



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KULUÇKALIK YUMURTALARDA DEZENFEKSİYON
AMACIYLA FORMALDEHİT İLE UV IŞIN KULLANIMININ
KABUK MİKROBİYEL YÜKE, KULUÇKA VE CİVCİV
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Frantogoma COULIBALY

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Esin Ebru ONBAŞILAR

ANKARA

2022

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KULUÇKALIK YUMURTALARDA DEZENFEKSİYON
AMACIYLA FORMALDEHİT İLE UV IŞIN KULLANIMININ
KABUK MİKROBİYEL YÜKE, KULUÇKA VE CİVCİV
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Frantogoma COULIBALY

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Esin Ebru ONBAŞILAR

ANKARA

2022

Etik Beyan

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Yüksek lisans tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Kuluçkalık Yumurtalarda Dezenfeksiyon Amacıyla Formaldehit ile UV Işın Kullanımının Kabuk Mikrobiyel Yüke, Kuluçka ve Cıvciv Özelliklerine Etkilerinin Karşılaştırılması” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir. Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Frantogoma COULIBALY

Tarih: 08.06.2022

İmza:

Kabul ve Onay

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı'nda Frantogoma COULIBALY tarafından hazırlanan “Kuluçkalık Yumurtalarda Dezenfeksiyon Amacıyla Formaldehit ile UV Işın Kullanımının Kabuk Mikrobiyel Yüke, Kuluçka ve Cıvciv Özelliklerine Etkilerinin Karşılaştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 29.06.2022

Prof.Dr. Ceyhan ÖZBEYAZ
Ankara Üniversitesi
Jüri Başkanı

Prof.Dr. Ebru ONBAŞILAR
Ankara Üniversitesi
Raportör

Prof.Dr. Bülent TEKE
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof.Dr. Fügen AKTAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul Ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vi
Simgeler Ve Kısaltmalar	vii
Çizelgeler	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Kuluçkalık Yumurtalarda Kabuk Yapısı	3
1.2. Kuluçkalık Yumurtalarda Mikrobiyel Yük	4
1.3. Kuluçkalık Yumurtalarda Sarı Bileşimi ve Antioksidan Kapasite	7
1.4. Kuluçkalık Yumurtalarda Dezenfeksiyon	9
1.4.1. Formaldehit ile Dezenfeksiyon	9
1.4.2. UV Işın ile Dezenfeksiyon	12
2. GEREÇ VE YÖNTEM	15
2.1. Gereç	15
2.1.1. Yumurta Gereci	15
2.2. Yöntem	15
2.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması	15
2.2.2. Kabuktaki Mikrobiyel Yükün Tespiti	16
2.2.3. Kabuk Elektron Mikroskopik Özellikleri, Yumurta Sarı Bileşimi ve Antioksidan Kapasitesinin Tespiti	17
2.2.4. Kuluçka İşlemi	18

2.2.5. Embriyo Özellikleri ile Kuluçka Sonuçlarının Belirlenmesi	18
2.2.6. Cıvcıv Özellikleri ile Serumda Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi	19
2.2.7. İstatistik Analizler	20
3. BULGULAR	22
3.1. Kabuktaki Mikrobiyel Yük	22
3.2. Kabuk Elektron Mikroskobik Özellikleri, Yumurta Sarı Bileşimi ve Antioksidan Kapasite	22
3.3. Embriyo Özellikleri ile Kuluçka Sonuçları	24
3.4. Cıvcıv Özellikleri ile Serumda Antioksidan Kapasite	26
4. TARTIŞMA	29
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	35
ÖZET	37
SUMMARY	38
KAYNAKLAR	39
EKLER	46
Ek 1. Etik Kurul Kararı	46
Ek 2. Araştırmayla ilgili Bazı Fotoğraflar	48
ÖZGEÇMİŞ	50

ÖNSÖZ

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde kuluçka yönetimi, üretim zincirinin ilk ve en önemli halkasıdır. Yumurtacı ve etçi tavuklarda yüksek verim; genetik seleksiyonla birlikte kuluçka ile bakım ve beslemede uygulanan yöntemlerle sağlanmıştır. Kuluçkahane ile çiftlikler arasındaki yumurta ve civciv transferi sırasında hastalıkların yayılmasının önlenmesi için kuluçkahanelerde uygulanacak biyogüvenlik kuralları kanatlı yetiştiriciliğinin en önemli aşamasını oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda formaldehit fumigasyonuna alternatif olarak UV ışın kullanımının kabuk mikrobiyal yük, kabuk özellikleri, sarı bileşimi, embriyo özellikleri, kuluçka randımanı ve civciv özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada, UV ışının kuluçkalık yumurta, embriyo ve civcivde herhangi bir olumsuzluk oluşturmadığı belirlenmiş olup kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda formaldehit ile fumigasyon yöntemine alternatif olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Araştırmanın planlanmasından tamamlanmasına kadar her aşamada bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren tez danışmanım Prof. Dr. E. Ebru ONBAŞILAR'a, yüksek lisans eğitimi süresince bilgileri ile beni aydınlatan Prof. Dr. Ceyhan ÖZBEYAZ, Prof. Dr. Necmettin ÜNAL ve Doç. Dr. Banu YÜCEER ÖZKUL'a, yumurta bileşim analizleri için Prof. Dr. Sakine YALÇIN'a, yumurta kabuğu histolojik incelemeleri için Doç. Dr. Buket BAKIR'a, mikrobiyolojik incelemeler için Öğretim Görevlisi Seyyide Sarıçam İnce'ye, destekleri için Araş. Gör. Umut Can GÜNDOĞAR'a, Zootekni Anabilim Dalı akademik ve idari personeline, sevgili aileme, arkadaşlarıma, Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığına (YTB) teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

cm	Santimetre
cm ²	Santimetre kare
°C	Santigrat derece
g	Gram
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
kob	Koloni oluşturan birim
m ³	Metre küp
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mW	Miliwatt
nm	Nanometre
OSI	Oksidatif stres indeksi
O/F	Oksidasyon/fermentasyon
ppm	Milyonda bir
TAS	Toplam Antioksidan Seviye
TOS	Toplam Oksidan Seviye
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultraviyole
%	Yüzde

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Cıvciv kalitesinin belirlenmesinde kullanılan kriterler	20
Çizelge 3.1. Dezenfeksiyon öncesi ve dezenfeksiyon yapılan gruplarda kabuk özellikleri, yumurta sarı bileşimi ile antioksidan kapasite	23
Çizelge 3.2. Embriyonik gelişimin 14. gününde dezenfeksiyon gruplarında sarı kesesi ve embriyo ağırlığı ile embriyo uzunluğu	24
Çizelge 3.3. Embriyonik gelişimin 19. gününde dezenfeksiyon gruplarında sarı kesesi ve embriyo ağırlığı ile embriyo uzunluğu	25
Çizelge 3.4. Dezenfeksiyon gruplarında yumurta ağırlık kaybı	25
Çizelge 3.5. Dezenfeksiyon gruplarında kuluçka sonuçları	26
Çizelge 3.6. Dezenfeksiyon gruplarında cıvciv ağırlığı, uzunluğu ile kalite skor değerleri	27
Çizelge 3.7. Dezenfeksiyon gruplarında çıkım günü seçilen cıvcivlerde karın içine çekilen sarı kesesi, kalp ve bursa Fabricus ağırlıkları ile serum antioksidan kapasite	28

1. GİRİŞ

Günümüzde tavukçuluk sektörü iyi bir şekilde örgütlenmiş hayvancılık dallarından biridir. Türkiye’de 2021 yılı verilerine göre 1 243 408 593 adet piliç kesilmiştir. 2020 yılında Türkiye’de kişi başı tavuk eti tüketiminin ise 19,9 kg olduğu bildirilmiştir (TÜİK, 2021). Kuluçka, tavukçuluk sektörünün önemli aşamalarından biridir. Kuluçka işletmelerinde verimliliğin başlıca ölçütü olan kuluçka randımanında sağlanacak bir birim artış karı artırmaktadır (Kara, 2007).

Biyogüvenlik; hastalık etkenlerine ve diğer biyolojik tehditlere karşı insan, hayvan ve çevreyi korumaya yönelik alınan önlemleri içermektedir (Parin ve ark., 2017 ve Sarı ve Saatçi, 2019). Kuluçkahanelere farklı damızlık işletmelerinden sürekli kuluçkalık yumurta gelmekte ve kuluçkadan çıkan civcivler de farklı işletmelere gönderilmektedir. Kuluçkahane meydanı gelebilecek bir sorun üretimin henüz başında zaman ve para kaybına yol açabilmektedir (Çadırcı, 2009 ve Türker ve ark., 2018). Kuluçkahaneler, patojenlerin yayılmasında kanatlı üretim zincirinde merkezi bir konuma sahiptir (Van Meirhaeghe ve ark., 2019). Yumurtanın bakteriyel yükü yumurtlandığı yere bağlı olarak hızla değişmekte ve özellikle yer yumurtalarında kabuk dıştan kirli olmasa bile çok sayıda bakteri içerebilmektedir (Graham ve ark., 2018). Kirlilik düzeyi arttıkça yumurta kabuğundaki mikroorganizma sayısı da artmaktadır. Yumurtada mikrobiyel kontaminasyonun engellenmesi için kütikül tabakası, kabuk kalınlığı, kabuk zarları ve ak pH’sı gibi birçok savunma mekanizmaları vardır. Mikroorganizmalar tüm bu engelleri aşp embriyoya ulaştığı takdirde embriyonik ölümlerin artmasına, kuluçka randımanı ve çıkım gücünün düşmesine ve ayrıca sağlıklı civciv sayısının azalmasına neden olmaktadır (Berrang, 1999; Ritchie ve Cox, 2005 ve Wells ve ark., 2011).

Kuluçkahane ile çiftlikler arasındaki yumurta ve civciv transferi sırasında hastalıkların yayılmasının önlenmesi için kuluçkahanelerde uygulanacak biyogüvenlik kuralları kanatlı yetiştiriciliğinin en önemli aşamasını oluşturmaktadır.

Dezenfeksiyon, infeksiyöz etkenlerin çeşitli yöntemlerle öldürülmesi veya imha edilmesidir (Türkoğlu ve Sarıca, 2014). Kuluçkalık yumurtalarda kullanılacak dezenfektan maddeler, mikroorganizmalar üzerinde yüksek etkinlikte olmalı, insan ve hayvan sağlığına zarar vermemeli, suda çözünür, temini kolay ve ekonomik olmalıdır (Türker ve ark., 2018).

Kuluçkalık yumurtalarda; dezenfektanın yumurta yüzeyine püskürtülmesi, yumurtanın dezenfektanlı solüsyona daldırılması ve fumigasyon, gibi farklı dezenfeksiyon yöntemleri kullanılabilmektedir (Cadirci, 2009 ve Türker ve ark., 2018). Fumigasyon metodu kuluçkalık yumurta dezenfeksiyonunda sıkça uygulanan yöntemdir. Kullanım kolaylığı, ucuz olması ve virüs, bakteri ile mantar kontaminasyonunda etkili olması nedeniyle kuluçkahanelerde en çok kullanılan formaldehit ile fumigasyondur (Graham ve ark., 2018 ve Tebrün ve ark., 2020). Kuluçkalık yumurtalar yaygın olarak formaldehit fumigasyonu ile dezenfekte edilmesine rağmen formaldehit gazının embriyo, insan sağlığı ve çevreye olumsuz etkilerinin bulunması nedeniyle bu gazın kullanımı yerine farklı dezenfektanların kullanımı için araştırmalar yapılmaktadır.

UV ışınların dalga boyu 200 ile 400 nm arasındadır ve UV-A (315-400 nm ile uzun dalga ve siyah ışık), UV-B (280-315 nm ile orta dalga) ve UV- C (200-280 nm ile kısa dalga) olmak üzere 3 bölüme ayrılır (Al-Shammari ve ark., 2015 ve Turtoi ve Borda, 2014). UV-C ışın, kısa dalga boyu ve yüksek enerjiye sahip olması ile bakteri, virüs, maya ve küf gibi mikroorganizmalara karşı etkilidir. UV-C ışının en etkin olduğu aralık 250-260 nm'dir ve özellikle 253,7 nm'nin DNA tarafından en etkin şekilde absorbe edilen dalga boyu olduğu bilinmektedir (Koca ve ark., 2018).

1.1. Kuluçkalık Yumurtalarda Kabuk Yapısı

Yumurta kabuğu, yumurta ağırlığının %10-12'sini oluşturmaktadır. Yumurta kabuğu, yumurtayı dış etkilere karşı koruyan ve yumurtaya şeklini veren kısımdır (Parsons, 1982). Patojen mikroorganizmaların dış ortamdan yumurta sarısı ve embriyonik dokulara geçişi kabuk, kabuk zarları ve yumurta akı tarafından engellenmektedir. Yumurta kabuğu, mikroorganizmaların karşılaştığı ilk bariyer olarak yumurta içeriği ile embriyonun kontaminasyonunu önlemektedir. Ayrıca aşırı su kaybının önlemesi, gaz alışverişi ile embriyo için gerekli kalsiyumun sağlanmasına da katkıda bulunmaktadır (D'Alba ve Shawkey, 2015).

Yumurta kabuğu içten dışa doğru mememsi, süngerimsi ve kristal tabakalardan oluşmaktadır (D'Alba ve Shawkey, 2015 ve Tabib ve Onbaşılar, 2019). Mememsi tabaka, dış yumurta kabuğu zarlarına kadar uzanan kalsifiye sütunlardan oluşmaktadır (Athanasiadou ve ark., 2018; Park and Sohn., 2018 ve Parsons, 1982). Mememsi çıkıntılar, dış zarın liflerine iyi tutunabilmeleri için boyut ve dağılım bakımından eşit ve yuvarlaktır. Düşük kaliteli yumurta kabukları, düzensiz, eşit olmayan veya tam olarak oluşmamış mememsi çıkıntılara sahiptir (Park ve Sohn, 2018 ve Radwan, 2016).

Süngerimsi tabaka, yumurta kabuğunun büyük bir kısmını oluşturmakta olup kalsit kristallerinden meydana gelmiştir (Fathi ve ark., 2007 ve Nys ve Gautron, 2007). Bu tabakanın katmanları süngerimsi yapıya sahip sütun şeklindedir. Sütunların dar olması yumurta kabuğunun kırılmasına karşı yüksek mukavemet sağlamaktadır (Ahmed ve ark., 2005 ve Fathi ve ark., 2016).

Kabuk özellikleri; genotip, yaş, rasyon, kümes içi çevre şartları ve hastalıklara göre değişmektedir. Genotip kabuk kalitesini belirleyen önemli unsurlardan biridir (Tabib ve Onbaşılar, 2019). Uzun süreli kalsiyum, fosfor ve D vitamini

yetersizliğinde, 27-32°C'nin üzerindeki çevre sıcaklığında ve tavuğun yaşı ilerledikçe kabuk kalitesi düşmektedir. İnce kabuklu ve çok gözenekli yumurtalarda aşırı su kaybı gerçekleşmektedir. Hem kontaminasyon riskinin yüksek olması hem de civciv çıkışının çok düşük olması nedeniyle çatlak yumurtaların kuluçka makinesine konulmadan önce ayıklanması önemlidir (Türkoğlu ve Sarıca, 2014).

Bingöl ve ark. (2016), taramalı elektron mikroskobu kullanarak embriyonik gelişim boyunca tavuk ve kaz yumurtalarında kabuktaki değişiklikleri incelemiş ve kuluçka dönemi boyunca kabuk katmanlarında belirgin bir değişikliğin olmadığını tespit edilmiştir..

1.2. Kuluçkalık Yumurtalarda Mikrobiyel Yük

Kuluçkahanede sorun yaratabilecek bazı önemli patojenler bakteri, virüs, mantar, küf vb mikroorganizmalardır. Mikroorganizmalar kuluçkalık yumurtalara vertikal veya horizontal yolla bulaşmaktadır. Vertikal bulaşmada, mikroorganizmalar, damızlık dişinin ovaryum ve oviduktunda kolonize olmakta ve yumurtanın oluşumu sırasında yumurtaya geçmektedir. Enfekte yumurtalar kuluçka makinesine konduğunda burada yeterli sıcaklık, nem ve besin buldukları için çoğalarak kuluçka makinesini ve diğer yumurtalar ile embriyoları enfekte edebilmektedir. Kuluçkadan çıkan civcivler de hastalıkları çevreye yaymada rol almaktadır (Bain ve ark., 2019 ve Poulsen ve ark., 2017).

Horizontal bulaşma ise yumurtaların enfekte dışkı ve altlık ile temasıyla veya yumurtaların toplanması, taşınması ile depolanması sırasında işçiler ve viyollerle, kuluçkahanelerde ise enfekte kuluçka makinesi, böcek ve kemirgenler ile gerçekleşebilmektedir. Ticari kuluçkahanedeki birincil kontaminasyon kaynağı, damızlık çiftliğinden gelen kirli yumurtaların yüzeyleridir (Bain ve ark., 2019 ve

Mcelreath, 2019). Tavuk dışkısı birçok farklı mikroorganizma içerebilmektedir (Well, 2011).

Uygun sıcaklık, nem ve besin bulunduğu bazı bakteriler teorik olarak her 20 dakikada bir bölünebilmektedir. Bu koşullarda, sadece 1 bakteri 24 saatte 72 defa bölünerek $4,7 \times 10^{21}$ hücre oluşturabilmektedir (Graham ve ark., 2018). Yumurta yüzeyindeki tüm mikroorganizma sayısı düşünüldüğünde folluktan alınan temiz yumurtalarda 3000–4000, orta kirli yumurtalarda 25000-28000 ve çok kirli yumurtalarda ise 390000-430000 arasında olduğu, belirtilen bu mikroorganizma sayılarının da zamanla arttığı bildirilmiştir (North, 1984). Clay ve Board (1991), *Salmonella enteritidis*in 25°C sıcaklığa maruz kaldığında yumurta kabuğunda geliştiği ancak 4 veya 10°C'de gelişemediği belirlenmiştir (Ruiz-De-Castaneda ve ark., 2011). Olsen ve ark. (2017), üstünde herhangi bir kir bulunmayan yeni folluktan alınmış bir yumurtada koloni sayısının $7,8 \times 10^4$ kob/yumurta iken hafif kirli bir yumurtada $1,6 \times 10^6$ kob/yumurta olduğunu bildirmişlerdir. Kirlilik düzeyi arttıkça yumurta kabuğundaki mikroorganizma sayısı da artmaktadır.

Yumurtanın kontaminasyonu; embriyonik ölümlere, kuluçka randımanı ve çıkım gücünün düşmesi ile sağlıklı civciv sayısını azaltmaktadır (Berrang, 1999 ve Wells ve ark., 2011). Ayrıca bu patojenler embriyonun bağırsak kanalına kolonize olarak çıkım sonrası civcivin büyüüleceği kümise taşınmasına da neden olabilmektedir (Cantu, 2018 ve Sylte ve ark., 2017).

Salmonella serotipleri yumurta kabuğu ve kuluçkahane ekipmanlarında, 10^3 'ün üzerindeki seviyelerde bulunabilmektedir. Ayrıca tek bir *Salmonella* ile kontamine yumurta kabuğunun, tüm kuluçka kabinini kontamine edebildiği de belirtilmiştir (Cox ve ark., 1990 ve Mcelreath, 2019). *S. Typhimurium* kabuk yüzeyine bulaştıktan sonraki 6 dakika içinde yumurtanın içine geçebilmektedir (Fuchs, 2013). Kuluçkahane yapılan bir çalışmada yumurta kabuğu parçalarının %71'inde, civciv taşıma bandı sürüntü örneklerinin %80'inde ve çıkım günü civcivlerin altına

yerleştirilen ped örneklerinin %74'ünde Salmonella serotipleri tespit edilmiştir (Cox ve ark., 1991; 2000).

Escherichia coli, kanatlı endüstrisi ile ilişkili önemli patojenlerden biridir (Montgomery ve ark., 1999). *E. coli*, kuluçkahanede yumurta ve hasta civcivlerden izole edilen en yaygın bakteridir, kuluçkalık yumurtaların %8'inde bulunmakta ve sarı kesesi enfeksiyonlarının önemli bir sebebi olarak bilinmektedir (Mcelreath, 2019). Montgomery ve ark. (1999), *E. coli*'nin embriyo dönemi ile civciv büyütme dönemindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, *E. coli* ile inoküle edilmiş yumurtaları, kontrol yumurtaları (inoküle edilmemiş) ile karşılaştırmışlardır. *E. coli* enfeksiyonundan kurtulabilen inoküle edilmiş yumurtalardan elde edilen civcivler, inoküle edilmemiş yumurtalardan elde edilen civcivlere göre daha düşük civciv kalitesine ve daha yavaş sarı emme oranına sahip olmuştur. Büyüme aşamasında ise *E. coli* ile enfekte olmuş yumurtalardan elde edilen piliçlerde, kontrol grubuna göre daha yüksek erken ölüm oranı ve daha düşük ağırlık artışı olduğu belirlenmiştir.

Staphylococcus aureus, kümes hayvanlarının deri, tüy, solunum ve bağırsak yollarında normal olarak bulunan gram pozitif bir bakteridir. Bu bakterilerin, piliçlerde yüksek ölüm ve insanlarda gıda kaynaklı hastalıklara neden olmasından dolayı kanatlı yetiştiriciliğinde artan bir endişe kaynağıdır (Bauman, 2014; Cantu, 2018; Li ve ark., 2016 ve Shareef ve ark., 2009). Shareef ve ark. (2009), tarafından yapılan çalışmada, *S. aureus*'un yumurta tavuğu ayaklarında (%87,5), yemlik ve suluklarda (%83,3), yumurta kabuklarında (%16,6), kuluçkahanede (%75) ve günlük civcivlerde (%29,1) oldukça belirgin düzeyde bulunduğu bildirilmiştir.

Maya ve küflerin kümes hayvanlarında hastalık ve embriyonik ölümlere neden olduğu bilinmektedir. Mantarların hayatta kalabilmeleri büyük ölçüde içinde bulundukları çevresel koşullara bağlıdır. Ancak çeşitli mikro mantar türlerinin farklı koşullarda yaşayabildiği bilinmektedir. Ayrıca, bazı mikro mantar türleri, yumurtanın gözeneklerine ve kabuk zarlarına daha kolay penetre olabilme yeteneğine sahiptir

(Bauman, 2014 ve Szablewski ve ark., 2010). *Aspergillus*'un belirli türleri, 5 µg kadar düşük miktarlarda bile embriyo ölümüne neden olan sterigmatosistin gibi toksinler üretmektedir. *Aspergillus spp.* ve kuluçka ortamındaki diğer mantar izolatları, civcivlerde dermatitin yanı sıra akciğer ve hava keselerinde enfeksiyonlara neden olabilmektedir. Günlük civcivlerin tüylerine kuluçkahanede *Aspergillus* sporlarının bulaşması, bu civcivlerin kümeslere gönderilirken enfeksiyonu yaymasına sebep olmaktadır (Arné ve ark., 2011 ve Mcelreath, 2019).

1.3. Kuluçkalık Yumurtalarda Sarı Bileşimi ve Antioksidan Kapasite

Kanatlı embriyosunun gelişimi döller yumurtadaki besinlere bağlıdır (Yadgary ve Uni, 2012). Besinler, yeni doku oluşumu, mevcut doku ve kas aktivitesi ile yumurtadan çıkıma kadar ki gelişimin sürdürülmesinde kullanılmaktadır. Yumurta sarısının miktarı ve bileşimi, embriyonun büyüme ve gelişmesi için gereken enerjiyi sağlayan önemli faktörlerdendir (Onbaşlar ve ark., 2014 ve Van der Wagt ve ark., 2020). Yumurta sarısı yaklaşık olarak %50 su, %33 yağ, %15 protein ve %1 karbonhidrat içermektedir. Sarı bileşimi büyük ölçüde genotip, yaş ve rasyona bağlıdır (Uni ve ark., 2012 ve Vieira ve Moran Jr, 1998). Yumurta sarısı lipidleri, kuluçkanın ikinci yarısında ve kuluçkadan sonraki erken dönemde birincil enerji kaynağıdır. Embriyo ve civciv tarafından üretilen toplam enerjinin %90'ından fazlası sarı lipidlerinin oksidasyonundan sağlanmaktadır (Van der Wagt ve ark., 2020).

Damızlık yaşı, yumurtadaki ak ve sarı içeriğini belirleyen önemli bir faktördür. Damızlık yaşı arttıkça ak ve sarı ağırlıkları da artmaktadır. Fakat yumurta sarısındaki artış aka göre daha fazla olmaktadır (Onbaşlar ve ark., 2014). Yadgary ve ark. (2010) 30 ve 50 haftalık yaştaki etçi damızlık yumurtalarında bileşimi incelemişlerdir. 50 haftalık yaştaki damızlıklardan elde edilen yumurtalarda 30 haftalık yaştakilerden elde edilenlere göre ak ağırlığı %13,3 artarken, yumurta sarısı %40'tan fazla artmıştır. 30 haftalık yaştaki damızlıklardan elde edilen yumurtalarda

sarıdaki yağ oranı %23,8 iken, 50 haftalık yaştaki damızlıklardan elde edilenlerde %27,4 olarak belirlenmiştir. 30 ve 50 haftalık yaştaki damızlıklardan elde edilen yumurtalarda protein düzeyi sırasıyla %15,6 ve 17,9 olarak hesaplanmıştır.

Embriyo, nispeten kısa bir süre içinde son derece hızlı bir gelişme göstermektedir. Çıkım öncesi büyüme, normal metabolizmanın yan ürünleri olan ve protein ile lipidlerde büyük hasara neden olabilen oksidatif metabolitler ile serbest radikallerin üretimiyle doğrudan ilişkilidir (Deeming ve Pike, 2013). Antioksidanlar, endojen ve eksojen olmak üzere iki grup altında toplanabilmektedir. Yumurta sarısında bulunan koruyucu antioksidanlar, E ve A vitaminleri ile karotenoidler ve selenyumdur. Özellikle embriyonik gelişimin son birkaç gününde karaciğerde yüksek seviyelerde E vitamini ile karotenoidler birikmektedir. Bu nedenle embriyoların karaciğerindeki E vitamin seviyesi yetişkin tavukların en az 10 katına ulaşmaktadır. Ayrıca süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidaz enzimleri de embriyo tarafından endojen olarak sentezlenmektedir (Surai ve ark., 1996; Surai, 2002; Watson ve ark., 2018 ve Yiğit ve ark., 2014). Oksidatif stres, organizmadaki antioksidanlar ile oksidanlar arasındaki dengenin antioksidanlar aleyhine bozulması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Yumurtadan çıkım sırasında oksidatif stresin artmasını; atmosferik oksijene maruz kalma, pulmoner solunumun başlaması ve metabolik hız tetiklemektedir (Surai, 2000 ve Watson ve ark., 2018).

Antioksidan kapasite yetersizliği durumunda reaktif oksijen türleri (ROS) yağ, protein ve nükleik asit gibi makromoleküllerde hasara yol açabilmektedir. Membran fonksiyonu, hücrel sinyalleşme ve hücre bölünmesine zararlı sonuçları olabilmektedir (Halliwell ve Gutteridge, 2007 ve Watson ve ark., 2018). Oksidatif strese karşı organizmanın savunma mekanizmaları (antioksidan mekanizmalar) yetersiz kalırsa, hücrelerde oksidatif hasar gelişerek fonksiyonlar önemli oranda aksamaktadır (Tabakoğlu ve Durgut, 2013). Yumurta sarısı, embriyo gelişimini ve enerji ihtiyacını karşılamak için yüksek düzeyde yağ asitleri içermektedir. Kuluçkanın 3. haftasında embriyonun yağ asidi tüketimi artmaktadır. Ayrıca, çıkım sonrası civcivin çevredeki yüksek oksijen düzeyine maruz kalması da lipid

peroksidasyon riskini artırmaktadır. Bu durum, yumurta sarısının lipid peroksidasyonuna duyarlılığını arttırmakta dolayısıyla oksidatif strese yol açmaktadır. Oksidatif stres riskinin yüksek olduğu bir diğer dönem embriyonun oksijen kullanımının arttığı, kabukaltı zarını deldiği dönemdir (Altan ve ark., 2017 ve Surai, 2000).

1.4. Kuluçkalık Yumurtalarda Dezenfeksiyon

Döllü yumurtaların dezenfeksiyonu, kanatlı üretim zincirindeki patojen kontrol programlarının önemli bir parçasıdır ve dezenfeksiyonun etkinliği, kuluçka başarısını belirleyen faktörlerden biridir (Branco ve ark., 2021).

1.4.1. Formaldehit ile Dezenfeksiyon

Formaldehit kanatlı çiftliklerinde virüs, bakteri, mantar gibi mevcut patojenlerin yükünü azaltmak için kuluçkalık yumurta, ekipman ve binaların dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır (Hayretdağ ve Kolankaya, 2008). Formaldehit, oda sıcaklığında kolayca çözülebilen bir gazdır. Formaldehit gazı ticari olarak formalin (suda %40'lık çözelti şeklinde) ve paraformaldehit (%91 formaldehit olarak katı formda) olarak satılmaktadır. Her iki formun ısıtılması sonucunda formaldehit gazı ortaya çıkmaktadır. Formaldehitin biyosidal etkinliği, mikroorganizmaların proteinleri ile nükleik asit bazları üzerinde etkili olmasından kaynaklanmaktadır (Graham ve ark., 2018).

Formaldehit fumigasyonunda iki farklı yöntem bulunmaktadır. Birinci yöntemde her m³ için 14 cc formalin ile 7 gram potasyum permanganat karıştırılır, ikinci yöntemde ise; her m³ için 3,5 gram paraformaldehit tozu ısı kontrollü levhalara konularak 232°C de ısıtılır ve formaldehit gazı açığa çıkarılır (Elibol, 2014). Her iki yöntem de 25°C sıcaklık ve %75 nemde en az 20 dakika süreyle uygulanmalıdır. Bu koşullar altında yapılan fumigasyon kabuk yüzeyindeki mikroorganizmaların %99,8'ini öldürmektedir (Alkan ve ark., 2018 ve Çadircı, 2009).

Formaldehit gazının etkinliği; formaldehit düzeyi, ortam sıcaklığı, kabuktaki mikroorganizmaların sayısı ve kabuk yüzeyindeki organik madde miktarına göre değişmektedir. Kabuk yüzeyinin kirli olması dezenfeksiyonun etkinliğini azaltmaktadır (Ekelenburg, 1993). Bu durum organik madde ile fumigant arasındaki kimyasal reaksiyondan dolayı antibakteriyel aktivitedeki azalmadan kaynaklanmaktadır. Formaldehit gazının etkinliğini ortamdaki nem düzeyi de etkilemektedir. Gaz zerrecikleri su damlalarıyla taşındığı için dezenfeksiyon süresince ortamdaki nemin yüksek düzeyde olması gerekir (Ekelenburg, 1991).

İnkübasyon öncesi fumigasyonun toksik etkisini araştıran bir çalışmada, yumurtalar 600 mg/m³ formaldehit kullanılarak 15, 30 ve 60 dakikalık fumigasyona maruz bırakılmıştır. Formaldehitin toksik etkisi 60 dakikalık uygulamada en yüksek düzeyde olmuştur. Ayrıca bu etkinin genç (38-39 haftalık) damızlıklardan elde edilen yumurtalarda daha belirgin olduğu gösterilmiştir (Çadircı, 2009).

Climaco ve ark. (2018), kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda 5 farklı yöntemin (5-10 ppm 20 dakika süreyle ozon gazı, 10 dakika boyunca %70 nemde 13,33 g/m³ paraformaldehit ile fumigasyon, 60 saniye boyunca 254 nm UV ile ışınlama, %1,56 hidrojen peroksit ile püskürtme ve %0,13 perasetik asit ile püskürtme) etkinliğini araştırmışlardır. Dezenfeksiyon sonrası toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının en düşük formaldehit grubunda olduğu tespit edilmiştir. Fakat incelenen dezenfeksiyon yöntemlerinin kabuktaki enterobakteri sayısı ve

kabuk kalınlığı ile kırılma mukavemeti bakımından istatistik açıdan herhangi bir farklılık yaratmadığı gözlenmiştir.

Solunum sistemi vücuttaki en önemli sistemlerden biridir. Kanatlılarda solunum sistemi oksijen alımını, karbondioksitin uzaklaştırılmasını ve termoregülasyonu sağlamaktadır. Solunum sisteminin düzenli çalışması önemlidir. Fakat kuluçkahanelerde dezenfeksiyon amacıyla kullanılan formaldehit, civcivlerde trakeal kirpiklerin körelmesine, yüzeyin kabarmasına ve üst solunum sisteminde tahrişe neden olmaktadır. Aşırı mukus birikimi ve keçeleşmiş kirpikler yetersiz mukosilyer etki oluşturabilmektedir (Hayretdağ ve Kolankaya, 2006 ve Zulkifli ve ark., 1999).

Zulkifli ve ark. (1999), yaptıkları çalışmada, formaldehit ile fumigasyonun embriyolarda soluk borusu epiteli ile büyüme döneminde ki piliçlerin verimlerine etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmanın ilk bölümünde kuluçkalık yumurtalar inkübasyonun son 3 günü farklı sürelerde 23,5 ppm düzeyindeki formaldehit buharına maruz bırakılmıştır. Formaldehit uygulamasından 0, 6, 30 ve 54 saat sonra soluk borusundan örnekler alınarak taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir. Soluk borusunda aşırı mukus birikimi, keçeleşmiş kirpikler ile kirpik kaybı ve epitel döküntüsü gözlemlenmiştir. Formalin buharına 54 saat maruz kalan civcivlerde lezyonların, 6 veya 30 saat maruz kalanlara göre daha şiddetli olduğu belirlenmiştir. Daha sonra, 60 civciv 23,5 ppm düzeyindeki formaldehit buharına maruz bırakılmış ve formaldehit ile fumigasyonun verim ile civciv davranışları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Formaldehit ile fumigasyon yapılan grupta 41 günlük yem tüketiminin daha yüksek ve yemden yararlanma oranının ise daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Hayretdağ ve Kolankaya (2008), kuluçka öncesi uygulanan formaldehit ile fumigasyonun embriyo ve civcivlerde soluk borusu epitelindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. İnkübasyon öncesi formaldehit fumigasyonu 2 farklı

konsantrasyonda (m^3 başına 42 ml formalin ve 21 g potasyum permanganat veya m^3 başına 56 ml formalin ve 28 g potasyum permanganat) ve 2 farklı sürede (20 veya 40 dakika) uygulanmıştır. Formaldehit ile fumigasyonun 18 günlük embriyo ve 1 günlük civcivlerde soluk borusu epitel hücrelerinin sillerinde kısalma ve azalma, vakuol oluşumu ile mitokondrilerde şişme ve kristallerinde bozulmaya neden olduğu bildirilmiştir.

Tezcan ve Çelen (2020), kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonu için formaldehit ile fumigasyon uygulamalarında 2 farklı doz (1. grup; m^3 başına 42 ml formalin (%40) + 21 g potasyum permanganat ve 2. grup; m^3 başına 56 ml formalin (%40) + 28 g potasyum permanganat) kullanmıştır. 1. ve 2. grupta kuluçka randımanları sırasıyla %69,73 ve 65,77 olarak belirlenmiştir ($P < 0,05$). Çıkım gücü ve civcivlerde çıkım ağırlığı bakımından gruplar arasında istatistik açıdan herhangi bir farklılık bulunmamıştır ($P > 0,05$). 1. ve 2. grupta geç dönem embriyo ölümleri sırasıyla %14,79 ve 11,82 ($P < 0,05$) iken, erken ve orta dönem embriyonik ölümler bakımından gruplar arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir ($P > 0,05$).

1.4.2. UV Işın ile Dezenfeksiyon

Chavez ve ark. (2002), yumurtaları 75 mW/cm^2 şiddette 60 saniye UV ışına maruz bıraktıktan sonra aerobik bakteri sayısında 2-3 $\log_{10}$ kob/yumurda düzeyinde bir azalma olduğunu gözlemlemiştir. UV ışının yumurta kabuğuna nüfuz edemediği ve böylece UV ışının gelişmekte olan embriyonun DNA'sına zarar vermediği bildirilmiştir (Wells ve ark., 2010). Fakat yumurtaların uzun süre UV ışına maruz bırakılması yumurta sıcaklığında artışa neden olmaktadır (Upadhyayal ve ark., 2017).

Coufal ve ark. (2003), kuluçkalık etçi piliç yumurtalarına dezenfeksiyon amacıyla 254 nm dalga boyunda ve 4-14 mW/cm² şiddetindeki UV ışını 4 dakika süreyle uygulamışlardır. Dezenfeksiyon yapılan ve yapılmayan gruplarda aerobik bakteri sayısı sırasıyla 1,95 ve 3,75 log₁₀ kob/yumurta, *S. typhimurium* sayısı sırasıyla 2,35 ve 6,33 log₁₀ kob/yumurta ve *E. Coli* sayısı sırasıyla 2,26 ve 7,17 log₁₀ kob/yumurta olduğu belirlenmiş olup gruplar arasında ki farklılık istatistik açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05).

Bernard ve ark. (1995), yumurtaların yüzeyine *S. typhimurium* inoküle ettikten sonra bu yumurtaları UV ışınla (254 nm ve 600 mW/cm²) dezenfekte etmişlerdir. Yumurtalar 5 ve 10 dakikalık UV ışına maruz bırakıldığında Salmonella pozitif yumurta sayısı sırasıyla %63 ve 71 oranında azalmıştır. Kuluçka randımanı bakımından, kontrol grubu ve UV ile dezenfeksiyon yapılan gruplar arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir (P>0,05).

Well ve ark. (2011), yumurtaların UV ışın ve hidrojen peroksit ile dezenfeksiyonunun (ayrı ayrı ve kombinasyon halinde) yumurta kabuklarındaki bakteri sayısı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yumurtalar 4, 8, 16 ve 32 dakika boyunca 11 mW/cm² yoğunluğundaki UV-C ışınına maruz bırakılmıştır. UV ışına maruz bırakılan tüm gruplarda, kontrol grubuna göre bakteri sayısında önemli bir azalma olduğu tespit edilmiştir (P<0,001). Ayrıca, bakteri sayısındaki azalmanın en fazla 16 dakikalık UV ışın ile muamele edilen grupta gerçekleştiği bildirilmiştir.

Melo ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada kuluçkalık yumurta dezenfeksiyonunda paraformaldehitte fumigasyon (30 dakika boyunca 5,03 g/m³), ozon gazı (30 dakika boyunca 5-15 ppm), UV-C ışını (120 saniye boyunca 254 nm dalga boyunda ve 8,09 mW/cm² şiddetinde), H₂O₂ (%3 düzeyinde ve 0,69 ml/yumurta olacak şekilde püskürtme) ve perasetik asit (%0,3 düzeyinde ve 0,69 ml/yumurta olacak şekilde püskürtme) olmak üzere 5 farklı dezenfeksiyon yöntemini karşılaştırmışlardır. Perasetik asit ve UV uygulamalarında kabuktaki toplam aerobik

bakteri sayısının diğer gruplardan daha düşük olduğu fakat gruplar arasındaki farklılığın istatistik açıdan önemli olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca UV-C uygulamasının kuluçka sonuçları ve civciv ağırlığı bakımından da diğer incelenen dezenfeksiyon yöntemlerinden farklı olmadığı belirtilmiştir. Fakat çalışmada kütükülde herhangi bir hasara neden olup olmadığını belirlemek için yumurta kabuğunun elektron mikroskopuyla değerlendirmesinin gerektiği bildirilmiştir.

Branco ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada farklı yaşlardaki (38, 42 ve 48 haftalık) etçi damızlık yumurtalarında dezenfeksiyon amacıyla uygulanan UV ışın ve paraformaldehitin etkisini incelemişlerdir. Döllü yumurtalar, 254 nm dalga boyunda UV ışına (UV-C) farklı sürelerde (5, 7 ve 9 dakika) maruz bırakılmıştır. Kabuk yüzeyindeki mikrobiyal yükün, 9 dakika süreyle uygulanan UV-C ve paraformaldehit grubunda sırayla 2,00 ve 1,52 log₁₀ kob/yumurta olduğu ve 9 dakika süreyle uygulanan UV-C grubunda mikrobiyel yükün kontrol grubuna göre 1,26 log₁₀ kob/yumurta düzeyine azaldığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda formaldehit fümigasyonuna alternatif olarak UV ışın kullanımının kabuk mikrobiyal yük, kabuk özellikleri, sarı bileşimi, embriyo özellikleri, kuluçka randımanı ve civciv özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

2.1.1. Yumurta Gereci

Kuluçkalık yumurtalar bir tavukçuluk işletmesinde yetiştirilen Ross 308 et tipi damızlık sürüden elde edilmiştir. Alınan yumurtaların;

- aynı damızlık kümeden,
- sabah yumurtlanmış,
- kırık-çatlak, şekil bozukluğu ve gözle görülebilir kirliliği olmayan ve
- dezenfeksiyon işlemine tabi tutulmamış olmasına dikkat edilmiştir.

Denemede, ortalama 60,40 g ağırlığa sahip toplam 552 adet yumurta kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması

Yumurtalar laboratuvara getirildikten sonra tartılarak numaralandırılmış ve 20 yumurta dezenfeksiyon öncesi analizler (10 adet mikrobiyel yük ve 10 adet de kabuk özellikleri ile sarı bileşimi) için seçilmiştir. Daha sonra kalan 532 yumurta 2 eşit dezenfeksiyon grubuna (formaldehit ile fumigasyon (rutin olarak uygulanan yöntem) ve UV ışın ile dezenfeksiyon) ayrılmıştır.

Formaldehitte fumigasyon grubundaki yumurtalar 1m³ alanda 17,5 g potasyum permanganata 35 ml formalin ilave edilen kabinde 20 dakika bekletilmiştir. UV ışınla dezenfeksiyon grubunda ise 8 watt ve 254 nm dalga boyuna sahip UV el lambası kullanılmıştır. Bu gruptaki yumurtalar 4,5 cm yukarıdan tutulan UV el lambası ile 1 dk boyunca önce küt ucundan dezenfekte edildikten sonra ters çevrilerek aynı işlem sivri kısmından da uygulanmıştır.

Daha sonra her gruptan 10 adet yumurta kabukta mikrobiyel yük ve 10 adet yumurta da kabuk mikroskobik özellikleri ile yumurta sarı bileşiminin belirlenmesi için ayrılmıştır.

2.2.2. Kabuktaki Mikrobiyel Yükün Tespiti

Kabuktaki mikrobiyal yükün tespiti ve konvansiyonel identifikasyonu Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalında yapılmıştır. Dezenfeksiyon öncesi ve dezenfeksiyon sonrasında her gruptan ayrılan 10 yumurta (toplam 30 yumurta) 50 ml steril distile su (pH: 7,2) içerisine alınıp +4°C'de 30 dakika inkübasyona tabi tutulmuştur. Her bir numunenin 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴ ve 10⁻⁵ sulandırma oranlarında 10 katlı seri dilüsyonları hazırlanmıştır. Bakteri ve mantar sayımı için her bir sulandırmadan steril petri plaklarına ikişerli yayma ekim gerçekleştirilmiştir. Toplam aerobik mezofilik bakteri izolasyonu için, Plate Count Agar plaklarına ekim yapılarak 37°C'de 48 saat; toplam mantar izolasyonu için de Saboroud Dextrose Agar (SDA) plaklarına ekim yapılarak 20°C'de 5 gün inkübasyona tabi tutulmuştur. *Staphylococcus* spp. izolasyonu için sulandırmalardan Baird Parker agar besiyerine ekim yapılarak 37°C'de 48 s inkübasyon gerçekleştirilmiştir. *Staphylococcus* spp. identifikasyonu, Gram boyama, katalaz, oksidaz ve oksidasyon/fermentasyon (O/F) testi ile yapılmıştır. Koliform bakteri izolasyonu için MacConkey's broth besiyerine ekim yapılarak 37°C'de 48 s inkübasyon gerçekleştirilmiştir (Aygün ve Sert, 2013). *Salmonella* spp. izolasyon ve

identifikasyonu için ise ISO 6579-1 protokolü uygulanmıştır. İnkübasyon sonrasında bakteriyolojik ve mikolojik koloni sayımı log kob/yumurta biriminde yapılmıştır (Arda, 2000).

2.2.3. Kabuk Elektron Mikroskopik Özellikleri, Yumurta Sarı Bileşimi ve Antioksidan Kapasitesinin Tespiti

Dezenfeksiyon öncesi ve dezenfeksiyon sonrasında her gruptan alınan 10 yumurtanın (toplam 30 yumurta) kabuk ve sarı kısımları ayrılmıştır. Kabuğun orta kısmından alınan örneklerde mememsi, süngerimsi ve vertikal tabakaların kalınlıkları taramalı elektron mikroskopunda tespit edilmiş ve bunların tüm kabuktaki yüzde oranları hesaplanmıştır. Daha sonra mememsi tabakadaki ortalama koni sayısı (ölçülen bölgenin uzunluğu/mememsi tabakadaki koni sayısı), konilerin benzerlikleri (1: benzer, 2: değişken, 3: çok değişken), koni membranlarının durumu (1: iyi, 2: kötü) ve konilerin gruplaşma düzeyi (1: düşük, 2: fazla) hesaplanmıştır (Gole ve ark., 2014 ve Liao ve ark., 2013). Kabuğun elektronmikroskopik özellikleri Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Ayrılan yumurtaların sarı kısımları tartılmıştır. Yumurta sarıları homojenize edilerek bir kısmı antioksidan parametreler için ayrılmıştır. Geri kalan kısım ise liyofilizatörde kurutulmuş ve kuru maddesi belirlenmiştir. Kuruyan numunelerde kuru madde, ham protein, ham yağ ve ham kül analizleri AOAC (2000)'de bildirildiği şekilde yapılmıştır. Kuru madde değerinden yararlanarak yumurta sarısı örneklerindeki su miktarı belirlenmiştir. Yumurta örneklerindeki ham protein, ham yağ ve ham kül değerleri %100 kuru maddeye çevrilmiştir. Yumurta sarı örneklerinde ham besin madde miktarları A.Ü. Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarlarında belirlenmiştir.

Yumurta sarısı örneklerinde toplam antioksidan seviye (TAS) ticari kit (Rel Assay, Türkiye) kullanarak mmol Trolox eşdeğeri/L, toplam oksidan seviye (TOS) ise ticari kit (Rel Assay, Türkiye) kullanarak $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ eşdeğeri/L olarak spektrofotometrede (Mindray-BS400) ölçülmüştür Oksidatif stress indeksi (OSI) ise $(\text{TOS} \times 100 / \text{TAS})$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Ramay ve Yalçın, 2020).

2.2.4. Kuluçka İşlemi

Her grupta kalan 246 yumurta (toplam 492 yumurta) kuluçka makinesine yerleştirilmiştir. Gelişim makinesinde 18 gün boyunca $37,6^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %60 nem uygulanmıştır. 18. günün sonunda tüm yumurtalar tek tek tartılıp bireysel tül keselere konularak çıkım makinesine aktarılmıştır. Çıkım makinesinde $36,5^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %65 nem uygulanmıştır.

2.2.5. Embriyo Özellikleri İle Kuluçka Sonuçlarının Belirlenmesi

İnkübasyonun 14 ve 19. günlerinde her bir dezenfeksiyon grubuna ait 10 yumurta kuluçka makinesinden çıkartılarak tartılmıştır. Daha sonra yumurta açılarak embriyoya ötenazi uygulanmıştır. Bu yumurtalardaki embriyo gelişiminin, örneğin alındığı embriyonik yaşa uygun olmasına dikkat edilmiştir. Yumurta sarısı kesesi embriyodan ayrılarak her biri tartılmış ve yumurta ağırlığına oranlanmıştır. Düz bir zemin üzerinde embriyo gerdirilerek gaga ucu başlangıç noktası, sağ ayak üçüncü parmağının tırnak ucu da bitiş noktası kabul edilerek embriyo uzunluğu mezure ile ölçülmüştür.

Kuluçka sonunda tüm civcivler ve civciv çıkmayan yumurtalar makine dışına çıkartılmıştır. Civcivler gruplara göre sayılarak tartılmış ve yumurta ağırlığına oranlanıp 100 ile çarpılarak civciv yüzdesi hesaplanmıştır. Düz bir zemin üzerinde civciv gerdirilerek gaga ucu başlangıç noktası, sağ ayak üçüncü parmağının tırnak ucu da bitiş noktası kabul edilerek civciv uzunluğu mezure ile ölçülmüştür. Iskarta yumurtalar kırılarak embriyonik ölümler tespit edilmiştir.

- Erken dönem embriyo ölümleri : $(\text{Kuluçkanın } 0-6 \text{ günleri arasında ölen embriyo sayısı} / \text{Döllü yumurta sayısı}) \times 100$

- Orta dönem embriyo ölümleri : $(\text{Kuluçkanın } 7-18 \text{ günleri arasında ölen embriyo sayısı} / \text{Döllü yumurta sayısı}) \times 100$

- Geç dönem embriyo ölümleri: $(\text{Kuluçkanın } 19-21 \text{ günleri arasında ölen embriyo sayısı} / \text{Döllü yumurta sayısı}) \times 100$ formülü ile belirlenmiştir.

Ayrıca; kuluçka randımanı $((\text{Kuluçkadan çıkan canlı civciv sayısı} / \text{Kuluçkaya konan yumurta sayısı}) \times 100)$ ve çıkış gücü $((\text{Kuluçkadan çıkan canlı civciv sayısı} / \text{Kuluçkaya konan dll yumurta sayısı}) \times 100)$ hesaplanmıştır.

2.2.6. Civciv zellikleri İle Serumda Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

Kuluçkadan çıkan tüm civcivlerde kalite özellikleri izelge 2.1.'de verilen değerlere göre belirlenmiştir.

Çizelge 2.1. Cıvciv kalitesinin belirlenmesinde kullanılan kriterler (Tona ve ark., 2003).

İncelenen özellik	Değerlendirme	Skor
Hareketlilik	Sırt üstüyen doğrulma hızı	İyi: 6 Zayıf: 0
Tüyler ve görünüş	Kuru ve temiz olması	Kuru ve temiz: 10 Islak: 8 Islak ve kirli: 0
Sarının emilimi	Karnın sertliği ve yüksekliği	Normal:12 Geniş ve sert: 0
Gözler	Parlak ve açık olması	Açık ve Parlak:16 Açık ve Donuk: 8 Kapalı: 0
Göbek	Kapalı olup olmaması	Kapalı: 12 Açık: 0
Emilmeyen sarının varlığı	Sarının dışarda olup olmaması ve miktarı	Tamamiyle emilmiş: 16 Az bir miktar emilmemiş: 12 Büyük bir çoğunluğu dışarda: 0

Her gruptan ortalama canlı ağırlığa yakın 10 cıvciv (5 dişi ve 5 erkek) incelemeler için ayrılmıştır. Öncelikle antioksidan kapasitenin belirlenmesi için kalpten kan alınarak serumda TAS ve TOS düzeyleri yumurta sarısındaki gibi ticari kitler ile belirlendikten sonra OSI değeri hesaplanmıştır.

Daha sonra cıvcivlere servikal dislokasyon ile ötenazi uygulanarak kalıntı sarı kesesi ağırlığı ve iç organ gelişimleri belirlenmiştir. Bunun için, cıvcivlerin abdomenleri açıldıktan sonra kalıntı sarı keseleri çıkartılarak tartılmıştır. Bu cıvcivlerde ayrıca kalp ve bursa Fabricius ağırlığı belirlenmiştir. Organ ağırlıkları cıvciv ağırlığına oranlanarak relatif organ ağırlıkları hesaplanmıştır.

2.2.7. İstatistik Analizler

Oran ve skora ile elde edilen verilerde gruplar arası farklılıkların önem kontrolü için ki-kare testi, 2 grup karşılaştırıldığında t testi ve dezenfeksiyon yapılmayan, UV ile dezenfeksiyon ve formaldehit ile dezenfeksiyon yapılan gruplar

karşılaştırıldığında ise tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. İstatistik analizler SPSS (Inc., Chicago, IL,USA) programı ile yapılmıştır.



3. BULGULAR

3.1. Kabuktaki Mikrobiyel Yük

Dezenfeksiyon ncesi grupta toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı ortalama $1,72 \times 10^3$ log kob/yumurta, *Staphylococcus* spp. sayısı ise ortalama $1,44 \times 10^3$ log kob/yumurta iken dezenfeksiyon sonrasında her iki grupta da bakteriyolojik üreme gözlenmemiştir. Deneme için kullanılan yumurtalarda; mantar, koliform ve *Salmonella* spp. izole edilmemiştir.

3.2. Kabuk Elektron Mikroskopik zellikleri, Yumurta Sarı Bileşimi ve Antioksidan Kapasite

Kabuk zellikleri bakımından dezenfeksiyon öncesi ile dezenfeksiyon yapılan gruplar karşılaştırıldığında istatistik açıdan herhangi bir farklılık ($P>0,05$) bulunmamıştır (izelge 3.1). Tüm gruplarda koni membran durumunda herhangi bir sorun tespit edilmemiştir. Yumurta sarı bileşimi ve TAS, TOS ile OSI değerleri bakımından gruplar arasında farklılık ($P>0,05$) bulunmamıştır.

Çizelge 3.1. Dezenfeksiyon öncesi ve dezenfeksiyon yapılan gruplarda kabuk özellikleri, yumurta sarı bileşimi ile antioksidan kapasite (Ortalama±Standart Hata).

Özellikler	Dezenfeksiyon öncesi	UV ile dezenfeksiyon	Formaldehit ile fumigasyon	P
Kabuk kalınlığı, µm	310±3,8	317±3,2	316±4,6	-
Mememsi tabaka kalınlığı, µm	116±3,9	107±3,4	107±3,2	-
Mememsi tabaka yüzdesi	37,5±1,5	33,6±1,1	33,7±1,0	-
Süngerimsi tabaka kalınlığı, µm	189±6,6	205±3,9	205±5,1	-
Süngerimsi tabaka yüzdesi	61,0±1,5	64,6±1,1	64,7±1,0	-
Vertikal tabaka kalınlığı, µm	4,7±0,4	5,7±0,4	5,0±0,3	-
Vertikal tabaka yüzdesi	1,5±0,1	1,8±0,1	1,6±0,1	-
Ortalama koni sayısı	4,2±0,2	4,1±0,2	4,2±0,2	-
Koni benzerliği	1,1±0,1	1,4±0,2	1,5±0,2	-
Koni gruplaşma düzeyi	1,5±0,2	1,6±0,2	1,6±0,2	-
Su (%)	51,9±0,2	51,9±0,6	51,6±0,2	-
Ham kül (% Kuru maddede)	4,09±0,04	4,09±0,09	4,10±0,04	-
Ham yağ (% Kuru maddede)	59,9±0,4	59,9±0,4	60,1±0,3	-
Ham protein (% Kuru maddede)	34,5±0,3	34,5±0,3	34,4±0,3	-
TAS (mmol/L)	0,25±0,03	0,31±0,03	0,26±0,04	-
TOS (µmol/L)	9,15±1,12	11,21±1,01	10,88±1,39	-
OSI	4,39±0,85	3,91±0,45	5,03±0,83	-

n=10. Koni sayısı; ölçülen bölgenin uzunluğu/mememsi tabakadaki koni sayısı, konilerin benzerlikleri; 1: benzer, 2: değişken, 3: çok değişken, ve konilerin gruplaşma düzeyi; 1: düşük, 2: fazla. OSI: TOS*100 / TAS, -: P>0,05.

3.3. Embriyo Özellikleri ile Kuluçka Sonuçları

Embriyonik gelişimin 14. gününde UV ve formaldehit ile dezenfeksiyon yapılan grupta sarı kesesi ağırlığı sırasıyla 15,69 ve 17,09 g, sarı kesesi yüzdesi de sırasıyla %28,32 ve 29,52 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.2.). Dezenfeksiyon yönteminin sarı kesesi ağırlığı üzerine etkisi önemli ($P<0,01$) iken sarı kesesi yüzdesi üzerine etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur. UV ile dezenfeksiyon yapılan grupta 14. gün embriyo ağırlığı ve uzunluğu formaldehit ile fumigasyon yapılan gruptan daha fazla olduğu görülmüştür ($P<0,001$). Embriyonik gelişimin 19. gününde incelenen dezenfeksiyon gruplarında sadece embriyo uzunluğu istatistik açıdan farklı olup (Çizelge 3.3.), UV ile dezenfeksiyon yapılan grupta embriyo uzunluğunun formaldehit ile fumigasyon grubundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0,01$).

Çizelge 3.2. Embriyonik gelişimin 14. gününde dezenfeksiyon gruplarında sarı kesesi ve embriyo ağırlığı ile embriyo uzunluğu (Ortalama±Standart Hata).

Özellikler	UV ile dezenfeksiyon	Formaldehit ile fumigasyon	P
Sarı kesesi ağırlığı (g)	15,69±0,31	17,09±0,22	**
Sarı kesesi yüzdesi	28,82±0,47	29,52±0,65	-
Embriyo ağırlığı (g)	14,21±0,32	10,58±0,44	***
Embriyo yüzdesi	25,98±0,52	18,34±0,91	***
Embriyo uzunluğu (cm)	10,99±0,08	10,11±0,14	***

n=10. -: $P>0,05$; **: $P<0,01$; ***: $P<0,001$.

Çizelge 3.3. Embriyonik gelişimin 19. gününde dezenfeksiyon gruplarında sarı kesesi ve embriyo ağırlığı ile embriyo uzunluğu (Ortalama±Standart Hata).

Özellikler	UV ile dezenfeksiyon	Formaldehit ile fumigasyon	P
Sarı kesesi ağırlığı (g)	13,07±0,56	13,24±1,07	-
Sarı kesesi yüzdesi	24,22±0,71	24,36±1,75	-
Embriyo ağırlığı (g)	31,37±0,45	30,10±0,64	-
Embriyo yüzdesi	58,39±0,81	55,91±1,29	-
Embriyo uzunluğu (cm)	15,97±0,17	15,15±0,17	**

n=10. -: P>0,05; **: P<0,01.

Dezenfeksiyon grupları arasında transfer gününe kadar yumurta ağırlık kaybı incelendiğinde istatistik açıdan farklılık önemli (P<0,001) bulunmuştur. Ağırlık kaybının UV ile dezenfeksiyon yapılan grupta formaldehit ile fumigasyon yapılan gruba göre daha fazla olduğu hesaplanmıştır.

Çizelge 3.4. Dezenfeksiyon gruplarında yumurta ağırlık kaybı (Ortalama±Standart Hata).

Özellikler	UV ile dezenfeksiyon	Formaldehit ile fumigasyon	P
Deneme başı yumurta ağırlığı (g)	60,53±0,24	60,29±0,23	-
Transfer günü yumurta ağırlığı (g)	54,05±0,23	54,20±0,23	-
Transfer gününe kadar ağırlık kaybı (%)	10,72±0,10	10,13±0,11	***

n=226. -: P>0,05; ***: P<0,001.

Çizelge 3.5.'de dezenfeksiyon gruplarına göre kuluçka sonuçları verilmiştir. Embriyonik ölüm, çıkış gücü ve kuluçka randımanı bakımından gruplar arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir (P>0,05).

UV ile dezenfeksiyon yapılan grupta ki civcivlerde kuluçka süresinin daha kısa olduğu ve çıkımın diğer gruba göre 8 saat daha erken başladığı belirlenmiştir.

Çizelge 3.5. Dezenfeksiyon gruplarında kuluçka sonuçları.

Özellikler	UV ile dezenfeksiyon	Formaldehit ile fumigasyon	X ²	P
Erken dönem embriyonik ölüm (%)	2,94	2,90	0,00	-
Orta dönem embriyonik ölüm (%)	6,86	9,66	1,06	-
Geç dönem embriyonik ölüm (%)	8,33	8,21	0,00	-
Çıkış gücü (%)	72,54	68,04	0,97	-
Kuluçka randımanı (%)	68,63	63,77	0,94	-

-. P>0,05

3.4. Civciv Özellikleri ile Serumda Antioksidan Kapasite

Çıkım günü dezenfeksiyon gruplarında civciv ağırlıkları bakımından farklılık istatistik açıdan önemsiz (P>0,05) iken UV ile dezenfeksiyon grubunda civciv yüzdesinin daha yüksek (P<0,01) olduğu hesaplanmıştır. Civciv uzunluğu ve civciv kalitesi bakımından gruplar arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 3.6.).

Çizelge 3.6. Dezenfeksiyon gruplarında civciv ağırlığı, yüzdesi, uzunluğu ile kalite skor değerleri (Ortalama±Standart Hata).

Özellikler	UV ile dezenfeksiyon	Formaldehit ile fumigasyon	P
Civciv ağırlığı (g)	42,73±0,23	42,29±0,22	-
Civciv yüzdesi	71,05±0,22	70,20±0,20	**
Civciv uzunluğu (cm)	17,17±0,05	17,11±0,13	-
Civciv kalite skoru*	70,66±0,34	70,35±0,30	-

*Civciv kalite skoru 72 üzerinden değerlendirilmiştir. -: $P>0,05$; **: $P<0,01$

UV ve formaldehit ile dezenfeksiyon gruplarında çıkım gününde karın boşluğuna çekilen ve emilmeyen sarı kesesi ağırlıkları ile serum TAS, TOS ve OSI değerleri arasında istatistik açıdan herhangi bir farklılık ($P>0,05$) belirlenmemiştir. Bu civcivlerde kalp ve bursa Fabricus ağırlıkları incelendiğinde ise bursa Fabricus ağırlığı ($P<0,001$) ve yüzdesinin ($P<0,01$) UV ile dezenfeksiyon yapılan grupta daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.7.).

Çizelge 3.7. Dezenfeksiyon gruplarında çıkım günü seçilen civcivlerde karın içine çekilen sarı kesesi, kalp ve bursa Fabricus ağırlıkları ile serum antioksidan kapasitesi (Ortalama±Standart Hata).

Özellikler	UV ile dezenfeksiyon	Formaldehit ile fumigasyon	P
Karın içine çekilen sarı kesesi ağırlığı (g)	8,17±0,41	7,82±1,04	-
Kalp ağırlığı (g)	0,21±0,01	0,21±0,01	-
Kalp yüzdesi	0,46±0,01	0,51±0,04	-
Bursa Fabricus ağırlığı (g)	0,04±0,01	0,02±0,01	***
Bursa Fabricus yüzdesi	0,09±0,01	0,05±0,01	**
TAS (mmol/L)	1,59±0,14	1,82±0,11	-
TOS (μmol/L)	12,85±2,00	17,42±2,84	-
OSI	0,83±0,12	0,96±0,16	-

OSI: TOS*100 / TAS, -: P>0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001.

4. TARTIŞMA

Mikroorganizmaların çoğalması için gerekli ortam, embriyo gelişimi için gerekli ortamlarla aynıdır. Kuluçkalık yumurtalarda uygun dezenfeksiyon yönteminin uygulanmaması embriyonik ölümlerin artmasına, çıkım gücü ile civciv kalitesinin düşmesine, büyütme döneminde de civciv ölümlerinin artmasına ve verimde azalmaya neden olmaktadır. Yaptığımız çalışmada dezenfeksiyon uygulamasından önce toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı ortalama $1,72 \times 10^3$ log kob/yumurta iken uygulanan her iki dezenfeksiyon yöntemi sonrasında bakteri üremesi gözlenmemiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde dezenfeksiyon öncesi yumurta kabuğundaki bakteriyel yükü Branco ve ark. (2021); $3,5 \log_{10}$ kob/yumurta, Tenzin ve ark. (2021); $2,2 \log_{10}$ kob/yumurta, Olsen ve ark. (2017); $7,8 \times 10^3$ log kob/yumurta, Climaco ve ark. (2018); $3,17 - 3,57 \log_{10}$ kob/ml, Fassenko ve ark. (2009) ise $3,5 \log_{10}$ kob/cm² olarak tespit etmişlerdir. Yumurta kabuğundaki bakteriyel yük; yetiştirme sistemi, mevsim, sürü yaşı ile sağlığı, folluk ve altlık idaresine göre değişmektedir (Chousalkar ve ark., 2022). Branco ve ark. (2021) dezenfeksiyon öncesinde $3,36 \log_{10}$ kob/yumurta olan toplam bakteri sayısının 5, 7 ve 9 dakikalık $232 \pm 5,05 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ yoğunluğundaki UV-C uygulaması sonrasında sırasıyla 2,58, 2,25 ve $2,00 \log_{10}$ kob/yumurta düzeyine düştüğünü bildirmişlerdir. Wells ve ark. (2010) ise 8 dakikalık UV-C uygulamasının toplam bakteri sayısında $2,07 \log_{10}$ kob/yumurta düzeyinde bir azalma sağladığını belirtmişlerdir. Climaco ve ark. (2018); $6,36 \text{ mW}/\text{cm}^2$ ışık yoğunluğundaki UV-C'nin 60 saniye uygulanması ile $1,37 \log_{10}$ kob/ml, Coufal ve ark. (2003) ise $7,5 \text{ mW}/\text{cm}^2$ ışık yoğunluğundaki UV-C'nin 48 saniye uygulanması sonucunda da toplam bakteri sayısında $3 \log_{10}$ kob/yumurta düzeyinde bir azalma olduğunu kaydetmişlerdir. Chavez ve ark. (2002), $7,5 \text{ mW}/\text{cm}^2$ ve $6,55 \text{ mW}/\text{cm}^2$ yoğunluktaki lambaların bir kombinasyonunu kullanarak 30 saniye sonunda toplam bakteri sayısında $2 \log_{10}$ kob/yumurta ve 60 saniye sonunda da 2 ile $3 \log_{10}$ kob/yumurta arasında bir azalma olduğunu kaydetmişlerdir. UV-C uygulamasında süre kadar şiddetinde önemli olduğu görülmektedir. Yaptığımız çalışmada $1,72 \times 10^3$ log kob/yumurta düzeyindeki bakterilerin ve ortalama $1,44 \times 10^3$ log kob/yumurta düzeyindeki *Staphylococcus* spp.'nin 1 dakikalık $6,75 \text{ mW}/\text{cm}^2$ şiddetinde UV-C uygulaması ile tahrip olduğu

görülmektedir. Ayrıca çalışma sonuçları UV-C uygulamasının yumurta kabuğundaki mikrobiyel yükü azaltmada formaldehit uygulaması kadar etkin olduğunu göstermektedir. Deneme için kullanılan yumurtalarda mantar, koliform ve *Salmonella* spp. izole edilmemiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda yumurta kabuğundan, *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Bacillus* spp., *Enterococcus* spp., *E. coli*, vb. enfeksiyöz etkenlerin izole edildiği bildirilmiştir (Pondit ve ark., 2018). Aygün ve ark. (2012) ve Aygün ve ark. (2013), kuluçkalık yumurtaların kabuğunda aerobik mezofilik bakteri ile *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp. ve koliform bakterilerini tespit etmişlerdir. Pesavento ve ark. (2017), yumurta kabuğunda *Salmonella* bulunmadığını bildirirken; De Reu ve ark. (2006) ile Gomez ve ark. (2013) ise *Salmonella* izolasyonu gerçekleştirmişlerdir. Gomez ve ark. (2013) ise inceledikleri yumurtaların %16'sında *Salmonella* tespit etmişlerdir. Kuluçkalık yumurtaların *Salmonella* spp. ile kontamine olması, sonrasında çıkan civcivlerin enfeksiyon etkenini kesim aşamasına kadar taşımasına ve hastalık etkenini dışkı-karkas kontaminasyonu ile insanlara bulaştırmasına neden olmaktadır (Aydın ve ark., 2007). Benzer durum *Staphylococcus* spp. bakterilerinde de görülmektedir. *Staphylococcus*'ların yumurtalardan sıklıkla izole edildiği ve hem kanatlılarda hem insanlarda çeşitli enfeksiyonlara neden olduğu bilinmektedir. İnsanlarda, *Staphylococcus* spp. ile kontamine yumurta tüketiminden kaynaklanan pek çok gıda zehirlenmesi bildirilmiştir. *Staphylococcus* spp. kökenli zehirlenmeler, gıda kaynaklı enfeksiyonlar arasında üçüncü sırada bulunmaktadır. Bu bakterilerin oluşturdukları enterotoksinler insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Pesavento ve ark., 2017 ve Pondit ve ark., 2018).

Yumurta kabuk kalınlığındaki azalma yumurtanın dayanıklılığını azaltmakta ve bakteriyel penetrasyonu artırarak embriyonun yaşama gücünü düşürmektedir. Climaco ve ark. (2018); UV, formaldehit, ozon, hidrojen peroksit, perasetik asit gibi farklı dezenfeksiyon yöntemlerinin yumurta kabuk kalınlığı ve dayanıklılığı üzerine etkisini incelemiş olup yöntemler arasında herhangi bir farklılık tespit etmemiştir. Benzer şekilde yapılan çalışmada da dezenfeksiyon yöntemine göre kabuk kalınlıkları arasında da bir farklılık görülmemiştir. Yumurta kabuğu mikroskopik olarak incelendiğinde kabuğun içten dışa doğru; mememsi, süngerimsi ve vertikal

olmak üzere birbirinden farklı 3 tabakadan oluştuğu bilinmektedir (Solomon, 1991). Liao ve ark. (2013) mememsi tabakanın 75 µm kalınlığında olmasının kuluçka gücünü artırdığını kaydetmişlerdir. Dieckert ve ark. (1989) ise mememsi tabakanın 75 µm kalınlığında ve kabuğun %21'i kadar olmasının civciv embriyosu için yeterli Ca'un sağlanmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada mememsi tabaka kalınlığının 107 ile 116 µm, mememsi tabaka yüzdesinin de %33,6 ile 37,5 arasında değiştiği ve dezenfeksiyon gruplarına göre herhangi bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Mememsi tabaka birçok düzensiz koniden oluşmaktadır ve Ca deposudur. Embriyo, gelişimi sırasında gerekli Ca'un %80'ini bu tabakadan karşılamaktadır (Dieckert ve ark., 1989). Bu tabakanın kalınlığında ki azalma embriyonik gelişim için zararlı olabilmekte ve kuluçka randımanını düşürebilmektedir (Lunam ve Ruiz, 2000). Yaptığımız çalışmada UV ve formaldehitte dezenfekte edilen yumurtalardaki mememsi tabakanın dezenfeksiyon yapılmayan gruba göre %3 daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Fakat bu düzeydeki düşüş kuluçka randımanında olumsuz bir etki yaratmamıştır. Süngerimsi tabaka yumurta kabuğunun en kalın tabakasıdır ve yaklaşık 200 µm kalınlığındadır (Fathi ve ark., 2007 ve Solomon, 2010). Yapılan çalışmada süngerimsi tabaka kalınlığının 189 ile 205 µm, süngerimsi tabaka yüzdesinin de %61,0 ile 64,7 arasında değiştiği ve dezenfeksiyon gruplarına göre herhangi bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Kabuk kırılma mukavemeti süngerimsi tabakanın kalınlığı ve tabakadaki kalsit kristallerinin yapısı ile ilişkilidir (Radwan ve ark., 2010).

Embriyonik gelişim dönemi piliç yetiştiriciliğinde hem üretim sürecinin yarısı kadarlık bir dönemi kapsadığından hem de bu dönemde organ gelişiminin temelleri atıldığından etçi piliç için önemli bir yer tutmaktadır (Wagt ve ark., 2020). Embriyo gelişimi ve büyümesi kuluçka koşullarının yanında yumurtanın bileşimine bağlı olarak değişmektedir (Yadgary ve Uni, 2012). Yaptığımız çalışmada sarı bileşiminin dezenfeksiyon yönteminden etkilenmediği tespit edilmiştir. Ayrıca inkübasyon öncesi dönemde uygulanan UV veya formaldehitte dezenfeksiyon sarıdaki antioksidan kapasitede herhangi bir değişiklik yaratmamıştır.

Embriyonik gelişimin 14. gününde UV ile dezenfeksiyon yapılan grupta yumurta sarısının daha fazla tüketilmesi, embriyo ağırlığı, yüzdesi ve uzunluğunun formaldehit grubuna göre daha yüksek çıkması $6,75 \text{ mW/cm}^2$ şiddette ve 1 dakika süreyle uygulanan UV işleminin erken dönemde embriyonik gelişimi hızlandırdığını göstermektedir. Bu durum, UV uygulamasının hücre bölünmesini tetiklemiş olabileceğini düşündürmektedir. Embriyonik gelişimin 14 ile 19. günleri arasında formaldehit grubundaki embriyoların daha fazla yumurta sarısı tüketerek bu zamana kadar toplam tüketimin eşitlendiği görülmektedir. Embriyonik gelişimin 19. gününde ağırlık ve yüzde bakımından dezenfeksiyon gruplarındaki farklılık azalmış fakat hala formaldehit grubundaki embriyoların uzunluk bakımından UV grubundakilere yetişemediği görülmektedir. UV uygulamasının embriyo gelişimi üzerindeki etkilerini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Dezenfeksiyon grupları arasında transfer gününe kadarki ağırlık kaybı incelendiğinde UV ile dezenfeksiyon yapılan grupta bu oranın daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Kuluçka süresince, yumurtanın ağırlık kaybetmesi yumurta içerisinde yeterli büyüklükte hava boşluğunun oluşması ve böylelikle civcivin akciğer solunumuna başlaması için gereklidir. Transfer gününe kadar kabuk özelliğine ve makine içerisindeki nem düzeyine bağlı olarak ortalama % 10 düzeyinde ağırlık kaybının gerekli olduğu bildirilmiştir (Ar, 1991). Yaptığımız çalışmada ağırlık kaybı UV ve fumigasyonla dezenfeksiyon gruplarında sırasıyla %10,72 ve 10,13 olarak bulunmuş olup bu değer kuluçka sırasında gereken ağırlık kaybına yakındır. Bu nedenle gruplar arasında kuluçka sonuçları bakımından herhangi bir farklılık oluşmadığı düşünülmektedir. Fakat, Melo ve ark. (2019), formaldehit ile UV grubu arasında ağırlık kaybı bakımından herhangi bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında formaldehit grubundaki yumurtalarda transfer gününe kadar %10,91, UV grubundaki yumurtalarda da transfer gününe kadar %10,63 düzeyinde bir ağırlık kaybının gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bu durum UV'nin uygulama şiddeti ve süresinden kaynaklanmış olabilir.

UV ile dezenfeksiyon grubunda embriyonik gelişimin daha hızlı olması

çıkımın da erken olmasına neden olmuştur. UV uygulamasının embriyonik ölüm, çıkım gücü ve kuluçka randımanında herhangi bir olumsuzluk oluşturmaması bu uygulamanın kuluçkahanelerde rahatlıkla uygulanabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde Al-Shammari ve ark. (2015) ile Melo ve ark. (2019)'nın yaptıkları çalışmalarda kuluçka sonuçları bakımından UV ile formaldehit grupları arasında bir farklılık görülmemiştir. Çıkımın erken olması UV uygulamasının hücre bölünmesini tetiklemesinden ve gelişimi hızlandırmış olmasından kaynaklanabilir.

Bir günlük yaştaki civciv ağırlığı, civciv kalitesinin belirlenmesinde kullanılan bir özelliktir. Civciv ağırlığının yüksek olması, yaşama gücünün ve büyütme dönemindeki canlı ağırlığın da daha yüksek olmasına imkan sağlar. Melo ve ark. (2019), formaldehit ve UV'nin bulunduğu 5 farklı dezenfeksiyon yöntemini inceledikleri çalışmalarında civciv ağırlığının dezenfeksiyon gruplarından etkilenmediğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada dezenfeksiyon grupları arasında civciv ağırlıkları bakımından herhangi bir farklılık görülmezken UV grupta civciv yüzdesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Civciv yüzdesi % 70 ile 73 arasında değişmektedir (Vieira ve ark., 2005). Benzer şekilde yaptığımız çalışmada bu oranın UV ve formaldehitle dezenfeksiyon gruplarında sırasıyla %71,05 ve 70,20 olduğu hesaplanmıştır. Kalıntı sarı kesesi miktarının fazla olması civciv gelişiminin daha az ve civciv kalitesinin iyi olmadığını göstermektedir (Meijerhof, 2009). Çalışmada çıkım günü karın içinde bulunan ve henüz tüketilmemiş yumurta sarı kese ağırlığının gruplar arasında benzer ve civciv kalitesinin her iki grupta iyi olduğu belirlenmiştir.

Bursa Fabricus, kanatlılarda B lenfosit gelişimi ve olgunlaşması için birincil bağışıklık organıdır. Fabricus ağırlığının rasyon, stres veya fotostimülasyondan etkilenebileceği bildirilmiştir (Li ve ark., 2015; Quinteiro-Filho ve ark., 2010 ve Xie ve ark., 2008). Bu çalışmada bursa Fabricus ağırlığının UV uygulamasından etkilendiği ve yumurta dezenfeksiyonu amacıyla uygulanan UV uygulamasının bursa Fabricus gelişimini artırdığı için bağışıklık gücünde olumlu etki sağlayacağı düşünülmektedir.

Oksidatif stres, organizmadaki antioksidanlar ve oksidanlar arasındaki dengenin antioksidanlar aleyhine bozulması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Kanatlılarda yumurta toplama sıklığı, depolama süresi ile koşulları, kuluçkada uygulanan sıcaklık, nem ile karbondioksit düzeyi, kuluçkadan çıkış zamanı ve kuluçkadan çıkan civcivlerin makinada bekleme süresi gibi faktörler oksidatif stres faktörleridir (Surai, 2002 ve Surai ve ark., 2006). Ayrıca UV ışığın oksidatif strese sebep olduğunu bildirmiştir. Bu faktörlerin etkisinin azaltılması ve çıkış sonrası ilk gelişme döneminde antioksidan/oksidan dengenin sağlanması için sarıdaki antioksidanlar büyük önem taşımaktadır (Surai, 1999). Embriyonun sarı kesesindeki antioksidanlar immün sistem etkinliği üzerindeki serbest radikallerin zararlı etkilerini azaltmaktadır (Burton ve Ingold, 1984 ve Von Schantz ve ark., 1999). Embriyo gelişiminin 19. gününde ve kabuk altı zarının delindiği dönemde dokularda PUFA, LPO ve oksijen kullanımı arttığından dokulardaki doğal antioksidan depoları embriyoyu korumak için yeterli düzeyde olmayıp, bu dönem embriyo için oldukça risklidir (Altan ve ark., 2017; Babacanoğlu ve Özkul Özelçam, 2013 ve Surai, 2001). Ayrıca, çıkış sonrası civcivin çevredeki yüksek oksijen düzeyine maruz kalması da lipid peroksidasyonu riskini artırmaktadır. Yaptığımız çalışmada inkübasyon öncesi kuluçkalık yumurtalara UV veya formaldehitte dezenfeksiyon işleminin yumurta sarısındaki toplam antioksidan düzeyinde herhangi bir değişiklik yapmaması çıkım günü civcivlerde TAS, TOS ve OSI değerlerinin de benzer çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir. Çıkım gününde civcivlerde TAS düzeyinin 1,59 ve 1,82 $\mu\text{mol/ml}$ düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Yang ve ark. (2020)'nin yaptıkları çalışma da çıkım günü civciv serumundaki TAS düzeyinin yaptığımız çalışmayla benzer düzeyde olduğu görülmüştür.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda formaldehit ve UV ışın kullanımının yumurta kabuğu mikroskobik özellikleri, kabuktaki mikrobiyel yük, yumurta sarısının bileşimi, embriyo gelişimi, kuluçka sonuçları, embriyonik gelişim, civciv özellikleri ve yumurta sarısı ile civciv kan serumu antioksidan kapasite üzerine etkilerinin incelendiği bu araştırmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- UV ışın ile dezenfeksiyon yönteminin kabuktaki mikroorganizmaların azaltılmasında formaldehit ile fumigasyon yöntemi kadar etkin olduğu belirlenmiştir.

- Dezenfeksiyon yapılan gruplarda dezenfeksiyon yapılmayan gruba göre kabuk katmanları ve koni özellikleri ile sarı bileşimi ve antioksidan kapasitede herhangi bir farklılık görülmemiştir.

- Embriyonik gelişimin 14. gününde UV ile dezenfeksiyon yapılan grupta formaldehit ile fumigasyon yapılan gruba göre sarı kesesinin daha fazla emildiği ve embriyo ağırlığı ile uzunluğunun daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Embriyonik gelişimin 19. gününde ise bu özelliklerden sadece embriyo uzunluğunun UV ile dezenfeksiyon grubunda daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

- Kuluçka sonuçları incelendiğinde her iki dezenfeksiyon yönteminde de herhangi bir farklılık belirlenmemiştir. Sadece UV ile dezenfeksiyon grubunda kuluçka süresinin daha kısa olduğu gözlenmiştir.

- UV ile dezenfeksiyon grubunda çıkım günü, civciv yüzdesinin ve bursa Fabricus ağırlığının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dezenfeksiyon yöntemleri çıkım günü civcivlerde serum antioksidan kapasitede de herhangi bir farklılık oluşturmamıştır.

UV ışının kuluçkalık yumurta, embriyo ve civcivde herhangi bir olumsuzluk oluşturmadağı belirlenmiş olup kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda

formaldehit ile fumigasyon yöntemine alternatif olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Öneriler

Kuluçkahanelerde dezenfeksiyon, kuluçkalık yumurtalar üzerindeki mikrobiyal yükü azaltmak ve embriyo, civciv ile halk sağlığını korumak için yapılan bir uygulamadır. Kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda formaldehit ile fumigasyon sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Fakat sağlık ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle kuluçkahanelerde formaldehitin yerini alacak farklı dezenfektanların araştırılması kanatlı sektörü ve çevre açısından önem taşımaktadır.

Kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda kullanılan UV ışının erken dönemde embriyo gelişimini nasıl hızlandırdığı ile ilgili daha detaylı çalışmalar yapılmalıdır.

Ayrıca kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda kullanılan UV ışının kuluçka sonrası piliç büyütme döneminde besi performansı, ölüm oranı ve bağışıklık gücü üzerindeki etkilerinin de belirlenmesi bu dezenfeksiyon yönteminin piliçler üzerindeki olası etkilerini de ortaya koyacaktır.

ÖZET

Kuluçkalık Yumurtalarda Dezenfeksiyon Amacıyla Formaldehit İle UV Işın Kullanımının Kabuk Mikrobiyel Yüke, Kuluçka Ve Cıvciv Özelliklerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Bu çalışmanın amacı; kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda formaldehit ve UV ışın kullanımının yumurta kabuğundaki mikrobiyel yüke ve mikroskobik özelliklere, yumurta sarısının bileşimi, embriyo gelişimi, kuluçka sonuçları ile embriyo ve cıvciv özellikleri üzerine etkilerini belirlemektir. Çalışmada 552 adet kuluçkalık yumurta kullanılmıştır. Yumurtalar tartılarak numaralandırılmış ve 20 yumurta dezenfeksiyon öncesi analizler (mikrobiyel yük için 10 adet ve kabuk özellikleri ile sarı bileşimi içinde 10 yumurta) için kullanılmıştır. Daha sonra kalan 532 yumurta kullanılan dezenfeksiyon yöntemine göre 2 eşit gruba (formaldehit ile fumigasyon, UV ışın ile dezenfeksiyon) ayrılmıştır. Formaldehit ile fumigasyon grubundaki yumurtalar 1m³ alanda 17,5 g potasyum permanganata 35 ml formalin ilave edilen kabinde 20 dakika bekletilmiştir. UV ışınla dezenfeksiyon grubunda ise 4,5 cm yukarıdan tutulan UV el lambası (8 watt ve 254 nm) ile 1 dk boyunca dezenfekte edilmiştir. Daha sonra yumurtalar tekrar tartılarak her gruptan 10 adet yumurtada kabuktaki mikrobiyel yük ve 10 adet yumurtada da kabuk mikroskobik özellikleri ile yumurta sarısının bileşimi belirlenmiştir. Her grupta kalan 246 yumurta (toplam 492 yumurta) kuluçka makinesine yerleştirilmiştir. Embriyonik gelişimin 14 ve 19. günlerinde embriyo özellikleri çıkım günü de cıvciv özellikleri ile kuluçka sonuçları incelenmiştir. Dezenfeksiyon öncesi grupta ortalama toplam aerobik mezofilik bakteri ve *Staphylococcus* spp. sayısı sırayla 1,72 x10³ ve 1,44 x10³ log cfu/yumurta düzeyinde iken dezenfeksiyon sonrasında her iki grupta bakteriyolojik üreme gözlenmediği tespit edilmiştir. Dezenfeksiyon öncesi ile dezenfeksiyon yapılan gruplar karşılaştırıldığında kabuk elektron mikroskobik özellikleri, yumurta sarı bileşimi ve antioksidan kapasite bakımından istatistik açıdan herhangi bir farklılık bulunmamıştır (P>0,05). Embriyonik gelişimin 14. gününde UV ile dezenfeksiyon yapılan grupta embriyo ağırlığı ve uzunluğu formaldehit ile fumigasyon yapılan gruptan daha fazla olduğu tespit edilmiştir (P<0,001). Embriyonik gelişimin 19. gününde incelenen dezenfeksiyon gruplarında sadece embriyo uzunluğunun istatistik açıdan farklı olduğu belirlenmiştir (P<0,01). Ağırlık kaybının UV grupta formaldehit ile fumigasyon yapılan grubuna göre daha fazla olduğu hesaplanmıştır (P<0,01). Kuluçka sonuçları bakımından gruplar arasındaki farklılık önemsiz (P>0,05) olurken UV ile dezenfeksiyon yapılan grupta ki cıvcivlerde kuluçka süresinin daha kısa olduğu belirlenmiştir. Çıkım günü burs Fabricus ağırlığı ile cıvciv yüzdesi UV ışınla dezenfeksiyon yapılan grupta daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (P<0,01). UV ışın kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda formaldehit ile fumigasyon yöntemine alternatif olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Dezenfeksiyon, Embriyo gelişimi, Formaldehit, Kuluçkalık yumurta, UV.

SUMMARY

Comparison of the effects formaldehyde and UV light used for disinfection in hatching eggs on shell microbial load, hatchability and chick characteristics

The purpose of this research is to determine the effects of using formaldehyde and UV as disinfection of hatching eggs on the microbial load and microscopic properties of the egg shell, composition of the yolk, embryo development, hatching results, embryo and chick characteristics. 552 hatching eggs were used in the study. Eggs were weighed, numbered and 20 eggs (10 eggs for microbial load and 10 eggs for shell microscopic properties and yolk composition) were used for pre disinfection analysis. Afterwards, the remaining 532 eggs were divided into 2 equal groups (formaldehyde fumigation and disinfection with UV). Eggs in the formaldehyde fumigation group were kept for 20 minutes in the cabinet where 35 ml of formalin was added to 17.5 g potassium permanganate in 1 m³ area. In the UV light group, eggs were disinfected for 1 min with the UV hand lamp (8 watts and 254 nm) held from 4.5 cm above. Then, the eggs were weighed again and the microbial load in the shell of 10 eggs from each group and the microscopic properties of the shell and the composition of the egg yolk of 10 eggs were determined. The remaining 246 eggs in each group were placed in the setter. Embryo characteristics on 14th and 19th days of embryonic development, hatching results and chick characteristics on hatch day were examined. While the mean total number of aerobic mesophilic bacteria and *Staphylococcus* spp in the pre-disinfection group was 1.72×10^3 and 1.44×10^3 log cfu/egg, respectively, no bacteriological growth was observed in both groups after disinfection. When the pre disinfection and disinfected groups were compared, no statistical difference was found in terms of shell microscopic properties, egg yolk composition and antioxidant capacity ($P>0.05$). Embryo weight and length were found to be higher in the UV group on the 14th day of embryonic development than in the formaldehyde group ($P<0.001$). It was determined that only the embryo length was statistically different in the disinfection groups examined on the 19th day of embryonic development ($P<0.01$). Weight loss was higher in the UV group than in the formaldehyde group ($P<0.01$). While the difference between the groups in terms of hatching results was insignificant ($P>0.05$), it was determined that the incubation period in the UV group was shorter. On the hatching day, weight of bursa Fabricus and chick percentage were found to be higher in the UV group ($P<0.01$). UV light can be used as an alternative to fumigation with formaldehyde as disinfection of hatching eggs.

Keywords: Disinfection, Embryo development, Formaldehyde, Hatching eggs, UV.

KAYNAKLAR

- AHMED AMH, RODRÍGUEZ-NAVARRO AB, VIDAL ML, GAUTRON J, GARCÍA-RUIZ JM, NYS Y (2005). Changes in eggshell mechanical properties, crystallographic texture and in matrix proteins induced by moult in hens. *Br Poult Sci*, **46(3)**: 268-279.
- AL-SHAMMARI KIA, BATKOWSKA J, GRYZINSKA MM (2015). Assessment of ultraviolet light effect in hatching eggs disinfection on hatchability traits of two breeds of quails and chickens. *Acta Sci Pol Zootech*, **14(2)**: 33-44.
- ALTAN Ö, AÇIKGÖZ Z, BAYRAKTAR ÖH, KÖSE FA, TUĞALAY ÇŞ, POURDOLATİ O (2017). İn ovo vitamin C ve E enjeksiyonunun ısı stresine maruz kalan etlik piliçlerde gelişme performansı ve oksidatif stabilite üzerine etkileri. *Ege Üni Ziraat Fak Derg*, **54**: 259-266.
- AR A (1991). Egg water movements during incubation. *Avi Incub*, 157-173.
- ARDA M (2000). Temel Mikrobiyoloji; Genişletilmiş İkinci Baskı. Bakterilerde Üremenin Ölçülmesi. Medisan Yayınevi, Ankara.
- ARNE P, THIERRY S, WANG, D, DEVILLE, M, LOC'H L, DESOUTTER A, GUILLLOT J (2011). *Aspergillus fumigatus* in poultry. *Int J Microbiol*.
- ATHANASIADOU D, JIANG W, GOLDBAUM D, SALEEM A, BASU K, PACELLA MS, CORINNA F, BÖHM CF, CHROMIK RR, HINCKE MT, RODRIGUEZ-NAVARRO AB, VALI H, WOLF SE, GRAY JJ, BUI KH, MCKEE MD (2018). Nanostructure, osteopontin, and mechanical properties of calcitic avian eggshel. *Sci Adv*, **4**: 321.
- AYDIN N, MEHMET AKAN, SAREYYÜPOĞLU B, TEL OY (2007). Bazı bakteriyel patojenlerin yumurta kabuğundan penetrasyonu. *Ankara Üni Vet Fak Derg*, **54**: 39-43.
- AYGUN A, SERT D, COPUR G (2012). Effects of propolis on eggshell microbial activity, hatchability, and chick performance in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. *Poult Sci*, **91**: 1018-1025.
- AYGUN A, SERT D (2013). Effects of prestorage application of propolis and storage time on eggshell microbial activity, hatchability, and chick performance in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. *Poult Sci*, **92**: 3330-3337.
- BABACANOĞLU E, ÖZELÇAM HÖ (2013). Kanatlılarda maternal antioksidanların embriyo gelişimi için önemi. *Yüzüncü Yıl Üni Tarım Bil Derg*, **23**: 36-42.
- BAIN MM, ZHENG J, ZIGLER M, NATASHA WHENHAM N, QUINLAN-PLUCK F, JONES AC, ROBERTS M, ICKEN W, OLORI VE, DUNN IC (2019). Cuticle deposition improves the biosecurity of eggs through the laying cycle and can be measured on hatching eggs without compromising embryonic development. *Poult Sci*, **98(4)**: 1775-1784.
- BAUMAN RW (2014). Microbiology: with diseases by body systems. 4th ed. Pearson.

- BERRANG ME, COX NA, BAILEY JS, BUHR RJ (1995). Efficacy of ultra violet light for elimination of Salmonella on broiler hatching eggs. *J Appl Poult Res*, **4**: 422-429.
- BERRANG ME, COX NA, FRANK JF, BUHR, RJ (1999). Bacterial penetration of the eggshell and shell membranes of the chicken hatching egg: a review. *J Appl Poult Res*, **8**: 499-504.
- BİNGÖL SA, GÜLMEZ N, KİRMİZİBAYRAK T, DEPREM T, SARİ EK, TAŞÇI SK, ASLAN S (2016). Scanning electron microscopic comparison of different poultry species' eggshells. *Turkiye Klin J Vet Sci*, **7**: 45-50.
- BRANCO JRO, DALLAGO BSL, BERNAL FEM (2021). Efficiency of ultraviolet light for disinfection of fertile broiler eggs. *Arquivo Brasileiro Med Vet Zoo*, **73**: 1137-1146.
- BURTON GW, INGOLD KU (1984). Beta-carotene an unusual type of lipid antioxidant. *Sci*, **224**: 569-573.
- CANTU K (2018). Effects of hydrogen peroxide/UV advanced oxidation process sanitization on duck and turkey egg microbial loads and hatchability. Master's thesis, Texas A & M University.
- CHAVEZ C, KNAPE KD, COUFAL CD, CAREY JB (2002). Reduction of eggshell aerobic plate counts by ultraviolet irradiation. *Poult Sci*, **81**(8): 1132-1135.
- CHOUSALKAR KK, ROBERT JR (2012). Recovery of Salmonella from eggshell wash, eggshell crush, and egg internal contents of unwashed commercial shell eggs in Australia. *Poult Sci*, **91**(7): 1739-1741.
- CLAY CE, BOARD RG (1991). Growth of Salmonella enteritidis in artificially contaminated hens' shell eggs. *Turkiye Klinikleri J Vet Sci Pharmacol Toxicol-Special Topics*, **106**(2): 271-281.
- CLIMACO WLD S, MELO EDF, VAZ DP, SALDANHA MM, PINTO MFVDS, FERNANDES LCC, LARA LJC (2018). Eggshell microbiology and quality of hatching eggs subjected to different sanitizing procedures. *Pesquisa Agropecu Brazil*, **53**: 1177-1183.
- COUFAL CD, CHAVEZ C, KNAPE KD, CAREY JB (2003). Evaluation of a method of ultraviolet light sanitation of broiler hatching eggs. *Poult Sci*, **82**: 754-759.
- COX NA, BAILEY JS, MAULDIN JM, BLANKENSHIP LC (1991). Research note: presence and impact of Salmonella contamination in commercial broiler hatcheries. *Poult Sci*, **69**(9): 1606-1609.
- COX NA, BERRANG ME, CASON JA (2000). Salmonella penetration of egg shells and proliferation in broiler hatching eggs—a review. *Poult Sci*, **79**: 1571-1574.
- ÇADIRCI S (2009). Disinfection of hatching eggs by formaldehyde fumigation – a review. *Arch Geflügelk*, **73**: 116-123.
- D'ALBA L, SHAWKEY MD (2015). Mechanisms of antimicrobial defense in avian eggs. *J Ornithology*, **156**: 399-408.
- DEEMING DC, PIKE TW (2013). Embryonic growth and antioxidant provision in avian eggs. *Biol Let*, **9**: 20130757.

- DE REU K, GRIJSPEERDT K, MESSENS W, HEYNDRICKX M, UYTENDAELE M, DEBEVERE, J, HERMAN L (2006). Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella enteritidis*. *Inter J Food Microbiol*, **112**: 253-260.
- DIECKERT JW, DIECKERT MC, CREGER CR (1989). Calcium reserve assembly: a basic structural unit of the calcium reserve system of the hen egg shell. *Poult Sci*, **68**: 1569-1584.
- EKELENBURG HP (1991). An innovative approach to formaldehyde disinfection. *Misset World Poult*, **7**: 28-29.
- EKELENBURG HP (1993). Aspects of formaldehyde. *Int Hatch Pract*, **32**: 11-13.
- ELİBOL O (2014). Embriyo gelişimi ve kuluçka: Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme ve Hastalıklar, 4. Baskı, Bey Ofset Matbaacılık, Ankara, s: 165-206.
- FASENKO GM, O'DEA CHRISTOPHER EE, MCMULLEN LM (2009). Spraying hatching eggs with electrolyzed oxidizing water reduces eggshell microbial load without compromising broiler production parameters. *Poult Sci*, **88**: 1121-1127.
- FATHİ MM, EL-DEİN AZ, EL-SAFTY SA, RADWAN LM (2007). Using scanning electron microscopy to detect the ultrastructural variations in eggshell quality of Fayoumi and Dandarawi chicken breeds. *Int J Poult Sci*, **6**: 236-241.
- FATHİ M, HAYDARI M, TANHA T (2016). Effects of zinc oxide nanoparticles on antioxidant status, serum enzymes activities, biochemical parameters and performance in broiler chickens. *J Livest Sci Technol*, **4(2)**: 7-13.
- FUCHS NL (2013). Development and evaluation of a commercially feasible hydrogen peroxide and ultraviolet light egg sanitization system (Doctoral dissertation).
- GOLE VC, CHOUSALKAR KK, ROBERTS JR, SEXTON M, MAY D, TAN J, KIERMEIER A (2014). Effect of egg washing and correlation between eggshell characteristics and egg penetration by various *Salmonella Typhimurium* strains. *PLoS One*, **9(3)**: e90987.
- GRAHAM LE, TEAGUE KD, LATORRE JD, YANG Y, BAXTER MFA, MAHAFFEY BD, TELLEZ G (2018). Use of probiotics as an alternative to formaldehyde fumigation in commercial broiler chicken hatch cabinets. *J Appl Poult Res*, **27**: 371-379.
- GUZMAN-GOMEZ G, AYALA VALDOVINOS MA, CABRERA-DIAZ E, PEREZ-MONTANO JA, MUNOZ-VALLE JF, TORRES-VITELA MR, RUIZ-QUEZADA SL (2013). Frequency of *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* in five commercial brands of chicken eggs using a combined method of enrichment and nested-PCR. *J Food Prot*, **76(3)**: 429-434.
- HALLIWELL B, GUTTERIDGE JMC (2007). Free Radicals in Biology and Medicine. Oxford: Oxford University Press.
- HAYRETDAG S, KOLANKAYA D (2008). Investigation of the effects of pre-incubation formaldehyde fumigation on the tracheal epithelium of chicken embryos and chicks. *Turkish J Vet Anim Sci*, **32**: 263-267.
- KARA H (2007). Bildircin yumurtalarında depolama ve fumigasyon süresi ile ultraviyole ışık uygulamasının kuluçka sonuçlarına etkisi (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University Turkey).

- KOCA N, SAATLİ TE, URGU M (2018). Gıda sanayisinde ultraviyole ışığın yüzey uygulamaları. *Akademik Gıda*, **16**: 88-100.
- LI J, XU Y, WANG X, LI Y, L WANG L, LI X (2016). Construction and characterization of a highly reactive chicken-derived single-chain variable fragment (scFv) antibody against *Staphylococcus aureus* developed with the T7 phage display system. *Int Immunopharmacol*, **35**: 149-154.
- LIAO B, QIAO HG, ZHAO XY, BAO M, LIU L, ZHENG CW, NING ZH (2013). Influence of eggshell ultrastructural organization on hatchability. *Poult Sci*, **92(8)**: 2236-2239.
- LUNAM CA, RUIZ J (2000). Ultrastructural analysis of the eggshell: contribution of the individual calcified layers and the cuticle to hatchability and egg viability in broiler breeders. *Br Poult Sci*, **41**: 584-592.
- MCELREATH JS (2019). Detection and reduction of microbial load in poultry facilities (Order No. 27548031). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2357493503).
- MEIJERHOF R (2009). Incubation principles: what does the embryo expect from us? In: Roberts JR (Editor). *Proceedings of the 20th Annual Australian Poult Sci Sympo Sydney Australia*, 106–111.
- MELO EF, CLIMACO WLS, TRIGINELLI MV, VAZ DP, DE SOUZA MR, BAIÃO NC, POMPEU MA, LARA LJC (2019). An evaluation of alternative methods for sanitizing hatching eggs. *Poult Sci*, **98**: 2466-2473.
- MONTGOMERY RD, BOYLE CR, LENARDUZZI TA, JONES LS (1999). Consequences to chicks hatched from *Escherichia coli*-inoculated embryos. *Avian Dis*, **43**: 553-563.
- NORTH MO (1984). Commercial chicken production manual. Commercial chicken production manual, (Ed. 3).
- NYS Y, GAUTRON J (2007). Structure and formation of the eggshell. In Bioactive egg compounds. Springer, Berlin, Heidelberg (pp. 99-102).
- OLSEN R, KUDIRKIENE E, THOFNER I, PORS S, KARLSKOV-MORTENSEN P, LI L, PAPASOLOMONTOS S, ANGASTINIOTOU C, CHRISTENSEN J (2017). Impact of egg disinfection of hatching eggs on the eggshell microbiome and bacterial load. *Poult Sci*, **96**: 3901-3911.
- ONBAŞILAR EE, ERDEM E, HACAN Ö, YALÇIN S (2014). Effects of breeder age on mineral contents and weight of yolk sac, embryo development, and hatchability in Pekin ducks. *Poult Sci*, **93**: 473-478.
- PARIN U, KIRKAN Ş, SAVAŞAN S, YÜKSEL HT (2017). Kanatlı yetiştiriciliğinde biyogüvenlik: Tanım, Korunma ve Güvenlik Kuralları. *Türkiye Klinikleri J Vet Sci Phar Toxi-Speci Top*, **3**: 149-153.
- PARK JA, SOHN SH (2018). The influence of hen aging on eggshell ultrastructure and shell mineral components. *Korean J Food Sci Anim Res*, **38(5)**: 1080.
- PARSONS AH (1982). Structure of the eggshell. *Poult Sci*, **61**: 2013-2021.
- PESAVENTO G, CALONICO C, RUNFOLA M, NOSTRO AL (2017). Free-range and organic farming: Eggshell contamination by mesophilic bacteria and unusual pathogens. *J Appl Poult Res*, **26**: 509-517.

- PONDIT NR, MULDER J, HALE, SE, MARTINSEN V, SCHMIT HP, CORNELISSEN G (2018). Bio charim proves maize growth by alleviation of nutrient stress in a moderate lyacidic low input Nepalese oil. *Sci Total Environ*, **625**: 1380–1389.
- POULSEN LL, THOFNER I, BISGAARD M, CHRISTENSEN JP, OLSEN RH, CHRISTENSEN H (2017). Longitudinal study of transmission of *Escherichia coli* from broiler breeders to broilers. *Vet Microbiol*, **207**: 13-18.
- QUINTEIRO-FILHO WM, RIBEIRO A, FERRAZ-DE-PAULA V, PINHEIRO, ML, SAKAI MSÁLRMD, PALERMO-NETO J (2010). Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. *Poult Sci*, **89(9)**: 1905-1914.
- RADWAN LM (2016). Comparative study of some productive and egg quality traits of two commercial lines of laying hens. *Egypt Poult Sci J*, **36(3)**: 767-778.
- RAMAY MS, YALÇIN S (2020). Effects of supplemental pine needles powder (*Pinus brutia*) on growth performance, breast meat composition, and antioxidant status in broilers fed linseed oil-based diets. *Poult Sci*, **99**: 479-486.
- RITCHIE SJ, COX WR (2005). Hatching egg care. Erişim Adresi: [http://www.canadianpoultry.ca]. Erişim tarihi: 14/10/2020.
- RUIZ-DE-CASTANEDA R, VELA AI, LOBATO E, BRIONES V, MORENO J (2011). Bacterial loads on eggshells of the pied flycatcher: environmental and maternal factors. *Coop Ornitholo Soc*, **113**: 200-208.
- SARI M, SAATCI M (2019). Kaz yetiştiriciliğinde her yönü ile biyogüvenlik prosedürleri. *Turkish JAF Sci Tech*. **8(1)**: 35.
- SHAREEF AM, MANSOUR RS, IBRAHIM KK (2009). *Staphylococcus aureus* in commercial breeder layer flocks. *Iraqi J Vet Sci*, **23**: 63-68.
- SOLOMON SE (1991). Egg and Eggshell Quality. London England, Wolfe ed, p. 149.
- SOLOMON SE (2010). The eggshell: strength, structure and function. *Br Poult Sci*, **51**: 52-59.
- SURAI PF (1999). Tissue-specific changes in the activities of antioxidant enzymes during the development of the chicken embryo. *Br Poult Sci*, **40**: 397-405.
- SURAI PF (2000). Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. *Br Poult sci*, **41**: 235-243.
- SURAI PF (2001). The relevance of the antioxidant system to the health and growth of the developing chick. *Aust. Poult. Sci. Sym.* 2001. Sydney, Australia. pp.126-134.
- SURAI PF (2002). Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction. Nottingham: *Nottingham Uni Press*: 5-9.
- SURAI PF, KARADAS F, PAPPAS AC, SPARKS NHC (2006). Effect of organic selenium in quail diet on its accumulation in tissues and transfer to the progeny. *Br Poult Sci*, **47**: 65-72.
- SYLTE MJ, CHANDRA LC, LOOFT T (2017). Evaluation of disinfectants and antiseptics to eliminate bacteria from the surface of turkey eggs and hatch gnotobiotic poults. *Poult Sci*, **96**: 2412-2420.

- SZABLEWSKI T, STUPER K, CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA R, KIJOWSKI J, PERKOWSKI J (2010). Ergosterol as an indicator of the presence of microscopic fungi in eggs for human consumption produced in different husbandry systems. *Poult Sci*, **89**: 2491-2493.
- TABAKOĞLU E, DURGUT R (2013). Veteriner hekimlikte oksidatif stres ve bazı önemli hastalıklarda oksidatif stresin etkileri. *Avkæ Derg*, **3**: 69-75.
- TABIB I, ONBAŞILAR EE (2019). Tavuk yumurtasında kabuk yapısı ve kabuk kalitesini etkileyen faktörler. *Tavukçuluk Araş Derg*, **16**: 48-54.
- TEBRÜN W, MOTOLA G, HAFEZ MH, BACHMEIER J, SCHMIDT V, RENFERT K, REICHEL T C, BRÜGGEMANN-SCHWARZE S, PEES M (2020). Preliminary study: Health and performance assessment in broiler chicks following application of six different hatching egg disinfection protocols. *Yildirim A, ed. PLoS ONE*.**15**: e0232825.
- TENZIN S, FERRO S, KHAN S, DEO P, TROTT DJ (2021). Spray and aerosolised pH-neutral electrochemically activated solution reduces salmonella enteritidis and total bacterial load on egg surface. *Appl Sci*, **11**: 732.
- TEZCAN Z, ÇELEN M (2020). The Effects of different formaldehyde fumigation for broiler hatching eggs on hatching results. *J Eng Technol*, **4**: 14-18.
- TONA K, BAMELIS F, DE KETELAERE B, BRUGGEMAN V, MORAES VM, BUYSE J, ONAGBESAN O, DECUYPERE E (2003). Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. *Poult Sci*, **82**: 736-741.
- TURTOI M, BORDA D (2014). Decontamination of egg shells using ultraviolet light treatment. *World's Poult Sci J*, **70**: 265-278.
- TUİK (2021). Kumes Hayvancılığı Üretimi, Aralık 2021. Erişim Adesi: [<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kumes-Hayvanciligi-Uretimi-Aralik-2021-45689>]. Erişim Tarihi: 05/03/2022.
- TÜRKER İ, İBAS T, ERTÜRK Ö (2018). Kuluçkalık yumurtaların değişik oranlarda propolis ile dezenfekte edilmesinin kuluçka sonuçları ve toplam bakteri sayısı üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Derg*, **7**: 67-74.
- TÜRKÖĞLU M, SARICA M (2014). Tavukçuluk bilimi (yetiştirme, besleme, hastalıkları), 4. Baskı, Bey Ofset Matbaacılık Ankara, 110-206.
- TONA K, BAMELIS F, DE KETELAERE B, BRUGGEMAN V, MORAES VM, BUYSE J, ONAGBESAN O, DECUYPERE E (2003). Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. *Poult Sci*. **82**: 736-741.
- UNİ Z, YADGARY L, YAIR R (2012). Nutritional limitations during poultry embryonic development. *J Appl Poult Res*, **21(1)**: 175-184.
- UPADHYAYA I, YIN HB, NAIR MS, VENKITANARAYANAN K (2017). Natural approaches for improving postharvest safety of egg and egg products. *In Producing Safe Eggs. Academic Press* 391-420.
- VAN DER WAGT I, DE JONG IC, MITCHELL MA, MOLENAAR R, VAN DEN BRAND H (2020). A review on yolk sac utilization in poultry. *Poult Sci*, **99**: 2162-2175.

- VAN MEIRHAEGHE H, DEWULF J, VAN IMMERSEEL F, VANBESELAERE B, DE GUSSEM M (2019). Transmission of poultry diseases and biosecurity in poultry production. *Biosecurity Anim Prod Vet Med*, 329-356.
- VIEIRA SL, MORAN JR ET (1998). Eggs and chicks from broiler breeders of extremely different age. *J Appl Poult Res*, **7**: 372-376.
- VIEIRA SL, ALMEIDA JG, LIMA AR, CONDE ORA, OLMOS AR (2005). Hatching distribution of eggs varying in weight and breeder age. *Brazilian J Poult Sci*, **7(2)**: 73-78.
- VON SCHANTZ T, BENSCH S, GRAHN M, HASSELQUIST D, WITZELL H (1999). Good genes, oxidative stress and condition-dependent sexual signals. *Proc Biol Sci*, **266**: 1-12.
- XIE D, WANG ZX, DONG YL, CAO J, WANG JF, CHEN JL, CHEN YX (2008). Effects of monochromatic light on immune response of broilers. *Poult Sci*, **87(8)**: 1535-1539.
- YADGARY L, CAHANER A, KEDAR O, UNİ Z (2010). Yolk sac nutrient composition and fat uptake in late-term embryos in eggs from young and old broiler breeder hens. *Poult Sci*, **89**: 2441-2452.
- YADGARY L, UNİ Z (2012). Yolk sac carbohydrate levels and gene expression of key gluconeogenic and glycogenic enzymes during chick embryonic development. *Poult Sci*, **91**: 444-453.
- YANG Z, PIRGOZLIEV VR, ROSE SP, WOODS S, YANG HM, WANG ZY, BEDFORD MR (2020). Effect of age on the relationship between metabolizable energy and digestible energy for broiler chickens. *Poult Sci*, **99**: 320-330.
- YİĞİT AA, PANDA AK, ÇERİAN G (2014). The avian embryo and its antioxidant defence system. *World's Poult Sci J*, **70**: 563-574.
- ZULKIFLI I, DASS RT, NORMA MC (1999). Acute heat-stress effects on physiology and fear-related behaviour in red jungle fowl and domestic fowl. *Can J Anim Sci*, **79**: 165-170.
- WATSON H, SALMÓN P, ISAKSSON C (2018). Maternally derived yolk antioxidants buffer the developing avian embryo against oxidative stress induced by hyperoxia. *J Exp Biol*, **221**: 179465.
- WELLS JB, COUFAL CD, PARKER HM, KIESS AS, YOUNG KM, MCDANIEL CD (2011). Hatchability of broiler breeder eggs sanitized with a combination of ultraviolet light and hydrogen peroxide. *Int J Poult Sci*, **10**: 320-324.
- WELLS JB, COUFAL CD, PARKER HM, MCDANIEL CD (2010). Disinfection of eggshells using ultraviolet light and hydrogen peroxide independently and in combination. *Poult Sci*, **89**: 2499-2505.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Kararı



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul

HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU KARARI

TOPLANTI TARİHİ : 27/10/2021
TOPLANTI NO : 2021-18
DOSYA NO : 2021-107
KARAR NO : 2021-18-165

Yürütücülüğünü Üniversitemiz Veteriner Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Ebru ONBAŞILAR'ın yaptığı; araştırmacı olarak Doç. Dr. Buket BAKIR, Öğr. Gör. Seyyide SARIÇAM İNCE ve Frantogoma COULİBALY'nin katıldığı "Kuluçkalık yumurtalarda dezenfeksiyon amacıyla formaldehit ile UV ışın kullanımının kabuk mikrobiyel yükü, kuluçka ve civciv özelliklerine etkilerinin karşılaştırılması" başlıklı araştırma projesinin içeriği Kurulumuzun 13/10/2021 tarihli toplantısında alınan 2021-17-154 sayılı kararı uyarınca düzeltilmiş şekli ile yeniden görüşülmüştür. Söz konusu çalışma Üniversite Senatosunun 12/2/2016 tarih ve 430/3642 sayılı kararı ile kabul edilen ve Hayvan Deneyleri Merkezi Etik Kurulu'nun 19/2/2016 tarih ve 42 sayılı kararı ile onaylanan "Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Yönergesi" nin 7-h maddesi kapsamında değerlendirilmiş ve çalışmanın Etik Kurul iznine tabi olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.

Geçerlilik Süresi : 01/12/2021-01/06/2022

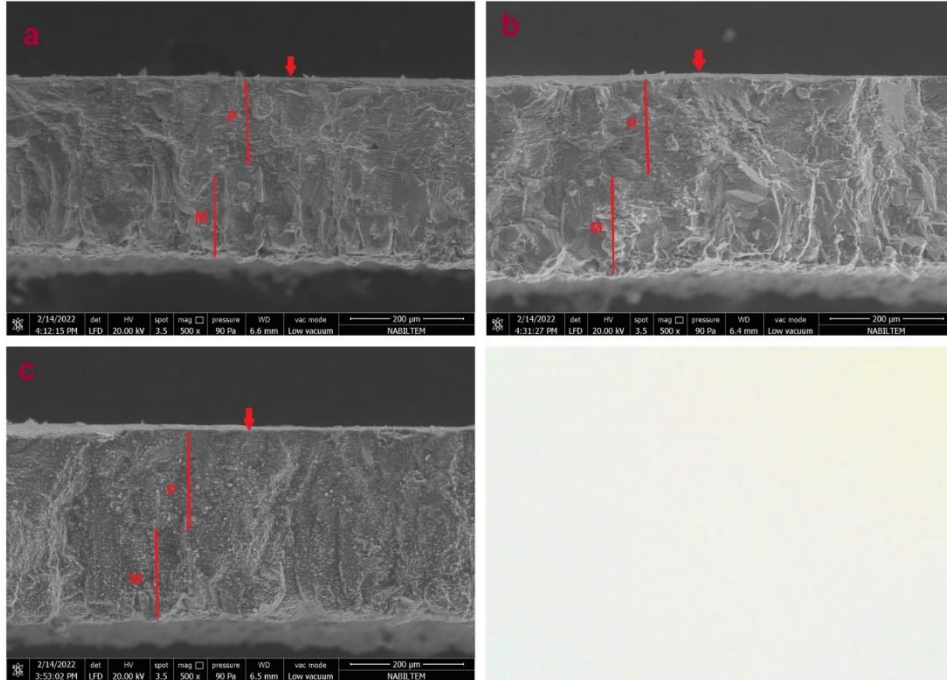
ETİK KURUL ÜYELERİ				
Unvanı / Adı / Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İmza
Prof. Dr. M. Taner KARAOĞLU (Başkan)	Viroloji Anabilim Dalı	Veteriner Fakültesi	E	
Prof. Dr. Tanju ÖZÇELİKAY (Başkan Vekili)	Farmakoloji Anabilim Dalı	Eczacılık Fakültesi	E	
Prof. Dr. Emine DEMİREL YILMAZ (Üye)	Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Tıp Fakültesi	K	
Prof. Dr. Nuri YİĞİT (Üye)	Zooloji Anabilim Dalı	Fen Fakültesi	E	
Prof. Dr. Mine KIRKAĞAÇ (Üye)	Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü	Ziraat Fakültesi	K	
Doç. Dr. Gülnur GÖLLÜ BAHADIR (Üye)	Çocuk Cerrahisi Anabilim Dalı	Tıp Fakültesi	K	
Doç. Dr. Halit KANCA (Üye)	Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı	Veteriner Fakültesi	E	

Doç. Dr. Neşe Nuray TOPRAK (Üye)	Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı	Ziraat Fakültesi	K	
Dr. Vet. Hek. Nigar YERLİKAYA (Üye)	Veteriner Hekimliği Tarihi ve Deontoloji Anabilim Dalı	Veteriner Fakültesi	K	
Dr. Vet. Hek. Gürbüz ERTÜRK (Üye)	Active Veteriner Sağlık Merkezi	Serbest	E	
Uzm. Vet. Hek. Hüseyin DEDE (Üye)	Veteriner Hekimler Derneği	Serbest	E	
Uzm. Vet. Hek. Attila İŞGÖREN (Üye)	Deney Hayvanları Yetiştirme ve Araştırma Laboratuvarı	Tıp Fakültesi	E	
Fatma Aysun COŞKUN (Üye)	İktisat	Serbest	K	

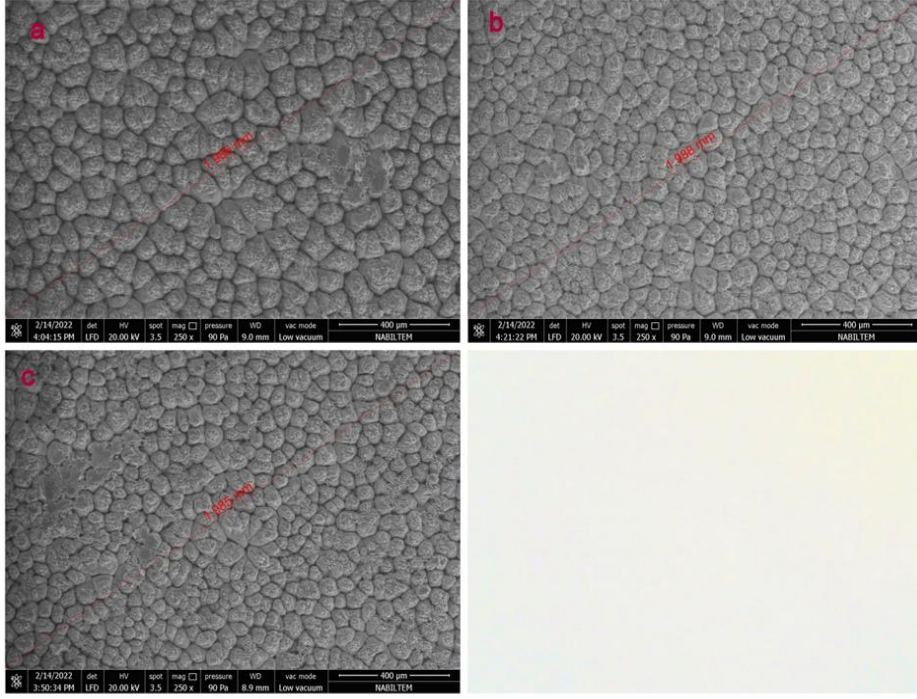
Ek 2. Araştırmayla İlgili Bazı Fotoğraflar



Fotoğraf 1. Embriyonik dönemin 14. gününde embriyo gelişimi (soldaki formaldehitte fumigasyon sağdaki de UV ile dezenfeksiyon grubu).



Fotoğraf 2. Yumurta kabuk tabakalarının genel görünümü. Dezenfeksiyon yapılmayan grup (a), formaldehit ile fumigasyon yapılan grup (b), UV ile dezenfeksiyon yapılan grup (c). Mememsi (M), süngerimsi (P) ve Vertikal (ok) tabakalar. SEM.



Fotoğraf 3. Koni membranlarının görünümü. Dezenfeksiyon yapılmayan grup (a), formaldehit ile fumigasyon yapılan grup (b), UV ile dezenfeksiyon yapılan grup (c). SEM.