

## Kuluçkalık Yumurtaları Kısa Süreli Depolamanın Çıkış Gücü ve Kuluçka Süresi Üzerine Etkileri

Özge ALTAN, Ali ALTAN, Hakan BAYRAKTAR, Alaeddin DEMİRCİOĞLU  
Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 35100, Bornova, İzmir - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 23.02.2000

**Özet:** Bu çalışmanın amacı etlik damızlık yumurtalarını kısa süreli depolamanın kuluçka performansı ve kuluçka süresi üzerine etkilerini saptamaktır.

Ticari bir etlik damızlık sürüsünden (42 haftalık yaşta) ele edilen toplam 3600 adet yumurta 0 saat, 6 saat, 3 gün veya 7 gün depolandıktan sonra kuluçka makinasına konulmuştur. Döllülük, embriyonik ölümler, çıkış gücü ve malpozisyon oranı saptanmıştır. Ayrıca kuluçkanın 468, 474, 480, 486, 498, 504. saatlerinde çıkan civcivler kaydedilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları kısa süreli depolamanın çıkış gücü ve embriyonik ölüm oranını etkilemediğini göstermiştir. Ancak yumurtaların depolanması toplam kuluçka süresinin uzamasına neden olmuştur. Civciv çıkışı, 0 ve 6 saat depolanan yumurtalarda 486 ve 492. saatlerde, 3.gün ve 7. gün depolanan yumurtalarda 492 ve 498. saatlerde yoğunlaşmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Etlik damızlık yumurtalar, kısa süreli yumurta depolama, çıkış gücü, çıkış zamanı

### Effect of Short-Term Storage on Hatchability and Total Incubation Period of Breeder Hatching Eggs

**Abstract:** The aim of this study was to determine the effects of short-term storage on hatching performance and the length of the incubation period of broiler breeder eggs.

A total 3600 eggs from a 42-week-old commercial broiler breeder flock were stored for 0 hours, 6 hours, 3 days or 7 days and then placed in the same incubator.

The fertility, embryonic mortality, hatchability of fertile eggs and malpositions were determined. The numbers of hatching chicks were recorded at 468, 474, 480, 486, 492, 498 and 504 hours of the incubation.

The results of present study suggested that short-term storage did not affect hatchability and embryonic mortality. But storage of eggs caused an increase in total incubation period. The peak hatching times of eggs stored for 0 and 6 hours were 486 and 492 hours, and of eggs stored for 3 days and 7 days were 492 and 498 hours.

**Key Words:** Broiler breeder eggs, short term egg storage, hatchability, hatching time

### Giriş

Kuluçkalık yumurtalarda çıkış gücü tavuk yaşı, yumurta kalitesi, depolama koşulları ve süresi ile kuluçka koşulları gibi bir çok etmenden etkilenir. Ticari kuluçkahanelerde haftada bir veya iki giriş yapıldığı için yumurtalar nadiren 7 günden daha uzun süre depolanır. Ancak pedigrili bir üretim amaçlandığında, bir çıkışta yeteri kadar öz kardeş elde edebilmek için yumurtaların uzun süre depolanması gerekir.

Kuluçkalık yumurtaları uzun süre depolama sonucu çıkış gücünün olumsuz etkilendiği, kuluçka süresinin uzadığı, malpozisyon ve malforme civciv oranının arttığı,

civciv kalitesinin düştüğü bildirilmiştir (1-9). North ve Bell (10) 4 günden daha uzun depolamalarda her gün için çıkış gücünün %4 azaldığını, çıkış süresinin 30 dakika uzadığını bildirmişlerdir. Mather ve Laughlin (4) 14 gün süreyle depolanan yumurtalarda kuluçka süresinin günde 0.96 saat uzadığını hesaplamışlardır. Hodgetts (11) kuluçka süresinin oldukça değişken olduğunu, ilk ve son çıkan civcivler arasında 24 saatlik bir süre geçebileceğini bildirmiştir. Çıkış sonrası makinadan zamanında çıkarılmayarak bekletilen civcivlerde ağırlık kaybı meydana geldiğini ve bu kaybın kesim yaşına kadar telafi edilemediği saptanmıştır (12,13).

Ancak kısa süreli depolamanın kuluçka performansına etkileri konusunda daha az sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar daha çok tavuk yaşı ile yumurta depolama koşullarının etkileşimi konusunda yoğunlaşmıştır (14, 15). Genç sürülerde çıkış gücünde görülen azalmalar yoğun akın daha fazla, kabuk zarlarının daha kalın ve kabuk geçirgenliğinin daha az olması sonucu gaz diffüzyonunun ( $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2O$ ) güçleşmesine bağlanmıştır (15, 16). Genç sürü yumurtalarına benzer olarak depolanmamış taze yumurtalar da, depolanan yumurtalara göre daha viskoz bir albumin içeriği ile inkübasyona başlar. Bu yoğun albuminin balastoderme gaz diffüzyonu ve besin madde aktarımını sınırlayarak, depolanmayan yumurtalarda çok erken dönem embriyo ölümlerine neden olabileceği bildirilmiştir (17).

Bu literatür bildirişlerine karşın yoğun civiv talebini karşılamak gerektiğinde, yumurtaları depolamadan kuluçkaya girmek gerekebilir. Yine yumurtalar 2-3 hafta gibi uzun süreli depolandığında bazı yumurtalar 1 günlük, bazıları 14 veya 21 günlük olmaktadır.

Bu çalışma ile genelde yumurta kabuk kalitesi, kütükül ve albumin özelliklerinin çıkış gücü için uygun olduğu bir yaş döneminde (42 haftalık yaştaki), yumurtaları depolamaksızın kuluçka makinasına girmenin çıkış gücü ve kuluçka süresine etkisinin saptanması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

Çalışmada 42 haftalık yaştaki etlik damızlık (Arbor Acres) sürüsünden elde edilen toplam 3600 adet yumurta kullanılmıştır.

Etlik damızlıklar %16 ham protein ve 2800 kcal/kg metabolik enerji içeren yemden günde 165 g tüketecek şekilde yemlenmiştir.

Deneme materyali yumurtalara aşağıda tanımlanan muamelelerden biri uygulanmıştır.

I. Grup: Yumurtlandıktan sonra 1 saat içinde kuluçka makinasına alınmıştır (Depolanmamış -Kontrol)

II. Grup: Yumurtlandıktan sonra 6 saat süreyle 22–24°C'de bekletilmiş, daha sonra kuluçka makinasına alınmıştır.

III. Grup: Yumurtlandıktan sonra 3 gün süreyle 16–18°C'de bekletilmiş ve kuluçka makinasına alınmadan önce 22–24°C'de, 8 saat ön ısıtma uygulanmıştır.

IV. Grup: Yumurtlandıktan sonra 7 gün süreyle 16–18°C'de bekletilmiş ve kuluçka makinasına alınmadan önce 22–24°C'de, 8 saat ön ısıtma uygulanmıştır.

Yumurtalar eş zamanlı olarak 57600 yumurta kapasiteli Petersime marka kuluçka makinasına girilmiştir. Deneme grupları için her biri 150 yumurtalık kuluçka tepsilerinden 6'şar adet kullanılmıştır.

Kuluçkanın 18. gününde yumurtalar lamba ile kontrol edildikten sonra canlı embriyolar Petersime marka çıkış makinasına aktarılmışlardır. Kalan yumurtalar kırılarak makroskopik olarak incelenmiş, embriyonik ölümler ve dölsüz yumurtalar kaydedilmiştir. Kuluçkanın 468, 474, 480, 486, 492, 498 ve 504. saatlerinde çıkış makinası kontrol edilerek çıkan civiv sayıları saptanmıştır. Kuluçkanın 21. gününde civivler alındıktan sonra çıkış yapmayan tüm yumurtalar kırılarak makroskopik olarak incelenmiştir. Erken dönem embriyonik ölümler (1-7 gün), orta dönem embriyonik ölümler (8-18 gün), geç dönem embriyonik ölümler (19-21 gün), kabuk altı ölümler ve malpozisyonlar (10) ile kontamine yumurta sayıları saptanmıştır.

İncelenen kuluçka özelliklerine ait veriler arc-sin transformasyonu uygulandıktan sonra depolama süresinin etkisi "En Küçük Kareler" yöntemi kullanılarak hesaplanmış, gruplar arasındaki fark "Duncan Testi" ile değerlendirilmiştir (18,19).

Depolama süresinin çıkış zamanı üzerine etkisinin saptanabilmesi amacıyla, her bir depolama süresi için gözlem yapılan kuluçka saatlerinde çıkış yapan civiv sayıları Khi-kare analizi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen Kendall's Tau-b istatistiği kullanılarak depolama süresi ve çıkış zamanı arasındaki ilişkinin yönü saptanmıştır. (18).

Ayrıca deneme gruplarında, çıkış zamanı ile çıkan kümülatif civiv sayıları arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi amacıyla basit doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Her bir deneme grubu için elde edilen regresyon modelleri kullanılarak, deneme gruplarında %50 civiv çıkışının gerçekleştiği çıkış zamanları (medyan) tahminlenmiştir.

## Bulgular

Rasgele seçilen yumurtalardan oluşturulan deneme gruplarında kuluçka performansı bakımından önemli düzeyde ( $P>0.05$ ) fark olmadığı saptanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Depolama süresinin kuluçka performansına etkileri.

Kuluçka Performansı	Depolama Süresi			
	0 saat	6 saat	72 saat	168 saat
	% $\bar{X} \pm S\bar{x}$	% $\bar{X} \pm S\bar{x}$	% $\bar{X} \pm S\bar{x}$	% $\bar{X} \pm S\bar{x}$
Döllülük	89.04±1.30	89.73±1.30	89.85±1.30	90.86±1.30
Çıkış Gücü	91.98±1.01	92.78±1.01	95.29±1.01	93.74±1.01
Erken Emb. Öl.	4.42±0.69	4.11±0.69	3.01±0.69	3.78±0.69
Orta Emb. Öl.	2.91±0.46	2.25±0.46	1.09±0.46	1.84±0.46
Geç Emb. Öl.	0±0.20	0.25±0.20	0±0.20	0.38±0.20
Kabuk Altı Öl.	0.76±0.28	0.62±0.28	0.60±0.28	0.24±0.28
Kontamine	0.55±0.20	0.44±0.20	0.33±0.20	0.33±0.20
Malpozisyon	2.42±0.69	2.10±0.69	1.45±0.69	1.85±0.69
Yumarta Sayısı	895	896	897	897

Yumurtaları depolamaksızın kuluçka makinasına koyma ile 6 saat, 3 gün, 7 gün depolandıktan sonra kuluçkalandırmanın çıkış gücü üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmüş ve çıkış gücü sırasıyla %91,91, %92,73, %95,23 ve %93,74 olarak saptanmıştır.

Depolama süresi erken, orta ve geç dönem embriyo ölümlerini, kabuk altı ölümlerini ve malpozisyon oranını önemli düzeyde ( $P>0.05$ ) etkilememiştir. Üç gün depolanan grupta erken, orta ve geç dönem embriyonik ölüm oranı, depolanmayan (taze) yumurtalara göre biraz daha düşük, buna bağlı olarak çıkış gücü biraz daha yüksek olmakla birlikte, bu fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Kuluçkalık yumurtaları depolama süresi kuluçka süresini önemli düzeyde ( $P<0.05$ ) etkilemiştir (Tablo 2).

Depolanmayan (taze) ve 6 saat depolanan gruplarda kuluçkanın 486 ve 492. saatlerinde, 3 ve 7 gün depolanan gruplarda ise biraz daha gecikerek 492 ve 498 saatlerinde civiv çıkışının en yoğun olduğu görülmüştür (Tablo 2, Şekil 1 ve 2).

Yapılan Khi-kare analizinden elde edilen Kendall's tau-b istatistiği  $0,323\pm 0,013$  olarak saptanmıştır. Bu değer depolama süresine bağlı olarak civiv çıkış süresinin uzadığı şeklinde yorumlanmıştır. Deneme gruplarında depolama süresine bağlı olarak çıkan civiv sayıları Şekil 1'de, kümülatif civiv sayıları Şekil 2'de verilmiştir. Depolama süreleri 0 saat, 6 saat, 3 gün veya 7 gün olmak üzere, oluşturulan deneme gruplarından elde edilen kümülatif civiv sayıları kullanılarak yapılan regresyon

analizinden elde edilen  $r^2$  değerleri sırasıyla 0.91, 0.97, 0.87 ve 0.85 olarak bulunmuştur. Elde edilen regresyon modelinden hesaplanan civivlerin %50'sinin çıkış zamanı (medyan) sırasıyla 487, 487, 490 ve 491. saatler olarak saptanmıştır (Tablo 2). Depolanmadan kuluçka makinasına konan yumurtaların 3 gün ve 7 gün depolanan yumurtalara göre sırasıyla, 3 ve 4 saat daha erken çıkış yaptığı saptanmıştır.

## Tartışma

Deneme sonuçları yumurtaları depolamadan kuluçkalanmanın çıkış gücü ve embriyonik ölümler bakımından olumsuz bir etkisi olmadığını göstermiştir. Çok erken dönem embriyo ölümlerinin dölsüz yumurtalardan ayırt edilmesinin güç olduğu ve yanılıya neden olacağı gerekçesiyle Walsh ve ark. (20) dölsüz + erken dönem embriyo ölümlerinin birlikte değerlendirilmesinin uygun olacağını belirtmişlerdir. Çalışmada dölsüz + erken dönem embriyo ölümleri birlikte değerlendirildiğinde de, depolama süresinin önemli bir etki yaratmadığı görülmüştür.

Ancak kuluçkalık yumurtaları uzun süreli depolamanın çıkış gücünde azalmaya, embriyonik ölümlerde artışa neden olduğu bilinmektedir (2,8,21).

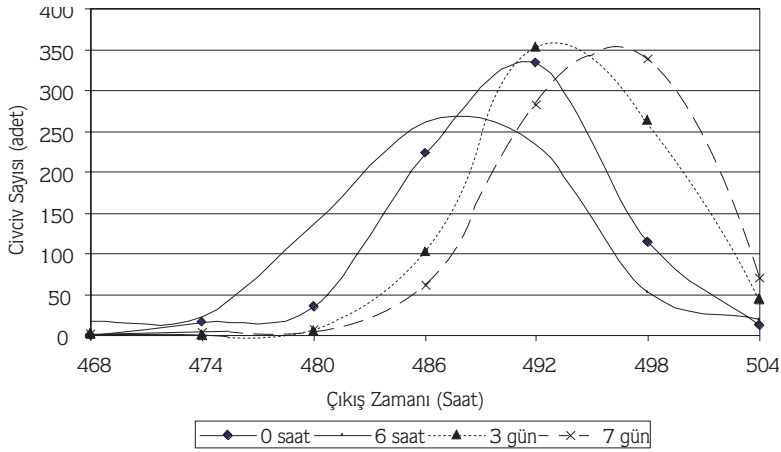
Kısa süreli depolamada da özellikle genç sürülerde erken embriyonik ölümlerde artış nedeniyle çıkış gücünün azaldığı öne sürülmektedir (14,16,17). Bu literatür bildirişleri bizim sonuçlarımızla uyumlu değildir. Ancak değerlendirme yapılırken söz konusu çalışmalarda daha genç sürülerin kullanıldığı göz önüne alınmalıdır. Reis ve

Tablo 2. Depolama süresine bağlı olarak civciv çıkışlarının dağılımı.

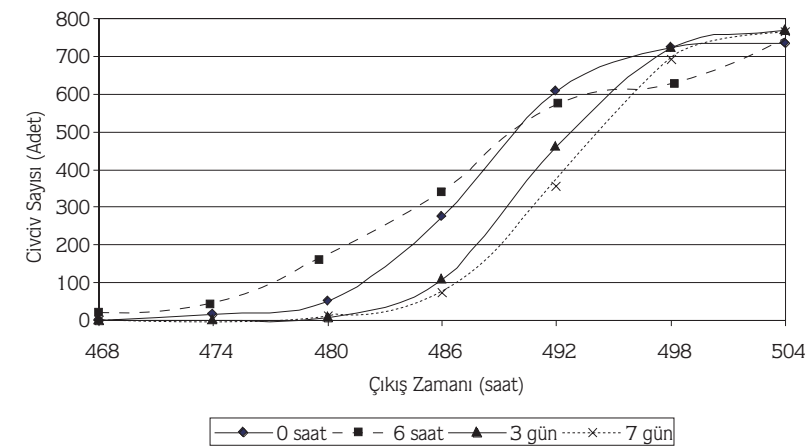
Çıkış Zamanı (saat)	Depolama Süresi											
	0 saat			6 saat			3 gün			7 gün		
	n	% $\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\Sigma n$	n	% $\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\Sigma n$	n	% $\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\Sigma n$	n	% $\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\Sigma n$
468	0	0±0.54 b	0	18	2.41±0.54a	18	1	0.13±0.54b	1	1	0.13±0.54b	1
474	16	2.18±0.69ab	16	23	3.08±0.69a	41	0	0±0.69b	1	3	0.39±0.69b	4
480	35	4.77±2.80 b	51	137	18.36±2.80a	178	5	0.65±2.80b	6	7	0.92±2.80b	11
486	222	30.29±2.01a	273	262	35.12±2.01a	338	101	13.15±2.01b	107	61	7.98±2.01b	72
492	334	45.57±4.03a	607	234	31.37±4.03b	572	353	45.96±4.03a	460	283	37.04±4.03ab	355
498	114	15.55±2.79c	721	53	7.10±2.79d	625	264	34.38±2.79b	724	338	44.24±2.79a	693
504	12	1.64±1.02c	733	19	2.55±1.02	746	44	5.73±1.02b	768	71	9.29±1.02a	764
Toplam	733	100	733	746	100	746	768	100	768	764	100	764
Medyan*	487			487			490			491		

a, b, c : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar farklıdır (P<0.05).

\*: Civcivlerin %50'sinin çıkış yaptığı zaman.



Şekil 1. Depolanma süresine bağlı olarak civciv çıkışının dağılımı.



Şekil 2. Depolanma süresine bağlı olarak çıkan kümülatif civciv sayıları.

ark. (15) ise depolama süresinin (0, 1 veya 2 gün) genç sürülerde çıkış gücü üzerinde önemli bir etkisi olmadığını, yaşlı sürülerde ise depolanmayan yumurtaların çıkış gücünün depolananlara göre %3-6 kadar daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırma sonuçları depolama süresinin malpozisyon oranını önemli düzeyde etkilemediğini göstermiştir. Reinhart ve Hurnik (3) uzun süreli depolamalarda malpozisyon ve malformasyon oranının arttığını bildirmişlerdir.

Çalışma sonuçları yumurta depolama süresinin civciv çıkış süresini etkilediğini, depolama süresi arttıkça çıkış süresinin uzadığını göstermiştir.

Bulgularımızla uyumlu olarak Becker ve ark. (1), Mather ve Laughlin (4), North ve Bell (10) ile Hodgetts (11) depolama süresi arttıkça, kuluçka süresinin uzadığını bildirmişlerdir.

Altı saat depolanan yumurtalarda çıkışın diğer gruplardan daha erken başladığı, kuluçkanın 468. saatinde civcivlerin %2.41'inin çıktığı saptanmıştır. Ayrıca 6 saat depolanan yumurtalarda çıkışın daha uzun bir süreye yayıldığı ve belirgin bir pik yapmadığı da görülmektedir (Şekil 1). Yumurtaların 6 saat süreyle 22-24°C'de depolanması embriyonik gelişmenin kesilmesi için yeterli olmamıştır. Nitekim Reis ve ark. (15) bir gün depolanan yumurtaların, depolanmayan yumurtalardan yaklaşık 3 saat daha erken çıktığını, 16 veya 21°C'de bir gün depolamanın embriyo gelişiminin tamamen durması için yeterli olmadığını bildirmişlerdir.

Kuluçka işlemi kümülatiftir. Yumurtalar kuluçka sıcaklığına yakın sıcaklıklarda bekletildiğinde kuluçka süresi, bu bekleme süresi kadar kısalmış (10). Fasenko ve ark. (22) muhtemelen tavuğun ısıtması nedeniyle, yumurtanın follukta kalma süresinin bile embriyonik gelişme hızını etkilediğini saptamışlardır.

Bu bilgilere dayanarak 6 saat boyunca bazı yumurtalarda embriyonik gelişmenin devam etme olasılığı, söz konusu grupta çıkışın diğer gruplara göre daha erken başlamasının nedeni olabilir.

Diğer taraftan 6 saat depolamanın yumurtaların homojen soğuması için yeterli olmaması, civciv çıkışının uzun sürede tamamlanmasının nedeni olabilir. Bu yumurtaların tepsilerdeki konumlarına ve tepsilerin arabadaki konumuna bağlı olarak farklı soğumaları sonucu, kuluçka makinasına girişte farklı embriyonik safhada olmaları mümkündür.

Nitekim North ve Bell (10), yumurtalar kuluçka tepsisinde depolandığı zaman 32,2°C'den 18,3°C'ye soğuması için 0,75 gün gerektiğini bildirmişlerdir. Kısa süreli depolamanın bu olumsuz etkisini azaltmak amacıyla yumurta depolarının, yumurtaların homojen soğumaları için yeterli alan ve uygun havalandırma hızı sağlayacak şekilde düzenlenmesi önerilebilir.

Sonuç olarak, yumurtaları depolamadan kuluçka makinasına koymanın kuluçka performansı üzerine olumsuz bir etkisi olmadığı ancak kuluçka süresinin kısaldığı görülmüştür. Civcivleri kuluçka makinasında uzun süre bekletmenin civciv ağırlığı, yaşama gücü, ve gelişme performansı üzerine olumsuz etkileri bilinmektedir (12, 13, 23). Bu olumsuz etkiyi gidermek için taze yumurtaları ayrı bir makinada çıkarmak önerilebilir. Ancak çok girişli makinalar (multiple stage) kullanıldığında eş zamanlı çıkış sağlayabilmek için taze (bekletilmemiş) yumurtaları, depolanmış yumurtalara göre 6 saat daha geç kuluçka makinasına girmek uygun bir çözüm olmayabilir. Çünkü daha önce de belirtildiği gibi 6 saatlik bekletme süresi yumurtaların homojen soğuması için yeterli olmamakta, çıkış uzun bir süreye dağılabilmektedir.

## Kaynaklar

1. Becker, W.A., Spencer, J.V., Swartwood, J.L.: Carbon dioxide during storage of chicken and turkey hatching eggs. *Poultry Sci.* 1968; 47: 251-258.
2. Proudfoot, F.G.: The handling and storage of hatching eggs. In *The Fertility and Hatchability of the Hen's Egg*. Eds. T.C. Carter and B.M. Freeman. Oliver and Body, Edinburgh, UK. 1969.
3. Reinhart, B.S., Hurnik, J.F.: The effect of temperature and storage time during the incubation period. 1. The effect of storage temperature changes on hatchability and first ten days chick performance. *Poult. Sci.* 1976; 55: 1632-1640.
4. Mather, C.M., Laughlin, K.F.: Storage of hatching eggs: The effects on total incubation period. *Br. Poult. Sci.* 1976; 17: 471-479.
5. Mather, C.M., Laughlin, K.F.: Storage of hatching eggs: The effects on early embryonic development. *Br. Poult. Sci.* 1977; 18: 597-603.
6. Mather, C.M., Laughlin, K.F.: Storage of hatching eggs: The interaction between parental age and early embryonic development. *Br. Poult. Sci.* 1979; 20: 595-604.

7. Susan, K., Emmans, G.C., McDonald, R., Arnot, D.: Factors affecting the hatchability of eggs from broiler breeders. *Br. Poult. Sci.* 1980; 21: 37-53.
8. Mayes, F.J., Takeballi, M.A.: Storage of the eggs of fowl (*Gallus domesticus*) before incubation: A review. *World's Poult. Sci. J.*, 1984; 40: 131-140.
9. Obioha, F.C., Okorie, A.U., Akpa, M.O.: The effect of egg treatment method, storage and duration on the hatchability of broiler eggs. *Arch. Geflügelk.* 1986; 50: 213-218.
10. North, M.O., Bell, D.B.: *Commercial Chicken Production Manual*. 4th ed. Avi Book, New York, NY. 1990.
11. Hodgetts, B.: Hatch time and chick quality. In *Hatch Handouts*. ADAS UK. 1988.
12. Wyatt, C.L., Weaver, W.D.Jr., Beane, W.L.: Influence of egg size, eggshell quality and posthatch holding time on broiler performance. *Poult Sci.* 1985, 64: 2049-2055.
13. Nir, I., Levanon, M.: Research note: Effect of posthatch holding time on performance and on residual yolk and liver composition. *Poultry Science*, 1993; 72: 1992-1994.
14. Vick, S.V., Brake, J., T.J. Walsh.: Relationship of incubation humidity and flock age to hatchability of broiler hatching eggs. *Poult Sci.* 1993; 72: 251-258.
15. Reis, L.H., Gama, L.T., Chaverio Soares, M.: Effects of short storage conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time and chick weights. *Poult Sci.* 1997; 76: 1459-1466.
16. Brake J.T.: Optimization of egg handling and storage. *World Poult. Misset.* 1996; 12: 33-39.
17. Benton, C.E. Jr., Brake, J.: The effect of broiler breeder flock age and length of egg storage on albumen during early incubation. *Poult Sci.* 1996; 75: 1069-1075.
18. SAS System for Elementary Statistical Analysis. SAS Institute Inc., 1987; Cary, NC, USA.
19. Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F.: Araştırma ve Deneme Metodları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları., 1987; No: 1021.
20. Walsh T.J., Rizk, R.E., Brake, J.: Effect of temperature and carbon dioxide on albumen characteristics, weight loss, and early embryonic mortality of long stored hatching eggs. *Poult Sci.*, 1995; 74: 1403-1410.
21. Butter, D.E.: Egg handling and storage at the farm and hatchery. In *Avian Incubation*. Ed. S.G. Tullett, Butterworth-Heinemann, London, UK. 1991.
22. Fasenko, G.M., Robinson, F.E., Armstrong, J.G., Church, J.S., Hardin, R.T.: Variability in preincubation embryo development in domestic fowl. 1. Effects of nest holding time and method of egg storage. *Poult Sci.* 1991; 70: 1876-1881.
23. Hager, J.E., Beane, W.L.: Posthatch incubation time and early growth of broiler chickens. *Poult Sci.* 1983; 62: 247-254.