



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

ZOOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**TAVUK VE BILDİRCİNLARDA KULUÇKA KOŞULLARININ VE
GENETİK FAKTÖRLERİN KULUÇKA ÖZELLİKLERİ VE
CİNSİYET ORANINA ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

ESRA ÜNBAŞ

Tez Danışmanı

PROF. DR. TÜRKER SAVAŞ

ÇANAKKALE – 2025



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**TAVUK VE BILDIRCINLARDA KULUÇKA KOŞULLARININ VE GENETİK
FAKTÖRLERİN KULUÇKA ÖZELLİKLERİ VE CİNSİYET ORANINA
ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

ESRA ÜNBAŞ

Tez Danışmanı

PROF. DR. TÜRKER SAVAŞ

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: FDK-2022-3891

ÇANAKKALE – 2025



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Esra ÜNBAŞ tarafından Prof. Dr. Türker SAVAŞ yönetiminde ve Dr. Öğr. Üyesi Coşkun KONYALI ikinci danışmanlığında hazırlanan ve **18/02/2025** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Tavuk ve Bildircinlarda Kuluçka Koşullarının ve Genetik Faktörlerin Kuluçka Özellikleri ve Cinsiyet Oranına Etkileri**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Zootekni Anabilim Dalı**’nda **DOKTORA TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Türker SAVAŞ

.....

(Danışman)

Prof. Dr. Eser Kemal GÜRCAN

.....

Doç. Dr. Demir ÖZDEMİR

.....

Doç. Dr. Cemil TÖLÜ

.....

Dr. Öğr. Üyesi Baver COŞKUN

.....

Tez No : 10709507

Tez Savunma Tarihi : 18/02/2025

Doç. Dr. Melis ULU DOĞRU
Enstitü Müdürü

.././20..

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarımı kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Esra ÜNBAŞ

18/02/2025

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, bir an olsun yardımlarını esirgemeyen, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan ve gelecekteki mesleki hayatımda da verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Türker SAVAŞ'a, çalışmamda bana rehberlik eden, desteğini ve bana olan güvenini bir an olsun benden esirgemeyen teŐekkürlerin az kalacağı ikinci danışmanım Dr. Oğr. Üyesi Coşkun KONYALI'ya ve çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen, hayatımın her evresinde bana destek olan bu hayattaki en büyük Őansım olan değerli aileme sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Esra NBAŐ
anakkale, Őubat 2025

ÖZET

TAVUK VE BILDİRCİNLERDE KULUÇKA KOŞULLARININ VE GENETİK FAKTÖRLERİN KULUÇKA ÖZELLİKLERİ VE CİNSİYET ORANINA ETKİLERİ

Esra ÜNBAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Türker SAVAŞ

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Coşkun KONYALI

18/02/2025, 101

Bu çalışma, tavuk ve bildircin embriyolarının farklı kuluçka dönemlerinde soğuk stresine karşı tepkilerini ve bildircinlerde embriyo kayıplarının genetik varyasyon sebeplerini incelemektedir. Tez çalışması tavuk ve bildircinlerde toplam 4 farklı genotip kullanılarak 3 ayrı çalışmada yürütülmüştür. İlk çalışmada 3 yumurtacı; ikincisinde 2 yumurtacı ve 1 etlik genotip; son çalışmada ise Japon bildircinleri kullanılmıştır. İlk çalışma 15 °C’de erken dönem 4 saat (G1), geç dönem 4 saat (G2) ve her iki dönem 8 saat (G3) gruplarından oluşmuştur. İkinci çalışmada yumurtalar erken dönemde 6 saat (EDU1), 12 saat (EDU2) ve 18 saat (EDU3) boyunca 10 °C’de muhafaza edilmiştir. Geç dönemde 6 saat (GDU1), 12 saat (GDU2) ve 18 saat (GDU3) boyunca 10 °C sıcaklık uygulanmıştır. Bildircinlerde, 6 saat (BU1), 18 saat (BU2) ve 36 saat (BU3) boyunca 10 °C’de soğutma uygulanmıştır. Tavuk kontrol (K) ve bildircin kontrol (BK) gruplarına standart kuluçka koşulları uygulanmıştır. Genetik etkiler için de bildircinlerde 81 baba ve 130 anadan oluşan, 11 kuluçka dönemi incelenmiştir.

Soğuk uygulamasının tavuk ve bildircinlerde çıkım ağırlığına (ÇA) etkisi gözlemlenmemiştir ($P>0,05$). Çıkım gücü bakımından gruplar arasında farklılık gözlenmezken ($P>0,05$), genotip etkisi önemlidir ($P<0,0001$). Soğuk uygulaması tavuk ve bildircinlerde kuluçka süresini uzatmıştır ($P<0,0001$). Bildircinlerde ÇA ilişkin direkt h^2 $0,15\pm 0,07$ ve anasal h^2 ise $0,67\pm 0,10$ olarak tahminlenmiştir. Toplam embriyo kaybı (TEK) h^2 $0,19\pm 0,01$ olarak bulgulanmıştır. TEK üzerinde yapılacak seçimin orta ($r_g=0,59$) ve geç

($r_g=0,58$) dönemde yavaş ama olumlu etkisi gözlenmiştir. Embriyo kaybı ve cinsiyet oranı bakımından genotip çevre etkileşimi önemlidir. Embriyolar, buldukları çevre koşullarına göre farklı genleri aktive edebilmekte veya baskılayabilmekte ve bu koşullara tolerans gösterebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Embriyo Kaybı, Cinsiyet Oranı, Cıvıv Kalitesi, Kuluçka Sıcaklığı, Genetik Parametre Tahmini



ABSTRACT

EFFECTS OF INCUBATOR CONDITIONS AND GENETIC FACTORS ON HATCHING TRAITS AND SEX RATIO IN CHICKENS AND QUAILS

Esra ÜNBAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Doctoral Dissertation in Animal Science

Advisor: Prof. Dr. Türker SAVAŞ

Co-Advisor: Asst. Prof. Dr. Coşkun KONYALI

18/02/2025, 101

This study examines the responses of chicken and quail embryos to cold stress during different incubation periods and investigates the genetic variation reasons for embryo losses in quails. The thesis was conducted in three separate studies using a total of four different genotypes in chickens and quails. The first study used three laying genotypes; the second used two laying genotypes and one broiler genotype; and the final study used Japanese quails. The first study consisted of groups exposed to 15 °C for 4 hours in the early period (G1), 4 hours in the late period (G2), and 8 hours in both periods (G3). In the second study, eggs were stored at 10 °C for 6 hours (EDU1), 12 hours (EDU2), and 18 hours (EDU3) during the early period. During the late period, 6 hours (GDU1), 12 hours (GDU2), and 18 hours (GDU3) of 10 °C exposure were applied. For quails, cooling at 10 °C was applied for 6 hours (BU1), 18 hours (BU2), and 36 hours (BU3). Standard incubation conditions were applied to the chicken control (K) and quail control (BK) groups. For genetic effects, 11 incubation periods were examined in quails, consisting of 81 sires and 130 dams.

The cold application did not affect the hatching weight (HW) in chickens and quails ($P>0.05$). While no differences were observed among the groups in terms of hatchability ($P>0.05$), the genotype effect was significant ($P<0.0001$). Cold treatment prolonged the incubation period in both chickens and quails ($P<0.0001$). In quails, the direct heritability (h^2) for HW was estimated at 0.15 ± 0.07 , and the maternal heritability was 0.67 ± 0.10 . The total embryo loss (TEL) heritability was found to be 0.19 ± 0.01 . Selection for TEL showed a slow but positive effect in the middle ($r_g=0.59$) and late ($r_g=0.58$) periods. Genotype-

environment interaction was significant for embryo loss and sex ratio. Embryos can activate or suppress different genes depending on their environmental conditions and can develop tolerance to these conditions.

Keywords: Embryo Loss, Sex Ratio, Chick Quality, Incubation Temperature, Genetic Parameter Estimation



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

4

2.1. Kuluçka.....	4
2.1.1. Kuluçka Sıcaklığı.....	5
2.1.2. Hava bağıl nemi (BN).....	6
2.1.3. Yumurtaların çevrilmesi.....	7
2.1.4. Havalandırma.....	8

2.2.	Embriyo Ölümleri.....	8
2.3.	Cinsiyet Oranı.....	12
2.4.	Genotip Çevre Etkileşimi.....	17

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
MATERYAL YÖNTEM

		20
3.1.	Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması Ön Denemesi	20
	3.1.1. Deneme Düzeni.....	20
	3.1.2. Kuluçka özellikleri.....	21
	3.1.3. İstatistiksel Analizler.....	25
3.2.	Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Erken Dönem ve Geç Dönem Soğuk Stresi Uygulaması.....	26
	3.2.1. Deneme Düzeni.....	26
	3.2.2. İstatistiksel Analizler.....	28
3.3.	Kuluçkadaki Bıldırcın Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması.....	29
	3.3.1. Deneme Düzeni.....	29
	3.3.2. İstatistiksel Analizler.....	31
3.4.	Bıldırcınlarda Embriyo Kayıplarının Genetik Parametre Tahmini.....	31
	3.4.1. Deneme Düzeni.....	31
	3.4.2. İstatistiksel Analizler.....	32
3.5.	Genotip*Kuluçka Sıcaklığı Etkileşiminin Cıvciv Kalitesi, Kuluçka Kalitesi ve Cinsiyet Oranına Etkisi.....	35
	3.5.1. Deneme Düzeni.....	35
	3.5.2. İstatistiksel Analizler.....	35

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI

	39
4.1. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması Ön Denemesi.	39
4.2. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Erken Dönem Soğuk Stresi Uygulaması	44
4.3. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Geç Dönem Soğuk Stresi Uygulaması...	51
4.4. Kuluçkadaki Bıldırcın Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması.....	57
4.5. Bıldırcınlarda Embriyo Kayıplarının Genetik Parametre Tahmini.....	63
4.6. Genotip X Kuluçka Sıcaklığı Etkileşiminin Cıvciv Kalitesi, Kuluçka Kalitesi ve Cinsiyet Oranına Etkisi.....	72
4.7. Tartışma.....	77
4.7.1. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması.....	77
4.7.2. Kuluçkadaki Bıldırcın Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması.....	79
4.7.3. Bıldırcınlarda Embriyo Kayıplarının Genetik Parametre Tahmini.....	80
4.7.4. Genotip*Kuluçka Sıcaklığı Etkileşiminin Cıvciv Kalitesi, Kuluçka Kalitesi ve Cinsiyet Oranına Etkisi.....	81

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ ve ÖNERİLER

	83
5.1. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması.....	83
5.2. Kuluçkadaki Bıldırcın Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması.....	84
5.3. Bıldırcınlarda Embriyo Kayıplarının Genetik Parametre Tahmini.....	84
5.4. Genotip*Kuluçka Sıcaklığı Etkileşiminin Cıvciv Kalitesi, Kuluçka Kalitesi ve Cinsiyet Oranına Etkisi.....	85
KAYNAKÇA	86
ÖZGEÇMİŞ	I

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	Santigrat derece
BN	Bağıl Nem
O ₂	Oksijen
G	Gram
G*Ç	Genotip Çevre Etkileşimi
V _p	Fenotipik Varyans
V _g	Genotipik Varyans
V _e	Çevre Varyansı
2COV _{ge}	Genotipler ve Çevre Arasındaki Kovaryans
V _{ge} ,	Genotip ve Çevre Arasındaki Etkileşim Varyansı
SH	Standart Hata
SS	Standart Sapma
EDÖ	Erken Dönem Embriyo Ölümleri
ODÖ	Orta Dönem Embriyo Ölümleri
GDÖ	Geç Dönem Embriyo Ölümleri
ÇA	Çıkım Ağırlığı
TEK	Toplam Embriyo Kaybı
DIC	Sapma Bilgi Kriteri
ÇG	Çıkım Gücü

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Kuluçkada soğuk stresine ilişkin ön çalışmanın deneme düzeni	20
Tablo 2	Kuluçkanın erken dönemi uygulanan soğuk stresine ait deneme düzeni	27
Tablo 3	Geç dönemde uygulanan soğuk stresine ait deneme düzeni	28
Tablo 4	Bıldırcınlarda uygulanan soğuk stresine ilişkin deneme düzeni	30
Tablo 5	Deneme materyaline ilişkin sayısal veriler	32
Tablo 6	Grup ve genotiplere göre 0. ve 18. gün yumurta ağırlıkları ve civcivlerin yumurtadan çıkım ağırlıklarına ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}) parantez içinde standart hataları ve önem seviyeleri (P), g	39
Tablo 7	Oransal yumurta ağırlık kaybı (%) bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)	40
Tablo 8	Çıkım gücü bakımından ele alınan faktörlere ilişkin regresyon katsayıları (b), standart hataları (SH), odds oranları (Ψ) ve P değerleri	41
Tablo 9	Grup ve genotiplere göre çıkım gücüne ilişkin frekans değerleri	41
Tablo 10	Grup ve genotiplere göre erkek olma olasılığına ait regresyon katsayıları (b), standart hataları (SH), odds oranları (Ψ) ve önem seviyeleri (P değeri)	42
Tablo 11	Uygulama ve genotipin cinsiyet üzerindeki etkisine ilişkin yüzde değerleri (%) ve önem seviyeleri (P -değerleri)	42

Tablo 12	Grup ve genotiplere göre civciv kalitesine ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}) standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)	43
Tablo 13	Kuluçka süresi bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)	43
Tablo 14	Grup*genotip interaksiyon bakımından kuluçka sürelerine ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}) ve bunlara ait standart hatalar (SH)	44
Tablo 15	Grup ve genotiplere göre 0. ve 18. gün yumurta ağırlıkları ve civcivlerin yumurtadan çıkım ağırlıklarına ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), parantez içinde standart hataları ve önem seviyeleri (P)	45
Tablo 16	Oransal yumurta ağırlık kaybı (%) bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)	46
Tablo 17	Çıkım gücü bakımından ele alınan faktörlere ilişkin regresyon katsayıları (b), standart hataları (SH), odds oranları (Ψ) ve P değerleri	47
Tablo 18	Grup ve genotiplere göre çıkım gücüne ilişkin oransal değerler, %	47
Tablo 19	Grup ve genotiplere göre erkek olma olasılığına ilişkin regresyon katsayıları (b), standart hataları (SH), odds oranları (Ψ) ve önem seviyeleri (P -değeri)	48
Tablo 20	Gruplara ilişkin cinsiyet oranları (%) ve önem seviyeleri (P -değeri)	49
Tablo 21	Kuluçka süresi bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P -değeri)	49

Tablo 22	Grup ve genotiplere göre 0. ve 18. gün yumurta ağırlıkları ve civcivlerin yumurtadan çıkım ağırlıklarına ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), parantez içinde standart hataları ve önem seviyeleri (P)	52
Tablo 23	Oransal yumurta ağırlık kaybı (%) bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)	53
Tablo 24	Çıkım gücü bakımından ele alınan faktörlere ilişkin regresyon katsayıları (b), standart hataları (SH), odds oranları (Ψ) ve P değerleri	54
Tablo 25	Grup ve genotiplere göre çıkım gücüne ilişkin oransal değerler (%)	54
Tablo 26	Grup ve genotiplere göre erkek olma olasılığına ilişkin regresyon katsayıları (b), standart hataları (SH), odds oranları (Ψ) ve önem seviyeleri (P -değeri)	55
Tablo 27	Gruplara ilişkin cinsiyet oranları (%) ve P değerleri	55
Tablo 28	Grup ve genotiplere göre embriyo kayıp dönemlerine ait oransal değerler (%)	56
Tablo 29	Kuluçka süresi bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)	57
Tablo 30	Gruplara göre 0. ve 15. gün yumurta ağırlıkları ve palazların yumurtadan çıkım ağırlıklarına ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)	58
Tablo 31	Oransal yumurta ağırlık kaybı (%) bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)	58

Tablo 32	Çıkım gücü bakımından gruplara ilişkin regresyon katsayıları (b), standart hataları (SH), odds oranları (Ψ) ve önem seviyeleri (P -değeri)	59
Tablo 33	Gruplara göre erkek olma olasılığına ilişkin regresyon katsayıları (b), odds oranları (Ψ) ve P değerleri	61
Tablo 34	Gruplara ilişkin cinsiyet oranları ve P değerleri	61
Tablo 35	Kuluçka süresi bakımından gruplara göre en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)	62
Tablo 36	Çıkım ağırlığına ilişkin kuluçka partilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler	63
Tablo 37	Embriyo ölüm dönemlerine ait kuluçka partilerine göre mutlak sıklıklar	63
Tablo 38	Çıkım ağırlığı (ÇA), embriyo ölüm dönemleri (ED,OD,GD) ve kuluçka özelliklerine (TEK, ÇG) ilişkin genetik varyans, kovaryans ve DIC değerleri	64
Tablo 39	Çıkım ağırlığı, embriyo ölüm dönemleri (ED,OD,GD) ve kuluçka özelliklerine (TEK, ÇG) ilişkin direkt (h^2_d) ve anasal kalıtım dereceleri (h^2_m) ve standart sapmalar (parantez içindeki değerleri)	67
Tablo 40	Çıkım ağırlığının (ÇA) ilgili özellikler arasındaki direkt genetik etkiler (r_d) ve anasal genetik etkiler (r_m) arası genetik korelasyonlar ve standart sapmalar (parantez içindeki değerleri)	69
Tablo 41	Erken dönem embriyo ölümleri (EDÖ) ile ilgili özellikler arasındaki direkt genetik etkiler (r_d) ve anasal genetik etkiler (r_m) arası genetik korelasyonlar ve standart sapmalar (parantez içindeki değerleri)	70
Tablo 42	Orta dönem embriyo ölümleri ile ilgili özellikler arasındaki direkt genetik etkiler (r_d) ve anasal genetik etkiler (r_m) arası genetik	71

	korelasyonlar ve standart sapmalar (parantez içindeki değerleri)	
Tablo 43	Geç dönem embriyo ölümleri ile ilgili özellikler arasındaki direkt genetik etkiler (r_d) ve anasal genetik etkiler (r_m) arası genetik korelasyonlar ve standart sapmalar (parantez içindeki değerleri)	71
Tablo 44	Özellikler arası çıkım ağırlığına ilişkin varyans, kovaryans ve DIC değerleri	72
Tablo 45	Çıkım ağırlığına ilişkin kuluçka soğuk stresi çevreleri arası genetik korelasyonlar (r) ve standart sapmaları (SS)	74
Tablo 46	Embriyo kayıplarına ilişkin gruplara göre genetik parametreler ve DIC değerleri	74
Tablo 47	Embriyo kayıplarına ilişkin genetik korelasyon ve standart sapma	75
Tablo 48	Cinsiyete ilişkin gruplara göre genetik varyanslar ve DIC değeri	76
Tablo 49	Cinsiyete ilişkin gruplar arası genetik korelasyon ve standart sapma	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Ayrı bölmelerde çıkımı gerçekleşen Brown Nick genotipine ait civcivler	22
Şekil 2	Ayrı bölmelerde çıkımı gerçekleşen Nick Chick genotipine ait civcivler	22
Şekil 3	Tinted Coral genotipine ait bir günlük civcivler	23
Şekil 4	Erken döneme ait embriyonik ölüm	24
Şekil 5	Orta döneme ait embriyonik gelişim	24
Şekil 6	Geç dönemde gerçekleşen embriyonik ölümler	25
Şekil 7	Gruplara göre çıkım gücüne ilişkin oransal değerler	59
Şekil 8	Embriyo kaybı dönemlerine göre gruplara ilişkin oransal değerlerin değişimi	61
Şekil 9	Toplam embriyonik kayba (TEK) ait direkt kalıtım derecesi sonsal dağılımlar	66
Şekil 10	Toplam embriyonik kayba (TEK) ait anasal kalıtım derecesi sonsal dağılımlar	66

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Kanatlılarda genetik materyali taşıyan döllü yumurtadan sağlıklı birey çıkabilmesi için, yumurtanın gereksinim duyduğu belirli koşullara maruz kalması gerekmektedir. Kuluçka olarak adlandırılan bu süreç doğada çoğu zaman gürk olan ana tarafından yönetilirken, günümüzde dizayn edilmiş inkübasyon ya da diğer bir tanımla kuluçka makineleri tarafından gerçekleştirilmektedir.

Döller yumurtadan embriyo gelişerek sağlıklı bir yavru gelişimi için kuluçka koşullarının optimum düzeyde olması gerekmektedir. Türe göre farklılaşan bu optimal koşullar sıcaklık, nem, havalandırma ve yumurtaların çevrilmesi kuluçka için başlıca çevresel faktörlerdir.

Kuluçkada sıcaklık en önemli faktörlerden biridir ve gelişen embriyo çevre sıcaklığına karşı çok hassastır. İyi bir embriyo gelişiminin sağlanabilmesi ve kaliteli civciv elde edilmesi için inkübatör sıcaklığı kritik önem taşımaktadır.

Doğal koşullarda kuluçkaya yatan ebeveyn kimi zaman yuvadan ayrılmakta ve yumurta sıcaklıkları düşebilmektedir. Buna rağmen belirli süre sonra yumurtalardan canlı yavrular çıkabilmektedir. Yapay kuluçkada sürekli uygulanan sabit sıcaklık ile doğal kuluçka koşulları bu bakımdan ayrışabilmektedir.

Kanatlılarda embriyonik ölümler üç aşamada incelenmektedir. Söz konusu aşamalar embriyo gelişiminin farklı evrelerinde oluşmakta ve nedenleri de farklılık göstermektedir. Erken dönemde embriyo ölümlerinin meydana gelmesinde büyük oranda yumurta ve spermin yaşı ile depolama koşulları etkilidir. Orta dönemde meydana gelen embriyo ölümleri kuluçka aksaklıklarından, geç dönemde meydana gelen embriyo ölümleri ise genetik malformasyonlara ya da inkübasyon koşullarından kaynaklanmaktadır (Larivière vd., 2009). Embriyo gelişiminin başladığı ilk günlerde çok sayıda genetik ve fizyolojik olay meydana

gelmektedir. Bu yüzden de embriyonik ölüm evreleri, embriyo metabolizmasındaki değişikliklerle ilişkili olabilmektedir (Jassim vd., 1996).

Hermafrodit olmayan türler popülasyonda her iki cinsiyeti de eşit sayıda üretme eğilimindedirler (Darwin, 1871). Belirli koşullar altında cinsiyet oranının bu eşitlikten sapabileceğini ve bunun bazı durumlarda bir avantaj sağlayabileceği öne sürülmüştür (Charnov, 1989). Cinsiyet oranı teorisine göre dişi veya erkek yavru üretmenin etkileri farklı olduğundan bir cinsiyetin hayatta kalma ve üreme başarısı değişmekte ve analar daha yüksek adaptasyon yeteneği olan cinsiyetten daha fazla yavru üretme eğilimindedir (Tölü vd., 2007). Cinsiyet oranından sapmaların altında yatan mekanizmalar tam olarak anlaşılmamıştır. Dişi kuşların hem doğal hem de deneysel koşullar altında yavrularının cinsiyet oranını manipüle ettiği bilinmektedir. Cinsiyet oranında yaşanan sapmanın birincil cinsiyet oranından mı yoksa ikincil cinsiyet oranındaki sapmadan mı kaynaklandığı genellikle net değildir. İkincil cinsiyet oranından sapma yumurtadan çıkan yavruların cinsiyet oranı olup genellikle cinsiyete özgü embriyo ölümleri nedeniyle meydana gelmektedir (Love vd., 2008; Li vd., 2008). Embriyonik ölüm dönemlerinin ne zaman meydana geldiğini araştırmak, cinsiyete dayalı ölüm mekanizmalarını anlamaya yardımcı olabilir. Cinsiyete bağlı embriyonik ölümlerin kuluçka sıcaklığından veya embriyonik fizyolojideki cinsiyete özgü farklılıklardan kaynağını alıp almadıkları bilinmemektedir.

Yumurtacı tavuklarda erkek civcivler ekonomik olarak besi için kullanıma uygun olmadığı için uzun süren bir yaşama sahip değillerdir. Bunların çoğu (%85) evcil hayvan maması veya hayvanat bahçesi hayvanları için yem olarak kullanılsa da, günlük yaşta civcivlerin öldürülmesi etik bir sorun olarak tartışılmaktadır. Bu ve bunun gibi diğer sorunlar nedeniyle olası üretim sistemi değişikliklerine bağlı olarak yumurta endüstrisinin sürdürülebilirliği tartışılmaktadır (Mench vd., 2011). Bu gerçekler, yumurta endüstrisi için sürdürülebilir çözümlere duyulan ihtiyacı göstermektedir. Sağlık, refah ve üretimi olumsuz etkilemeden yumurta tavukçuluğu endüstrisinde öldürülen günlük erkek civciv sayısını azaltmanın yollarını bulmak önemlidir. Etik olarak kabul edilebilir ve sürdürülebilir üretim yöntemlerinin geliştirilmesiyle ve uygulanmasıyla bir günlük erkek yumurtacı civcivlerin itlafını engellemek mümkün olabilir.

Tezin konusu kapsamında farklı embriyonik gelişim dönemlerinde uygulanacak olan soğuk stresinin farklı genotipler üzerinde nasıl bir tepki oluşturacağı konusunda bilgi edinilmesi ve bıldırcınlarda embriyo kayıplarına ilişkin eklemeli genetik ve anasal genetik varyasyonunun büyüklüklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca cinsiyet oranının manipüle etmenin olanaklı olup olmadığı araştırılmıştır. Bu açıdan tez kapsamında aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Kuluçka sırasında yumurtaların farklı embriyonik dönemlerde soğuğa maruz kalması çıkım randımanı, civciv/palaz kalitesi ve cinsiyet oranını nasıl etkilemektedir?
2. Embriyo kayıplarında eklemeli genetik, anasal genetik ve anasal çevrenin payı nedir?
3. Cinsiyet oranında eklemeli genetik varyasyonun payı nedir?

Bu tez projesinde yukarıdaki sorulara yanıt bulmak için şu çalışmalar yapılarak bir araya getirilmiştir.

1. Kuluçka Sırasında Soğuk Stresinin Tavuklarda Embriyo Gelişimi ve Cinsiyet Oranına Etkileri
2. Kuluçka Sırasında Soğuk Stresinin Bıldırcınlarda Embriyo Gelişimi ve Cinsiyet Oranına Etkileri
3. Bıldırcınlarda Embriyo Kayıplarının Genetik Parametrelerinin Tahmini
4. Bıldırcınlarda Cinsiyet Oranının Genetik Parametre Tahmini
5. Genotip X Kuluçka Sıcaklığı Etkileşiminin Civciv Kalitesi, Kuluçka Kalitesi ve Cinsiyet Oranına Etkisi

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Kuluçka

Kuluçka, döllenmenin gerçekleşerek canlı ve sağlıklı yavru çıkana kadar embriyonik gelişimin teşvik edilmesi ve gereksinim duyduğu optimum çevre koşullarını (sıcaklık, nem, yumurtaların çevrilmesi ve havalandırma) sağlama işlemidir. Doğal ya da yapay olabilen kuluçkada gereksinim duyulan çevre koşulları türlere göre değişmektedir. Embriyoların, ontogenetik gelişim sırasında fiziksel faktörlerin etkilerinin kümes hayvanlarının fenotipi üzerinde etkisi hakkında birçok araştırma yapılmaktadır.

Başarılı bir kuluçka için öncelikle çalışılan türe ait biyolojinin ve buna bağlı olarak embriyonun gereksinimlerini anlaşılması gerekmektedir. Buna bağlı olarak da embriyonun gereksinimlerini karşılayacak şekilde embriyonik çevre ayarlanmalıdır. Embriyonun gereksinimlerini anlamak için teorik olarak tavuğun kuluçka sürecini nasıl yaptığına bakmak doğal kuluçka sürecini gözlemlemek yol gösterecektir. Doğal kuluçka koşullarında ananın, özellikle yumurtaların sıcaklığı ve döndürülmesiyle ilgilendiği görülmektedir. Tavuklarda 10 yumurtalık bir yuvada ilk yumurta en az 10 gün beklemek zorunda ve anne bu süre zarfında depolama sıcaklığı ve nem gibi koşulları kontrol etmemektedir. Ama kuluçka başladığında, sıcaklığı gereken seviyede tutmaya ve düzenli aralıklarla yumurtaları çevirmeye odaklanmaktadır (Tzschentke ve Rumpf, 2011).

Yapay kuluçka prensiplerinin temeli yüzyıllar önce atılmıştır. Tarihsel kayıtlara bakıldığında yapay kuluçka için bilinen en eski yöntemin Mısırlıların icadı olduğu ve Mısırlıların tavuk yumurtalarını çıkarmak bir tür 'fırın' kullandıklarını ve yumurtalardan civciv çıkması için fırınlarda deve gübresi yaktıkları bilinmektedir. Mısırlıların kuluçka yöntemlerine dair bilgi yaklaşık olarak 1356 yılına ait 'The Travels of Sir John Mandeville' adlı kitaptan gelmektedir. Yumurtaların, merkezi bir koridorla ayrılmış ve rögarlardan erişilebilen fırınlara benzer kuluçka odalarına bölünmüş "kuluçka evi" olarak adlandırılan

kerpiç binalarda kuluçka edildiği bilinmektedir. Yumurta odalarının üst kısmında, alttaki yumurtaları ısıtmak amaçlı samanla karıştırılmış, kurutulmuş ve sıkıştırılmış inek dışkısı veya deve dışkısı yakmak için raflar bulunmaktaydı.

Çatıda bulunan havalandırma delikleri ise, yakılan ateşten çıkan dumanın dışarı çıkmasını sağlıyordu. Her gün yumurtalar çevrilir, ihtiyaç duyulduğunda daha sıcak veya daha serin bir yere aktarılır ve ateş yakılmadığında kısmen üst kata transfer edilirdi. Bu ilkel kuluçka sisteminde, inkübatörünün sorumlusu olan kişi, yumurtayı yanak veya göz kapağına tutularak yumurtaların sıcaklığını kontrol ederdi. Kuluçka odalarındaki sıcaklık kontrolü havalandırma deliklerinin açılması ile gerçekleştiriliyordu. Nem ise, günde iki kez elle çevrilen yumurtaların üzerine nemlendirilmiş jüt yerleştirilerek kontrol ediliyordu. İnkübe edilen yumurtaların üçte ikisi kuluçkadan çıkardı. O zamandan beri birçok mucit, Antik Mısır'da kullanılan yöntemeye dayalı bir kuluçka makinesi yapmaya çalıştı. İlk bilinen deneme, 1588 yılında İtalya'dan Jean Baptiste Della Porta tarafından yapılmıştır. Ancak İspanyol Engizisyonu sırasında çalışmasını terk etmek zorunda kalmıştır. Daha sonraları 1881'de Hearson tarafından kuluçka makinesi üretildikten sonra civciv üretimi hız kazanmış ve otomatikleşmeye başlamıştır (Corti ve Vogelaar, 2012).

2.1.1. Kuluçka Sıcaklığı

Kuluçka sürecinde sıcaklığın embriyonik gelişim üzerinde belirleyiciliği bilinmektedir. Yumurtalar, farklı sıcaklıklara maruz bırakılarak embriyonik gelişim desteklenebilir, engellenebilir veya geciktirebilir. Bu bağlamda sıcaklık kuluçkanın en önemli çevre koşullarından birisidir. Sıcaklık sadece kuluçka aşamasında değil yumurtlamayla birlikte etkisi önem arz etmektedir. Bu yüzden de depolama sürecini kapsayan çevresel sıcaklık koşulları da önemlidir. Depolama sırasında sıcaklık düşürülerek embriyonik gelişim durdurulmakta yumurtaların tekrar ısıtılması ile de embriyonik gelişim başlamaktadır. Kuluçka sıcaklığının manipüle edilmesi, civciv talebine göre yumurtadan çıkışın planlanmasını veya ertelenmesini sağlamaktadır (Freeman ve Vince, 1974; Decuypere ve Michels, 1992; Meijerhof, 2009).

Doğal kuluçka sürecinde, yumurtalar genellikle yuvada sıcaklık dalgalanmalarına maruz kalırlar. Bu dalgalanmalar, çevresel sıcaklık değişikliklerinden veya ebeveynlerin yumurtalara ilgisindeki değişikliklerden kaynaklanabilir. Kuluçkanın yaklaşık 12. gününde, embriyo tam olarak koryoallantoik membranın gelişimi öncesi dönemde yumurtanın tavukla temas halinde olan kısmı ile yuvada bulunan kısmı arasındaki kan akışını yönlendirerek iç sıcaklığını düzenlemektedir (Tzschentke ve Nichelmann, 1997). Koryoallantoik membranın tam gelişiminin ardından, embriyo kan dolaşımı yoluyla ısıyı yeniden dağıtabilmekte (Turner, 1997), bu da belirli sınırlar içinde sıcaklığını düzenlemesine olanak tanımaktadır. Kan dolaşımı yoluyla ısı dağılımı, embriyonun çevresel iklim koşullarına bağımlılığını azaltmaktadır.

Yumurta içi koşulları muhafaza etmesi açısından yumurta kabuğunun önemli görevi bulunmaktadır. Yumurta kabuk sıcaklığının ölçülmesi ile yumurta içi koşulların tahminlenmesi mümkün olabilmektedir. Kuluçka süresi boyunca yumurta kabuğu sıcaklığının 37,5-38,0 °C'de sabit tutulması, yüksek kuluçka randımanını ve iyi civciv kalitesini olumlu olarak desteklemektedir (Joseph vd., 2006; Lourens vd., 2007; Leksrisonpong vd., 2007).

2.1.2. Hava Bağlı Nemi (BN)

Kuluçka esnasında yumurtadan su kaybı yaşanması, yumurta içi gelişim için önemlidir. Normal aralığın dışındaki su kayıpları civciv anormalliklerine veya yumurta içinde ölüme neden olabilir. Uygun olmayan nem koşulları embriyoda gelişim problemleri ya da yumurtadan çıkamama, yumurta kabuğunun kırılmaması gibi problemlere sebep olabilmektedir. Kuluçka esnasında düşük nem, yüksek oranda yumurta suyu kaybına neden olabilir ve bu da amniyotik ve allantoik boşluklardaki sıvı eksikliğinden dolayı embriyonun dehidrasyonuna ve ölümüne neden olabilir (Reinhart ve Hurnik, 1984); ya da küçük ve susuz kalmış civcivlerin yumurtadan çıkmasına sebep olabilir (Van der Pol vd., 2013). Nem çok yüksekse kuluçka süresi kısalır, civcivler yumurtadan çıktıklarında ıslak olur ve vücutlarında albümin kalıntısı bulunabilir (Tona vd., 2003). Van der Pol vd. (2013) %55-60 BN'de kuluçkaya yatırılan etlik piliç yumurtalarında yumurta kabuğu sıcaklığı 37,8 °C'de

tutulduğunda daha yüksek kuluçka randımanı elde edildiğini rapor etmişlerdir. Başlangıç yumurta ağırlığına göre yaklaşık %12-14 oranında su kaybının optimum kuluçka randımanı sağladığı bildirilmiştir (Ar ve Rahn, 1980).

2.1.3. Yumurtaların Çevrilmesi

Yumurta çevirme, yumurta pozisyonu ve havalandırmanın ilişkili etkileri, yumurta ile dış ortam arasındaki gaz değişimi ve ısı transferi, yumurta su kaybı, embriyonun embriyo dışı zar yapılarına (koryum, amniyon ve allantois) yapışması ve besin bulunabilirliği gibi çeşitli süreçleri etkilemektedir.

Yumurtaların çevrilmesi, kuluçka sırasında kuşların doğal bir davranışdır ve bu nedenle bu uygulama yapay kuluçka sürecine dahil edilmiştir. Yumurtaların çevrilmesi, yumurta içinde ve yumurtalar ile dış ortam arasında gaz difüzyonunu sağlar. Özellikle kuluçka döneminin ilk haftasında, embriyo ile kabuk arasındaki uzun bir mesafe bulunması ve albümin yoğunluğu yüksek olması nedeniyle kritik bir öneme sahiptir. Bu dönemde embriyo O₂ elde edilmesi ve CO₂ 'in ortadan kaldırılması, yumurta kabuğu ve albüminden elde edilen gazların difüzyonuna bağlıdır. Çünkü embriyo yumurta sarısı yüzeyinde gelişir ve gazlar doğrudan embriyonik hücreler tarafından değiştirilir. Allantoik atardamarlar ve toplardamarlar aracılığıyla gaz alışverişi kuluçka döneminin 11-12. günlerinde başlar. Kuluçka döneminin 13-14. günlerinde embriyonik metabolik ısı üretimi artar. Yumurtaların çevrilmesi, yumurtanın iç yüzeyindeki (dış kabuk zarı) ve hava boşluğundaki havanın dolaşımına yardımcı olarak ısı kaybına izin verir. Yumurtaların çevrilmesi dehidrasyonu ve yanlış embriyo gelişimini önlemek için de önemlidir (Wilson, 1991). Ayrıca yumurta çevirme işlemi besinleri hareket ettirerek emilimlerini kolaylaştırmaktadır (Moran, 2007).

Yumurta çevirme sıklığı, ayar eksenini, açı ve dönüş düzlemi yumurta içi gelişimi etkilemekte, bu da kuluçka randımanını ve civciv kalitesini etkileyebilmektedir (Wilson, 1991). Landauer (1961), doğal kuluçka süresince tavukların günde yaklaşık 96 kez yumurtaları çevirdiğini bildirmiştir. Wilson (1991), yumurta çevirme sıklığının (günde 96

kez veya her 15 dakikada bir çevirme) yumurta içi gelişimi ve kuluçka kabiliyetini iyileştirdiğini bildirmiştir.

Yumurta çevirme oranının embriyoya olan etkisi aynı zamanda yumurtaların eğim açısıyla da ilgilidir. Elibol ve Braket (2006) yumurtaların günde 24 kez 20°- 45°'lik açıyla yatay olarak çevrilmesini önermektedir. Ticari kuluçkahanelerde, etlik damızlık yumurtaları kuluçkanın 18. gününe kadar saatte 45° ± 5° çevrilmektedir. Bu şekilde yumurtalar dairesel hareketlere tabi tutulmakta, bunun sebebi ise koryoallantoik zarın kırılmasını ve embriyonik ölümün önlenmesini sağlamaktır (Boleli, 2016). Yumurta çevirme başarısızlıkları embriyonik sıvıların oluşumunu azaltabilir ve embriyonik gelişimi engelleyebilir (Robinson, 2003).

2.1.4. Havalandırma

Yumurtaların pozisyonu, hava boşluğunun oluşumu için kritik öneme sahiptir (Deeming, 1999). Yumurtanın kuluçka makinesindeki doğru pozisyonu, kuluçka sırasında kabuktan yeterli gaz değişimine izin verir (Onagbesan vd., 2007). Embriyo yeterli O₂ alamazsa yumurta kabuğu delme işlemini yapamadığı için embriyonik ölümler şekillenir.

Kuluçka makinelerinin bulunduğu kuluçka odasının da hava değişimi önemlidir. Yumurtaların ürettiği aşırı CO₂ ve ısının uzaklaştırılması, O₂'nin kazanılması için önemlidir. Yumurtaların üzerinde düzgün bir hava akışı sağlayarak kuluçka odasının içinde yumurtalar ile kuluçka ortamı arasında yeterli ısı transferi, gaz değişimi ve su kaybını destekleyen homojen bir mikro iklim yaratmak gerekir. Kuluçka odasının içindeki CO₂ seviyesi %0,4'ü geçmemelidir (Boleli, 2016).

2.2. Embriyo Ölümleri

Memeli ve kanatlı hayvanlarda embriyonik ölüm oranı, yetiştiricilik için büyük bir ekonomik kayıptır. Memelilerde embriyo veya fetüs kayıpları kanatlılarda ise embriyo

kayıplarının nedenleri genetik, fizyolojik, endokrin veya çevresel kökenli faktörlerle ilişkilendirilmektedir. Embriyo ölümünün genetik nedenleri arasında kromozomal kusurlar, bireysel genler ve genetik etkileşimler yer alır (VanRaden ve Miller 2006).

Kanatlılarda embriyonik ölümler kuluçka süresince farklı dönemlerde meydana gelmektedir. Söz konusu ölümler ve dönemler arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu bağlamda embriyo gelişim sürecindeki ölümlerin irdelenmesi açısından hangi dönemde ölümün gerçekleştiğinin incelenmesi gerekmektedir. Kuluçkanın birinci dönemi iç organların gelişmeye başladığı ve kalp atışının gerçekleştiği 1-5. günleri kapsamaktadır. Bu dönemdeki embriyo kayıpları 'erken dönem embriyonik ölüm' olarak adlandırılmaktadır (Ünbaş vd., 2023). Bu birinci embriyonik aşama, laktik asit üretiminin en yüksek seviyeye ulaştığı ve mezonefrosun aktif olmaya başladığı döneme denk gelmektedir (Romanoff, 1949). İkinci evre, diğer adıyla orta dönem dış organların gelişmeye başladığı günleri kapsamaktadır. Bu günler kuluçkanın 6 ila 14. günlerine denk gelmektedir. İkinci dönem, prenatal dönemin beraberinde oksijen ihtiyacının önemli miktarda arttığı döneme denk gelmektedir. Embriyonik dönemlerin üçüncüsü ise (geç dönem) embriyonun büyüdüğü 15-20. günleri içermektedir.

Kuurman vd., (2003), kuş türlerinde embriyo aşamasındaki mortalitenin en yoğun görüldüğü dönemin erken embriyonik dönem olduğunu, diğerinin ise çıkımdan hemen önce gerçekleştiğini bildirmiştir. Erken dönemde meydana gelen ölümler birden fazla sebeple oluşabilmektedir. Bednarczyk ve Rosinski, (1999), erken embriyonik ölümleri çoğunlukla genetik anomalilere dayandırmış, Christensen (2009) ise yumurta içerisindeki besin madde yetersizliği ve embriyonun besin maddesi bakımından gereksinimlerini karşılayamamasına dayandırmıştır. Embriyonik dönemlerin en son aşaması olan geç dönem ölümleri ise genellikle embriyonun akciğer solunumuna geçişindeki problemlerden kaynaklanmaktadır (Kuurman vd., 2003). Dolayısıyla kuluçka sürecinin çıkış günlerinde gözlenmektedir (Liptói ve Hidas, 2006).

Embriyo ölümlerindeki genetik kökenin tespit edilebilmesi için üreme ve inkübasyon koşullarının en uygun şekilde gerçekleşmesi gerekmektedir. Genetik bilginin

transkripsiyonu ve translasyonuna bağlı olarak embriyo yaşayabilirliği etkilenmektedir. Genetik yapı bireylerin performansını etkileyen faktörlerden biridir ve belirli özellikler seçilerek genetik iyileşme sağlanmaktadır (Petitte ve Davis, 1999). Erken dönemdeki embriyonik mortaliteye ilişkin kalıtım derecesinin orta ve geç döneme kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Beaumont vd., 1997). Bu dönemde fenotipik olarak anormal embriyolarda haploid, poliploid ve aneuploid kromozom anomalilerinin yaygın olarak gözlendiği tespit edilmiştir. (Mong vd., 1974). Kanatlı hayvan türlerinde embriyonik mortalite ve kromozom anormallikleri arasında ilişki olduğu bildirilmiştir (Bloom, 1970). Tavuklarda ölü embriyoların ve farklılaşmamış dokuların karyotip çalışmaları, embriyonik ölümün kromozom anormallikleri nedeniyle olabileceğini göstermektedir. Kazlarda yapılan bir çalışmada erken embriyonik ölüm oranı, et için yetiştirilen hayvanlarda %9,4, damızlık hayvanlarda %5,2 ve karaciğer üretimi için yetiştirilen hayvanlarda %7,3 olduğu ve yine aynı çalışmada ölü embriyolar arasındaki kromozom anormalliklerinin oranı et tipi hattında %8,0, damızlık hattında %14,8 ve karaciğer üretimi için yetiştirilen hatta %13,1 olarak bildirilmektedir (Liptói, 2005).

Ünbaş vd. (2023), kromozom anormalliklerinin embriyonik gelişimin erken dönemlerinde büyümenin gecikmesi, malformasyonlar ve ölüm ortaya çıktığını belirtmiştir. Ölü embriyoların kromozom analizi, kromozomların sayısı veya yapısında herhangi bir değişiklik olup olmadığını gösterir. Fechheimer (1981), kromozomal anormalliklerin erken embriyonik gelişim sırasında %1 ila %12 kayba neden olabileceğini bildirmiş ve bu anormalliklerin mayoz bölünme veya dölleme sırasında ve embriyonik gelişimin başlangıcında meydana gelen triploidi, haploidi, poliploidi gibi sayısal değişimler olduğunu belirtmiştir.

Günümüzde yetiştiriciliği yapılan evcil kümes hayvanlarında kromozom anormalliklerinin oranının ırklara ve bireylere göre değiştiği belirtilmiştir (Wolowodiuk vd., 1985; Thorne ve Sheldon, 1991). Haploid ve haploid/euploid genotipe sahip bir embriyo oluşumunda ananın genotipi önemli bir etkendir (Snyder vd., 1975). Önceki çalışmalarda kromozomlarda meydana gelen anormallikler incelenmiş ve bu oranın yumurtacı tavuklarda %1-3 civarında olduğu, etlik hatlarda ise söz konusu oranın %4-8 arasında değiştiği belirlenmiştir (Snyder vd., 1975; Fechheimer ve Jaap, 1978). Et tipi kanatlılarda vücut

ağırlığı ve büyüme hızına yönelik yapılan seleksiyonun kromozom anormalliklerini önemli düzeyde arttırdığı ve bu yüzden de et tipi kanatlılarda bu anomalilerin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Reddy ve Siegel, 1977).

Kanatlılarda cinsiyete bağlı üç resesif anormallik (Bernier ve Arscott, 1971), kuluçkanın ilk 120 saatinde ifade edilen birkaç otozomal çekinik gen (Dunn, 1923) ve bir otozomal baskın gen (Landauer ve Dunn, 1930) tanımlanmıştır. Bunlardan biri olan ve Creeper (Cr) olarak adlandırılan, heterozigot durumda ekstremitelerde kemik uzunluğunun kısalmasına neden olan letal genin homozigot durumda erken dönem embriyonik ölüme neden olduğu bildirilmektedir (Landauer, 1932).

Sheridan (1979), erkek hayvanlarla taşınan ve inkübasyonun ilk haftasında dişi embriyoların ölümüne neden olan bir gen (ladykiller gene (lk)) bildirmektedir. Bu genin tüylenme hızını etkileyen k lokusuna yakın olan cinsiyet kromozomu üzerinde bulunduğunu bildirmektedir. Somes ve Smyth (1967), yavaş tüylenme genine (k) ve cücelik genine (dw) yakın olan benzer bir geni (Prenatal Letal Gen- pn) tanımlamıştır. Prenatal gen, cinsiyet kromozomu üzerinde bulunur ve ayrıca inkübasyonun ilk haftasında ölümlere neden olur. lk ve pn genleri çok benzerdir, bu yüzden muhtemelen aynı genin varyantlarıdır. Beyaz Leghornlarda tespit edilen bir başka öldürücü otozomal resesif gen mutasyonu blastoderm dejenerasyonuna (bld) neden olur. Embriyonik ölüm, Hamburger ve Hamilton'a (1951) göre kuluçkanın üçüncü gününden önce meydana gelir ve otozomal resesif bir özellik olarak kalıtsaldır. Bu dejenerasyonda beynin farklılaşması, somit oluşumu ve kalp gelişiminde olumsuzluklar görülmektedir (Savage vd. 1992).

Canlı embriyo oluşumu anadan kaynaklanan genetik ve çevresel faktörlerden etkilenir (Rejrink vd., 2008). Ananın döllülük üzerindeki önemli etkisi ananın başarılı bir şekilde çiftleşme, spermi saklama, yumurta hücrelerini yumurtlama ve embriyo oluşum ve gelişme için uygun bir ortam oluşturmasıyla sağlanır. Yumurta kalitesi, bu anlamda hem iç özellikler (albümin kalitesi, çeşitli iç bileşenlerin oranı ve kabuk zarının bütünlüğü), hem de dış özellikler (yumurtanın boyutu, şekli ve yapısı, kabuğun kalınlığı ve mukavemeti) kuluçka performansını etkilemektedir. Embriyonun yumurta içerisinde gelişimi ve yumurtadan

çıkma gücü, annenin genetik yapısı, yumurta içi ortamından ve yumurtanın maruz kaldığı ortamdan ve ayrıca anneden dolayı ortak kalıcı ve geçici çevresel etkilerden etkilenmektedir.

Kanatlı hayvanlarda aşırı sıcaklıklar, besin yoksunluğu ve avcılara maruz kalma gibi çeşitli stres faktörleri kısa bir süre sonra adrenal bezler tarafından glukokortikosteroid salınımını artırmaktadır (Saino vd., 2003). Anaya bağlı kortikosteronun yumurtalara geçtiği ve kanatlı yumurtalarının albüminlerinin anasal kortikosteron içerdiği bilinmektedir (Hayward ve Wingfield, 2004). Evcil tavuklara ilişkin araştırmalar yumurtaya kortikosteron uygulamasının embriyonik mortalite oranını artırdığı ve gelişimi engellediği, civcivlerin çıkım ağırlıklarını ve ileriki büyüme döneminde daha düşük canlı ağırlığa sahip olmalarına neden olduğu bildirilmiştir (Mashaly, 1991; Heiblum vd., 2001; Eriksen vd., 2003). Yumurta içeriğindeki kortikosteronun laboratuvar koşullarında artırılmasının Kır Kırlangıcı yavrularının embriyo canlılığını ve somatik büyümesini azalttığı tespit edilmiştir (Rubolini vd., 2005).

Erken dönem, orta dönem ve geç dönem embriyonik ölümlerin kalıtım dereceleri baba varyansından sırasıyla 0,09, 0,07 ve 0,05; ana varyansından 0,25, 0,20 ve 0,18 olarak bildirilmiştir (Beaumont vd., 1997). Erken dönem embriyo ölüm kalıtım derecesi, sonraki embriyonik ölüm dönemlerinin kalıtım derecesinden daha yüksektir. Anasal varyanstan tahmin edilen kalıtım derecesinin daha yüksek olması anasal etkilerin varlığından kaynaklanmaktadır.

2.3. Cinsiyet Oranı

Cinsiyet oranı teorisi, bir popülasyondaki erkeklerin dişilere oranı olarak ifade edilmektedir. Fisher (1958), iki cinsiyetten herhangi birinin üretimine yapılan yatırım eşit olduğu sürece her ikisinin de eşit sayıda üretileceğini belirtmektedir.

İkincil cinsiyet oranı, doğumdaki veya yumurtadan çıkıştaki cinsiyet oranını ifade etmektedir (Masukume vd., 2022; Sánchez-Barricarte, 2023). "İkincil cinsiyet oranı" terimi,

döllenme anındaki cinsiyet oranını temsil eden birincil cinsiyet oranından ayırt etmek için kullanılmaktadır. Birincil cinsiyet oranının 1:1 olması beklenir (Fakorede vd., 2022).

Genetik ve çevresel olmak üzere cinsiyet oranını etkileyen iki mekanizma vardır (Charnov ve Bull, 1989). Genetik olarak cinsiyetin belirlenmesi, cinsiyet kromozomlarını ve cinsiyetin ağırlıklı olarak bir bireyin genotipi tarafından belirlendiği çok faktörlü ve poligenik mekanizmaları içermektedir. Bir türün cinsiyet oranı, cinsiyet belirleme mekanizmasına ve üreme tarzına bağlı olarak değişebilir ama genellikle XX/XY cinsiyet kromozomuna sahip (erkek heterogamet) memelilerde veya ZW/ZZ cinsiyet kromozomuna sahip (dişi heterogamet) kuşlarda evrimsel olarak beklenen 1:1 cinsiyet oranından sapmaya birçok faktörün neden olduğu bilinmektedir. Literatür, genellikle birincil cinsiyet oranının ikincil cinsiyet oranından göre daha fazla erkek yönünde eğilim gösterdiğini bildirmektedir (Pergament vd., 2002).

Cinsiyet oranı, hayvan popülasyonlarının temel bir özelliği olarak kabul edilir ve bu özelliğin işlevi türden türe farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar hem biyolojik hem de ekonomik faktörlerin etkisiyle şekillenmektedir. Tarım ve su ürünleri yetiştiriciliğinde daha karlı cinsiyet lehine cinsiyet oranı manipüle edilmektedir. Bazı türlerde monoseks popülasyonların üretimi arzu edilir, çünkü cinsel dimorfizmin, esas olarak büyümede veya cinsel olgunluğa ulaşmada bir cinsiyeti daha değerli hale getirebilir.

Ticari yumurta üretiminde yalnızca dişi bireylerin tercih edilmesi, üretim sisteminin ekonomik ve operasyonel süreçlerini yansıtmaktadır. Et üretiminde erkek hayvanların kullanılması, erkeklerin daha fazla büyüme hızı göstermesi ve daha yüksek yem dönüşüm oranına sahip olması gibi avantajlardan kaynaklanmaktadır (Lopez vd., 2011). Bu durum cinsiyet oranının ekonomik faktörlerle nasıl bir etkileşim içinde olduğunu ve bu dinamiğin üretim stratejilerini nasıl şekillendirdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca cinsiyet oranı manipülasyonu istilacı türlerin, tarımsal zararlıların veya hastalık taşıyıcıların popülasyon kontrolü için de kullanılmaktadır. Cinsiyet oranı evrimsel, ekolojik ve ekonomik boyutlarıyla ele alınması gereken karmaşık bir konudur. Cinsiyet oranının kontrolü ve bu

kontrolün türler üzerindeki etkileri, yalnızca biyolojik sistemler açısından değil, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik bağlamında da önem taşımaktadır.

Genetik cinsiyet belirleme, yavruların cinsiyet oranlarının isteğe bağlı olarak ayarlanmasını engellemektedir. Memelilerde (Clutton-Brock ve Iason, 1986; Davison ve Ward, 1998; Kruuk vd., 1999, Tölu vd., 2007), kuşlarda, kurbağalarda, kertenkelelerde (Robert ve Thompson, 2001) ve yılanlarda (Madsen ve Shine, 1992) yavruların cinsiyet oranlarında değişimler olduğuna dair birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar cinsiyet oranı değişimlerinin adaptasyonla tutarlı olduğunu ve tamamen genetik cinsiyet belirleme mekanizmaları tarafından kısıtlanmadığını göstermektedir.

Çevresel olarak cinsiyetin belirlenmesi ise bireyin cinsiyeti ağırlıklı olarak çevresel bir faktöre yanıt olarak belirlenmektedir. Cinsiyet belirleme sistemi, kalıtım ve ifade biçimlerindeki farklılıklar nedeniyle farklı seleksiyon baskılarına veya stres etkilerine maruz kalabilir. Özellikle gonad gelişiminin başlangıcında çalışan tek bir gen veya çevresel bir faktör, gonad yolunu bir yöne veya diğerine yönlendirebilir. Bu durum özellikle epistatik etkiler ile gerçekleşebilir; çünkü önceden var olan bir cinsiyet belirleme geninin yukarı veya aşağı yönde regülasyonu ile diğer ilgili lokuslardaki var olan genetik varyasyonu baskılayarak gonad oluşumundan sorumlu olduğu bildirilmektedir (Parnell ve Streelman, 2013).

Kuşlarda, döllenme sırasında cinsiyetin erkekler için ZZ ve dişiler için ZW olarak sembolize edilen cinsiyet kromozomları tarafından genetik olarak belirlenmektedir (Smith ve Sinclair, 2004). Bazı kuşların mevcut kaynaklara dayalı olarak nesiller arasında cinsiyet oranını değiştirdiği gösterilmiştir (Komdeur vd., 2002). Bunun nedeni, mayoz sırasında Z veya W kromozomlarının tercihli ayrılması (ebeveyn cinsiyet oranı etkisi) veya zigotik cinsiyet belirlemede anasal modifikasyondur.

Embriyonik gonadların embriyonik gelişimin 3,5 – 4,5 gününe kadar morfolojik olarak her iki cinsiyette de benzer oldukları, ancak embriyonik gelişimin 6,5 gününden itibaren belirgin bir şekilde farklılaştıkları bildirilmiştir (Ebensperger vd., 1988). Dişilerde

aromataz geninin ekspresyonu (inkübasyonun yaklaşık 5-6 günü), östrojen sentezini başlatır ve östrojen reseptörü-mRNA'nın sol gonadda spesifik ekspresyon sağlar. Bu durum fonksiyonel bir sol yumurtalık gelişimi ile sonuçlanır (Bruggeman vd., 2002). Kuşlarda dişilerin sahip olduğu W kromozomu, erken aromataz sentezini ve dolayısıyla östrojen üretimini pozitif olarak kontrol eder (Kagami ve Hanada, 1997). Cinsel farklılaşma mekanizmaları hala belirsiz kalsa da anti-Müllerian hormonu (AMH), P450aromataz (P450arom) ve cinsiyet steroidleri, özellikle östrojenler, cinsel farklılaşma için erken embriyonik gelişim döneminde cinsel farklılaşmanın belirlenmesinde önemli rol oynarlar. İnkübasyonun ilk yarısında embriyo gonadları farklılaşırken, beyin-hipofiz-gonadal eksenin işlevsel hale gelir ve inkübasyonun ikinci yarısında plazma cinsiyet steroid konsantrasyonları artar.

Cinsiyet oranını etkileyen çevresel faktörler arasında filopatri, erkek kalitesi/çekiciliği, dişi kalitesi/durumu, besin bulunabilirliği ve mevsimsel etkiler yer almaktadır. Doğal kuluçka koşullarında cinsiyet oranlarının manipülasyonu ile koşullar bir cinsiyet için diğerine göre daha uygun olduğunda daha fazla erkek veya dişi üretilmektedir (Charnov ve Bull, 1977; Warner ve Shine, 2008; Pen vd., 2010). Dengeli cinsiyet oranlarından sapmaların altında yatan mekanizmalar bazı omurgalı gruplarında iyi araştırılmış olmasına rağmen kuşlarda cinsiyet oranı üreten mekanizmalar büyük ölçüde bilinmemektedir (Navara, 2013). İnkübasyon sıcaklığının, “ebeveyne uygunluk” açısından faydalar sağlayabilecek cinsiyet oranlarına yol açtığı bildirilmektedir (Tzschentke ve Halle, 2009; Graham vd., 2011; Bowers vd., 2013; Piestun vd., 2013). Örneğin, Lincoln serçelerinde üreme mevsiminin başlarında daha fazla erkek yavru üretilir (Graham vd., 2011).

Bonier vd., (2007) doğal olarak üreyen dişilerde yüksek kortikosteron seviyelerine sahip olanların daha yüksek oranda dişi yavru ürettiğini bildirmişlerdir. Yazarlar bu ilişkiyi deneysel olarak uygulamış ve kortikosteron enjekte edilen dişilerden kontrollere kıyasla daha fazla dişi yavru elde ettiklerini rapor etmişlerdir. Japon bildircinlarına uygulanan kortikosteronun da dişi yavru oranını artırdığı bildirilmektedir (Pike ve Petrie 2006). Kortikosteronun, yavru cinsiyet oranı üzerinde büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Zebra ispinozlarında ise kortikosteron uygulamasının, diğer bildirişlerin

aksine daha fazla erkek yavru üretimi ile sonuçlandığı bildirilmiştir (Gam vd., 2011). Aslam vd., (2014) ise yumurta tavuklarında kortikosteron uygulamasının cinsiyet oranlarını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Erkek ve dişi embriyoların gelişimsel koşullara ve çevresel stres faktörlerine farklı tepki verdikleri bilinmektedir (Trivers ve Willard, 1973; Love vd., 2005; Sockman vd., 2008). Kuluçka esnasında termal manipülasyonların yavru cinsiyet oranını değiştirdiği bilinmektedir (Piestun vd., 2013). Omurgalı hayvanlar döllenmeden önce, embriyonik gelişim ve sonrası dahil olmak üzere çeşitli gelişim aşamalarında yavrularının cinsiyetlerini manipüle edebilmektedirler (Krackow, 1995; Pike ve Petrie, 2003; Uller vd., 2007). Kuluçka koşullarının cinsiyet oranı üzerine etkili olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin ilk 5 günü 38,1 °C sıcaklık uygulaması sonucu %8 ile %10 daha fazla erkek civciv üretilmiştir (Piestun vd., 2013). Tavuklarda yapılan diğer bir çalışmada yüksek veya düşük kuluçka sıcaklığı uygulanan yumurtalardan çıkan civcivlerin %10'unda cinsiyet oranında sapma görüldüğü bildirilmiştir (Ferguson, 1994). Örneğin kuluçka sıcaklığı, cinsiyetler arasındaki farklı embriyonik ölüm oranı yoluyla kuşların cinsiyet oranlarını etkilediği bildirilmiştir (Eiby vd., 2008). Kuşlarda cinsiyete bağlı embriyonik mortalite ilk olarak bir Megapode türü olan Avustralya çalı hindisinde (*Alectura lathami*) bildirilmiştir (Eiby vd., 2008). Temaslı inkübasyon sıcaklığını kullanan birçok kuşun aksine Megapodlar, yumurtalarını inkübe etmek için çürüyen bitki materyallerinden kaynaklanan çevresel ısıyı kullanmaktadırlar. Dolayısı ile ebeveynlerin yumurtlamadan sonra, sıcaklığı kontrol ederek cinsiyet oranlarını değiştirme fırsatları vardır.

Yılmaz vd. (2011) Japon bıldırcını üzerinde yapılan bir çalışmada, yumurtaların 36,7 ila 38,7 °C arasında değişen beş farklı sıcaklıkta inkübe edilmesi sonucunda, en düşük iki sıcaklıkta inkübe edilen yumurtalardan %60'tan fazla erkek yavru çıktığını, buna karşın daha yüksek üç sıcaklıkta inkübe edilen yumurtalardan ise %42-44 oranında erkek yavru elde edildiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, ördeklerde düşük bir sıcaklıkta (35 °C) inkübe edilen yumurtaların, daha yüksek sıcaklıklarda inkübe edilen yumurtalara kıyasla erkek yavru üretme olasılığının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (DuRant vd., 2016). Bu bulgular hem bıldırcınlar hem de ördeklerde embriyolarda cinsiyete özgü ölüm oranlarının görüldüğünü ortaya koymaktadır.

Embriyonik gelişimin erken dönemlerinde yüksek ya da düşük sıcaklıklara karşı cinsiyete özgü duyarlılığın mekanizması hâlâ tam olarak anlaşılamamıştır. Şu ana kadar gelişim aşamalarında erkek ve dişi kuş embriyolarının metabolik ihtiyaçlarını karşılaştıran bir çalışmaya rastlanamamıştır. Ancak memeliler üzerinde yapılan araştırmalar, erkek ve dişi embriyoların metabolik ihtiyaçlarının gelişimin oldukça erken dönemlerinden itibaren önemli ölçüde farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır (Tiffin vd., 1991). Ayrıca, bazı kuş türlerinde erkek ve dişi embriyoların androjen maruziyetine karşı cinsiyete özgü tepkiler verdiği belirlenmiştir (Sockman vd., 2008). Bu durum, yumurta sarısındaki androjen konsantrasyonlarının hâlâ yüksek olduğu kuluçkanın ilk 1-2 gününden itibaren erkek ve dişi embriyoların fizyolojik tepkilerinde farklılıklar olduğunu göstermektedir (Elf ve Fivizzani 2002).

2.4. Genotip Çevre Etkileşimi

Genotip çevre etkileşimi (G*Ç), iki veya daha fazla ortamda ölçülen iki veya daha fazla genotipin performansındaki değişiklik olarak tanımlanır. Aynı genotipler farklı çevrelerde farklı fenotipler geliştirdiğinde G*Ç ortaya çıkar. Bir özelliğin farklı çevreler arasındaki genetik korelasyonunu tahmin etmek suretiyle G*Ç etkisi belirlenebilir. G*Ç, çevreler arasında genotiplerin performansları arasındaki farkın eşit olmadığını göstermektedir (Woolaston, 1987). Çevre ile genotipin fenotipik ifadesi arasındaki ilişki G*Ç'ni oluşturur. Calus vd. (2004) genotipi türler, ırklar, soylar, hatlar, aileler ve babalar; çevreyi ise zaman, konum, beslenme, yönetim ve barınma gibi faktörleri içerdiğini bildirmiştir. G*Ç bir genotipin tüm çevre koşullarına uyum sağlayıp sağlamadığını veya farklı alt çevreler için ayrı genotiplerin seçilmesinin gerekip gerekmediğini belirler.

G*Ç etkileşiminin rolü, doğa ile yetiştirme arasındaki tartışmayı anlamak için önemlidir. G*Ç etkileşiminin varlığında, genetik ve çevresel etkilerin ayrı ayrı incelenmesi bize tam olarak doğru sonuçlar sunmayabilir.

Bitki ve hayvan çalışmaları araştırmacılar farklı genotiplere sahip bitki ve hayvanları farklı çevre koşullarına rastgele atama gücüne sahiptir. Dolayısı ile, bir durumun kalıtımının

çeşitli çevrelerde farklılık gösterip göstermediğini test etmek veya genetik varyasyon ile bir fenotip arasındaki ilişkinin farklı ortamlarda değişip değişmediğini araştırabilirler.

Genotip-çevre etkileşimleri özel bir istatistiksel etkileşim türüdür; belirli bir bağımsız değişkenin etkisi ikinci bir bağımsız değişkenin farklı seviyelerinde değişiyorsa istatistiksel bir etkileşim vardır. Matematiksel olarak $G*Ç$ 'nin fenotipik varyansa katkısı şu denklemle ifade edilebilir:

$$V_p = V_g + V_e + 2COV_{ge} + V_{ge} \quad (2.1)$$

burada V_p fenotipik varyanstır, V_g genotipik varyanstır, V_e çevre varyansdır, $2COV_{ge}$ genotipler ve çevre arasındaki kovaryanstır ve V_{ge} , genotip ve çevre arasındaki etkileşimin varyansdır (Falconer ve Mackay, 1996). Yüksek $G*Ç$ 'i düşük kalıtım derecesine neden olur (Kang, 2002). Bir özelliğin $G*Ç$ 'i, o özelliğin farklı ortamlardaki genotipik değerleri arasındaki genetik korelasyonla ifade edilebilir (Falconer ve Mackay, 1996). $G*Ç$ 'nin etkisini değerlendirmek için, iki farklı çevredeki aynı özelliğin iki farklı özellik olarak ele alınması ve dolayısıyla özelliğin farklı ortamlardaki genetik değerleri arasındaki genetik korelasyonun elde edilmesi gerekir. Falconer (1952) bir özelliğin farklı çevrelerdeki ifadesini farklı karakterler olarak tanımlamıştır.

$G*Ç$ 'nin yokluğunda çevreler arasında beklenen genetik korelasyon 1'dir. Genetik korelasyonun çevreler arasında 1'den düşük olması çevresel faktörlerin genetik tepkiyi nasıl etkilediğini açıklamaktadır. $G*Ç$, genotipin farklı çevre koşulları için uyumlu bir genotip mi yoksa farklı alt çevreler için farklı genotiplerin mi seçilmesi gerektiğini belirler. Nauta vd. (2006), süt verimi için geleneksel bir üretim sistemi ile organik bir üretim sistemi arasındaki genetik korelasyonu 0,80 olarak tahmin etmiş ve bu iki çevre arasında süt verimi için düşük de olsa bir $G*Ç$ 'nin varlığını ifade etmişlerdir. Falconer ve Mackay (1996), ılıman bölgelerde en yüksek süt üretimine sahip olan ırkın tropik bölgelerde aynı üretim performansına sahip olma ihtimalinin düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Ele alınan bir fenotipin değerlendirilmesinde, fenotipe göre değişmekle birlikte sadece genetik etkiler ya da sadece çevresel etkiler değil aynı zamanda G*Ç interaksiyonunun da ele alınması gerekmektedir. Hayvansal üretimde kullanılacak genetik kaynakların günümüzde daha geniş çevre koşullarına dağılıyor olması ve çok farklı çevre koşullarında yetiştirilme durumları G*Ç'yi daha da önemli kılmaktadır.

Farklı bölgelerde yetiştirilen hayvanlardan ele edilen verilere ilişkin genetik korelasyonlar süt verimi için (0,20'den 0,48'e), sütteki protein oranı için (0,31'den 0,49'a) ve sütteki yağ oranı için (0,31'den 0,52'ye) tahmin edilen değerlerin 1'den düşük olması genotip çevre etkileşiminin varlığını ve dolayısıyla aynı babanın kızlarının her bir çevrede farklı performans verdiğini gösterir (Zwald, 2003). G*Ç interaksiyonunun canlı ağırlık ve yumurta ağırlığı için etkisinin düşük ama yumurta sayısı, yumurta ağırlığı ve üretim etkinliği üzerindeki etkisinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Mathur ve Horst, 1994).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 11.02.2021 tarihli 2021/01-03 karar numarasına istinaden yürütülmüştür. Bu tez çalışmasına için denemeler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deneysel Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÇOMÜDAM) Kanatlı Ünitesi'nde yapılmıştır.

3.1. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması Ön Denemesi

3.1.1. Deneme Düzeni

Denemenin materyalini ticari bir firmadan temin edilen Nick Chick, Brown Nick ve Coral Tinted genotipine ait toplamda 240 adet kuluçkalık yumurta oluşturmuştur. Döllü yumurtalar kontrol ve soğuk stresi gruplarına rastgele bölünerek kuluçka makinesinde inkübe edilmiştir. Kontrol (K) grubu yumurtacı tavuk yumurtalarına inkübasyon boyunca standart koşullar uygulanmıştır. Cıvıvlerin yumurtadan çıkışları 6 saat aralıklar ile kontrol edilmiş ve kuluçka çıkış saati kayıt altına alınmıştır. Kontrolün yanı sıra 3 deneme grubu oluşturulmuştur. Çalışma embriyonik gelişimin erken döneminde soğuk stresi ve inkübasyonun geç döneminde soğuk stresi ve her iki dönemde soğuk stresi uygulanacak şekilde planlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1

Kuluçkada soğuk stresine ilişkin ön çalışmanın deneme düzeni

Gruplar	Yumurta Sayısı	Kuluçka günü	Sıcaklık	Günlük Süre	Soğuk Uygulanan Toplam Süre
K	60	Standart kuluçka koşulları			0
G1	60	5. ve 6.	15 °C	2 saat	4 saat
G2	60	14. ve 15.	15 °C	2 saat	4 saat
G3	60	5., 6. 14. ve 15.	15 °C	2 saat	8 saat

Ön denemede ki soğuk stres uygulaması Tablo 1’de görülen sürelerde uygulanmıştır. Kontrol grubu (K) yumurtalar çıkım ünitesine alınana kadar 37,8 °C’de inkübe edilmiştir. Uygulama gruplarından birincisinde (G1) yumurtalar, kuluçkanın 5. ve 6. günlerinde 2’şer saat boyunca sıcaklık 15 °C’ye düşürülmüştür. İkincisinde (G2) aynı uygulama kuluçkanın 14. ve 15. günlerinde yapılmıştır. Üçüncü grupta (G3) ise yumurtalar kuluçkanın hem 5. ve 6., hem de 14. ve 15. günlerinde 2’şer saat boyunca sıcaklık 15 °C’ye düşürülmüştür. Uygulama gruplarında soğuk stresi uygulaması dışında standart inkübasyon koşulları uygulanmıştır.

3.1.2. Kuluçka özellikleri

Tüm gruplarda yumurtaların inkübasyonunda 0. ve 18. günleri arasında 37,8 °C ve %56 BN uygulanmıştır. Embriyonik gelişim için yumurtaların saatte bir 45 derecelik açıyla dönecek şekilde inkübe edilmişlerdir. Her bir gruptaki yumurtalar kuluçka makinesine konulmadan önce 0,1 g hassasiyette terazi ile ağırlıkları ölçülmüştür. Her bir yumurta numaralandırılarak ayrı bölmelere konulmuştur. Kuluçkanın 18. günü lamba muayenesi yapılmış ve gelişimini tamamlayan yumurtaların 18. gün tartımı yapılarak 37,5°C sıcaklık, %60 nem içeren çıkım bölümüne aktarılmışlardır. Döllü yumurtalarda erken, orta, geç dönem embriyo ölümleri, yumurta ağırlık kaybı, çıkım gücü ile yumurtadan çıkan ve kuruyan civcivlerin kalite özelliklerine bakılmıştır. Kuluçkanın 18. gününde içerisinde normal embriyo gelişimi olan yumurtalar tartılarak, her bir yumurtanın 18. gün 0. güne göre ağırlık kaybı oransal olarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Aşçı ve Durmuş, 2015).

$$\text{Yumurta ağırlık kaybı} = \frac{(\text{Başlangıç ağırlığı} - 18. \text{ gün ağırlığı})}{\text{Başlangıç ağırlığı}} \times 100$$

(3.1)

Yumurta ağırlık kaybının büyük kısmı embriyonun gelişimi esnasında yumurta su içeriğinin kabuktaki porlardan difüzyon yoluyla çıkışı şeklinde gerçekleşmektedir. İyi bir çıkım gücü için bu değer yumurta ağırlığının %11,5-12 olması beklenir (Taylor, 2000).

Çıkım sonrası her bir civcivin çıkım ağırlıkları bireysel olarak alınmış, civciv kalitesi için Tona ve Pasgar skor puanlamaları yapılmıştır (Tona vd., 2003; Boerjan 2002). Kahverengi yumurtacı civcivlerin vücut tüylerinin rengine, beyaz yumurtacı civcivlerin ise kanat tüylerinin farklılığına bakılarak cinsiyet tayini yapılmış ve cinsiyet oranı belirlenmiştir.



Şekil 1. Ayrı bölmelerde çıkımı gerçekleşen Brown Nick genotipine ait civcivler



Şekil 2. Ayrı bölmelerde çıkımı gerçekleşen Nick Chick genotipine ait civcivler



Şekil 3. Tinted Coral genotipine ait bir günlük civcivler

Gelişimi gerçekleşmeyen yumurtalar kırılarak yapılan gözlemler sonucu döllülük oranı (DO), çıkım gücü (ÇG) ve çıkım gerçekleşmeyen yumurtalarda ise embriyo ölümleri 3 grup altında sınıflandırılarak; erken dönem (EDÖ), orta dönem embriyo ölüm (ODÖ), geç dönem embriyo ölüm (GDÖ) oranları aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır (Willemsen vd., 2010):

• **ÇG (%)** = (Çıkan Civciv Sayısı) / (Döllü Yumurta Sayısı)*100 (3.2)

• **EDÖ Oranı (%)** = (0 ve 7. Günlerde Ölen Embriyo Sayısı) / (Döllü Yumurta Sayısı)*100 (3.3)

• **ODÖ Oranı (%)** = (8. ve 18. Günlerde Ölen Embriyo Sayısı) / (Döllü Yumurta Sayısı)*100 (3.4)

• **GDÖ Oranı (%)** = (19. ve 21. Günlerde Ölen Embriyo Sayısı) / (Döllü Yumurta Sayısı)*100 (3.5)



Şekil 4. Erken döneme ait embriyonik ölüm



Şekil 5. Orta döneme ait embriyonik gelişim



Şekil 6 Geç dönemde gerçekleşen embriyonik ölümler

3.1.3. İstatistiksel Analizler

0. gün, 18. gün yumurta ağırlıkları, çıkım ağırlığı, civciv kalitesi ve kuluçka süresine ilişkin varyans analizinde soğuk stresi uygulaması ve genotip faktörleri ile bunların interaksiyonlarını içeren aşağıdaki istatistiksel model kullanılmıştır. *Post hoc* analizlerde Tukey testinden yararlanılmıştır.

$$y_{ijk} = \mu + g_i + s_j + g s_{ij} + e_{ijk} \quad (3.6)$$

Burada; y_{ijk} yumurtaların 0. gün ve 18. gün ağırlıkları ile civcivlerin çıkım ağırlıklarını, civciv kalitesini veya kuluçka süresini, μ popülasyon ortalamasını, g_i i'inci genotipin sabit etkisini, s_j j'inci soğuk stresi grubunun sabit etkisini, $g s_{ij}$ genotip soğuk stresi grubunun etkileşimin, e_{ijk} şansa bağlı hatayı temsil etmektedir.

Cinsiyet oranı, tek taraflı Z testine tabi tutulmuştur:

$$z = \frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\frac{p * q}{n}}} \quad (3.7)$$

$$\hat{p} = \frac{x}{n} \quad (3.8)$$

Burada; \hat{p} = Örnekteki cinsiyet oranı; p = popülasyon oranı (0,50); $q= 1- p$; x = bir cinsiyet için örnek sayısı ve n = örnek büyüklüğünü ifade etmektedir.

3.2. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Erken Dönem ve Geç Dönem

Soğuk Stresi Uygulaması

3.2.1. Deneme Düzeni

Çalışmada ticari bir firmadan temin edilen 1600 adet yumurtacı Nick Chick, Brown Nick genotipleri ile etlik Ross-308 genotipine ait kuluçkalık yumurta kullanılmıştır. İnkübasyon, üç adet kombine kuluçka makinesinde (Çimuka HB500 S) gerçekleştirilmiştir. Döllü yumurtalar kontrol ve soğuk stresi gruplarına rastgele bölünerek kuluçka makinelerinde inkübe edilmiştir. Standart kuluçka koşullarının (37,8°C ve %56 BN) uygulandığı kontrolün (K) yanı sıra 3 deneme grubu oluşturulmuştur. Çalışma embriyonik gelişimin erken döneminde soğuk stresi ve inkübasyonun geç döneminde soğuk stresi uygulanacak şekilde planlanmıştır. Stres grubu yumurtalar inkübasyonun belirlenen gün ve saatlerinde iklimlendirme cihazında (Sanyo MPR-720) 10 °C’de ve %56 BN’de tutulmuştur.

Erken dönem soğuk stresi uygulaması:

Cinsiyet belirleyici genler, embriyonik gelişimin erken döneminde aktif hale gelmektedir. Embriyonik gelişimin 3,5. gününe gelindiğinde gonadal korteks gelişmektedir. Embriyonun gonadları, 3,5. ile 4,5. günler arasında her iki cinsiyette de morfolojik olarak benzer şekilde bulunmaktadır. Bu süreçte primordial germ hücreleri kan dolaşımı yoluyla gonadal kortekse veya medullaya göç ederler. Kortekste ovaryumlar şekillenirken, medullada ise testis oluşumu gerçekleşir. Gonadal farklılaşma inkübasyonun 6,5. günü şekillenmeye başlamaktadır (Ebensperger vd., 1988). Tavuk embriyolarında aromataz geninin ekspresyonu inkübasyonun 5-6. günlerinde başlamaktadır. Aromataz proteini, dişi gonadların medullasında eksprese edilir ve ekspresyonu yumurtalık gelişimi sırasında artar. Aromataz çevresel etkilere, özellikle sıcaklığa karşı duyarlıdır (Bruggeman vd., 2002).

Erken döneme ait soğuk stres uygulamasına ilişkin deneme düzeni Tablo 2’de verilmiştir. Söz konusu tablodan görüleceği üzere deneme düzeni kontrol grubu (K) ve üç uygulama grubundan oluşmaktadır. Birinci uygulama grubunda (EDU1) kuluçkanın 3. gününde sıcaklık 6 saat boyunca 10 °C’ye, ikinci uygulama grubunda (EDU2) ise 3. ve 4. günlerde sıcaklık 6 saat/gün boyunca 10 °C’ye düşürülmüştür. Üçüncü grupta (EDU3) ise kuluçkanın 3., 4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün boyunca 10 °C’ düşürülmüştür. Cıvıların yumurtadan çıkışları 6 saat aralıklar ile kontrol edilmiş ve kuluçka çıkış saati kayıt altına alınmıştır. Ön çalışmada kullanılan kuluçka özellikleri ile civciv özellikleri aynı şekilde bu denemede de kullanılmıştır.

Tablo 2

Kuluçkanın erken dönemi uygulanan soğuk stresine ait deneme düzeni

<i>Gruplar</i>	Yumurta Sayısı	Kuluçka günü	Sıcaklık	Günlük Süre	Soğuk Uygulanan Toplam Süre
K	200	Standart kuluçka koşulları			0
EDU1	200	3. gün	10 °C	6 saat	6 saat
EDU2	200	3. ve 4. günler	10 °C	6 saat	12 saat
EDU3	200	3., 4. ve 5. günler	10 °C	6 saat	18 saat

Geç dönem soğuk stresi uygulaması:

Embriyonik dönemin 14. gününden itibaren, hipotalamus-pituiter-adrenal ekseninin fonksiyonel gelişimi başlamaktadır. Hipotalamus-pituiter-adrenal eksenini tamamen işlevsel olduğunda, salgılanan adrenokortikal steroidler, stres toleransı, embriyonun yaşama gücü ve çıkım sonrası performansı gibi birçok faktör üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Jenkins ve Porter, 2004). Bu bağlamda geç dönemde uygulanan stresin uygulama grupları 15. gün soğuk uygulaması (GDU1), 15. ve 16. günler soğuk uygulaması (GDU2) ve 15., 16. ve 17. günler soğuk uygulaması (GDU3) olarak oluşturulmuştur (Tablo 3).

Tablo 3

Geç dönemde uygulanan soğuk stresine ait deneme düzeni

Gruplar	Yumurta Sayısı	Kuluçka Süreci	Sıcaklık	Günlük Süre	Soğuk Uygulanan Toplam Süre
K	200	Standart kuluçka koşulları			0
GDU1	200	15. gün	10 °C	6 saat	6 saat
GDU2	200	15. ve 16. günler	10 °C	6 saat	12 saat
GDU3	200	15., 16. ve 17. günler	10 °C	6 saat	18 saat

Ön çalışmada kullanılan kuluçka özellikleri ile civciv özellikleri aynı şekilde bu denemede de kullanılmıştır.

3.2.2. İstatistiksel Analizler

0. gün, 18. gün yumurta ağırlıkları, yumurta ağırlık kaybı, çıkım ağırlığı ve kuluçka süresine ilişkin varyans analizlerinde grup ve genotip faktörleri ile bunların interaksiyonlarını içeren aşağıdaki istatistiksel model kullanılmıştır. *Post hoc* analizlerde Tukey testinden yararlanılmıştır.

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + s_j + gs_{ij} + e_{ijk} \quad (3.9)$$

Burada; Y_{ijk} yumurtaların 0. gün ve 18. gün ağırlıklarını, yumurta ağırlık kaybı, civcivlerin çıkım ağırlıklarını, civciv kalitesini veya kuluçka süresini, μ popülasyon ortalamasını, g_i i'inci genotipin sabit etkisini, s_j j'inci soğuk stresi grubunun sabit etkisini, gs_{ij} genotip soğuk stresi grubunun etkileşimini, e_{ijk} şansa bağlı hatayı temsil etmektedir.

Eşikli özellikler olan çıkım gücü (yumurtadan civciv çıktı, çıkmadı) ve cinsiyet (erkek, dişi) özellikleri için istatistiksel analiz SAS (2002)'de GEE (Genelleştirilmiş Tahmin

Denklemleri) yöntemine göre PROC GENMOD yardımıyla yapılmıştır. Her iki özellik için de soğuk stres grubu, genotip ve bunların etkileşimlerinin yer aldığı bir model ile analiz gerçekleştirilmiştir. Özelliklerin değerlendirilmesinde odds oranı, regresyon katsayıları ve regresyon katsayılarının standart hata değerleri kullanılmıştır. Olasılık oranı burada çıkım gücü için yumurtadan civciv çıkmasının çıkmamasına; cinsiyet için ise erkek olmasının olmamasına oranı olarak tanımlanmıştır. Bu oran $\Psi=e^b$ denkleminden hesaplanmıştır. Burada Ψ odds oranı, b regresyon katsayısı ve 'e' Euler sabitidir. Cinsiyet oranı analizi için istatistiksel analiz Bölüm 3.1.3'te bahsedildiği gibi uygulanmıştır. *Post hoc* analizlerde Wald ki-kare testi kullanılmıştır.

3.3. Kuluçkadaki Bildircin Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması

3.3.1. Deneme Düzeni

ÇOMÜDAM Kanatlı ünitesinde mevcut olan Japon bildircini popülasyondan elde edilen 1500 adet kuluçkalık yumurta kullanılmıştır. Bildircin yumurtalarında kuluçkada soğuk stres uygulaması deneme düzeni Tablo 4'te görülmektedir. Söz konusu tablodan görüleceği üzere deneme kontrol (BK) ve 3 uygulama grubundan oluşmaktadır (Tablo 4.) Buna göre BK yumurtalarda standart kuluçka koşulları uygulanmıştır. Uygulama gruplarından birincisinde (BU1), kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerde sıcaklık 6 saat/gün boyunca 10 °C'ye düşürülmüştür. İkinci grupta (BU2) ise 13., 14. ve 15. günlerde 6saat/gün boyunca 10°C'ye düşürülen bildircin yumurtaları, üçüncü grupta (BU3) kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün boyunca 10 °C'ye düşürülmüştür.

Tablo 4

Bıldırcınlarda uygulanan soğuk stresine ilişkin deneme düzeni

<i>Gruplar</i>	Yumurta Sayısı	Kuluçka Süreci	Sıcaklık	Süre	Soğuk Uygulanan Toplam Süre
BU1	200	3., 4. ve 5. günler	10 °C	6 saat	18 saat
BU2	200	13., 14. ve 15. günler	10 °C	6 saat	18 saat
BU3	200	3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günler	10 °C	6 saat	36 saat

Palazların yumurtadan çıkışları 4 saat aralıklar ile kontrol edilmiş ve kuluçka çıkım saati kayıt altına alınmıştır. Çıkımı gerçekleşmeyen bıldırcın yumurtaları kırılarak embriyo ölüm dönemleri belirlenmiştir. Yumurta ağırlık kaybı, çıkım gücü, erken dönem embriyo ölüm (EDÖ), orta dönem embriyo ölüm (ODÖ), geç dönem embriyo ölüm (GDÖ) oranları aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır:

$$\text{Yumurta ağırlık kaybı: } [(Başlangıç \text{ ağırlığı} - 18. \text{ gün ağırlığı}) / \text{Başlangıç ağırlığı}] \times 100 \quad (3.10).$$

$$\text{Çıkım Gücü (\%)} = (\text{Çıkan Cıvciv Sayısı}) / (\text{Döllü Yumurta Sayısı}) \times 100 \quad (3.11)$$

$$\text{EDÖ Oranı (\%)} = (0 \text{ ve } 7. \text{Günlerde Ölen Embriyo Sayısı}) / (\text{Döllü Yumurta Sayısı}) \times 100 \quad (3.12)$$

$$\text{ODÖ Oranı (\%)} = (8. \text{ ve } 14. \text{Günlerde Ölen Embriyo Sayısı}) / (\text{Döllü Yumurta Sayısı}) \times 100 \quad (3.13)$$

$$\text{GDÖ Oranı (\%)} = (15. \text{ ve } 17. \text{Günlerde Ölen Embriyo Sayısı}) / (\text{Döllü Yumurta Sayısı}) \times 100 \quad (3.14)$$

Yumurtadan çıkımı gerçekleşen cıvcivler $\pm 0,1$ g hassasiyette terazi ile çıkım ağırlıkları ölçülmüştür. Ancak kontrol grubuna ait deneme hayvanları elden çıkarılmak zorunda kalındığı için sonraki aşama için veri toplanamamıştır.

3.3.2. İstatistiksel Analizler

0. gün, 15. gün yumurta ağırlıkları, yumurta ağırlık kaybı, çıkım ağırlığı ve kuluçka süresine ilişkin varyans analizlerinde uygulamayı içeren aşağıdaki istatistiksel model kullanılmıştır.

$$Y_{ijk} = \mu + s_i + e_{ij} \quad (3.15)$$

Burada; Y_{ij} yumurtaların 0. gün ve 15. gün ağırlıklarını, yumurta ağırlık kaybı, palazların çıkım ağırlıklarını veya kuluçka süresini, μ popülasyon ortalamasını, s_i i'inci soğuk stresi grubunun sabit etkisini, e_{ij} şansa bağlı hatayı temsil etmektedir.

Eşikli özellikler olan çıkım gücü (yumurtadan civciv çıktı, çıkmadı), ve cinsiyet (erkek ve dişi) özellikleri için istatistiksel analiz SAS (2002)'de PROC GENMOD yardımıyla yapılmıştır. Olasılık oranı burada çıkım gücü için yumurtadan civciv çıkmasının çıkmamasına; cinsiyet için ise erkek olmasının olmamasına oranı olarak tanımlandı. Bu oran $\Psi = e^b$ denkleminde hesaplanmıştır; burada Ψ odds oranı, b regresyon katsayısı ve 'e' Euler sabitidir. Cinsiyet oranı, tek taraflı Z testine tabi tutulmuştur (bkz. Bölüm 3.1.3).

3.4. Bildircinlarda Embriyo Kayıplarının Genetik Parametre Tahmini

3.4.1. Deneme Düzeni

Kuluçka özelliklerine ilişkin kantitatif genetik analizleri yapmak amacıyla ÇOMÜDAM kanatlı ünitesinde mevcut olan Japon bildircini popülasyondan elde edilen 2127 adet kuluçkalık yumurta kullanılmıştır. Çıkımı gerçekleştiren palazların çıkım ağırlıkları alınmış çıkım gerçekleşmeyen yumurtalarda ise embriyo kayıpları tespit edilmiştir. Embriyo kayıpları erken dönem (EDÖ) 0-7 günler arası, orta dönem (ODÖ) 8.-14. günler arası ve geç dönem (GDÖ) 15. ve 17. günler arası olmak üzere kayıt altına alınmıştır. Toplam embriyo kayıpları (TEK) ; embriyo kaybı var 1, embriyo kaybı yok 2 şeklinde çıkım gücü (ÇG) ise

çıkış var ise 2, çıkış yok ise 1 olarak kategorize edilmiştir. Erkek palazlar “1”, dişi palazlar “2” olarak kodlanmıştır. Bu düzenlemelerden sonra analizde kullanılan yeni veri setini 81 baba ve 130 anadan oluşan, 11 kuluçka dönemini içeren ve 1751 adet yumurtada saptanan çıkım ağırlığı ve embriyo kayıp dönem kayıtları oluşturmaktadır. Düzenlenen veri setindeki kayıtlar Tablo 1 ‘de sunulmuştur.

Tablo 5

Deneme materyaline ilişkin sayısal veriler

Canlı palaz çıkımı	1413
Embriyo kaybı	338
Erken dönem embriyo ölümleri (EDÖ)	168
Orta dönem embriyo ölümleri (ODÖ)	85
Geç dönem embriyo ölümleri (GDÖ)	85
Dölsüz yumurta	376
Cinsiyet	1300
Erkek	650
Dişi	650

3.4.2. İstatistiksel Analiz

Analizlerden önce pedigrinin sıralı numaralandırılması işlemi için RE-NUM-OR programı kullanılmıştır (Yazgan, 2018). Sıralı numaralandırmadan sonra elde edilen veri seti ile varyans unsurlarının tahmini için Bayes istatistiğine dayalı MCMC (Markov Chain Monte Carlo) yöntemi Gibbs örneklemesinin eşikli özelliklerin analizine yönelik geliştirilen THRGIBBS3F90 programı kullanılmıştır (Misztal vd., 2002).

Aşağıda belirtilen her bir istatistiksel model için 500,000 iterasyonluk zincirler tasarlanmıştır. Modellerde genetik kovaryans matrisi için başlangıç değeri olarak $\begin{bmatrix} 0,01 & 0,001 \\ 0,001 & 0,01 \end{bmatrix}$ ve kesikli sürekli verilerin bulunduğu hata kovaryans matrisi için başlangıç

değeri 0,01 atanırken kesikli özellikler için 1 değeri atanmıştır. Her bir analiz için ilk Gibbs zincirinde yakınsama değerlerine bakılarak 500.000 değeri belirlenerek tekrarlama (iterasyon) sonucu elde edilen sonuç (posterior) varyans-kovaryans unsurlarının, ortalamaları ikinci «start» için başlangıç (prior) değerleri olarak alınmış ve her bir tekrarlama bir sonuç verecek şekilde 500,000 tekrarlı bir gibbs zinciri daha oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar Geweke analizine tabi tutulmuş ve analiz sonucu “burn-in” değeri belirlenmiştir (Geweke, 1991) Bu “burn-in” değerleri zincirden çıkarıldıktan sonra ortalamaları alınarak varyans ve kovaryanslar tahmin edilmiştir.

Çıkım ağırlığına ilişkin birey modeline ilişkin matris gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$Y = X\beta + Z_1a + Z_2m + e \quad (3.16)$$

Burada Y, gözlem değeri vektörünü, X, cinsiyet ve kuluçka partisinin etkisini içeren sabit etkilere ait desen matrisini, β , sabit etkiler vektörünü, Z_1 ve Z_2 , şansa bağlı etkiler için desen matrisini, a , doğrudan bireye ait genetik etkinin şansa bağlı vektörünü, m , şansa bağlı anasal genetik etki vektörünü, e , sansa bağlı hata vektörünü ifade etmektedir.

Binom dağılımlı özelliklerin modellenmesi için eşik modellerin uygulanabileceği belirtilmektedir. Bu modeller, iki değerli bir özelliğin fenotipik ifadesinin altında yatan sürekli ancak gözlemlenemeyen, normal dağılımlı bir değişkenin olduğu varsayımına dayanmaktadır (Sorensen ve Gianola, 2002). Eğer gözlemlenemeyen değişkenin değeri sabit bir eşiği aşarsa, ilgili ikili değişken değeri 1 olur, aksi halde 0 olur. Embriyo kayıpları ve cinsiyetin analizine ait modeller aşağıda verilmiştir.

Embriyo kaybına ilişkin istatistiksel analizlerde eşik modelinde, i 'nci kayıt için y_i değeri karışık bir doğrusal model kullanılarak tanımlanan gizli veya temelde gözlemlenemeyen bir değişken olarak varsayılır:

$$y_i = w_i' \theta = x_i' \beta + z_i' a + e_i \quad (3.17)$$

Eşitlikte $\theta = (\beta', a')$ ve $w_i' = (x_i', z_i')$, $w = (x, z)$ 'nin i'inci sırasındır. Poligenik kalıtıma ilişkin varsayımlar bu “bağlı” değişken için de geçerli kabul edilir. Buna göre $a \sim N(0, A\sigma_a^2)$, burada A akrabalık matrisi, e_i ise ortalaması 0 ve varyansı 1 olan ve normal dağılım gösteren hatayı ifade eder.

Embriyo kayıpları ve cinsiyete ilişkin eşikli model aşağıda görülmektedir (Denklem 3.18).

$$\pi_{ij} = \Phi (P_i + a_j + m_k) \quad (3.18)$$

Modeldeki, π_{ij} embriyo kayıplarının tahmin edilen oranı, Φ standart normal dağılıma ilişkin kümülatif olasılık fonksiyonu, P_i kuluçka partisinin etkisi, a_j bireye ait üreme değeri ve m_k , ananın etkisini ifade etmektedir.

Varyans-kovaryans tahminlerinin posterior dağılımları kullanılarak eklemeli kalıtım derecesi (h_a^2) ile anasal kalıtım derecesi (h_m^2) aşağıdaki denklemler yardımıyla tahmin edilmiştir.

$$h_a^2 = (\sigma_a^2) / (\sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2), \quad (3.19)$$

$$h_m^2 = (\sigma_m^2) / (\sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2) \quad (3.20)$$

Denklemler h_a^2 doğrudan kalıtım derecesini, h_m^2 anasal kalıtım derecesini, σ_a^2 eklemeli genetik varyansı, σ_m^2 anasal genetik varyansı ve σ_e^2 hata varyansını ifade eder.

Çıkım ağırlığı ve embriyo kayıp özellikleri için eklemeli ve anasal genetik varyanslar ile kovaryanslar tahmin edildikten eklemeli genetik etkileri ile anasal genetik etkiler arası genetik korelasyon ile özellikler arası genetik korelasyonlar tahmin edilmiştir.

$$r_{am} = (COV_{am})/(\sigma_a \cdot \sigma_m) \quad (3.21)$$

$$r_{xy} = (COV_{xy})/(\sigma_x \cdot \sigma_y) \quad (3.22)$$

3.5. Genotip*Kuluçka Sıcaklığı Etkileşiminin Cıvciv Kalitesi, Kuluçka Kalitesi ve Cinsiyet Oranına Etkisi

3.5.1. Deneme Düzeni

Bölüm 3.3.1’de bahsedilen bıldırcınlara uygulanan soğuk stresine ait çalışmadan elde edilen verilerin pedigree dosyası da ele alınarak çıkım ağırlığı, embriyo kayıpları ve cinsiyete ilişkin genetik parametre tahmini yapılmıştır. Kantitatif genetik analizleri yapmak amacıyla ÇOMÜDAM kanatlı ünitesinde mevcut olan Japon bıldırcını popülasyondan elde edilen 81 baba ve 130 anadan oluşan ve 11 kuluçka dönemini içeren pedigree dosyasından faydalanılmıştır. Kuluçkada her bir farklı soğuk stresi uygulaması kendi içinde analiz edilmiştir.

3.5.2. İstatistiksel Analiz

Varyans bileşenleri birey modeline uyularak tahmin edilmiştir. Birey modeli, tüm akrabalar arasındaki benzerliği hesaba katan model türüdür. Bir bireyin fenotipini, genetik etkiler ve bir dizi sabit ve rastgele etkinin bir fonksiyonu olarak modellemektedir. Birey modeli, tüm pedigree verilerinden tam olarak yararlanmamıza ve aynı anda potansiyel çevresel etkiyi hesaba katmamıza olanak tanımaktadır (Postma ve Charmantier, 2007; Kruuk, 2004).

Çıkım ağırlığına ilişkin birey modeli analizlerinde kullanılan modelin matris notasyonu aşağıda gösterilmiştir;

$$Y = X\beta + Z_1a + Z_2m + e \quad (3.23)$$

Modelde Y, gözlem değerleri vektörünü, X, sabit etkilere ait desen matrisini, β , sabit etkiler vektörünü, Z1 ve Z2, şansa bağlı etkiler için desen matrisini, a, doğrudan bireye ait genetik etkinin şansa bağlı vektörünü, m, şansa bağlı anasal genetik etki vektörünü, e, şansa bağlı hata vektörünü ifade etmektedir.

Embriyo kaybı ve cinsiyet oranına (erkek olma olasılığı) ilişkin istatistiksel analizlerde eşik modelinde, i'nci kayıt için y_i değeri karışık bir doğrusal model kullanılarak tanımlanan gizli veya temelde gözlemlenemeyen bir değişken olarak varsayılır.

$$y_i = w_i'\theta = x_i'\beta + z_i'a + e_i \quad (3.24)$$

Eşitlikte $\theta = (\beta', a')$ ve $w_i' = (x_i', z_i')$, $w = (x, z)$ 'nin i'inci sırasındır. Poligenik kalıtıma ilişkin varsayımlar bu “bağlı” değişken için de geçerli kabul edilir. Buna göre $a \sim N(0, A\sigma_a^2)$, burada A akrabalık matrisidir. e_i ise ortalaması 0 ve varyansı 1 olan ve normal dağılım gösteren hatayı ifade eder. Buradan yola çıkarak embriyo kayıpları ve cinsiyet oranına ilişkin threshold model şöyle gösterilir.

$$\pi_{ij} = \Phi(a_j + m_j) \quad (3.25)$$

Burada, π_{ij} : embriyo kayıplarının /cinsiyetin tahmin edilen oranı, Φ : standart normal dağılıma ilişkin kümülatif olasılık fonksiyonu, a_j : eklemeli genetik etkiyi, m_j : anasal genetik etkiyi ifade etmektedir.

Varyans unsurları tahmininde Bayes istatistiğine dayalı Gibbs örneklemesinin eşikli özelliklerin analizine yönelik geliştirilen THRGIBBS3F90 programı kullanılmıştır (Misztal, 2002). Her bir analiz için ilk Gibbs zincirinde yakınsama değerlerine bakılarak 500.000 değeri belirlenerek tekrarlama (iterasyon) sonucu elde edilen sonuç (posterior) varyans-kovaryans unsurlarının ortalamalarını ikinci «start» için başlangıç (prior) değerleri olarak

alınmış ve her bir tekrarlama da bir sonuç verecek şekilde 500.000 tekrarlı bir gibbs zinciri daha oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar Geweke analizine tabi tutulmuş ve analiz sonucu “burn-in” değeri belirlenmiştir (Geweke, 1991). “Isınma” sonrasında 500.000 tekrarlı örnek için POSTGIBBSf90 yazılımı çalıştırılarak sonraki varyans tahminleri elde edilmiştir.

Bayesci yöntem ile yapılan modelleme çalışmalarında en iyi uyuma sahip modele karar verilmesinde sıklıkla sapma bilgi kriteri (DIC) kullanılmaktadır. Model karşılaştırmalarında, DIC değeri ne kadar küçük ise model daha uyumludur.

$$DIC = -2 \log(p(y|\theta)) = -2 \log L \quad (3.26)$$

Burada y verileri, θ modelin bilinmeyen parametrelerini, p model parametre sayısını ve $\log L$ doğal log-olabilirliğini ifade etmektedir.

Her bir soğuk stresi uygulaması farklı özellikler olarak ele alınarak iki özellikli (bivaryet) birey modeli uygulanmıştır.

$$y_{ij} = \mu + a_{ij} + e_{ij} \quad (3.27)$$

Burada; y_{ij} = j. özellik için i. bireyin fenotipini, a_{ij} = j. özellik için i. bireyin rastgele eklemeli genetik etkisini ifade etmektedir. a_{ij} , ortalaması sıfır ve varyansı $\mathbf{A} \otimes \mathbf{G}$ olan normal dağılım gösterdiği varsayılır. Burada \mathbf{A} eklemeli genetiğin ilişki matrisini, \mathbf{G} ise eklemeli genetiğin kovaryans matrisidir. İki özellik durumunda ise (burada iki çevre, Ç1 ve Ç2), $\mathbf{A} = \text{Ç1 ve Ç2}$ 'ye ait eklemeli genetik varyansı, $\mathbf{G} = \text{Ç1 ve Ç2 arasındaki eklemeli genetik kovaryansı}$ ifade etmektedir.

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} \sigma_{a,\text{Ç1}}^2 & \sigma_{a,\text{Ç1,2}}^2 & \sigma_{a,\text{Ç1,2}}^2 & \sigma_{a,\text{Ç2}}^2 \end{bmatrix} \quad (3.28)$$

Çevreler arasındaki (Ç1 ve Ç2) genetik korelasyonlar için aşağıdaki denklem kullanılmıştır:

$$r_{\text{Ç1-Ç2}} = \frac{cov_{a1,2}}{\sqrt{\sigma_{a1}^2 * \sigma_{a2}^2}} \quad (3.29)$$

Burada; $cov_{a1,2}$: 1. ve 2. çevre arasındaki eklemeli kovaryanstır, σ_{a1}^2 , 1. çevrenin eklemeli genetik varyansı ve σ_{a2}^2 , 2. Çevrenin eklemeli genetik varyansıdır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması Ön

Denemesi

Çalışmada yumurta ağırlıkları ve çıkım ağırlığının grup ve genotiplere göre en küçük kareler ortalamaları ve önem seviyeleri Tablo 6'de, yumurta ağırlık kaybına ilişkin istatistiksel analiz bulguları ise Tablo 7'de sunulmuştur. 18. gündeki yumurta ağırlığı, ağırlık kaybı ve çıkım ağırlıkları için gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir ($P=0,5294$; $P=0,5295$; $P=0,4734$). Buna karşın genotipler arasındaki farklar istatistiksel olarak tüm özellikler bakımından önemlidir ($P<,0001$).

Tablo 6

Grup ve genotiplere göre 0. ve 18. gün yumurta ağırlıkları ve civcivlerin yumurtadan çıkım ağırlıklarına (g) ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}) parantez içinde standart hataları ve önem seviyeleri (P)

Faktör	Seviye	0. gün yumurta ağırlığı		18. gün yumurta ağırlığı		Çıkım ağırlığı	
		\bar{x}	P	\bar{x}	P	\bar{x}	P
Grup	K	57,09 (0,45)	0,5255	50,43 (0,46)	0,5294	39,53 (0,41)	0,4734
	G1	56,96 (0,45)		50,70 (0,46)		39,80 (0,40)	
	G2	57,21 (0,45)		50,70 (0,46)		40,14 (0,42)	
	G3	56,34 (0,45)		49,86 (0,46)		39,25 (0,42)	
Genotip	Brown	58,15 ^a (0,39)	<,0001	51,42 ^a (0,40)	<,0001	41,19 ^a (0,35)	<,0001
	Nick	56,81 ^b (0,39)		50,85 ^a (0,40)		39,76 ^b (0,36)	
	Chick	55,74 ^b (0,39)		49,00 ^b (0,40)		38,10 ^c (0,36)	
	Tinted						
Grup*Genotip		0,4012		0,3843		0,2800	

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$).K: Kontrol; G1: İnkübasyonun 5. ve 6. günlerinde 2'şer saat 15 °C; G2: İnkübasyonun 14. ve 15. günlerinde 2'şer saat 15 °C ; G3: İnkübasyonun 5., 6., 14., ve 15., günlerinde 2'şer saat 15 °C

Tablo 7

Oransal yumurta ağırlık kaybı (%) bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)

Faktör	Seviye	\bar{x}	SH	P değeri	Grup*Genotip
Grup	K	11,68	0,30	0,3838	0,5295
	G1	10,99	0,30		
	G2	11,41	0,30		
	G3	11,58	0,30		
Genotip	Brown Nick	11,62 ^b	0,26	<,0001	
	Nick Chick	10,52 ^a	0,26		
	Tinted	12,11 ^b	0,26		

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$). K: Kontrol; G1: İnkübasyonun 5. ve 6. günlerinde 2'şer saat 15 °C; G2: İnkübasyonun 14. ve 15. günlerinde 2'şer saat 15 °C ; G3: İnkübasyonun 5., 6., 14., ve 15., günlerinde 2'şer saat 15 °C

Çıkım gücü bakımından ele alınan faktörlere ilişkin odds oranları Tablo 8'de verilmiştir. Gruplar arası soğuk stresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P=0,6498$). Tablo 9'da çıkım gücüne ilişkin nispi sıklık değerlerine bakıldığında en düşük çıkım gücü G3 ve Tinted genotipinde görülmektedir. Tavuk yumurtalarında aralıklı olarak uygulanan 10°C ye maruz bırakılması gruplar arasında önemli bir fark yaratmamakla birlikte en düşük G3 grubunda %77,59 olarak bulunmuştur (Tablo 9). Muhtemelen bu grupta da düşük olması Tinted genotipinden kaynaklanmaktadır. Birçok çalışmada kuş yumurtaları kuluçka dönemi boyunca belirli sıcaklıklar arasında (26°C ila 40,5°C) kaldığı müddetçe embriyonik gelişimin gerçekleşebileceğini bu sıcaklık aralığının dışındaki sıcaklıkların herhangi bir artışının veya azalışının embriyoların ölüm oranını artırdığını bildirilmiştir (Conway ve Martin, 2000; Ensminger, 1992; Harvey, 1993; Woodard vd., 1993; Robbins, 1998).

Tablo 8

Çıkım gücü bakımından ele alınan faktörlere ilişkin regresyon katsayıları (b), standart hataları (SH), odds oranları (Ψ) ve P değerleri

Faktör	Seviye	b	SH	Ψ	P değeri
Grup	G1	-0,23	0,47	0,80	0,6249
	G2	0,12	0,51	1,12	
	G3	0,46	0,56	1,59	
	K	0,00	0,00	1,00	
Genotip	Brown Nick	0,41	0,43	1,50	0,4955
	Nick Chick	0,46	0,44	1,59	
	Tinted	0,00	0,00	1,00	

K: Kontrol; G1: İnkübasyonun 5. ve 6. günlerinde 2'şer saat 15 °C; G2: İnkübasyonun 14. ve 15. günlerinde 2'şer saat 15 °C ; G3: İnkübasyonun 5., 6., 14., ve 15., günlerinde 2'şer saat 15 °C

Tablo 9

Grup ve genotiplere göre çıkım gücüne ilişkin frekans değerleri

Grup	Genotip			TOPLAM
	Brown Nick	Nick Chick	Tinted	
K	100	76,47	78,95	84,91
G1	83,33	93,33	90,00	88,68
G2	76,47	88,24	88,89	84,62
G3	84,21	89,47	60,00	77,59
TOPLAM	85,92	86,76	79,22	83,80

K: Kontrol; G1: İnkübasyonun 5. ve 6. günlerinde 2'şer saat 15 °C; G2: İnkübasyonun 14. ve 15. günlerinde 2'şer saat 15 °C ; G3: İnkübasyonun 5., 6., 14., ve 15., günlerinde 2'şer saat 15 °C

Cinsiyetlere ilişkin regresyon katsayıları bakımından gruplar arasında istatistiksel önemli bir farklılık gözlenmemiştir (Tablo 10). Uygulama ve genotipin cinsiyet üzerine etkisine ilişkin P değerleri Tablo 11'de sunulmuştur. Cinsiyet oranının G1'de %50 değerinden sapsması önemli bulunmuştur ($P=0,0066$). Cinsiyetlerin genotiplere göre dağılım oranlarında ise önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$).

Tablo 10

Grup ve genotiplere göre erkek olma olasılığına ait regresyon katsayıları (*b*), standart hataları (SH), odds oranları (Ψ) ve önem seviyeleri (*P* değeri)

Faktör	Seviye	<i>b</i>	SH	Ψ	<i>P</i> değeri	Grup*Genotip
Grup	G1	0,56	0,72	1,75	0,1041	0,6594
	G2	-0,13	0,72	0,88		
	G3	-0,13	0,78	0,88		
	K	0,00	0,00	1,00		
Genotip	Brown Nick	0,68	0,79	1,97	0,3144	
	Nick Chick	-0,67	0,70	0,51		
	Tinted	0,00	0,00	1,00		

K: Kontrol; G1: İnkübasyonun 5. ve 6. günlerinde 2'şer saat 15 °C; G2: İnkübasyonun 14. ve 15. günlerinde 2'şer saat 15 °C ; G3: İnkübasyonun 5., 6., 14., ve 15., günlerinde 2'şer saat 15 °C

Tablo 11

Uygulama ve genotipin cinsiyet üzerindeki etkisine ilişkin yüzde değerleri (%) ve önem seviyeleri (*P* değerleri)

	Uygulama (%)			Genotip (%)			
	D	E	<i>P</i>	D	E	<i>P</i>	
K	48,94	51,06	0,4420	Brown Nick	54,55	45,45	0,2301
G1	31,91	68,09	0,0066	Nick Chick	40,68	59,32	0,0761
G2	48,94	51,06	0,4420	Tinted	44,26	55,74	0,1851
G3	57,78	42,22	0,1484	TOPLAM	46,77	53,23	0,1895

K: Kontrol; G1: İnkübasyonun 5. ve 6. günlerinde 2'şer saat 15 °C; G2: İnkübasyonun 14. ve 15. günlerinde 2'şer saat 15 °C ; G3: İnkübasyonun 5., 6., 14., ve 15., günlerinde 2'şer saat 15 °C

Tablo 12'ye baktığımızda soğuk stresinin civciv kalitesi üzerine etkisi önemsiz bulunurken ($P=0,3184$) genotipler arasındaki fark ($P=0,0095$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Civciv kalitesi en iyi olan genotipin Tinted olduğu görülmektedir.

Tablo 12

Grup ve genotiplere göre civciv kalitesine ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}) standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)

Faktör	Seviye	\bar{x}	SH	P	Grup*Genotip
Grup	K	97,88	1,10	0,3184	0,5644
	G1	95,64	1,07		
	G2	96,61	1,11		
	G3	95,19	1,10		
Genotip	Brown Nick	94,63 ^a	0,94	0,0095	
	Nick Chick	95,74 ^a	0,96		
	Tinted	98,63 ^b	0,95		

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$). K: Kontrol; G1: İnkübasyonun 5. ve 6. günlerinde 2'şer saat 15 °C; G2: İnkübasyonun 14. ve 15. günlerinde 2'şer saat 15 °C ; G3: İnkübasyonun 5., 6., 14., ve 15., günlerinde 2'şer saat 15 °C

Kuluçka süresi bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları ve önem seviyeleri Tablo 13'te sunulmuştur. Gruplar arası ve genotipler arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P< 0,005$).

Tablo 13

Kuluçka süresi bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)

Faktör	Seviye	\bar{x}	SH	P değeri	Grup*Genotip
Grup	K	511,87 ^a	1,50	<,0001	0,0175
	G1	517,38 ^c	1,51		
	G2	516,98 ^b	1,47		
	G3	522,02 ^d	1,49		
Genotip	Brown Nick	518,14 ^a	1,31	0,0008	
	Nick Chick	513,12 ^b	1,29		
	Tinted	519,92 ^a	1,26		

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P\leq 0,05$). K: Kontrol; G1: İnkübasyonun 5. ve 6. günlerinde 2'şer saat 15 °C; G2: İnkübasyonun 14. ve 15. günlerinde 2'şer saat 15 °C ; G3: İnkübasyonun 5., 6., 14., ve 15., günlerinde 2'şer saat 15 °C

Tablo 14

Grup*genotip interaksiyon bakımından kuluçka sürelerine ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}) ve bunlara ait standart hatalar (SH)

<i>Genotip</i>	Brown Nick		Nick Chick		Tinted	
	\bar{x}	SH	\bar{x}	SH	\bar{x}	SH
K	512,49 ^{abc}	2,42	507,03 ^a	2,86	516,10 ^{bcd}	2,47
G1	509,98 ^{ab}	2,78	520,05 ^{de}	2,66	522,11 ^{de}	2,38
G2	511,88 ^{abc}	2,65	522,72 ^{de}	2,61	516,33 ^{bcd}	2,38
G3	518,14 ^{cde}	2,46	522,77 ^{de}	2,35	525,14 ^e	2,89

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). K: Kontrol; G1: İnkübasyonun 5. ve 6. günlerinde 2'şer saat 15 °C; G2: İnkübasyonun 14. ve 15. günlerinde 2'şer saat 15 °C ; G3: İnkübasyonun 5., 6., 14., ve 15., günlerinde 2'şer saat 15 °C

4.2. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Erken Dönem Soğuk Stresi Uygulaması

Çalışmada yumurta ağırlıkları ve çıkım ağırlığının grup ve genotiplere göre en küçük kareler ortalamaları ve önem seviyeleri Tablo 15'te sunulmuştur. Grup genotip etkileşiminin çıkım ağırlığı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P=0,0320$). Erken dönemde uygulanan soğuk stresinin etkisini gruplar arasında farkı gözlemleyemesek de genotiplerin bu stres etkenine karşı fizyolojik bir tepki verdiği görülmektedir.

Tablo 15

Grup ve genotiplere göre 0. ve 18. gün yumurta ağırlıkları ve civcivlerin yumurtadan çıkım ağırlıklarına ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), parantez içinde standart hataları ve önem seviyeleri (P)

Faktör	Seviye	Yumurta Ağırlığı				Çıkım Ağırlığı	
		Başlangıç		18. gün		\bar{x}	P
		\bar{x}	P	\bar{x}	P		
Grup	K	59,43 (0,30)		52,78 (0,30)		42,22 (0,29)	0,7308
	EDU1	59,75 (0,30)	0,8765	53,08 (0,30)	0,9124	42,25 (0,29)	
	EDU2	59,46 (0,30)		52,86 (0,30)		41,96 (0,28)	
	EDU3	59,53 (0,30)		52,90 (0,30)		41,87 (0,28)	
	Brown Nick	54,29 ^a (0,26)		48,22 ^a (0,26)		37,80 ^a (0,26)	
	Nick Chick	58,36 ^b (0,26)	<0,0001	51,21 ^b (0,26)	<0,0001	39,81 ^b (0,24)	
	Ross	65,98 ^c (0,26)		59,27 ^c (0,26)		48,61 ^c (0,23)	
Grup*Genotip			<0,0001		<0,0001		0,0320

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). K: Kontrol; EDU1: İnkübasyonun 3. gününde 6 saat boyunca 10 °C; EDU2: 3. ve 4. günlerde 6 saat/gün 10 °C; EDU3: inkübasyonun 3., 4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Tablo 16'da yumurta oransal ağırlık kaybına ilişkin en küçük kareler ortalaması ve standart hataları sunulmuştur. Gruplar arasında ağırlık kaybı bakımından fark önemsizdir ($P=0,8616$). Beklenildiği gibi genotipler arasında bu fark önemli çıkmıştır ($P < 0,0001$).

Tablo 16

Yumurta oransal ağırlık kaybı (%) bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)

Faktör	Seviye	\bar{x}	SH	P değeri	Grup*Genotip
Grup	K	11,25	0,15	0,8616	0,9444
	EDU1	11,34	0,15		
	EDU2	11,16	0,15		
	EDU3	11,23	0,15		
Genotip	Brown Nick	10,20 ^a	0,13	<,0001	
	Nick Chick	11,27 ^b	0,13		
	Ross	12,27 ^c	0,13		

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). K: Kontrol; EDU1: İnkübasyonun 3. gününde 6 saat boyunca 10 °C; EDU2: 3. ve 4. günlerde 6 saat/gün 10 °C; EDU3: inkübasyonun 3., 4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Çıkım gücünün odds oranlarını Tablo 17’de verilmiştir. Soğuk stresi uygulamasının civciv çıkma olasılığı üzerinde olumsuz bir etkisi görülmemektedir ($P=0,6144$).

Genotipler bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P=0,0002$). Buna göre Brown Nick yumurtalarından Nick Chick’e göre civciv çıkma olasılığı %64 daha düşüktür.

Bu tez çalışmasında söz konusu uygulamanın etkisi ele alınan genotipler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturduğu görülmektedir (Tablo 17). Nick Chick ve Ross genotiplerinin civciv çıkma olasılığı benzer bulunurken bu olasılık Brown Nicklerde oldukça düşük bulunmuştur. Beyaz yumurtacı genotip olan Nick Chick, kahverengi yumurtacı olan Brown Nick’den daha yüksek bir kuluçka kabiliyeti göstermiştir.

Tablo 17

Çıkım gücü bakımından ele alınan faktörlere ilişkin regresyon katsayıları (*b*), standart hataları (SH), odds oranları (*Ψ*) ve *P* değerleri

Faktör	Seviye	<i>b</i>	SH	<i>Ψ</i>	<i>P</i> değeri	Grup*Genotip
Grup	EDU1	-0,27	0,64	0,76	0,6144	0,6030
	EDU2	-0,23	0,64	0,80		
	EDU3	-0,56	0,60	0,57		
	K	0,00	0,00	1,00		
Genotip	Brown Nick	-1,03	0,64	0,36 ^a	0,0002	
	Ross	-0,20	0,58	0,82 ^b		
	Nick Chick	0,00	0,00	1,00 ^b		

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). K: Kontrol; EDU1: İnkübasyonun 3. gününde 6 saat boyunca 10 °C; EDU2: 3. ve 4. günlerde 6 saat/gün 10 °C; EDU3: inkübasyonun 3., 4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Tablo 18

Grup ve genotiplere göre çıkım gücüne ilişkin oransal değerler, %

<i>Genotip</i>	Brown Nick	Nick Chick	Ross	TOPLAM
<i>Grup</i>				
K	74,42	88,24	90,20	84,83
EDU1	76,09	85,71	87,50	83,22
EDU2	77,08	94,00	88,00	86,49
EDU3	79,59	96,00	84,00	86,58
TOPLAM	76,88	91,00	87,44	85,30

K: Kontrol; EDU1: İnkübasyonun 3. gününde 6 saat boyunca 10 °C; EDU2: 3. ve 4. günlerde 6 saat/gün 10 °C; EDU3: inkübasyonun 3., 4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Tablo 19’da cinsiyete ilişkin grup ve genotiplere ait odds oranları verilmiştir. Gruplar arasındaki farka ilişkin *P* değerinin eşik değerin biraz üzerinde olması nedeniyle ($P=0,0780$) bu değerlendirmenin üzerinde dikkatle durulması gerekmektedir. EDU2 ve EDU3’e bakıldığında K’e göre erkek civciv çıkma olasılığı sırasıyla %42 ve %49 daha düşük olduğu bulunmuştur.

Uygulama ve genotipin cinsiyet üzerindeki etkisine ilişkin *P* değerleri Tablo 20’de sunulmuştur. Cinsiyet oranının EDU3’te %50 değerinden sapması önemli bulunmuştur (*P*=0,0312). Cinsiyetlerin genotiplere göre dağılım oranlarında ise önemli bir farklılık bulunmamıştır (*P*<0,005).

Çalışmada inkübasyonun 3., 4., ve 5. günü 6’şar saat 10° C soğuk uygulamasında (EDU3) dişi oranı (%58,27) önemli derecede artmıştır (Tablo 20; *P*=0,0312). Aynı zamanda civciv çıkma olasılığı en yüksek grubun EDU3 olduğu görülmektedir. Ayrıca çıkım gücü de en yüksek olan grup %86,58 ile EDU3’tür (Tablo 18).

EDU3’te çıkımı gerçekleşen embriyoların cinsiyetinin dişi yönünde eğilimli olduğu görülmektedir. Muhtemelen erkek embriyolar inkübasyonun kritik günlerini içeren erken dönemde uygulanan soğuk stresine (EDU3) karşı bir hassasiyet göstermişler ve yumurtadan çıkışları gerçekleşememiştir.

Tablo 19

Grup ve genotiplere göre erkek olma olasılığına ilişkin regresyon katsayıları (*b*), standart hata (SH), odds oranları (*Ψ*) ve önem seviyeleri (*P*-değeri)

Faktör	Seviye	<i>b</i>	SH	<i>Ψ</i>	<i>P</i> değeri	Grup*Genotip
Grup	EDU1	0,07	0,44	1,07	0,0780	0,0783
	EDU2	-0,55	0,43	0,58		
	EDU3	-0,68	0,44	0,51		
	K	0,00	0,00	1,00		
Genotip	Brown Nick	-0,21	-0,20	0,81	0,7992	
	Ross	0,15	0,15	1,16		
	Nick Chick	0,00	0,00	1,00		

K: Kontrol; EDU1: İnkübasyonun 3. gününde 6 saat boyunca 10 °C; EDU2: 3. ve 4. günlerde 6 saat/gün 10 °C; EDU3: inkübasyonun 3., 4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Tablo 20

Gruplara ilişkin cinsiyet oranları (%) ve önem seviyeleri (*P*-değeri)

	Uygulama %			Genotip %			
	D	E	<i>P</i>	D	E	<i>P</i>	
K	43,22	56,78	0,0704	Brown Nick	51,41	48,59	0,3686
EDU1	52,54	47,46	0,2904	Nick Chick	50,30	49,70	0,4693
EDU2	44,53	55,47	0,1080	Ross	47,78	52,22	0,2755
EDU3	58,27	41,73	0,0312	TOPLAM	49,69	50,31	0,4462

K: Kontrol; EDU1: İnkübasyonun 3. gününde 6 saat boyunca 10 °C; EDU2: 3. ve 4. günlerde 6 saat/gün 10 °C; EDU3: inkübasyonun 3., 4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Soğuk stresi uygulamasının kuluçka süresine etkisi Tablo 21’de verilmiştir. Gruplar arasında fark önemli bulunmuştur ($P < 0,0001$). Beklenildiği gibi soğuk stresi uygulaması arttıkça kuluçka süresi artmıştır. En uzun kuluçka süresinin 522,02 saat ile en uzun süre soğuk stresi uygulanan grup olan EDU3’te gerçekleştiği görülmektedir.

Tablo 21

Kuluçka süresi bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (*P*-değeri)

Faktör	Seviye	\bar{x}	SH	<i>P</i> değeri	Grup*Genotip
Grup	K	499,43 ^a	0,89	<,0001	0,2072
	EDU1	508,67 ^b	0,89		
	EDU2	514,27 ^c	0,87		
	EDU3	522,02 ^d	0,86		
Genotip	Brown Nick	514,00 ^a	0,80	<,0001	
	Nick Chick	514,47 ^b	0,74		
	Ross	504,82 ^b	0,74		

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). K: Kontrol; EDU1: İnkübasyonun 3. gününde 6 saat boyunca 10 °C; EDU2: 3. ve 4. günlerde 6 saat/gün 10 °C; EDU3: inkübasyonun 3., 4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Embriyolarda strese bağlı kortikosteron ykseklęi nedeniyle metabolik hızın yavaşlamasına ve embriyo gelişimi için gereken enerjinin dokulara yönlendirilme sürecinin uzamasına sebep olduğu dşnlmektedir. Kuluçka süresinin, kuluçka sıcaklığına bağlı olarak uzaması veya kısalması, metabolik hzdaki, fizyolojik süreçlerdeki ve bunların düzenlenmesindeki değişikliklerin bir yansımastır (Black ve Burggren, 2004; Molenaar vd., 2010; Maatjens vd., 2016; Hamidu vd., 2018). Yumurtadan erken çıkan civcivlerin çıkım ağırlıklarının farklılık göstermesi beklenir. Soğuk stresi uygulanan embriyoların kuluçka süresi uzamasına rağmen kontrol grubu civcivler ile benzer çıkım ağırlığı göstermiştir (Tablo 15.). Soğuk stresi gruplarına ait civcivlerin kuluçka sürelerinin uzamış olması civcivlerin çıkım ağırlıklarında bir değişiklik yaratmamıştır. Soğuk stres uygulaması embriyonik gelişim esnasında farklı organları etkileyerek kas gelişimini veya fizyolojik gelişimlerini arttırarak kontrol grubu ile benzer çıkım ağırlığına sahip olmalarına neden olmuş olabilir. Düşük kuluçka sıcaklıklarında embriyonun karaciğer glikojen seviyesinde artışa yol açarak embriyonik gelişim esnasında sarı kesesi kullanımını teşvik ettiği bildirilmektedir (Morita vd., 2016). Bir günlük civcivlerin düşük kuluçka sıcaklıklarında daha az kalan yumurta sarısı ağırlığı ve daha fazla kalp ağırlığı ve bağırsak ağırlığına sahip olduğu bildirilmektedir (Van den Brand vd., 2019). Tona vd. (2007) inkübasyon aşamasında O₂ kısıtlamasına bağlı olarak stres grubu embriyoların 18. gün ağırlıkları kontrol grubuna göre daha yüksek olmasın rağmen çıkım ağırlıklarının kontrol grubu ile benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Genotipler temelinde Ross genotipi civcivlerin normal çıkım süresi olan 504 saatten daha erken sürede çıktıkları, yumurtacı genotiplerde ise ıkımın 10 saat geciktiği grlmektedir ($P < 0,0001$).

Soğuk stresine tepki olarak embriyolar kalp atış hızlarını ve metabolizmalarını yavaşlatır. şiddetli soğuklarda embriyolar bu süreçleri askıya alabilir ve bu gelişimsel gecikmeleri telafi etmek için embriyolar normal kuluçka dönemlerini uzatır. Çalışmada erken dönemde uygulanan soğuk stresi beklenildiği gibi kuluçka süresini uzatmıştır. Kuluçka süresi Nick Chick ve Brown Nick genotipinde benzer bulunmuştur. Ross genotipinin kuluçka süresi önemli derecede yumurtacılardan daha düşüktür. Ross embriyoları hızlı gelişimleri nedeniyle yumurta içindeki gelişimini tamamlayıp artık yeterli

O₂ alamayınca yumurtadan çıkma süreci tetiklenmiş olabilirler. Yumurtacı embriyolarının O₂ tüketim oranı genel olarak etlik embriyolarına göre daha düşüktür (Janke vd., 2004). Ohta vd. (2004), yumurta sarısı tüketiminin etlikler ve yumurtacılar arasında farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle de yumurtacı genotipler kuluçka süresini etlik genotipe göre yaklaşık 10 saat geciktirmiş olabilir.

4.3. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Geç Dönem Soğuk Stresi

Uygulaması

Çıkım ağırlığı bakımından en yüksek değer K grubunda, en düşük değer ise GDU3 grubunda tespit edilmiştir ($P=0,0654$). Kuluçkanın 18. günü yumurta ağırlığı ve çıkım ağırlığının genotipler arasında farklılaştığı görülmektedir (Tablo 22). Her iki özellik için de P değeri $<0,0001$ olarak bulunmuştur. Çıkım ağırlığı bakımından grup genotip etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P=0,5607$).

Soğuğa maruz kalan embriyoların kuluçka süreleri uzamıştır (Tablo 29). Soğuğa maruz kalan gruplarda embriyo gelişiminin durduğu veya yavaşladığı buna bağlı olarak muhtemelen metabolizmalarının da yavaşladığı söylenebilir. Ancak grupların çıkım ağırlıkları ortalamaları K grubundan GDU3 grubuna azalan bir eğilimde olduğu görülebilir ($P=0,0654$).

Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre çıkım ağırlığına ilişkin genotipler arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Etlik ile yumurtacı genotipler arası fark beklenmesine rağmen iki yumurtacı genotip arasında da fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,0001$). Genotipler arası yumurta ağırlığındaki varyasyon, öncelikle albümin ağırlığındaki varyasyondan kaynaklanabilir. Dolayısı ile yumurta ağırlığı arttıkça albümin ağırlığı da artmaktadır. Çıkım ağırlığı da yumurta ağırlığı ile doğru orantılı olarak değişmesi beklenir.

Yumurta ağırlık kaybı oranı Ross genotipinde oldukça düşük bulunmuştur (Tablo 23). Cıvıv çıkma olasılığı da Nick Chick'e göre %82 daha düşük bulunmuştur (Tablo 24).

Ross genotipi yumurtalarında nem kaybı fazla olmadığı için çıkış gücünün düştüğü söylenebilir Yumurtadan nem kaybı hava hücresinin büyümesi, metabolik su ve gaz alışverişine ek olarak civcivlerin kuluçka sırasında yumurtadan çıkması için gerekli olan hareketlere de izin verecektir (Shafey, 2002). Embriyonik gelişimin ilerlemesi ile nem kaybı kademeli olarak artmaktadır. Kuluçka sırasında yumurta ağırlık kaybı %10,30 ile %11,40 arasında olması ideal olduğu bildirilmiştir (Tona vd., 2001). Broilerde ise bu değer %10 ile %14 arasında değişmektedir. Noiva vd. (2014), su kaybı %9,1'den düşük veya %18,5'ten fazla olduğunda embriyonik ölümlerin artacağını bildirmişlerdir.

Tablo 22

Grup ve genotiplere göre 0. ve 18. gün yumurta ağırlıkları ve civcivlerin yumurtadan çıkım ağırlıklarına ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), parantez içinde standart hataları ve önem seviyeleri (P)

Faktör	Seviye	Yumurta Ağırlığı				Çıkım Ağırlığı	
		Başlangıç		18. gün		\bar{x}	P
		\bar{x}	P	\bar{x}	P	\bar{x}	P
Grup	K	55,18 (0,31)	0,2195	49,52 (0,29)	0,5054	39,11 (0,25)	0,0654
	GDU1	54,64 (0,31)		49,20 (0,29)		38,83 (0,26)	
	GDU2	55,55 (0,31)		49,82 (0,29)		38,70 (0,26)	
	GDU3	55,04 (0,30)		49,45 (0,29)		38,15 (0,26)	
Genotip	Brown	52,88 ^a (0,27)	<,0001	47,42 ^a (0,25)	<,0001	36,38 ^a (0,23)	<,0001
	Nick	59,10 ^c (0,26)		52,43 ^c (0,25)		40,31 ^c (0,21)	
	Nick Chick	53,33 ^b (0,26)		48,64 ^b (0,25)		39,40 ^b (0,24)	
	Ross						
Grup*Genotip			0,1010		0,1478		0,5607

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). K: Kontrol; GDU1: İnkübasyonun 15. gününde 6 saat boyunca 10 °C; GDU2: 15. ve 16. günlerde 6 saat/gün 10 °C; GDU3: inkübasyonun 15., 16. ve 17. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Tablo 23

Yumurta ağırlık kaybı (%) bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)

Faktör	Seviye	\bar{x}	SH	P değeri	Grup*Genotip
Grup	K	10,30	0,14	0,0810	0,1219
	GDU1	10,37	0,15		
	GDU2	10,37	0,15		
	GDU3	10,00	0,14		
Genotip	Brown Nick	10,61 ^b	0,13	<0,0001	
	Nick Chick	11,36 ^c	0,12		
	Ross	8,93 ^a	0,13		

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). K: Kontrol; GDU1: İnkübasyonun 15. gününde 6 saat boyunca 10 °C; GDU2: 15. ve 16. günlerde 6 saat/gün 10 °C; GDU3: inkübasyonun 15., 16. ve 17. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Çıkım gücü bakımından ele alınan faktörlere ilişkin regresyon katsayıları ve odds oranları Tablo 24’te verilmiştir. Geç dönemde soğuk stresi uygulaması gruplar arasında civciv çıkma olasılığını benzer şekilde etkilemiştir ($P=0,5580$). Ross ve Brown Nick’de bir yumurtadan civciv çıkma olasılığı Nick Chick’e göre önemli derecede düşük bulunmuştur ($P=<0,0001$).

Embriyo gelişimindeki en belirgin değişiklikler kuluçkanın üçüncü haftasında meydana gelir ve embriyonik ihtiyaçların en fazla olduğu dönemdir. Civciv çıkma olasılığı uygulama gruplarında K’e göre daha düşük olduğu gözükmemekte fakat gruplar arasındaki fark istatistiksel önemli bulunmamıştır (Tablo 24). Brown Nick ve Ross genotipinin civciv çıkma olasılığı Nick Chick’e göre daha düşüktür (Tablo 24). Bu durum muhtemelen Nick Chick’in yumurta ağırlığının diğer genotiplere göre daha yüksek olmasından kaynaklanıyor olabilir (Tona vd., 2010).

Tablo 24

Çıkım gücü bakımından ele alınan faktörlere ilişkin regresyon katsayıları (*b*), standart hataları (SH), odds oranları (*Ψ*) ve *P* değerleri

Faktör	Seviye	<i>b</i>	SH	<i>Ψ</i>	<i>P</i> değeri	Grup*Genotip
Grup	GDU1	-1,09	0,71	0,34	0,5580	0,7792
	GDU2	-0,60	0,74	0,55		
	GDU3	-0,78	0,74	0,46		
	K	0,00	0,00	1,00		
Genotip	Brown Nick	-1,34	0,69	0,26 ^a	<0,0001	
	Ross	-1,73	0,68	0,18 ^a		
	Nick Chick	0,00	0,00	1,00 ^b		

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). K: Kontrol; GDU1: İnkübasyonun 15. gününde 6 saat boyunca 10 °C; GDU2: 15. ve 16. günlerde 6 saat/gün 10 °C; GDU3: inkübasyonun 15., 16. ve 17. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Tablo 25

Grup ve genotiplere göre çıkım gücüne ilişkin oransal değerler (%)

<i>Genotip</i>	Brown Nick	Nick Chick	Ross	TOPLAM
<i>Grup</i>				
K	80,43	94,00	73,47	82,76
GDU1	79,17	84,00	69,57	77,78
GDU2	74,47	89,58	73,47	79,17
GDU3	82,61	87,76	66,00	78,62
TOPLAM	79,14	88,83	70,62	79,58

K: Kontrol; GDU1: İnkübasyonun 15. gününde 6 saat boyunca 10 °C; GDU2: 15. ve 16. günlerde 6 saat/gün 10 °C; GDU3: inkübasyonun 15., 16. ve 17. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Cinsiyete ilişkin regresyon katsayıları ve odds oranları Tablo 26'da verilmiştir. Gruplar bazında dişi civciv çıkma olasılığı bakımından farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P=0,4428$). Kanatlılarda, doğal kuluçka koşullarında cinsiyet oranlarının manipülasyonu, koşullar bir cinsiyet için diğerine göre daha avantajlı olduğunda daha fazla erkek veya dişi elde edilmektedir. Örneğin kuluçka sıcaklığının, cinsiyetler arasındaki farklı

embriyonik ölüm oranı yoluyla kuşların cinsiyet oranlarını etkilediği bilinmektedir (Eiby vd., 2008).

Embriyoların cinsiyet oranlarının manipülasyonu muhtemelen tek adımlı bir süreç değildir. Embriyo gelişimi üzerine etki eden bir hormon ağının karmaşık etkileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Genotipler arasındaki farklara baktığımızda dikkat çekici olan Ross genotipinin erkek civciv çıkma olasılığı Nick Chick'e göre 6,46 kat daha fazla bulunmuş olmasıdır ($P<0,0001$).

Tablo 26

Grup ve genotiplere göre erkek olma olasılığına ilişkin regresyon katsayıları (b), standart hataları (SH), odds oranları (Ψ) ve önem seviyeleri (P -değeri)

Faktör	Seviye	b	SH	Ψ	P	Grup*Genotip
Grup	GDU1	0,17	0,43	1,19	0,4428	0,8619
	GDU2	-0,45	0,42	0,64		
	GDU3	-0,54	0,43	0,58		
	K	0,00	0,00	1,00		
Genotip	Brown Nick	0,17	0,45	1,18 ^a	<0,0001	
	Ross	1,87	0,61	6,46 ^b		
	Nick Chick	0,00	0,00	1,00 ^a		

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P\leq 0,05$). K: Kontrol; GDU1: İnkübasyonun 15. gününde 6 saat boyunca 10 °C; GDU2: 15. ve 16. günlerde 6 saat/gün 10 °C; GDU3: inkübasyonun 15., 16. ve 17. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Tablo 27

Gruplara ilişkin cinsiyet oranları (%) ve P değerleri

	Uygulama				Genotip		
	D	E	P		D	E	P
K	32,77	67,23	<0,0001	Brown Nick	44,22	55,78	0,0804
GDU1	36,61	63,39	0,0023	Nick Chick	49,71	50,29	0,4699
GDU2	40,35	59,65	0,0197	Ross	16,79	83,21	<0,0001
GDU3	42,98	57,02	0,0670	TOPLAM	49,69	50,31	0,4462

K: Kontrol; GDU1: İnkübasyonun 15. gününde 6 saat boyunca 10 °C; GDU2: 15. ve 16. günlerde 6 saat/gün 10 °C; GDU3: inkübasyonun 15., 16. ve 17. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

Tablo 28

Grup ve genotiplere göre embriyo kayıp dönemlerine ait oransal değerler (%)

<i>Genotip</i> <i>Grup</i>	Brown Nick			Nick Chick			Ross			TOPLAM
	EDÖ	ODÖ	GDÖ	EDÖ	ODÖ	GDÖ	EDÖ	ODÖ	GDÖ	
K	50,00	20,00	30,00	62,50	25,00	12,50	69,23	15,38	15,38	21,19
GDU1	50,00	25,00	25,00	40,00	40,00	20,00	92,86	7,14	0,00	27,12
GDU2	62,50	0,00	37,50	33,33	66,67	0,00	76,92	7,69	15,38	25,42
GDU3	55,56	22,22	22,22	66,67	33,33	0,00	82,35	5,88	11,76	26,27
TOPLAM	53,85	17,95	28,21	50,00	40,91	9,09	80,70	8,77	10,53	100

K: Kontrol; GDU1: İnkübasyonun 15. gününde 6 saat boyunca 10 °C; GDU2: 15. ve 16. günlerde 6 saat/gün 10 °C; GDU3: inkübasyonun 15., 16. ve 17. günlerinde 6 saat/gün 10 °C. EDÖ: Erken Dönem Embriyonik Ölümler; ODÖ: Orta Dönem Embriyonik Ölümler; GDÖ: Geç Dönem Embriyonik Ölümler

Tablo 29’da kuluçka süresi bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları ve önem seviyeleri verilmiştir. Gruplar arasında soğuk stresinin kuluçka süresi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,0001$). Soğuk stresinin en büyük etkisi kuluçka süresine olmuştur. Soğuk stresi uygulama süresi ile kuluçkadan çıkış süresi arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir.

Brown Nick genotipi daha erken çıkış sağlamıştır. Genotipler arasında kuluçka süresi bakımından görülen farklılığın muhtemelen yumurtacı ve etlik embriyoların gelişimi sırasında farklı büyüme desenlerine sahip olmaları yani metabolik hızları, besin emilimleri ve O₂ tüketimleri bakımından farklılık göstermeleridir. Yumurtacı ve etlik embriyoların arasındaki farklılıkların yanı sıra yumurtacı genotipler ya da etlik genotipler arasında da bu farklılık gözlemlenebilir. Druyan (2010) Ross ve Cobb embriyolarının gelişimsel farklılıklarını incelediğinde Ross genotipinin oksijen tüketimi ve kalp hızının Cobb genotipinden daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Dolayısı ile genotipler arasındaki yaşanan metabolik hız farklılıklarının embriyoların genotipler arası fizyolojik farklılıklarının kuluçka süresine yansıtacağı aşikardır. Embriyonik metabolizma tüm biyolojik süreçleri yönetmekten sorumlu olduğundan, metabolik hızdaki bir azalma yumurtanın oksijen tüketiminin azalmasına sebep olur ve uzayan kuluçka süresini kısmen açıklayabilir (Mueller vd., 2022).

Hormonlar, vücudun stres tepkisinin hayati bir göstergesidir ve birçok metabolik sürecin düzenlenmesinde görevlidir. Tiroit hormonları ise stres hormonları ile ilişkilidir. Stres hormonu olan kortikosteron hormonunun seviyesi yükseldikçe tiroit hormonları olan Triiodothyronine (T3) ve Thyroxine (T4) hormonlarının salgılanması baskılanmaktadır (Sinha vd., 2023). Embriyonik gelişimin 19. gününden itibaren çıkıma kadar genotip gözetmeksizin tüm embriyoların T3 seviyelerinde önemli derecede artış olduğu bilinmektedir (Givisiez vd., 2020). Buna göre uygulanan soğuk stresinin özellikle de geç dönemde embriyo hormon konsantrasyonunu etkileyerek embriyoların yumurtadan çıkmak için gerekli olan hormonal dengeyi sağlayamayarak kuluçka süresini uzattığını söylemek mümkündür. Tiroit hormon manipülasyonunun kuluçka süresini etkilediği, hipotiroidi durumlarında kuluçka süresini uzadığı bilinmektedir (Rippamonti ve Dzialowski, 2023).

Tablo 29

Kuluçka süresi bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)

Faktör	Seviye	\bar{x}	SH	P değeri	Grup*Genotip
Grup	K	489,34 ^a	0,84	<0,0001	0,4923
	GDU1	496,22 ^b	0,82		
	GDU2	501,05 ^c	0,83		
	GDU3	508,78 ^d	0,91		
Genotip	Brown Nick	497,38 ^a	0,65	0,0009	
	Nick Chick	500,70 ^b	0,60		
	Ross	498,47 ^a	0,91		

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). K: Kontrol; GDU1: İnkübasyonun 15. gününde 6 saat boyunca 10 °C; GDU2: 15. ve 16. günlerde 6 saat/gün 10 °C; GDU3: inkübasyonun 15., 16. ve 17. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

4.4. Kuluçkadaki Bildircin Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması

Çalışmada Tablo 30'daki çıkım ağırlıkları bakımından gruplara göre en küçük kareler ortalamaları ve önem seviyelerine bakıldığında ele alınan özelliklerin uygulama grupları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmediği görülmektedir ($P > 0,05$).

Ağırlık kaybı bakımından da gruplar arasında önemli bir fark görülmemiştir (Tablo 31; $P=0,5364$).

Tablo 30

Gruplara göre 0. ve 15. gün yumurta ağırlıkları ve palazların yumurtadan çıkım ağırlıklarına ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)

Yumurta Ağırlığı										
		Başlangıç			18. gün			Çıkım ağırlığı		
Faktör	Seviye	\bar{x}	SH	P	\bar{x}	SH	P	\bar{x}	SH	P
Grup	BU1	10,36	0,06	0,7030	8,74	0,08	0,6157	7,44	0,06	0,5184
	BU2	10,39	0,06		8,74	0,08		7,43	0,06	
	BU3	10,43	0,06		8,83	0,08		7,35	0,06	

BU1: kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10°C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10 °C.

Tablo 31

Oransal yumurta ağırlık kaybı (%) bakımından ele alınan faktörlere ilişkin en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}) standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)

Faktör	Seviye	(\bar{x})	SH	P değeri
	BU1	15,89	0,52	0,5364
	BU2	16,19	0,51	
	BU3	15,41	0,50	

BU1: kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10°C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10 °C.

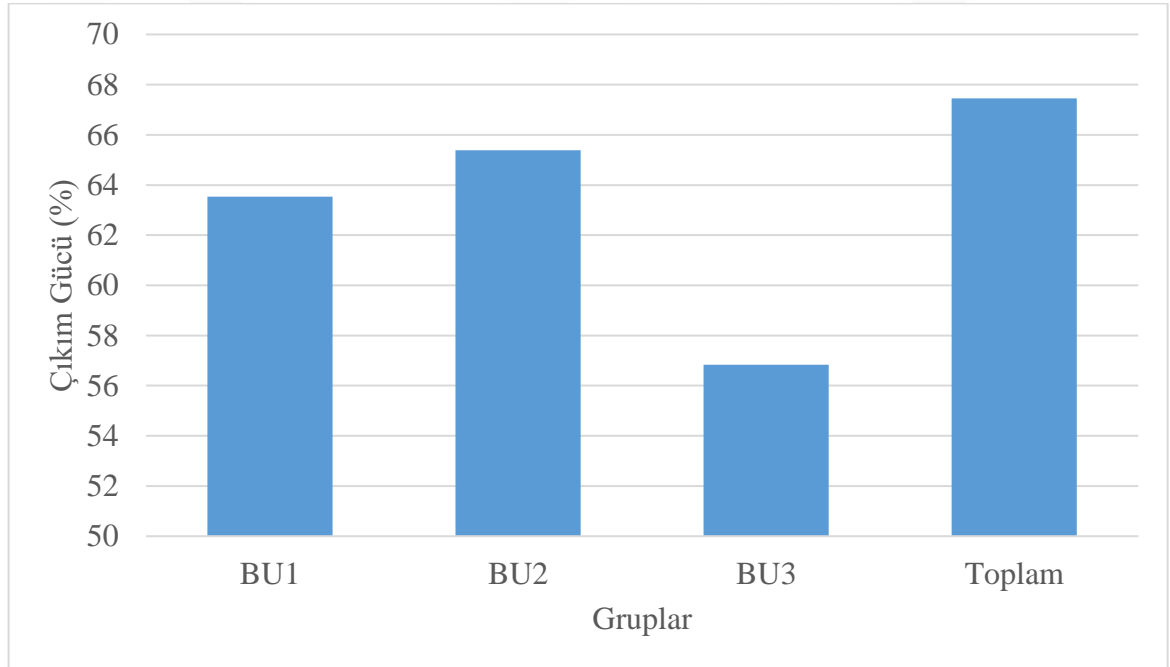
Çıkım gücü bakımından gruplara ilişkin regresyon katsayıları ve odds oranları Tablo 32’de sunulmuştur. Çıkım gücü bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P<0,0864$). Elde edilen bulgulara göre sayısal olarak BU1 ve BU2 gruplarındaki yumurtalardan BU3 grubu yumurtalara kıyasla palaz çıkma olasılığı sırasıyla 1,34 ve 1,46 kat daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 32

Çıkım gücü bakımından gruplara ilişkin regresyon katsayıları (*b*), standart hataları (SH), odds oranları (Ψ) ve önem seviyeleri (*P*-değeri)

Faktör	Seviye	<i>b</i>	SH	Ψ	<i>P</i> değeri
Grup	BU1	0,29	0,17	1,34	0,0864
	BU2	0,38	0,17	1,46	
	BU3	0,00	0,17	1,00	

BU1: kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10°C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10 °C.



Şekil 7. Gruplara göre çıkım gücüne ilişkin oransal değerler

Tablo 33’te gruplar arası cinsiyete ilişkin odds oranlarına göre gruplar arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($P=0,6918$).

Uygulamanın cinsiyet üzerindeki etkisine ilişkin *P* değerleri Tablo 34’te sunulmuştur. BU1’de erkek palaz oranı (%58,59) dişi palaz oranına (%41,41) göre önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P=0,0438$). Şekil 8’ de görülebileceği gibi EDÖ’lerin diğer dönemlerdeki ölümlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. İnkübasyonun erken

döneminde uygulanan soğuk stresinin (BU1) erkek embriyo oranını arttırdığı görülmektedir (Tablo 34; Şekil 8). Dişi ve erkek embriyolar arasındaki gelişim farklılıklarından dolayı BU1’de uygulanan stresin erken dönemde gerçekleşen ölümlerin dişi yönünde eğilimli olabileceği ve BU1’de erkek palaz oranının daha yüksek çıktığı düşünülmektedir. Optimal olmayan koşullar altında erkek embriyolara kıyasla dişi embriyoların daha yüksek bir ölüm oranı sergilediği bildirilmiştir (Ewen vd., 2001).

Etlik yumurtalarına inkübasyonun 11. ve 17. günlerinde embriyolara havasız ortam oluşturulmuş ve embriyonik plazmada kortikosteron artışı olduğu bildirilmiştir (De Smit vd., 2008). Kuluçka aşamasında uygulanan fizyolojik herhangi bir anormallik embriyolarda kortikosteron seviyesini değiştirdiği anlaşılmaktadır. Kortikosteron hayvanın stres faktörüne karşı homeostazisini korumasına yardımcı olmak için hareket eden birincil yanıtlayıcıdır. Kortikosteron konsantrasyonları mevsimsel olarak da değişir ve kuşlarda cinsiyet oranlarında görülen mevsimsel değişikliklerin altında yatan sebep bu olabilir. Soğuk stres uygulaması geç dönemde (BU2) ve her iki dönemde (BU3) cinsiyet oranlarını etkilemediği görülmektedir. Muhtemelen bu dönemde yani her iki grupta da ortak olan inkübasyonun son aşamasında hormonal mekanizma devreye girmekte ve cinsiyet hormonları ile etkileşime girerek embriyonik stres yanıtını değiştirmektedir. Gelişmekte olan tavuk embriyolarında, erken dönemde stres hormonlarının düzenlenmesinin başlangıçta otonom adrenal sistemin kontrol altında olduğu ve yumurta inkübasyonunun 14. günü civarında (tavuklar için) adenohipofiz-adrenal ekseninin negatif geri bildirim inhibisyon mekanizmaları tarafından düzenlenmeye başlamaktadır (Kalliecharan ve Hall, 1974). Embriyoların, erken embriyogenezde stres etkeni ile başa çıkamayacak yani düzenleyemeyecek olsalar da adenohipofiz-adrenal eksen geliştikten sonra bu uyarıcılara yanıt olarak dolaşımdaki stres seviyelerini düzenleyebilecekleri düşünülmektedir; ya da BU2 ve BU3 için fizyolojik aralıktaki bu stres seviyesi cinsiyet oranlarını değiştirmek için yeterli değildir. Pinson vd. (2015) yumurta tavukları üzerinde yaptıkları çalışmalarında yumurtlamadan 5 saat önce kortikosteron enjeksiyonu uygulamasının cinsiyet oranına etki etmediğini bildirmişlerdir. Aynı yazarlar, kortikosteron enjeksiyonları yumurtlamadan 4 saat önce uygulandığında, cinsiyet oranında dişiler lehine bir sapmanın olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 33

Gruplara göre erkek olma olasılığına ilişkin regresyon katsayıları (b), odds oranları (Ψ) ve P değerleri

Faktör	Seviye	b	SE	Ψ	P değeri
Grup	BU1	0,24	0,29	1,28	0,6918
	BU2	0,09	0,29	1,09	
	BU3	0,00	0,00	1,00	

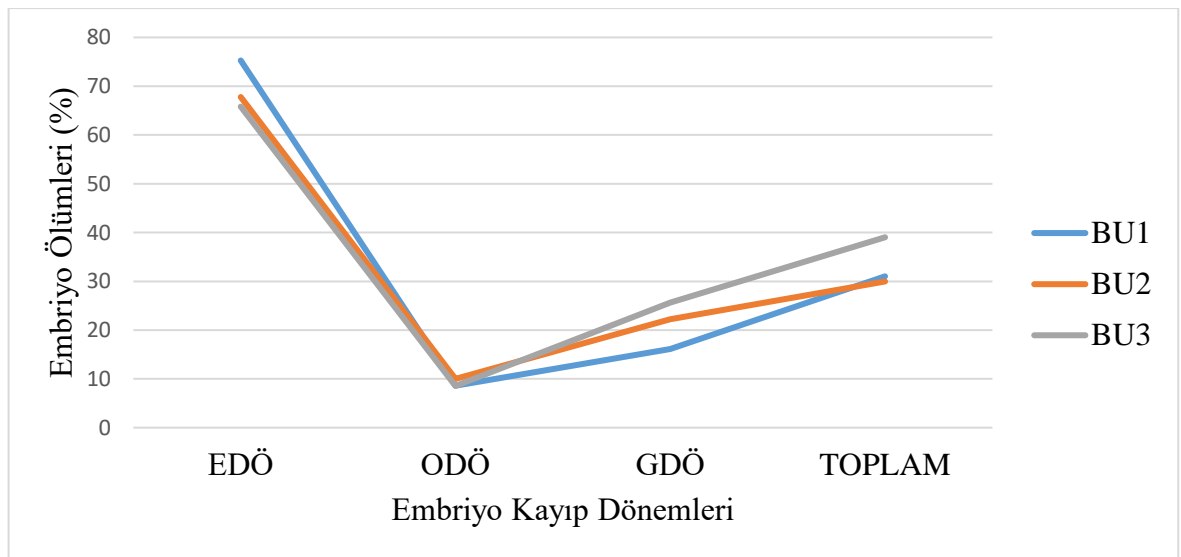
BU1: kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10°C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10 °C.

Tablo 34

Gruplara ilişkin cinsiyet oranları ve P değerleri

Grup	Cinsiyet Oranı (%)		P
	D	E	
BU1	41,41	58,59	0,0438
BU2	45,26	54,74	0,1779
BU3	47,42	52,58	0,3058
TOPLAM	44,67	55,33	0,0392

BU1: kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10°C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10 °C.



Şekil 8. Embriyo kaybı dönemlerine göre gruplara ilişkin oransal değerlerin değişimi

Tablo 35'te kuluçka süresi bakımından gruplara göre en küçük kareler ortalamaları ve önem seviyeleri verilmiştir. Kuluçka süresi bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,0001$).

Embriyo gelişimindeki en belirgin değişiklikler kuluçkanın son döneminde meydana gelmektedir. Bu dönem embriyonik ihtiyaçların en fazla olduğu dönemdir ve aynı zamanda yüksek oksijen talebinin en fazla olduğu dönemdir (Yıldırım ve Yetişir, 2003). Tüm türlerde kuluçka dönemi boyunca yumurtaların metabolizma hızındaki artış, kuluçka döneminin yaklaşık %80'i tamamlandıktan sonra gerçekleşir.

Elde edilen bulgulara göre soğuk stresinin süresi arttıkça palazların çıkışına olanak tanısa bile kuluçka süresi uzamaktadır. Bildirgin embriyolarının soğuk stresine karşı BU3'te BU2'ye uygulanan soğuk stresine göre toleransının daha düşük olduğu görülmektedir (Tablo 35). Embriyolar yumurtadan çıkmak için güç toplamaları gerekmekte ve dolayısı ile geç dönemde embriyonun daha fazla enerji ihtiyacı olmaktadır. Embriyoların karaciğer glikojen rezervlerinin birçoğunu yumurtadan çıkmadan birkaç gün önce kullandığı bilinmektedir (Willemsen vd., 2010).

Tablo 35

Kuluçka süresi bakımından gruplara göre en küçük kareler ortalamaları (\bar{x}), standart hataları (SH) ve önem seviyeleri (P)

Faktör	Seviye	\bar{x}	SH	P değeri
Grup	BU1	421,69 ^b	0,70	<0,0001
	BU2	418,74 ^a	0,68	
	BU3	439,74 ^c	0,72	

Aynı sütunda gösterilen harfler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P\leq 0,05$). BK: Kontrol; BU1: kuluçkanın 3., 4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6 saat/gün 10 °C.

4.5. Bildircinlarda Embriyo Kayıplarının Genetik Parametre Tahmini

Çıkım ağırlığına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 36' da sunulmuştur. Çıkım ağırlığı kuluçka partilerine göre 4,72 g ile 12,46 g arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir. Tablo 37'de embriyo ölüm dönemlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. En fazla erken dönem ölümleri 8. kuluçka partisinde görülmüştür.

Tablo 36

Çıkım ağırlığına ilişkin kuluçka partilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Parti No	N	Ortalama	Standart Sapma	En Küçük Değer	En Büyük Değer
1	155	9,09	1,05	5,87	12,26
2	198	9,33	1,20	6,24	12,46
3	200	9,32	1,11	5,27	11,94
4	70	8,59	0,94	6,55	10,79
5	133	8,44	0,82	6,16	10,01
6	100	8,15	0,76	4,72	9,76
7	154	8,50	0,76	5,00	10,28
8	105	8,20	0,66	6,71	10,50
9	82	8,55	0,81	7,05	10,90
10	127	8,46	0,97	5,32	10,68
11	89	8,37	1,03	6,22	11,07

Tablo 37

Embriyo ölüm dönemlerine ait kuluçka partilerine göre mutlak sıklıklar

Parti No	EDÖ	ODÖ	GDÖ
1	22	13	19
2	9	23	17
3	20	14	8
4	18	2	5
5	10	2	8
6	5	1	3
7	26	7	7
8	33	13	5
9	2	1	2
10	8	5	8
11	15	4	3

Tablo 38’de özellikler arası yapılan bivaryet analizlere dair tahmin edilen varyans unsurları ve DIC değerleri verilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi DIC değeri en küçük olan değer en sapmasız tahmini sunacaktır. En küçük DIC değerlerine sahip varyans unsurlarından elde edilen direkt ve anasal kalıtım derecelerine dair bulgular Tablo 39’da sunulmuştur. Genel olarak çıkım ağırlığına ilişkin direkt kalıtım dereceleri anasal kalıtım derecelerinden düşük bulgulanmıştır. Çıkım ağırlığının çıkım gücü ile bivaryet analizi sonucunda çıkım ağırlığına ait direkt kalıtım derecesi anasal kalıtım derecesinden daha yüksek olarak tahmin edilmiştir. En küçük DIC değerlerine sahip varyans unsurlarından elde edilen direkt ve anasal kalıtım dereceleri değerlendirildiğinde ÇA ilişkin elde edilen direkt kalıtım derecesi 0,15 (0,07) ve anasal kalıtım derecesi ise 0,67 (0,10) olarak tahminlenmiştir. ÇA üzerinde yumurta ağırlığı, kabuk kalitesi ve yumurta sarısı içeriği gibi anasal bileşenlerin etkili olduğu söylenebilir. Tavuklardaki anasal etki yumurtlama zamanında yumurtanın özellikleri ve kalitesiyle ilişkilidir (Lotfi vd., 2012).

Tablo 38

Çıkım ağırlığı (ÇA), embriyo ölüm dönemleri (EDÖ,ODÖ,GDÖ) ve kuluçka özelliklerine (TEK, ÇG) ilişkin genetik varyans kovaryans ve DIC değerleri

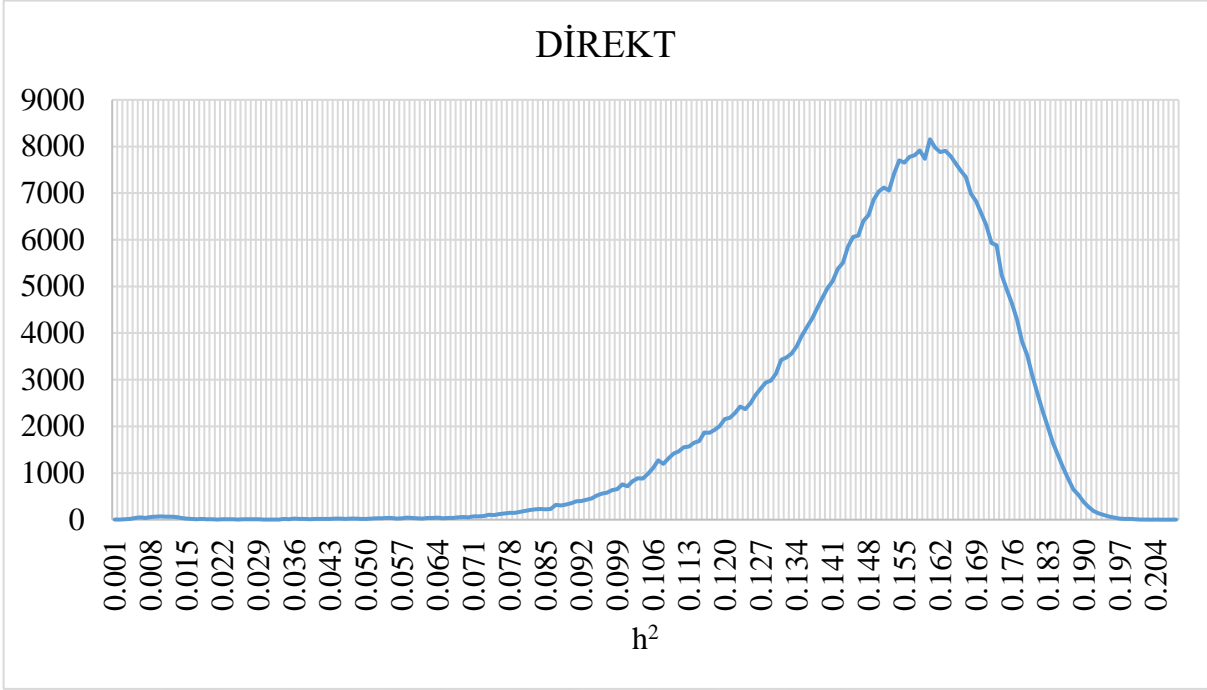
Özellik 1	Özellik 2	σ^2_a	σ^2_m	σ^2_e	$cov_{a,m}$	DIC
ÇA	EDÖ	0,61 (0,24)	1,87 (0,60)	0,46 (0,13)	-0,74 (0,38)	-35516,8
	ODÖ	1,15 (0,37)	2,29 (0,82)	0,36 (0,16)	-0,15 (0,97)	-38461,3
	GDÖ	0,57 (0,27)	2,70 (1,09)	0,68 (0,35)	0,05 (0,54)	-32722284,8
	TEK	0,22 (0,06)	2,41 (0,70)	0,40 (0,11)	0,17 (0,24)	-46856,8
	ÇG	31,76 (8,09)	18,91 (9,19)	4,33 (3,52)	-7,25(10,00)	-53723,7
EDÖ	ODÖ	0,09 (0,04)	0,07 (0,03)	0,03 (0,02)	-0,04 (0,03)	-13940067,1
	GDÖ	0,09 (0,04)	0,08 (0,04)	0,03 (0,02)	-0,03 (0,03)	-3888183,5
	TEK	0,06 (0,03)	0,07 (0,04)	0,04 (0,02)	-0,02 (0,03)	-43525,4
	ÇG	0,08 (0,03)	0,06 (0,05)	0,03 (0,01)	-0,01 (0,03)	-88197,5
ODÖ	GDÖ	0,08 (0,01)	0,02 (0,01)	0,01 (0,01)	-0,04 (0,01)	-4942144,7
	TEK	0,08 (0,01)	0,03 (0,01)	-0,05 (0,01)	-0,05 (0,01)	-90834,5
	ÇG	0,07 (0,02)	0,02 (0,01)	-0,03 (0,01)	-0,03 (0,01)	-4068274,6
GDÖ	TEK	0,08 (0,01)	0,05 (0,01)	-0,06 (0,01)	-0,06 (0,01)	-92125,4
	ÇG	0,27 (0,01)	0,12 (0,06)	-0,04 (0,02)	-0,04 (0,02)	-3647227,4
TEK	ÇG	0,27 (0,01)	0,12 (0,06)	-0,08 (0,04)	-0,08 (0,04)	-111018,7

ÇA: Çıkım ağırlığı, EDÖ: Erken dönem embriyo ölümleri, ODÖ: Orta dönem embriyo ölümleri, GDÖ; Geç dönem embriyo ölümleri, TEK; Toplam embriyo kayıpları, ÇG: Çıkım gücü, σ^2_a : eklemeli genetik etkilere ait varyans, σ^2_m : anasal genetik etkilere ait varyans, $cov_{a,m}$: direkt ve anasal genetik özellikler arası kovaryans σ^2_e : hata varyansı, DIC: Sapma bilgi kriteri

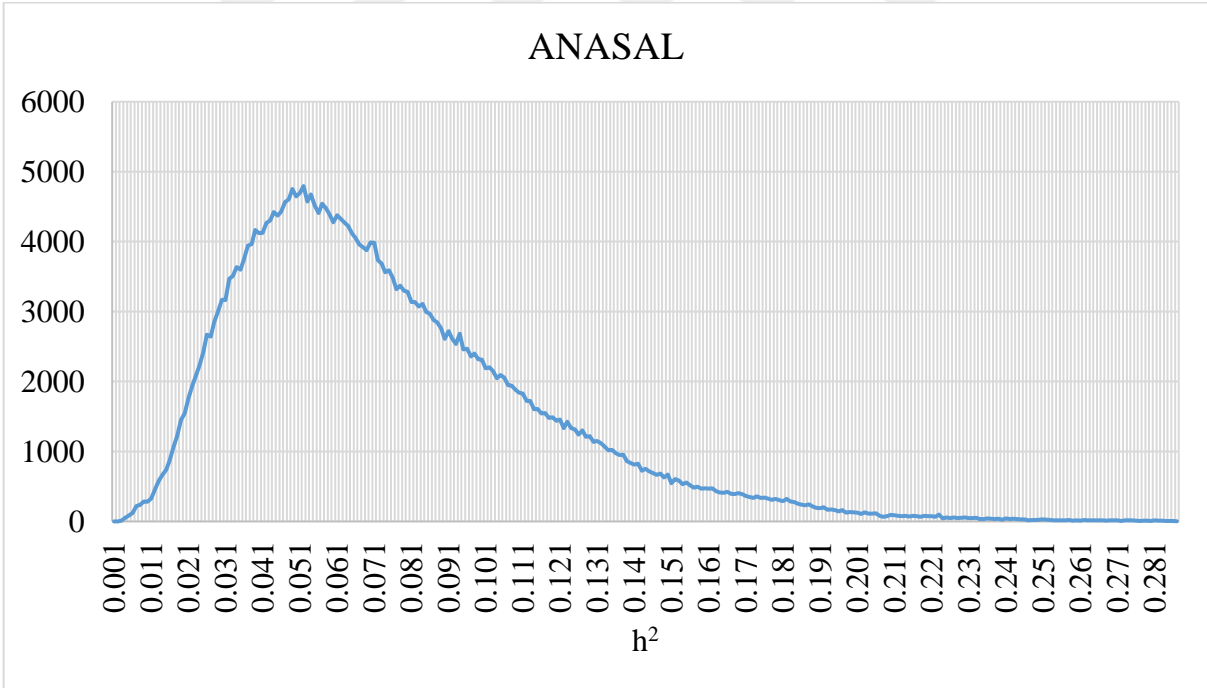
EDÖ'ye ait direkt kalıtım derecesi 0,05 (0,03) bulunmuştur. ODÖ için direkt kalıtım derecesi 0,07 (0,03) ve GDÖ için ise direkt kalıtım dereceleri 0,08 (0,01) olarak tahmin edilmiştir. Literatürde mevcut olan kalıtım dereceleri tavuklar üzerinde yapılan çalışmaların sonucunu yansıtmaktadır. Örneğin, Beaumont vd. (1997) yumurtacı tavuklarda embriyo ölüm dönemleri için kalıtım derecesini erken dönem embriyo ölümleri için 0,09, orta dönem için 0,07 ve geç dönem için 0,05 olarak tahminlendiğini bildirmişlerdir. Larivière vd. (2009) yerel tavuk ırkında embriyo ölüm dönemlerine ilişkin kalıtım derecelerini erken dönem için 0,03, orta dönem için 0,10 ve geç dönem için 0,04 olduğunu bildirmişlerdir.

TEK ilişkin en sapmasız varyans unsuru tahmin ÇG ile yapılan analiz sonucunda bulgulanmış olup TEK ilişkin kalıtım derecesi 0,19 (0,01) olduğu Tablo 39'da görülmektedir. Çıkım gücüne ilişkin direkt kalıtım derecesi 0,07 (0,01) olarak bulgulanmıştır. Çıkım gücü için farklı kalıtım dereceleri tahmin edilmiştir. Förster (1993) çıkım gücü için kalıtım derecesini 0,20 olarak tahmin etmiştir. Çıkım gücüne ait direkt ve anasal kalıtım dereceleri tahminlerini sırasıyla 0,02 ve 0,04 (Besbe's ve Protais, 1997), 0,24 ve 0,18 (Sewalem ve Johansson, 2000) olarak bildirmişlerdir.

Toplam embriyonik kayba (TEK) ilişkin direkt kalıtım derecesine ait sonsal dağılım Şekil 9' da sunulmuştur. Şekil 10' da ise TEK'e ait anasal kalıtım derecesine ait sonsal dağılım verilmiştir. Söz konusu özelliğe ait iki şekilde birlikte değerlendirildiğinde direkt ve anasal kalıtım derecelerinin ise simetrik dağıldığı görülmektedir.



Şekil 9. Toplam embriyonik kayba (TEK) ait direkt kalıtım derecesi sonsal dağılımlar



Şekil 10. Toplam embriyonik kayba (TEK) ait anasal kalıtım derecesi sonsal dağılımlar

Tablo 39

Çıkım ağırlığı, embriyo ölüm dönemleri (EDÖ,ODÖ,GDÖ) ve kuluçka özelliklerine (TEK, ÇG) ilişkin direkt (h^2_d) ve anasal kalıtım dereceleri (h^2_m) ve standart sapmalar (parantez içindeki değerleri)

	ÇA		EDÖ		ODÖ		GDÖ		TEK	
	h^2_d	h^2_m	h^2_d	h^2_m	h^2_d	h^2_m	h^2_d	h^2_m	h^2_d	h^2_m
EDÖ	0,21 (0,06)	0,62 (0,07)								
ODÖ	0,31 (0,08)	0,59 (0,09)	0,07 (0,03)	0,06 (0,02)						
GDÖ	0,15 (0,07)	0,67 (0,10)	0,07 (0,03)	0,07 (0,03)	0,07 (0,01)	0,02 (0,01)				
TEK	0,08 (0,03)	0,79 (0,05)	0,05 (0,03)	0,06 (0,03)	0,07 (0,01)	0,03 (0,01)	0,07 (0,01)	0,04 (0,01)		
ÇG	0,58 (0,13)	0,33 (0,10)	0,07 (0,02)	0,05 (0,03)	0,07 (0,01)	0,02 (0,01)	0,07 (0,01)	0,03 (0,02)	0,19 (0,01)	0,08 (0,03)

ÇA: Çıkım ağırlığı, EDÖ: Erken dönem embriyo ölümleri, ODÖ: Orta dönem embriyo ölümleri, GDÖ: Geç dönem embriyo ölümleri, TEK; Toplam embriyo kayıpları, ÇG: Çıkım gücü

Tablo 40'ta çıkım ağırlığı ile diğer özellikler arası direkt ve anasal genetik korelasyonlar sunulmuştur. Çıkım ağırlığı ile EDÖ arasındaki genetik ilişki pozitif yönde ve 0,81 olarak tahmin edilmiştir. Çıkım ağırlığı arttıkça erken dönem embriyo ölümleri de artmakta ya da tam tersi şeklinde de ifade edebiliriz. EDÖ' ye ilişkin kalıtım derecesinin düşük olduğu Tablo 39'da ifade edilmiştir. Dolayısı ile kalıtım derecesi düşük olan bu özellik için muhtemelen çıkım ağırlığına ilişkin bir genetik seçim yapmak embriyo kayıplarının azalmasını sağlamak için bir araç olabilir. ÇA'nın direkt genetik etkiler arası genetik ilişkisi ODÖ ($r=0,99$) ve GDÖ ($r=0,95$) ile yüksek derecede ilişkili olarak tahminlenmiştir. Çıkım ağırlığı ile embriyo ölüm dönemleri arasında tahmin edilen direkt genetik korelasyonlar yüksek bulunmuştur. Muhtemelen palazların embriyonik yaşamlarının devam ettirilmesinde sorumlu olan genler ile palazların çıkım ağırlığını etkileyen genler arasında yüksek bir ilişki bulunmaktadır. ÇA ile TEK arasında direkt genetik etkiler arası genetik korelasyon pozitif yönde olduğu gözlemlenmiştir.

Çıkım ağırlığı ve çıkım gücü arasında negatif yönde bir ilişki gözlemlenmiştir. Çıkım ağırlığı arttıkça toplam embriyo kayıpları artacak ve dolayısı ile çıkım gücü düşecektir. Bu üç özellik arasında mutlak bir bağlantının mevcut olduğu görülmektedir. ÇA ile ÇG

arasındaki yüksek genetik korelasyon bu özellikleri aynı gen veya aynı kromozomda bulunan farklı gen yerleri tarafından kontrol ediliyor olabilir.

Sewalem ve Johansson (2000) yumurta ağırlığı ile çıkım gücü arasında direkt genetik etkiler arası genetik korelasyonu negatif yönde ($r=-0,60$) olduğunu bildirmişlerdir. Yumurta ağırlığının büyük olması bu yumurtalardan elde dileyen palazların çıkım ağırlıklarının da daha büyük olacağı anlamına gelmektedir. Yumurta ağırlığı temel olarak albümin ağırlığı ve yumurta sarısı ağırlığından oluşmaktadır. Albümin ağırlığının yumurta sarısından daha fazla yumurta ağırlığının katıda bulunduğu bildirilmektedir (Ayeni vd., 2018). Etlik piliçlerde ağır yumurtaların daha düşük çıkış gücüne sahipken küçük yumurtaların en yüksek çıkış gücüne sahip olduğu bildirilmektedir. Küçük gruptaki yumurtanın civciv dönüşüm oranının büyük gruptaki yumurtaların civciv dönüşüm oranından daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Ayeni vd., 2018). Albümin ağırlığı ile çıkım gücü arasında negatif korelasyon, yumurta sarısı ağırlığı ile çıkım gücü arasında pozitif korelasyon olduğu bildirilmektedir (Hartmann, vd., 2002).

Muhtemelen çıkım ağırlığı yüksek palazların yumurta ağırlıkları da büyüktür. Büyük yumurtaların albümin ağırlığı fazla olduğu için embriyo kayıplarını etkilemiş olabilir. Yumurta sarısı embriyonik gelişim aşamasında tam olarak kullanılmamaktadır. Palazlar yumurtadan çıkım esnasında yumurta sarısını karın bölgesinde sarı kesesine hapsetmekte ve çıkımdan sonra besinle buluşana kadar yumurta sarısındaki besinleri kullanmaktadırlar. Büyük yumurtaların embriyo yaşayabilirliği üzerine olumlu etkisi olan yumurta sarısının embriyonik gelişim aşamasında çok kullanılmadığı için çıkım gücüne olan olumlu etkisinin gözlemlenmediği söylenebilir.

Çıkım ağırlığı üzerinde annenin sağladığı yumurta ortamının yani anasal genetik etkinin embriyonun sağladığı genetik etkiden 4,5 kat daha fazla etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle, çıkım ağırlığı için anneler arasında seçim yapmak, embriyonik hayatta kalmayı iyileştirmek için etkili bir yol sağlayabilir. Fakat daha yüksek çıkım ağırlığına sahip olan palazların, kuluçka sırasında ya daha fazla embriyonik gelişim gösterip ve daha küçük yumurta sarı kesesine sahip olabilirler ya da daha az embriyonik gelişim

göstererek daha büyük yumurta sarı kesesi ile yumurtadan çıkmış olabilirler. Bu durumu dikkatli değerlendirmek gerekir eğer palazlar yumurtadan daha büyük yumurta sarsı kesesi ile çıkım sağlamışlar ise embriyonik dönemde daha az gelişim gösterdikleri anlamına gelebilir. Söz konusu durum çıkım ağırlığı ile embriyo kayıpları arasındaki ilişkiyi de açıklayabilir. Yumurta içinde yaşama gücü yüksek olan bireylerin çıkım ağırlığı yüksek bir fenotip sergilerken yaşama gücü düşük olan bireylerde ise embriyo ölümleri görülmüş olabilir. Özellikle de çıkım ağırlığı ile orta ve geç dönemdeki embriyo ölümleri arasındaki genetik korelasyon erken dönemdekinden daha yüksek bulgulanmıştır. Muhtemelen yumurta sarısı kullanımında yaşanan yetersizlikten dolayı orta dönem ve geç dönem ölümler görülmüş olabilir.

Çalışmamızda ÇA ile ÇG arasında anasal genetik etkiler arası korelasyon negatif ve yüksek olması büyük yumurtalardan çıkım ağırlığı yüksek palazları üreten annelerin aynı zamanda düşük çıkım gücüne sahip yumurtalar ürettiğini gösterir. ÇA ile ÇG arasındaki anasal genetik etkiler arası korelasyonun negatif yönde ($r=-0,90$) olduğu şeklinde bulgulanmıştır. ÇA'nın daha çok anasal genetik etkiler altında olmasından kaynaklanmış olduğunu söyleyebiliriz (Tablo 39).

Tablo 40

Çıkım ağırlığının (ÇA) ilgili özellikler arasındaki direkt genetik etkiler (r_d) ve anasal genetik etkiler (r_m) arası genetik korelasyonlar ve standart sapmalar (parantez içindeki değerleri)

Özellikler	r_d	r_m
EDÖ	0,81 (0,12)	0,15 (0,29)
ODÖ	0,99 (0,02)	0,17 (0,35)
GDÖ	0,95 (0,04)	0,38 (0,33)
TEK	1,00 (0,00)	0,42 (0,27)
ÇG	-1,00 (0,00)	-0,90 (0,07)

EDÖ: Erken dönem embriyo ölümleri, ODÖ: Orta dönem embriyo ölümleri, GDÖ; Geç dönem embriyo ölümleri, TEK; Toplam embriyo kayıpları, ÇG: Çıkım gücü

Erken dönem embriyo ölümleri (EDÖ) ile diğer özellikler arasındaki direkt genetik etkiler ve anasal genetik etkiler arası genetik korelasyonlar ve standart sapmalar Tablo 41’de sunulmuştur. EDÖ ile ÇG arasındaki direkt genetik etkiler arası korelasyon negatif yönde ($r=-0,39$) tahmin edilmiştir. EDÖ ile TEK arasında yüksek bir anasal genetik ilişki 0,70 olarak bulgulanmıştır. EDÖ arttıkça TEK’inde arttığını söyleyebiliriz.

EDÖ ile ÇG arasında da orta düzeyde bir antogonizm söz konusudur. EDÖ ile ÇG arasındaki anasal genetik etkilere ait genetik korelasyon ise ($r= -0,62$) olarak gözlenmiştir. Söz konusu durum bir özellik üzerinde etkili olan anasal genler diğer özellik üzerinde etkili olan anasal genlerin birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Erken dönem ölümleri embriyonik dönemin ilk haftasında meydana geldiği için daha fazla anasal genlerin etkisi altında olabilir. Çıkım gücü ise döllenmiş bir yumurtadan palazın çıkmasıyla elde edilen bir değerdir. Dolayısı ile embriyonik büyüme esnasında embriyoya ait genler aktif hale geldiğini ve anasal genetik etki ifadesinin baskılandığını söyleyebiliriz.

Tablo 41

Erken dönem embriyo ölümleri (EDÖ) ile ilgili özellikler arasındaki direkt genetik etkiler (r_d) ve anasal genetik etkiler (r_m) arası genetik korelasyonlar ve standart sapmalar (parantez içindeki değerleri)

Özellikler	r_d	r_m
ODÖ	0,28 (0,44)	0,06 (0,40)
GDÖ	0,29 (0,28)	-0,25 (0,37)
TEK	0,26 (0,39)	0,70 (0,21)
ÇG	-0,39 (0,23)	-0,62 (0,25)

ODÖ: Orta dönem embriyo ölümleri, GDÖ; Geç dönem embriyo ölümleri, TEK; Toplam embriyo kayıpları, ÇG: Çıkım gücü

Orta dönem embriyo ölümleri ile ilgili özellikler arasındaki direkt genetik etkiler ve anasal genetik etkiler arası genetik korelasyonlar Tablo 42’de sunulmuştur. ODÖ ile GDÖ arasında direkt genetik etkiler arası genetik korelasyon ($r=-0,02$) çok düşük bulunmuştur.

ODÖ ile TEK'na ilişkin genetik korelasyon 0,59 ve anasal genetik etkiler arası korelasyon ise 0,72 olarak tahminlenmiştir.

Tablo 42

Orta dönem embriyo ölümleri ile ilgili özellikler arasındaki direkt genetik etkiler (r_d) ve anasal genetik etkiler (r_m) arası genetik korelasyonlar ve standart sapmalar (parantez içindeki değerleri)

Özellikler	r_d	r_m
GDÖ	-0,02 (0,13)	0,10 (0,32)
TEK	0,59 (0,13)	0,72 (0,20)
ÇG	-0,42 (0,22)	-0,49 (0,27)

GDÖ; Geç dönem embriyo ölümleri, TEK; Toplam embriyo kayıpları, ÇG: Çıkım gücü

GDÖ ile TEK arasında direkt genetik etkiler arası korelasyon ve anasal genetik etkiler arası korelasyon pozitif yönde tahmin edilmiş olup sırasıyla 0,58 ve 0,69 olarak tahmin edilmiştir. GDÖ ile ÇG arasında direkt genetik etkiler arası korelasyon ise ($r=-0,51$) olarak bulgulanmıştır (Tablo 43).

Tablo 43

Geç dönem embriyo ölümleri ile ilgili özellikler arasındaki direkt genetik etkiler (r_d) ve anasal genetik etkiler (r_m) arası genetik korelasyonlar ve standart sapmalar (parantez içindeki değerleri)

Özellikler	r_d	r_m
TEK	0,58 (0,13)	0,69 (0,27)
ÇG	-0,51 (0,15)	-0,56 (0,33)

TEK; Toplam embriyo kayıpları, ÇG: Çıkım gücü

4.6. Genotip X Kuluçka Sıcaklığı Etkileşiminin Cıvıv Kalitesi, Kuluçka Kalitesi ve Cinsiyet Oranına Etkisi

Bölüm 3.3.1, Tablo 4' de kuluçka esnasındaki farklı soğuk stresi uygulama grupları açıklanmıştır. Buradaki analizlerde her bir grup farklı bir özellik şeklinde ele alınmıştır. İki özellikli (bivaryet) birey modeli kullanılarak genetik parametreler tahmin edilmiştir.

Tablo 44'te çıkım ağırlığına ilişkin varyans değerleri ve DIC değerleri verilmiştir. DIC değerlerine bakıldığında en düşük değer -198141,20 olarak bulunmuştur.

Tablo 44

Özellikler arası çıkım ağırlığına ilişkin varyans, kovaryans ve DIC değerleri

Çevre 1	Çevre 2	σ^2_a	σ^2_m	$cov_{a,m}$	σ^2_e	DIC
	BU2	0,29 (0,13)	0,56 (0,28)	-0,37 (0,18)	0,14 (0,07)	-14283,28
BU1	BU3	0,28 (0,10)	0,31 (0,14)	-0,21 (0,11)	0,07 (0,05)	-11720,29
	BK	0,45 (0,13)	0,36 (0,18)	-0,32 (0,13)	0,08 (0,06)	-20550,16
	BU3	0,46 (0,14)	0,65 (0,20)	-0,54 (0,16)	0,10 (0,07)	-198141,20
BU2	BK	0,25 (0,13)	0,70 (0,35)	-0,34 (0,20)	0,20 (0,07)	-25772,51
BU3	BK	0,38 (0,17)	0,54 (0,25)	-0,35 (0,18)	0,12 (0,08)	-20048,12

BK: Kontrol; BU1: kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10°C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10 °C. σ^2_a : eklemeli genetik etkilere ait varyans, σ^2_m : anasal genetik etkilere ait varyans, σ^2_e : hata varyansı, $cov_{a,m}$: direkt ve anasal genetik özellikler arası kovaryans, DIC: Sapma bilgi kriteri

Çıkım ağırlığına ilişkin kuluçkada farklı soğuk stresi uygulamaları arası genetik korelasyon katsayıları Tablo 45’ de sunulmuştur. BU1 ve BK arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon katsayısı görülmektedir. Standart hatalarının büyüklüğü nedeniyle BU1 ile BU3, BU2 ile BU3 ve BU3 ile BK arasındaki genetik korelasyon katsayılarının sıfırdan farksız olduğu söylenebilir. Kontrol grubundaki yumurtadan çıkan bireylerin gösterdikleri çıkım ağırlıkları erken dönemde uygulanan soğuk stres çevresindeki yumurtadan çıkan bireyler ile benzer bir çıkım ağırlığı gösterdiği görülmektedir. BU2 ile BK arasında negatif yönde ($r=-0,65$) genetik korelasyon bulgulanmıştır. Muhtemelen BU2 kuluçka ortamında çıkım ağırlığının ifadesinden sorumlu olan genler BK kuluçka ortamında ifade edilenlerden farklıdır. Genotip çevre etkileşimi (burada “genotip” “kuluçkada soğuk uygulaması” etkileşimi) anlamında bir değerlendirme yapılması durumunda BU1 ile BK ve BU1 ile BU2 arasında orta yükseklikteki genetik korelasyon katsayıları genotip çevre etkileşiminin de daha zayıf olduğunu göstermektedir. Ancak diğer tüm genetik korelasyon katsayıları açık bir genotip çevre (kuluçkada farklı soğuk stresi uygulaması) etkileşimine işaret etmektedir.

Gelişimin erken döneminde embriyo yumurta sarısı vasıtası ile anasal hormonların etkisi altında kaldığı bilinmektedir. Embriyonik gelişimin erken evrelerinde uygulanan soğuk stresi uygulamasının anasal hormonları bir uyarıcı ile karşılaştığında aktif hale getirerek soğuk stresinin etkisini azalttığını dolayısı ile BU1’deki embriyoların BK grubuna benzer çıkım ağırlığı sergilediğini söyleyebiliriz. Embriyo bulundurduğu anasal hormonlara ilaveten kendi gelişimi süresince hormonal mekanizması aktif hale gelecektir. BU1 ile BU2 arasında pozitif genetik korelasyon katsayılarından soğuk stresine karşı anasal ve embriyoya ait etkilerin benzer tepkiler verdiği söylenebilir. Ya da anasal hormonal etkiler ile embriyoya ait hormonal etkiler iç içe geçmiş olabilir. BU2 ile BK arasında negatif yönde ($r=-0,65$) genetik korelasyon gözlemlenmiştir. BU2 inkübasyonun embriyonik gelişimin ilerlediği bir dönemde uygulandığı için embriyo da şok etkisi yaratmış ve BK çevresindeki embriyolardan farklı bir tepki vermiş olabilir. Anasal hormon konsantrasyonlarının inkübasyon başladıktan sonra anasal kökenli hormonları metabolize edilmesine bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Elf ve Fivizzani, 2002; Eising vd., 2003).

Tablo 45

Çıkım ağırlığına ilişkin kuluçka soğuk stresi çevreleri arası genetik korelasyonlar (r) ve standart sapmaları (SS)

Özellik 1	Özellik 2	r	SS
BU1	BU2	0,57	0,30
BU1	BU3	-0,55	0,52
BU1	BK	0,56	0,29
BU2	BU3	0,13	0,42
BU2	BK	-0,65	0,25
BU3	BK	-0,38	0,50

BK: Kontrol; BU1: kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10°C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10 °C.

Tablo'46 da embriyo kayıplarına ilişkin gruplar arası bivaryet analizler yapılmıştır.

Tablo 46

Embriyo kayıplarına ilişkin gruplara göre genetik parametreler ve DIC değerleri

Özellik 1	Özellik 2	θ^2_a	θ^2_m	$cov_{a,m}$	θ^2_e	DIC
BU1	BU2	0,19 (0,09)	0,42 (0,18)	-0,27 (0,12)	0,11 (0,05)	-387762,74
	BU3	0,21 (0,10)	0,36 (0,15)	-0,22 (0,12)	0,10 (0,05)	-16700,09
	BK	0,29 (0,09)	0,32 (0,16)	-0,21 (0,11)	0,07 (0,04)	-524752,32
BU2	BU3	0,30 (0,09)	0,24 (0,10)	-0,23 (0,09)	0,06 (0,04)	-5880,65
	BK	0,26 (0,09)	0,28 (0,11)	-0,25 (0,10)	0,07 (0,05)	-16371,70
BU3	BK	0,34 (0,10)	0,24 (0,11)	-0,22 (0,09)	0,06 (0,05)	-9198,41

BK: Kontrol; BU1: kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10°C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10 °C, σ^2_a : eklemeli genetik etkilere ait varyans, σ^2_m : anasal genetik etkilere ait varyans, σ^2_e : hata varyansı, $cov_{a,m}$: direkt ve anasal genetik özellikler arası kovaryans, DIC: Sapma bilgi kriteri

Embriyo kaybına ilişkin kuluçkada farklı soğuk stresi uygulamaları arasındaki ilişkiyi anlamak için genetik korelasyon katsayıları tahmin edilmiş olup Tablo 47’ de sunulmuştur. Buna göre tüm genetik korelasyon katsayıları kuluçkada farklı soğuk stresi uygulamaları genotip çevre etkileşimine işaret etmektedir. Çıkış gücü bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiş ve gruplar benzer çıkış gücü göstermişlerdi (Tablo 32) ama bu sonuçlardan anlaşılıyor ki bir çevrede yaşama gücü yüksek olan embriyoların diğer çevrede yaşama güçlerinin düştüğü görülmektedir. Dolayısı ile farklı kuluçka aşamasındaki soğuk stresine embriyonik stres tepkisinin farklı olması beklenir. Embriyolar fenotipik esneklik göstererek heterojen bir ortama adaptasyon sağladığı görülmektedir. Hormonlar, antioksidanlar ve bağışıklık faktörleri gibi çeşitli yumurta bileşenlerinin farklı yavru özelliklerini etkilediği bildirilmektedir (Schwabl, 1993; Saino vd., 2003; Biard vd., 2009). En ilginç parametre, fenotipik farklılaşmayı organize etmede ve fizyolojik işlevleri düzenlemede büyük etkisi olan hormonal mekanizmadır (Nelson, 2005). Anasal stres hormonlarının yumurta sarısına önemli miktarlarda aktarıldığı ve embriyonun bu hormonlara maruz kalmasının yavruların hayatta kalmasını, davranışını, morfolojisini, fizyolojisini ve hatta cinsiyetini etkilediği bildirilmiştir (Groothuis vd., 2005).

Tablo 47

Embriyo kayıplarına ilişkin genetik korelasyon ve standart sapma

Özellik 1	Özellik 2	Genetik korelasyon	Standart sapma
BU1	BU2	0,37	0,35
BU1	BU3	-0,20	0,38
BU1	BK	-0,84	0,12
BU2	BU3	0,09	0,44
BU2	BK	0,53	0,34
BU3	BK	-0,04	0,43

BK: Kontrol; BU1: kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10°C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10 °C.

Tablo 48

Cinsiyete ilişkin gruplara göre genetik varyanslar ve DIC değeri

Özellik 1	Özellik 2	σ_a^2	σ_m^2	$cov_{a,m}$	σ_e^2	DIC
BU1	BU2	0,33 (0,13)	0,49 (0,30)	-0,35 (0,12)	0,07 (0,06)	1530,608439
	BU3	0,33 (0,11)	0,59 (0,33)	-0,30 (0,16)	0,07 (0,05)	682,832779
BU2	BU1	0,25 (0,12)	1,30 (0,71)	-0,04 (0,15)	0,11 (0,06)	1530,608439
	BU3	0,12 (0,11)	0,83 (0,45)	-0,04 (0,15)	0,14 (0,06)	-1412,818255

BU1: kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10°C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10 °C, σ_a^2 eklemeli genetik etkilere ait varyans, σ_m^2 : anasal genetik etkilere ait varyans, σ_e^2 : hata varyansı, $cov_{a,m}$: direkt ve anasal genetik özellikler arası kovaryans, DIC: Sapma bilgi kriteri

Tablo 48’de cinsiyete ilişkin özellikler arası varyans ve DIC değerleri verilmiştir. Tablo 49’ da cinsiyete ilişkin genetik korelasyonlar ve standart sapmalar sunulmuştur. Cinsiyet için genetik korelasyon katsayıları düşük ve standart sapmaları yüksek bulunmuştur. Bu anlamda katsayıların sıfırdan farksız olduğunu ifade etmek gerekir. Aynı anne babaya ait embriyoların soğuk stres grubuna gösterdiği yanıt eşiği diğer stres grubuna gösterdiği yanıt eşiği aynı olmayacaktır. Özellikler arasında genotip çevre etkileşiminin olduğu görülmektedir.

Tablo 49

Cinsiyete ilişkin gruplar arası genetik korelasyon ve standart sapma

Özellik 1	Özellik 2	Genetik korelasyon	Standart sapma
BU1	BU2	0,06	0,47
BU1	BU3	0,40	0,38
BU2	BU3	0,08	0,57

BU1: kuluçkanın 3.,4. ve 5. günlerinde 6 saat/gün 10 °C; BU2: kuluçkanın 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10°C; BU3: kuluçkanın 3., 4., 5., 13., 14. ve 15. günlerinde 6saat/gün 10 °C.

Cinsiyet çok sayıda gen ve bu genlerin etkileşimi tarafından kontrol edilen bir süreçtir. Populasyon içindeki bireyler birbirlerine benzer genetik kökene sahip olsunlar veya olmasınlar çevre bunları farklı şekilde etkileyebilir. Cinsiyet oranı açısından genotip çevre etkileşimi çevre faktörlerinin her bir genetiği homojen etkilememesi ve cinsiyete etki eden farklı evreleri kontrol eden genetik etkilerin aynı olmamasından kaynaklanmış olabilir.

Embriyogenez sürecinde, düşük kuluçka sıcaklığı embriyonun yumurtadan çıkışı esnasında plazmada kortikosteron seviyesini arttırmaktadır (Willemsen vd., 2010). İkincil cinsiyet oranındaki sapmaların nedenlerinden birinin steroid hormonlar olduğu bildirilmektedir (Cichoń vd., 2005; Love vd., 2005; Navara, 2013). Ebeveynlerin kuluçka döneminde embriyonik gelişim sırasındaki sıcaklığın, embriyolarda ikincil cinsiyet oranında sapmalara neden olduğu bildirilmiştir (DuRant vd., 2016; Eiby, 2008). Yumurta sarısındaki steroid hormonların ve ebeveynin uyguladığı kuluçka ortamının ikincil cinsiyet oranındaki sapmalara sebep olduğu bildirilmektedir (Love vd., 2005; Eiby vd., 2008; Navara, 2013; DuRant vd., 2016).

4.7. Tartışma

4.7.1. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması

Tablo 7. ve Tablo 16'da görüleceği üzere yumurta ağırlık kaybı bakımından ele alınan gözlem günlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır. Buna istinaden kontrol ve muamele gruplarının benzer oranda yumurta içi nem kaybı yaşadığı düşünülebilir. Bunun ayrı bir çalışmada incelenmesi gerekmektedir. Düşük sıcaklıklara maruz kalan embriyoda bu ortamda metabolizma hızını yavaşladığı sonrasında ise normal inkübasyon koşullarına adaptasyon için metabolizma hızını arttırdığı ve bu yüzden de uygulama gruplarının kontrol grubu ile kıyaslandığında bir farklılık görülmediği öngörülebilir.

Embriyoların erken dönemde uygulanan soğuk stresinden geç dönemde uygulanan soğuk stresine göre daha fazla etkilendiği görülmektedir (Tablo 13; Tablo 29). Hipotalamus-

pituitary-adrenal (HPA) ekseninin gelişimi yaşamın erken dönemlerindeki stresten güçlü bir şekilde etkilendiği ve organizmaların çevrelerindeki değişikliklere yanıt verebilmeleri için çok önemlidir, çünkü glukokortikoidler stresli koşullarda hücrelere ve dokulara ulaşan glikoz miktarını artırmaktadır (Lynn ve Kern 2017). HPA eksenini boyunca birkaç noktada düzenlenir ve bu noktalar bir stres yanıtının duyarlılığını, gücünü ve süresini belirler.

Stres biyolojisi alarm reaksiyonu (AR), direnç aşaması (DA adaptasyon) ve tükenme aşaması (TA) olmak üzere üç aşamalı bir süreçte kendini göstermektedir. AR, genellikle “savaş ya da kaç” tepkisi olarak adlandırılır ve doku katabolizması, hiperglisemi ve adrenal glukokortikoidlerin salınımı ile karakterize edilen akut bir yanıttır. Eğer bir stresör akut bir uyarandan kronik bir uyarana dönüşürse, organizma teorik olarak DA’ya geçer ve uyum sağlamaya çalışır. Böylece AR sırasında ortaya çıkan fizyolojik durumların bir kısmı ya da tamamı (glukokortikoidlerin yükselmesi) hafifletilebilir. Ancak, stresör çok güçlü ya da sürekli hale gelirse, TA meydana gelebilir ve bu durumda fizyolojik kaynakların tükenmesi söz konusu olur. TA sırasında, AR fizyolojik tepkileri yeniden ortaya çıkabilir. Özellikle kuşlarda, ana glukokortikoid olan kortikosteron, büyük miktarlarda tekrar salınır ve organizmanın hayatta kalması için son bir çaba gösterir. Kortikosteronun aşırı veya uzun süreli salınımı, hayvanların üretim performansı ve refahı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Kortikosteron serbest bırakıldığında, hayvanın stresli duruma en iyi şekilde (kısa vadede) uyum sağlamasına yardımcı olmak için enerjiyi uygun şekilde yeniden yönlendirerek karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasını ve elektrolit dengesini değiştirir (Carsia ve Weber, 2000).

Cinsiyet oranı bakımından Tablo 11. Grup G1’de, Tablo 20. Grup EDU3’te ve Tablo 27’de %50 değerinden sapması istatistiksel olarak anlamlı olup erkek yönünde eğilimli bulgulanmıştır. Bir cinsiyetin genellikle dişi embriyoların stres faktörlerine karşı daha savunmasız olduğu bildirilmektedir (Gurley vd., 2018).

Kuluçka sırasında 2 embriyonik dönemin ölüm zirvesinin var olduğu bildirilmiştir. Biri embriyonik gelişimin erken aşaması (tavuklarda 3. günden 5. güne kadar) ve diğeri de geç aşamadır (tavuklarda 14. günden 17. güne kadar) (Zhang vd., 2005). Embriyolar hızlı

büyür ve özellikle morfolojik değişimleri erken evre gelişim döneminde dikkat çekicidir. Bu dönemde amniyon, koryon, vitellüsü ve allantois zarları oluşmaya başlamaktadır (Mauldin, 2002). Bu aşamada embriyolar çevresel koşullara karşı çok hassastır. Geç aşamada ise vasküler solunumdan akciğer solunumuna geçiş sırasında, embriyoların oksijen ihtiyacında ve ısı üretiminde artış görülmektedir. Embriyo bu aşamalarda birçok fizyolojik değişikliklere uğramakta ve söz konusu durum onları daha savunmasız hale getirmektedir. Embriyolar, bir stres etkenine karşı duyarlılığı değiştirerek veya fizyolojik ve hücresele stres yanıtlarını başlatmak için gereken eşiği değiştirerek bireyin stres etkenlerine uyum göstermesini sağlamaya çalışmaktadırlar.

4.7.2. Kuluçkadaki Bildircin Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması

Bildircinlara uygulanan soğuk stresinin ağırlık kaybı, çıkım ağırlığı ve çıkım gücü üzerinde bir etkisini gözlemlenememiştir. Bildircin embriyolarına uygulanan soğuk stresinin tepkisi uzayan kuluçka süresi ile kendini net bir şekilde göstermiştir (Tablo 30, Tablo 31 ve Tablo 35). Soğuk stresinin kuluçka süresini uzatmasına rağmen yumurta ağırlık kaybı ve çıkım ağırlıkları bakımından gruplar arasında fark görülmemesinin sebebi, embriyonun enerjisini embriyonik gelişim yerine mevcut dokuların koruması amacıyla kullandığı söylenebilir. Soğutma sonrasında embriyolar yeniden standart kuluçka sıcaklıklarında inkübe edildiğinde büyüme geriliğini telafi etmek amacıyla kuluçka sürelerini uzatmış olabilirler. Söz konusu durumun embriyonik gelişim aşamasında gelişimsel bir stres yaşadıklarını göstermektedir. Uygulanan soğuk stresi ile başa çıkabilen embriyoların hayatta kalabildiği düşünölmektedir (Tablo 30, Tablo 31 ve Tablo 35). Embriyoda yumurtadan çıkmadan önce adrenal bezlerin aktivitesinin artmasına bağlı olarak kortikosteron seviyesinde de artış görölmektedir (Wise ve Frye, 1973). Tavuklarda (Wise ve Frye, 1973) ve hindilerde (Wentworth ve Hussein, 1985) kuluçkanın 15. gününde kortikosteron seviyesinin en yüksek seviyeye ulaştığı bilinmektedir. Bu zirve muhtemelen adenohipofiz-adrenal ekseninin aktivasyonundan kaynaklanmaktadır, çünkü adrenal bezinin en fazla aktif olduğu dönem bu zamanda meydana gelmektedir (Girouard ve Hall, 1973). Normal embriyonik gelişim ve büyüme için fizyolojik kortikosteron konsantrasyonlarının olması gerektiği bilinmektedir. Anasal kortikosteron seviyesi orta olan annelerin düşük ve yüksek kortikosteron seviyesine sahip annelerin yavrularına göre en yüksek kuluçka randımanı sahip

olduğu bildirilmektedir (Al-Maksousi vd., 2019). Stres hormonları embriyonik gelişmeyi etkileyerek inkübasyon sırasında embriyonik gelişmeyi bozduğu ve hücre fonksiyonlarını inhibe ettiği bildirilmiştir (Kaltner vd., 1993). Yüksek kortikosteron düzeyine sahip annelerden elde edilen embriyoların düşük çıkım ağırlıklarına sahip olduğu bildirilmektedir (Hayward ve Wingfield, 2004). Kır kırlangıçlarında ise anasal glukokortikoidlerin kuluçka randımanının düşürdüğü ve çıkımı gerçekleştiren yavrularda ise çıkım ağırlıklarının azaldığı bildirilmektedir (Saino vd., 2003). Farklı genotipler arasında anasal hormon konsantrasyonları bakımından farklılıklar olduğu bilinmektedir (Rettenbacher vd., 2005). Kuluçka sıcaklığına ilişkin saha ölçümleri, kuş yumurtalarının kuluçka sırasında genellikle 30 ila 40°C arasında bir sıcaklık aralığına maruz kaldığı bilinmektedir (Webb, 1987). Bu durum, embriyoların çevresel stres ile başa çıkma kapasitesinin gelişmesine katkıda bulunmuş olabilir.

4.7.3. Bildirecilerde Embriyo Kayıplarının Genetik Parametre Tahmini

Memelilerde veya kanatlılarda üreme özelliklerine ilişkin kalıtım derecesinin düşük olduğu bilinmektedir. Çıkım ağırlığına ve embriyo ölüm dönemlerine ilişkin kalıtım dereceleri de oldukça düşük tahmin edilmiştir (Tablo 39.) Dolayısı ile kalıtım derecesi düşük seyreden özellikler için ilişkili fenotipik özellikler tespit edilerek üreme özellikleri ile ilişkili özellikler tahmin edilebilir. Embriyoların yaşayabilirliği, anneden ve babadan alınan genlere bağlı olan genotipinin ve anneye bağlı olan yumurta ortamının fonksiyonu olduğu bilinmektedir.

Çıkım ağırlığına ilişkin maternal kalıtım derecesi, direkt kalıtım derecesine göre daha yüksek tahmin edilmiştir (Tablo 39.) Kuşlardaki maternal etkiler, diğer hayvan türlerine göre daha önemlidir çünkü tavuklardaki maternal etki, yumurtlama zamanındaki yumurtanın özellikleri ve kalitesiyle ilişkilidir (Lotfi vd., 2012). Çıkım ağırlığının maternal kalıtım derecesinin yüksek olması çevresel etkilerin daha az olması ile ilişkilidir. Çünkü kuluçka koşulları, çevresel maternal etkileri azaltarak her neslin yumurtadan çıkışı için aynı koşulları oluşturmaktadır. Yumurta ağırlığı, yumurtanın iç ve dış kalitesi, yumurta içeriği gibi maternal varyasyonlar yumurtadan çıkım ağırlığı için kalıtımın daha yüksek tahmininin bir sebebi olabilir (Aggrey ve Cheng, 1992).

Embriyo ölüm dönemlerinin birbirleri ile genetik ilişkisi düşük tahmin edilmiştir (Tablo 41., Tablo 42., Tablo 43.). Her bir embriyonik gelişim döneminde sorumlu olan genler birbirinden farklılık gösterdiği söylenebilir.

4.7.4. Genotip*Kuluçka Sıcaklığı Etkileşiminin Cıvciv Kalitesi, Kuluçka Kalitesi ve Cinsiyet Oranına Etkisi

Embriyonik büyüme ve gelişme çevresel koşullardan etkilendiği bilinmektedir. Hormonal mekanizma stres tepkilerinde önemli rol oynamaktadır. Bulgularda, çıkım ağırlığına ilişkin olarak BU3 ile diğer çevresel koşullar (BK, BU1, BU2) arasında tahmin edilen genetik korelasyon katsayıları genotip çevre etkileşimini göstermektedir. BU3'teki soğuk uygulaması embriyoların hipotalamus-hipofiz-adrenal veya hipotalamus-hipofiz-tiroid eksenleri oluşmaya başladığı dönemi de içerdiği için büyük olasılıkla bu dönemde soğuk uygulaması hormonal değişiklikleri ve ifade edilen genleri değiştirmektedir.

Her ne kadar adaptasyon meydana gelmiş olsa da uygulanan soğuk stresi uzun ya da kısa vadede gözlemleyemediğimiz çok sayıda fiziksel etkiye sebep olabilir. Örneğin, düşük sıcaklıklarda embriyonun kalan yumurta sarısı ağırlığını, embriyonik büyümeyi ve toplam enerji tüketimini arttırdığını bildiren çalışmalar mevcuttur (Olson vd., 2008; DuRant vd. 2011). Bu tez çalışmasından elde edilen bulgulara göre bireyler düşük kuluçka sıcaklıklarında yumurtadan çıkabilmek ve hayatta kalabilmek için optimum çıkım ağırlığına ulaşmışlar fakat bu çıkım ağırlığının ne kadar düşük olabileceği konusunda bir sınır olduğundan morfolojik özelliklerden ziyade fizyolojik özellikleri etkilediği söylenebilir. Kuluçka sıcaklığının embriyolar üzerinde gözlemlenen etkileri dışında endokrin sistem gelişimini, metabolizmayı, stres toleransını ve hayatta kalma ile ilgili süreçlerin düzenlenmesini etkileyen ve temelde yatan gizli etkilerin olduğu söylenebilir. Yumurtlayan türler üzerinde yapılan çalışmalarda çıkım ağırlığına ilişkin fizyolojik farklılıklara rağmen kuluçka sıcaklığının çıkım ağırlığı üzerinde etkisini gözlemleyemediklerini bildirmişlerdir (Nord ve Nilsson 2011; Carter vd., 2014; Wada vd., 2015; Hall ve Warner, 2018).

Çevre sıcaklığındaki değişimin, embriyoların çıkım gücü bakımından çevreler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmediği görölmektedir (Bölüm 4.4; Tablo 32). Fakat çevreler arası genetik korelasyon katsayılarına bakıldığında G*Ç önemli olduğu görölmektedir. Muhtemelen farklı çevrelerdeki embriyoların kuluçka esnasında bulunduğu çevrenin alt ve üst eşiği altında farklı genleri aktive ettiğini veya baskıladığını ve bulunduğu çevreye bir tolerans gösterdiği ifade edilebilir. Embriyoların buldukları çevrelere göre uyarılara yanıt verdiği ve fizyolojilerinin bu uyarılara göre şekillendirdikleri düşünölmektedir.



BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada farklı türlerde farklı kuluçka dönemlerinde soğuk stresinin etkisi araştırılmıştır. Tavuk ve bıldırcın yumurtalarının kuluçka esnasında soğuk stresine karşı tepkisi farklılık göstermiştir. Bıldırcın embriyolarının, tavuk embriyolarına göre stres etkenine karşı daha yüksek bir hassasiyet gösterdiği bulgulanmıştır. İki tür içinde soğuk stresinin ortak etkisi kuluçka süresi üzerine olmuştur.

Embriyo gelişim hızındaki türler arasındaki çeşitlilik, dışsal olarak yumurtaya uygulanan sıcaklık ile içsel olarak embriyonun gelişim programı tarafından kontrol edilir. Dışsal faktörlere bağlı olarak kuluçka süresinin değişmesine ilişkin hipotezler arasında normal kuluçka sıcaklığındaki değişiklikler, doğal yaşamda yumurtaların annesiz bırakıldığı sürelerin uzunluğu ve bu dönemlerde yumurtaların soğuma hızı yer almaktadır. Fakat aynı inkübasyon koşulları altında bile türler arası ve hatta genotipler arası kuluçka süresinde farklılıklar oluşabilmektedir. Türler arasında kuluçkadan çıkana kadar geçen süredeki çeşitliliğin genetik faktörlerin, yani her bir embriyonun kendine özgü gelişim programından kaynaklanmaktadır.

5.1. Kuluçkadaki Tavuk Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması

Yumurtacı tavuklarda genel olarak çıkım ağırlığı ve çıkım gücü özelliklerinde gruplar arasında benzerlik görülmektedir. Soğuk stresinin etkisi bu söz konusu özelliklerde gözlemlenemese de kuluçka sürelerinde çok net bir şekilde uygulamanın etkisi görülmektedir.

Embriyonik gelişim için fizyolojik sıfır olarak isimlendirilen 22 °C' deki sıcaklıklarda embriyonik gelişimin durduğu bilinmektedir. Embriyonik gelişim başladıktan sonra embriyonik gelişimin kritik dönemlerini içeren hem erken dönemde hem de geç dönemde kuluçkadaki yumurtaların çevre sıcaklığı fizyolojik sıfır değerinin altında olan

10°C'ye düşürülmüştür. Söz konusu stres etkeninin çıkım ağırlığı, çıkım gücü, civciv kalitesi üzerine etkisi gözlenmemiştir. Doğal hayatta da kuluçkaya yatan anneler besin ve su aramak için yuvayı terk etmekte hatta bazen yırtıcı tehlikesi ya da olumsuz hava koşullarından dolayı yuvaya dönmeleri gecikmektedir. Ne kadar uzun süre yuvadan ayrı kaldığı, yumurtaların sıcaklıklarının kaç dereceye kadar düştüğü tam bilinmemektedir. Evcil tavukların yabani atalarının yuvaları terk etmeleri esnasında yuvadaki embriyoların ortama uyum sağladığı yani soğuğa karşı bir tolerans gösterdiği ve kuşların evrimsel tarihi boyunca bu gen yerlerini günümüzdeki embriyolara kadar taşıdığı düşünülmektedir.

5.2. Kuluçkadaki Bildircin Yumurtalarında Soğuk Stresi Uygulaması

Japon bildircini embriyolarına uygulanan soğuk stresinin en net etkisini yumurtacı tavuk embriyolarında olduğu gibi kuluçka süresi üzerinde görülmektedir. Bildircin embriyoları büyümelerini ve metabolik hızlarını yavaşlatarak hatta belki de durdurarak gelişimlerini geciktirmişlerdir. Embriyolar gelişim için kullanacakları enerjilerini muhtemelen mevcut dokularını korumak için kullanmış olabilirler. Uygulama grubu embriyoların gelişimsel bir stres yaşadıkları düşünülmektedir. Embriyolar muhtemelen gelişimsel stres sonucu oluşan büyüme geriliğini telafi etmek için kuluçka sürelerini uzatmışlardır.

5.3. Bildircinlerde Embriyo Kayıplarının Genetik Parametre Tahmini

Japon bildircinlerinde embriyo ölümlerinin dönemlere ayırarak genetik parametre tahminlemenin yapılması daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir. Toplam embriyo kaybı için yapılacak seleksiyon özellikle geç dönem embriyo ölümlerini azaltabilir. Ancak erken dönem embriyo ölümleri ile toplam embriyo ölümleri arasında genetik korelasyon düşüktür. Toplam embriyo kaybı üzerinde yapılacak seçimin orta ve geç dönem üzerinde yavaş ama olumlu bir etkisi beklenirken erken dönem embriyo ölümlerine etkisi sınırlı olacaktır.

5.4. Genotip*Kuluçka Sıcaklığı Etkileşiminin Cıvıv Kalitesi, Kuluçka Kalitesi ve Cinsiyet Oranına Etkisi

Bölüm 4.4.'de Japon bildircınlarına uygulanan soğuk stresinin gruplar arasında bir fark oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Bölüm 4.6.'ya bakıldığında genotip çevre (burada “kuluçkada soğuk uygulaması”) etkileşimi anlamında bir değerlendirme yapılmış ve etkileşimin önemli olduğu bulgulanmıştır. Genotipler arasında gerçek farkların çevrelere göre değişiklik gösterdiği görölmektedir. Dolayısı ile bir çevredeki en iyi genotip başka bir çevrede en iyi olması beklenmez. Bulgularda embriyoların yaşama gücü için bir çevrede gerekli olan genler diğer çevrede önemli olmayabilir. Ayrıca genotiplerin çevrelere göre önemli ölçüde farklı fenotipler sergilediğini söylenebilir. Bilindiği üzere üreme özelliklerine ilişkin kalıtım derecesi düşüktür. Bulgularda embriyo kayıplarına ilişkin kalıtım dereceleri oldukça düşük olduğu görölmektedir. Dolayısı ile kalıtım derecesi düşük olan embriyo kayıpları için genetik korelasyon ile damızlık seçimlerine olanak sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Aggrey, S. E. and Cheng, K. M. (1992). "Estimation of genetic parameters for body weight traits in squab pigeons". *Genetics Selection Evolution*, 24 (6), 553-559.
- Al-Maksousi, S. K., Al-Hayani, W. K. and Hussein, F. M. (2019). "Effect of the level of corticosteron hormone in the blood of local iraqi chicken mothers on the sex ratio of the produced offsprings". *Plant Archives*, 19 (2), 1411-1415.
- Ar, A. and Rahn, H. (1980). "Water in the avian egg overall budget of incubation". *American zoologist*, 20 (2), 373-384.
- Aslam, M. A. (2014). *Offspring sex ratio sex ratio bias and sex related characteristics of eggs in chicken*. University and Research: Wageningen:
- Aşçı, E. ve Durmuş, İ. (2015). "Tavuklarda yumurta şekil indeksinin kuluçka özellikleri üzerine etkisi". *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3 (7), 583-587.
- Ayeni, A. O., Agbede, J. O., Igbasan, F. A., Onibi, G. E. and Adegbenro, M. (2018). "Effect of egg sizes on egg qualities, hatchability and initial weight of the hatched-chicks". *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3 (3), 987-993.
- Beaumont, C., Millet, N., Le Bihan-Duval, E., Kipi, A. and Dupuy, V. (1997). "Genetic parameters of survival to the different stages of embryonic death in laying hens". *Poultry Science*, 76 (9), 1193-1196.
- Bednarczyk, M. and Rosinski, A. (1999). "Comparison of egg hatchability and in vitro survival of goose embryos of various origins". *Poultry science*, 78 (4), 579-585.
- Bernier, P. E. and Arscott, G. H. (1971). "Fifteen years of observations on the dwarf gene in the domestic fowl". *World's Poultry Science Journal*, 27 (3), 279-281.
- Besbe`s, B. and Protais, M. (1997). "Analyse génétique de la fertilité et de l'éclosabilité chez la poule pondeuse". *Deuxième Journées de In Recherche Avicole*, 2, 13-16.
- Biard, C., Gil, D., Karadaş, F., Saino, N., Spottiswoode, C. N., Surai, P. F. and Møller, A. P. (2009). "Maternal effects mediated by antioxidants and the evolution of carotenoid-based signals in birds". *The American Naturalist*, 174 (5), 696-708.

- Black, J. L. and Burggren, W. W. (2004). "Acclimation to hypothermic incubation in developing chicken embryos (*Gallus domesticus*) I. Developmental effects and chronic and acute metabolic adjustments". *Journal of Experimental Biology*, 207 (9), 1543-1552.
- Bloom, S. E. (1970). "Haploid chicken embryos: evidence for diploid and triploid cell populations". *Journal of Heredity*, 61 (4), 147-150.
- Boerjan, M. L. (2002). "Programs for single stage incubation and chick quality". *Avian and Poultry Biology Reviews*, 13 (4), 237-237.
- Boleli, I. C., Morita, V. S., Matos Jr, J. B., Thimotheo, M. and Almeida, V. R. (2016). "Poultry egg incubation: integrating and optimizing production efficiency". *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18, 1-16.
- Bonier, F., Martin, P. R. and Wingfield, J. C. (2007). "Maternal corticosteroids influence primary offspring sex ratio in a free-ranging passerine bird". *Behavioral Ecology*, 18 (6), 1045-1050.
- Bowers, E. K., Munclinger, P., Bureš, S., Kučerová, L., Nádvorník, P. and Krist, M. (2013). "Cross-fostering eggs reveals that female collared flycatchers adjust clutch sex ratios according to parental ability to invest in offspring". *Molecular Ecology*, 22 (1), 215-228.
- Bruggeman, V., Van As, P. and Decuypere, E. (2002). "Developmental endocrinology of the reproductive axis in the chicken embryo". *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 131 (4), 839-846.
- Calus, M. P., Bijma, P. and Veerkamp, R. F. (2004). "Effects of data structure on the estimation of covariance functions to describe genotype by environment interactions in a reaction norm model". *Gen. Sel. Evol.*, 36 (5): 489-507.
- Carsia, R. V. and Weber, H. (2000). "Dietary protein restriction stress in the domestic chicken (*Gallus gallus domesticus*) induces remodeling of adrenal steroidogenic tissue that supports hyperfunction". *General and Comparative Endocrinology*. 120 (1), 99-107.
- Charnov, E. L. and Bull, J. (1977). "When is sex environmentally determined?". *Nature*, 266 (5605), 828-830.

- Charnov, E. L. and Bull, J. J. (1989). "Non-Fisherian sex ratios with sex change and environmental sex determination". *Nature*, 338 (6211), 148-150.
- Christensen, V. L. (2009). "Development during the first seven days post-hatching". *Avian Biology Research*, 2 (1-2), 27-33.
- Cichoń, M., Sendecka, J. and Gustafsson, L. (2005). "Male-biased sex ratio among unhatched eggs in great tit *Parus major*, blue tit *P. caeruleus* and collared flycatcher *Ficedula albicollis*". *Journal of Avian Biology*, 36 (5), 386-390.
- Clutton-Brock, T. H. and Iason, G. R. (1986). "Sex ratio variation in mammals". *The Quarterly Review of Biology*, 61 (3), 339-374.
- Conway, C. J. and Martin, T. E. (2000). "Effects of ambient temperature on avian incubation behavior". *Behavioral Ecology*, 11 (2), 178-188.
- Corti, E. and Vogelaar, E. (2012). The Oldest Hatcheries are Still in Use Aviculture-Europe. Erişim: 17 Mar 2022, <http://www.aviculture-europe.nl/nummers/12e03a08.pdf>
- Darwin, C. (1871). "The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex" (*facsimile of original published by J Murray in 1981, London*), (pp. 1809-1882). Princeton University Press, New Jersey.
- Davison, M. J. and Ward, S. J. (1998). "Prenatal bias in sex ratio in a marsupial, *Antechinus agilis*. Proceedings of the Royal Society of London". *Series B. Biological Sciences*, 265 (1410), 2095-2099.
- De Smit, L., Bruggeman, V., Debonne, M., Tona, J. K., Kamers, B., Everaert, N. and Decuypere, E. (2008). "The effect of nonventilation during early incubation on the embryonic development of chicks of two commercial broiler strains differing in ascites susceptibility". *Poultry Science*, 87 (3), 551-560.
- Decuypere, E. and Michels, H. (1992). "Incubation temperature as a management tool: a review". *World's Poultry Science Journal*, 48 (1), 28-38.
- Deeming, D. C. and Van Middelkoop, J. H. (1999). "Meat And Egg Science. Effect of strain and flock age on fertility and early embryonic mortality of broiler breeder eggs". *British Poultry Science*, 40 (S1), 22-23.
- Druyan, S. (2010). "The effects of genetic line (broilers vs. layers) on embryo development". *Poultry Science*, 89 (7), 1457-1467.

- Dunn, L. C. (1923). "A lethal gene in fowls". *The American Naturalist*, 57 (651), 345-349.
- DuRant, S. E., Hopkins, W. A., Carter, A. W., Kirkpatrick, L. T., Navara, K. J. and Hawley, D. M. (2016). "Incubation temperature causes skewed sex ratios in a precocial bird". *Journal of Experimental Biology*, 219 (13), 1961-1964.
- Ebensperger, C., Drews, U., Mayerová, A. and Wolf, U. (1988). "Serological H-Y antigen in the female chicken occurs during gonadal differentiation". *Differentiation*, 37 (3), 186-191.
- Eiby, Y. A., Wilmer, J. W. and Booth, D. T. (2008). "Temperature-dependent sex-biased embryo mortality in a bird". *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275 (1652), 2703-2706.
- Eising, C. M., Müller, W., Dijkstra, C. and Groothuis, T. G. (2003). "Maternal androgens in egg yolks: relation with sex, incubation time and embryonic growth". *General and Comparative Endocrinology*, 132(2), 241-247.
- Elf, P. K. and Fivizzani, A. J. (2002). "Changes in sex steroid levels in yolks of the leghorn chicken, *Gallus domesticus*, during embryonic development". *Journal of Experimental Zoology*, 293 (6), 594-600.
- Elibol O, and Braket J. (2006). "Effect of egg turning angle and frequency during incubation on hatchability and incidence of unhatched broiler embryos with head in the small end of the egg". *Poultry Science Association* 85:1433-1437.
- Ensminger M.E (1992). "Incubation and brooding". *Poultry Science, Interstate Publ. Inc.*, (pp. 47-68). Danville: Israel.
- Eriksen, M. S., Haug, A., Torjesen, P. A., and Bakken, M. (2003). "Prenatal exposure to corticosterone impairs embryonic development and increases fluctuating asymmetry in chickens (*Gallus gallus domesticus*)". *British Poultry Science*, 44 (5), 690-697.
- Ewen, J. G., Clarke, R. H., Moysey, E., Boulton, R. L., Crozier, R. H. and Clarke, M. F. (2001). "Primary sex ratio bias in an endangered cooperatively breeding bird, the black-eared miner, and its implications for conservation". *Biological Conservation*, 101 (2), 137-145.
- Fakorede, S. T., Ojo, S. D., Shonde, K. M., Adekoya, K. O., Ogunkanmi, L. A. and Oboh, B. (2022). "Trends and seasonal variations in human secondary sex ratio in

- Southwest Nigeria: A 10-year survey". *Advances in Human Biology*, 12 (3), 271-276.
- Falconer, D. S. and T. F. C. Mackay. (1996). "Introduction to Quantitative Genetics". 4th ed. Longman Group Ltda., Harlow: UK.
- Falconer, D.S. (1952). "The problem of environment and selection". *American Naturalist*, 86:293-298.
- Fechheimer, N. S. (1981). "Origins of heteroploidy in chicken embryos". *Poultry Science*, 60 (7), 1365-1371.
- Fechheimer, N. S. and Jaap, R. G. (1978). "The parental source of heteroploidy in chick embryos determined with chromosomally marked gametes". *Reproduction*, 52 (1), 141-146.
- Ferguson, M. W. J. (1994). "Temperature dependent sex determination and growth in reptiles and manipulation of poultry sex by incubation temperature". In: *Proceedings of the 9th European Poultry Conference*, August 7-12, Glasgow. 380-382
- Fisher, R. A. 1958. "The Genetical Theory of Natural Selection". 2nd. ed. Dover Publications, (pp. 236), Inc: N.Y.
- Förster, A. (1993). Züchterische Möglichkeiten einer Verbesserung der Schlupfrate in Reinzuchtlinien eines Zuchtprogrammes für braune Legehybriden. Schriftenreihe des Instituts fuer Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universitaet zu Kiel, Germany.
- Freeman, B. M., and Vince, M. A. (1974). "Development of the avian embryo: a behavioural and physiological study". (pp. 225–226), Chapman and Hall: London.
- Gam A.E., Mendonça M.T. and Navara K.J. (2011) "Acute corticosterone treatment prior to ovulation biases offspring sex ratios towards males in Zebra Finches *Taeniopygia guttata*. *J Avian Biol* 42:253–258.
- Geweke, J. (1991). Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments (No. 148). Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- Girouard, R. J. and Hall, B. K. (1973). "Pituitary-adrenal interaction and growth of the embryonic avian adrenal gland". *Journal of Experimental Zoology*, 183 (3), 323-331.

- Givisiez, P. E., Moreira Filho, A. L., Santos, M. R., Oliveira, H. B., Ferket, P. R., Oliveira, C. J. and Malheiros, R. D. (2020). “Chicken embryo development: metabolic and morphological basis for in ovo feeding technology”. *Poultry Science*, 99 (12), 6774-6782.
- Graham, E. B., Caro, S. P. and Sockman, K. W. (2011). “Change in offspring sex ratio over a very short season in Lincoln's Sparrows: the potential role of bill development”. *Journal of Field Ornithology*, 82 (1), 44-51.
- Groothuis, T. G., Müller, W., von Engelhardt, N., Carere, C. and Eising, C. (2005). “Maternal hormones as a tool to adjust offspring phenotype in avian species”. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 29 (2), 329-352.
- Gurley B., J.W. Finger, and H. Wada. 2018. “Sex-specific effects of incubation temperature on embryonic development of zebra finch (*Taeniopygia guttata*) embryos”. *Physiol Biochem Zool* 91:1036–1045.
- Hamburger, V. and Hamilton, H. L. (1951). “A series of normal stages in the development of the chick embryo”. *Journal of morphology*, 88 (1), 49-92.
- Hamidu, J. A., Torres, C. A., Johnson-Dahl, M. L. and Korver, D. R. (2018). “Physiological response of broiler embryos to different incubator temperature profiles and maternal flock age during incubation. 1. Embryonic metabolism and day-old chick quality”. *Poultry Science*, 97 (8), 2934-2946.
- Hartmann, C., Strandberg, E., Rydhmer, L. and Johansson, K. (2002). “Genetic relations between reproduction, chick weight and maternal egg composition in a White Leghorn line. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A-Animal Science*, 52 (2), 91-101.
- Harvey R. (1993). Practical Incubation. *Hancock House Publ.* Blaine: WA.
- Hayward, L. S. and Wingfield, J. C. (2004). “Maternal corticosterone is transferred to avian yolk and may alter offspring growth and adult phenotype”. *General and comparative endocrinology*, 135 (3), 365-371.
- Heiblum, R., Arnon, E., Chazan, G., Robinzon, B., Gvoryahu, G. and Snapir, N. (2001). “Glucocorticoid administration during incubation: embryo mortality and posthatch growth in chickens”. *Poultry Science*, 80 (9), 1357-1363.

- Janke, O., Tzschentke, B. and Boerjan, M. (2004). Comparative investigations of heat production and body temperature in embryos of modern chicken breeds. *Avian and Poultry Biology*, 15: 191-196.
- Jassim, E. W., Grossman, M., Koops, W. J. and Luykx, R. A. J. (1996). "Multiphasic analysis of embryonic mortality in chickens". *Poultry science*, 75 (4), 464-471.
- Jenkins, S. A. and Porter, T. E. (2004). "Ontogeny of the hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis in the chicken embryo: a review". *Domestic animal endocrinology*, 26 (4), 267-275.
- Joseph N.S, Lourens A. and Moran E.T.(2006). "The effects of suboptimal eggshell temperature during incubation on broiler chick quality, live performance, and further processing yield". *Poultry Science* 85:932-938.
- Kagami, H. and Hanada, H. (1997). "Current knowledge of sexual differential in domestic fowl. *World's Poultry Science Journal*, 53 (2), 111-123.
- Kalliecharan, R. and Hall, B. K. (1974). "A developmental study of the levels of progesterone, corticosterone, cortisol, and cortisone circulating in plasma of chick embryos". *General and Comparative Endocrinology*, 24 (4), 364-372.
- Kaltner, H., Schrott, M., Schmahl, W. and Wittmann, J. (1993). "Developmental retardation of the Japanese quail embryo under the influence of dexamethasone". *Research Communications in Chemical Pathology and Pharmacology*, 79 (3), 259-273.
- Kang, M. S. (2002). "Quantitative genetics, genomics and plant breeding". CABI Publishing: New York.
- Komdeur, J. and Pen, I. (2002). "Adaptive sex allocation in birds: the complexities of linking theory and practice". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 357 (1419), 373-380.
- Krackow,S.(1995)."Potential mechanisms for sex ratio adjustment in mammals and birds". *Biol. Rev.* 70, 225-241.
- Kruuk, L. E. B. (2004). "Estimating genetic parameters in natural populations using the 'animal model'". *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 359, 873-890.

- Kruuk, L. E., Clutton-Brock, T. H., Albon, S. D., Pemberton, J. M. and Guinness, F. E. (1999). "Population density affects sex ratio variation in red deer". *Nature*, 399 (6735), 459-461.
- Kuurman, W. W., Bailey, B. A., Koops, W. J. and Grossman, M. (2003). "A model for failure of a chicken embryo to survive incubation". *Poultry science*, 82 (2), 214-222.
- Landauer W. and Dunn LC, 1930. "Studies on the creeper fowl". *Journal of Genetics* 23 (3):397-413.
- Landauer, W. (1932). "Studies on the creeper fowl: III. The early development and lethal expression of homozygous creeper embryos". *Journal of Genetics*, 25 (3), 367-394.
- Landauer, W. (1961). "Hatchability of Chicken Eggs as Influenced by Environment and Heredity, The". Storrs Agricultural Experiment Station. Storrs: United States
- Larivière, J. M., Michaux, C. and Leroy, P. (2009). "Genetic parameters of embryonic viability traits in a traditional chicken breed". *International Journal of Poultry Science*, 8 (12), 1183-1188.
- Leksrisonpong N., Romero-Sanchez H., Plumstead P.W., Brannan K.E. and Brake J. (2007). "Broiler incubation. 1. Effect of elevated temperature during late incubation on body weight and organs of chicks". *Poultry Science*, 86, 2685-2691.
- Li, W. M., Feng, Y. P., Zhao, R. X., Fan, Y. Z., Affara, N. A., Wu, J. J. and Zhang, S. J. (2008). "Sex ratio bias in early-dead embryos of chickens collected during the first week of incubation". *Poultry science*, 87 (11), 2231-2233.
- Liptói, K. and Hidas, A. (2006). "Investigation of possible genetic background of early embryonic mortality in poultry". *World's Poultry Science Journal*, 62 (2), 326-337.
- Liptói, K., Hidas, A. and Rouvier, R. (2005). "Investigation of chromosome abnormalities and early embryonic mortality in goose lines". *Acta Biologica Hungarica*, 56 (1-2), 53-65.
- Lopez, K.P., Schilling, M.W., Corzo A. (2011). "Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics" *Poultry Sci*, 90, 1105-1111.
- Lotfi, E., Zerehdaran, S. and Azari, M. A. (2012). Direct and maternal genetic effects of body weight traits in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Arch Gefl Ugelk* 76, 150-154.

- Lourens A., van den Brand H., Heetkamp M.J., Meijerhof R. and Kemp B.(2007). “Effects of eggshell temperature and oxygen concentration on embryo growth and metabolism during incubation”. *Poultry Science* ;86 (10), 2194-2199.
- Love, O. P., Chin, E. H., Wynne-Edwards, K. E. and Williams, T. D. (2005). “Stress hormones: a link between maternal condition and sex-biased reproductive investment”. *The American Naturalist*, 166 (6), 751-766.
- Love, O.P. and T.D. Williams, (2008). “The adaptive value of stress-induced phenotypes: Effects of maternally derived corticosterone on sex-biased investment, cost of reproduction, and maternal fitness”. *American Naturalist*, 172 (4).
- Lynn S.E. and M.D. Kern. 2017. “Ecologically relevant cooling early in life alters pre fledging adrenocortical response in free-living songbirds”. *Physiol Biochem Zool* 90, 118–123.
- Maatjens, C. M., van Rooy-Reijrink, I. A. M., Engel, B., Van der Pol, C. W., Kemp, B. and Van den Brand, H. (2016). “Temperature during the last week of incubation. I. Effects on hatching pattern and broiler chicken embryonic organ development”. *Poultry science*, 95 (4), 956-965.
- Madsen, T. and Shine, R. (1992). “A rapid, sexually selected shift in mean body size in a population of snakes”. *Evolution*, 1220-1224.
- Mashaly, M. M. (1991). “Effect of exogenous corticosterone on chicken embryonic development”. *Poultry Science*, 70 (2), 371-374.
- Masukume, G., Ryan, M., Masukume, R., Zammit, D., Grech, V. and Mapanga, W. (2022). “COVID-19 onset reduced the sex ratio at birth in South Africa”. *PeerJ*, 10, 13985.
- Mathur, P. K. and Horst, P. (1994). “Genotype by environment interactions in laying hens based on relationship between breeding values of sires in temperate and tropical environments”. *Poultry Science*, 73 (12), 1777-1784.
- Mauldin, J. M. (2002). Development of the embryo. In *Commercial Chicken Meat and Egg Production*. (pp. 651-659). Boston, MA. Springer: US.
- Meijerhof, R. (2009). “Incubation principles: What does the embryo expect from us?”. *Proceedings of the 20th Australian Poultry Science Symposium*, 106-110.

- Mench, J. A., Sumner, D. A. and Rosen-Molina, J. T. (2011). "Sustainability of egg production in the United States. The policy and market context". *Poultry science*, 90 (1), 229-240.
- Misztal, I., Tsuruta, S., Strabel, T., Auvray, B., Druet, T. and Lee, D. (2002). "BLUPF90 and related programs (BGF90)". *In Proceedings of The 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 28 (07), 743.
- Molenaar, R., de Vries, S., van den Anker, I., Meijerhof, R., Kemp, B. and van den Brand, H. (2010). "Effect of eggshell temperature and a hole in the air cell on the perinatal development and physiology of layer hatchlings". *Poultry Science*, 89 (8), 1716-1723.
- Mong, S. J., Snyder, M. D., Fechheimer, N. S. and Jaap, R. G. (1974). "The origin of triploidy in chick (*Gallus domesticus*) embryos". *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, 16 (2), 317-322.
- Moran Jr, E. T. (2007). "Nutrition of the developing embryo and hatchling". *Poultry science*, 86 (5), 1043-1049.
- Morita, V. D. S., Almeida, V. R. D., Matos, J. B., Vicentini, T. I., van den Brand, H. and Boleli, I. C. (2016). "Incubation temperature during fetal development influences morphophysiological characteristics and preferred ambient temperature of chicken hatchlings". *PloS one*, 11 (5), 154928.
- Mueller, C. A., Burggren, W. W. and Tazawa, H. (2022). "The physiology of the avian embryo". *In Sturkie's Avian Physiology*. (pp. 1015-1046). Academic Press.
- Nauta, W. J., Veerkamp, R.F., Brascamp, E.W. and Bovenhuis, H. (2006). "Genotype by environment interaction for milk production traits between organic and conventional dairy cattle production in The Netherlands". *J. Dairy Sci.*, 89, 2729-2737
- Navara, K. J. (2013). *The role of steroid hormones in the adjustment of primary sex ratio in birds: compiling the pieces of the puzzle*. Oxford University Press: United Kingdom
- Nelson, R. J. (2005). *An introduction to behavioral endocrinology*. Sinauer Associates: United Kingdom.

- Noiva, R. M., Menezes, A. C. and Peleteiro, M. C. (2014). "Influence of temperature and humidity manipulation on chicken embryonic development". *BMC Veterinary Research*, 10, 1-10.
- Ohta, Y., Yoshida, T., & Tsushima, N. (2004). "Comparison between broilers and layers for growth and protein use by embryos". *Poultry Science*, 83 (5), 783-787.
- Onagbesan, O., Bruggeman, V., De Smit, L., Debonne, M., Witters, A., Tona, K. and Decuyper, E. (2007). "Gas exchange during storage and incubation of avian eggs: effects on embryogenesis, hatchability, chick quality and post-hatch growth". *World's Poultry Science Journal*, 63 (4), 557-573.
- Parnell, N. F. and Streelman, J. T. (2013). "Genetic interactions controlling sex and color establish the potential for sexual conflict in Lake Malawi cichlid fishes". *Heredity*, 110 (3), 239-246.
- Pen, I., Uller, T., Feldmeyer, B., Harts, A., While, G. M. and Wapstra, E. (2010). "Climate-driven population divergence in sex-determining systems". *Nature* 468, 436-438.
- Pergament, E., Todydemir, P. B., and Fiddler, M. (2002). "Sex ratio a biological perspective of 'Sex and the City'". *Reproductive biomedicine online*, 5 (1), 43-46.
- Petitte, J. N. and Davis, G. (1999). Breeding and genetics. In 'The ostrich: biology, production and health'. (Ed. DC Deeming) pp. 275–292.
- Piestun, Y., Druyan, S., Brake, J. and Yahav, S. (2013). "Thermal treatments prior to and during the beginning of incubation affect phenotypic characteristics of broiler chickens posthatching". *Poultry Science*, 92 (4), 882-889.
- Pike, T. W. and Petrie, M. (2003). "Potential mechanisms of avian sex manipulation". *Biol. Rev.* 78, 553-574.
- Pike, T. W. and Petrie, M. (2006). "Experimental evidence that corticosterone affects offspring sex ratios in quail. Proceedings of the Royal Society" *B. Biological Sciences*, 273 (1590), 1093-1098.
- Pinson, S. E., Wilson, J. L. and Navara, K. J. (2015). "Timing matters: corticosterone injections 4 h before ovulation bias sex ratios towards females in chickens". *Journal of Comparative Physiology B*, 185, 539-546.

- Postma, E. and Charmantier, A. (2007). "What 'animal models' can and cannot tell ornithologists about the genetics of wild populations". *J. Ornithol.* 148, 633-642.
- Reddy, P. R. K. and Siegel, P. B. (1977). "Selection for Body Weight at Eight Weeks of Age: 12. Egg Production in Selected and Relaxed Lines". *Poultry Science*, 56 (2), 673-686.
- Reijrink, I. A. M., Meijerhof, R., Kemp, B. and Van Den Brand, H. (2008). "The chicken embryo and its micro environment during egg storage and early incubation". *World's Poultry Science Journal*, 64 (4), 581-598.
- Reinhart, B. S. and Hurnik, G. I. (1984). "Traits affecting the hatching performance of commercial chicken broiler eggs". *Poultry Science*, 63 (2), 240-245.
- Rettenbacher, S., Möstl, E., Hackl, R. and Palme, R. (2005). "Corticosterone in chicken eggs". *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1046 (1), 193-203.
- Rippamonti, J. and Dzialowski, E. M. (2023). "Thyroid hormone manipulation influences development of endothermy and hatching in white leghorn chickens (*Gallus gallus*)". *Journal of Thermal Biology*, 114, 103582.
- Robert, K. A. and Thompson, M. B. (2001). "Viviparous lizard selects sex of embryos". *Nature*, 412 (6848), 698-699.
- Robinson, F. E., Fasenko, G. M. and Renema, R. A. (2003). "Optimizing chick production in broiler breeders". Spotted Cow Press: Alberta.
- Romanoff, A. L. (1949). "Critical periods and causes of death in avian embryonic development". *The Auk*, 66 (3), 264-270.
- Rubolini, D., Romano, M., Boncoraglio, G., Ferrari, R. P., Martinelli, R., Galeotti, P. and Saino, N. (2005). "Effects of elevated egg corticosterone levels on behavior, growth, and immunity of yellow-legged gull (*Larus michahellis*) chicks". *Hormones and behavior*, 47 (5), 592-605.
- Saino, N., Ferrari, R., Romano, M., Martinelli, R. and Møller, A. P. (2003). "Experimental manipulation of egg carotenoids affects immunity of barn swallow nestlings". *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270 (1532), 2485-2489.

- Sánchez-Barricarte, J. J. (2023). “Factors influencing the sex ratio at birth in the United States from a historical perspective”. *Journal of Biosocial Science*, 55 (6), 1015-1038.
- Savage, T. F., Mirosh, L. W., Jones, J. L. and Schneiderman, E. T. (1992). “Blastoderm degeneration, an early embryonic failure in dwarf single comb white leghorn chickens”. *Journal of Heredity*, 83 (4), 249-254.
- Schwabl, H. (1993). “Yolk is a source of maternal testosterone for developing birds”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90 (24), 11446-11450.
- Sewalem, A. and Johansson, K. (2000). “Egg weight and reproduction traits in laying hens: Estimation of direct and maternal genetic effects using Bayesian approach via Gibbs sampling”. *Animal Science*, 70 (1), 9-16.
- Shafey, T. M. (2002). “Effects of egg size and eggshell conductance on hatchability traits of meat and layer breeder flocks”. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 15 (1), 1-6.
- Sheridan, A. K. (1979). “Further studies with a sex-linked lethal gene in the fowl”. *British Poultry Science*, 20 (6), 571-573.
- Sinha, S. R., Prakash, P., Keshari, J. R., Kumari, R. and Prakash, V. (2023). “Assessment of Serum Cortisol Levels in Hypothyroidism Patients”: A Cross-Sectional Study. *Cureus*, 15 (12).
- Smith, C. A. and Sinclair, A. H. (2004). “Sex determination: insights from the chicken”. *Bioessays*, 26 (2), 120-132.
- Snyder, M. D., Fechheimer, N. S. and Jaap, R. G. (1975). “Incidence and origin of heteroploidy, especially haploidy, in chick embryos from intraline and interline matings”. *Cytogenetic and Genome Research*, 14 (1), 63-75.
- Sockman, K. W., Weiss, J., Webster, M. S., Talbott, V. and Schwabl, H. (2008). “Sex-specific effects of yolk-androgens on growth of nestling American kestrels”. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62, 617-625.
- Somes Jr, R. G. and Smyth Jr, J. R. (1967). “Prenatal, a sex-linked lethal mutation of the fowl”. *Journal of Heredity*, 58 (1), 25-29.

- Sorensen, D., Gianola, D. and Gianola, D. (2002). "Likelihood, Bayesian and MCMC methods in quantitative genetics". Springer Science and Business Media: New York.
- Taylor, G. (2000). "High-yield breeds require special incubation", *World Poultry Elsevier Special*, 28-29.
- Thorne, M. H. and Sheldon, B. L. (1991). "Cytological evidence of maternal meiotic errors in a line of chickens with a high incidence of triploidy". *Cytogenetic and Genome Research*, 57 (4), 206-210.
- Tiffin, G. J., Rieger, D., Betteridge, K. J., Yadav, B. R. and King, W. A. (1991). "Glucose and glutamine metabolism in pre-attachment cattle embryos in relation to sex and stage of development". *Reproduction*, 93 (1), 125-132.
- Tona, K., Bamelis, F., Coucke, W., Bruggeman, V. and Decuypere, E. (2001). "Relationship between broiler breeder's age and egg weight loss and embryonic mortality during incubation in large-scale conditions". *Journal of Applied Poultry Research*, 10 (3), 221-227.
- Tona, K., Bamelis, F., E., De Ketelaere, B., Bruggeman, V., Moraes, V. M., Buyse, J., and Decuypere, E. (2003). "Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth". *Poultry science*, 82 (5), 736-741.
- Tona, K., Onagbesan, O. M., Kamers, B., Everaert, N., Bruggeman, V. and Decuypere, E. (2010). "Comparison of Cobb and Ross strains in embryo physiology and chick juvenile growth". *Poultry Science*, 89 (8), 1677-1683.
- Tona, K., Onagbesan, O., Bruggeman, V., De Smit, L., Figueiredo, D. and Decuypere, E. (2007). "Non-ventilation during early incubation in combination with dexamethasone administration during late incubation: 1. Effects on physiological hormone levels, incubation duration and hatching events". *Domestic Animal Endocrinology*, 33 (1), 32-46.
- Tölä, C., Savas, T., Pala, A. and Thomsen, H. (2007). "Effects of goat social rank on kid gender". *Czech Journal of Animal Science*, 52 (3), 77-82.
- Trivers, R. L. and Willard, D. E. (1973). "Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring". *Science*, 179 (4068), 90-92.

- Turner J.S.(1997). “On the thermal capacity of a bird’s egg warmed by a brood patch”. *Physiological Zoology*, 70, 470-480.
- Tzschentke, B. and Halle, I. (2009). “Influence of temperature stimulation during the last 4 days of incubation on secondary sex ratio and later performance in male and female broiler chicks”. *British Poultry Science*, 50 (5), 634-640.
- Tzschentke, B. and Nichelmann, M. (1997). “Influence of prenatal and postnatal acclimation on nervous and peripheral thermoregulation”. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 813, 87-94.
- Tzschentke, B. and Rumpf, M. (2011). “Embryonic development of endothermy”. *Respiratory physiology and neurobiology*, 178 (1), 97-107.
- Uller, T., Pen, I., Wapstra, E., Beukeboom, L. W. and Komdeur, J. (2007). “The evolution of sex ratios and sex-determining systems”. *Trends Ecol. Evol.* 22, 292-297.
- Ünbaş, E., Konyalı, C. ve Savaş, T. (2023). “Kanatlı Hayvanlarda Embriyo Kayıpları”. *Journal of Animal Production*, 64 (1), 66-75.
- Van den Brand, H., van de Kraats, S. J. F., Sözcü, A., Jöerissen, R., Heetkamp, M. J. W., van den Anker, I. and Kemp, B. (2019). “Both the rooster line and incubation temperature affect embryonic metabolism and hatchling quality in laying hen crossbreeds”. *Poultry science*, 98 (6), 2632-2640.
- Van der Pol CW, van Roover-Reijrink IAM, Maatjens CM, van den Brand H. and Molenaar R (2013). “Effect of relative humidity during incubation at a set eggshell temperature and brooding temperature posthatch on embryonic mortality and chick quality”. *Poultry Science* 92 (8), 2145-2155.
- VanRaden, P. M. and Miller, R. H. (2006). “Effects of nonadditive genetic interactions, inbreeding, and recessive defects on embryo and fetal loss by seventy days”. *Journal of Dairy Science*, 89 (7), 2716-2721.
- Warner, D. A. and Shine, R. (2008). The adaptive significance of temperature-dependent sex determination in a reptile. *Nature*, 451 (7178), 566-568.
- Webb, D. R. (1987). “Thermal tolerance of avian embryos: a review”. *The Condor*, 89 (4), 874-898.

- Wentworth, B. C. and Hussein, M. O. (1985). "Serum corticosterone levels in embryos, newly hatched, and young turkey poults". *Poultry Science*, 64 (11), 2195-2201.
- Willemsen, H., Kamers, B., Dahlke, F., Han, H., Song, Z., Pirsaraei, Z. A. and Everaert, N. (2010). "High-and low-temperature manipulation during late incubation: effects on embryonic development, the hatching process, and metabolism in broilers". *Poultry Science*, 89 (12), 2678-2690.
- Wilson HR. (1991). "Physiological Requirements of the Developing Embryo; Temperature and Turning. In; Avian Incubation". *Poultry Science Symposium* 22, 145-156.
- Wise, P. M. and Frye, B. E. (1973). "Functional development of the hypothalamo-hypophyseal-adrenal cortex axis in the chick embryo, *Gallus domesticus*". *Journal of Experimental Zoology*, 185 (3), 277-291.
- Wolowodiuk, V. D., Fechheimer, N. S., Nestor, K. E. and Bacon, W. L. (1985). "Chromosome abnormalities in embryos from lines of Japanese quail divergently selected for body weight". *Génétique Sélection Évolution*, 17 (2), 183-190.
- Woodard, A., Vohra, P. and Denton, V. (1993). Commercial and ornamental game bird breeders: handbook. Hancock Wildlife Research Center: Blaine.
- Woolaston, R.R. (1987). In "Merino Improvement Programs in Australia". (B.J.McGuirk, ed.), Australian Wool Corporation. (pp. 421 – 435). Melbourne, Australia.
- Yazgan, K. (2018). RE-NUM-OR: "Python-based Renumbering and Reordering Software for Pedigree Files". *Czech Journal of Animal Science*, 63 (2).
- Yıldırım, İ. ve Yetişir, R. (2003). "Kuluçkanın Son 4 Günlük Evresinde Uygulanan Farklı Sıcaklık Derecelerinin Bazı Organ Ağırlıkları ile Broyler Performansına Etkileri". *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 17 (31), 48-52.
- Yılmaz, A., Tepeli, C., Garip, M. and Çağlayan, T. (2011). "The effects of incubation temperature on the sex of Japanese quail chicks". *Poultry Science*, 90 (10), 2402-2406.
- Zhang Hao, Z. H., Wu ChangXin, W. C., Chamba YangZom, C. Y., Ma XueYing, M. X., Tang XiaoHui, T. X. and Pobu, P. (2005). "Curve analysis of embryonic mortality in chickens incubation at high altitude". *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 37 (2), 112-116.

Zwald, N. R., Weigel, K. A., Fikse, W. F. and Rekaya, R. (2003). “Identification of factors that cause genotype by environment interaction between herds of Holstein cattle in seventeen countries”. *Journal of Dairy Science*, 86 (3), 1009-1018.

