ve 13. günlerinde gerçekleşmekte ve bu dönemde yumurta iç sıcaklığı, makine iç sıcaklığından 1,5°C daha yüksek olabilmektedir (Sotherland ve ark., 1987). Kabuk sıcaklığı, kuluçka sıcaklığı ve sürü yaşından da etkilenir. Sürü yaşının kabuk sıcaklığına etkisi, iri yumurtalarda gelişen embriyoların daha yüksek metabolik ısı üretimleriyle kısmi olarak açıklanabilmekte, iri yumurtalarda ısı alışverişi için (hacme veya kütleyle oranla) oransal yüzey alanı daha düşük olmaktadır (Meijerhof ve van Beek, 1993; Hamidu ve ark., 2007; Gualhanone ve ark., 2012). Yüksek kabuk sıcaklığı, embriyonik gelişim süresince yumurta proteinlerinden daha az yararlanma veya erken çıkış kaynaklı dehidrasyon nedeniyle civciv gelişimini olumsuz etkilemektedir (Romanoff, 1936; Bverly, 1938; Thompson ve ark., 1976; Leksrisompong ve ark., 2007; Lourens ve ark., 2007; Piestun ve ark., 2009; Molenaar ve ark., 2010; Molenaar ve ark., 2011a; Molenaar ve ark., 2011b). Kuluçkada en uygun doku ve organ gelişiminin sağlanması, yetiştirme dönemindeki gelişime de etki eder (Hulet ve ark., 2007; Molenaar ve ark., 2011b). Embriyonik gelişimde yumurta sarısında bulunan yağlar esas enerji kaynağı olup (embriyonun toplam enerji ihtiyacının %90'ı), geri kalan kısım ise protein ve karbonhidratlardan karşılanır (Noble ve Cocchi, 1990). Yumurta besin maddelerinin dokulara dönüşümü sırasında metabolik ısı da açığa çıkmakta, embriyonik ısı üretimi özellikle kuluçkanın ikinci yarısında artış göstermektedir (Nichelmann ve ark., 1998; Gualhanone ve ark., 2012). Erken dönemde evaporatif ısı kaybı metabolik ısı kaybından fazla olduğundan, yumurta ortamdan ısı alırken; kuluçkanın ikinci yarısında embriyonik metabolik ısı

üretimi, evaporatif ısı kaybından daha fazla olduğundan kabuk yüzey sıcaklığı artmaktadır (Romijn ve Lokhorst., 1960). Yumurta iç sıcaklığı, kuluçka ortam sıcaklığından daha önemliyse de, yumurta iç sıcaklığını ölçmek zor olduğundan, kabuk sıcaklığı ölçülmektedir (Lourens, 2001; Joseph ve ark. 2006). Yüksek kabuk sıcaklığı, civcivlerde organ (özellikle kalp ve akciğer) ağırlıklarını azalttığından (Wineland ve ark., 2000; Leksrisompong ve ark., 2007; Lourens ve ark., 2007; Molenaar ve ark., 2011b), bu etkilerden kaçınmak için son hafta makine sıcaklığının ayarlanması önerilmektedir (Lourens ve ark., 2005). Makine sıcaklığı arttırıldığında, erken dönemde embriyonik ısı üretimi de arttırılabilmektedir (Nichelmann ve ark., 1998; Janke ve ark., 2002).

Isı transferinde önemli bir başka değişken de oransal nem olup, nemli hava kuru havaya göre daha iyi ısı transferi sağlar. Kuluçkada optimum kabuk sıcaklığını sağlayabilmek için yüksek nispi nem oluşturmak idealdir (Van Roover-Reijrink, 2013). Etlik damızlıklarda kuluçka başarısının nem kaybına da bağlı olduğu, %20'den fazla olduğunda embriyonik ölüm veya civcivlerde kalite ile besi performansı düşük olmaktadır, yani optimum düzeyin üzerinde nem kaybı olduğunda, büyüme ve gelişme hızında düzenleme yapamayan yani mevcut koşullara adapte olamayan embriyolar ya ölmekte ya da tafisi sonradan mümkün olamayacak şekilde olumsuz etkilenmektedir (Davis ve ark. 1988; Van der Pol ve ark., 2012). Embriyonik ısı üretiminin düşük olduğu ilk 9 günde, makine içi havadan embriyoya ısı transferi, nispi nem yüksek olduğunda daha kolay gerçekleşmektedir. Sonrasında embriyonik ısı üretimi üstel olarak artmaya başladığından, aynı şekilde oransal nem yüksek olduğunda bu kez embriyodan ortamdaki havaya ısı transferi daha kolay gerçekleşmektedir. Diğer yandan gelişme evresinde yumurtaların en az %10 düzeyinde ağırlık kaybetmeleri gerektiğinden, azami çıkış gücüne ulaşmak için tüm kuluçka süresince yüksek nispi nem düzeyi sağlanması da mümkün olmamaktadır. Bu nedenle üniform kabuk sıcaklığı sağlanarak ısı transferinin kontrolünü sağlayacak nispi nem düzeyi ile yumurtaların ağırlık kaybını kontrol altında tutacak nispi nem düzeyi arasında bir denge sağlanması gerekmektedir (Van Roover-Reijrink, 2013). İri yumurtalarda fazla ısının yumurtadan uzaklaştırılmasında zorluk yaşanmakta (French, 1997); yumurtanın irileşmesi ile birlikte yüzey alanı ve yumurta hacmi arasındaki oran (Vogel, 1981) ve makinelerde yumurtaların etrafındaki hava hareketi azalmaktadır (French, 1997). İri ve küçük yumurtalar benzer şartlar altında kuluçkaya konursa, yüksek ısı üretimi ve iri yumurtalarda ısının uzaklaştırılmasında yaşanacak güçlükler yüksek embriyo sıcaklıklarına neden olmaktadır (Hoyt, 1987; Vleck ve Vleck, 1987; Meijerhof, 2002). İri yumurtalar daha fazla ısı ürettiklerinden, makineye üniform şekilde iri yumurtalar konmuşsa, sıcaklık biraz düşürülebilir (Lourens ve ark., 2006).

Bıldırıcılarda kuluçka ile ilgili çalışmalar çoğunlukla, depolama süresi ve kuluçka sonuçları, ebeveyn ve yumurta ağırlığının kuluçka sonuçlarına etkisi, kuluçka periyodunda yumurta ağırlık kayıpları konularında yoğunlaşmışken, araştırmanın yürütüldüğü tarihte kuluçka ve kabuk sıcaklığı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda aynı yaştaki sürüden elde edilen kuluçkalık bıldırıcın yumurtaların ağırlık sınıflarına göre ikiye ayrılarak, irilik bağlamında ağırlık, kabuk yüzey

alamı ve hacim ile kabuk sıcaklığı arasındaki ilişkiler, endotermik ve ekzotermik olarak kabul edilen gelişme dönemlerinde makine sıcaklığı ile kabuk sıcaklığı arasındaki farklar ve oransal nem kayıpları ile kuluçka performansı arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada 1:1 eşey oranında, bireysel kafelerde tutulan ve %16 ham protein ve 2700 kcal/kg ME içeren ticari kafes yumurta yemiyle ad libitum olarak beslenen 32 haftalık yaştaki bıldırcınlardan toplam 10 günlük sürede elde edilen 402 adet kuluçkalık yumurta kullanılmıştır. Yumurtalar kuluçka öncesinde yaklaşık 18°C sıcaklık ve %65 nispi nem şartlarında depolanmış, kuluçka öncesi ağırlıkları 0,1 g duyarlı elektronik teraziyle belirlenmiş, 12 g ve daha hafif olan hafif yumurta grubu (H), 12 g üstü yumurtalar ise ağır yumurta grubu (A) olarak numaralandırılmıştır. Depolama sonrası, makineye konuncaya kadar (bir nevi ön ısıtma şeklinde) 27°C'lik odada yaklaşık 4 saat bekletilmiştir. Ağırlıklarına göre sınıflandırılan yumurtalar rastgele iki eşit gruba ayrılarak ve makinenin alt ve üst ardışık iki katına, iki tepsi halinde dizilerek her iki katta H ve A yumurta gruplarının eşit dağılımı sağlanmıştır. Kuluçka işlemi için, 0,1°C ve %1 nispi nem hassasiyetine ayarlanabilir otomatik sıcaklık ve nem kontrollü kuluçka makineleri (gelişme ve çıkış) kullanılmıştır. Sıcaklık, gelişme döneminde (1-15. günler) 37,7°C, çıkış döneminde (16-18. günler) 37,0°C; nispi nem ise aynı dönemlerde sırasıyla %60 ve %70'e ayarlanmıştır. Gelişme döneminde sıcaklık ve nispi nem değerleri, kuluçka makinesinin her iki katına yerleştirilen veri kaydediciler vasıtasıyla (HOBO® datalogger) her 30 dakikada bir kaydedilmiştir. Kabuk sıcaklıkları dijital termometreyle (Braun IRT4520 Thermoscan®) ölçülmüştür. Kabuk sıcaklığı için her tepsideki ağırlık gruplarından yumurtalardan (her seferinde aynı yumurtalarda) sadece 48'er adedinde ölçüm yapılmıştır. Kabuk sıcaklıklarına ilişkin istatistik analizde, işlem bitiminde çıkış olmayan yumurtaların kırılması ve muayenesi sonucu dölsüz, erken ve orta dönem embriyonik ölümler gerçekleşen yumurtalara ait değerler değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Çıkış bölümüne nakilde yumurta ağırlıkları tekrar ölçülmüştür. Kabuk sıcaklığı ölçülen tüm yumurtalar bireysel çıkış gözlerine; diğer yumurtalar ise çıkış tepşilerinin on ikişer yumurta alan bölmelerine gruplar bazında rastgele dağıtılmıştır. Çıkışlar tamamlandıktan sonra, civcivlerde çıkış ağırlıkları belirlenmiştir. Kabuk yüzey alanı (KYA) ve yumurta hacminin (YH), ölçülen yumurta ağırlığından (YA) yararlanılarak tahmininde

Sreenivasiah (2006) tarafından verilen şu eşitlikler kullanılmıştır:

$$KYA=4,558 \times YA^{0,67}$$

$$YH= 0,913 \times YA$$

Çıkışlar tamamlandıktan sonra, çıkış gerçekleşmeyen (kabuk sıcaklığı ölçümü yapılan ve yapılmayan) tüm yumurtalar teker teker kırılarak nedenleri (erken, orta ve geç dönem embriyonik ölümler ile dölsüzlük) belirlenmiştir. Her bölmede belirlenen bu değerler yüzde cinsinden ifade edilmiş ve istatistik analizlerde (normal dağılım şartını sağlamaları için) açı transformasyonuna tabi tutulmuştur. Varyans analizinde transforme edilmiş değerler kullanılmış, çizelgelerde gerçek değerler kullanılmıştır.

Verilere varyans analizi (GLM) uygulanmış olup, verilerin istatistik analizlerinde Statistica® 10.0 paket programı kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Yumurta Ağırlığı

Kuluçkalık yumurtaların makineye konmadan hemen önce ve çıkış bölümüne nakil sırasında belirlenen ağırlıkları Çizelge 1'de verilmiştir.

Kuluçkalık yumurtalar zaten ağırlıklarına göre H ve A olarak iki gruba ayrıldıklarından, makineye konmadan hemen önce ve çıkış bölmesine aktarıldıkları 15. günde yapılan tartımlarda her iki grup da nem kaybına bağlı olarak ağırlık kaybetmişler ve fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0,000001). Yumurtalar makine katlarına, yine ağırlık gruplarına göre rasgele dağıtıldıklarından, katlar arası farklılık başlangıçta ve çıkış bölümüne nakilde istatistiki olarak önemli düzeyde olmamıştır.

Nem Kaybı

Gruplarda yer alan yumurtalarda gelişme döneminde (0-15. günler) gerçekleşen oransal nem kayıpları Çizelge 2'de verilmiştir.

Hafif grupta yer alan yumurtalar (%11,57), ağır grupta yer alan yumurtalara (%10,41) göre daha yüksek düzeyde nem kaybetmişlerdir (P<0,05). Bu değerler Van der pol ve ark. (2012) tarafından bildirilen %12,7 ve %9,7'lik oransal nem kayıplarıyla uyumlu bulunmuştur. Hafif yumurtalarda gerçekleşen daha yüksek oransal nem kaybı, yumurta ağırlığı arttıkça yüzey alanı da artsa da, yüzey alanının hacme oranının giderek azalmasının ve daha düşük oransal nem kaybının sonucudur. Oransal nem kaybı bakımından katlar arası farklılık önemli düzeyde olmamıştır.

Çizelge 1. Gruplarda belirlenen yumurta ağırlıkları ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ g)

Table 1. Egg weights in groups ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ g)

Varyasyon kaynağı	N	Başlangıç ağırlığı		15. gün ağırlığı
		P<0,000001		
Ağırlık Grubu (A)				
Hafif	81	11,06 ± 0,07 ^b		9,78 ± 0,08 ^b
Ağır	62	13,03 ± 0,08 ^a		11,67 ± 0,09 ^a
Kat (K)		0,653033 (ÖD)		
Üst	80	12,03 ± 0,07 ^a		10,69 ± 0,08 ^a
Alt	63	12,05 ± 0,08 ^a		10,76 ± 0,09 ^a
A × K		0,224871 (ÖD)		

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası farklılıklar önemli düzeydedir (ÖD: Önemli Değil).

Çizelge 2. Gelişme döneminde gruplarda gerçekleşen oransal nem kaybı (%), $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ Table 2. Relative water loss in groups during development period (%), $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$

Varyasyon kaynağı	N	Oransal nem kaybı	P
Ağırlık Grubu (A)			<0,05
Hafif	81	11,57 ± 0,31 ^a	
Ağır	62	10,41 ± 0,35 ^b	
Kat (K)			0,373625 (ÖD)
Üst	80	11,20 ± 0,31 ^a	
Alt	63	10,78 ± 0,35 ^a	
A × K			0,357524(ÖD)

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası farklılıklar önemli düzeydedir (ÖD: Önemli Değer).

Çizelge 3. Gruplarda belirlenen civciv çıkış ağırlıkları ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ g)Table 3. Day old chick weights in groups ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ g)

Varyasyon kaynağı	N	Oransal nem kaybı	P
Ağırlık Grubu (A)			<0,000001
Hafif	49	7,55 ± 0,10 ^b	
Ağır	45	9,53 ± 0,10 ^a	
Kat (K)			0,305977 (ÖD)
Üst	53	8,47 ± 0,09 ^a	
Alt	41	8,61 ± 0,10 ^a	
A × K			0,250631 (ÖD)

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası farklılıklar önemli düzeydedir (ÖD: Önemli Değer).

Çizelge 4. Gelişme dönemi ortalama kabuk sıcaklığı (OKS) değerleri ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ °C)Table 4. Average shell temperatures during development period ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ °C)

Varyasyon kaynağı	N	OKS (1-8. günler)	OKS (9-15. günler)
Ağırlık Grubu (A)		P<0,000001	
Hafif	81	37,49 ± 0,04 ^a	38,34 ± 0,04 ^b
Ağır	62	37,36 ± 0,04 ^b	38,52 ± 0,05 ^a
Kat (K)		P<0,000001	
Üst	80	37,42 ± 0,04 ^a	38,55 ± 0,04 ^a
Alt	63	37,43 ± 0,04 ^a	38,32 ± 0,05 ^b
A × K		P<0,000001	
Hafif/Üst	45	37,51 ± 0,05 ^a	38,60 ± 0,06 ^a
Hafif/Alt	36	37,47 ± 0,06 ^a	38,09 ± 0,06 ^b
Ağır/Üst	35	37,33 ± 0,06 ^a	38,49 ± 0,07 ^a
Ağır/Alt	27	37,38 ± 0,06 ^a	38,55 ± 0,07 ^a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası farklılıklar önemli düzeydedir.

Civciv Çıkış Ağırlığı

Gruplarda belirlenen civciv çıkış ağırlıkları Çizelge 3'te verilmiştir.

Beklendiği üzere ağır yumurtalardan istatistiki olarak önemli derecede ağır civcivler çıkmıştır (P<0,000001). Bu durum farklı araştırmacılar tarafından da ortaya konmuş ve gerekçe olarak yumurta ağırlık gruplarının besin maddesi içerik değerlerinin farklı olması öne sürülmüştür (Shanawany, 1984; Wilson, 1991; Raju ve ark., 1997; Lourens ve ark., 2006; Gualhanone, 2012; Hu ve ark. 2013). Civciv çıkış ağırlığı bakımından makine katları arasında önemli düzeyde bir farklılık belirlenmemiştir. Bu da beklenen bir durum olup, muhtemelen her iki gruba ait yumurtaların da makine katlarına eşit şekilde yerleştirilmiş olması etkili olmuştur. Yine de araştırmamızda sadece ardışık iki katın kullanılmış olması dikkate alınmalıdır. Bilindiği üzere kuluçkalık yumurtaların iriliklerine bağlı olarak makine içine yerleştirilmeleri, makine içinde birbirine uzak üst ve alt katlar arasındaki olası sıcaklık farkı nedeniyle önem taşımaktadır.

Kabuk Sıcaklığı

Gelişme döneminde ölçülen OKS değerleri, embriyonun ısı üretimine başladığı zaman dilimi dikkate alınarak 1-8. günler (erken dönem) ve 9-15. günler (geç dönem) olarak ikiye ayrılmış ve bu dönemlerde belirlenen değerler yumurta ağırlık gruplarında Çizelge 4'de görüldüğü gibi gerçekleşmiştir.

Kuluçkada, ilk 8 gün, ağırlık gruplarında belirlenen OKS değerleri önemli düzeyde farklı olmuş, ancak katlara göre değişmemiştir. Yani bu dönemde hafif yumurtalarda OKS, dolayısıyla embriyo sıcaklıkları ağır yumurta grubundakilerden önemli düzeyde yüksek olmuştur. H ve A yumurta gruplarında belirlenen OKS, 9-15. günleri kapsayan geç kuluçka döneminde ise makine içinde yerleştirildikleri kata göre değişmiştir. Bilindiği üzere makine içinde ısının eşit dağıtılmasını sağlamak için fanlar kullanılsa da, ısınan havanın yükselmesi, yumurta iriliğine bağlı olarak ısının eşit dağıtılamaması gibi pek çok faktör makine içinde göreceli daha yüksek veya daha düşük sıcak alanların oluşmasına neden olabilmektedir. Embriyonun

büyüdüğü ve artık önemli ölçüde ısı ürettiği bu dönemde iri yumurtalarda ve üst kattaki yumurtalarda genel olarak daha yüksek kabuk sıcaklıkları belirlenmiştir. İnteraksiyon açısından, alt kattaki hafif yumurtalar tüm diğer kombinasyonlarda yer alan yumurtalardan daha düşük OKS değerine sahip olmuşlardır.

Kuluçka dönemleri bakımından bu farklılaşmanın temel nedenlerinin yumurta iriliğine bağlı embriyonik gelişim, makine içinde ısıtılan havanın mutlak olarak homojen dağıtılmaması ve/veya aşağıda da görüleceği üzere kabuk yüzey alanı ve yumurta hacmi arasındaki oranın yumurta iriliğine bağlı olarak değişimi olduğu söylenebilir. Literatür bilgisine göre, iri yumurtalarda gelişen embriyolar daha yüksek metabolik ısı üretmekte, dolayısıyla embriyo ağırlıkları arttıkça üretilen ısı miktarı da göreceli olarak artmaktadır (Sotheland ve ark. 1987; Lourens ve ark., 2005).

İstatistiki olarak hafif yumurtaların ilk günlerde, ağır yumurtaların ise son dönemde daha yüksek kabuk sıcaklığına sahip olmalarının nedeni; ilk günlerde küçük yumurtaların küçük dişilerden elde edilmiş olma ihtimalleri ile birlikte daha hızlı metabolizmaya sahip olmaları, ağır yumurtalarda ise embriyonun ısı üretiminin artması ve sıcaklık stresine daha fazla maruz kalmalarıyla açıklanabilir. Bu konu bir başka araştırma kurgusu ve deneme desenine pencere açması bakımından fikir verici olarak değerlendirilmiştir.

Gelişme döneminin ilk 8 ve son 7 gününde makinede ölçülen günlük sıcaklık ortalamaları ile kabuk sıcaklıklarıyla arasında belirlenen farklar Çizelge 5'de verilmiştir. İlk sekiz günde yalnızca ağırlık grupları arasında gözlenen farklılık istatistiki olarak önemli düzeydedir. Embriyoların henüz yeterince ısı üretmediği bu dönemde, genel olarak OKS makine sıcaklığından daha düşük seyretmiş ve bu fark hafif yumurtalarda önemli ölçüde daha düşük olmuştur. Muhtemelen daha küçük

cüsseli dişilerden elde edilen küçük yumurtalarda, başlangıçta metabolik hızın daha yüksek olmasına bağlı olarak gelişme daha hızlı seyretmiş ve makine sıcaklığından düşük olsa da hızlı embriyonik gelişime bağlı ısı üretimi farkın az olmasına neden olmuştur.

Embriyonun artık kayda değer ölçüde ısı üretimine başladığı dönemde (9-15. günler), genel olarak OKS makine sıcaklığından daha yüksek olmuş ve bu fark hem ağır hem de üst katta yer alan yumurtalarda daha yüksek olmakla birlikte, alt katta yer alan hafif yumurtalar farklı şekilde etkilenmişlerdir.

Kuluçkalık yumurta üniformitesi önemli olsa da, eğer varyasyon varsa, ağır yumurtaların alt katlardaki tepsilere dizilmesi daha olumlu sonuçlara neden olabilir. Kuluçkanın son haftası, yüksek kabuk sıcaklığının embriyonik gelişim üzerindeki olumsuz etkilerinden kaçınmak için makine sıcaklığı ayarlanabilir (Lourens ve ark. 2005) ve makine sıcaklığı artırılarak başlangıç aşamasında ısı üretimi de artırılabilirken (Nichelmann ve ark., 1998; Janke ve ark., 2002), kuluçkanın son dönemlerinde çok yüksek makine içi sıcaklıkları embriyonik ısı üretimini azaltabilir (Janke ve ark., 2002). Ağırlık farkı olan yumurtaların, aynı şartlar altında kuluçkaya konması halinde, iri yumurtalarda daha yüksek ısı üretimi ve fazla ısının uzaklaştırılmasında yaşanacak güçlükler nedeniyle, embriyolar daha yüksek sıcaklıklara maruz kalabilirler (Meijerhof ve van Beek, 1993; Meijerhof, 2002).

Bazı Özellikler Arası Korelasyonlar

Çalışmada ele alınan özelliklerin birbirleri ile olan ilişkileri (korelasyonlar), öncelikle yumurta ağırlık grupları hesaba katılmaksızın ikişerli olarak incelenmiş ve bu ilişkilere ait korelasyon katsayıları Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 5. Kuluçkada makine sıcaklığı ve kabuk sıcaklığı arasındaki farklar ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ °C)

Table 5. Average differences between setter and egg-shell temperatures ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ °C)

Varyasyon kaynağı	N	OKS (1-8. günler)	OKS (9-15. günler)
Ağırlık Grubu (A)		P<0,000001	
Hafif	81	-0,19 ± 0,04 ^a	0,70 ± 0,04 ^b
Ağır	62	-0,33 ± 0,04 ^b	0,88 ± 0,05 ^a
Kat (K)		P<0,000001	
Üst	80	-0,28 ± 0,04 ^a	0,87 ± 0,04 ^a
Alt	63	-0,24 ± 0,04 ^a	0,71 ± 0,05 ^b
A × K		P<0,000001	
Hafif/Üst	45	-0,19 ± 0,05 ^a	0,92 ± 0,06 ^a
Hafif/Alt	36	-0,19 ± 0,06 ^a	0,48 ± 0,06 ^b
Ağır/Üst	35	-0,37 ± 0,06 ^a	0,81 ± 0,07 ^a
Ağır/Alt	27	-0,28 ± 0,06 ^a	0,94 ± 0,07 ^a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası farklılıklar önemli düzeydedir.

Çizelge 6. Yumurtalarda incelenen özellikler arası korelasyonlar

Table 6. Correlation coefficients between examined egg traits

Özellik	Nem kaybı, %	Çıkış ağırlığı, g	Yüzey alanı, cm ²	Hacim, cm ³	Yüzey alanı/Hacim
Yumurta ağırlığı	-0,226*	0,956**	0,999**	1,000	-0,998**
Nem kaybı, %		-0,409***	-0,224*	-0,226*	0,220*
Çıkış ağırlığı, g			0,955**	0,956**	-0,950**
Yüzey alanı, cm ²				0,999**	-0,999**
Hacim, cm ³					-0,998**

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001

Çizelge 7. Yumurta ağırlık gruplarında kuluçka sonuçları ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)Table 7. Incubation results in egg weight groups ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)

Kuluçka Sonuçları	N	Hafif	Ağır	P
Erken dönem embriyonik ölümler, %	7	7,91 ± 2,37	6,44 ± 2,37	0,646173
Orta dönem embriyonik ölümler, %	7	-	-	-
Son dönem embriyonik ölümler, %	7	0,79 ± 1,95 ^b	10,12 ± 1,95 ^a	0,003304
Çıkış Gücü, %	7	89,75 ± 3,26	82,81 ± 3,26	0,262852

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası farklılıklar önemli düzeydedir.

Kuluçkalık yumurta ağırlığı arttıkça kabuk yüzey alanının yumurta hacmine oranı azaldığından (-0,998), yumurta ağırlığı ile nem kaybı arasında istatistik olarak önemli düzeyde negatif korelasyon (-0,226) bulunmuştur.

Kuluçkalık yumurta ağırlığı ile civciv çıkış ağırlığı (0,956) arasında istatistik olarak önemli korelasyon bulunmuştur. Korelasyonlar göstermektedir ki, kuluçkalık yumurta ağırlığı arttıkça yüzey alanı ve hacim de önemli düzeyde artmaktadır. Yumurtanın irileşmesi doğal olarak kabuk yüzey alanı ve yumurta hacminin artması anlamına gelir. Burada yüzey alanı ve hacim değerleri, yumurta ağırlığı ile aralarında tespit edilen ilişkiden yola çıkarak hesaplandığından, otokorelasyon nedeniyle oldukça yüksek değerler almıştır. İri yumurtalarda yüzey alanı artmakla birlikte, yüzey alanının yumurta hacmine oranı azaldığından, bu durumu ortaya koyan, yumurta ağırlığı ile yüzey alanı/hacim oranı arasındaki korelasyon katsayısı yukarıda da belirtildiği üzere istatistiki olarak önemli ve negatif çıkmıştır.

Nem kaybı ile çıkış ağırlığı arasında -0,409, yüzey alanı arasında -0,224 ve hacim arasında da -0,226 düzeylerinde negatif korelasyon bulunmuşken, yüzey alanının hacime oranı arasında 0,220 düzeyinde ve önemli korelasyon bulunmuştur. Bunun anlamı nem kaybı ne kadar azsa doğal olarak çıkış ağırlığı da o kadar yüksek olmaktadır. Yüzey alanı ve hacim arttıkça nem kaybı önemli düzeyde azalmaktadır. Bu bilgi yumurtaların irileşmesiyle birlikte nem kaybında sorunlar yaşanabileceğini desteklemektedir. Aradaki bu ilişki bilinmediğinde, iri yumurtalarda yüzey alanı ve hacim de doğrusal olarak artacağından nem kaybının da fazla olacağı gibi yanlış bir kanaate varılabilir. Asıl önemli nokta, kabuk yüzey alanının hacme oranıdır ve sonuçlar bunu doğrulamaktadır.

Çıkış ağırlığı ile yüzey alanı (0,955) ve hacim (0,956) arasında önemli ve pozitif korelasyon varken, yüzey alanının hacme oranı (-0,950) arasında önemli ve negatif korelasyon bulunmuştur. Yani yumurta irileştikçe, doğal olarak yüzey alanı ve hacim artmakta ve doğal olarak daha iri civcivler çıkmaktadır. Ancak yüzey alanı/hacim oranı çıkış ağırlığını önemli düzeyde olumsuz etkilemektedir.

Her ne kadar tabloda gösterilmemiş olsa da istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilen korelasyonların kareleri alındığında elde edilen R^2 değerleri (determinasyon katsayıları) ele alınan özellikler bakımından gözlenen farklılıkta ele alınmayan başka faktörlerin de önemli ölçüde katkıları olduğuna işaret etmektedir.

Embriyonik Dönem Kayıpları ve Civciv Çıkış Gücü

Ağırlık gruplarında belirlenen kuluçka sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir.

Erken dönem embriyonik ölümler bakımından, yumurta ağırlık grupları arasında istatistiki olarak bir farklılık olmamış ve her iki grupta orta dönem embriyonik ölümler görülmemiştir. Son dönem embriyonik kayıpları A

yumurta grubunda önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,01$). Bu durum muhtemelen ağır yumurtalarda özellikle son dönemde artan ısı üretimine bağlı ısıl stresin bir etkisidir.

Çıkış gücü bakımından yumurta ağırlık grupları arasında önemli düzeyde bir farklılık belirlenmemişse de, özellikle son dönem ölümlerindeki yüksekliğe bağlı olarak çıkış gücü ağır yumurtalarda % 6,94 daha düşük olmuştur.

Sonuç

Bıldırcımlarda yumurta ağırlığı, kuluçka sıcaklığı ve kabuk sıcaklığının kuluçka sonuçlarına ait etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada; civciv çıkış ağırlıkları kuluçkalık yumurta ağırlıklarından önemli derecede etkilenmiştir. Kuluçkalık yumurtaların sahip oldukları besin maddeleri miktarının farklılığı yanında, kuluçka işlemi sırasında meydana gelen nem kayıpları da etkili olmuştur.

Hafif ağırlık grubunda yer alan yumurtalar, ağır grupta yer alan yumurtalara göre daha fazla nem kaybetmiştir. Oransal kabuk yüzey alanı ağır yumurtalarda daha düşük olduğundan, nem kaybı daha güç olmaktadır.

Hafif ve ağır yumurta gruplarında belirlenen kabuk sıcaklıkları, makine içinde yerleştirildikleri kata göre farklılık göstermiştir. Makine içerisinde sıcak hava katlara tam olarak eşit dağıtılamadığından, yumurtalar tepsilere dizilirken ağır yumurtaların alt katlara dizilmesi muhtemelen daha olumlu sonuçlar verebilecektir. Bilindiği üzere, üniformite Zootekninin bütün alanlarında önemlidir. Bu nedenle damızlık sürü idaresinin tüm bileşenlerine azami düzeyde dikkat ederek yüksek sürü üniformitesinin sağlanması, kuluçkalık yumurta üniformitesini sağlamak için de büyük ölçüde yeterlidir. Kuluçkalık yumurta üniformitesinin yüksek olması, kuluçka sırasında yaşanması muhtemel pek çok sorunun önlenmesi açısından önemlidir.

Kuluçkanın ilk döneminde (1-8. günler) hafif yumurtalarda kabuk sıcaklığı daha yüksek olmuştur. Sonraki dönemde (9-15. günler) ise ağır yumurtalarda daha yüksek kabuk sıcaklığı belirlenmiştir. Ağır yumurtalarda artan embriyonik ısı üretimi ve fazla ısının uzaklaştırılmasında yaşanan sorunlar etkili olmuştur. Elde ettiğimiz kuluçka sonuçları açısından, son dönem embriyo ölümlerinin, ağır yumurta grubunda daha yüksek olması da aynı etkinin sonucu olabilir. Çalışmamızda gelişme ve çıkış dönemlerinde belirli sıcaklık ve oransal nem değerlerine ayarlı makineler kullandığımızı ifade etmiştik. Kuluçkalık yumurta ağırlığının üniform olmadığı durumlarda, küçük yumurtalar için yeterli ısıtmayı sağlamak adına makine sıcaklığı yükseltirse, iri yumurtalar üzerindeki sıcaklık stresinin daha da artacağı unutulmamalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiş olup, S. Demirel Üniversitesi BAP Yönetim Birimi Başkanlığınca 4370-YL-15 numaralı proje kapsamında maddi olarak desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Byerly TC. 1938. Effect of different incubation temperatures on mortality of chick embryos. *Poultry Science*, 17:200-205.
- Çopur G. 2004. Damızlık yetiştiriciliğinde kuluçka aksaklıkları. *Hayvansal Üretim Dergisi* 45(1): 31-35.
- Davis TA, Shen SS, Ackerman RA. 1988. Embryonic osmoregulation: consequences of high and low water loss during incubation of the chicken egg. *The Journal of Experimental Zoology Suppl.*, 245:144-156.
- Decuyper E, Michels H. 1992. Incubation temperature as a management tool: a review. *World's Poultry Science Journal*, 48:28-38.
- French NA. 1997. Modelling incubation temperature: The effect of incubator design, embryonic development, and egg size. *Poultry Science*, 76:124-133.
- Gualhanone A, Furlan RL, Fernandez-Alarcon MF, Macari M. 2012. Effect of breeder age on eggshell thickness, surface temperature, hatchability and chick weigh. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 14(1):09-14.
- Hamidu JA, Fasenko GM, Feddes JJR, O'Dea EE, Ouellette CA, Wineland MJ, Christensen VL. 2007. The effect of broiler breeder genetic strain and parent flock age on eggshell conductance and embryonic metabolism. *Poultry Science*, 86:2420-2432.
- Hoyt DF. 1987. A new model of avian embryonic metabolism. *The Journal of Experimental Zoology Suppl.*, 1:127-138.
- Hu Q, Agarwal U, Bequette BJ. 2013. Energy sensing in developing chicken embryos and posthatch chicks from different size eggs. *Poultry Science*, 92:1650-1654.
- Hulet R, Gladys G, Hill D, Meijerhof R, El-Shiekh T. 2007. Influence of egg shell embryonic incubation temperature and broiler breeder flock age on posthatch growth performance and carcass characteristics. *Poultry Science*, 86:408-412.
- Janke O, Tzschentke B, Höchel J, Nichelmann M. 2002. Metabolic responses of chicken and muscovy duck embryos to high incubation temperatures. *Comparative Biochemistry and Physiology A-Molecular and Integrative Physiology*, 131:741-750.
- Joseph NS, Lourens A, Moran ET. 2006. The effects of suboptimal eggshell temperature during incubation on broiler chick quality, live performance, and further processing yield. *Poultry Science*, 85(5):932-8.
- Koçak Ç, Özkan S. 2000. *Bıldırcın, Sülün ve Keklik Yetiştiriciliği 1*. Basım. Yardımcı Ders Kitabı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, İzmir.
- Leksrisonpong N, Romero-Sanchez H, Plumstead PW, Brannan KE, Brake J. 2007. Broiler incubation. 1. Effect of elevated temperature during late incubation on body weight and organs of chicks. *Poultry Science*, 86:2685-2691.
- Lourens A. 2001. The importance of air velocity in incubation. *World Poultry*, 17:29-30.
- Lourens A, Molenaar R, van den Brand H, Heetkamp MJW, Meijerhof R, Kemp B. 2006. Effect of egg size on heat production and the transition of energy from egg to hatchling. *Poultry Science*, 85:770-776.
- Lourens A, van den Brand H, Meijerhof R, Kemp B. 2005. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability, and posthatch development. *Poultry Science*, 84:914-920.
- Lourens A, van den Brand H, Heetkamp MJW, Meijerhof R, Kemp B. 2007. Effects of eggshell temperature and oxygen concentration on embryo growth and metabolism during incubation. *Poultry Science*, 86:2194-2199.
- Meijerhof R. 2002. Design and operation of commercial incubators. In *Practical Aspects of Commercial Incubation*. Ratite Conf. Books, Lincolnshire, UK.
- Meijerhof R, van Beek G. 1993. Mathematical modeling of temperature and moisture loss of hatching eggs. *Journal of Theoretical Biology*, 165:27-41.
- Molenaar R, Hulet R, Meijerhof R, Maatjens CM, Kemp B, van den Brand H. 2011a. High eggshell temperature during incubation decrease growth performance and increase the incidence of ascites in broiler chickens. *Poultry Science*, 90: 624-632.
- Molenaar R, Meijerhof R, van den Anker I, Heetkamp MJW, van den Borne JGC, Kemp B, van den Brand H. 2010. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration on survival rate and nutrient utilization in chicken embryos. *Poultry Science*, 89:2010-2021.
- Molenaar R, van den Anker I, Meijerhof R, Kemp B, van den Brand H. 2011b. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration during incubation on the developmental and physiological status of broiler hatchlings in the perinatal period. *Poultry Science*, 90: 1257-1266.
- Nichelmann M, Burmeister A, Janke O, Höchel J, Tzschentke B. 1998. Avian embryonic thermo-regulation: role of Q10 in interpretation of endothermic reactions. *Journal of Thermal Biology*, 23(6):369-376.
- Noble RC, Cocchi M. 1990. Lipid metabolism and the neonatal chicken. *Progress in Lipid Research*, 29:107-140.
- Piestun Y, Halevy O, Yahav S. 2009. Thermal manipulations of broiler embryos-the effect on thermoregulation and development during embryo-genesis. *Poultry Science*, 88:2677-2688.
- Raju MVLN, Chawak MM, Prahara NK, Rao SVR, Mishra, SK. 1997. Interrelationships among egg weight, hatchability, chick weight, post-hatch performance and rearing method in broiler breeders. *Indian Journal of Animal Sciences*, 67:48-50.
- Romanoff AL. 1936. Effects of different temperatures in the incubator on the prenatal and postnatal development of the chick. *Poultry Science*, 15:311-315.
- Romijn C, Lokhorst W. 1960. Foetal heat production in the fowl. *Journal of Physiology*, 150:239-249.
- Shanawany MM. 1984. Inter-relationship between egg weight, parental age and embryonic development. *British Poultry Science*, 25:449-455.
- Sotherland PR, Spotila TR, Paganelli CV. 1987. Avian eggs: barriers to the exchange of heat and mass. *The Journal of Experimental Zoology Supplement*, 1:81-86.
- Sreenivasiah P, 2006. *Poultry Production: a unique Encyclopedia*. 3rd Ed. India, Bangalore.
- Thompson JB, Wilson HR, Voitle RA. 1976. Influence of high temperature stress of 16-day embryos on subsequent hatchability. *Poultry Science*, 55:892-894.
- Tzschentke B, Rumpf M. 2011. Embryonic development of endothermy. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 178:97-107.
- Van der Pol CW, Van Roover-Reijrink IAM, Maatjens CM, Van den Brand H, Molenaar R. 2012. Effect of relative humidity during incubation at a set eggshell temperature. Presented on the IFRG meeting.
- Van Roover-Reijrink I. 2013. Incubation affect chick quality. *World Poultry News*.
- Vogel S. 1981. *Life in moving fluids*. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.
- Wilson HR. 1991. Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. *World's Poultry Science Journal*, 47:6-20.
- Wineland MJ, Mann KM, Fairchild BD, Christensen VL. 2000. Effect of different setter and hatcher temperatures upon the broiler embryo. *Poultry Science*, 79(Suppl. 1):123.