



## Kanatlı Hayvanlarda Embriyo Kayıpları

### Embryo Losses in Poultry

Esra ÜNBAŞ<sup>1\*</sup> 0000-0003-4216-3097 Coşkun KONYALI<sup>2</sup> 0000-0001-7407-6946 Türker SAVAŞ<sup>1</sup> 0000-0002-3558-2296

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Çanakkale

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki-Çanakkale

#### ÖZET

Kuluçka randımanı, damızlıkların elde edilmesinden başlayıp, onların bakım ve besleme koşullarına, kuluçkahane uygulamalarına kadar olan tüm süreci kapsayan yönetimsel bir sürecin sonucudur. Söz konusu süreci etkileyen her bir faktörün ve bunlar arasındaki etkileşimlerin bilinmesi embriyo kayıplarını azaltmada doğru yönetim stratejilerinin belirlenmesini sağlayacaktır. Kuluçka randımanı aslında her ne sebeple olursa olsun gerçekleşebilecek embriyonik kayıpların minimize edilmesi olarak düşünülebilir. Bu bağlamda embriyonik ölümlerin bazı kümes hayvanı türlerinde yumurtaların %15'ine kadar ulaşılabilirdiği düşünüldüğünde konunun maliyet ve karlılık açısından ne denli önemli olduğu görülmektedir.

Bu makalede, kanatlı hayvan türlerinde embriyonik ölümlere sebep olan genetik ve çevresel faktörlerin irdelenmesi amaçlanmıştır. Kuluçka randımanı ve işletme karlılığını etkileyen bu faktörlerin ortaya konmasının ülkemiz kanatlı sektörüne önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Embriyonik ölüm, kuluçka, embriyonik gelişim, embriyo yaşama gücü, yumurta

#### ABSTRACT

Hatchability is the result of a managerial process that covers the entire process from the acquisition of breeders to their care and feeding conditions and hatchery practices. Knowing each factor affecting that process and the interactions between them will enable the determination of the proper management strategies in reducing embryo losses. Incubation efficiency can actually be thought of as minimizing embryonic losses that may occur for whatever reason. In this context, considering that embryonic losses can reach up to 15% of eggs in some poultry species, it is seen how important the issue is in terms of cost and profitability.

This article aims to examine the genetic and environmental factors that cause embryonic deaths in poultry species. It is predicted that scrutinizing these factors affecting hatchability and operating profitability will provide important contributions to the poultry industry for our country.

**Keywords:** Embryonic mortality, incubation, embryonic development, embryo survival, egg

**Atf:** Ünbaş, E., Konyalı, C., Savaş, T. 2023. Kanatlı hayvanlarda embriyo kayıpları. Hayvansal Üretim 64(1): 66-75. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1007906>

**Citation:** Ünbaş, E., Konyalı, C., Savaş, T. 2023. Embryo losses in poultry. Journal of Animal Production 64(1): 66-75. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1007906>

Geliş tarihi (Received): 12.10.2021

Kabul tarihi (Accepted): 10.08.2022

\*Sorumlu yazar (correspondence): [unbasesra@gmail.com](mailto:unbasesra@gmail.com)

#### GİRİŞ

Canlı embriyoyu ölü bir embriyodan veya döllenen bir embriyoyu döllenenmemiş bir germinal diskten ayırt etmek sorunun dölsüzlükten mi yoksa embriyo ölümüyle mi ilgili olduğunun belirlenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Tavuk, kaz, bıldırcın, hindi ve ördek gibi çeşitli kanatlı türlerinde embriyonik

gelişim aşamaları araştırılmıştır. Hamburger ve Hamilton (1951) tarafından modellenen civciv embriyosunun (*Gallus gallus domesticus*) gelişim aşamaları araştırmacıların kullandığı temel bir araç olmuştur. Bu modele bakılarak kanatlılarda embriyo ölümleri bakımından kuluçka süreci genellikle üç döneme ayrılmaktadır.

Birinci dönem iç organların gelişmeye başladığı, kalp atışının gerçekleştiği günleri kapsar (Resim 1; Resim 3). Bu dönemde laktik asit üretimi pik yapar ve böbreğin bir parçası olan mezonefros çalışmaya başlar.

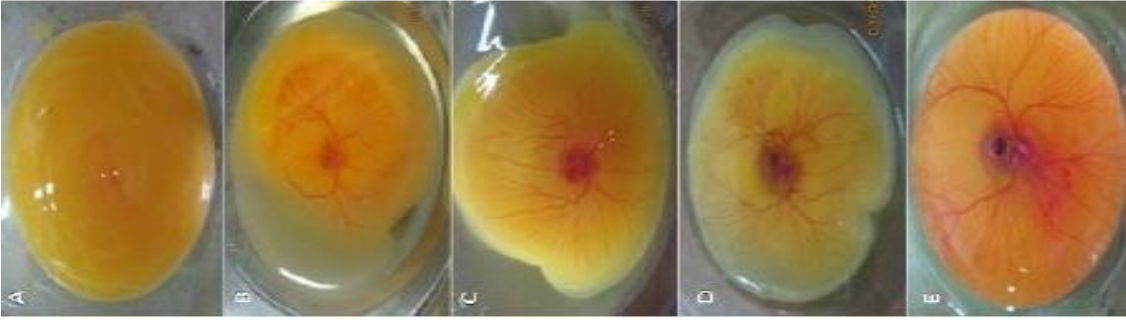
İkinci dönem (orta dönem), dış organların gelişmeye başladığı ve prenatal dönemin yanı sıra oksijen talebinin önemli ölçüde arttığı dönemi kapsar (Resim 2; Resim 3).

Üçüncü dönem ise (geç dönem) embriyonun büyüdüğü, yumurta sarısının tamamen emildiği dönemdir (Ainsworth ve ark. 2010; Lumsankul ve ark. 2018; Li ve ark. 2019).

Kanatlı hayvanlarda embriyo gereksinimlerinin ve koşullarının ortaya konması kayıpları azaltıp verimliliği artırma bakımından önemlidir. Bu bağlamda derlemede embriyo ölümlerinin nedenlerinin sistematize edilmesi konusunda bir değerlendirme yapılmıştır.

### Genetik Etkiler

Erken embriyonik ölümlerin kalıtım derecesinin diğer dönemlere göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Beaumont ve ark. 1997). Erken dönem embriyonik ölümleri genellikle letal genlere veya kromozom anormalliklerine bağlı olarak meydana gelmektedir (Bloom, 1970; Savage ve ark. 1992). Kanatlı hayvanlarda kromozom anormallikleri ve embriyonik anomalilerin kalıtsal olduğu bilinmektedir (Blazak ve Fehheimer, 1979). Anormal embriyolarda haploid, poliploid ve anöploid kromozom anormallikleri en yaygın olarak görülenleridir (Mong ve ark. 1974). Kromozom anormallikleri embriyonik gelişimin erken dönemlerinde büyümenin gecikmesi, malformasyon ve ölüm ile kendini göstermektedir. Araştırmalar kromozomal anormalliklerin erken embriyonik gelişim sırasında %1 ile %12 oranında kayba neden olabileceğini bildirmişlerdir (Fehheimer, 1981).



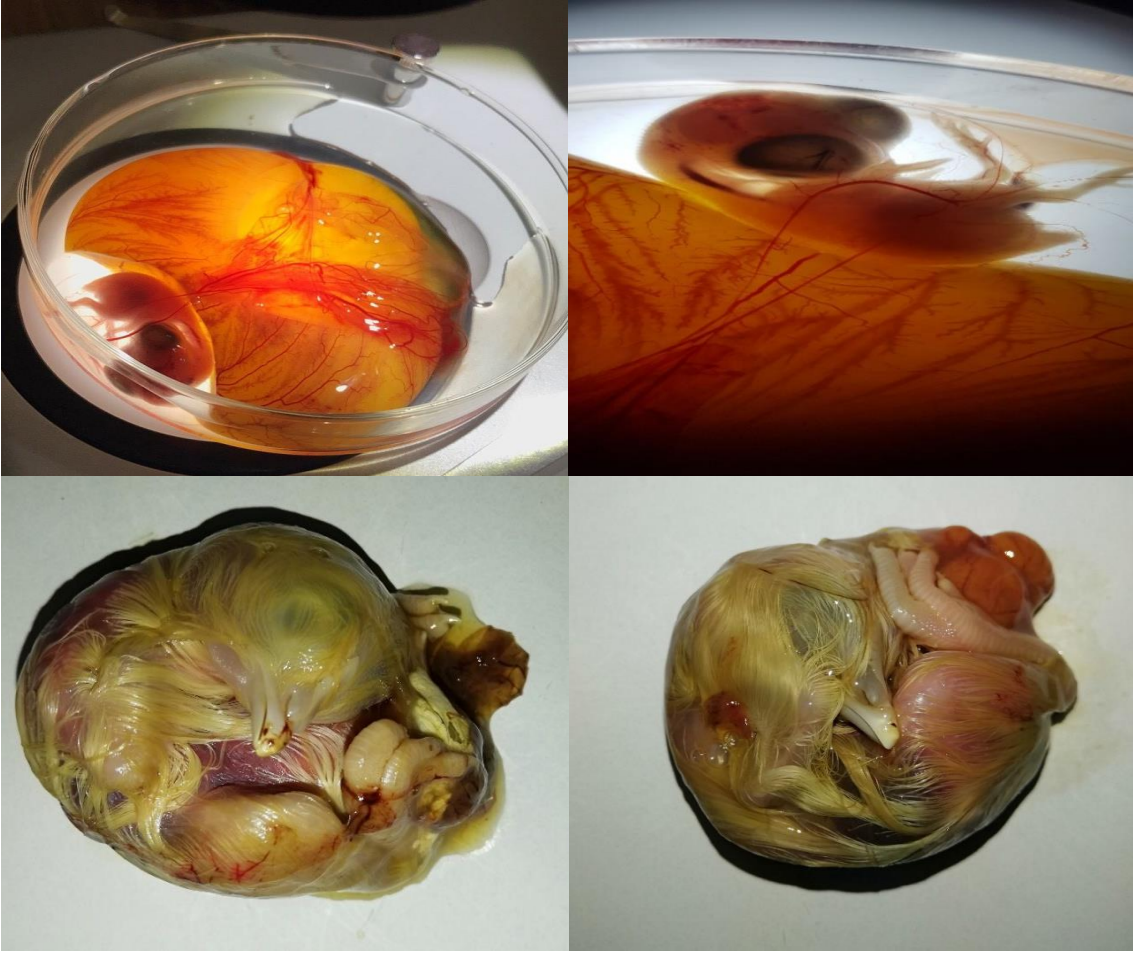
**Resim 1.** Erken dönem tavuk embriyosu gelişimi (Kanase ve ark., 2015)

**Figure 1.** Chicken embryo development during early stage (Kanase et al., 2015)



**Resim 2.** Orta döneme ait bildircin embriyo gelişimleri (Ainsworth ve ark., 2010)

**Figure 2.** Quail embryo development during mid-term stage (Ainsworth et al., 2010)



**Resim 3.** Farklı dönemlere ait tavuk embriyo gelişimleri  
**Figure 3.** Chicken embryo development during different stages

Evcil kümes hayvanlarında, kromozom anormalliklerinin oranı ırklara ve bireylere göre farklılık göstermektedir (Wolowodiuk ve ark. 1985; Thorne ve Sheldon, 1991). Annenin genotipi haploid ve haploid / öploid genotipli embriyo oluşumunda önemli bir faktördür (Snyder ve ark. 1975). Kromozom anormallikleri oranı yumurtacı tavuklarda %1-3 arasında, etlik piliç hatlarında ise %4-8 arasında değişmektedir (Snyder ve ark. 1975; Fechheimer ve Jaap, 1978). Miller ve ark. (1971), et tipi damızlıkların embriyolarında %12,7 kromozomal sapma olduğunu bildirmişlerdir. Et tipi kümes hayvanlarında vücut ağırlığı ve büyüme hızı için yapılan seleksiyon, kromozom anormalliklerinin oranını önemli ölçüde artırmıştır (Reddy ve Siegel, 1977).

Kanatlı hayvanlarda cinsiyete bağlı üç resesif anormallik (Bernier ve Arscott, 1972), inkübasyonun ilk 120 saatinde eksprese edilen birkaç otozomal subletal resesif gen (Dunn, 1923) ve bir otozomal dominant gen (Landauer ve Dunn, 1930) tanımlanmıştır.

Creper (Cr) olarak adlandırılan ve ekstremelerde kemik uzunluğunun kısalmasına neden olan letal gen homozigot durumda erken dönem embriyonik ölüme neden olmaktadır (Landauer, 1932). Sheridan (1979), taşıyıcı erkek hayvanların dişi yavrularına geçirmeleri nedeniyle inkübasyonun ilk haftasında dişi embriyoların ölümüne neden olan cinsiyete bağlı ve "ladykiller gene" (lk) olarak adlandırılan bir gen bildirmiştir. Erkek hayvanlar bu gen yeri bakımından asla homozigot olamayacakları için etkilenmemektedirler. Bu genin, tüylenme hızını etkileyen k lokusuna yakın olduğunu bildirmektedir. Somes ve ark. (1967), yavaş tüylenme genine (k) ve cücelik genine (dw) yakın olan benzer bir geni (prenatal letal gen - pn) tanımlamıştır. Yine cinsiyet kromozomu üzerinde bulunan bu gen inkübasyonun 1. haftasında ölümlere neden olmaktadır. Lk ve pn geni çok benzerdir; bu nedenle muhtemelen aynı gen veya alleldirler. Diğer yandan, öldürücü bir otozomal resesif

gen mutasyonu ise, beyaz Leghorn tavuklarında blastoderm dejenerasyonuna (bld) neden olur.

Akrabalı yetiştirme üreme performansının düşmesine neden olmakta, döllülük ve kuluçka randımanını azaltmakta ve embriyonik ölüm oranını artırmaktadır (Sewalem ve Wilhelmson, 1999). Brah ve ark. (1991), beyaz Leghorn tavuklarında embriyonik ölüm insidansını %25, %12,5 ve %0 akrabalık katsayısına sahip embriyolarda sırasıyla %24,8, %22,8 ve %9,5 olarak gözlemişlerdir.

### Ana ve Babaya Bağlı Etkiler

Beaumont ve ark. (1997), erken dönem, orta dönem ve geç dönem embriyonik ölümlere ilişkin baba varyans unsurundan tahmin ettikleri kalıtım derecelerini sırasıyla  $h_{baba}^2 = 0,09$ ,  $h_{baba}^2 = 0,07$  ve  $h_{baba}^2 = 0,05$  olarak bulurken, ana varyans unsurundan tahmin edilenleri  $h_{ana}^2 = 0,25$ ,  $h_{ana}^2 = 0,20$  ve  $h_{ana}^2 = 0,18$  olarak bildirmişlerdir. Ana varyans unsurlarından tahmin edilen kalıtım derecelerinin daha yüksek olması muhtemelen maternal genetik etkilerin varlığından kaynaklanmaktadır.

Bilindiği gibi embriyo oluşumu anneden kaynaklanan genetik ve çevresel faktörlerden etkilenir (Reijrink ve ark. 2008). Kanatlı hayvanlarda maternal etkiler, özellikle yumurta kalite özellikleri üzerinden etkili olur (Lotfi ve ark. 2012). Yavru fenotipi üzerinde maternal genetik etkiler olabileceği gibi aynı anadan olan yavruların paylaştığı ortak çevre etkileri de bir faktördür. Örneğin hem ana genotipi hem de genotipten bağımsız olarak ananın geçirdiği hastalıklar, yumurtalara ve civcivlere farklı seviyelerde maternal antikörlerin aktarılmasına neden olabilir (İsmiraj ve ark. 2019). Bu anlamda embriyonik ölümler, ana ve babadan aktarılan eklemeli genetik etkinin yanı sıra sadece anaya bağlı olarak yumurta ortamı ile ilişkilidir.

Aşırı sıcaklar, besin yoksunluğu ve avcılar gibi çeşitli stres faktörlerine maruz kaldıktan birkaç dakika sonra kanatlı hayvanlarda adrenal bezler tarafından glukokortikosteroid salınımı artmaktadır (Saino ve ark. 2003). Maternal kortikosteronun anadan yumurtaya geçtiği ve kanatlı yumurtalarının albüminlerinin maternal kortikosteron içerdiği bilinmektedir (Hayward ve Wingfield, 2004). Tavuklarla yapılan çalışmalarda, yumurtaya kortikosteron uygulamasının embriyonik ölüm oranını artırdığı, civcivlerin çıkım ağırlıklarını ve büyüme döneminde canlı ağırlığı olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Eriksen ve ark. 2003). Rubolini ve ark. (2005) yumurta içerisinde deneysel olarak artırdıkları kortikosteroidlerin fizyolojik konsantrasyonlarının gümüşi martı yavrularının embriyo canlılığını ve somatik büyümesini azalttığını bildirmişlerdir.

Babanın embriyonik ölüm üzerine etkisi, doğrudan genetik etkilerden kaynaklanan kromozomal anomaliler ve ölümcül genler sebebiyle olmaktadır (Almeida ve ark. 2008). Adeleke ve ark. (2012), kıvrıkcık tüylü ve çıplak boyunlu horozlarla çiftleştirilen tavuklardan elde edilen yumurtalarda kabuk altı ölüm oranını sırasıyla %7,5 ve %19,5 olarak bildirmişlerdir.

### Damızlıkların Beslenmesi

B6 vitamini (piridoksin) eksikliğinde erken embriyonik büyüme inhibisyonuna uğramakta ve inkübasyonun 8. ve 14. günleri arasında embriyonik ölümler artmaktadır. Biotin eksikliği kondrodistrofi, mikromelia ve koryoallantozda kanamalara sebep olmakta ve erken dönemde embriyonik ölüm şekillenebilmektedir. Folik asit eksikliği sindaktili, basık kafa, küçük gözler, açıkta kalan vissera, kısa gaga, diğer gaga kusurlarına bağlı geç dönem embriyo ölümlerinin görülmesine sebep olmaktadır (Wilson, 1997).

Kalsiyum eksikliği sonucu kabuk kalitesinde düşme embriyonun zararlı patojenlerle kontaminasyonunu artırabilmektedir. Buna bağlı olarak yine embriyonun kemik gelişiminde azalma görülebilmektedir. Buna karşın kalsiyum fazlalığı da embriyonik anormalliklere neden olur. Yumurta kabuğuna yüksek seviyede kalsiyum mobilizasyonu geç dönem ölümlerine sebep olur. Fosfor eksikliği, anormal kemik oluşumuna ve kuluçkanın 14-16. günlerinde ölümlerin artmasına neden olur. Bakır eksikliği, kan ve dolaşım sistemi kusurlarına yol açarak erken dönem embriyo ölümlerini artırır. İyot, tiroid fizyolojisini etkilemekte; eksikliği veya fazlalığı, kuluçka süresinin uzamasına, büyümenin gerilemesine ve ölüm oranının artmasına neden olabilmektedir. Yumurtada 17 ppm ve üstü molibden seviyesi inkübasyonun 12. gününde embriyonun %100 ölümü ile sonuçlanır. Lityum fazlalığında göz kusurları, genişlemiş aort, anormal nöral tüp ile ilişkili yüksek embriyonik ölüm görülür. Yumurtada bor seviyesinin yüksek olması (44 ppm), 13. günde embriyonik ölümlere neden olur. Çinko eksikliği ise tüy ve kemik gelişiminde bozulmaya sebep olmaktadır (Wilson, 1997).

Damızlıkların rasyonunda riboflavin eksikliğinin flavoprotein ekspresyonundaki azalmaya bağlı olarak embriyolardaki lipid metabolizması aksaklıkları ile ilişkili olduğu, buna bağlı olarak da anormal embriyonik gelişim ve düşük kuluçka randımanı ile sonuçlandığı bildirilmiştir (Zhang ve ark. 2021). Li ve ark. (2020), etlik piliçlerde rasyona selenyum takviyesinin geç embriyonik ölümleri azalttığını bildirmektedir. Kınalı keklük rasyonlarında soğan ve sarımsak özütü birlikte kullanıldığında erken ve geç dönem embriyo ölümlerini azaltmaktadır (Akbulut ve ark. 2021). Soğan ve sarımsakta bulunan kuersetinin yumurta kalitesini

artırdığı bilinmektedir (Liu ve ark. 2014; Leke ve ark. 2020). Damızlıkların rasyonuna ilave besin maddesi eklemenin yumurta kalitesini artırarak embriyonik gelişimi desteklediği ve dolayısı ile de embriyonik ölümleri azalttığı söylenebilir. Damızlıkların rasyonuna çinko ilavesi antioksidan özelliği ile embriyonik ölümleri azaltır (Zhu ve ark. 2017). Amerikan ördeklerinde yapılan bir çalışmada rasyonda çinko eksikliğinin embriyonun karaciğerinde oksidatif hasara sebep olduğu ve embriyo ölümlerinin görüldüğü bildirilmektedir (Akbulut ve ark. 2021). Çinkonun embriyo gelişiminde önemli etkisi olduğu ve eksikliğinde ise antioksidan savunma sisteminin bozulmasına bağlı olarak embriyoların ölümüne sebep olduğu söylenebilir.

### **Damızlık Yaşı**

Embriyonik gelişim damızlık tavukların yaşından etkilenmektedir (Sözcü, 2014). Çok genç ve yaşlı sürülerde kabuk kalitesi düşük olmakta, aşırı dehidrasyon veya bakteri penetrasyonuna bağlı olarak çıkım performansı azalmaktadır (Hamidu ve ark. 2007). Ayrıca genç damızlıklardan elde edilen yumurtalar küçük olduğu için embriyo gelişimi için gerekli olan fizyolojik ve metabolik ihtiyaçları karşılayamamaktadır. Yaşlı damızlıklardan elde edilen yumurtalara ait embriyolarda karaciğer ağırlığı ile intestinal gelişimin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Peebles ve ark. 2001). Machado ve ark. (2020), 51 haftalık damızlıklardan elde edilen embriyoların 38 haftalık damızlık embriyolarına göre sarı kesesi emiliminin daha fazla ve bağırsak gelişimlerinin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Bu embriyoların yumurta sarısında bulunan besin maddelerini daha iyi kullanarak daha fazla gelişim gösterdiği düşünülebilir. Okur ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada damızlık yaşının erken embriyonik ölümleri artırdığını, genç sürüden (32 hafta) elde edilen yumurtalarda embriyonik ölüm oranının yaşlı sürüye (55 hafta) göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

### **Kuluçkalık Yumurtaların Dezenfeksiyonu**

Yumurta yumurtlandıktan sonra kirli yüzey ile temas etmesi sonucu kontaminasyon şekillenmekte, kuluçkahaneye taşınan bu yumurtalar ile de diğer yumurtalar kontamine olmaktadır. Özellikle *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Actinobacteria* ve *Firmicutes* gibi bakterilerin sıklıkla görüldüğü bildirilmektedir (Rai ve ark. 2005; Olsen ve ark. 2017). Bu mikroorganizmaların kuluçka makinesine taşınması embriyo ölümlerine ve dolayısı ile kuluçka randımanının düşmesine sebep olabilmektedir. Kuluçka kayıplarının görülmemesi için kümeden gelen yumurtaların kuluçkahanelere alınmadan önce dezenfekte edilmesi gerekmektedir. Birçok araştırmacı bu dezenfeksiyon yöntemlerinin avantaj ve dezavantajlarını bildirmişlerdir. Örneğin, yumurta

dezenfeksiyonunun embriyo kayıplarına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada en fazla embriyonik ölümün (%17,95) formaldehit ile muamele edilen grupta görüldüğü ve özellikle de embriyonik gelişimin erken döneminde ölümlerin belirgin bir şekilde arttığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada doğal dezenfaktan olarak kullanılan %4 kimyon uygulaması ile en düşük embriyonik ölüm (%2,84) gerçekleştirilmiştir (Bekhet, 2021).

Shahein ve Sedeek (2014), alternatif olarak tavuk yumurtalarını %7 ve %14 propolis, %0,5 ve 0,7 kekik uçucu yağı, %70'lik etil alkol, formaldehit ve hiç dezenfekte edilmemiş gruplar şeklinde sınıflandırarak kabuk yüzeyindeki mikrobiyal yük ile embriyo ölümlerini araştırmışlardır. Yazarlar en düşük toplam embriyonik ölüm oranlarının %7 ve %14 propolis uygulanan iki gruptan elde edildiğini rapor etmişlerdir. Buna karşın Yıldırım ve ark. (2003), kuluçkalık bildircin yumurtalarında kekik yağının spreyleme yöntemiyle kullanılmasının kabuk mikroorganizma yoğunluğunu önemli düzeyde azalttığını ve çıkış gücünü yükselttiğini, embriyonik ölümlerde en iyi sonucun kekik yağı ile muamele edilen grupta elde edildiğini bildirmişlerdir. Hayretdağ ve Kolankaya (2008), inkübasyon öncesi formaldehit ile muamelenin kuluçkanın 18. gününde ve bir günlük civcivlerde trake epitel hücrelerini olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

### **Kuluçkalık Yumurta Özellikleri**

Kuluçkalık yumurtaların fiziksel ve kimyasal özellikleri embriyo gelişimi üzerinde önemli bir rol oynar ve kuluçka randımanını etkiler. Yumurta ağırlığı, yumurta içeriği ve embriyonun gelişimi üzerinde etkili olan bir faktördür (Ng'ambi ve ark. 2013). Kuroiler ve Chabro genotiplerinde yumurta ağırlığının embriyonik ölüm üzerine etkisi araştırılmış, küçük (38-44 g), orta (45-52) ve büyük (53-59) yumurta gruplarında her iki genotip için en yüksek embriyonik ölüm oranı büyük yumurta grubunda, en düşük embriyonik ölüm oranı ise orta sınıf yumurta grubunda bulunmuştur (Yadav ve ark. 2021). Büyük yumurtaların nispeten daha az kabuk yüzey alanına sahip olması nedeniyle embriyo solunumu yani gaz değişiminin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (Narushin ve Romanov, 2002). Bunun aksine Mortola ve Al Awam (2010) yaptıkları çalışmada, büyük yumurtaların (66 g), küçük yumurtalara (51 g) göre daha az su kaybı yaşadığını, buna bağlı embriyonun ağırlığı, büyüme hızı ve oksijen tüketiminin büyük yumurtalarda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Japon bildircinlerinde 10 g'ın altındaki kuluçkalık yumurtalarda erken dönem embriyo ölümleri daha yüksektir (Genç ve Özentürk, 2020). Bu nedenle orta ağırlıkta (10,51-11,50 g) veya ağır (11,51-12,50 g) yumurtaların kullanılması erken embriyonik ölüm

oranını düşürür (Şeker ve ark. 2005). Buna karşın Kırıkçı ve ark. (2018) Kınalı kekliklerde, Çağlayan ve ark. (2009) Kaya kekliklerinde ve Çağlayan ve ark. (2010) sülün yumurtalarında ağırlığın embriyonik ölümler üzerinde bir etkisini bulamamışlardır.

Kabuk kalınlığı 0,22 mm ile 0,31 mm arasında olan tavuk yumurtalarında erken dönem (%33,33), 0,15 mm ile 0,21 mm kabuk kalınlığında orta dönem (%25,77) ve 0,32 mm'den daha kalın yumurtalarda ise geç dönem ölümlerinin (%73,91) daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Dey ve ark. 2019).

Gözenek sayısı ve yumurta kabuk kalınlığı embriyonik ölüm oranını önemli derecede etkilemiş, en fazla erken dönem ölümleri en yüksek ağırlık kaybı gerçekleşen yumurtalarda olmuştur (Sabah ve Şahan, 2018; Hegab ve Hanafy, 2019). Dolayısı ile küçük yumurtalarda gözenek sayısının az olması embriyo gelişimini ve kuluçka sürecini olumsuz etkileyebilir. Yamak ve ark. (2016) ise kınalı kekliklerde yaptıkları bir çalışmada yumurta kabuk kalınlığının embriyonik ölümler üzerinde etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Narushin ve Romanov (2002), normal şekilli olmayan yumurtalarda embriyonun kendi eksenine etrafında dönüşünün güçleşeceğini, buna bağlı olarak embriyo gelişiminin istenilen seviyede olmayacağını öne sürmektedirler. Şekil indeksinin %75'ten daha yüksek olduğu yumurtalarda erken ve orta dönem embriyonik ölüm oranının daha yüksek olduğu; buna karşın geç dönem embriyonik ölüm oranının %75'ten daha düşük şekil indeksine sahip yumurtalarda görüldüğü bildirilmiştir (Dey ve ark. 2019). Genç ve Özentürk (2020) ise Japon bildircinlerinde yumurta şekil indeksinin embriyo ölüm oranlarını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Hava hücresi alanı arttıkça ağırlık kaybı artmaktadır (Alabi ve ark. 2018). Noiva ve ark. (2014), ağırlık kaybı %9,1'den düşük veya %18,5'ten fazla olduğunda embriyonik ölümlerin arttığını bildirmişlerdir. Alabi ve ark. (2018) embriyonun iskelet gelişimi için gerekli olan kalsiyum, magnezyum ve stronsiyumun 0,35 ile 0,42 mm arasında değişen kabuk kalınlığına sahip yumurtalarda olduğunu bildirmişlerdir. Kabuk hacmi, yumurta yüzey alanı ve yumurta şekil indeksi gibi fiziksel özellikler birbirleri ile etkileşim halinde olup ağırlık kaybı üzerinde önemli bir rol oynamaktadır.

#### **Kuluçkalık Yumurtaların Depolanması**

Uzun süreli depolama yumurta kalitesinde düşüşe neden olmaktadır. Bu kalite düşüklüğünün, genç sürülerde yaşlı sürülere göre daha belirgin olduğu ve genç sürülerde 8 günlük depolamadan sonra albümin pH'sının yaşlı sürülere göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Nasri ve ark. 2020). Beç tavuklarında yapılan bir çalışmada albümin pH'sının depolama süresi

ile arttığı ve embriyonik gelişimi olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Kouame ve ark. 2019). Yumurtanın depolanması süresince karbondioksit kaybı ile albüminin pH değeri artmakta olup yeni yumurtlanan yumurtanın pH değeri 7,6 iken depolama ile embriyonun mikro-ortamındaki pH seviyesi 9'un üzerine çıkmaktadır (Caner, 2005). Uzun süre depolamaya bağlı yumurta kalitesinin azalması embriyonun yaşayacağı ortamı bozarak embriyo gelişimini olumsuz etkilediği düşünülmektedir. 12 °C'de 7 gün boyunca depolanan yumurtalarda embriyonik gelişimin erken dönemlerinde apoptozda artış olduğu görülürken, 14 gün boyunca depolanan (12 °C) yumurtalarda ise embriyonik gelişimin geç dönemlerinde artış görüldüğü tespit edilmiştir (Pokhrel ve ark. 2018). Dolayısı ile uzun süre depolamanın geç dönem apoptoz yüksekliğine bağlı embriyonik gelişimi etkileyerek yaşama gücünü düşürebileceği, bu bağlamda da embriyo ölümlerinin görülmesine sebep olabileceği unutulmamalıdır. 12 gün boyunca depolamanın 2 gün depolamaya göre erken ve geç dönem embriyo ölümlerini ve kabuk altı ölümlerini artırdığı bildirilmiştir (Okur ve ark. 2018). Kustra ve ark. (2020), 3-4 günlük depolamadan sonra altın sülünlerin kuluçka randımanında düşüş görüldüğünü bildirmişlerdir.

Depolama ikliminin de embriyo canlılığı üzerinde etkileri olduğuna ilişkin bildirişler bulunmaktadır. Bu bağlamda önemli bir husus havalandırma ve sıcaklık arasındaki etkileşimlerdir. Depolama süresince maruz kalınan sıcaklıklar yumurta içi koşulları etkilemektedir. Etlik piliçlerde 1 haftalık depolama süresi boyunca meydana gelen sıcaklık değişimlerinin (18-21 °C arası sıcaklık değişimleri) genç ve yaşlı damızlık sürülerinden elde edilen yumurtalarda blastoderm gelişimini başlattığı fakat yaşlı damızlık sürülerin embriyolarında ise erken dönem ölümlerin görüldüğü bildirilmiştir (Özlü ve ark. 2018). Bu sebeple de depolamada maruz kalınan çevre sıcaklıklarının embriyonik gelişimi başlatabileceği, bunun da kuluçka randımanını etkileyebileceği unutulmamalıdır.

#### **Kuluçka Koşulları**

İyi bir embriyo gelişiminin sağlanabilmesi ve kaliteli civciv elde edilmesi için inkübatör sıcaklığı kritik önem taşımaktadır. Lourens ve ark. (2005), en yüksek çıkış gücü ve en iyi çıkış sonrası performansı yumurta kabuğu sıcaklığının sürekli 37,8 °C'de tutulduğu embriyolarda gözlemlenmişler ve özellikle son hafta boyunca yüksek yumurta kabuk sıcaklığının (38,9 °C) geç dönem embriyonik ölümleri artırdığını bildirmişlerdir. Ördek yumurtalarında da kuluçka sıcaklığı embriyonik ölüm oranı üzerinde etkilidir (Abd El-Hack ve ark. 2022). Keklik yumurtalarında inkübasyon boyunca 35,5 °C'nin altındaki bir sıcaklık geç embriyonik ölüm oranını artırırken, 36,5 °C'nin

üzerindeki sıcaklık ise erken ve orta dönem embriyonik ölümlerin görülmesine yol açmıştır (Nakage ve ark. 2003). Embriyonik gelişimin 16. ve 18,5. günleri arasında optimum inkübasyon sıcaklığından sürekli 3 °C daha yüksek uygulanmasının tiroid hormon seviyesine bağlı embriyonik ölümlere yol açtığı bildirilmektedir (Willemsen ve ark. 2010). Yüksek sıcaklık vitellüs kesesinden yararlanmayı azaltmaktadır (Özaydın, 2009). Dolayısı ile kuluçka sıcaklıklarının değiştirilmesinin kanatlı fizyolojisini olumsuz etkilediği ve embriyo gelişimini baskıladığı söylenebilir.

Sıcaklığın yükselmesiyle yumurtalardan su kaybı arttığı için kuluçkada nem kontrolü sıcaklık kadar önemlidir. Kuluçkada yumurtalar arasındaki yumurta kabuğu iletkenliğindeki yüksek varyasyon nedeniyle, maksimum kuluçka randımanı için optimum nem seviyesi değişken olabilir. Ördekler için optimum bağıl nem oranı %60 ile %80 arasında değişmektedir (Abd El-Hack ve ark. 2022). Optimumun üzerindeki inkübasyon sıcaklıkları aşırı yumurta ağırlık kaybı ile sonuçlanabilmekte, bunun sonucunda embriyo dehidrasyon nedeniyle ölebilmektedir.

Gazlar, yumurta kabuğunun gözeneklerinden ve zarlarından difüzyonla geçer (Mortola, 2009). Oksijen kütlesi kazancı karbondioksit kütlesinin kaybına eşit olduğundan inkübasyon sırasında yumurta ağırlığındaki değişim tamamen yumurtadaki su kaybına bağlıdır (Mortola, 2009). Bu ağırlık kaybı normal embriyonik gelişim için gereklidir. Ancak fazla su kaybı kabuk zarlarının kurumasına neden olurken, çok az su kaybı mikroorganizmaların üremesine elverişli ortam oluşturur. Ayrıca yine su kaybının az olması gözenekleri tıkayan kabuk zarlarının şişmesine ve embriyo ölümlerine neden olur.

Yüksek oksijen (%0,6 CO<sub>2</sub>, %22 O<sub>2</sub>) içeren kuluçka makinesinde inkübe edilen küçük yumurtalarda yüksek oranda erken dönem embriyo ölümleri (%22,79) görüldüğü bildirilmiştir (Okur, 2019). Inkübasyonun erken döneminde normal seviyeden daha fazla oksijen seviyesinin zararlı olduğu görülmektedir. Ayrıca inkübasyonun ilk 10 günü içerisinde CO<sub>2</sub> seviyesini %1'den %1,5'e kademeli olarak artırmanın embriyonun kortikosteron seviyesini artırarak aktif olmayan T<sub>4</sub> hormonunun aktif olan T<sub>3</sub> hormonuna dönüştürmesi sebebiyle embriyonik gelişimi iyileştirdiği bildirilmiştir (Tona ve ark. 2007).

Bu durumun muhtemelen glukokortikoid ve tiroid hormonlarındaki değişimlerden kaynaklanabileceği ve uyarıcı olarak görev yapabilecekleri bilinmektedir. Ayrıca embriyo içi hipoksik koşulların kortikosteron salgılanmasını uyardığı bilinmektedir (Blacker ve ark. 2004). Fakat CO<sub>2</sub> ya da hipoksiye sebep olabilecek uygulamaların kuluçkanın hangi aşamasında ve ne

kadar süre ile uygulandığı önem arz etmektedir. Inkübasyonun ilk birkaç gününde havalandırma uygulanmayan kuluçka makinelerinde geç dönem embriyo ölümlerinde düşüş olduğu bildirilmektedir (Bilalissi ve ark. 2022).

Kuluçka makinesinde %1,5'in üzerindeki karbondioksit düzeyi kuluçka performansını düşürmektedir. Hem hiperkapni (kanda CO<sub>2</sub> fazlalığı) hem de hipoksinin (kanda O<sub>2</sub> eksikliği) erken embriyonik gelişimi etkilediği bilinmektedir.

Kuluçka esnasında yumurta ağırlık kaybının tavuklarda %11-%14 (Banwell, 2007), bıldırcınlarda yaklaşık %11,2 (Türkyılmaz ve ark. 2005), kazlarda %12-%13 (Meir ve Ar, 1991), hindi yumurtalarında %8-%14 arasında (Rahn ve ark. 1981) olması gerektiği bildirilmektedir.

Yumurtaların çevrilmesi yumurta yüzeyindeki sıcaklık farkını ortadan kaldırır ve embriyonun ilk gelişme döneminde germinal diskin, sonrasında ise embriyonik zarların kabuk zarlarına veya bu zarların birbirlerine yapışmalarını önler. Ayrıca vasküloza alanının büyümesini, yumurta sarısının kullanımını ve embriyonik büyümeyi uyarır.

Yumurtaların doğru aralıklarla istenilen şekilde çevrilmesi, embriyo malpozisyon sıklığını da azaltmakta (Elibol ve Brake, 2004) ve korioallantoik membranın doğru ve zamanında kapanmasını sağlamaktadır (King'Orl, 2011).

## SONUÇ

Görüldüğü gibi kanatlı hayvanlarda embriyonik kayıplar çok faktöre bağlı bir fonksiyonun sonucudur. Bu fonksiyonun unsurları, kuluçkalık yumurtaların elde edildiği damızlıklara ilişkin genetik ve çevresel faktörlerden başlamaktadır. Sonrasında kuluçkalık yumurtaların yönetimi ve kuluçka ile çıkım makinelerinin iklimi ve uygulamalarıyla devam etmektedir. Embriyonik ölümlerin sebepleri birçok yönüyle halen aydınlatılmayı beklemektedir. Özellikle tek tek analiz edilmiş olan olası faktörlerin birlikte etkileşimlerinin embriyo kayıplarına etkileri konusunda araştırmalar henüz yetersizdir. Dolayısıyla öncelikle embriyonik ölümlere neden olan faktörlerin ve etkileşimlerinin varyasyondaki paylarının bilinmesi önemlidir. Bu sayede etkili olan her bir faktör üzerine yapılacak düzenlemeler sadece kuluçka randımanı değil yumurtadan çıkan civciv kalitesine önemli katkılar sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

Abd El-Hack ME, Hurtado CB, Toro DM, Alagawany M, Abdelfattah EM, Elnesr SS. 2022. Impact of environmental and incubation factors on hatchability of duck eggs. *Biological Rhythm Research*, 53(1), 79-88.

- Adeleke MA, Peters SO, Ozoje MO, Ikeobi CO, Bamgbose AM, Adebambo OA. 2012. Effect of crossbreeding on fertility, hatchability and embryonic mortality of Nigerian local chickens. *Tropical Animal Health and Production* 44(3):505-510.
- Ainsworth, SJ, Stanley, RL, Evans, DJ, 2010. Developmental stages of the Japanese quail. *Journal of Anatomy* 216(1), 3-15.
- Akbulut NK, Tewfik S, Kırıkçı K. 2021. Evaluating the impact of dried onion and garlic on egg hatching performance and embryonic mortality of *Chukar partridges*. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(2), 138-146.
- Alabi JO, Bhanja SK, Goel A, Mehra M, Fafiolu AO. 2018. Chicken embryogenesis: Influence of egg quality traits on embryo morphology. *Indian Journal of Poultry Science*, 53(3), 324-330.
- Almeida JG, Vieira SL, Reis RN, Berres J, Barros RD, Ferreira AK, Furtado FVF. 2008. Hatching distribution and embryo mortality of eggs laid by broiler breeders of different ages. *Brazilian Journal of Poultry Science* 10(2):89-96.
- Banwell R. 2007. Bio-response incubation for better hatch and post-hatch performance. *World Poultry* 23(1):20-21.
- Beaumont C, Millet N, Le Bihan-Duval E, Kipi A, Dupuy V, 1997. Genetic parameters of survival to the different stages of embryonic death in laying hens. *Poultry Science* 76(9):1193-1196.
- Bekhet GM. 2021. Impact of hatching egg disinfection on hatching characteristics and chick embryos. *Indian Journal of Animal Research*, 55(3), 353-358.
- Bernier PE, Arscott GH. 1972. Fifteen years of observations on the dwarf gene in the domestic fowl. *Annales de Génétique et de Sélection Animale* 4(2):183-215.
- Bilalissi A, Meteyake HT, Kouame YAE, Oke OE, Lin H, Onagbesan O, Tona K. 2022. Effects of pre-incubation storage duration and nonventilation incubation procedure on embryonic physiology and post-hatch chick performance. *Poultry Science*, 101(5), 101810.
- Blacker HA, Orgeig S, Daniels CB. 2004. Hypoxic control of the development of the surfactant system in the chicken: evidence for physiological heterokairy. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287(2):403-410.
- Blazak WF, Fehheimer NS. 1979. Gonosome-autosome translocations in fowl: Chromosome complements of gametes and viability of embryos derived from singly and doubly heterozygous cockerels. *Journal of Heredity* 70(6):407-412.
- Bloom SE. 1970. Haploid chicken embryos: evidence for diploid and triploid cell populations. *Journal of Heredity* 61(4):147-150.
- Brah G, Sandhu J, Chaudhary M, 1991. Inbreeding effects on embryonic mortality and other incubation characters in selected lines of White Leghorns. *Indian Journal of Animal Sciences* 61(9):1007-1009.
- Caner C. 2005. The effect of edible eggshell coatings on egg quality and consumer perception. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(11), 1897-1902.
- Çağlayan T, Alaşahan S, Kırıkçı K, Günlü A. 2009. Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (*Alectoris graeca*). *Poultry Science* 88(6):1330-1333.
- Çağlayan T, Alasahan S, Cetin O, Kirikci K, Gunlu A. 2010. Effects of egg weight and length of storage period on chick weight and hatchability performance of pheasants (*Phasianus colchicus*). *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8(3-4):407-410.
- Dey S, Samanta R, Pan S, Depnath B, Debbarma A. 2019. Factors associated with embryonic mortality of eggs of Vanaraja breeder chicken reared on deep litter system. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(4): 525-532.
- Dunn LC. 1923. A lethal gene in fowls. *The American Naturalist* 57(651):345-349.
- Elibol O, Brake J. 2004. Identification of critical periods for turning broiler hatching eggs during incubation. *British Poultry Science* 45(5):631-637.
- Eriksen MS, Haug A, Torjesen PA, Bakken M. 2003. Prenatal exposure to corticosterone impairs embryonic development and increases fluctuating asymmetry in chickens (*Gallus gallus domesticus*). *British Poultry Science* 44(5):690-697.
- Fechheimer NS, Jaap RG. 1978. The parental source of heteroploidy in chick embryos determined with chromosomally marked gametes. *Reproduction*, 52(1):141-146.
- Fechheimer NS. 1981. Origins of heteroploidy in chicken embryos. *Poultry Science* 60(7):1365-1371.
- Genç M, Özentürk U. 2020. Japon Bildirincilerinde (*Coturnix coturnix japonica*) bazı kuluçkalık yumurta özelliklerinin embriyo ölümleri ve kuluçka sonuçlarına etkileri. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 10(2):1456-1462.
- Hamburger V, Hamilton HL. 1951. A series of normal stages in the development of the chick embryo. *Journal of Morphology* 88(1), 49-92.
- 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(11):2420-2432.
- Hayretdağ S, Kolankaya D. 2008. Investigation of the effects of pre-incubation formaldehyde fumigation on the tracheal epithelium of chicken embryos and chicks. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 32(4):263-267.
- Hayward LS, Wingfield JC. 2004. Maternal corticosterone is transferred to avian yolk and may alter offspring growth and adult phenotype. *General and Comparative Endocrinology* 135(3):365-371.
- Hegab IM, Hanafy AM. 2019. Effect of egg weight on external and internal qualities, physiological and hatching success of Japanese quail eggs (*Coturnix coturnix japonica*). *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(3).
- Ismiraj MR, Arts JA, Parmentier HK. 2019. Maternal transfer of natural (auto-) antibodies in chickens. *Poultry Science* 98(6):2380-2391.



- Kanase A, Pachapurkar S, Mane A, Jadhav J. 2015. Implementation of ex-ovo chick embryo development model for evaluation of angiogenesis and vasculogenesis studies. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research* 2(5):1680-1689.
- Kırıkçı K, Mustafa Ç, Başer E, Akbulut NK, Bilgiç MA. 2018. Kınalı Kekliklerde yumurta ağırlığının kuluçka sonuçları üzerine etkisi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi* 7(1):1-6.
- King' Ori AM. 2011. Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *International Journal of Poultry Science* 10(6):483-492.
- Kouame YAE, Nideou D, Kouakou K, Tona K. 2019. Effect of guinea fowl egg storage duration on embryonic and physiological parameters, and keet juvenile growth. *Poultry Science*, 98(11), 6046-6052.
- Kustra K, Trela M, Tombarkiewicz B, Lapinski S, Pawlak K, Lis MW. 2020. Selected factors that affect the results of artificial hatching of the golden pheasant (*Chrysolophus pictus*) in aviary breeding - a preliminary study. *European Poultry Science*, 84(313):1-9.
- Landauer W, Dunn LC, 1930. Studies on the creeper fowl. *Journal of Genetics* 23(3):397-413.
- Landauer W, 1932. Studies on the creeper fowl. *Journal of Genetics* 25(3): 367-394.
- Leke JR, Wantasen E, Sompie F, Elly FH, Sihan R. 2020. The characteristics and quality of egg from commercial laying hens fed with garlic (*Allium sativum*) supplemented ration. *Animal Production*, 21 (2): 98-103.
- Liu HN, Liu Y, Hu LL, Suo YL, Zhang L, Jin F, Li Y. 2014. Effects of dietary supplementation of quercetin on performance, egg quality, cecal microflora populations, and antioxidant status in laying hens. *Poultry Science*, 93(2), 347-353.
- Li S, Bai S, Qin X, Zhang J, Irwin DM, Zhang S, Wang Z. 2019. Comparison of whole embryonic development in the duck (*Anas platyrhynchos*) and goose (*Anser cygnoides*) with the chicken (*Gallus gallus*). *Poultry Science* 98(8), 3278-3291.
- Li K, Jiang L, Wang J, Xia L, Zhao R, Cai C, Wang Y. 2020. Maternal dietary supplementation with different sources of selenium on antioxidant status and mortality of chicken embryo in a model of diquat-induced acute oxidative stress. *Animal Feed Science and Technology*, 261, 114369.
- Lotfi E, Zerehdaran S, Azari MA. 2012. Direct and maternal genetic effects of body weight traits in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Archiv für Geflügelkunde* 76(3): 150-154.
- 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(6):914-920.
- Lumsangkul C, Fan YK, Chang SC, Ju JC, Chiang H I. 2018. Characterizing early embryonic development of Brown Tsaiya Ducks (*Anas platyrhynchos*) in comparison with Taiwan Country Chicken (*Gallus gallus domesticus*). *Plos One* 13(5), e0196973.
- Machado JP, Mesquita MA, Café MB, Assis SD, Veríssimo S, Santos RR, Araújo IC. 2020. Effects of breeder age on embryonic development, hatching results, chick quality, and growing performance of the slow-growing genotype. *Poultry Science* 99(12), 6697-6704.
- Meir M, Ar A. 1991. Compensation for seasonal changes in eggshell conductance and hatchability of goose eggs by dynamic control of egg water loss. *British Poultry Science* 32(4):723-732.
- Miller RC, Fechheimer NS, Japp RG, 1971. Chromosome abnormalities in 16-to 18-hour chick embryos. *Cytogenetic and Genome Research* 10(2):121-136.
- Mong SJ, Snyder MD, Fechheimer NS, Jaap RG. 1974. The origin of triploidy in chick (*Gallus domesticus*) embryos. *Canadian Journal of Genetics and Cytology* 16(2):317-322.
- Mortola JP. 2009. Gas exchange in avian embryos and hatchlings. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 153(4):359-377.
- Mortola JP, Al Awam K. 2010. Growth of the chicken embryo: Implications of egg size. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 156(4), 373-379.
- Nakage ES, Cardozo JP, Pereira GT, Boleli IC. 2003. Effect of temperature on incubation period, embryonic mortality, hatch rate, egg water loss and partridge chick weight (*Rhynchotus rufescens*). *Brazilian Journal of Poultry Science* 5(2):131-135.
- Narushin VA, Romanov MN. 2002. Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poultry Science Journal* 58(3):297-303.
- Nasri H, van den Brand H, Najjar T, Bouzouaia M. 2020. Egg storage and breeder age impact on egg quality and embryo development. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104 (1), 257-268.
- Ng'ambi JW, Thamaga MW, Norris D, Mabelebele M, Alabi OJ. 2013. Effects of egg weight on hatchability, chick hatch-weight and subsequent productivity of indigenous Venda chickens in Polokwane, South Africa. *South African Journal of Animal Science*, 43(5), S69-S74.
- Noiva RM, Menezes AC, Peleteiro MC. 2014. Influence of temperature and humidity manipulation on chicken embryonic development. *BMC Veterinary Research*, 10(1), 1-10.
- Okur N, Eleroğlu H, Türkoğlu M. 2018. Impacts of breeder age, storage time and setter ventilation program on incubation and post-hatch performance of broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 20, 27-36.
- Okur N. 2019. Effects of incubator carbon dioxide and oxygen levels, and egg weight on Broilers' hatchability of fertile eggs. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(3).
- Olsen R, Kudirkiene E, Thøfner I, Pors S, Karlskov-Mortensen P, Li L, Christensen J. 2017. Impact of egg disinfection of hatching eggs on the eggshell microbiome and bacterial load. *Poultry Science*, 96(11), 3901-3911.
- Özaydın T. 2009. Kuluçkada Deneysel Olarak Oluşturulan Isı Stresinin Broilerlerde İnce Bağırsağın Embriyonik Gelişimi Üzerindeki Etkilerinin Histokimyasal, İmmünohistokimyasal ve Histometrik Metotlarla Belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı.

- Özlü S, Elibol O, Brake J. 2018. Effect of storage temperature fluctuation on embryonic development and mortality, and hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science* 97(11), 3878-3883.
- Peebles ED, Doyle SM, Zumwalt CD, Gerard PD, Latour MA, Boyle CR, Smith TW. 2001. Breeder age influences embryogenesis in broiler hatching eggs. *Poultry Science* 80(3):272-277.
- Pokhrel N, Cohen EBT, Genin O, Ruzal M, Sela-Donenfeld D, Cinnamon Y. 2018. Effects of storage conditions on hatchability, embryonic survival and cytoarchitectural properties in broiler from young and old flocks. *Poultry Science*, 97(4), 1429-1440.
- Rahn H, Christensen VL, Edens FW. 1981. Changes in shell conductance, pores, and physical dimensions of egg and shell during the first breeding cycle of turkey hens. *Poultry Science* 60(11):2536-2541.
- Rai MF, Khan SA, Aslam A, Saeed K. 2005. Effects of yolk sac infection in chicken. *Avian and Poultry Biology Reviews*, 16(2), 87-93.
- Reddy PRK, Siegel PB. 1977. Chromosomal abnormalities in chickens selected for high and low body weight. *Journal of Heredity* 68(4):253-256.
- Reijrink IAM, Meijerhof R, Kemp B, Van Den Brand H. 2008. The chicken embryo and its micro environment during egg storage and early incubation. *World's Poultry Science Journal* 64(4):581-598.
- Rubolini D, Romano M, Boncoraglio G, Ferrari RP, Martinelli R, Galeotti P, Saino N. 2005. Effects of elevated egg corticosterone levels on behavior, growth, and immunity of yellow-legged gull (*Larus michahellis*) chicks. *Hormones and Behavior* 47(5):592-605.
- Sabah S, Şahan Ü. 2018. Effect of egg weight on eggshell thickness, pore density and chick quality in broiler breeder flock. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 32(2):123-130.
- Saino N, Suffritti C, Martinelli R, Rubolini D, Møller AP. 2003. Immune response covaries with corticosterone plasma levels under experimentally stressful conditions in nestling barn swallows (*Hirundo rustica*). *Behavioral Ecology* 14(3):318-325.
- Savage TF, Mirosh LW, Jones JL, Schneiderman ET. 1992. Blastoderm degeneration, an early embryonic failure in dwarf single comb white leghorn chickens. *Journal of Heredity* 83(4), 249-254.
- Sewalem A, Wilhelmson M. 1999. Genetic study of embryonic mortality in White Leghorn lines selected for egg production traits. *British Poultry Science* 40(4):467-471.
- Shahein EH, Sedeek E. 2014. Role of spraying hatching eggs with natural disinfectants on hatching characteristics. *Egyptian Poultry Science Journal* 34(1):213-230.
- Sheridan AK. 1979. Further studies with a sex-linked lethal gene in the fowl. *British Poultry Science* 20(6):571-573.
- Snyder MD, Fechheimer NS, Jaap RG. 1975. Incidence and origin of heteroploidy, especially haploidy, in chick embryos from intraline and interline matings. *Cytogenetic and Genome Research* 14(1):63-75.
- Somes JR, Ralph G, Smyth JR, Robert J. 1967. Prenatal, a sex-linked lethal mutation of the fowl. *Journal of Heredity* 58(1):25-29.
- Sözcü, A. (2014). Etlik Damızlıklarda Yaş ve Yumurta Ağırlığının Yumurta Kalitesi, Sarı Kesesi Emilimi, Embriyo Gelişimi ve Kuluçka Sonuçları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı.
- Şeker I, Kul S, Bayraktar M. 2005. Effects of storage period and egg weight of Japanese quail eggs on hatching results. *Archives Animal Breeding* 48(5):518-526.
- Thorne MH, Sheldon BL. 1991. Cytological evidence of maternal meiotic errors in a line of chickens with a high incidence of triploidy. *Cytogenetic and Genome Research* 57(4): 206-210.
- Tona K, Onagbesan O, Bruggeman V, De Smit L, Figueiredo D, Decuyper E. 2007. Non-ventilation during early incubation in combination with dexamethasone administration during late incubation: 1. Effects on physiological hormone levels, incubation duration and hatching events. *Domestic Animal Endocrinology*, 33(1), 32-46.
- Türkyılmaz MK, Dereli E, Şahin T. 2005. Denizli tavuklarında bazı yumurta özellikleri ile yumurtaların kuluçka işlemi sırasındaki ağırlık kaybı üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 16(2):89-92.
- Willemsen H, Kamers B, Dahlke F, Han H, Song Z, Pirsaraei ZA, Everaert N. 2010. High-and low-temperature manipulation during late incubation: effects on embryonic development, the hatching process, and metabolism in broilers. *Poultry Science* 89(12), 2678-2690.
- Wilson HR. 1997. Effects of maternal nutrition on hatchability. *Poultry Science* 76(1):134-143.
- Wolowodiuk VD, Fechheimer NS, Nestor KE, Bacon WL. 1985. Chromosome abnormalities in embryos from lines of Japanese quail divergently selected for body weight. *Génétique Sélection Évolution* 17(2):183-190.
- Yadav P, Datt M, Yadav LR. 2021. Effect of breed and egg weight on embryo mortality rate in Kuroiler and Chabro breeds of poultry. *International Journal of Farm Sciences*, 11(4), 51-54.
- Yamak US, Sarica M, Boz MA, Ucar A. 2016. The effect of eggshell thickness on hatching traits of partridges. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18, 13-18.
- Yıldırım I, Ozsan M, Yetisir R. 2003. The use of oregano (*Origanum vulgare* L) essential oil as alternative hatching egg disinfectant versus formaldehyde fumigation in quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Revue de Médecine Vétérinaire* 154(5):367-370.
- Zhang B, Tang J, Wu YB, Cao JT, Xing GN, Sun PX, Hou SS. 2021. Effects of riboflavin deficiency on the lipid metabolism of duck breeders and duck embryos. *Poultry Science*, 100(10), 101342.
- Zhu Y, Liao X, Lu L, Li W, Zhang L, Ji C, Luo X. 2017. Maternal dietary zinc supplementation enhances the epigenetic-activated antioxidant ability of chick embryos from maternal normal and high temperatures. *Oncotarget*, 8(12), 19814.