

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JAPON BILDIRCINLARINDA (*COTURNIX COTURNIX JAPONICA*)  
YUMURTA VE CİVCİV KALİTE ÖZELLİKLERİNE AİT DİREKT VE  
MATERNAL ETKİLERİN FARKLI MODELLER KULLANARAK  
TAHMİNİ**

**Arzu YİĞİT**

**Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Nuri ÖZSOY**

**DOKTORA TEZİ  
ZOOTEKİNİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA - 2018**



© 2018 [Arzu YiğiT]

## TEZ ONAYI

**Arzu YİĞİT** tarafından hazırlanan "**Japon Bildircinlarında (*Coturnix coturnix japonica*) Yumurta Ve Cıvciv Kalite Özelliklerine ait Direkt ve Maternal Etkilerin Farklı Modeller Kullanarak Tahmini**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Zootekni Anabilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Nuri ÖZSOY**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. M. Soner BALCIOĞLU**  
Akdeniz Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Ayhan GÖSTERİT**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Doğan NARİNÇ**  
Akdeniz Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Özgür KOŞKAN**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



**Enstitü Müdürü**

**Prof. Dr. Yasin TUNCER**

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Arzu YİĞİT**



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iv
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
2.1. Varyans unsurları tahminleri.....	5
2.2. Kanatlılarda fenotipik varyans bileşenleri .....	10
2.3. Maternal etki ve maternal etkili özellikler .....	17
2.4. Maternal etkilerin değerlendirilmesinin önemi .....	27
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	33
3.1. Materyal .....	33
3.2. Yöntem.....	33
3.3. İstatistiksel metod.....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	163
KAYNAKLAR .....	168
EKLER.....	192
EK A. Modeller .....	193
EK B. En karmaşık model olan Model 6'nın tek değişkenli ASREML .as dosyası kodları.....	194
EK C. En karmaşık model olan Model 6'nın tek değişkenli ASREML .pin dosyası kodları.....	195
ÖZGEÇMİŞ.....	196

## ÖZET

### Doktora Tezi

# JAPON BILDİRCİNLARINDA (*COTURNIX COTURNIX JAPONICA*) YUMURTA VE CİVCİV KALİTE ÖZELLİKLERİNE AİT DİREKT VE MATERNAL ETKİLERİN FARKLI MODELLER KULLANILARAK TAHMİNİ

Arzu YİĞİT

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Nuri ÖZSOY

Tez çalışmasının amacı Japon bildircinlarında, civciv kalite ve yumurta özelliklerine ait fenotipik varyansı ( $\sigma_p^2$ ) belirleyen doğrudan eklemeli genetik varyans ( $\sigma_d^2$ ), maternal eklemeli genetik varyans ( $\sigma_m^2$ ), maternal kalıcı çevresel varyans ( $\sigma_c^2$ ) ve direkt eklemeli genetik etkiler ile maternal eklemeli genetik etkiler arasındaki kovaryans ( $\sigma_{dm}$ ) unsurlarını REML yaklaşımı ile farklı model ve model değerlendirme kriterleri kullanarak tahminlemek ve genetik ıslah çalışmalarında kullanım olanaklarını araştırmaktır.

Bu amaçla, üçe bir ana-baba pedigrisi kaydı ile yetiştirilen Japon bildircinlarının civciv kalite özellikleri (çıkış ağırlığı, çıkış uzunluğu, çıkıştan dördüncü haftaya kadar canlı ağırlıkları ve vücut uzunlukları, haftalık canlı ağırlık ve vücut uzunluk artışları) ve yumurta kalite özelliklerine (yumurta, kabuk, sarı ve ak ağırlığı, şekil indeksi, yumurta genişliği ve uzunluğu, kabuk, sarı ve ak oranı, ak konsantrasyonu, kabuk kalınlığı ve yumurta hacmi) ait genetik parametreler REML metodu kullanılarak tahmin edilmiştir. Civciv özellikleri için toplam 144 baba ve 342 anadan oluşan 1184 adet veri pedigrisi kayıtlarıyla birlikte tutulmuş ve modellere göre hayvanın genetik yapısının, annenin genetik yapısının ve annenin çevresel etkilerinin şansa bağlı faktör olarak alındığı altı farklı bireysel hayvan modeli ile analiz edilmiştir. Yumurta özellikleri için 267 anadan elde edilen 801 kayıt beş farklı bireysel hayvan modeli ile incelenmiştir.

Çalışma sonucunda, model değerlendirme kriterlerine göre (iki haftalık yaşta ağırlık ve ak konsantrasyonu için BIC bilgi kriterine göre yalnızca direkt genetik etkileri değerlendiren en basit model en doğru tahminleri vermesi dışında) maternal etkilerin göz önünde bulundurulduğu modellerin özellikleri daha doğru açıkladığı görülmüştür. Bu sebeple civciv ve yumurta özelliklerinin açıklanması ve ıslahında maternal etkilerin dahil olduğu modellerin kullanılmasının gerekliliğinin ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Aynı zamanda, civciv özellikleri üzerindeki maternal kalıcı çevresel etkilerin çıkıştan dört haftalık yaşa kadar azalarak değiştiği ve genel olarak çevresel etkilerin arttığı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** civciv ve yumurta kalite özellikleri, varyans unsurları, genetik parametreler, maternal etkiler.

**2018, 197 sayfa**



## **ABSTRACT**

**Ph.D. Thesis**

### **ESTIMATES OF DIRECT AND MATERNAL EFFECTS OF EGG AND CHICK QUALITY TRAITS USING DIFFERENT MODELS IN JAPANESE QUAIL (*COTURNIX COTURNIX JAPONICA*)**

**Arzu YİĞİT**

**Süleyman Demirel University  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Animal Science**

**Supervisor: Asst. Prof. Dr. Abdullah Nuri ÖZSOY**

The purpose of this thesis study was to estimate components of direct additive genetic variance ( $\sigma_a^2$ ), maternal additive genetic variance ( $\sigma_m^2$ ), maternal permanent environmental variance ( $\sigma_c^2$ ) and covariance between direct additive genetic variance and maternal additive genetic variance ( $\sigma_{dm}$ ) which determines the phenotypic variance ( $\sigma_p^2$ ) of chick quality and egg traits using REML approach and using different model with model evaluation criteria and to investigate to use possibilities of this results in genetic breeding studies.

For this purpose, genetic parameters of the chick quality traits of Japanese quails (hatch weight, hatch length, live weights and body lengths from first to fourth week, weekly live weight gain and body length increase) and egg quality characteristics (egg, shell, yolk and albumin weights, shape index, egg length and width, shell, yolk and albumin ratio, albumin concentration, shell thickness and egg volume) were estimated using the REML method. Records of 1184 animals from 342 sires and 1184 dams were analysed using different six animal models for the chick quality traits. An individual animal model was used which had animals' genetic effect, maternal genetic effect and maternal environmental effect as the random factor according to models. Records of 801 animals from 267 dams were analysed using different five animal models for the egg quality traits.

As a result of the study, it was seen that the models considering the maternal effects were more accurate in explaining the traits according to the model evaluation criteria (except for the simplest model which only evaluates the direct genetic effects according to the BIC information criterion for two weeks old weight and albumin concentration). Therefore, it is understood that the explanations of chick and egg traits and in their breeding practices necessitate the use of models that include maternal effects. At the same time, the maternal permanent environmental effects on chick traits changed by decreasing from the egg hatch to the age of four weeks, and in general the environmental effects increased for the same age period.



**Key words:** chick quality and egg traits, force constants, variance components, genetic parameters, maternal effects.

**2018, 197 pages**



## TEŞEKKÜR

Bu araştırma konusunu bulan, araştırmada beni yönlendiren, bilgi ve tecrübesini paylaşan, karşılaştığım zorlukları emek ve en önemlisi sabrı ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Nuri ÖZSOY'a teşekkürlerimi sunarım.

Bıldırıcın ağırlık ve uzunluk ölçümlerinde yardımlarını esirgemeyen Ziraat Mühendisi Rabia Uurlu'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırmamda kullandığım modellerin programda yazdırılmasında karşılaştığım tüm sıkıntılara çözüm bulan, tüm sorularımı cevaplayan ve yorumlarıyla çalışmama büyük katkılar sağlayan emekli Prof. Dr. Arthur Gilmour'a, modellere ilişkin verdikleri önemli bilgi ve görüşleri için Doç. Dr. Kominakis Antonios (Agricultural University of Athens, Department of Animal Breeding and Husbandry) ve Dr. Gerasimos Maniatis (Aviagen)'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin gerçekleşmesinde ÖYP05265-DR-12 numaralı proje ile maddi destek sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Arzu YİĞİT  
ISPARTA, 2018

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.2.1. Kanatlılarda fenotipik varyans bileşenleri.....	12
Şekil 2.3.1. İki yolla gerçekleşen maternal etkileri tasvir eden şema.....	18
Şekil 4. 1. Model değerlendirme kriterlerine göre yumurta ağırlığı, çıkış ağırlığı ve dördüncü haftalık yaşa kadar ağırlıklara ait en iyi modeller .....	86
Şekil 4. 2. Model değerlendirme kriterlerine göre birinci-dördüncü haftalık yaştaki canlı ağırlık artışına ait en iyi modeller .....	100
Şekil 4. 3. Model değerlendirme kriterlerine göre çıkış uzunluğu ve dördüncü haftalık yaşa kadar vücut uzunluğuna ait en iyi modeller .....	114
Şekil 4. 4. Model değerlendirme kriterlerine göre birinci-dördüncü haftalık yaştaki vücut uzunluğu artışına ait en iyi modeller .....	123



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Kuşaklara ilişkin kuluçka sonuçları.....	49
Çizelge 4. 2. Kuşaklara göre eşeyssel olgunluk yaşı, eşeyssel olgunluk ağırlığı ve ilk yumurta ağırlığına ait tanıtıcı istatistikler ve Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	52
Çizelge 4. 3. Damızlık yumurta ağırlığı ve civciv özelliklerine ait tanıtıcı istatistikler ve Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	53
Çizelge 4. 4. Kuşaklara göre çıkış ağırlığının yumurta ağırlığına oranının tanıtıcı istatistikleri ve Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	56
Çizelge 4. 5. Yumurta özelliklerine ait tanıtıcı istatistikler ve Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	59
Çizelge 4. 6. Damızlık yumurta ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	66
Çizelge 4. 7. Damızlık yumurta ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	67
Çizelge 4. 8. Çıkış ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	70
Çizelge 4. 9. Çıkış ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	71
Çizelge 4. 10. Bir haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	73
Çizelge 4. 11. Bir haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	74
Çizelge 4. 12. İki haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	76
Çizelge 4. 13. İki haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	77
Çizelge 4. 14. Üç haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	79
Çizelge 4. 15. Üç haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	80
Çizelge 4. 16. Dört haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	83
Çizelge 4. 17. Dört haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	84

Çizelge 4. 18. Yumurta ağırlığı, çıkış uzunluğu ve canlı ağırlıklar arasındaki genetik ve fenotipik korelasyonlar.....	88
Çizelge 4. 19. Birinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	90
Çizelge 4. 20. Birinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	91
Çizelge 4. 21. İkinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	92
Çizelge 4. 22. İkinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	94
Çizelge 4. 23. Üçüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	95
Çizelge 4. 24. Üçüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	96
Çizelge 4. 25. Dördüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	98
Çizelge 4. 26. Dördüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	99
Çizelge 4. 27. Cıvıvı çıkış uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	101
Çizelge 4. 28. Çıkış uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	102
Çizelge 4. 29. Bir haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	104
Çizelge 4. 30. Bir haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	105
Çizelge 4. 31. İki haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	107
Çizelge 4. 32. İki haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	108
Çizelge 4. 33. Üç haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	110

Çizelge 4. 34. Üç haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	111
Çizelge 4. 35. Dört haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	112
Çizelge 4. 36. Dört haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	113
Çizelge 4. 37. Birinci hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	115
Çizelge 4. 38. Birinci hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	116
Çizelge 4. 39. İkinci hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	117
Çizelge 4. 40. İkinci hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	118
Çizelge 4. 41. Üçüncü hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	119
Çizelge 4. 42. Üçüncü hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri.....	120
Çizelge 4. 43. Dördüncü hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	121
Çizelge 4. 44. Dördüncü hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	122
Çizelge 4. 45. Yumurta ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	125
Çizelge 4. 46. Yumurta ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	126
Çizelge 4. 47. Kabuk ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	128
Çizelge 4. 48. Kabuk ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	129
Çizelge 4. 49. Sarı ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	131
Çizelge 4. 50. Sarı ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	132

Çizelge 4. 51. Ak ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	134
Çizelge 4. 52. Ak ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	135
Çizelge 4. 53. Şekil indeksine ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	137
Çizelge 4. 54. Şekil indeksine ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	138
Çizelge 4. 55. Yumurta genişliğine ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	140
Çizelge 4. 56. Yumurta genişliğine ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	141
Çizelge 4. 57. Yumurta uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	143
Çizelge 4. 58. Yumurta uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	144
Çizelge 4. 59. Kabuk oranına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	146
Çizelge 4. 60. Kabuk oranına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	147
Çizelge 4. 61. Sarı oranına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	149
Çizelge 4. 62. Sarı oranına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	150
Çizelge 4. 63. Ak oranına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	152
Çizelge 4. 64. Ak oranına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	153
Çizelge 4. 65. Ak konsantrasyonuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	155
Çizelge 4. 66. Ak konsantrasyonuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	156
Çizelge 4. 67. Kabuk kalınlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri .....	158
Çizelge 4. 68. Kabuk kalınlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	159

Çizelge 4. 69. Yumurta hacmine ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri.....	161
Çizelge 4. 70. Yumurta hacmine ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri .....	162





## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Akrabalık matrisi
BIC	Bayes Bilgi Kriteri
cAIC	Koşullu Akaike Bilgi Kriteri
cm <sup>2</sup>	Santimetre kare
c2	Fenotipik varyanstaki maternal çevresel varyansın oranı
cov(d,m)	direkt-maternak kovaryans
ÇA	Çıkış ağırlığı
D	Sapma değeri
df	Serbestlik derecesi
g	Gram
h2	Direkt kalıtım derecesi
H1A	Bir haftalık yaştaki canlı ağırlık
H2A	İki haftalık yaştaki canlı ağırlık
H3A	Üç haftalık yaştaki canlı ağırlık
H4A	Dört haftalık yaştaki canlı ağırlık
H1AA	Birinci hafta canlı ağırlık artışı
H2AA	İkinci hafta canlı ağırlık artışı
H3AA	Üçüncü hafta canlı ağırlık artışı
H4AA	Dördüncü hafta canlı ağırlık artışı
H1U	Bir haftalık yaştaki vücut uzunluğu
H2U	İki haftalık yaştaki vücut uzunluğu
H3U	Üç haftalık yaştaki vücut uzunluğu
H4U	Dört haftalık yaştaki vücut uzunluğu
H1UA	Birinci hafta vücut uzunluğu artışı
H2UA	İkinci hafta vücut uzunluğu artışı
H3UA	Üçüncü hafta vücut uzunluğu artışı
H4UA	Dördüncü hafta vücut uzunluğu artışı
KYA	Kabuk yüzey alanı
KY	Kabuk yoğunluğu
logL	Doğal log-olabilirliği
L(F)	Tam modele ait olabilirlik
L(R)	Kısıtlanmış modele ait olabilirlik
mAIC	Marjinal Akaike Bilgi Kriteri
mg	Miligram
mm	Milimetre
m2	Maternal kalıtım derecesi
μm	Mikron, mikrometre
N	Hayvan sayısı
n	Hayvan başına gözlem sayısı
P	İstatistiksel önemlilik
rdm	Direkt-maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon
Y	Gözlem değerleri
YA	Yumurta ağırlığı
σ <sub>d</sub>	Direkt etkilere ait standart sapma
σ <sub>m</sub>	Maternal etkilere ait standart sapma
σ <sub>ind</sub> <sup>2</sup>	Bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı

$\hat{\sigma}_{PE}^2$	Birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans
$\hat{\sigma}_d^2$	Direkt eklemeli genetik varyans
$\hat{\sigma}_m^2$	Maternal genetik varyans
$\hat{\sigma}_{dm}$	Direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans
$\hat{\sigma}_c^2$	Maternal çevresel varyans
$\hat{\sigma}_e^2$	Hata varyansı
$\hat{\sigma}_p^2$	Fenotipik varyans
$\hat{r}$	Tekrarlanma derecesi
$\hat{p}$	Fenotipik varyanstaki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı
$\hat{h}_d^2$	Direkt kalıtım derecesi
$\hat{h}_m^2$	Maternal kalıtım derecesi
$\hat{r}_{dm}$	direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı
$\hat{c}^2$	Fenotipik varyanstaki maternal çevresel varyansın oranı
$\hat{h}_t^2$	Total kalıtım derecesi
$\rho$	Etkili serbestlik derecesi
$\pm$	Standart hata
%	Yüzde
$\otimes$	Kronecker çarpımı
$\theta$	Model parametrelerinin px1 vektörü
$\chi^2$	Ki-kare

## 1. GİRİŞ

Memeli hayvanlarda dişi ebeveynler yavrularına gelişimleri ve hayatta kalmaları için gerekli çevreyi sunmaktadır. Dişilerin bakım ve koruma yeteneğinin oluşturduğu yavruları üzerindeki bu etki genetik temelli olup çevre etkileriyle değişebilmekte ve neticede hayvanlar arasında farklılıklara yol açabilmektedir. Bir fenotipin belirlenmesinde organizmanın kendi çevre ve genotipinin yanı sıra annesinin çevre ve genotipinin de etkili olması durumunda, fenotip için maternal etkiler söz konusu olmaktadır.

Kanatlı sektörünün ve ıslah çalışmalarının gelişmesiyle birlikte özellikle ticari tavuk ve bıldırcın yetiştiriciliğinde yetiştirme faaliyetlerinin bir sonucu olarak dişi ebeveynlere ait bu özelliklerin yavrular üzerinde etkisi artık görülmemektedir. Ancak anaya ait yaş, besleme koşulları, verim dönemi ve canlı ağırlık gibi özellikler yumurta özellikleri üzerinde dolayısıyla da civciv kalite özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Bu etki döllenmeden sonra oogenesis boyunca annenin sentezlediği besin maddeleri, mRNA, transkripsiyon faktörleri, immun faktörler, antioksidanlar ve hormonlardan (Dao, 2008) ve ayrıca bunların depolanma miktarlarından kaynaklanmaktadır.

Hayvan ıslah programları, hayvanlar arasındaki genetik ilişki (akrabalık) ve varyasyona dayanmaktadır. Varyasyonun bu kaynakları eklemeli, eklemeli olmayan ve çevresel faktörler olarak değerlendirilmektedir (Siegel ve Dunnington, 1997; Schuler vd., 1998). Populasyonlar arasındaki varyasyon ve kovaryasyon da seleksiyon stratejilerinin gelişimine temel oluşturmaktadır. Tanımlanan ve kategorize edilen özellikler ile parametre tahminlerinden istenilen özellikleri geliştirmek için yararlanılmaktadır. Maternal etkiler yavrularına aktardığı genlerden çok ilk anne olduğundaki etkisinin (analık yeteneği) göstergesi olarak belirtilmiştir (Hohenboken, 1985; Saatci, 2006). Söz konusu bu etkiler genetik ve çevresel nedenlerden dolayı ortaya çıkabilmektedir (Bradford, 1972; Willham, 1972).

Hayvan yetiştiriciliğinde fenotipik varyans unsurlarının ve genetik parametrelerin açıklanması önemlidir ve bu amaçla en çok yararlanılan yöntemler: Ençok Olabilirlik (Maximum Likelihood, ML), Kısıtlanmış Ençok Olabilirlik (Restricted Maximum Likelihood, REML), MINQUE (Minimum Norm Quadratic Unbiased Estimation), Bayes, Henderson I, II ve III olarak anılan yöntemlerdir (Kumlu, 2003; Mendes, 2012). Diğer yandan bu yöntemleri esas alan direkt (doğrudan) ve anaya bağlı (maternal) genetik etkilerin oranını tahmin edebilen bilgisayar programları da (LSMLMW/MixDL, PKREML, DFREML, MTDFREML, PEST, VCE, ABTK, DMU, JAA, MTC, JSPFS, MTGSAM, QUERCUS ve ASREML) geliştirilmiştir (Duru ve Koyuncu 2005). Bu programlarda varyans unsurlarından maternal etkinin açıklanması amacıyla birçok model geliştirilmiştir. Bu modeller arasındaki en temel farklılık araştırılan özellikler için yavruların gelişimi üzerinde ananın katkısının olup olmadığı ve yavrular üzerinde özelliklerin ölçülüp ölçülemeyeceğidir (Kirkpatrick ve Lande, 1989; Falconer, 1965). Ana yeteneğinin çevresel bileşenleri kullanılarak geliştirilen modeller aynı zamanda yavruların fenotip ölçümlerinde maternal olmayan bileşenler ile ilişkili olabilmektedir (Mueller ve James, 1985; Riska vd., 1985). Bu sebeple de maternal etkinin dikkate alındığı ve alınmadığı alternatif modeller arasındaki farkın önemli olup olmadığı “Olabilirlik Yöntemleri” (Likelihood Methods) ile belirlenmektedir (Robinson, 1995). Bu yöntemler yanında AIC (Akaike, 1974), BIC (Schwarz, 1978) ve EDC (Zhao vd., 2001) gibi çeşitli model karşılaştırma kriterleri de geliştirilmiş ve bu kriterler oldukça yaygın kullanım olanağı bulmuştur (Chang vd., 2014).

Genç etlik piliç canlı ağırlıkları dikkate alındığında, eklemeli genetik ve maternal genetik etkiler, bu etkiler arasındaki kovaryans ve maternal çevresel etkilerin bir arada kullanıldığı modellerin daha uygun olduğu bildirilmiştir (Koerhuis ve Thompson, 1997). Chambers vd. (1990) de yine materyalini etlik piliçlerin oluşturduğu araştırmalarında, vücut ağırlığı için maternal etkinin göz ardı edilmesi durumunda (direkt) kalıtım derecesinin olduğundan daha yüksek tahmin edilmesi ile sonuçlandığını belirtmişlerdir. Le Bihan-Duval vd. (1998) de ticari etlik piliç hatlarında inceledikleri bazı özelliklerde toplam fenotipik varyanstaki maternal etki payının düşük olduğunu (özeleğe göre % 3'ten % 8'e

değişmekte), ancak maternal etki değerlendirmeye alınmadığında (direkt) kalıtım derecesinin önemli ölçüde yüksek (% 11'den % 19'a kadar) tahmin edileceğini bildirmişlerdir.

Maternal etkili bir özellik için eklemeli genetik etkiler; maternal genetik etki, maternal sabit çevre etkileri ve çıkış dönemi ve cinsiyet gibi sabit etkileri kapsayan hayvan modelleri kullanılarak daha doğru şekilde tahmin edilebilmektedir (Meyer, 1989; Aggrey ve Cheng, 1994). Yumurta özellikleri için melez azmanlığı elde etmek veya heterotik etkilerden yararlanmak özellikle ticari yumurtacı tavuklarda önemlidir ve ıslah çalışmalarında bu etkiler dikkate alınmaktadır. Ancak bunun dışındaki geleneksel ıslah stratejilerinde eklemeli olmayan gen etkilerinin göz ardı edilmesi (ko)varyans unsurlarının hatalı tahmin edilmesine, direkt kalıtım derecesinin olduğundan daha büyük tahmin edilmesine, damızlık değerlerde sapmaya ve sonuç olarak seleksiyonda isabetin azalmasına sebep olabilmektedir. Literatürde eklemeli gen etkileri ve dominans etkilere kıyasla yumurta özelliklerine ait maternal genetik etkilerin araştırıldığı çalışma sayısı nispeten azdır.

Japon bildircinlarında maternal özelliklere ilişkin varyans unsurlarını ayrıntılı inceleyen çalışmalara rastlanmamıştır (Saatci, 2006). Kanatlılar ve özellikle Japon bildircinlarına ait birçok özellik için genetik parametre tahmini çalışmaları hali hazırda bulunmasına rağmen, diğer çiftlik hayvanlarına göre daha az ilgi konusu olmuştur. (Kawahara ve Saito, 1976; Ye vd., 1999; Frooq vd., 2001; Aggrey vd., 2003; Saatci vd., 2003). İlk çalışmalarda genetik parametrelerin tahmininde klasik metotların kullanılmasına rağmen (Yoshida ve Collins, 1967; Isogai, 1971; Kawahara, 1973) günümüzde hayvan modeli ile uygulanan REML prosedürü yaygın metot olarak kabul görmüştür (Saatci, 2006).

Tez çalışmasının amacı Japon bildircinlarında, civciv kalite ve yumurta özelliklerine ait fenotipik varyansı ( $\sigma_p^2$ ) belirleyen doğrudan (direkt) eklemeli genetik varyans ( $\sigma_d^2$ ), anaya ait (maternal) eklemeli genetik varyans ( $\sigma_m^2$ ), maternal kalıcı çevresel varyans ( $\sigma_c^2$ ) ve direkt eklemeli genetik etkiler ile maternal eklemeli genetik etkiler arasındaki kovaryans ( $\sigma_{dm}$ ) unsurlarını REML

yaklaşımı ile farklı model ve model değerlendirme kriterleri kullanarak tahminlemek, üç kuşağa ait kayıtların değerlendirilerek genetik ıslah çalışmalarında kullanım olanaklarını araştırmaktır.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Varyans unsurları tahminleri

Hayvan ıslahında karışık model eşitliklerinin kullanılması gibi ilk gelişmeler, geleneksel karmaşık istatistik metod uygulamalarının ön sırasında yer almasına rağmen (Maniatis, 2013), sonrasında, bu metodların uygulamadaki eksiklikleri kantitatif genetik çalışmalarının ve kantitatif genetikçilerin özellikle moleküler genetik alanına doğru yönelmelerine yol açmıştır (Miszta, 2007). Bu eksikliklerin bir başka önemli sonucu da kantitatif çalışmalarda yeni yaklaşım ve yöntemlerin geliştirilme ihtiyacını doğurması olmuştur. Günümüzde bu yaklaşımlar geliştirilmeye devam edilmekte ve simülasyon çalışmalarının da dahil olduğu birçok çalışmada, metodların algoritmik etkinlikteki avantajları ve birbirlerine olan üstünlükleri ortaya konulmaya çalışılmaktadır (Swallow ve Monahan, 1984; Szwaczkowski, 2003; Wolc vd., 2009; Narinç vd., 2011).

Varyans unsurları tahmini için kullanılan metodlar Fisher (1925)'in sürekli özellikler üzerindeki kalıtım çalışmalarına dayanmaktadır (Robinson, 1987; Searle vd., 1992). Henderson (Henderson, 1953)'nın ANOVA-temelli metodları, Hartley ve Rao (Hartley ve Rao, 1967)'nin ML (Maksimum Likelihood -en yüksek olabilirlik)'ye dayanan metodunun ortaya konmasına kadar oldukça yaygın kullanılmıştır. ML temelli metodun yerini de sonrasında Peterson ve Thompson (Peterson ve Thompson, 1971)'in tasarladıkları REML (Restricted maksimum likelihood - kısıtlanmış maksimum olabilirlik) tahmin metodu almıştır. ANOVA-temelli metodlar varyans unsurları tahminlerinde negatif değerler vermesi nedeniyle problem oluşturmaktadır. Buna karşın, ML ve REML tahminleri negatif olmamakla birlikte, REML'in asimtotik dağılımına dayanan integral tahminleri negatif değerleri içerebilmektedir (Lin ve McAllister, 1984; Gianola ve Foulley, 1990; Karaman, 2014).

Kurt (2007), ML yaklaşımında parametrelerin belirli sınırlar içinde tahminlenme eğiliminde olduğunu, yaklaşımın sabit etkilerin bilindiğini kabul ettiğini ve sabit etkilerin tahminlenmesi sırasındaki serbestlik derecesi kayıplarını dikkate

almadığını bildirmiştir. Hayvancılık verilerinde çoğunlukla çok sayıda sabit etkinin modelde yer aldığı düşünüldüğünde, söz konusu sapmanın büyüklüğünün de artacağı belirtilmiştir (Yeşilova, 1998). ML'nin sabit etkiler bakımından söz konusu sapması REML tekniği ile giderilmeye çalışılmıştır. REML yaklaşımı ilk kez 1969 yılında Alan Thompson tarafından önerilmiş ve 1971 yılında Thompson ile Patterson tarafından uygulamaya geçirilmiştir. REML yöntemi y gözlemlerinin çok değişkenli normal dağılışı gösterdiğini kabul etmektedir. REML transformasyon ile değişmezlik özelliğine sahiptir ancak parametreleri kendi uzayı içerisinde tahmin ettiğinden sapmasız değildir (Yeşilova, 1998). REML metodunda hesaplamalar, eklemeli genetik etkinin şansa bağlı bir etki gibi özelleştiği birey modeli temeline dayanmaktadır. Birey veya hayvan modelinde, hem ebeveynleri bilinen hem de kayıtları bulunan hayvanların tüm akrabalık bilgileri analizde değerlendirilmektedir. Çevresel etkilerin yanında maternal genetik etki gibi rastgele birkaç etkiyi dikkate alan birey modelinde REML'in büyük bir kolaylık sağladığı belirtilmiştir (Meyer, 1989; Saatci, 1998; Sarı, 2009) REML yönteminde ayrıca kuşaklar arası seleksiyonla elde edilen genetik ilerlemenin dikkate alınabildiği bildirilmiştir (Kurt, 2007).

Wolc vd. (2009), REML metodunun analizi kısa zamanda sonuçlandırmasından dolayı daha avantajlı olduğunu bildirmişlerdir. REML metodu hata karelerinin analizi temeline dayanırken, geliştirilen bir diğer yaklaşım olan Bayes prosedürü ise yapılandırılmış hata varyansı temelli yöntemlerdir. Ancak, Bayes yöntemlerde (Gibbs örnekleme, Metropolis Hasting algoritması vb.) normallik varsayımlarına dayalı hata varyansının genetik değişebilirliğinin analizlerde problem oluşturduğu belirtilmiştir (Ros vd., 2004; Ibáñez-Escriche vd., 2008). Araştırmacılar, bundan dolayı REML'nin bir diğer avantajını da başlangıç değeri için düşük bağımlılık göstermesi olarak ifade etmiştir. Bununla birlikte, ortalama ve varyanslar için damızlık değeri tahminlerinde Bayes yöntemleriyle benzer olduğu da belirtilmiştir. Ayrıca, REML metodunun, herhangi bir türün ıslahı için ekonomik önem taşıyan özelliklerin üniform üretimi ya da farklı varyasyon seviyeleri için yararlı olabileceği vurgulanmıştır (Wolc vd., 2009). Bunlara ek olarak, bir popülasyonda seleksiyon ve ayıklama yapılsa bile REML'nin bundan etkilenmeyeceği bildirilmiştir (Meyer, 1989; Sarı, 2009).



Saatci vd. (2006) çalışmalarında, Toelle vd. (1991), Schuler vd. (1998) ve Hicks vd. (1998)'nin Japon bildircinlarına ilişkin genetik parametre tahminlerinde REML prosedürünü test ettiklerini bildirmişlerdir. Aggrey ve Cheng (1994) ve Kocak vd. (1995), REML metoduyla eksik pedigri bilgisine rağmen bildircinların genetik parametre analizinde baba ve analara ait bilgiler elde etmişlerdir. Saatci vd. (2003) ise kapsamlı pedigriye sahip Japon Bildircini popülasyonunun haftalık canlı ağırlıkları için genetik parametre tahminlerini elde etmişlerdir.

Hayvan ıslahı çalışmalarında kısıtlanmış maksimum olabilirlik (REML) metodunun (Patterson ve Thompson,1971) dengesiz karışık modellerinin yaygın olarak kullanıldığı belirtilmiş ve REML varyans unsurları tahmininde alışlagelmiş teorik özelliklerinden dolayı "standart metot" olarak kabul görmüştür (Duangjinda vd., 2001; Salehinasab vd., 2015). Bu kabulün yanı sıra Bayes yöntemlerin (Gianola ve Fernando, 1986) REML ile karşılaştırıldığında parametrelerin anlaşılmasına daha çok olanak sağlayabileceği ve daha karmaşık modellerin analizi için daha uygun olabileceği de bildirilmiştir (Duangjinda vd., 2001).

Varyans komponentlerini tahminlemeye yönelik olarak geliştirilmiş yöntemlerden diğerleri ise MINQUE ve MIVEQUE'dur. Henderson'nın Yöntem IV'ü, 'pseudo-expectation' yöntemi ve 'tide-hat' yaklaşımı gibi etkinlikler, pratikte karşılaşılan problemleri azaltma çabalarının birer sonucu olarak geliştirildiği bildirilmiştir (Kurt, 2007).

(Ko)varyans komponentlerinin doğru tahmin edilmesi ve sonrasında her yetiştirme programı için genetik parametrelerin tahmin edilerek genetik değerlendirmenin doğru yapılabilmesi ele alınan özelliklerin hem bilimsel hem de ticari anlamda yorumlanmasına bağlıdır. Özellikle damızlık değerlerinin doğru tahmini, tüm popülasyonun genetik ilerlemesinde, önemli etkiye sahip belli orandaki hayvanların seçiminden ve sonraki kuşaklarda kullanılmalarından dolayı, oldukça önem teşkil etmektedir. Pratikte sıklıkla iki aşamalı bir süreç uygulanmaktadır. Bunlardan ilki damızlık değerlerinin tahmini için varyans

unsurlarının tahmin edilmesi, ikincisi ise damızlık değerlerinin tahmin edilmesidir. Varyans unsurlarının tahmini için de iki yol mevcuttur. Bunlardan ilki “olabilirlik” kavramına dayanırken ikincisi olasılık (Bayesian-Bayes) yaklaşımını kabul etmektedir. Varyans unsurlarının tahmin edilmesi ve damızlık değerlerinin tahmini için genellikle yaygın olarak kullanılan metotlar başta REML (Patterson ve Thompson, 1971) ve BLUP (Henderson, 1975)’tir. Gibbs örnekleme metodunun gelişimi (Geman ve Geman, 1984), Bayes Markov Zincir Monte Carlo (MCMC) metotlarının 1990’lı yılların başında kantitatif genetik çalışmalarında yer almasını sağlamıştır (Wang vd., 1993; Sorensen 1994). Son kırk yıl boyunca yetiştirme programlarında birkaç istatistik metodun kullanıldığı, bunlardan da farklı hayvan türlerinin yetiştirilmesinde yararlanılan en güçlü olanlarının REML ve Gibbs örnekleme (BAGS) tekniği kullanan Bayes metodunun olduğu bildirilmektedir (Yousefi Zonuz, 2013; Salehinasab, 2015). Bunların yanı sıra Markov Zincir Monte Carlo Metotları’nın (Gelfand ve Smith, 1990) Bayes yaklaşımının kullanılabilirliğini artırdığı da belirtilmektedir (Maniatis, 2013).

REML, MIVQUE (Minimum Variance Quadratic Unbiased Estimation: minimum varyans kuadratik yansız tahmini) ve Gibbs örneklemesinin karşılaştırıldığı çalışmada, baba modeli kullanıldığında metotlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı, ana modeli kullanıldığında ise farklılık olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda Gibbs örneklemesi ile diğer metotlar karşılaştırıldığında farklı tahminlerin elde edildiği ve Gibbs metodunun varyans unsurlarını tahmin etmede birtakım avantajlarından dolayı tercih edilebileceği bildirilmiştir (Unver vd., 2002). Bu bilgilere karşılık, ebeveynlerin seleksiyonu ve kayıp pedigri bilgilerinin olduğu veri setinde, damızlık değeri ve sabit etkilerin Bayes ve (denemeli) BLUB sonuçlarının karşılaştırıldığı çalışmada, iki metot arasında hayvan sıralaması bakımından bir fark görülmediği belirtilmiştir (Sanchez vd., 2003). Karaman vd. (2014), küçük veri setlerinde bile parametre tahminlerinde Markov Zincir Monte Carlo (MCMC) tekniğini kullanan (Robert ve Casella, 2004) Bayes metodunun doğru sonuçlar verebileceğini bildirmiştir.

Narınç vd. (2011), farklı metotları (REML, Gibbs örneklemesi, ML ve MIVQUE) Japon bildircinlarında yumurta verimi ile ilgili bazı özelliklerde (eşeyssel olgunluk

yaşı (EOY), eşeyssel olgunluk ağırlığı (EOA), yumurta ağırlığı (YA) ve kısmi yumurta verimi (YV)) genetik parametre tahmini için karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında en küçük hata varyansının Gibbs örneklemesinde gerçekleştiğini ve yine bu metodun en yansız tahmine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında, kalıtım dereceleri EOY özelliği için 0.18-0.21 aralığında, EOA özelliği için 0.28-0.38 aralığında, YA özelliği için 0.36-0.43 aralığında, YV özelliği için 0.38-0.43 aralığında tahmin edilmiştir. En yüksek pozitif genetik korelasyon dört tahmin yönteminde de EOY ile YA özellikleri arasında tahmin edilmiştir. Farklı (ko)varyans matrisleri kullanılarak elde edilen BLUP değerleri arasındaki Spearman sıra korelasyon değerleri EOY için 0.90-0.99, EOA için 0.96-0.99, YA için 0.97-0.99, YV için 0.96-0.99 aralığında bulunmuştur.

Wolc vd. (2009), 34 günlük yaştaki dişi ve erkek etlik piliçlerde canlı ağırlık ve vücut konformasyon skoru için REML ve Bayes yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, özellik ortalamaları için varyans unsurlarında (baba, ana ve hata varyansları) çok benzer tahminler bulunduğunu, yalnızca dişi ağırlığı için baba içi varyansında babalar arasındaki varyansın Bayes yönteminde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Rosa vd. (2003), t dağılımı gibi kalın kuyruklu dağılımlar için Bayes yönteminin kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir. Duangjinda vd., (2001), fenotipik seleksiyona tabi tutulmuş simülasyon verileri kullandıkları çalışmalarında, REML ve Bayes analizleri kullanarak varyans hesaplamalarının ampirik olarak yansız olduğunu saptamışlardır.

Ondokuz kuşak boyunca seleksiyona tabi tutulan Kuzey-İran yerel tavuklarının genetik parametre tahminlerinde hem REML hem de Bayes prosedürüyle maternal etkileri içeren ve içermeyen altı farklı modelin karşılaştırıldığı çalışmada, REML metodunun kullanıldığı en iyi modelde sırasıyla direkt, maternal kalıcı çevresel etkiler, maternal kalıtım derecesi ve direkt-maternal genetik kovaryans; yumurta ağırlığı için  $0.55 \pm 0.03$ ,  $0.03 \pm 0.005$ ,  $0.01 \pm 0.001$  ve  $-0.53$ , 8 haftalık canlı ağırlık için sırasıyla  $0.22 \pm 0.024$ ,  $0.041 \pm 0.005$ ,  $0.009 \pm 0.007$  ve  $-0.52$ , yumurta sayısı için sırasıyla  $0.15 \pm 0.013$ ,  $0.02 \pm 0.005$ ,  $0.02 \pm 0.008$  ve  $-0.74$  ve cinsi olgunluk yaşı için  $0.39 \pm 0.021$ ,  $0.055 \pm 0.005$ ,  $0.041 \pm 0.005$  ve  $-0.43$  olarak tahmin edilmiştir. Bayes yaklaşımında ise en iyi modellerde yumurta

ağırlığı için direkt kalıtım derecesi, maternal kalıtım derecesi ve direkt-maternal genetik kovaryans sırayla  $0.54 \pm 0.022$ ,  $0.034 \pm 0.008$  ve  $-0.37$ , 8 haftalık canlı ağırlık için aynı tahminler sırayla  $0.23 \pm 0.019$ ,  $0.044 \pm 0.009$  ve  $-0.17$ , cinsi olgunluk yaşı için sırayla,  $0.41 \pm 0.024$ ,  $0.048 \pm 0.007$  ve  $-0.38$ , yumurta sayısı için direkt, maternal kalıcı çevresel etkiler, maternal kalıtım derecesi ve direkt-maternal genetik kovaryans;  $0.15 \pm 0.013$   $0.02 \pm 0.007$   $0.02 \pm 0.003$  ve  $-0.77$ , Çalışmada, REML metodu ve Bayes yaklaşımının benzer istatistiksel sonuçlar verdiği ancak en iyi modelde seleksiyon göz önünde bulundurulduğunda özellikler arasında fark olduğu belirtilmiştir. Yumurta ağırlığı, 8 haftalık yaştaki canlı ağırlık, yumurta sayısı ve cinsi olgunluk yaşı için genetik eğilimin sırayla  $-0.100$  (g),  $5.650$  (g),  $0.721$  (sayı) ve  $-1.558$  (gün) olduğu bildirilmiştir (Yousefi Zonuz vd., 2013).

İstatistiksel bir test olmamasına rağmen, hayvan verilerine uyma gücü bakımından modellerin karşılaştırılması için kullanılan popüler yaklaşımlardan biri de, Akaike (1977) 'nin sunduğu bilgi kriteri (AIC) olarak bildirilmiştir. Ticari etlik piliçlerin 7 ve 35 günlük yaşları için genetik parametrelerinin tahminlerinde REML metodunun kullanıldığı çalışmada maternal etkilerin araştırıldığı farklı modellerin karşılaştırılmasında model hesaplama kriterleri olarak koşullu Akaike bilgi kriteri (cAIC), Bayes bilgi kriteri (BIC) ve standart (marjinal) Akaike bilgi kriteri (mAIC) kıyaslanmıştır. cAIC'a göre direkt genetik, maternal genetik ve  $c^2$  etkilerini içeren model en iyi model olarak saptanmıştır. Aynı zamanda, 7 ve 35 günlük yaşlar için, direkt kalıtım derecesine ( $0.17$  ve  $0.21$ ) göre, maternal kalıtım dereceleri ( $m^2$ ) ( $0.10$  ve  $0.03$ ) ve  $c^2$  ( $0.05$  ve  $0.04$ ) düşük bulunmuştur. BIC ve mAIC'ya göre tercih edilen model ilave olarak direkt-maternal genetik kovaryansı da içermekle birlikte 7 ve 35 günlük yaştaki ağırlıklar için korelasyon oldukça yüksek ve negatif ( $-0.47$  ve  $-0.64$ ), direkt kalıtım dereceleri ( $0.25$  ve  $0.28$ ) de daha yüksek tahmin edilmiştir (Maniatis vd., 2013).

## **2.2. Kanatlılarda fenotipik varyans bileşenleri**

Herhangi bir populasyondaki bireyler arasındaki fenotipik varyasyon, genotip, çevre ve genotip-çevre interaksiyonlarından kaynaklanmaktadır (Byers, 2008).

Kanatlı yetiştiricilik uygulamalarında çevre koşullarının kontrolünün mümkün ve nispeten kolay olması (Wakchaure vd., 2016), ıslah çalışmalarının temel aracı olan genetik varyasyondan (Farrag vd., 2013) yararlanmada da kolaylık sağlamaktadır. Geniş anlamda kalıtım derecesi, gözlemlenen fenotipik varyasyonun, bireyler arasındaki bilinen genetik varyasyondan kaynaklanan kısmı olarak tanımlanmıştır. Kalıtım derecesinin dar anlamda tanımı ise, yalnızca eklemeli gen etkilerinden dolayı ortaya çıkması beklenen ortalama gen etkilerini içerecek şekilde sınırlandırılmıştır (Abplanalp ve Kosin, 1952). Özelliklere ait genetik varyasyonun hem poligenik hem de karışık kalıtım modeliyle açıklanan büyük etkili tek bir lokus tarafından belirlenebileceği bildirilmiştir (Szwaczkowski, 2003).

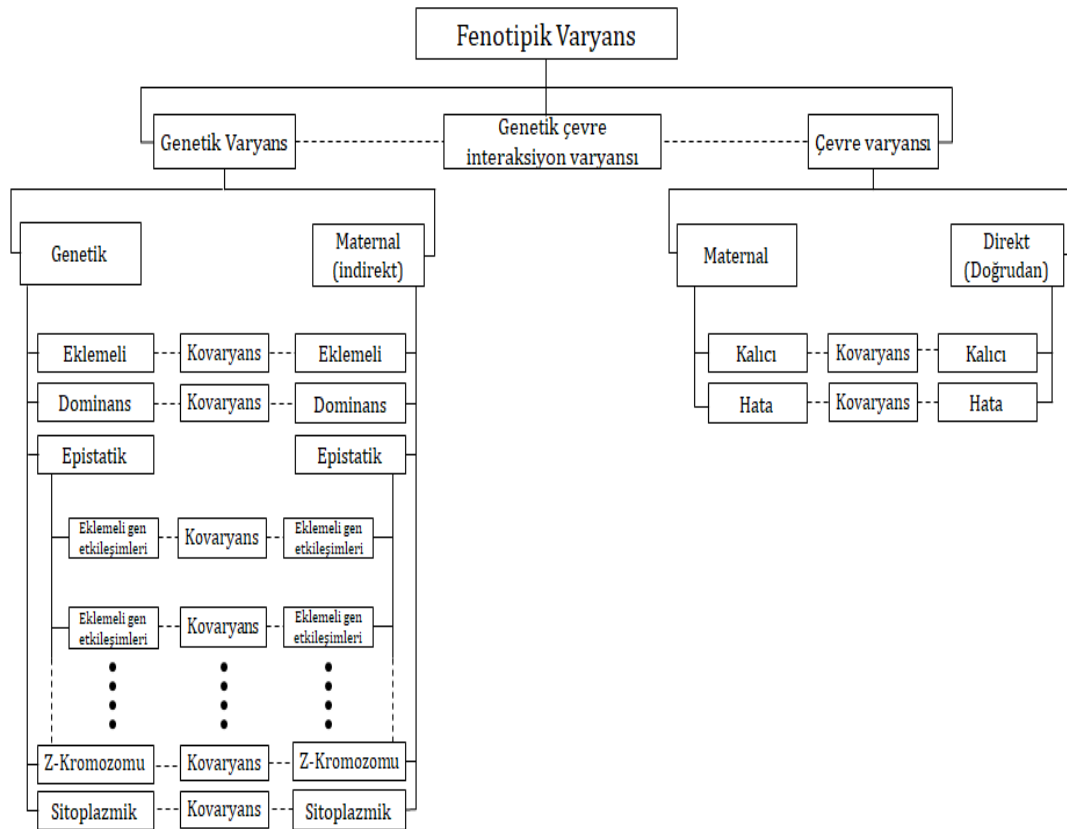
Wakchaure vd. (2016), genotip-çevre interaksiyonunu iki veya daha fazla çevrede ölçülen iki veya daha fazla genotipe ait ilişkili performanstaki değişiklikler olarak tanımlamışlardır (Falconer, 1952). Falconer ve Mackay (1996) farklı genotiplerin farklı çevrelerden eşit derecede etkilenmediğini bildirmişlerdir. Yumurta verimi ve canlı ağırlık artışı gibi kanatlılara ilişkin performans özelliklerinin büyük bir kısmı, nispeten uzun ve karmaşık fizyolojik süreçlerin sonucunda gerçekleşmektedir. Bu nedenle, bu özelliklerin birden fazla lokus ve çevresel etkilerinin yanında genotip-çevre interaksiyon etkileri tarafından da belirlenebileceği bildirilmiştir (Szwaczkowski, 2003).

Genotip-çevre etkileşiminin, bir genotipin tüm çevresel koşullar için adapte olup olmadığını belirlediğini ve farklı ortamlar için farklı genotiplerin seçilmesi gerektiği bildirilmiştir (Barrett ve Schluter, 2008). Falconer ve Mackay (1996), matematiksel olarak fenotipik varyanstaki genotip-çevre etkilerinin katkısını,  $VP = VG + VE + 2covGE + VGE$  eşitliği ile göstermiştir. Burada, VP; fenotipik varyansı, VG; bireylerin farklı genotiplere sahip olmalarından kaynaklanan genotipik varyansı, VE; çevre faktörlerinin bütün fertlere aynı şekilde etki etmemesinden ileri gelen çevre varyansını, 2covGE; genotip ve çevre arasındaki kovaryansı ve VGE; genotip ve çevre arasındaki interaksiyona ait varyansı belirtmektedir. Çevre etkilerini farklı genotiplere göre ayarlamamanın pratikte mümkün olmamasından covGE veya genotip-çevre korelasyonunun ( $r_{GE}=0$ ) bulunmadığı kabul

edilmektedir. Benzer şekilde, çevre şartlarında çok büyük farklılık yoksa genotip çevre interaksyonu da çok az önem taşımakta ve değerlendirilmemektedir ( $VGE=r^2_{GE}=0$ )(Kumlu, 1999; Sarı, 2009).

Calus (2004), genotipi soy, ırk, hat, aile ve babalar olarak tanımlarken, çevreyi zaman, yer, besleme, manejman ve barınma koşulları olarak belirtmiştir. Szwaczkowski (2003) de kanatlılarda benzer şekilde, genotipin genetik gruplar tarafından (soy, hat, ırk vb.) açıklandığını, çevrenin de barınma sistemleri, manejman ve cinsiyet gibi faktörleri içerdiğini bildirmiştir.

Szwaczkowski (2003)'ye göre kanatlılarda fenotipik varyans unsurları Şekil 2.2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2.1. Kanatlılarda fenotipik varyans bileşenleri (Szwaczkowski, 2003)

Ekllemeli genetik varyans lokuslar arası ve lokuslar içinde interaksyonun olmadığı durumda gerçekleşmektedir. Ayrıca, tekli allellerin etkisinin toplamı

olarak da ifade edilmektedir. Bir ebeveyn yavrusuna eklemeli gen etkisinin yarısını aktarmaktadır (Szwaczkowski, 2003).

Eklemeli olmayan genetik varyans (Dominans ve epistatik genetik varyans), farklı popülasyon ve hatlardaki melezlenen hayvanlar arasında büyüme ve üreme ile ilişkili özellikler için heterosisin önemli bir kaynağı olduğu ifade edilmiştir (Mielenz vd., 2006). Dominans genetik varyans aynı lokustaki allellerin interaksyonu sonucu oluşmaktadır ki bu tek lokus etkisinin iki allel etkisinin toplamına eşit olmadığı bildirilmiştir. Yalnızca bir allelin yavruya aktarılmasından dolayı, direkt olarak dominans etkinin yavruya aktarılamadığı, dominans etkisinin aktarılmasının birkaç çift ebeveynle gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir (Szwaczkowski, 2003). Epistatik genetik varyans ise, iki veya daha fazla lokus arasındaki interaksiyon sonucu oluşmaktadır. İki lokus arasında üç tip epistasi olabileceği bildirilmiştir. Birincisi: iki lokus arasında interaksiyonun olmadığı durumda, eklemeli genler arasında interaksiyon bulunduğu durum; ikincisi: eklemeli genler ile dominant genler arasındaki interaksiyonun olduğu durum (yalnızca bir lokusta interaksiyon bulunmamaktadır); üçüncüsü ise iki lokus arasında da interaksiyonun bulunmadığı durum (dominant genler ile dominant genler arasındaki interaksiyon) olarak açıklanmıştır. Ayrıca, epistatik genetik varyansın ebeveynlerden yavruya aktarılmasının allel olmayan gen interaksiyonlarına bağlı olduğu belirtilmiştir (Szwaczkowski, 2003). Eklemeli genetik varyansın büyük oranda dominanttan kaynaklandığı ifade edilmiştir (Wei ve Van der Werf, 1993). Japon bildircinlarının iraksak seçilen hat melezleri arasındaki pozitif heterosisin, yalnızca yumurta verimi için değil, ayrıca vücut ağırlığı ve yumurta ağırlığı için de gözlemlendiği bildirilmiştir (Moritsu vd., 1997). Mielenz vd. (2006), uzun dönem (21 kuşak) seleksiyon uyguladıkları iki bildircin hattında (birinci hatta yüksek canlı ağırlık ve düşük yumurta ağırlığı için, ikinci hatta yalnızca yüksek yumurta ağırlığı için), yumurta verimi ve canlı ağırlık özellikleri için eklemeli ve eklemeli olmayan varyansı REML metoduyla çok özellikli eklemeli hayvan modeli ve bir özellikli dominans model (her iki modelde de akrabalı yetiştirme katsayısı kovaryet olarak alınmıştır) kullanarak tahmin etmişlerdir. Kalıtım derecelerini dominans modelde, eklemeli modele göre daha düşük olarak (birinci hat için modellerde kalıtım dereceleri sırasıyla; 42-200

günler arası yumurta verimi için; 0.32 ve 0.35, ilk 11 hafta yumurta verimi için; 0.56 ve 0.66, dişilerin 200 günlük canlı ağırlığı için; 0.38 ve 0.42, erkeklerin 200 günlük canlı ağırlığı için; 0.49 ve 0.52) tahmin etmişlerdir. Fenotipik varyanstaki dominans varyansın payı ( $d^2$ ), 42-200 günler arasındaki yumurta verimi, ilk 11 hafta yumurta verimi, 200 günlük dişi canlı ağırlık ve 200 günlük erkek canlı ağırlık özelliklerine ilişkin sırasıyla birinci hat için; 0.08, 0.22, 0.09 ve 0.21, ikinci hat için; 0.12, 0.06, 0.001 ve 0.23 olarak bulunmuştur. Ayrıca, 42 günlük canlı ağırlık için her iki hat ve her iki cinsiyette  $d^2$ 'nin şaşırtıcı olarak yüksek bulunduğu (birinci hat için, 0.44'ün üzerinde, ikinci hat için 0.28'in üzerinde) bildirilmiştir.

Sitoplazmik genetik varyansın her mitokondrinin kendi DNA'sına sahip olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Ovum sitoplazmasının 100000 mtDNA kopyasına sahip olmasına karşın spermatozoonun 100 mtDNA kopyasına sahip olduğu ifade edilmiştir. Bu yüzden dişi ebeveynlerin mitokondrilerinin yavruya gen ayrımı olmadan aktarıldığı belirtilmiştir. Literatürde iki farklı mitokondriyal çeşitlilik sebebi bildirilmiştir. Bunlardan birincisi; mtDNA, DNA'ya göre daha hızlı değişime uğraması, ikincisi ise; çekirdek içindeki ve dışındaki DNA'lar arasında interaksiyonlardan dolayı bazı mitokondriyal tavuk genlerinde yüksek polimorfizmlerin görülmesi şeklinde açıklanmıştır (Szwaczkowski, 2003). Resiprokal melezlemelerle birlikte diallel çiftleştirme dizaynının ekstra nükleer etkilerin analizine olanak tanıdığı bildirilmiştir. Ekstra nükleer etkilerin de sitoplazmik ve maternal etkileri içerdiği ifade edilmiştir (Zhu ve Weir, 1994). Southwood vd. (1989), maternal genetik etkilerin verim özellikleri üzerinde eklemeli maternal ve sitoplazmik etkiler yoluyla etkili olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar, eklemeli maternal model, sitoplazmik model ya da her ikisini de varsayarak verileri simüle ettikleri çalışmalarında, bir hayvan modeli kullanarak eş zamanlı olacak şekilde eklemeli direkt genetik varyans ve hata varyansının yanında eklemeli maternal genetik ve sitoplazmik genetik varyansı da açıklamaya olanak tanıyan bir yöntem kullanmışlardır. Kullandıkları yöntemi, eklemeli genetik ilişkileri açıklayan bir hayvan modeliyle REML kullanarak doğru veya yanlış maternal model altındaki verileri analiz ederek test etmişlerdir. Çalışmada, eklemeli direkt, eklemeli maternal, sitoplazmik ve hata



varyanslarının, doğru model altında tahmin edildiğinde uygun biçimde bölündüğü belirtilmiştir. Bununla birlikte, eklemeli maternal ya da sitoplazmik genetik etkilerin göz ardı edildiği analizlerde, eklemeli direkt varyansın önemli derece yüksek tahmin edildiği ve eklemeli maternal genetik modelde, veri setinde hiç bulunmamasına rağmen düşük oranda sitoplazmik varyansın bulunduğu bildirilmiştir.

Kanatlılarda cinsiyet ZZ/ ZW kromozomlarıyla ifade edilmektedir ki dişiler memelilerin tersine heterogametiktir. W kromozomunun, genomun % 2'sinden azını oluşturduğu ve sadece birkaç koda sahip olduğu bildirilmiştir (Nanda vd., 2000). Bu yüzden Z kromozomunun genetik etkileri üzerinde daha fazla çalışıldığı bildirilmiştir (Szwaczkowski, 2003). Fazla gen faaliyetlerinin ise özel ebeveyn etkisi olarak görülebileceği ifade edilmiştir (Ledur vd., 2000). Somes (1988) ve Cheng ve Kimura (1990), Japon bıldırcınlarında, resesif albino ve kahverengilik genleri için homozigot erkekler ve hemizigot dişilerin çıkışta yabancı tip tüy renginden kolaylıkla ayrılmasından dolayı, tanımlanan tüm tüy renk mutasyonlarından sadece kusurlu albinizm ve kahverengi renk mutasyonunun Z kromozomu üzerinde lokalize olduğunu bildirmiştir. Minvielle vd. (1999) çalışmalarında, yabancı tip tüy rengine sahip ticari et tipi Japon bıldırcın hattı ile bu hattan cinsiyete bağlı resesif beyaz renk mutasyonunun iki kuşak boyunca geri melezlenmesi sonucu elde edilen hattı kıyaslamışlardır. Çalışmalarının sonucunda, beyaz renk mutasyonunun canlı ağırlıkta % 3, abdominal yağda % 30, yumurta ağırlığında % 2 oranında düşüşe sebep olduğunu, ancak yumurta verimini etkilemediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda beyaz renk mutasyonunun albino mutasyonuna benzediğini, her iki mutasyonun da tüy rengi ve büyümeyi içeren pleiyotropik etkilere sahip olabileceğini ifade etmişlerdir. Briggs ve Nordskog (1973), Fayomi (Mısır) tavuğu ile ağır bir sentetik hattı karşılaştırdıkları çalışmalarında, Z kromozomunun daha önemli olmak üzere, Z ve W kromozomlarının ilk yumurtlama yaşı üzerinde etkili olduğunu, ağır sentetik hatta, Z kromozomunun cinsi olgunluk yaşına 17 gün ve W kromozomunun 7 gün daha erken ulaşmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada ayrıca, ağır hattaki Z kromozomunun yumurta verimini % 5

artırdığı, W kromozomunun ise yumurta verimi üzerinde etkili olmadığı belirtilmiştir.

Szwaczkowski (2003), genetik varyasyonun başka bir kaynağı olarak düşünülen gametik (genetik veya ebeveynsel) basımlama olgusunun memeliler ve bazı bitki türlerinde bildirilmesine karşın (Ruvinsky, 1999) kanatlılarda bildirilmediğini ifade etmiştir. Sohrabi vd. (2012), Japon bıldırcınlarının yabani ve beyaz tüy rengine sahip iki hattı melezledikleri çalışmalarında, çıkış ağırlığı ve 5 haftalık yaşa (kesim yaşı) kadar haftalık ağırlıkları belirlemişlerdir. Resiprokal melezleme varyansının fenotipik varyanstaki payını çıkış ağırlığı için % 19.1, 1 haftalık yaş için % 3 olarak hesaplamışlardır. F<sub>2</sub> kuşağına ait fenotipik varyasyondaki farklı özelliklere ait QTL (Quantitative trait loci, kantitatif özellik lokusu) etkilerinin % 1-3.7 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, hem eklemeli genetik etkilerin hem de dominans QTL etkilerinin modellenmesiyle, QTL etkilerinin kesim ağırlığını önemli derecede etkilediğini tespit etmişlerdir. Tüm bu sonuçların yanında, yazarlar çalışmalarında ebeveyn orjinli bir basımlamaya ait bir bulgunun ise bulunmadığını rapor etmişlerdir.

Özellikler üzerinde fenotipik varyasyonun diğer bileşenleri birçok lokusun etkili olduğu özel maternal varyasyon olarak bildirilmiştir. Genel olarak, bu maternal etkiler, genlerin direkt taşınımı dışındaki bir dişi ebeveynin yavrusuna geçirdiği etkiler şeklinde ifade edilmiştir. Maternal varyasyonun etkileri memelilerde daha fazla meydana geldiği bildirilmesine karşın kanatlı yumurtalarının döllenmesi, gelişimi ve kuluçka boyunca çevreye bağlı olmasından dolayı önem arz ettiği belirtilmiştir (Szwaczkowski, 2003). Yumurta ağırlığının genç etlik piliç canlı ağırlığı üzerinde pozitif (fenotipik) etkisinin olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (Chambers, 1990). Örneğin, yumurta ağırlığındaki 1 g değişikliğin genç etlik piliç ağırlığında 10 g değişikliğe sebep olduğu bulunmuştur (Koerhuis vd., 1997). Al-Murrani (1977), etlik piliç hattı B75 Lohman'larda yürüttüğü çalışmasında, 56 günlük yaşta aynı sonucu bildirmiştir. Jahanian ve Godarzi (2010) de etlik piliçlerde, genç annelerden elde edilen yumurtalardaki 1 g artışın kesim ağırlığında 3.8 g artışa, yaşlı annelerden elde edilen yumurtalardaki 1 g artışın da kesim ağırlığında 3.2 g artışa neden olduğunu bildirmişlerdir (Prudfoot

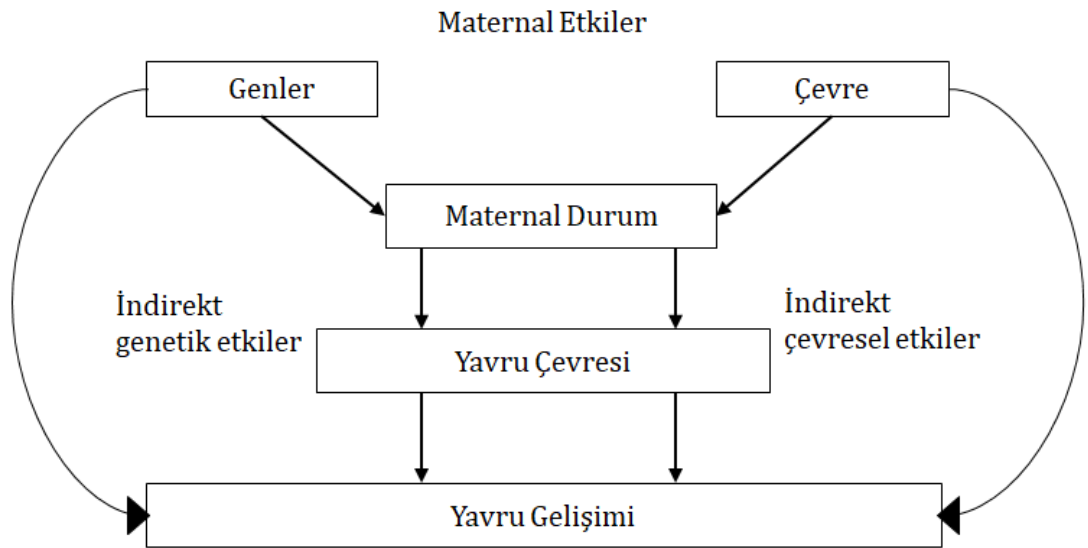
vd.,1982). Washburn (1983), genetik olmayan bu maternal etkilerin bir sonucu olarak, etlik piliç yumurta ağırlığının 7 haftalık yaştan sonra canlı ağırlık üzerinde etkisinin olmamasına rağmen, 5 haftalık yaşa kadar istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunduğu bahsetmiştir. Al-Murrani (1977), etlik piliçlerde kuluçkanın ilk 14 günü boyunca embriyo gelişimi üzerinde, yumurtada anne tarafından belirlenen protein, yağ ve suyun etkisinin bulunmadığını, son hafta ise yalnızca protein miktarının önemli olduğunu belirtmiştir. Yazar ayrıca, küçük ( $53.2 \pm 0.1$  g) ve büyük ( $61.8 \pm 0.1$  g) yumurtaların embriyo gelişimini karşılaştırdığı bu çalışmada, kuluçkanın 20. gününde büyük yumurtaların önemli derecede yüksek ağırlıkta embriyoya sahip olduğunu ve bu farklılığın 56 günlük yaşta 100 gr artışa sebep olduğunu bildirmiştir.

Genetik etkilerin yanı sıra, ebeveynin fenotipi ve içinde bulunduğu çevre koşullarının yavrunun fenotipini etkilediği bildirilmiştir (Schwabl, 1993; Blount vd., 2002; Grindstaff vd. 2003; Müller, 2004; Rubolini vd., 2011; Babacanoglu ve Özkul Özalçam, 2013). Dolayısıyla, yumurta ortamının hem annenin genotipi hem de dış çevre veya annenin çevresi tarafından belirlendiği ifade edilmiştir. Powell ve Bowman (1964), anne diyetindeki eksikliklerin yumurta kompozisyonunu etkilediğini, dolayısıyla embriyo ve erken dönem civciv gelişimini geciktirdiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, annelerin diyetlerindeki iz elementleri ve vitamin yetersizliği ve anneye ait büyüme faktörlerinin eksiklikleri sonucunda zayıf civcivlere sahip olduklarını belirtmişlerdir. Diğer taraftan döl veya yavru açısından, doğrudan olmayan maternal etkilerin çevresel olarak düşünülebileceği de bildirilmiştir. Bu yüzden genetik-çevre interaksyonunu andırması, direkt (doğrudan) ve maternal etkiler arasındaki bağımlılığa veya ilişkiye dikkat çekmeyi gerektirdiği belirtilmiştir (Szwaczkowski vd., 2006).

### **2.3. Maternal etki ve maternal etkili özellikler**

Mousseau ve Fox (1998) tarafından maternal etkiler, “gelişim süreci boyunca anne tarafından sağlanan çevrenin neden olduğu yavru fenotipinin epigenetik modifikasyonları” olarak tanımlanmıştır. Hohenboken (1985) ise maternal etkiyi, “herhangi bir katkı olarak, bir annenin yavrusu üzerindeki doğrudan aktardığı

genler dışındaki etkisi veya tesiri” şeklinde tanımlamıştır. Willham (1972) da maternal etkiyi “bir annenin yalnızca yavrularının fenotipik değerinin bir parçası olarak ölçülebilen annenin fenotipik değeri” olarak tanımlamıştır. Yavru fenotipi üzerindeki maternal etki, anneler arasındaki genetik veya çevresel farklılıklardan veya genetik ve çevresel farklılıkların kombinasyonundan kaynaklanabilmektedir. Bu nedenle, maternal etki, kalıtım derecesi, tekrarlanma derecesi ve hayvan yetiştiriciliğinde ilgili özellikler arasındaki genetik korelasyonlar gibi genetik özellikleri içermektedir (Grosso vd., 2010). Wolf ve Wade (2009), kantitatif genetikçiler tarafından ise “yavrunun fenotipi üzerinde maternal olarak sağlanan çevrenin etkisi” olarak tanımlandığını (Dickerson, 1947; Willham, 1963, 1972; Legates, 1972; Cheverud, 1984) bildirmiştir. Araştırmacılar aynı zamanda, maternal etkilerin bu tanımının, maternal etkileri içeren fenotipik oluşumun çeşitli kantitatif genetik modellerin geliştirilmesine neden olduğunu da belirtmişlerdir (Dickerson, 1947; Willham, 1972; Cheverud, 1984; Kirkpatrick ve Lande 1989). Maternal etkilerin genellikle literatürde maternal genetik etkiler (dolayısıyla maternal genetik etkiler ve direkt genetik etkiler arasındaki kovaryans) ve maternal kalıcı çevresel etkiler olarak bildirildiği ifade edilmiştir (Szwaczkowski, 2003). Şekil 2.3.1’de iki şekilde meydana gelen maternal etkiler tasvir edilmiştir.



Şekil 2.3.1. İki yolla gerçekleşen maternal etkileri tasvir eden şema (Groothuis vd., 2005)

Ebeveynler yavrularına iki şekilde etki etmektedir. Bunlardan ilki kalıtım yoluyla gerçekleşmektedir. Ebeveynler ve yavrular arasındaki benzerliğin mendelien (monogenik) genetik ile gerçekleştiği varsayılırken ek faktörler genellikle kalıtıma katkıda bulunmaktadır. Kalıtımın mendelien olmayan şekli sitoplazma, ebeveyn bakımı ve öğrenmenin farklı biçimleriyle aktarılabilmektedir. Ebeveynlerin diğer etki şekli ise yavrularının özellikleri üzerindeki direkt etkileri olarak ifade edilmektedir. Birçok popülasyonda bireysel bir özellik bireyin kendi fenotipinin yanında yavrulara sağlanan besin miktarı gibi ebeveynlerinin de fenotipine bağlı olmaktadır (Kirkpatrick ve Lande, 1989). Ölçülen özellikler için anne ve yavruları arasındaki benzerlik “maternal kalıtım” olarak ifade edilirken, anne aktivitelerinin bir sonucu olarak yavrunun özelliği üzerindeki direkt etkiler ise “maternal seleksiyon” olarak tanımlanmaktadır. Maternal etkiler hem maternal kalıtımı hem de maternal seleksiyonu içermektedir (Kirkpatrick ve Lande, 1989; Price, 1998). Kirkpatrick ve Lande (1989), aynı zamanda birçok türde maternal kalıttan RNA kopyaları, oogenesis boyunca depolanan sitoplazmik faktörler ve direkt olarak yavruya aktarılan mitokondri gibi birçok mekanizmanın sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Barbato ve Vasilatos-Younken (1991) de maternal etkileri etkileyebilecek diğer faktörlerin kuluçka koşulları (çevresi), yumurta kompozisyonu, pasif olarak aktarılan maternal antikolar veya patojenler ve sitoplazmik ya da mitokondriyal kalıtım olduğunu ifade etmiştir. Odeh vd. (2003), bu etkilerin yanı sıra maternal etkilerin cinsiyete bağlı etkileri de içerebileceğini, Powell ve Bowman (1964) da taklit davranışlarının ve belirli koşullar altında annenin direkt ya da indirekt etkili olarak yavruyla interaksyonlarının da maternal etkilere dahil edilebileceğini bildirmiştir.

Wolf ve Wade (2009) ise tüm bu bilgilerin aksine, tam olarak hangi özelliklerin maternal etkili olarak tanımlanacağı, daha da önemlisi, evrimsel biyolojide nasıl tanımlandığı konusunda bazı karışıklıkların bulunduğu dikkat çekmiştir. Araştırmacılar, bu karışıklığın büyük bir kısmını, maternal kalıtımla eşanlamlı olarak görülmesi (Kirkpatrick ve Lande, 1989) gibi maternal etkilerin yanlış yorumlanması olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca aynı araştırmacılar, örnek olarak, insan genetiğinde, mitokondrinin fenotipik etkilerinin maternal etki olarak yorumlanmasından çarpıcı bir hata olarak bahsetmiştir. Benzer şekilde, maternal

etkilerin basit tanımı, çoğunlukla diğer ilgili fenomenlerin (akrabalık etkileri, genomik basımlama, tek alleli ekstra kromozomal kalıtım vb.) bir çeşitliliğini içerecek şekilde genişletilmiştir. Wolf ve Wade (2009), maternal genotip ya da fenotipin yavrunun fenotipi üzerindeki nedensel tesirlerini “maternal etki” olarak tanımladıkları bu çalışmalarında, maternal sitoplazmik kalıtımın ve genomik basımlamanın maternal etkilere dahil edilemeyeceğini, aynı zamanda etkilerin yavru genotipinden bağımsız olmasının gerekmediğini tartışmışlardır.

Cinsiyete bağlı ve maternal etkiler, iki hattın resiprokal melezlemesi arasındaki farklılığın başlıca kaynağı olarak ifade edilmiş ve bu etkilerin resiprokal melez performanslarını belirlemek için önem taşıdığı belirtilmiştir (Bernon ve Chambers, 1985). Reinhold (2002) da birçok özellik göz önünde bulundurulduğunda, resiprokal melezlemeler arasındaki farklılıkların sıklıkla yalnızca maternal etkilere atfedildiğini bildirmiştir. Barbato ve Vasilatos-Younken (1991), resiprokal melezleme yapılan Barbato vd. (1983) ve Katanbaf vd. (1988)'nin çalışmalarında, çıkıştan sonra 4 ve 7 günlük yaşlar arasında önemli derecede maternal etkilerin gözlemlendiğini bildirmiştir. Barbato ve Vasilatos-Younken (1991) ise üç farklı tavuk hattı (ticari saf baba hattı, döllülük yönünden seleksiyona tabi tutulmuş etlik piliç tipi hat ve saf Jersey Giant) kullanarak cinsiyete bağlı ve maternal etkileri araştırdıkları çalışmalarında, çıkıştan sonra maternal etkilerin azaldığını, heterotik etkilerin ve maternal etkilerin özellikle belirli melezlemelerde performansı etkilediğini ancak bu etkilerin ara sıra görüldüğünü ve cinsiyete bağlı etkilerin gerisinde kaldığını belirtmişlerdir.

Bernon ve Chambers (1985), et tipi tavuklarda cinsiyete bağlı etkilerin canlı ağırlık ve yemden yararlanma özellikleri üzerinde etkili olduğunu (Thomas vd., 1958; Pym, 1971) bildirirken, yumurta ağırlığının da canlı ağırlık üzerinde maternal etkilere sahip olduğunu belirtmişlerdir (Pym, 1968; Proudfoot ve Hulan, 1981; Walsburn, 1983). Merritt (1966), cinsiyete bağlı genler ve maternal etkileri, canlı ağırlık ve konformasyon ölçümlerine ilişkin cinsiyetler arasındaki kalıtım derecesi tahminlerinde muhtemel farklılıkların nedeni olarak bildirmiştir. Bernon ve Chambers (1985), bu bilgileri göz önüne alarak, bir ana ve bir baba hattı kullandıkları çalışmalarında, 42 günlük ağırlık, 42 günlük yaştaki

göğüs açısı, 42 günlük yaştaki bacak uzunluğu, 42 günlük yaştaki bacak çevresi, 140 günlük ağırlık ve 364 günlük ağırlık üzerinde maternal ve cinsiyete bağlı etkileri iki yönlü ve dört yönlü çiftleştirme kombinasyonları ile dikey olmayan doğrusal (non-orthogonal linear) karşılaştırmalarla belirlemişlerdir. Çalışmalarında, Z ve W kromozom farklılıkları, maternal, cinsiyete bağlı ve resiprokal etkiler irdelenmiş, canlı ağırlık ve konformasyon özelliklerine ilişkin melezlemeler arasındaki farklılıkların maternal etkilerden dolayı gerçekleşmediği ve ana hattı melezlerinden kaynaklanabilecek heterotik etkilerin olabileceği bildirilmiştir.

Saatci vd. (2006), memeliler için maternal etkilerin araştırıldığı birçok çalışmanın bulunduğunu (Meyer, 1992; Snyman vd., 1995; Saatci vd., 1999; Ap Dewi vd., 2002), bazı araştırmacıların da kanatlılardaki maternal etkiler üzerinde çalışmalar yürüttüğünü bildirmiştir (Catterall ve Pollott, 1996; Saatci ve Ap Dewi, 2004). Özellikle ekonomik öneme sahip Etlik piliç hatlarında 42 günlük yaştaki canlı ağırlık üzerindeki maternal etkilerin büyüklüğü bazı çalışmalara araştırma konusu olduğuna dikkat çekilmiştir (Jahanian ve Goudarzi, 2009).

Maternal etkiler geçici olabilmekte ancak aynı zamanda yaşam boyunca devam da edebilmekte ve çok çeşitli biyolojik mekanizmalarla meydana getirilmektedir (Grosso vd., 2010). Cundiff (1972) ve Legates (1972), yavru yaşının artmasıyla birlikte maternal etkilerin azaldığını bildirmiştir. Hartmann vd. (2003b) hayvan materyali olarak Beyaz Leghorn kullandıkları çalışmalarında, çıkış ağırlığının büyük oranda maternal eklemeli genetik etkilerden etkilendiğini belirtmiştir. Jahanian ve Goudarzi (2010), ticari etlik piliç hattında 14 kuşak boyunca yürüttükleri çalışmalarında, çıkış ağırlığı için maternal kalıtım derecesini ( $m^2$ ) 0.351 ve altı haftalık yaştaki ağırlık için  $m^2$ 'yi çok daha düşük olarak 0.022 olarak hesaplamışlardır. Koerhuis ve Thompson (1997) ve Navarro vd. (2006) de etlik piliçlerin 42 günlük yaştaki ağırlıkları için maternal etkileri ( $m^2$ ) küçük ancak göz ardı edilemeyecek şekilde (0.01 ve 0.04) rapor etmişlerdir.

Yabani kuşlar ve evcilleştirilmiş olsalar dahi güvercin ve papağan gibi bazı kanatlı türlerinde maternal etkilerin söz konusu olduğu çıkıştan sonra yavru bakımı ve

besleme davranışları bulunmaktadır. Bu bakım-besleme davranışlarının da ana yaşı ile alakalı olarak değişebileceği bildirilmiştir. Literatürde bu anlamda “maternal etki yaşlanması” terimi kullanılmıştır (Moorad ve Nussey, 2015). Moorad ve Nussey (2015), anne yaşı arttıkça yavru sayısı, yavru büyüklüğü ve hayatta kalan yavru sayısının (neslin devamlılığı ve üreme) azaldığını kabul eden evrimsel teorinin aksine, anne yaşının potansiyel farklılıklarını göz ardı ettikleri ve yaşa bağlı hem yavru hem maternal seviyelere göre seleksiyon uyguladıkları çalışmalarında, anne-yavru interaksiyonuna, anne yaşıyla birlikte yavru mortalitesinin (ölüm oranı) farklı yaşlarda farklı oranlarda gerçekleştiğine dikkat çekmişlerdir.

Dişi kuşlarda, yumurta üretimi (büyüklüğü ve içeriği) üzerindeki maternal yaşın etkisinin, kuluçka, civciv büyütme ve üreme başarısı üzerinde farklılıklara sebep olabileceği bildirilmiştir (Bogdanova vd., 2006). Çıkıştan sonra ebeveyn bakımının gerçekleştiği türlerde “üreme yaşlanması”nın, maternal etkilerin iki şekliyle gerçekleşebileceği belirtilmiştir: bunlardan ilkinin yumurta içeriğiyle yumurta kalitesini belirleme yoluyla, ikincisinin ise çıkıştan sonra civcivlere gösterilen bakım yoluyla sağlandığı ifade edilmiştir. Maternal fenotipten kaynaklanan yavrudaki fenotipik varyasyonun yavru genotipinden çok maternal etki olarak bilindiği belirtilmiştir (Mousseau ve Fox 1998; Roff, 1998). Annelerin yavru büyüklüklerini ve embriyolarına aktardıkları farklı miktardaki protein, lipid ve su gibi en önemli besin kaynakları (Williams, 1994), mRNA, transkripsiyon faktörleri, immun faktörler, antioksidanlar, hormonlar (Dao, 2008; Schwabl, 1997) ve postovipozisyon bakımlarındaki farklılıkları ile yavruların hayatta kalma yeteklerini etkiledikleri bildirilmiştir (Mousseau ve Fox, 1998). Bunlara ek olarak, civciv kalitesi ve hayatta kalma yeteneğinin hem dişi hem de erkeklerin ilerleyen yaşlarda germ hattı DNA’larının bozulan kalitesi tarafından da etkilenebileceği ifade edilmiştir (Tarin vd. 2000; Velando vd. 2008). Dişilerin yaşının hem yumurtlamadan önce hem de yumurtlamadan sonraki maternal etkiler üzerine tesir ettiği bildirilmiştir (Bogdanova vd., 2006). Örneğin, uzun süre ebeveyn bakımının gerçekleştiği türlerde, farklı yaştaki dişilerin yavru bakımı davranışlarını ayarlayabildikleri belirtilmiştir (Cameron vd. 2000; Clark vd. 2002). Bu davranıştaki plastisiteden (uyum) dolayı, davranışların anne yaşı



artıkça geliştirildiği ya da yumurtlama sonrasındaki maternal etkilerdeki düşüşün dahi artırılabilirdi rapor edilmiştir (Lock vd., 2007; Beamonte-Barrientos vd., 2010). Groothuis vd. (2005), kanatlı yumurtalarında maternal androjen birikiminin, genetik olmayan kalıtımın uyum mekanizması sayesinde, annelerin bazı yavrularını diğer yavrulara tercih edebildiğini ve hakim çevre koşullarına göre yavru fenotipini değiştirebildiğini bildirmişlerdir. Komdeur ve Pen (2002) ve Wild ve West (2007) de, maternal etkilerin tüm yavrular üzerinde benzer olabileceğini ya da dişi ve erkek yavrular üzerinde farklı gerçekleşebileceğini belirtmişlerdir. Marta (2014), kanatlılarda dişilerin yumurtlama sırasına bağlı olarak cinsiyet gelişimini ayarlayabildiklerini (Müller vd., 2005) ve maternal bileşiklerin birikimiyle embriyo gelişiminde cinsiyete bağlı farklılıkları sağlayabileceklerini (Saino vd., 2003) ifade etmiştir. Diğer taraftan Yair vd. (2017), yumurta büyüklüğü ve içeriğinin yanında dişi ve erkekler arasındaki genetik farklılıkları maternal etkilere atfetmişlerdir.

Kanatlı yumurtalarının, androjenler (testesteron, androstenedion ve dihidrotestesteron), östrojenler ve kortikosteron gibi önemli miktarda maternal hormon içermesinden dolayı, hormonlar aracılığıyla gerçekleşen maternal etkilerin araştırılması için çok iyi bir model olduğu bildirilmiştir (Groothuis vd., 2005; Gil, 2008; Groothuis ve Schwabl, 2008). Gonadal hormonlar gibi, steroid hormonlarına erken maruz kalınmasının ve bunların yumurtadaki birikim miktarlarının, beyin ve davranış üzerinde uzun süreli organizasyon etkilerine, cinsiyet oluşumuna ve aynı cinsiyet içerisindeki farklılıklara neden olduğu ifade edilmiştir (Cooke vd., 1998; Rhen ve Crews, 2002). Yumurtaların civciv gelişimi için gerekli olan besin maddelerinin (protein ve lipitler) yanında embriyo lipid peroksidasyonunu azaltan ve bağışıklık fonksiyonunu artıran antioksidan olan karotenoidlere de ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir (Surai ve Speake, 1998; Blount vd., 2000). Babacanoğlu ve Özkul Özalçam (2012) da, maternal kökenli antioksidanların sarı gelişimi boyunca yumurtlayan dişi ebeveynin plazmasından sarıya aktarıldığını, yumurta sarısının yağda çözünen antioksidanların tamamını içerdiğini (vitamin A ve E), antioksidanlar içerisinde karotenoidlerin, vitamin A ve E' ye göre embriyo gelişimi üzerinde daha etkin olduğunu (Biard vd., 2009) bildirmişlerdir. Yumurtaların ayrıca, erken dönemde sentezlenememesinden

dolayı, yavrular için hümoral bağışıklık savunmasının birincil formunu sağlayan immünoglobülinleri içerdiği belirtilmiştir (Boulinier ve Staszewski 2008; Hasselquist ve Nilsson, 2009). Saino vd. (2002), albüminde bulunan maternal kökenli lizozim enziminin, bakteriyel hücre duvarını yok ettiğini ve dolayısıyla yumurta antibakteriyel bağışıklığının önemli bir bileşeni olduğunu bildirmiştir.

Kanatlılarda, maternal çevre etkileri, bahsi geçtiği gibi, gelişim süreci boyunca yavruların büyümesini preovipozisyon (yumurtlamadan önce) ve postovipozisyon (yumurtlamadan sonra) olmak üzere iki aşamada etkilemektedir. Postovipozisyon etkiler de çıkış öncesi (kuluçka) ve sonrası olarak iki alt gruba ayrılabilir. Ancak bu tür maternal etkiler yapay kuluçka ve anneden bağımsız yetiştirilen civcivler nedeniyle önemli görülmemektedir (Aggrey ve Cheng, 1993). Dolayısıyla, gürk olma davranışının ıslah çalışmalarıyla elimine edildiğinden ve yapay kuluçkadan dolayı kuluçka döneminde ve sonrasında civcivler üzerinde herhangi bir maternal etki bulunmadığından yumurta özellikleri üzerinde anadan kaynaklanan hata etkileri yumurtlamaya kadar etkin olmakta ve dolayısıyla başta tavuk ve bıldırcın gibi (ticari) kanatlı türlerinde maternal etkilerin diğer hayvanlardan farklı şekilde açıklanması gerekmektedir (Saatci vd., 2006; Lotfi vd., 2012). Preovipozisyon maternal etkiler de yumurta hacmi, yumurta ağırlığı, yumurta (kabuk) kalitesi ve yumurta kompozisyonu olarak bildirilmiştir (Aggrey ve Cheng, 1993).

Nager vd., (2006), büyük yumurtaların daha fazla besin madde içermesinden dolayı yumurtadan nispeten büyük civcivlerin çıktığını (Parsons, 1970), bu yüzden vücut ısısının çıkıştan sonra dengelenmesinde civcivlere avantaj sağladığını (Rhymer, 1988) belirtmiştir. Bu nedenlerden dolayı yumurta büyüklüğü, civciv kalitesini belirlemede oldukça yaygın kullanılan bir kriter olarak kabul edilmiştir. Nager vd. (2006), büyüklük yerine yine maternal etkilerin bulunduğu yumurtadaki immun faktörler ve karotenoidler gibi bileşenlerin incelenmesinin yumurta kalitesini belirlemede daha önemli olabileceğini bildirmişlerdir.

Hartmann vd. (2003b), yumurta ağırlığının yanı sıra, sarı ağırlığı, ak (albümin) ağırlığı ve albümindeki kuru madde yüzdesini determine eden anne genlerinin çıkış ağırlığını önemli derecede etkilediğini ifade etmişlerdir. Powell ve Bowman (1964) da, yumurta kabuk kalınlığı (Lerner ve Taylor, 1939 ve 1943) ve yumurtadaki katı albümin yüzdesi (Lorenz ve Taylor, 1940) üzerinde maternal etkilerin olduğunu bildirmişlerdir. Goodwin vd. (1964), verim indeksi (Düzgünes ve Yao, 1956), erken dönem hayatta kalma yeteneği (Morris, 1959), cinsi olgunluk yaşı ve albümin kalitesi (King, 1961) üzerinde maternal etkilerin bulunduğunu belirtmişlerdir.

Yumurta verimi üzerinde, dominans ve epistatik etkilerin aksine maternal etkilerin önemli olmadığı bildirilmiştir (Fairfull ve Growe, 1986). Beck ve Baker (1961), tavuk-gün yumurta verimi üzerinde farklı sürüler arasında bir farklılık bulunmadığını ifade etmiştir. Ancak başta civciv canlı ağırlığı olmak üzere (Fairfull ve Growe, 1986), büyüme oranı, hayatta kalma yeteneği ve hastalıklara karşı direnç gibi özellikler üzerinde maternal etkilerin söz konusu olduğu bildirilmiştir (Szwaczkowski, 2003). Jeffers vd. (1970), *Eimeria Tenella*'ya karşı direnç için hatlar arasında yaşama gücü bakımından büyük varyasyon bulunan 15 yumurta tipi tavuk hattını karşılaştırdıkları çalışmalarında, gerçekleştirdikleri dokuz melezlemenin beşinde heterotik etkileri önemli bulurken, dördünde de maternal etkileri önemli bulmuşlardır.

Odeh vd. (2003), stres yanıtlarının genetik kalıtımını araştırmak için, kısa süreli hareketsizliğe (immobilizasyon) yanıt olarak plazma kortikosteron düzeyine göre seleksiyona tabi tuttıkları düşük ve yüksek stres koşullarına uygun iki hattı ve rastgele yetiştirilen bıldırcın hattını 3x3 faktöriyel deneme tertibinde cinsiyetlerin tüm muhtemel çiftleştirmeleri gerçekleşecek şekilde karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında, plazma kortikosteron için, kalıtım derecesi (hatlar için sırayla; 0.14, 0.30 ve 0.05), heterosis (düşük düzeylerde), maternal etkiler, cinsiyete bağlı etkiler ve cinsiyet kromozomlarından kaynaklı heterosis tahmin edilmiştir. Araştırmacılar, tüm hatların plazma kortikosteron düzeyine ilişkin, dişi ve erkekler arasındaki maternal etkiler arasında önemli bir farklılık bulunmadığından majör bir genin bulunmadığı veya adrenokortikal stres

yanıtlarından sorumlu genlerin dişı cinsiyet kromozomunda lokalize olmadığı yorumunu getirmişlerdir. Ancak, çalışmada üç farklı hattın da maternal etkilerinin birbirinden önemli düzeyde farklı olduğu bildirilmiştir.

Maternal etkili özellikler için karışık doğrusal modellerde fenotip genellikle aşağıdaki gibi kısımlara ayrılmaktadır (Mrode, 2005a):

1. Baba ve anadan kaynaklanan eklemeli genetik etkiler, genellikle direkt (doğrudan) genetik etki olarak adlandırılmaktadır.
2. Ananın uygun çevresel koşulları sağlamak için eklemeli genetik yeteneği, genellikle doğrudan olmayan (indirekt) ya da maternal (anaya bağlı) etkiler olarak nitelendirilmektedir.
3. Kalıcı çevresel etkiler, analık yeteneğindeki kalıcı çevresel etkileri ve ananın maternal eklemeli olmayan genetik etkilerini içermektedir.
4. Diğer rastgele çevresel etkiler, genellikle hata etkileri olarak ifade edilmektedir.

Diop vd. (1999), maternal etkilerin tahmin edildiği hayvan modellerinin sıklıkla, direkt, maternal genetik ve maternal kalıcı çevresel etkiler ve genetik etkiler arasındaki kovaryansı dikkate aldığııı bildirmiştir. Direkt ve maternal genetik etkilerin genetik olarak ilişkili ( $r_{am}$ ) oldukları bildirilmiştir (Grosso vd., 2010). Hartman vd. (2003a), civciv ağırlığındaki maternal etkiler ile yumurta ağırlığındaki direkt genetik etkiler arasında oldukça yüksek bir genetik korelasyon bulunduğunu ifade etmişlerdir. Başka bir çalışmada da bazı yumurta özelliklerinin direkt genetik etkileri ile canlı ağırlık üzerindeki maternal genetik etkiler arasında güçlü bir korelasyonun olduğu belirtilmiştir (Saatci, 2006).

Genetik varyans gibi çevresel varyans da direkt, kalıcı ve geçici (hata) bileşenlerine bağlı maternal bileşenlere ayrılabilir. Ayrıca hayvanların tekrarlayan ölçümlerinin olması durumunda, maternal kalıcı çevresel varyans ve doğrudan kalıcı çevresel varyans, toplam varyansın bir oranıdır ve sırasıyla  $c^2$  ve  $p$  ile gösterilmektedir (Szwaczkowski, 2003).

## 2.4. Maternal etkilerin değerlendirilmesinin önemi

Kantitatif genetikçiler tarafından maternal etkinin önemi uzun zaman önce farkedilmesine karşın (Dickerson, 1947), çoğunlukla akraba benzerliklerinin genetik olmayan çevresel kaynakları olarak kabul edilmiş (Falconer ve Mackay 1996; Futuyma 1998) ancak daha sonraları, kalıtım derecesi hesabına karışan bir problem olduğu anlaşılmıştır (Wade, 1998).

Eklemeli olmayan ve maternal genetik varyansın değerlendirilmesinde üç temel nedenin yer aldığı bildirilmiştir (Wei ve Van der Werf, 1993):

1. Dar anlamda kalıtım derecesini yansız tahmin etmek (herşeyden önce bu etkilerin göz ardı edilmesi, hata varyansının olduğundan daha yüksek tahmin edilmesine neden olmaktadır),
2. Damızlık değerlerini daha doğru tahmin etmek ve
3. Melezlemede bu genetik etkilerden yararlanmak'tır.

Szwaczkowski vd. (2006) de kullanılacak modellerde maternal etkilerin bulunması gerekliliğini başlıca iki sebeple ifade etmişlerdir. Bunlardan birincisi; çoğu özelliğe ilişkin maternal genetik varyansın toplam varyanstaki payının oransal olarak büyük olması ve ikinci olarak; maternal katkılar göz ardı edildiğinde direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki negatif kovaryansın damızlık değerlerine ilişkin birey sıralamalarını değiştirmesi şeklinde belirtilmiştir.

Meyer (1992) doğrudan ve maternal varyans bileşenlerini istatistiksel olarak ayırmanın zorluğuna değinmiştir. Wolf ve Wade (2009) ise, gerçek maternal etkiler ile maternal kalıtıma atfedilen etkileri de birbirinden ayırmanın oldukça zor, hatta imkansız sayılabileceğini ifade etmişlerdir. Bu olumsuzlukların yanı sıra, Lee (2001), matematiksel anlamda bir Henderson modeli ile eklemeli direkt ve maternal genetik etkilerin eş zamanlı olarak değerlendirilmesinin mümkün olabileceğini belirtmiştir (Quaas ve Pollak, 1980).

Koerhuis ve Thompson (1997), kanatlı verilerinin, anne başına birçok yavrunun olması ve çoğunlukla çok sayıda kaydedilmiş kuşağın bulunması gibi büyüklük ve yapısı nedeniyle, maternal genetik varyansların tahmini için uygun olduğunu bildirmişlerdir. Groothuis ve von Engelhardt (2005) de, kanatlı yumurtalarının memeli sistemleriyle karşılaştırıldığında, yumurtada embriyonun büyüme ve gelişmesi için sahip olduğu tüm kaynakların bulunması, yumurta bileşenlerinin oldukça kolay ölçülebilmesi ve hatta bu bileşenlerin değiştirilebilmesi nedeniyle maternal etkileri incelemek için mükemmel bir model olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer taraftan maternal etkilerin bilinmesinin, özelliklerin gelişiminin anlaşılmasına (Wolf vd., 1998), cinsiyet seleksiyonuna (Gil vd., 1999; Qvarnström ve Price, 2001) ve türleşmeye (Badyaev vd., 2002) önemli katkı sağlayabileceği bildirilmiştir (Nager vd., 2006).

Kanatlılarda üreme ve diğer verim özellikleri üzerinde maternal etkinin büyüklüğünün araştırıldığı çalışmaların bulunduğu belirtilmiştir (Ghorbani vd., 2012). Hartman vd. (2003b), 25 kuşak boyunca yumurta ağırlığı bakımından seleksiyona tabi tuttukları Beyaz Leghorn'larda civciv ağırlığı için (direkt) kalıtım derecesini ( $h^2$ ) 0,01 olarak hesaplarlarken, maternal kalıtım derecesini ( $m^2$ ) ise şaşırtıcı olarak 0,50 olarak tahmin etmişlerdir. Aynı şekilde Saatci vd. (2006) de 1 haftalık yaştaki Japon bildircinlerinin vücut ağırlığı için maternal kalıtım derecesini ( $m^2$ ) 0,74 ve fenotipik varyanstaki maternal çevre varyansını ( $c^2$ ) 0,24 olarak tespit etmişlerdir.

Lee (2001), verim özellikleri üzerinde çoğunlukla seleksiyon uygulandıktan, genetik kovaryansın yetiştirici ve ıslahçılar açısından önemli olduğunu ifade etmiştir. Willham (1980), maternal etkiye atfedilen genetik varyasyonun oransal öneminin, özellikle de ıslah programlarının geliştirilmesinde yüksek ekonomik öneme sahip özelliklerin direkt ve maternal eklemeli etkileri arasındaki genetik korelasyonun tipi ve büyüklüğünün bilinmesine vurgu yapmış, dolayısıyla her bir özel durum için maternal etkinin ölçümüne gerek duyulduğunu belirtmiştir. Koerhuis ve McKay (1996) çalışmalarında, genç etlik piliç canlı ağırlığı ve yumurta ağırlığı arasındaki genetik korelasyonu 0.63 olarak hesaplamışlardır. Hartmann vd. (2003a) de, çıkış ağırlığı ile albümin ve sarı ağırlıklarının eklemeli

genetik etkileri arasında önemli derecede pozitif yönde korelasyonun bulunduğunu bildirmişlerdir.

Prado-Gonzalez vd. (2003) Meksika yerel ırkı Creole tavuklarında iki farklı hayvan modeli kullanarak civciv çıkış ağırlığı ve 4, 8, 12 ve 16 haftalık yaşlardaki canlı ağırlıklar üzerinde maternal etkileri incelemişlerdir. Araştırmacıların birinci hayvan modeli, eklemeli direkt etkileri, eklemeli maternal etkileri, maternal çevresel etkileri ve eklemeli direkt etkiler ile maternal etkilerin kovaryansını içermekte iken ikinci hayvan modeli ise birinci hayvan modeline benzemekte ancak sadece direkt genetik etkiler ile maternal etkilerin kovaryansını içermeyecek şekilde modellenmiştir. Çalışmada maternal etki, çıkış ağırlığı ve 4. hafta canlı ağırlık üzerinde önemli bulunmuştur. Aynı zamanda çıkış ağırlığı ve 4. hafta canlı ağırlık üzerinde eklemeli direkt etkiler ile maternal etkiler arasında negatif genetik korelasyon sırasıyla -0,15 ve -0,01 olarak belirlenmiştir. Çıkış ağırlığı için  $h^2$ ,  $m^2$  ve  $c^2$  sırasıyla 0,15, 0,18 ve 0,43 olarak bulunurken, 4. hafta canlı ağırlığı için aynı değerler 0,20, 0,16 ve 0,08 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar çalışma sonucunda maternal etkinin erken dönem canlı ağırlık üzerinde önemli olduğunu 4. haftadan sonra ise etkili olmadığını bildirmişlerdir. Sefton ve Siegel (1974) de bu bilgilere paralel olarak Japon bildircinlerinde iki kuşak boyunca yürüttükleri çalışmalarında civciv çıkış ağırlığı üzerinde büyük oranda maternal etkinin bulunduğunu ancak bu etkinin ilerleyen yaşla birlikte azaldığını rapor etmişlerdir. Koerhuis ve McKay (1996) de çalışmalarında, genç etlik piliç canlı ağırlığı üzerinde maternal çevresel etkiyi ( $c^2$ ) % 4.14 olarak hesaplamışlardır.

Kranis vd. (2006) iki farklı bölgedeki aynı hattaki hindilerin 14, 19 ve 24 haftalık canlı ağırlıklarının genetik parametrelerini çoklu REML (Restricted Maximum Likelihood) metodu kullanarak hesaplamışlar ve vücut ağırlığına ait fenotipik varyanstaki maternal etki katkısının yaşla birlikte azaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu azalışı hindilerde beslemeye bağlı olarak 5 ve 6. haftalardaki büyüme oranı artışına bağlamışlardır.

Ghorbani vd. (2012)'nin İran yerel tavuk ırkında yürüttükleri çalışmada günlük yaştaki canlı ağırlık, 8 ve 12 haftalık yaştaki canlı ağırlık, 12. haftaya kadar yumurta verimi, ilk yumurta ağırlığı, 28, 30 ve 32. haftalardaki yumurta ağırlığı ortalaması, cinsi olgunluk yaşı ve cinsi olgunluk ağırlığının maternal etkileri REML metodu ile analiz edilmiştir. Tüm özellikler için maternal etkilerin değerlendirildiği ya da değerlendirilmediği altı farklı hayvan modeli kullanılmış ve her bir özellik için log-olasılık oran testleri (Log Ratio Test, LRT) esas alınarak en iyi model seçilmiştir. Kalıtım derecesi ( $h^2$ ) 0,03 (günlük yaştaki canlı ağırlık) ile 0,51 (32. haftadaki canlı ağırlık) arasında değerler almıştır. Çalışmada maternal etkiler tüm özellikler üzerinde etkili bulunmuş ve maternal kalıtım ( $m^2$ ) ise 0,01 (8. haftadaki canlı ağırlık, cinsi olgunluk yaşı, cinsi olgunluk ağırlığı ve ilk yumurta ağırlığı) ile 0,15 (günlük yaştaki civciv ağırlığı) olarak saptanmıştır. Fenotipik varyanstaki maternal çevre varyansının payı ise ( $c^2$ ) 0,02 (cinsi olgunluk yaşı, ilk yumurtla ağırlığı, 12. haftaya kadar yumurta verimi) ile 0,23 (günlük yaştaki civciv ağırlığı) olarak belirlenmiştir. Tüm özellikler için direkt ve maternal genetik etkiler arasında negatif korelasyon ( $r_{am}$ ) bulunmuştur. Araştırmacılar bu sonucun yumurta özellikleri ve canlı ağırlık için gerçekleştirilen genetik seleksiyonun modelde hem direkt hem de maternal etkilerden yararlandığından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Fathi vd. (2005), ticari etlik piliç damızlıklarında 25-50 haftalar arasındaki yumurta verimi için direkt ve maternal kalıtım derecelerini sırasıyla 0,24 ve 0,05 ve cinsi olgunluk yaşı için ise aynı değerleri sırasıyla 0,15 ve 0,06 olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada 6 haftalık yaştaki canlı ağırlık için, maternal eklemeli gen etkileri, çevresel etkiler ve direkt eklemeli genetik etkiler ile maternal eklemeli gen etkilerinin kovaryansının önemli olduğu modelde direkt kalıtım derecesi ( $h^2$ ), maternal kalıtım derecesi ( $m^2$ ), fenotipik varyanstaki maternal çevresel varyansın payı ( $c^2$ ) ve direkt genetik etkiler ile maternal eklemeli gen etkilerinin korelasyonu ( $r_{am}$  veya  $r_{dm}$ ) sırasıyla 0,35, 0,05, 0,04 ve -0,67 olarak tahmin edilmiştir.

Koerhuis ve Thompson (1997) iki etlik piliç hattında REML yönteminde kısıtlanmış Wilham modeli kullanarak genç vücut ağırlığı üzerinde maternal



etkileri araştırmışlardır ve maternal kalıtım derecesinin ( $m^2= 0,04$  ve  $0,02$ ) (direkt) kalıtım derecesine ( $h^2=0,32$  ve  $0,27$ ) göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda direkt ve maternal genetik etkiler arasında negatif korelasyon ( $r_{am}= -0,54$ ) bulunduğunu ve tam kardeşlerin maternal çevresel etkilerinin ( $0,06$  ve  $0,05$ ) vey kardeşlerin etkilerinden ( $0,03$  ve  $0,02$ ) daha büyük olduğunu saptamışlardır.

Jahanian ve Godarzi (2010) de ticari etlik piliçlerde, REML prosedürü ve hayvan modeli kullandıkları çalışmalarında, olabilirlik testleriyle belirlenen en iyi modellerde çıkış ağırlığı için toplam varyasyonda  $h^2$  % 5.1,  $c^2$  % 17.3 ve  $m^2$  % 35.1 oranında bulunurken, direkt-maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın dikkate alındığı diğer modelde  $h^2$  % 5.8,  $c^2$  % 17.0,  $m^2$ , % 37.0 ve  $r_{am}= -0.133$  olarak tahmin edilmiştir. Aynı çalışmada, yaşla birlikte maternal etkilerin azaldığı görüşüne paralel olarak, 6 haftalık yaştaki canlı ağırlık için bahsedilen ilk modelde;  $h^2$  % 30.7,  $c^2$  % 2.5 ve  $m^2$  % 1.7 olarak tahmin edilirken, en iyi model olarak belirlenen diğer modelde ise;  $h^2$  % 34.0,  $c^2$  3.0,  $m^2$  % 2.2 ve  $r_{am}= -0.335$  olarak bulunmuştur.

Le Bihan-Duval vd. (1998) de etlik piliç hattında yürüttükleri çalışmalarında 8 haftalık canlı ağırlık için direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki korelasyonun negatif yönde olduğunu bildirmişlerdir. Eğer doğrudan ve maternal etkiler arasında negatif bir ilişki söz konusu ise, anne yavrusuna doğrudan genetik etkilere göre daha az sayıda gen çiftini aktarmaktadır ve bunun tam tersi de doğru olmaktadır (Szwaczkowski, 2003). Robinson (1995), rastgele sayı reteci GASDEV'i (Press vd., 1986) kullanarak beş dönem boyunca büyükbaş sürü verilerini simüle ettiği ve REML prosedüründen yararlandığı çalışmasında, direkt-maternal eklemeli etkiler arasındaki korelasyonun negatif tahmin edilmesinin, sadece genetik antagonizmden dolayı gerekleşmeyebileceği, aynı zamanda baba etkilerinin ya da anne-yavru kovaryansının negatif olmasından da kaynaklabileceğini bildirmiştir. Yazar, buna ek olarak, yalnızca tüm genetik ilişkileri içeren hayvan modelinde, eklemeli direkt etkiler ( $h^2$ ) ile maternal genetik etkileri ( $m^2$ ) içeren ve aynı zamanda direkt-maternal genetik etkiler arasında ilişkinin olmadığını varsayan modele göre, maternal etkilerin yüksek

bulunmasına rağmen,  $h^2$ 'nin daha yüksek tahmin edildiğini ifade etmiştir. Örneğin çalışmada canlı ağırlık artışı için dönemin sabit etkili olarak dahil edildiği modellerde, yalnızca eklemeli genetik etkilerin bulunduğu hayvan modelinde  $h^2$ 'nin toplam varyasyonun % 20.5'ini,  $r_{dm}=0$  olduğu varsayılan ve direkt ve maternal eklemeli genetik etkileri içeren modelde ise  $h^2$ 'nin toplam varyasyonun % 14.2 ve  $m^2$ 'nin % 26.7'sini açıkladığı bildirilmiştir.

Lee (2001), tüm veri setini kullanmak yerine seçilmiş veri setiyle uygulanan analiz sonuçlarında tahmin edilen eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki negatif korelasyonun farklı bulunabileceğini, ancak tüm veri setinin analize dahil edilmemesinin negatif korelasyona neden olmadığını ifade etmiştir. Yazar ayrıca, sadece tek cinsiyette görülen özellikler üzerinde uygulanan seleksiyonun cinsiyetler üzerinde seleksiyon yoğunluğu ve isabetin farklı gerçekleşmesine neden olabileceğinden (seleksiyon yanlılığı), cinsiyete göre ayrı (ko)varyans unsurlarının tahmin edilmesi için, eşzamanlı olarak erkekler için bir özellik ve dişiler için başka bir özelliğin dikkate alındığı çok özellikli model kullanılması gerektiğini bildirmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışmada Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü'nde bulunan bildircin ünitesindeki Japon bildircinleri (*Coturnix coturnix Japonica*) kullanılmıştır. Japon bildircini (*Coturnix coturnix Japonica*), kuşak aralığının kısalığı, çok sayıda yavru elde etme imkanı, seleksiyon etkilerinin kısa sürede alınabilmesi, ıslah çalışmalarında pedigrili yavru elde edilmesinde öz ve üvey kardeş grupları oluşturularak yapılacak olan denemeler için uygun bir deney hayvanı olması (Colins vd., 1970), bu denemelerden elde edilen bilgilerin başta tavuk ıslahında olmak üzere kanatlı ıslahında ve diğer yetiştiriciliği yapılan hayvan türlerine uyarlanabilmesi gibi nedenlerle araştırmalarda model hayvan olarak (Wilson vd., 1961) kullanılmaktadır.

Bıldircin ünitesinde bulunan populasyon üzerinde herhangi bir seleksiyon çalışması yapılmamış olup, populasyon varlığı rastgele çiftleşme yöntemi ile ancak kardeş çiftleştirmelerinden kaçınılarak sürdürülmüştür. Bu temel populasyonda rastgele seçilen 10 haftalık yaştaki 25 erkek ve 75 dişi bildircin 0,1 grama hassas terazi ile tartılarak ve kanat numaraları takılarak kafes gözlerine yerleştirilmiştir. Araştırmada incelenen parametreler aşağıda ayrıntılı şekilde açıklandığı üzere bu mevcut sürüden elde edilen hayvan materyalinden elde edilmiştir. Hayvanlara çıkıştan üçüncü haftanın sonuna kadar etlik civciv başlangıç yemi (% 23 HP, 3025 kcal/kg ME), daha sonra, dördüncü hafta sonuna kadar yumurta kafes yemi (% 18 HP, 2950 kcal/kg ME) verilmiştir.

#### 3.2. Yöntem

Her bir erkek ile yalnız bir tek dişiden birden fazla döl alınması halinde elde edilecek kuşak ana-baba-bir özkardeş familyalarını oluşturmaktadır. Dolayısıyla, her familyada erkek ve dişi özkardeşler bulunacağından, erkekler dişi kardeşlerinin (yalnız dişilerde görülen özellikler bakımından) ortalamalarına göre değerlendirilebilmektedir (Düzgüneş, 1976). Diğer taraftan bir erkeğin

birden fazla dişi ile çiftleştirilmesiyle oluşturulan aile setlerinden baba-bir üvey kardeşler elde edilmekte ve her familyada erkek ve dişi üvey kardeşler bulunmaktadır. Böylece damızlık hayvan seçileceği zaman, üvey kardeşlerine ait fenotipik değerlerinin ortalamalarından da yararlanılabilmektedir. Bu durumda üvey kardeş sayısının mümkün olduğunca fazla olması istenmekte, bu da erkek/dişi oranının azaltılmasıyla mümkün olabilmektedir (Yurdakul, 2006).

Pedigri veri dosyasındaki öz kardeşlerin yanında üvey kardeşlerin de fenotipik değerlerinden faydalanabilmek için, bireysel kafes gözlerinde (20x40x20 cm) her üç dişiye bir erkek düşecek şekilde aileler oluşturulmuştur. Aynı kafesteki her üç dişi için aynı erkek her gün değiştirilerek, aile setindeki diğer dişinin kafesine aktarılmıştır. Bu şekilde bir hafta boyunca döllenme sağlandıktan sonra, her bir dişiye ait günlük olarak toplanan yumurtalar ebeveyn numarası konularak yaklaşık 18 °C ve % 70 oransal nem koşullarında depolanmıştır. Bir haftalık süre sonunda bu yumurtalar tartılmış, ağırlıkları kaydedilmiş ve 37,7 °C sıcaklık ve % 55-60 oransal nem koşulları bulunan kuluçka makinesinin inkübasyon bölümüne yerleştirilmiştir. 15 gün süreyle kuluçka makinesinin ön gelişim bölümünde tutulan yumurtalar daha sonra çıkış bölmesinde bireysel çıkış gözlerine yerleştirilmiştir. Bildircin yumurta kapasitesi 1386 yumurta olan, kuluçka ön gelişim makinası olarak Hb500 S model ve çıkım makinası olarak Hb500 H model Cimuka marka makinalar kullanılmıştır. Yumurta çıkışı olmayan her bir yumurta kırılarak döllülük kontrol edilmiş ve kuluçka randımanı ve çıkış gücü belirlenmiştir. Ayrıca, inkübasyon sonunda civciv çıkışı gerçekleşmeyen yumurtalar ayrılmış ve bunlar kırılarak, erken dönem (< 6 gün), orta dönem (7-15 gün) ve son dönem (16-17 gün + kabuğu delip ölen) embriyo ölümleri tespit edilmiş ve bu verilerle de embriyonik ölüm oranları döllu yumurtalarda yüzde olarak hesaplanmıştır (Soliman vd., 1994; Şeker vd., 2004).

Erken dönem embriyo ölümleri = (kuluçkanın 0-6 günleri arasında ölen embriyo sayısı/Döllu yumurta sayısı)\*100 (3.1)

Orta dönem embriyo ölümleri = (Kuluçkanın 7-15 günleri arasında ölen embriyo sayısı/Döllu yumurta sayısı)\*100 (3.2)

Son dönem (kabuk altı) embriyo ölümleri = (Kuluçkanın 16-18 günleri arasında ölen embriyo sayısı/Döllü yumurta sayısı)\*100 (3.3)

Kuluçka randımanı, kuluçka makinasına koyulan yumurtalardan elde edilen sağlıklı civcivlerin oranı ve çıkış gücü, döller yumurtalardan elde edilen canlı civcivlerin oranı olarak hesaplanmıştır (Sittmann vd., 1966; Elibol, 2009).

Yumurtadan çıkan civcivlere kanat numarası takılmış ve civcivler ebeveyn numaralarına göre kaydedilmiştir. Çıkışın ardından civcivler kuruduktan sonra tartılmış ve canlı ağırlıkları "çıkış ağırlığı" olarak kaydedilmiştir.

Civciv uzunluğu, civcivler düz bir zemine ventral taraflarından yatırılarak, boyun ve bacak maksimum olarak uzatılmış halde iken, gaga ucundan sol ayaktaki orta tırnağın (üçüncü tırnak) ucu arasındaki mesafe cetvel yardımıyla ölçülerek belirlenmiştir (Willemsen vd., 2008).

Civciv uzunluğunun belirlenmesinden sonra civcivler ana makinesi kafes gözlerine yerleştirilmiştir. Ana makinesi beş katlı olup her bir katında 95x40x20 cm ebatlarında ısı kontrollü civciv büyütme bölümleri bulunmaktadır. Bu bölümlerin her birine 60 civciv yerleştirilmiştir. Bildircinler her hafta 0,1 g hassasiyetli terazide tartılarak haftalık canlı ağırlıkları belirlenmiş ve yine haftalık olarak cetvel yardımıyla bildircinlerin vücut uzunlukları ölçülmüştür. Civcivlerin yerleşim sıklığı sürekli olarak düşürülmüştür. Dört haftalık yaşa kadar ana makinesinde tutulan bildircinlere dördüncü haftalık yaş içerisinde cinsiyet tayini yapılmıştır. Dişi ve erkek bildircinler bir sonraki kuşağı oluşturacak şekilde rastgele bireysel kafeslere konularak damızlığa ayrılmış ve temel popülasyondaki gibi her üç dişi için bir erkek düşecek şekilde aile setleri oluşturulmuştur. Aile setlerindeki ebeveynlerin 4 haftalık yaşa kadar haftalık canlı ağırlık, vücut uzunluğu ve haftalık canlı ağırlık artışları belirlenmiştir.

Vücut uzunluğu ölçümleri 1-4 haftalar arasında haftalık olarak, civciv uzunluğu ölçüm metodu ile aynı şekilde (Willemsen vd., 2008) gerçekleştirilmiştir.

Her familyaya ait onuncu hafta içerisinde yumurtlanan üç yumurtanın ak (albümin) ağırlığı, sarı ağırlığı ve kabuk ağırlığı 0,1 g hassasiyetli terazi (0-2500 g ölçüm aralığında, PCB 2500-2, Kern) ile, yumurta genişliği ve uzunluğu dijital kumpas (0.01 mm hassasiyetli, 0-200 mm ölçüm aralığında, Mitutoyo, Kawasaki) ile, kabuk kalınlığı dijital mikrometre (0.001 hassasiyetli, 0-25 mm ölçüm aralığında, Dasqua 4210) ile ve albümin kuru madde yüzdesi (konsantrasyon; sıvıda çözünen katı madde) dijital refraktometre (% 0.1 hassasiyetli, % 0-85 Brix ölçüm aralığında, Hanna HI96801) ile ölçülmüştür.

Yumurta iç ve dış kalite özellikleri olarak; yumurta ağırlığı, yumurta uzunluğu, yumurta genişliği, yumurta şekil indeksi (uzama), yumurta kabuk ağırlığı, albümin ağırlığı, sarı ağırlığı, kabuk ağırlığı, albümin oranı, sarı oranı, kabuk oranı, yumurta hacmi, yumurta kabuk yüzeyi ve kabuk yoğunluğu dikkate alınmıştır.

Ak, sarı ve kabuk oranları aşağıda gösterildiği gibi Đukić Stojčić vd. (2012a) ve Genchev (2012)'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ak oranı (\%)} = [\text{Ak ağırlığı (g)} / \text{Yumurta ağırlığı (g)}] \times 100 \quad (3.4)$$

$$\text{Sarı Oranı (\%)} = [\text{Sarı ağırlığı (g)} / \text{Yumurta ağırlığı (g)}] \times 100 \quad (3.5)$$

$$\text{Kabuk Oranı (\%)} = [\text{Kabuk ağırlığı (g)} / \text{Yumurta ağırlığı (g)}] \times 100 \quad (3.6)$$

$$\text{Yumurta şekil indeksi (\%)} = d/D \times 100 \quad (3.7)$$

Yumurta şekil indeksi aşağıda gösterilen formüle göre belirlenmiştir. Burada: d, yumurtanın kısa eksenini, D ise yumurtanın uzun eksenini ifade etmektedir (Romanoff ve Romanoff, 1959; Carter, 1968).

Yumurtaların enine göre uzunluğunu belirlemek amacıyla "uzama" formülünden yararlanılmıştır (Preston, 1968). Bu formül literatürde ayrıca, yumurta şekil

indeksinin cm cinsinden karşılığı olarak da kullanılmaktadır (Hanusová vd., 2016).

$$\text{Uzama} = \text{Yumurta şekil indeksi (cm)} = (\text{Yumurta Uzunluğu} / \text{Yumurta Genişliği})$$

(Preston, 1968; Hanusová vd., 2016) (3.8)

$$\text{Yumurta Hacmi (cm}^3\text{)} = 4/3 * \pi * (D/2) * (d/2)^2 \text{ (Narushin, 1992)} \quad (3.9)$$

Yumurta hacmi, yukarıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Bu formülde d, yumurtanın kısa eksenini (cm), D: yumurtanın uzun eksenini (cm) ve  $\pi = 3.14159$  olarak kabul edilmiştir (Narushin, 1992).

Kabuk yüzey alanı (KYA) ve kabuk yoğunluğu (KY), Paganelli vd., (1974)'nin formülü kullanılarak belirlenmiştir.

$$\text{KYA (cm}^2\text{)} = 4.835 * \text{Yumurta Ağırlığı}^{0.662} \quad (3.10)$$

$$\text{KY (mg/cm}^2\text{)} = (\text{Yumurta Ağırlığı} * 1000) / \text{KYA} \quad (3.11)$$

Kabuk kalınlığı ölçülürken, bıldırcın yumurtalarının benekli olması nedeniyle koyu ve açık renkli bölgelerdeki kabuk kalınlığında farklılıkların olabileceği (Gosler vd., 2005) göz önünde bulundurulmuş, sivri, ekvatorial ve küt ucu olmak üzere her bölgeden ikişer toplam altı ölçümün de aynı renk olmasına olabildiğince dikkat edilmiştir. Bu üç farklı bölgeden iç ve dış kabuk zarları ile birlikte alınan ölçümlerin ortalaması kabuk kalınlığını belirlemiştir (Tylor, 1961; Snapir ve Perek, 1969). Ayrıca kabuk ağırlığı yumurta kırıldıktan hemen sonra tartılmamış, kurutulduktan sonra belirlenmiş ve buharlaşan kısım ak ağırlığına ilave edilmiştir (Narushin vd. 2001). Tüm kuşaklar için aynı yaştaki annelerin yumurtaları kullanıldığından, kabuk kalitesi üzerindeki sürü yaşının etkisi elimine edilmiştir. Ayrıca mevsime bağlı yumurta kalitesinde de değişim söz konusu olmakla beraber çevre kontrollü kümeslerde bu değişimin en aza indirgenebildiği bildirilmiştir (Erensayın, 2000).

Kabuk kalınlığı (mm)= 2\*(sivri uç + ekvator + küt uç) / 3 (Tylor, 1961; Snapir ve Perek, 1969) (3.12)

Ak Ağırlığı (g) = [Yumurta ağırlığı (g) - (Sarı ağırlığı (g) + (Kurutulmuş Kabuk ağırlığı (g)))] (Narushin vd. 2001; Đukić Stojčić vd., 2012a) (3.13)

Yaşama gücü ve mortalite haftalık olarak aşağıdaki formüller yardımıyla % olarak hesaplanmıştır (Sittmann vd., 1966; Blake vd., 2013).

Yaşama Gücü (%) = (Hafta başındaki tavuk sayısı- Hafta içerisinde ölen tavuk sayısı/ Hafta başındaki tavuk sayısı) \*100 (3.14)

Mortalite (Ölüm Oranı) (%) = Hafta içerisinde ölen tavuk sayısı/ Hafta başındaki tavuk sayısı) \*100 (3.15)

Bireysel kafes gözlerindeki dişi ebeveynlerin cinsi olgunluk yaşı, ilk kabuklu yumurtasını yumurtladığı yaş dikkate alınarak gün olarak belirlenmiştir (Marin vd., 2002). Cinsi olgunluk ağırlığı; bu günlük yaştaki canlı ağırlığı ve ilk yumurta ağırlığı da ilk kabuklu yumurtasının ağırlığı şeklinde hesaplanmıştır.

Kuşaklar boyunca aynı işlemler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tüm veriler istatistiksel analizlerin yapılabilmesi için pedigrili biçimde bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

### 3.3. İstatistiksel metod

Dikkate alınan özellikler üzerinde kuşaklar bakımından farkın olup olmadığı Varyans Analizi Tekniği ile Minitab 17 programı kullanılarak test edilmiştir. Önemli farklılıkların bulunduğu özelliklerde, hangi kuşaklar arasında farkın olduğunu belirlemek için Tukey Testi'nden yararlanılmıştır.

Kuşaklara ilişkin kuluçka sonuçları (döllülük oranı, çıkış, kuluçka randımanı, erken dönem embriyo ölüm oranı, orta dönem embriyo ölüm oranı ve son dönem



embriyo ölüm oranı) kuşaklara göre karşılaştırılırken Binomiyal ANOM Testi'nden (Nelson vd., 2005; Yiğit ve Mendes, 2016) yararlanılmıştır.

Çalışmada yumurta ve civciv kalite özelliklerine ait varyans ve kovaryans unsurları ve bu unsurlardan tahmin edilen genetik parametreler, fenotipik ve genetik korelasyonlar farklı modeller ile REML prosedürünün kullanıldığı ASREML 3.0 (Gilmour vd., 2009) yazılım paketinden yararlanılarak tahmin edilmiştir. İlk kez Gilmour (1997) tarafından yazılmış olan bu programın günümüzde geliştirilen/geliştirilmekte olan çeşitli versiyonları bulunmakta ve program genel doğrusal karışık modellerde REML ile varyans unsurlarını tahmin etmektedir. Ayrıca, genetik analizlerle birlikte farklı sahadan verileri de analiz edebildiği bildirilmiştir. Programın, "average information" alogaritması ile sparse matris tekniklerini kullanarak büyük boyutlu karışık model eşitliklerinde hesaplama etkinliğini artırdığı belirtilmiştir (Sarı, 2009). Ayrıca, ASREML programı ile kullanılan REML yaklaşımının analiz sonuçlarını detaylı olarak vermesi, pozitif varyans unsurları ve kalıtım derecelerinin elde edilmesi, bireyler arasındaki bütün akrabalıkları göz önünde bulundurması, kayıp verileri değerlendirebilmesi, programın geliştirilen son versiyonlarında pedigri numaralarındaki sorunları tespit etmesi ve model değerlendirme kriterlerinin değerlerini aynı anda vermesi gibi önemli avantajlarının yanı sıra, pedigri dosyasında yavru numaralarının ebeveyn numaralarından büyük olma şartı, program tarafından sonuçlar verilmiş olsa da pratikte kullanımı ve korelasyonların belirlenmesi için her model için hesaplama sürecinin programa bildirilmesi gerekliliği ve bu aşamalarda hata yapma olasılığı gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

Araştırmada; maternal etkileri içerip içermemesine ve kovaryansın değerlendirilip değerlendirilmemesine göre altı farklı model kullanılmıştır. Analiz edilen tüm modeller eklemeli direkt genetik etkiyi içermektedir. Buna ilave olarak Model 2 maternal kalıcı çevresel etkiyi, Model 3 maternal eklemeli genetik etkiyi, Model 4 maternal eklemeli genetik etki ve direkt genetik etki ile maternal genetik etki arasındaki kovaryansı, Model 5 maternal kalıcı çevresel etkiyi ve maternal eklemeli genetik etkiyi, Model 6 ise maternal kalıcı çevresel

etki, maternal eklemeli genetik etki ve direkt genetik etki ile maternal genetik etki arasındaki kovaryansı içermektedir.

Ele alınan modellerde eklemeli direkt genetik, maternal genetik ve maternal kalıcı çevre, kalıcı çevre etkileri, direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryanslar ve şansa bağlı çevre (hata) etkileri şansa bağlı etkiler olarak kullanılmıştır. Bunun yanı sıra kuşak (3 seviye), cinsiyet (2 seviye) ve kuluçka süresi (3 seviye) ele alınan modellerde özellikler üzerinde uygun olarak etkili sabit etki olarak modele dahil edilmiştir. Kovaryansın dahil olduğu modellerde başlangıç değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Her bir veri setinde başlangıç değerleri; direkt kalıtım derecesi ( $h_d^2$ ) için 0.2, maternal kalıtım derecesi ( $h_m^2$ ) için 0.1 ve eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans ( $\sigma_{dm}$ ) için 0.01 olarak alınmıştır.

Uygulanan analizlerin ilk modeli, Model 1, herhangi bir maternal etki dikkate alınmaksızın sadece tesadüfi etkiler olarak hayvanların eklemeli genetik etkilerinin olduğu basit hayvan modelini ifade etmektedir. Model 2 anadan kaynaklanan sürekli bir çevresel etki içermektedir ve modele diğer tüm etkilerle ilişkisi bulunmayan tesadüfi bir etki olarak eklenmiştir. Diğer taraftan, Model 3'te tüm maternal etkiler ananın genotipi ile nitelendirilmektedir. Bu modelde, maternal genetik etkiler, direkt eklemeli genetik etkiler için benzer kovaryans (ilişki) ile her hayvan için ikinci tesadüfi etki olarak değerlendirilmiştir. Model 3'te maternal ve eklemeli genetik etkiler arasında ilişkinin olmadığı kabul edilirken,  $\sigma_{dm} = 0$ , Model 4 maternal ve eklemeli genetik etkiler arasında kovaryans olduğunu varsaymaktadır. Model 5 ve 6 hem sürekli çevre hem de maternal genetik etkiyi içermektedir. Ancak Model 5'te maternal genetik etkiler ve eklemeli genetik etkiler arasında kovaryans göz ardı edilirken Model 6'da bunlar arasındaki kovaryans hesaba katılmaktadır ( $cov(d,m) = \sigma_{dm}$ ).

Civciv özellikleri için kullanılan modellerin matris gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$y = Xb + Z_{da}d + e \quad (\text{Model 1}) \quad (3.16)$$

$$y = Xb + Z_{da}d + Wc + e \quad (\text{Model 2}) \quad (3.17)$$

$$y = Xb + Z_{da}d + Z_{ma}m + e \quad \text{Cov}(d,m) = 0 \quad (\text{Model 3}) \quad (3.18)$$

$$y = Xb + Z_d a_d + Z_m a_m + e \quad \text{Cov}(d,m) \neq 0 \quad (\text{Model 4}) \quad (3.19)$$

$$y = Xb + Z_d a_d + Z_m a_m + Wc + e \quad \text{Cov}(d,m) = 0 \quad (\text{Model 5}) \quad (3.20)$$

$$y = Xb + Z_d a_d + Z_m a_m + Wc + e \quad \text{Cov}(d,m) \neq 0 \quad (\text{Model 6}) \quad (3.21)$$

Yumurta özellikleri için kullanılan modellerin matris gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$y = Xb + Z_d a_d + Zpe + e \quad (\text{Model 1}) \quad (3.22)$$

$$y = Xb + Z_d a_d + Zpe + Z_m a_m + e \quad \text{Cov}(d,m) = 0 \quad (\text{Model 3}) \quad (3.23)$$

$$y = Xb + Z_d a_d + Zpe + Z_m a_m + e \quad \text{Cov}(d,m) \neq 0 \quad (\text{Model 4}) \quad (3.24)$$

$$y = Xb + Z_d a_d + Zpe + Z_m a_m + Wc + e \quad \text{Cov}(d,m) = 0 \quad (\text{Model 5}) \quad (3.25)$$

$$y = Xb + Z_d a_d + Zpe + Z_m a_m + Wc + e \quad \text{Cov}(d,m) \neq 0 \quad (\text{Model 6}) \quad (3.26)$$

Modellerde;

$y$  : gözlem değerleri vektörünü,

$X$  : sabit etkiler için tasarım matrisini,

$b$  : sabit etkiler vektörünü,

$Z_d$  : direkt (doğrudan) genetik etkileri içeren tasarım matrisini,

$Z$  : bireye ait kalıcı çevresel etkilere ait tasarım matrisini,

$a_d$  : direkt genetik etkiler vektörünü (birey etkisini, damızlık değerleri vektörünü),

$pe$  : bireysel (kalıcı) çevresel etkiler vektörünü,

$W$  : maternal kalıcı çevresel etkilere ait tasarım matrisini,

$a_m$  : maternal genetik etkiler vektörünü,

$Z_m$  : maternal genetik etkilere ait tasarım matrisini,

$c$  : maternal (kalıcı) çevresel etkiler vektörünü ve

$e$  : hata etkileri vektörünü göstermektedir.

Damızlık yumurta ağırlığı ve civciv özelliklerine ilişkin tek değişkenli analizde  $y = n \times 1$  gözlem değerleri vektörü ( $n = \text{kayıt sayısı} = 1184$ ),  $b = p \times 1$  sabit etkiler vektörü,  $a_d = q \times 1$  direkt genetik etkiler vektörü ( $q = \text{eklemeli etkilerin sayısı} = 1320$ ),  $a_m = t \times 1$  maternal genetik etkiler vektörü ( $t = \text{toplam dişi sayısı} = 669$ ),  $c = k \times 1$  maternal çevresel etkiler vektörü ( $k = \text{yavruya sahip ana sayısı} = 342$ ) ve  $e = n \times 1$  hata etkileri vektörüdür.

Yumurta özelliklerine ilişkin tek değişkenli analizde  $y = nx1$  gözlem değerleri vektörü ( $n = \text{kayıt sayısı} = 801$ ),  $b = px1$  sabit etkiler vektörü,  $a_d = qx1$  direkt genetik etkiler vektörü ( $q = \text{eklemeli etkilerin sayısı} = 1204$ ),  $a_m = tx1$  maternal genetik etkiler vektörü ( $t = \text{toplam dişi sayısı} = 267$ ),  $c = kx1$  maternal çevresel etkiler vektörü ( $k = \text{yavruya sahip ana sayısı} = 267$ ),  $p_e = rx1$  bireysel kalıcı çevresel etkiler vektörü (bir dişi için üç yumurta kaydı bulunmaktadır) ve  $e = nx1$  hata etkileri vektörüdür. Yumurtaya ait özelliklerde kırılan yumurtalardan ebeveyn elde edilememesi sebebiyle maternal genetik etkiler vektörü ( $tx1$ ) ile maternal çevresel etkiler vektörü ( $kx1$ ) birbirine eşittir. Başka bir ifade ile veri setindeki dişi sayısı anne sayısına eşit ve aynıdır. Dolayısıyla model 2 ve model 3 aynı şekilde tahmin edileceğinden, söz konusu özelliklere ilişkin tahminlerde model 2 yerine model 3 kullanılmıştır.

$X, Z_d, Z_m$  ve  $W$  sabit ve rastgele etkilerle ilişkili gözlemlere ilişkin insidans matrisi,  $I$  birim matrisi ve  $A$  akrabalık matrisidir.

Varsayımlar;

$a_d | A, \sigma_d^2 \sim N(0, A\sigma_d^2)$ ,  $\sigma_d^2$  direkt eklemeli genetik varyans,

$a_m | A, \sigma_m^2 \sim N(0, A\sigma_m^2)$ ,  $\sigma_m^2$  maternal genetik varyans,

$c | I, \sigma_c^2 \sim N(0, I\sigma_c^2)$ ,  $\sigma_c^2$  maternal (ortak) çevre varyansı

$p_e | I, \sigma_{PE}^2 \sim N(0, I\sigma_{PE}^2)$ ,  $\sigma_{PE}^2$  bireysel (ortak) çevre varyansı ve

$e \sim N(0, I\sigma_e^2)$ ,  $\sigma_e^2$  hata varyansı'dır.

$y | b, d, m, c, r, \sigma_e^2 \sim N(Xb + Z_d a_d + Z_p e + Z_m a_m + Wc, \sigma_e^2 I_n)$ , burada korelasyon;

$$r = \frac{\text{cov}(d,m)}{\sigma_d \sigma_m} \text{ 'dir ve } r = 0 \text{ için modeller sırasıyla M3 ve M5'tir.} \quad (3.27)$$

Tek değişkenli (ünivaryet, ünivaryant) modellerde rastgele etkilerin dağılımı aşağıdaki gibidir (Alves, 2015; Maniatis, 2013):

$$\begin{bmatrix} a_d \\ a_m \end{bmatrix} \sim N(0_{q+t}, G), \otimes A,$$

$\otimes$  : Kronecker çarpımını ifade etmektedir.

$$G = \begin{bmatrix} \sigma_d^2 & \sigma_{dm} \\ \sigma_{dm} & \sigma_m^2 \end{bmatrix}$$

Damızlık yumurta ağırlığı ve civciv özellikleri modellerindeki şansa bağlı etkilerin (ko)varyans matrisi (Schaeffer, 2004):

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a_d \\ a_m \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_d^2 & A\sigma_{dm} & 0 & 0 \\ A\sigma_{dm} & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_c^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix} \quad (3.28)$$

Yumurta özellikleri modellerindeki şansa bağlı etkilerin (ko)varyans matrisi:

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a_d \\ a_m \\ pe \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_d^2 & A\sigma_{dm} & 0 & 0 & 0 \\ A\sigma_{dm} & A\sigma_m^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{PE}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_c^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix} \quad (3.29)$$

İlişkili özelliklerin bir arada değerlendirildiği ıslah çalışmalarının ekonomik faydanın tek özellik bakımından yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında daha fazla olduğu bilinmektedir (Szwaczkowski, 2003; Mrode, 2005b). Bu nedenle tek özellikli analizlerin yanında bazı civciv özelliklerine ait genetik ve fenotipik korelasyonların belirlenmesi amacıyla iki özellikli (bivaryant, bivaryet) analizden faydalanılmıştır.

M1'e ait iki özellikli modelin matris gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} \quad (M1) \quad (3.30)$$

Karşılaştırılan modellerde en karmaşık model diğer beş modeli de içeren Model 6'dır. Modelde akrabalık ilişkilerine dayanan hem direkt hem de maternal genetik etkilerin kovaryansı bulunmaktadır.

İlişkili hayvanlar ilişkili maternal etkiye sahiptir ve direkt eklemeli genetik etki ile maternal genetik etki arasında korelasyon mevcuttur. Maternal kalıcı çevre

etkisi ve hata, homojen ve diğer tesadüfi etkilerden bağımsızdır (Alves, 2015). Model 4 ve 6'da direkt ve maternal etkilere ait genetik ilişkiye dayanan kovaryans bulunmaktadır ve direkt eklemeli genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasında korelasyon söz konusudur. Model 2, 5 ve 6, maternal (kalıcı, sürekli veya ortak) çevre varyansını diğer rastgele etkilerden bağımsız ve farklı hayvanlar için ilişkisiz olarak kabul etmektedir.

Her model için toplam fenotipik varyans aşağıda gösterildiği gibidir:

$$\text{Model 1: } \sigma_p^2 = \sigma_d^2 + \sigma_e^2 \quad (3.31)$$

$$\text{Model 2: } \sigma_p^2 = \sigma_d^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2 \quad (3.32)$$

$$\text{Model 3: } \sigma_p^2 = \sigma_d^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2 \quad (3.33)$$

$$\text{Model 4: } \sigma_p^2 = \sigma_d^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{dm} + \sigma_e^2 \quad (3.34)$$

$$\text{Model 5: } \sigma_p^2 = \sigma_d^2 + \sigma_c^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2 \quad (3.35)$$

$$\text{Model 6: } \sigma_p^2 = \sigma_d^2 + \sigma_c^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{dm} + \sigma_e^2 \quad (3.36)$$

Eklemeli gen etkilerine ait (direkt) kalıtım derecesi ( $h_d^2$ ), maternal kalıtım derecesi ( $h_m^2$ ), eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans ( $\sigma_{dm}$ ) ve maternal ortak çevre etkisi ( $c^2$ ), sırasıyla  $\sigma_d^2$ ,  $\sigma_m^2$ ,  $\sigma_{dm}$  ve  $\sigma_c^2$ 'nin fenotipik varyans( $\sigma_p^2$ )'a oranlanmasıyla bulunmaktadır.

$$r_{dm} = \frac{\text{cov}(d, m)}{\sigma_d \sigma_m} \quad (3.37)$$

$\sigma_{dm}$  veya  $\text{cov}(d, m)$ , direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansı ifade etmektedir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon da ( $r_{dm}$ ) bu değişkenlerin kovaryansı ve standart sapmalarının ( $\sigma_d$  ve  $\sigma_m$ ) basit bir fonksiyonudur ( $r_{dm}$ ).

$$\text{Direkt kalıtım derecesi için: } h_d^2 = \frac{\sigma_d^2}{\sigma_p^2} \quad (3.38)$$

$$\text{Maternal kalıtım derecesi için: } h_m^2 = \frac{\sigma_m^2}{\sigma_p^2} \quad (3.39)$$

$$\text{Total kalıtım derecesi için: } h_t^2 = \frac{\sigma_d^2 + 0.5\sigma_m^2 + 1.5\sigma_{dm}}{\sigma_p^2} \quad (\text{Willham, 1972}) \quad (3.40)$$

ve diğer kalıtım dereceleri veya oranlar;

$$\text{Maternal kalıcı veya ortak çevre etkileri için: } c^2 = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_p^2} \quad (3.41)$$

Eklemeli direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın fenotipik varyasyondaki payı için  $dm^2$ ; (Wilson ve Re'ale, 2006):  $\frac{|\sigma_{dm}|}{\sigma_p^2}$

formülleri ile belirlenmiştir.

Modellerdeki etkilerden kaynaklanan varyans kısımları, direkt kalıtım derecesi ( $h_d^2$ ), maternal kalıtım derecesi ( $h_m^2$ ), total kalıtım derecesi ( $h_t^2$ ) (Willham, 1972), maternal kalıcı çevre etkisi ( $c^2$ ) ve eklemelik genetik ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın fenotipik varyasyondaki oranı yukarıda gösterildiği gibi bulunmuştur.

Tekrarlı ölçümler için yumurta özelliklerinde;

$$\text{Bıldırcına ait kalıcı çevre etkileri için: } p = \frac{\sigma_{PE}^2}{\sigma_p^2} \text{ ve} \quad (3.42)$$

$$\text{Tekrarlanma derecesi: } r = \frac{\sigma_{PE}^2 + \sigma_d^2}{\sigma_p^2} = \frac{\sigma_{ind}^2}{\sigma_p^2} \quad (3.43)$$

Tekrarlanan ölçümlerin göz ardı edilmesi durumunda, eklemeli genetik etkilere ait varyasyon daha yüksek bulunacağından kalıtım derecesinin olduğundan daha yüksek tahmin edilmesine sebep olacaktır. Bu sebeple, tekrarlanan kayıtlara sahip özellikler olması sebebiyle yumurta özellikleri için, her bir bıldırcın ile ilişkili kalıcı çevresel varyans ( $\sigma_{PE}^2$ ), modeldeki diğer tüm etkilerle ilişkili olmayan şansa bağlı bir etki olarak (Saatci vd., 2006) modele dahil edilmiştir.  $\sigma_{ind}^2$ ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamıdır.

Genetik parametrelerin tahmin edilmesinde en uygun modelin belirlenmesi için her farklı modeldeki Log-olabilirlik değeri (LogL) karşılaştırılmıştır. Bir olasılık oran testi;

$$\log(\lambda) = L(b_2) - L(b_1) \quad (3.44)$$

yukarıdaki denklemde  $L(b)$ , maksimum olasılık tahmin edicisinden ( $b$ ) bulunan olasılık fonksiyonudur (Dobson, 1990; Dobson, 2002; Jahanian ve Goudarzi, 2010) ve  $-2(\log L_2 - \log L_1)$  istatistiği, iki modelin karşılaştırılması için parametre sayıları arasındaki farklılığa eşit serbestlik dereceli  $\chi^2$  (Ki-kare) dağılımına sahiptir.

Modeldeki her bir tesadüfi faktörün önemli olup olmadığı veya başka bir ifadeyle modele eklenen tesadüfi etkilerin varyasyona önemli bir katkı sağlayıp sağlamadığı (Morrell,1998),  $\chi^2$  (Ki-kare) istatistiğine dayanan “Olabilirlik Oran Testi” (Likelihood Rate Test, LRT) (Dobson,1990) ile test edilmiştir.

$$\chi^2 = -2 \ln \frac{L_R}{L_F} \quad (3.45)$$

$$\chi^2 = -2(\ln L_R - \ln L_F) \sim \chi_{a,r}^2 \quad (3.46)$$

a: önemlilik derecesi ve  
r: serbestlik derecesi'dir.

$$\chi^2 = 2 \log_e L(F) - 2 \log_e L(R) \quad (3.47)$$

Bu formülde;

$L(F)$ : tam modele ait olabilirlik ve

$L(R)$ : kısıtlanmış modele ait olabilirliktir.



$\chi^2$  (ki-kare)de iki ki-kare dağılımının bir karışımı olarak dağıtılmaktadır:

$$0.5\chi_{df,a}^2 + 0.5\chi_{0,a}^2$$

Burada  $df$ , iki modeldeki parametrelerin (tesadüfi etkilerin) sayısındaki farklılığa eşit olan serbestlik derecesidir. Başka bir ifade ile daha kompleks modele eklenen parametre sayısıdır (Dobson,2002) ve  $a$ , önemliliği 0.05 'e göredir. Bu nedenle, Ki-kare dağılımı, farklı sayıdaki rastgele etkilere sahip modellerin varyansını test etmektedir ve fark sıfır ile sınırlandırılmıştır (Self ve Liang,1987).

Tüm değişkenlere ait aynı ve farklı sayıdaki şansa bağlı etkilerin varsayıldığı modellerin karşılaştırılması için üç model değerlendirme kriteri daha kullanılmıştır. Bu kriterler: marjinal Akaike Bilgi Kriteri (mAIC veya AIC; Akaike, 1973), Bayes Bilgi Kriteri (BIC; Schwarz, 1978) ve koşullu Akaike Bilgi Kriteri (cAIC; Vaide ve Blanchard, 2005)'dir. Bu üç model değerlendirme kriteri de sapma (D)'nin belirlenmesine ihtiyaç duymaktadır. Sapma değeri (D) aşağıdaki gibi bulunmaktadır.

$$D = -2\log(p(y|\hat{\theta})) = -2\log L \quad (3.48)$$

Burada  $\theta$  model parametrelerinin  $p \times 1$  vektörünü simgelemektedir.  $y$  ise maksimum olabilirlik tahmin edicisi  $\hat{\theta}$  'dan belirlenmektedir ve  $p$ ; model parametre sayısını ifade etmektedir.  $\log L$  ; doğal log-olabilirliğini ifade etmektedir.

Akaike, (1973) sapmayı artırmak için doğru terimin, model parametrelerinin sayısının iki katı olduğunu göstermiştir. Bu yüzden model değerlendirme kriterini aşağıdaki formülle belirtmiştir.

$$AIC = -2\log L + 2p \quad (3.49)$$

Shawarz (1978) da uygun terimin  $p \log(n)$  olduğunu kanıtlamak için aşağıdaki gibi bir Bayes argümanı tanımlamıştır.

$$BIC = -2\log L + p\log n \quad (3.50)$$

Burada  $n$ ; veri setindeki gözlem sayısını ifade etmektedir.

Ancak BLUP gibi yöntemleri kullanarak rastgele etkilerin tahmin edilmesi durumunda modeldeki parametre sayısının belirlenmesi önemli olmadığından, Crainiceanu ve Ruppert (2004) mAIC'nin asimptotik olarak yanlış olduğunu göstermiştir. Ayrıca, Greven ve Kneib (2010), lineer karışık modellerde mAIC'in gözlemler arasındaki bağımsızlık eksikliği ve açık olmayan parametre alanından dolayı Akaike bilgi kriterinin önyargılı bir tahminci olduğunu ileri sürmüştür. Vaida ve Blanchard (2005) tarafından tanımlanan koşullu AIC (cAIC) asimptotik olarak tarafsızdır (Maniatis, 2013).

$$cAIC = -2\log L + 2\rho \quad (3.51)$$

Burada  $\rho$ ; etkili serbestlik derecesidir (Hodges ve Sargent, 2001). Eğer veri dosyasında her hayvan için bir kayıt bulunuyorsa ( $n=1$ ) aşağıdaki gibi bulunmaktadır.

$$\rho = 1 + (N - 1)h^2 \quad (3.52)$$

Eğer her hayvan için birden fazla kayıt bulunuyorsa  $\rho$  ;

$$\rho = \frac{1 + (Nn - 1)h^2}{1 + (n - 1)h^2} \quad (3.53)$$

formülü ile hesaplanmaktadır. Burada;

$N$ ; hayvan sayısı ve

$n$ ; hayvan başına gözlem sayısını ifade etmektedir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Kuşaklara ait kuluçka sonuçları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Tüm kuşaklarda döllülük oranı, çıkış gücü ve kuluçka randımanı yüksek bulunmuştur. Erken, orta ve son dönem embriyo ölümü bakımından sayısal anlamda üçüncü kuşak diğer kuşaklara göre daha kötü, ancak yapılan analizler sonucunda istatistiksel olarak diğer kuşaklara benzer bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Çizelge 4.1. Kuşaklara ilişkin kuluçka sonuçları

Özellik	Kuşaklar			Genel
	1	2	3	
Toplam yumurta sayısı	571	625	600	1796
Döllü yumurta sayısı	536	605	563	1704
Çıkan civciv sayısı	489	512	510	1511
Döllülük oranı (%)	93.87	96.80	93.83	94.88
Çıkış gücü (%)	91.23	84.63	90.59	88.67
Kuluçka randımanı (%)	84.94	81.60	84.33	83.57
Erken dönem embriyo ölümü (%)	3.73	3.30	5.68	4.23
Orta dönem embriyo ölümü (%)	1.68	1.81	2.84	2.11
Son dönem embriyo ölümü (%)	3.35	5.95	6.57	5.34

Döllülük oranı ve kuluçka sonuçlarının, hayvanların genetik yapısı, yumurta özellikleri, depolama süresi, bakım-besleme ve sağlık koşulları, damızlık yaşı, damızlık hayvanların canlı ağırlığı, sürüdeki erkek/dişi oranı gibi hem genetik hem de çevre faktörlerinden etkilendiği bildirilmiştir (Erensayın, 2000; Koçak ve Özkan, 2000; Erensayın vd., 2002; Narahari vd., 2002; Çimrin ve İvgin Tunca, 2013).

Kuluçkalık veya damızlık yumurta ağırlığı, bıldırcın üretiminde kuluçkada verimliliği ve dolayısıyla ilerleyen dönemlerde işletme karlılığını etkileyen önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Yumurta ağırlığının kontrol edilmesi oldukça kolay olduğundan birçok araştırmacının yumurta ağırlığı ile kuluçka arasında ilişki kurmaya çalıştığı ifade edilmiştir. Kabul edilen yaygın

görüş, yüksek ve orta ağırlıktaki yumurtaların çıkış gücünün daha iyi olduğu yönündedir (Durmuş, 2014). Araştırmalarda genel olarak, bıldırcınlarda kuluçkalık olarak 10 g'ın üstündeki yumurtaların seçilmesinin daha uygun olacağı ifade edilmiştir (Yılmaz ve Çağlayan, 2008).

Çimrin ve İvgin Tunca (2013), çıkış gücünün ağır yumurtalarda (10.10-11.00 g) hafif yumurtalara göre (7.01-8.90 g) daha yüksek olduğunu (Sachdev vd., 1985) belirtmişlerdir. Sarıca ve Soley (1995) ise Japon bıldırcınlarında en yüksek döllülük oranı ve kuluçka randımanının 11.6 g ve daha ağır yumurtalardan, en yüksek çıkış gücünün 10.6-11.5 g ağırlığındaki yumurtalardan elde edildiğini, bu bulguların yanı sıra 9.5 g ve daha hafif yumurtalarda döllülük oranı, çıkış gücü ve kuluçka randımanının en düşük düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Şeker vd. (2004)'nin Japon bıldırcınlarında yürüttükleri bir diğer çalışmada ise, en yüksek çıkış gücünün 10.51-11.50 g ağırlığındaki yumurtalardan, en yüksek döllülük oranı ve kuluçka randımanının 11.51-12.50 g ağırlığındaki yumurtalardan elde edildiği bildirilmiştir. Şeker (2003)'in Japon bıldırcınlarındaki başka bir çalışmada, en yüksek çıkış gücünün 11.51-12.50 g ağırlığındaki yumurtalardan elde edildiği bildirilmiştir. Saylam (1999), Japon bıldırcınlarında, yüksek ağırlıktaki yumurtalardan ( $\geq 11.01$  g) daha düşük çıkış gücü elde edildiğini belirtmiştir.

Petek vd. (2005), yumurta ağırlığı arttıkça, kuluçka randımanı ve çıkış gücünün de arttığını belirtmişlerdir. Toplu vd. (2007), Kırmızıbayrak ve Altinel (2001)'in kuluçkalık Japon bıldırcını yumurtalarını 9-15 g arasında değişen ağırlıklarda gruplandıkları çalışmalarında, en yüksek döllülük oranı ve kuluçka randımanının 10-12 g ağırlığındaki yumurtalardan elde edildiğini, 1-14 günlük dönemdeki embriyonal ölüm oranı bakımından en yüksek oranın ise 9-10 g ağırlık grubunda olduğunu ifade etmişlerdir.

Sittmann vd. (1966), Japon bıldırcınlarında akrabalı yetiştirme depresyonunu araştırdıkları çalışmalarında, üçüncü kez tam kardeş kuşaklarının çiftleştirilmesinde (akrabalı yetiştirme katsayısı,  $F=0.5$ ), çıkış gücünde % 46 oranında bir düşüş gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Maternal akrabalı

yetiřtirmenin ise çıkıř gúcündeki her % 10'luk dűřűste % 3'lük bir paya sahip olduđunu tespit etmiřlerdir.

Yumurta verim dönemine başlama yaşının dişi ebeveynin canlı ağırlığı ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir (Brody vd., 1984). Aynı zamanda anne ağırlığı ve büyüme dönemi boyunca gelişimleri ilk yumurta ağırlığını etkilemektedir (Braz vd., 2011). Filho vd. (2016), Japon bildircinlerini 120-151 g arasında değişen canlı ağırlıkta gruplandırıdıkları alışmalarında, ilk yumurtlama (cinsi olgunluk) yaşının 44-52.67 günler arasında ve ilk yumurta ağırlığının 9.92-10.40 g arasında gerekleştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, en erken cinsi olgunluk yaşi ve en ağır ilk yumurta ağırlığının en ağır gruptan elde edildiğini, bunun tersi olarak en ge cinsi olgunluk yaşi ve en hafif ilk yumurta ağırlığının en hafif dişilerde görüldüğünü belirtmişlerdir. Camci vd. (2002) ise bu bulguların aksine, alışmalarındaki 221.6-245.0 g aralığında değişen canlı ağırlık gruplarında eşeysel olgunluk yaşının 36-56 günler arasında gerekleştiğini ve ağır bildircinlerin daha ge cinsi olgunluk yaşına ulaştıklarını bildirmişlerdir.

alışmada kullanılan üç kuşağa göre eşeysel olgunluk yaşi, eşeysel olgunluk ağırlığı ve ilk yumurta ağırlığına ait tanıtıcı istatistikler ve Tukey oklu karşılaştırma test sonuçları izelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Kuşaklara göre eşeyssel olgunluk yaşı, eşeyssel olgunluk ağırlığı ve ilk yumurta ağırlığına ait tanıtıcı istatistikler ve Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları\*

Özellik <sup>a</sup>	Kuşaklar						Genel	
	1		2		3			
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.
EOY (gün)	41.27±0.2 <sup>c</sup>	36-52	43.92±0.4 <sup>a</sup>	35-62	42.70±0.4 <sup>b</sup>	34-59	42.6±0.2	34-62
EOA(g)	242.6±1.9 <sup>b</sup>	187.3-306.1	253.7±2.1 <sup>a</sup>	175.1-311.4	255.6±2.3 <sup>a</sup>	139.1-334.1	250.66±1.2	139.1-334.1
İYA (g)	9.53±0.1 <sup>b</sup>	5.2-16.5	9.70±0.5 <sup>b</sup>	5.5-17.3	10.4±0.1 <sup>a</sup>	4.9-17.5	9.88±0.09	4.9-17.5

\*: farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $P<0.05$ ),  $\bar{X}$  ; ortalama,  $S\bar{X}$  ; standart hata, Min.-Mak. ; minimum ve maksimum değerleri ifade etmektedir ve a: EOY; eşeyssel olgunluk yaşı, EOA; eşeyssel olgunluk ağırlığı, İYA; ilk yumurta ağırlığı, kuşaklara ait gözlem sayıları sırasıyla  $n_1=148$ ,  $n_2=147$ ,  $n_3=148$  ve  $n_6=442$ 'dir.

Çalışmada, Çizelge 4.2'den anlaşılacağı gibi eşeyssel olgunluk yaşı, eşeyssel olgunluk ağırlığı ve ilk yumurta ağırlığı bakımından generasyonlar arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Çalışmada, eşeyssel olgunluk yaşının 34-62 günler arasında değiştiği görülmüştür. İlk yumurta ağırlığı ise 4.9 g ile 17.5 g arasında yüksek varyasyon göstermiştir. Hanusová vd. (2016), Japon bıldırcınlarının 35-42 günlük yaşlarda cinsi olgunluk yaşına ulaştıklarını, yumurtlamanın düzene girerek yumurta verim dönemine girmelerinin ise 42-49. yaştaki günler arasında gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Erken cinsi olgunluk yaşının ve özellikle düşük cinsi olgunluk ağırlığının ise yumurta büyüklüğünü olumsuz etkilediği bilinmektedir (Harrison vd., 1969; Bell vd., 1982; Summers ve Leeson, 1983). Nasar vd. (2016), ortalama ana ağırlıklarını 145.0±0.12, 110.0±0.07, 120.0±0.22, ve 128.0±0.17 g olarak gruplandırdıkları çalışmalarında, ağırlık gruplarına ilişkin ilk yumurtlama yaşını sırasıyla 46.0±0.04, 42.0±0.31, 42.0±0.09 ve 45.2±0.05 gün olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada eşeyssel olgunluk yaşı Nasar vd. (2016)'nın bulgusuna benzerlik gösterirken (ortalama 42.6 gün), eşeyssel olgunluk ağırlığı (250.66 g) oldukça yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmadaki damızlık yumurta ağırlığı ve civciv özelliklerine ait tanıtıcı istatistikler ve Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Damızlık yumurta ağırlığı ve civciv özelliklerine ait tanıtıcı istatistikler ve Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları\*

Özellik <sup>a</sup>	Kuşaklar						Genel	
	1		2		3			
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.
Damızlık yumurta ağırlığı (g)	12.24±0.05 <sup>a</sup>	9.6-15.2	12.10±0.04 <sup>ab</sup>	9.4-15.0	12.05±0.04 <sup>b</sup>	9.9-14.2	12.13±0.02	9.4-15.2
Çıkış ağırlığı (g)	8.71±0.04	6.5-11.1	8.61±0.03	6.6-10.6	8.73±0.03	6.3-10.8	8.68±0.02	6.3-11.1
Bir haftalık yaştaki ağırlık (g)	29.08±0.1	20.1-37.9	29.37±1.5	17.8-39.5	29.50±0.1	22.0-38.1	29.32±0.09	17.8-39.5
İki haftalık yaştaki ağırlık (g)	75.24±0.6 <sup>b</sup>	28.7-119.8	64.24±0.4 <sup>c</sup>	36.0-108.0	84.99±0.7 <sup>a</sup>	25.1-123.0	74.0±0.4	25.1-123.0
Üç haftalık yaştaki ağırlık (g)	118.1±0.7 <sup>b</sup>	53.4-170.3	112.1±0.6 <sup>c</sup>	54.3-142.9	127.4±0.9 <sup>a</sup>	53.7-164.3	118.9±0.4	53.4-170.3
Dört haftalık hafta ağırlık (g)	161.7±1.0 <sup>b</sup>	84.1-240.6	161.7±1.0 <sup>b</sup>	74.7-212.7	168.2±0.9 <sup>a</sup>	88.9-209.1	163.7±0.6	74.7-240.6
Birinci hafta canlı ağırlık artışı (g)	20.36±0.1	9.8-29.3	20.75±0.1	8.6-31.6	20.70±0.1	12.2-30.3	20.63±0.09	8.6-31.6
İkinci hafta canlı ağırlık artışı (g)	46.1±0.7 <sup>b</sup>	12.5-93.6	34.8±0.4 <sup>c</sup>	11.2-82.0	55.4±0.8 <sup>a</sup>	17.6-93.4	44.7±0.4	11.2-93.6
Üçüncü hafta canlı ağırlık artışı (g)	42.8±0.4 <sup>b</sup>	8.8-75.0	47.9±0.4 <sup>a</sup>	7.2-73.5	43.7±0.4 <sup>b</sup>	5.3-109.6	44.9±0.2	7.2-109.6
Dördüncü hafta canlı ağırlık artışı (g)	43.7±0.5 <sup>b</sup>	7.5-94.1	49.6±0.7 <sup>b</sup>	9.7-83.0	40.7±0.2 <sup>a</sup>	18.0-63.6	44.8±0.3	7.5-94.1
Çıkış uzunluğu (cm)	11.44±0.02 <sup>b</sup>	9.1-12.6	11.69±0.01 <sup>a</sup>	10.2-12.7	11.69±0.02 <sup>a</sup>	10.0-13.0	11.61±0.01	9.1-13.0
Bir haftalık yaştaki vücut uzunluğu (cm)	16.81±0.01	16.2-17.2	16.8±0.01	16.3-17.5	16.8±0.01	16.2-17.5	16.82±0.01	16.2-17.5
İki haftalık yaştaki vücut uzunluğu (cm)	22.84±0.06 <sup>c</sup>	18.1-25.9	21.76±0.04 <sup>b</sup>	18.7-27.8	24.14±0.07 <sup>a</sup>	16.8-27.2	22.83±0.04	16.8-27.8
Üç haftalık yaştaki vücut uzunluğu (cm)	26.19±0.05 <sup>c</sup>	21.2-29.0	26.51±0.05 <sup>b</sup>	22.1-28.9	27.63±0.07 <sup>a</sup>	21.4-30.8	26.76±0.03	21.2-30.8
Dört haftalık yaştaki vücut uzunluğu (cm)	28.34±0.05 <sup>b</sup>	23.0-32.1	29.41±0.04 <sup>a</sup>	22.7-32.6	29.59±0.06 <sup>a</sup>	23.5-31.9	29.11±0.03	22.7-32.6
Birinci hafta vücut uzunluğu artışı (cm)	5.36±0.02 <sup>a</sup>	3.9-7.9	5.13±0.02 <sup>b</sup>	3.7-6.7	5.13±0.02 <sup>b</sup>	3.8-6.7	5.20±0.01	3.7-7.9
İkinci hafta vücut uzunluğu artışı (cm)	6.02±0.06 <sup>b</sup>	1.4-9.1	4.94±0.04 <sup>c</sup>	1.7-11.0	7.3±0.08 <sup>a</sup>	1.2-10.3	6.01±0.04	1.2-11.0
Üçüncü hafta vücut uzunluğu artışı (cm)	3.35±0.04 <sup>c</sup>	0.8-6.3	4.75±0.02 <sup>a</sup>	0.7-6.7	3.60±0.04 <sup>b</sup>	1.1-9.7	3.9±0.02	0.7-9.7
Dördüncü hafta vücut uzunluğu artışı (cm)	2.15±0.04 <sup>b</sup>	0.6-5.9	2.89±0.03 <sup>a</sup>	0.3-5.0	1.95±0.01 <sup>c</sup>	0.8-3.7	2.3±0.02	0.3-5.9

\*: farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $P<0.05$ ),  $\bar{X}$ ; ortalama,  $S\bar{X}$ ; standart hata, Min.-Mak.; minimum ve maksimum değerleri ifade etmektedir ve a: kuşaklara ait gözlem sayıları sırasıyla  $n_1=391$ ,  $n_2=417$ ,  $n_3=376$  ve  $n_C=1184$ 'dür.

Bu çalışmada, damızlık yumurta ağırlığı, çıkış uzunluğu, iki haftalık yaştaki ağırlık, iki haftalık yaştaki vücut uzunluğu, üç haftalık yaştaki ağırlık, üç haftalık yaştaki vücut uzunluğu, dört haftalık yaştaki ağırlık, dört haftalık yaştaki vücut uzunluğu, ikinci hafta canlı ağırlık artışı, üçüncü haftalık yaştaki canlı ağırlık artışı, dördüncü haftalık yaştaki canlı ağırlık artışı, birinci hafta vücut uzunluğu artışı, ikinci hafta vücut uzunluğu artışı, üçüncü hafta vücut uzunluğu artışı ve dördüncü hafta vücut uzunluğu artışı ( $P<0.05$ ) özellikleri bakımından kuşaklar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çıkış ağırlığı ( $P=0.051$ ), bir haftalık yaştaki canlı ağırlık ( $P=0.161$ ), bir haftalık yaştaki vücut uzunluğu ( $P=0.556$ ) ve birinci haftalık yaştaki canlı ağırlık artışı ( $P=0.137$ ) bakımından kuşakların etkisi istatistiksel olarak önemsizdir.

Kuluçka boyunca, embriyonun yumurta sarısını kullanarak enerji ürettiği ve kuluçka sonunda her zaman bir miktar yumurta sarısı kaldığı bildirilmiştir. Kalan yumurta sarısı çıkıştan hemen önce vücut içine çekilmektedir ve ilk günlerde civcivlerin enerji ihtiyacını karşılayabilmektedir. Dolayısıyla, çıkıştan hemen sonra tartılan ağırlık civciv ağırlığının yanında, embriyoda enerji ihtiyacı için kullanılmayan artık yumurta sarısını da içermektedir (Ketels, 2011). Molenaar ve Reijrink (2006), damızlık etlik piliçlerde yürüttükleri çalışmalarında, civciv uzunluğu ile organ gelişimi (kalp, karaciğer ve dalak) arasında pozitif ilişkinin bulunduğunu ve uzun civcivlerin kısa civcivlere göre büyüme potansiyellerinin daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Petek vd. (2009), etlik piliç, bildircin ve yumurtacı tavuklara ait civcivlerin günlük yaştaki ağırlık ve uzunlukları arasındaki ilişkileri irdeledikleri çalışmalarında, günlük yaştaki civcivlerde canlı ağırlık yerine beden uzunluğunun büyüme potansiyelini belirleme amacı ile kullanılmasının daha yararlı olabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Etlik piliçlerde yapılan çalışmalar (Hill, 2001; Wolanski vd. 2003, Meijerhof, 2006; Molenaar vd., 2007) ilerleyen yaşlardaki ağırlığa ilişkin performansın belirlenmesinde civciv ağırlığının yanında civciv uzunluğunun da önemli bir ölçüt olabileceğini ve 42 günlük yaştaki ağırlık ile civciv uzunluğu arasında yüksek oranda pozitif korelasyonun bulunduğunu göstermiştir. Hill (2001) de, kısa



civcivlerin ilk haftadaki mortaliteyi artırdığını ve kuluçkahanelerde sorunlara neden olduğunu bildirmiştir.

Hill (2001), civciv uzunluğunun sürü yaşından etkilendiğini bildirmiştir. Dolayısıyla, ancak aynı yaş grubundaki sürülerden elde edilen civcivlerin karşılaştırılabileceği anlaşılmaktadır. Çalışmada üç kuşakda da 10-11 haftalık yaştaki anne ve babadan elde edilen yumurtalar kullanılmıştır.

Hoys ve Spear (1951), kuluçka boyunca yumurtadaki % 6.5-12 oran aralığındaki nem kaybının çıkış gücünü olumsuz yönde etkilemediğini, ancak nem kaybının % 12'yi geçmesi halinde çıkış gücünde azalma olacağını bildirmişlerdir. Şeker (2003) de normal büyüklükte bir civciv elde edilmesi için taze yumurta ağırlığının yaklaşık % 11-13'ünün buharlaşması gerektiğini ifade etmiştir. Yazar ayrıca, buharlaşmanın fazla olması durumunda, civcivin çok küçük, buharlaşmanın az olmasında ise civcivin normalden çok büyük olabileceğini, her iki durumda da embriyonun çok zayıf olduğunu ve kuluçka randımanının düştüğünü ve kaliteli olmayan civciv üretildiğini belirtmiştir.

Toplu vd. (2007), Japon bıldırcınlarında kuluçkalık yumurtaların değişik ağırlık gruplarına ayrılarak kuluçka işlemine tabi tutulan araştırmalarda, kuluçkalık yumurta ağırlığının civciv çıkış ağırlığı üzerinde önemli etkisinin gösterildiğini ve bu çalışmalarda yumurta ağırlığının artmasına paralel olarak civciv çıkış ağırlığının da arttığını ifade etmişlerdir (Nazlıgöl vd., 2005; Özcan vd., 2001; Petek vd., 2005; Şeker vd., 2004; Yıldırım ve Yetişir, 1998). Çağlayan ve İnal (2006), 8-10 haftalık yaştaki bıldırcınlardan elde ettikleri yumurtaları kullandıkları çalışmalarında, yumurta ağırlığı arttıkça civciv çıkış ağırlığının da arttığını ve bu durumun ileriki dönemlerdeki canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışına yansıdığını belirlemişlerdir. Yılmaz ve Çağlayan (2008) Japon bıldırcınlarında yürüttükleri çalışmalarında, çıkan tüm civcivlerin çıkış ağırlığı ile yumurta ağırlığı arasında önemli ve yüksek oranda korelasyonun (0.902) bulunduğunu tespit etmişlerdir. Dere vd. (2005) de Japon bıldırcınlarında yürüttükleri çalışmalarında, kuluçkalık yumurta ağırlığı ile civciv çıkış ağırlığı arasında daha düşük (0.47) düzeyde olmasına karşın, pozitif yönlü önemli bir ilişkinin olduğunu

tespit etmişlerdir. Cıvciv kalitesinin belirlenmesinde bir ölçüt olarak, kuluçkadaki nem kaybının yanı sıra cıvciv çıkışından sonra kabuk ağırlığının dikkate alınmadığı cıvciv çıkış ağırlığının yumurta ağırlığına oranının da kullanıldığı bildirilmektedir. Wilson (1991), çıkış ağırlığının yumurta ağırlığına oranını % 70.8-72.2 aralığında olduğunu belirtmiştir.

Bu çalışmada kullanılan üç kuşağa göre çıkış ağırlığının yumurta ağırlığına oranının tanıtıcı istatistikleri ve Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4. 4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Kuşaklara göre çıkış ağırlığının yumurta ağırlığına oranının tanıtıcı istatistikleri ve Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları\*

Kuşaklar <sup>a</sup>						Genel	
1		2		3			
$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min-Mak.
0.713±0.003 <sup>b</sup>	0.532-0.950	0.712±0.001 <sup>b</sup>	0.486-0.822	0.724±0.001 <sup>a</sup>	0.520-0.884	0.716±0.001	0.486-0.950

\*: farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $P < 0.05$ ) \*:  $\bar{X}$  ; ortalama,  $S\bar{X}$  ; standart hata, Min.-Mak. ; minimum ve maksimum değerleri ifade etmektedir ve a: kuşaklara ait gözlem sayıları sırasıyla  $n_1=391$ ,  $n_2=417$ ,  $n_3=376$  ve  $n_G=1184$ 'dür.

Çizelge 4. 4'den de görüleceği gibi çalışmada çıkış ağırlığının yumurta ağırlığına oranı kuşaklara göre önemli bulunmuştur. Tüm kuşakların birlikte değerlendirildiği orana ilişkin değer % 71.6 olarak bulunurken, üçüncü kuşakta Wilson (1991)'un bildirişinden yüksek olarak % 72.4 olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada yumurta ağırlığı bakımından kuşaklar arasındaki fark önemli ve birinci kuşakda 12.24±0.05 g, ikinci kuşakda 12.10±0.04 g ve üçüncü kuşakda 12.05±0.04 g olarak bulunmuştur. Çıkış ağırlığı ise kuşaklar açısından önemli olmamakla birlikte tüm kuşaklara ilişkin genel olarak 8.68±0.02 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Gencev (2012), iki bildircin ırkına ait (Pharaoh ve Manchurian Golden) yumurtlama başlangıcından itibaren 7 üretim ayı boyunca yumurtlanan

yumurtaları kullandığı çalışmasında, Pharaoh bildircininin ortalama yumurta ağırlığını  $13.71 \pm 0.022$ , Manchurian Golden bildircininin ise önemli derece daha düşük olarak  $13.25 \pm 0.029$  g bulmuştur. Yılmaz ve Çağlayan (2008), 10-12 haftalık yaştaki farklı renklerdeki (beyaz, kahverengi ve kırçıl) bildircinlerden elde etikleri yumurtaları kullandıkları çalışmalarında, tüm yumurtaları bir arada değerlendirdiklerinde yumurta ağırlığını ortalama  $12.51 \pm 0.06$  ve çıkış ağırlığını  $8.47 \pm 0.05$  olarak tespit etmişlerdir. Kaye vd. (2016), çalışmalarının seleksiyon yapılmamış temel popülasyonunda Japon bildircinlerinin yumurta ağırlığını  $12.5 \pm 1.22$  olarak bildirmiştir. Bu çalışmada üç kuşak boyunca elde edilen damızlık yumurta ağırlığı ( $12.13 \pm 0.02$ ), bu değerlerden düşük bulunmuştur.

Bu çalışmada ortalama  $8.68 \pm 0.02$  g olarak bulunan çıkış ağırlığı, Saatci vd. (2003)'nin  $7.61 \pm 0.03$ , Karadavut ve Taşkın (2014)'in dişi ve erkeklerde sırasıyla  $7.42$  ve  $7.34$ , Momoh vd. (2014)'nin  $5.74 \pm 1.10$ , Kaplan vd. (2015)'nin  $7.83 \pm 0.03$  g olarak bulduğu değerlerden yüksek, Balcıoğlu vd. (2005)'nin dişi ve erkeklerde sırasıyla  $8.33 \pm 0.03$  ve  $8.31 \pm 0.03$ , Sezer (2007a)'in  $8.2 \pm 0.02$ , Sarı (2010)'nin  $8.61 \pm 0.023$  ve Lotfi vd. (2011)'nin  $8.91$  g olarak bulduğu değerlere nispeten benzerdir.

Çalışmada bir haftalık yaştaki ağırlık  $29.32 \pm 0.09$  g olarak bulunmuştur. Bu değer Saatci vd. (2003) ( $19.25 \pm 0.12$ ) Sezer (2007a) ( $23.8 \pm 0.12$ ), Sarı (2010) ( $22.84 \pm 0.144$ ), Balcıoğlu vd. (2005) (dişilerde;  $28.1 \pm 0.1$ , erkeklerde  $27.8 \pm 0.1$ ), Karadavut ve Taşkın (2014) (dişilerde;  $24.36$ , erkeklerde  $23.86$ ) ve Kaplan vd. (2015) ( $22.80 \pm 0.16$ )'nin bulduğu değerlerden yüksek, Lotfi (2011) ( $32.2$ )'den düşük bulunmuştur.

Bu çalışmada iki haftalık yaştaki ağırlık ortalama olarak  $74.0 \pm 0.4$  g bulunmuştur. Bu değer Saatci vd. (2003) ( $41.86 \pm 0.32$ ), Sezer (2007a) ( $54.9 \pm 0.25$ ), Sarı (2010) ( $55.94 \pm 0.328$ ), Balcıoğlu vd. (2005) (dişilerde;  $59.9 \pm 0.3$ , erkeklerde  $58.5 \pm 0.3$ ), Karadavut ve Taşkın (2014) (dişilerde;  $54.67$ , erkeklerde  $52.61$ ) ve Kaplan vd. (2015) ( $51.14 \pm 0.33$ )'nin bulduğu değerlerden yüksek, Lotfi (2011) ( $72.6$ )'ye benzer bulunmuştur.

Çalışmada üç haftalık yaştaki ağırlık  $118.9 \pm 0.4$  g olarak bulunmuştur. Bu değer Saatci vd. (2003) ( $75.02 \pm 0.51$ ) Sezer (2007a) ( $97.3 \pm 0.36$ ), Sarı (2010) ( $98.08 \pm 0.440$ ), Balcioğlu vd. (2005) (dişilerde;  $103.1 \pm 0.5$ , erkeklerde  $98.8 \pm 0.4$ ), Karadavut ve Taşkın (2014) (dişilerde; 87.54, erkeklerde 84.29) ve Kaplan vd. (2015) ( $81.54 \pm 0.49$ )'nin bulduğu değerlerden yüksek, Lotfi (2011) (124.0)'den düşük bulunmuştur.

Çalışmada dört haftalık yaştaki ağırlık  $163.9 \pm 0.4$  g olarak bulunmuştur. Bu değer Saatci vd. (2003) ( $112.78 \pm 0.70$ ), Sezer (2007a) ( $134.0 \pm 0.44$ ), Sarı (2010) ( $140.43 \pm 0.470$ ), Balcioğlu vd. (2005) (dişilerde;  $140.5 \pm 0.5$ , erkeklerde  $134.0 \pm 0.4$ ), Karadavut ve Taşkın (2014) (dişilerde; 107.64, erkeklerde 103.55) ve Kaplan vd. (2015) ( $116.50 \pm 0.62$ )'nin bulduğu değerlerden yüksek, Lotfi (2011) (171.0)'den düşük bulunmuştur.

Çalışmada birinci haftadan dördüncü haftaya kadar haftalık olarak canlı ağırlık artışına ait değerler tüm kuşaklar birlikte değerlendirildiğinde genel bir ortalama olarak sırasıyla;  $20.63 \pm 0.09$  (0-7 gün),  $44.7 \pm 0.4$  (8-14 gün),  $44.9 \pm 0.2$  (15-21) ve  $44.8 \pm 0.3$  (22-28) olarak bulunmuştur. Aggrey ve Cheng (1994), bahsedilen özelliklere ilişkin değerleri sırayla;  $28.3 \pm 0.29$ ,  $46.2 \pm 4.8$ ,  $46.8 \pm 6.9$  ve  $50.1 \pm 7.1$  olarak bildirmiştir. Bu çalışmada birinci ve dördüncü haftalardaki canlı ağırlık artışı Aggrey ve Cheng (1994)'den düşük, ikinci ve üçüncü haftalardaki canlı ağırlık artışı Aggrey ve Cheng (1994)'e benzer bulunmuştur. Aynı özelliklere ilişkin en küçük kareler ortalamasını Momoh vd. (2014) çalışmalarında sırayla  $0.74 \pm 0.05$ ,  $1.83 \pm 0.05$ ,  $1.58 \pm 0.09$  ve  $2.87 \pm 0.13$  olarak hesaplamıştır.

Bu çalışmada kullanılan yumurta özelliklerine ait tanıtıcı istatistikler ve Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4. 5. Yumurta özelliklerine ait tanıttıcı istatistikler ve Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları\*

Özellik <sup>a</sup>	Kuşaklar						Genel	
	1		2		3			
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min.-Mak.
Yumurta ağırlığı (g)	11.98±0.05 <sup>b</sup>	9.78-14.49	11.85±0.05 <sup>b</sup>	9.76-16.27	12.28±0.06 <sup>a</sup>	7.94-16.32	12.04±0.03	7.94-16.32
Kabuk ağırlığı (g)	1.49±0.008 <sup>ab</sup>	0.95-1.99	1.47±0.01 <sup>b</sup>	0.72-2.65	1.52±0.01 <sup>a</sup>	0.82-2.54	1.49±0.006	0.72-2.65
Sarı ağırlığı (g)	3.92±0.02 <sup>b</sup>	2.87-4.94	4.03±0.02 <sup>a</sup>	2.77-5.95	4.10±0.03 <sup>a</sup>	2.84-5.62	4.03±0.01	2.77-5.95
Ak ağırlığı (g)	6.55±0.03 <sup>a</sup>	5.11-8.44	6.33±0.03 <sup>b</sup>	4.98-7.56	6.64±0.03 <sup>a</sup>	4.19-9.19	6.51±0.02	4.19-9.19
Şekil indeksi (%)	78.80±0.1	73.14-84.64	78.80±0.1	71.56-83.49	78.49±0.1	72.38-84.71	78.70±0.06	71.56-84.71
Uzama (cm)	1.27±0.002	1.18-1.37	1.26±0.001	1.20-1.40	1.27±0.002	1.18-1.38	1.27±0.001	1.18-1.40
Yumurta genişliği (mm)	26.47±0.04 <sup>b</sup>	24.07-28.33	26.42±0.04 <sup>b</sup>	24.08-28.32	26.69±0.05 <sup>a</sup>	23.13-29.44	26.53±0.02	23.13-29.44
Yumurta uzunluğu (mm)	33.61±0.07 <sup>b</sup>	30.85-37.07	33.55±0.07 <sup>b</sup>	30.60-36.81	34.02±0.07 <sup>a</sup>	28.91-37.38	33.72±0.04	28.91-37.38
Kabuk oranı (%)	12.67±0.07	8.76-18.09	12.64±0.07	6.90-20.71	12.58±0.08	7.92-16.85	12.63±0.04	6.90-20.71
Sarı oranı (%)	32.76±0.1 <sup>c</sup>	27.34-37.46	34.01±0.1 <sup>a</sup>	26.02-40.40	33.42±0.1 <sup>b</sup>	28.61-40.28	33.43±0.07	26.02-40.40
Ak oranı (%)	54.61±0.1 <sup>a</sup>	48.64-59.97	53.31±0.1 <sup>c</sup>	43.36-60.37	54.00±0.1 <sup>b</sup>	47.95-59.06	53.94±0.07	43.36-60.37
Ak konsantrasyonu (brix)	16.23±0.03 <sup>b</sup>	14.90-17.90	16.73±0.1 <sup>a</sup>	15.20-18.30	16.19±0.02 <sup>b</sup>	14.90-17.50	16.36±0.01	14.90-18.30
Kabuk kalınlığı (mm)	0.194±0.001 <sup>ab</sup>	0.130-0.264	0.192±0.001 <sup>b</sup>	0.104-0.371	0.199±0.001 <sup>a</sup>	0.104-0.324	0,195±0008	0,104-0.371
Yumurta hacmi (cm <sup>3</sup> )	12.36±0.06 <sup>b</sup>	9.36-14.94	12.29±0.06 <sup>b</sup>	9.29-15.41	12.73±0.07 <sup>a</sup>	8.11-16.96	12.46±0.04	8.11-16.96
Kabuk yüzey alanı (cm <sup>2</sup> )	25.04±0.07 <sup>b</sup>	22.08-28.57	24.86±0.08 <sup>b</sup>	22.07-30.83	25.45±0.09 <sup>a</sup>	19.22-30.58	25.12±0.05	19.22-30.83
Kabuk yoğunluğu (mg/cm <sup>2</sup> )	47.88±0.7 <sup>b</sup>	44.92-51.23	47.06±0.8 <sup>b</sup>	44.90-53.26	48.27±0.9 <sup>a</sup>	41.83-53.04	47.95±0.4	41.83-53.26

\*: farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $P<0.05$ ),  $\bar{X}$  ; ortalama,  $S\bar{X}$  ; standart hata, Min.-Mak. ; minimum ve maksimum değerleri ifade etmektedir ve a: kuşaklara ait gözlem sayıları sırasıyla  $n_1=246$ ,  $n_2=286$ ,  $n_3=269$  ve  $n_G=801$ 'dir.

Şekil indeksi ( $P=0.102$ ) veya uzama ( $P=0.108$ ) ve kabuk oranı ( $P=0.718$ ) bakımından kuşaklar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Diğer tüm yumurta özellikleri üzerinde kuşağın etkisi önemlidir ( $P<0.001$ ). Çalışmada yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, sarı ağırlıklılığı ve ak ağırlığı ortalamaları sırasıyla  $12.04\pm 0.03$ ,  $1.49\pm 0.006$ ,  $4.03\pm 0.01$  ve  $6.51\pm 0.02$  g olarak bulunmuştur. Kabuk oranı, sarı oranı ve ak oranına ilişkin ortalamalar da sırasıyla %  $12.63\pm 0.04$ ,  $33.43\pm 0.07$  ve  $53.94\pm 0.07$  olarak bulunmuştur. Kuluçka sonuçlarını değiştirerek civiciv kalitesi üzerinde etkili en önemli özelliklerden biri olan kabuk kalınlığı ortalama  $0,195\pm 0008$  mm ( $195 \mu\text{m}$ ) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Şekil indeksi (%) veya farklı birimden ifadesiyle uzama (cm) özelliklerine ilişkin değerler  $78.70\pm 0.06$  ve  $1.27\pm 0.001$  olarak bulunmuştur. Bu özelliklerin belirlenmesinde kullanılan yumurta genişliği ve yumurta uzunluğu ve yine bunlardan hesaplanabilen yumurta hacmi sırasıyla ortalama olarak  $26.53\pm 0.02$ ,  $33.72\pm 0.04$  mm ve  $12.46\pm 0.04$  cm<sup>3</sup>tür. Yumurta ağırlığından faydalanılarak hesaplanabilen kabuk yüzey alanı (cm<sup>2</sup>) ve birim alandaki kabuk ağırlığını açıklayan kabuk yoğunluğu (mg/cm<sup>2</sup>) ortalama olarak sırayla  $25.12\pm 0.05$  ve  $47.95\pm 0.4$  olarak bulunmuştur. Sıvılarda çözünen katı maddenin refraktometre değeri olarak dikkate alınan ak konsantrasyonu ortalama olarak  $16.36\pm 0.01$  brix olarak bulunmuştur.

Hrnčár vd. (2014), yumurta ve et tipi olmak üzere farklı genotipteki bıldırcınların yumurta iç ve dış kalite özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, yumurta ağırlığı (g), yumurta şekil indeksi (%), membranlı kabuk ağırlığı (g) ve kabuk yüzdesi (%)'ni yumurta tipinde sırasıyla;  $11.48 \pm 1.72$ ,  $76.70 \pm 0.67$ ,  $1.02 \pm 0.05$  ve  $8.88 \pm 0.26$ , et tipinde sırasıyla;  $13.06 \pm 2.05$ ,  $78.18 \pm 0.69$ ,  $1.16 \pm 0.07$  ve  $8.89 \pm 0.25$  olarak hesaplamışlardır. Bu çalışmada yumurta ağırlığı yumurta tipi ve et tipi yumurta ağırlığının değerleri arasında bulunmuştur. Şekil indeksi çok az yüksek bulunurken (% 78.70), kabuk ağırlığı daha düşük (1.49 g) bulunmuştur. Hrnčár vd. (2014)'nin aynı çalışmalarında yumurta ağırlığı, yumurta şekil indeksi ve kabuk ağırlığı, et tipi bıldırcınlara ait yumurtalarda istatistiksel olarak daha yüksek bulunurken, kabuk oranı bakımından genotipler arasında fark

bulunmamıştır. Çalışmalarında ak ağırlığı (g), ak yüzdesi (%), sarı ağırlığı (g) ve sarı yüzdesi (%) gibi yumurta iç kalite özellikleri sırasıyla yumurta tipinde;  $6.75 \pm 0.24$ ,  $58.78 \pm 0.55$ ,  $3.72 \pm 0.11$  ve  $32.43 \pm 0.48$ , et tipinde  $7.52 \pm 0.31$ ,  $58.39 \pm 0.52$ ,  $4.28 \pm 0.14$  ve  $35.84 \pm 0.56$  olarak bildirilmiştir. Ayrıca, ak ağırlığı, sarı ağırlığı ve sarı yüzdesinin et tipi bildircin yumurtalarında daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada sarı ağırlığı bu bulgulardan düşük (4.03 g) değer alırken, ak ağırlığı (6.51 g) benzer, ancak ak oranı bakımından (% 53.04) düşük değerlere sahiptir.

Sürünün yaşlanmasıyla, sarı oranında artışın gözlemlendiği, ak ve kabuk oranında ise azalışın meydana geldiği bildirilmiştir (Suarez vd., 1997; Peebles vd., 2001). Çalışmada üç kuşak boyunca aynı yaş grubundaki (10 haftalık yaş) sürüden elde edilen yumurtalara ait ak, sarı ve kabuk ağırlıkları kullanıldığından sürü yaşından kaynaklanabilecek varyasyon giderilmeye çalışılmıştır. Ayrıca tüm kuşaklara benzer bakım-besleme koşulları uygulanmaya çalışılmıştır.

Hanusová vd. (2016)'nin üç kuşak boyunca ergin canlı ağırlığı için seleksiyona tabi tuttıkları etçi tip Japon bildircini hattı ile seleksiyon uygulamadıkları etçi tip kontrol hattını çeşitli yumurta kalite özellikleri bakımından karşılaştırdıkları çalışmalarında, yumurta ağırlığı seleksiyon uygulanan hatta ( $13.259 \pm 0.097$  g) kontrol grubuna göre ( $12.203 \pm 0.119$  g) önemli derecede yüksek bulunmuştur. Çalışmada değerlendirilen yumurta dış kalite özellikleri bakımından, seleksiyon uygulanan hatta kontrol hattına göre yumurta genişliği ( $2.659 \pm 0.008 > 2.598 \pm 0.008$  cm), yumurta uzunluğu ( $3.487 \pm 0.016 > 3.317 \pm 0.019$  cm), yumurta şekil indeksi ( $1.312 \pm 0.007 > 1.277 \pm 0.007$  cm), kabuk ağırlığı ( $1.211 \pm 0.010 > 1.122 \pm 0.011$  g), daha yüksek bulunmuştur. Ancak kontrol hattında yumurta şekil indeksi (%  $78.575 \pm 0.420 > 76.451 \pm 0.388$ ), kabuk yüzdesi (%  $9.200 \pm 0.036 > 9.128 \pm 0.022$ ) ve ortalama kabuk kalınlığı ( $259.800 \pm 1.489 > 257.600 \pm 1.489$   $\mu$ m) daha yüksek bulunmuştur. Aynı çalışmada, yumurta iç kalite özellikleri bakımından da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Seleksiyon uygulanan hatta, kontrol hattına göre ak ağırlığı ( $8.157 \pm 0.070 > 7.379 \pm 0.090$  g), ak yüzdesi (%  $61.475 \pm 0.434 > 60.643 \pm 0.557$ ), sarı ağırlığı ( $3.891 \pm 0.042 > 3.684 \pm 0.040$  g) istatistiksel olarak daha

yüksek, ancak sarı yüzdesi ( $29.358 \pm 0.258 < 30.292 \pm 0.281$ ) bakımından daha düşük bulunmuştur.

Gencev (2012), Pharaoh ve Manchurian Golden bıldırcınlarında yumurtlamanın ilk üç ayı boyunca, ırklarda sırasıyla, yumurta uzun ekseninin  $3.8-4.3$ , kısa ekseninin  $2.8$ , yumurta hacminin  $8.9-9.3$  ve yumurta kabuk ağırlığının  $6.2-6.3$  oranında yüksek hızda arttığını bildirmiştir. Yumurtanın uzun eksenindeki artışın kısa eksenine göre daha fazla olması, bu süre sonunda yumurta şekil indeksinin Pharaoh bıldırcınında  $1.1$ , Manchurian Golden bıldırcınında  $1.9$  önemli derecede daha düşük olmasına neden olduğu ifade edilmiştir. Yumurtlama döneminin 4-7 ayları boyunca her iki ırka ait yumurta şekil indeksi  $76.8-77.4$  aralığında değişmiştir. Aynı çalışmada, yumurta şekil indeksi, ilk 7 aylık yumurtlama dönemi için, Pharaoh bıldırcınında  $77.36 \pm 0.084$  ve Manchurian Golden bıldırcınında  $77.14 \pm 0.088$  olarak belirlenmiştir. On ile oniki haftalık yaştaki üç farklı renkteki bıldırcın varyetesinden (beyaz, kahverengi ve kırçıl) elde edilen yumurtaların birlikte değerlendirildiği başka bir çalışmada yumurta şekil indeksi  $78.28 \pm 0.16$  olarak tespit edilmiştir (Yılmaz ve Çağlayan, 2008).

Japon bıldırcınlarına ait yumurta şekil indeksini (%), Sato vd. (1989);  $79.05$ , Kul ve Şeker (2004);  $74.90 \pm 0.22$ , Sezer (2007b);  $79.12 \pm 0.107$  Đukić Stojčić vd. (2012b);  $77.37$ ,  $77.51$  ve  $77.51$  ve Narinc vd. (2015);  $76.53$  olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada hesaplanan şekil indeksi değeri ( $78.70 \pm 0.06$ ) daha yüksek bildirişlere sahip çalışmalara daha yakındır.

Japon bıldırcınlarının yumurta uzunluğu ve genişliğine ait değerleri sırasıyla Kul ve Şeker (2004);  $3.34 \pm 0.01$  ve  $2.50 \pm 0.01$  (cm), Saatci vd. (2006);  $3.3$  ve  $2.5$  (cm), Sezer (2007b);  $31.97 \pm 0.051$  ve  $25.26 \pm 0.031$  (mm), Narinc vd. (2015);  $3.393$  ve  $2.595$  (cm) ve Kaye vd. (2016);  $3.8 \pm 0.18$  ve  $2.9 \pm 0.18$  (cm) olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada özelliklere ilişkin değerler sırayla  $33.72 \pm 0.04$  ve  $26.53 \pm 0.02$  (mm) olarak bulunmuştur. Bu değerler Kaye vd. (2016)'nin değerlerinden oldukça düşük, ancak diğer bildirişlere benzer, yumurta genişliği bakımından yüksek bulunmuştur.



Bıldırcın yumurtalarının ortalama ak ağırlığının 4.5-5 g, sarı ağırlığının 4.3-4.5 g (Salawu vd., 2007), ak oranının % 53.5-59.5, sarı oranının % 31-37 aralığında değiştiği (Panda ve Singh, 1990) bildirilmiştir.

Japon bıldırcınlarının yumurta, kabuk, sarı ve ak ağırlıklarını sırasıyla Sato vd. (1989); 9.22, 0.74, 2.85, 5.63, Kul ve Şeker (2004); 11.28±0.06, 0.84±0.01, 3.69±0.02, 6.75±0.04, Đukić Stojčić vd. (2012b), üç farklı işletmeyi yumurta kalitesi bakımından karşılaştırdıkları çalışmalarında birinci işletmede; 11.52, 1.73, 3.72, 6.07, ikinci işletmede; 12.30, 1.80, 3.42, 7.08, üçüncü işletmede; 12.18, 1.63, 4.15, 6.40, Zita vd. (2013), 9-49 hafta yumurta verim döneminde dört haftada bir ölçtükleri yumurta özelliklerini dikkate aldıkları çalışmalarında bu değerleri; 12.52, 1.06, 3.80, 7.14, Kaye vd. (2016); 12.5±1.22, 0.5±0.02, 3.6±0.12, 5.1±0.26 olarak bildirmiştir. Bu sonuçlar göz önüne bulundurulduğunda yumurta ağırlığının yıllara göre arttığı görülmekte ve bu artışın ıslah çalışmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yine bu çalışmalar dikkate alındığında aynı artışın sarı ve ak ağırlığında kısıtlı olduğu, kabuk ağırlığında değişken olduğu görülmektedir. Yürütülen çalışmalarda, yumurta bileşenlerinin (kabuk, sarı ve ak) ortalamaları alındığından bileşenlerin ağırlıklarının toplamı, yumurta ağırlığına eşit olması beklenmektedir. Ancak kimi çalışmalar, kabuğun kurumasiyla buharlaşan ak ağırlığını dikkate almadığından ak ağırlığını daha düşük bulabilmektedir. Bu da çalışmalar arasındaki kıyaslanabilirliği düşürmektedir. Ayrıca çalışmalarda uygulanan herhangi bir özellik için seleksiyon, manejman uygulamaları ve hayvan materyalindeki farklılıklar (yaş, ağırlık, genotip vb.) yumurta özelliklerini değiştirebilmektedir.

Gencev (2012), Pharaoh ve Manchurian Golden bıldırcınlarında, ak ağırlığının 5.7-11 g aralığında değiştiğini, Pharaoh bıldırcınında ak oranının % 50-65 olduğunu (ortalama 59.23±0.083), Manchurian Golden bıldırcınında ise ak oranının % 55.4-67.9 olduğunu (ortalama 60.13±0.078) belirtmiştir. Aynı çalışmada, sarı ağırlığının 3-6.2 g aralığında değiştiği, Pharaoh bıldırcınında sarı oranının % 25.4-36.3 olduğu (ortalama 31.94±0.066), Manchurian Golden

bıldırıcınında ise sarı oranının % 24.4-36.6 olduğu (ortalama  $31.80\pm 0.080$ ) tespit edilmiştir.

Japon bıldırıcınlarına ait kabuk, sarı ve ak oranlarına (%) ait değerleri sırayla Zita vd. (2013); 12.65, 30.43 ve 56.93, Kul ve Şeker (2004);  $7.47\pm 0.04$ ,  $32.71\pm 0.12$  ve  $59.83\pm 0.14$ , Đukić Stojčić vd. (2012b) üç farklı işletmeyi karşılaştırdıkları çalışmalarında kabuk oranını % 14.85, 14.62 ve 15.09, sarı oranını % 30.0, 27.71 ve 32.28, ak oranını % 55.15, 57.67 ve 57.62 ve Narinc vd. (2015) çalışmalarında kabuk oranını 8.17 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada bu oranlara ait ortalamalar sırayla  $12.63\pm 0.04$ ,  $33.43\pm 0.07$  ve  $53.94\pm 0.07$  olarak bulunmuş olup, genel olarak kabuk oranı bakımından Kul ve Şeker (2004)'in çalışmaları dışında diğer bildirişlere benzer, sarı oranı nispeten yüksek ve ak oranı düşük bulunmuştur.

Kabuk kalitesine ilişkin bıldırıcılara ait oldukça az çalışmanın bulunduğu, çalışmaların daha çok tavuk yumurtaları üzerinde gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Kanatlı türlerinde yumurtanın dış kalite özellikleri, yumurta oluşumu ve kabuk kalitesinin tür, ırk, sürü yaşı, besleme ve manejman gibi hem genetik hem de çevresel koşullar tarafından belirlenen birtakım biyomekanizmalara bağlı karmaşık süreçler sonucunda oluşmasından yüksek varyasyon göstermektedir (Narinc vd., 2015). Bu nedenle yumurta kabuğu üzerinde kuşak ve familyalardaki annelerden kaynaklanabilecek etkiler dışındaki genetik ve çevre etkileri minimum düzeyde tutulmaya çalışılmıştır. Alasahan vd. (2015), bıldırıcılarda yumurta kabuk rengi ve benek renginin, başta kabuk oranı olmak üzere önemli derecede yumurta kalite özelliklerini etkilediğini bildirmiştir. Gosler vd., (2005), koyu renk benekliliğin yumurta kalınlığını azaltırken, sağlamlılığını artırdığını ifade etmiştir. Ayrıca, yumurta kabuk kalınlığı özgül ağırlığın da bir göstergesi olup düşük özgül ağırlığa sahip yumurtalarda erken dönem embriyo ölümlerinin arttığı bildirilmiştir. Kalın kabuklu yumurtalarda kuluçka randımanının ince kabuklu yumurtalardan yaklaşık olarak %30 daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Tavuk yumurtalarının kabuk kalınlığında 0,29-0,35 mm aralığında bir milimetrelik artışın kuluçka randımanında %2'lik bir iyileşmeye yol açtığı belirtilmiş, çok kalın ve ince kabuklu yumurtalarda embriyo ölümlerinin orta

kalınlığa sahip yumurtalara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Hindi yumurtalarıyla yapılan başka bir çalışmada ise kabuk kalınlığının 0,44 mm'den 0,50 mm'ye yükselmesi durumunda kuluçka randımanının %67'den %87'ye kadar çıkabildiği tespit edilmiştir (Narushin ve Ramanov, 2002; Durmuş, 2014). Bildircinlarda kabuk kalınlığı iç ve dış kabuk zarları ile birlikte 0.191 (Kostova vd., 1993) ve 0.219 mm (Gonzalez, 1995) arasında bildirilmiştir. Aynı şekilde kabuk zarları ile birlikte kabuk kalınlığını, Sato vd. (1989) 0.200 mm, Kul ve Şeker (2004);  $0.231 \pm 0.001$  mm, Sezer (2007b),  $175.50 \pm 0.710$  ( $\mu\text{m}$ ) Đukić Stojčić vd. (2012b); üç farklı populasyondan elde ettikleri değerleri 0.196, 0.201 ve 0.186 mm, Zita vd. (2013) 0.190 mm olarak bildirmişlerdir. Çalışmada  $0,195 \pm 0008$  mm olarak bulunan özelliğe ilişkin değer bildirişlerin aralığında gerçekleşmiştir.

Bu çalışmada yumurta hacmi  $12.46 \pm 0.04$  cm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Bu değer Gencev (2012)'in Pharaoh bildircininde ( $13.34 \pm 0.035$ ) ve Manchurian bildircininde ( $13.07 \pm 0.033$ ) bildirdiği değerden düşüktür.

Çalışmada kabuk yüzey alanı  $25.12 \pm 0.05$  cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Bu değer, Sezer (2007b)'nin Japon bildircinlerinde bildirdiği değerden ( $21.67 \pm 0.053$ ) yüksek, Gencev (2012)'in Pharaoh bildircininde ( $27.50 \pm 0.049$ ) ve Manchurian bildircininde ( $27.14 \pm 0.047$ ) bildirdiği değerden düşüktür.

Damızlık yumurta ağırlığına ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri altı farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Ayrıca özelliğe ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Damızlık yumurta ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.451 ±0.05	—	—	—	0.478 ±0.03	0.928 ±0.03	0.486 ±0.04	—	—	—	—	0.486 ±0.05	-465.335	934.67	944.82	2082.55	575.94
M2	0.105 ±0.03	—	—	0.386 ±0.04	0.407 ±0.04	0.899 ±0.03	0.117 ±0.01	—	—	—	0.430 ±0.03	0.117 ±0.03	-370.230	746.46	<b>761.69</b>	1019.28	139.41
M3	0.093 ±0.01	0.516 ±0.05	—	—	0.419 ±0.03	1.029 ±0.05	0.090 ±0.01	0.502 ±0.03	—	—	—	0.341 ±0.03	-375.357	756.71	771.94	965.65	107.47
M4	0.166 ±0.03	0.610 ±0.06	-0.152 ±0.02	—	0.379 ±0.04	1.005 ±0.05	0.165 ±0.02	0.607 ±0.05	0.151 ±0.04	-0.476 ±0.06	—	0.242 ±0.05	-368.111	744.22	764.53	1128.61	196.19
M5	0.068 ±0.01	0.146 ±0.02	—	0.268 ±0.03	0.425 ±0.04	0.906 ±0.04	0.075 ±0.01	0.161 ±0.02	—	—	0.295 ±0.05	0.156 ±0.03	-367.967	743.93	764.24	<b>915.38</b>	<b>89.73</b>
M6	0.127 ±0.01	0.348 ±0.01	-0.131 ±0.05	0.190 ±0.04	0.375 ±0.04	0.909 ±0.04	0.139 ±0.02	0.382 ±0.01	0.144 ±0.01	-0.623 ±0.03	0.209 ±0.01	0.115 ±0.03	-364.671	<b>739.34</b>	764.73	1060.22	165.44

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.7. Damızlık yumurta ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-2	190.21	1	< 0.00001
1-3	179.96	1	< 0.00001
1-4	194.45	2	< 0.00001
1-5	194.74	2	< 0.00001
1-6	201.33	3	< 0.00001
2-4	4.24	1	0.039482
2-5	4.53	1	0.033306
2-6	11.12	2	0.003849
3-4	14.49	1	0.000141
3-5	14.78	1	0.000121
3-6	21.37	2	0.000023
4-6	6.88	1	0.008717
5-6	6.59	1	0.010255

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Damızlık yumurta ağırlığına ait farklı modellerde kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ), maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ) ve maternal çevresel etkiler ( $\hat{c}^2$ ) sırayla; 0.075-0.486, 0.161-0.502, 0.209-0.430 arasında değerler almıştır.

Minvielle (1998)'nin Japon bıldırcınlarının bazı yumurta özelliklerine ait genetik parametre tahminlerini derlediği çalışmasında, yumurta ağırlığına ait kalıtım derecesi 0.62 (Sato vd., 1989), 0.35 (Baumgartner, 1994), 0.50 (Minvielle 1997) ve gerçekleşen kalıtım derecesi 0.48 (Kaye vd., 2016) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmanın temel modelinde (M1) bulunan kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2=0.486\pm 0.04$ ), maternal etkilerin değerlendirilmediği bu çalışmalardaki kalıtım derecesi tahminlerine ait değerler arasında tahmin edilmiştir. Söz konusu özelliğe ilişkin kalıtım derecesi tahminlerine ait farklılıklar çalışmalardaki bakım, besleme ve genotipten kaynaklanabileceği gibi, bunların yanında kullanılan tahmin metotlarının da farklı olmasından ileri gelebilir.

Modele maternal genetik etkilerin eklenmesi (M3) Log-olabilirliğini artırmıştır. Ancak bu artış maternal çevresel etkilerin dikkate alındığı M2'deki kadar olmamıştır. M2'nin, M3'e göre log olabilirlik değerini yaklaşık olarak 5 daha

artırdığı görülmektedir. Aynı zamanda bu artış BIC bilgi kriteri için, M2'nin diğer modellerle karşılaştırıldığında damızlık yumurta ağırlığının açıklanmasında veya parametre ve unsurların tahmin edilmesinde en doğru tahminlerin elde edileceğini de göstermektedir. Maternal çevre etkilerinin fenotipik varyanstaki payı M2'de diğer modellerle kıyaslandığında en yüksek tahmin edilmiştir.

Bu çalışmada, damızlık yumurta ağırlığına ait  $\hat{h}_t^2$ ; modellerde (M1-M6) sırasıyla 0.486, 0,117, 0,341, 0,242, 0,156 ve 0.115 olarak tahmin edilmiştir. M1 dışındaki tüm modellerde eklemeli genetik varyansın nispeten düşük bulunması, M4 ve M6'da yüksek negatif korelasyonun bulunması ve özelliğe ilişkin  $\hat{h}_t^2$  'nin bulunmasında etkili olmayan  $\hat{c}^2$  'nin değerlendirilen modellerde yüksek bulunmasının buna neden olduğu söylenebilir. Yousefi Zonuz vd. (2013), REML ve Bayes yöntemini (Gibbs örneklemesi) karşılaştırdıkları çalışmalarında İran tavuklarında yumurta ağırlığına ilişkin  $\hat{h}_t^2$ 'yi her iki yöntemde de kullandıkları tüm modellerde (M3-M6'da sırasıyla REML için; 0.50, 0.48, 0.50, 0.48, Bayes yöntemi için; 0.50, 0.47, 0.49, 0.49) benzer bulmuşlardır. Aynı çalışmada yumurta ağırlığına ilişkin  $\hat{c}^2$  ve  $\hat{h}_m^2$  'nin fenotipik varyasyondaki payı modellere göre %1-3.4 aralığında düşük tahmin edilmiştir.

Maternal tüm etkilerin göz ardı edildiği M1, en yüksek  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  tahminlerine sahiptir. Direkt ve maternal etkiler arasındaki kovaryansı dikkate alan M4 ve M6, M1 dışında diğer modellerle kıyaslandığında  $\hat{h}_d^2$  açısından daha yüksek değerler vermiştir. Hem M4 hem de M6'da direkt etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans negatif yönde ve oldukça yüksek bulunmuştur (-0.476 ve -0,623). Bu sonuçtan direkt eklemeli gen etkilerinin varyansındaki artışın maternal varyansı düşüreceği veya bunun tam tersi anlaşılmaktadır (genetik antogonizm). Ancak cAIC bilgi kriterine göre genetik antogonizmin damızlık yumurta ağırlığı açısından önemli bulunmadığı görülmektedir ve bu kritere göre en doğru tahminleri veren M5'tir. mAIC bilgi kriteri ve olasılık oran testleri açısından ise damızlık yumurta ağırlığına ait analiz edilen veri seti için en iyi model tüm rastgele etkileri (direkt genetik, maternal genetik, maternal kalıcı çevre etkileri ve direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans) dikkate alan M6'dır. Olasılık oran testleri sonucunda M6, diğer

modellerden istatistiksel olarak farksız bulunduğundan, parametreler hakkında daha deteyli bilgi vermektedir (Çizelge 4.7).

Çıkış ağırlığına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile birlikte Çizelge 4.8’de verilmiş ve özelliğe ait kıyaslabilen modellerin olasılık oran testleri Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.



Çizelge 4.8. Çıkış ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.277 ±0.02	—	—	—	0.364 ±0.03	0.641 ±0.02	0.432 ±0.04	—	—	—	—	0.432 ±0.04	-262.433	528.87	539.02	1548.98	512.06
M2	0.181 ±0.03	—	—	0.066 ±0.01	0.360 ±0.02	0.607 ±0.03	0.298 ±0.03	—	—	—	0.108 ±0.03	0.298 ±0.03	-227.324	460.65	475.88	1161.72	353.53
M3	0.153 ±0.03	0.168 ±0.02	—	—	0.335 ±0.02	0.656 ±0.03	0.233 ±0.03	0.256 ±0.03	—	—	—	0.361 ±0.03	-224.869	455.74	470.97	1003.02	276.64
M4	0.113 ±0.02	0.285 ±0.02	-0.106 ±0.02	—	0.347 ±0.02	0.639 ±0.03	0.177 ±0.02	0.446 ±0.04	0.166 ±0.04	-0.590 ±0.05	—	0.151 ±0.02	-221.846	451.69	472.00	864.47	210.39
<b>M5</b>	0.065 ±0.02	0.050 ±0.01	—	0.148 ±0.02	0.347 ±0.02	0.609 ±0.03	0.106 ±0.01	0.082 ±0.01	—	—	0.243 ±0.02	0.148 ±0.02	-216.797	<b>441.59</b>	<b>461.90</b>	<b>686.39</b>	<b>126.40</b>
M6	0.146 ±0.04	0.224 ±0.05	-0.115 ±0.03	0.062 ±0.02	0.332 ±0.03	0.649 ±0.03	0.224 ±0.02	0.345 ±0.01	0.177 ±0.01	-0.636 ±0.01	0.095 ±0.01	0.132 ±0.03	-216.238	442.48	467.86	964.46	265.99

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.



Çizelge 4.9. Çıkış ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^{2a}$	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	70.22	1	< 0.00001
1-3	75.13	1	< 0.00001
1-4	81.17	2	< 0.00001
1-5	91.27	2	< 0.00001
1-6	92.39	3	< 0.00001
2-4	10.96	1	0.000931
2-5	21.05	1	< 0.00001
2-6	22.17	2	0.000016
3-4	6.05	1	0.013906
3-5	16.14	1	0.000059
3-6	17.26	2	0.000179
4-6	11.22	1	0.000809
5-6	1.12	1	0.289918

a: olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çıkış ağırlığına ait farklı modellerde direkt kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ), maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ) ve maternal çevresel etkiler ( $\hat{c}^2$ ) sırasıyla; 0.106-0.432, 0.082-0.345, 0.095-0.108 arasında tahmin edilmiştir. Diğer modellerle kıyaslandığında maternal genetik etkileri göz ardı eden M1 ve M2, yüksek  $\hat{h}_d^2$  değerlerine sahiptir (0.432 ve 0.298). Maternal eklemeli ve çevresel etkilerin dikkate alınmadığı ilk modelde  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  tahminleri en yüksektir. Direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon M4 ve M6' da negatif ve oldukça yüksek bulunmuştur (-0.590 ve -0.696). Ancak tüm model değerlendirme kriterleri ve olasılık oran testine göre eklemeli genetik etkiler, maternal genetik etkiler ve maternal çevresel etkileri dikkate alan M5 diğer modellere göre daha doğru sonuçlar vereceği anlaşılmaktadır. Bir başka ifade ile genetik kovaryans dışındaki tüm şansa bağlı etkilerin modelde bulunması daha doğru tahminler elde edilmesini sağlayacaktır. Modele direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın da ilave edilmesi modeli iyileştirmemektedir. Olasılık oran testleri sonucunda M5 ve M6 arasındaki fark istiksel olarak önemli bulunduğundan, modele genetik kovaryansın eklenmesinin önemli olmadığı anlaşılmaktadır (Çizelge 4.9).

Çıkış ağırlığına ilişkin kalıtım derecesi sadece direkt genetik etkilerin değerlendirildiği çalışmalarda,  $0.51 \pm 0.05$  (Saatci, vd., 2003),  $0.74 \pm 0.07$  (Sarı, 2010),  $0.82 \pm 0.14$  (Momoh vd., 2014) ve  $0.62 \pm 0.04$  (Kaplan vd., 2015) olarak bildirilmiştir. Sadece direkt genetik etkilerin varsayıldığı M1’de çıkış ağırlığına ait kalıtım derecesi  $0.432 \pm 0.04$  olarak bildirilen çalışmalardan daha düşük tahmin edilmiştir. Yumurtacı tip Japon bildircinlerinde REML metodunun uygulandığı ve en iyi modelin belirlenmesinde olasılık oran testlerinin kullanıldığı çalışmada, çıkış ağırlığına ait en iyi modelde  $\hat{h}_d^2$ ;  $0.22 \pm 0.088$ ,  $\hat{c}^2$ ;  $0.34 \pm 0.081$ ,  $\hat{h}_m^2$ ;  $0.14 \pm 0.061$  ve  $\hat{r}_{dm}$ ;  $-0.21 \pm 0.323$  olarak tahmin edilmiştir. Aynı çalışmada  $\hat{h}_t^2$ ;  $0.24$  olarak bulunmuştur (Sezer, 2007a). Resende vd. (2005)’nin Bayes prosedürünü kullandığı çalışmasında, Japon bildircinlerinde çıkış ağırlığına ait  $\hat{h}_d^2$ ;  $0.33$  ve  $\hat{c}^2$ ;  $0.50$  olarak tahmin edilmiştir. Aggrey ve Cheng (1994)’ün REML metodu ile hayvan modeli kullandıkları çalışmalarında, Japon bildircinlerinin çıkış ağırlığına ilişkin  $\hat{h}_d^2$ ;  $0.38 \pm 0.21$  ve  $\hat{c}^2$ ;  $0.60 \pm 0.10$  olarak bulunmuştur. Üç farklı model ile direkt, maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin değerlendirildiği SAS programıyla GLM prosedürünün kullanıldığı çalışmada, çıkış ağırlığına ilişkin  $\hat{h}_d^2$ ;  $0.15 \pm 0.11$ ,  $\hat{c}^2$ ;  $0.41 \pm 0.12$ ,  $\hat{h}_m^2$ ;  $0.20 \pm 0.10$  olarak tahmin edilmiştir. Diğer taraftan aynı çalışmada sadece direkt genetik etkilerin dikkate alınması durumunda, özelliğe ilişkin kalıtım derecesi  $0.90 \pm 0.03$  olarak bulunmuştur (Lotfi vd., 2011). Bu çalışmada, çıkış ağırlığına ilişkin  $\hat{h}_t^2$ ; bir ve altıncı modeller arasında sırasıyla,  $0.432$ ,  $0.298$ ,  $0.361$ ,  $0.151$ ,  $0.148$  ve  $0.132$  olarak bulunmuş ve en yüksek tahmin en basit model M1’de gerçekleşmiştir. M1 dışındaki tüm modellerde eklemeli genetik varyansın düşük bulunması ve bununla birlikte M4 ve M6’da yüksek negatif korelasyonun buna neden olduğu söylenebilir.

Bir haftalık yaştaki canlı ağırlığına ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri altı farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.10’da verilmiştir. Bu modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla  $0.205-0.451$ ,  $0.246-0.104$ ,  $0.062-0.113$  arasında değerler almıştır. Aynı zamanda, özelliğe ait farklı model karşılaştırmalarının olasılık oran testi sonuçları Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Bir haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	16.13 ±1.3	—	—	—	19.66 ±1.4	35.78 ±1.2	0.451 ±0.02	—	—	—	—	0.451 ±0.02	-2651.43	5306.86	5317.01	6371.93	534.53
M2	7.41 ±1.1	—	—	4.81 ±0.7	23.95 ±1.8	36.17 ±1.3	0.205 ±0.02	—	—	—	0.113 ±0.05	0.205 ±0.02	-2584.46	5174.92	5190.15	5655.95	243.52
M3	6.17 ±1.1	6.95 ±1.1	—	—	23.63 ±1.8	36.75 ±1.3	0.168 ±0.02	0.189 ±0.07	—	—	—	0.262 ±0.03	-2587.43	5180.86	5196.09	5574.35	199.74
M4	8.66 ±1.1	8.76 ±1.3	-4.12 ±0.8	—	22.33 ±1.7	35.63 ±1.3	0.243 ±0.02	0.246 ±0.08	0.116 ±0.07	-0.473 ±0.08	—	0.193 ±0.04	-2556.09	5120.18	5140.49	5689.12	288.47
<b>M5</b>	5.86 ±0.4	3.65 ±0.5	—	2.18 ±0.2	23.41 ±1.6	35.09 ±1.2	0.167 ±0.02	0.104 ±0.06	—	—	0.062 ±0.04	0.219 ±0.03	-2550.69	<b>5109.38</b>	<b>5129.69</b>	<b>5498.50</b>	<b>198.56</b>
M6	8.93 ±0.7	5.28 ±0.6	-3.78 ±0.5	2.68 ±0.2	23.06 ±1.8	36.17 ±1.2	0.247 ±0.02	0.146 ±0.07	0.105 ±0.05	-0.551 ±0.09	0.074 ±0.05	0.163 ±0.04	-2550.46	5110.92	5136.30	5687.32	293.20

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.11. Bir haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-2	133.94	1	< 0.00001
1-3	128.00	1	< 0.00001
1-4	190.68	2	< 0.00001
1-5	201.48	2	< 0.00001
1-6	201.94	3	< 0.00001
2-4	56.74	1	< 0.00001
2-5	67.54	1	< 0.00001
2-6	68.00	2	< 0.00001
3-4	62.68	1	< 0.00001
3-5	73.48	1	< 0.00001
3-6	73.94	2	< 0.00001
4-6	11.26	1	< 0.00001
5-6	0.46	1	0.497624

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Yalnızca direkt genetik etkilerin değerlendirildiği çalışmalarda, bir haftalık yaştaki canlı ağırlığa ait  $\hat{h}_d^2$ ; 0.32±0.06 (Saatci, 2003), 0.50±0.10 (Balcıoğlu vd., 2005), 0.38±0.06 (Sarı, 2010), 0.50±0.04 (Lotfi vd., 2011), 0.65±0.13 (Karadavut ve Taşkın, 2014), 0.77±0.16 (Momoh vd., 2014) ve 0.38±0.02 (Kaplan vd., 2015) olarak tahmin edilmiştir. Bu çalışmada özelliğe ait temel modelde tahmin edilen 0.451±0.02 değeri bildirilen değerler arasında yer almıştır. Özelliğe ait direkt genetik etkilerin yanında maternal genetik etkilerin ve/veya maternal kalıcı çevresel etkilerin ve direkt-maternal kovaryansın değerlendirildiği modellerin kullanıldığı çalışmada  $\hat{h}_d^2$ ; 0.39±0.099  $\hat{c}^2$ ; 0.12±0.051,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.22±0.083,  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.83±0.118 ve  $\hat{h}_t^2$  0.14 olarak tahmin edilmiştir (Sezer, 2007a). Özelliğe ait Lotfi vd. (2011) de çalışmalarında en iyi modelde  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{r}_{dm}$  'yi sırasıyla 0.15±0.09, 0.29±0.06 ve -0.70±0.29 olarak bulmuşlardır. Başka bir çalışmada bir haftalık yaştaki canlı ağırlığa ilişkin  $\hat{h}_d^2$ ; 0.35 ve  $\hat{c}^2$ ; 0.11 olarak tahmin edilmiştir (Resende vd., 2005). Aggrey ve Cheng (1994) de özelliğe ilişkin  $\hat{h}_d^2$  ve  $\hat{c}^2$  'yi sırasıyla 0.12±0.31 ve 0.47±0.16 olarak bulmuşlardır.

Bu çalışmada, bir haftalık yaştaki canlı ağırlığa ait  $\hat{h}_t^2$ ; modellerde (M1-M6) sırasıyla 0.451, 0,205, 0,262, 0,193, 0,219 ve 0.163 olarak tahmin edilmiştir. M1

dışındaki tüm modellerde eklemeli genetik varyansın nispeten düşük bulunması ve M4 ve M6'da negatif korelasyonun bulunması, M1'e göre M2-M6'da tahmin edilen  $\hat{h}_t^2$  'nin düşük bulunmasına neden olduğu söylenebilir. Maniatis vd. (2012)'nin etlik piliçlerde yürüttükleri çalışmada, bir haftalık yaştaki canlı ağırlık ilişkin  $\hat{h}_t^2$  modellerde (M1-M6) sırasıyla 0.49, 0.21, 0.27, 0.23, 0.22 ve 0.19 olarak tahmin edilmiş ve direkt-maternal genetik korelasyon M4'te -0.39 ve M6'da -0.47 olarak bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan modellere maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin eklenmesiyle doğal Log-olabilirliğinin arttığı görülmektedir. Yalnızca eklemeli genetik etkilerin varsayıldığı M1'de  $\hat{\sigma}_a^2$  ve  $\hat{h}_a^2$ , diğer modellerden daha yüksek tahmin edilmiştir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon M4 ve M6'da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.473 ve -0.551). Tüm model değerlendirme kriterlerine ve olasılık oran testine göre (Çizelge 4. 11) eklemeli genetik etkiler, maternal genetik etkiler ve maternal çevresel etkileri dikkate alan M5 diğer modellere göre daha doğru tahminlere sahiptir. Bu modele göre bir haftalık canlı ağırlığına ilişkin fenotipik varyasyonun % 16.7'si eklemeli genetik etkiler, % 10.4'ü maternal genetik etkiler ve % 6.2'si maternal çevresel etkiler tarafından açıklanmaktadır.

Çizelge 4.12'de iki haftalık yaştaki ağırlığa ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı modeller ve farklı model değerlendirme kriterleri ile gösterilmiştir. Modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.114-0.214, 0.071-0.103, 0.027-0.088 arasında tahmin edilmiştir. Özelliğe ilişkin farklı model karşılaştırmalarının olasılık oran testleri Çizelge 4.13'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. İki haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	30.45 ±2.1	—	—	—	112.0 ±7.3	142.4 ±5.8	0.214 ±0.02	—	—	—	—	0.214 ±0.02	-3116.12	6236.24	<b>6246.39</b>	6740.56	254.16
M2	19.58 ±1.9	—	—	12.68 ±2.5	112.1 ±3.5	144.4 ±6.0	0.135 ±0.03	—	—	—	0.088 ±0.01	0.135 ±0.03	-3114.03	6234.06	6249.29	6549.48	160.71
M3	17.77 ±1.6	14.39 ±1.9	—	—	112.2 ±7.0	144.3 ±6.1	0.123 ±0.02	0.100 ±0.02	—	—	—	0.173 ±0.02	-3113.47	6232.94	6248.17	6519.96	146.51
M4	19.33 ±1.6	19.25 ±2.1	-6.476 ±0.2	—	112.3 ±7.2	144.4 ±6.1	0.134 ±0.03	0.133 ±0.03	0.045 ±0.006	-0.336 ±0.01	—	0.133 ±0.02	-3111.21	6230.42	6250.73	6541.46	159.52
M5	16.47 ±1.6	10.20 ±1.1	—	5.773 ±0.09	112.0 ±7.2	144.5 ±6.1	0.114 ±0.01	0.071 ±0.01	—	—	0.040 ±0.01	0.149 ±0.01	-3110.23	6228.46	6248.77	<b>6492.18</b>	<b>135.86</b>
M6	17.99 ±1.6	14.96 ±1.4	-4.642 ±0.1	3.958 ±0.08	112.2 ±7.2	144.5 ±6.1	0.124 ±0.02	0.103 ±0.03	0.032 ±0.006	-0.280 ±0.05	0.027 ±0.01	0.128 ±0.02	-3108.12	<b>6226.24</b>	6251.62	6511.62	147.69

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.13. İki haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	4.18	1	0.040904
1-3	5.30	1	0.021325
1-4	9.82	2	0.007372
1-5	11.78	2	0.002767
1-6	16.00	3	0.001134
2-4	5.64	1	0.017555
2-5	7.60	1	0.005837
2-6	11.82	2	0.002712
3-4	4.52	1	0.033501
3-5	6.48	1	0.010909
3-6	10.70	2	0.004748
4-6	6.18	1	0.012920
5-6	4.22	1	0.039950

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

İki haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin sadece direkt genetik etkilerin dikkate alındığı çalışmalarda,  $\hat{h}_d^2$ ; 0.20±0.05 (Saatci, 2003), 0.34±0.06 (Sarı, 2010), 0.54±0.10 (Balcıoğlu vd., 2005), 0.34±0.05 (Lotfi vd., 2011), 0.52±0.10 (Karadavut ve Taşkın, 2014), 0.45±0.03 (Momoh vd., 2014) ve 0.36±0.03 (Kaplan vd., 2015) olarak tahmin edilmiştir. Bu çalışmada özelliğe ait en basit modelde (M1) tahmin edilen 0.214±0.02 değeri Saatci (2003)'e benzer, diğer bildirişlerden düşük bulunmuştur. Özelliğe ait direkt genetik etkilerin yanında maternal genetik etkilerin, maternal çevresel etkilerin ve direkt-maternal kovaryansın değerlendirildiği modellerin kullanıldığı çalışmada,  $\hat{h}_d^2$ ; 0.31±0.086,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.15±0.053,  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.63±0.152 ve  $\hat{h}_t^2$  0.18 olarak bildirilmiştir (Sezer, 2007a). Özelliğe ait Lotfi vd. (2011) de çalışmalarında özelliğe ilişkin en iyi modelde  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{r}_{dm}$  'yi sırasıyla 0.19±0.08, 0.24±0.06 ve -0.82±0.22 olarak bulmuşlardır. Başka bir çalışmada iki haftalık yaştaki canlı ağırlığa ilişkin  $\hat{h}_d^2$ ; 0.36ve  $\hat{c}^2$ ; 0.07 olarak tahmin etmişlerdir (Resende vd., 2005). Aggrey ve Cheng (1994) de özelliğe ilişkin  $\hat{h}_d^2$  ve  $\hat{c}^2$ 'yi sırasıyla 0.31±0.25 ve 0.31±0.13 olarak eşit tahmin etmişlerdir.

Maternal eklemeli ve maternal çevresel etkilerin modellerde şansa bağlı etki olarak değerlendirilmesi doğal log olabilirliklerini artırmasına karşın, BIC bilgi kriterine göre en doğru tahminlerin gerçekleştiği modelin M1 olduğu görülmektedir. Buna karşın cAIC bilgi kriterine göre eklemeli genetik etkiler, maternal genetik etkiler ve maternal çevresel etkileri dikkate alan M5, mAIC'ye göre ise tüm şansa bağlı etkileri içeren M6 en doğru tahminleri vermektedir. Aynı şekilde olasılık oran testleri sonucunda M6, diğer modellerden istatistiksel olarak farksız bulunduğundan ( $P < 0.05$ ), parametreler hakkında daha fazla bilgi verdiği kabul edilmektedir (Çizelge 4.13).

Üç haftalık yaştaki canlı ağırlığına ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri altı farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.14'de, model karşılaştırmaları için olasılık oran testi sonuçları Çizelge 4.15'de gösterilmiştir.



Çizelge 4.14. Üç haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	68.36 ±4.5	—	—	—	211.2 ±8.1	279.6 ±8.2	0.244 ±0.02	—	—	—	—	0.244 ±0.02	-3843.71	7691.42	7701.57	8266.72	289.65
M2	67.12 ±4.3	—	—	15.24 ±2.2	198.2 ±7.2	280.6 ±8.1	0.240 ±0.01	—	—	—	0.054 ±0.01	0.240 ±0.01	-3815.32	7636.64	<b>7651.87</b>	8200.48	284.92
M3	68.58 ±5.1	20.25 ±3.1	—	—	198.3 ±8.1	287.1 ±9.1	0.239 ±0.03	0.070 ±0.004	—	—	—	0.274 ±0.03	-3818.46	7642.92	7658.15	8204.39	283.74
M4	103.2 ±6.2	45.30 ±5.1	-51.63 ±3.2	—	188.4 ±8.0	285.2 ±9.2	0.362 ±0.02	0.158 ±0.02	0.181 ±0.02	-0.755 ±0.01	—	0.169 ±0.02	-3814.69	7637.38	7657.69	8487.87	429.25
M5	56.12 ±4.2	24.77 ±3.2	—	1.814 ±0.01	197.7 ±7.3	280.4 ±8.2	0.200 ±0.02	0.088 ±0.004	—	—	0.088 ±0.01	0.244 ±0.01	-3814.21	<b>7636.42</b>	7656.73	<b>8103.62</b>	<b>237.60</b>
M6	56.69 ±4.5	29.27 ±2.1	-29.75 ±2.5	26.83 ±3.4	197.6 ±7.1	280.7 ±8.1	0.202 ±0.03	0.104 ±0.01	0.106 ±0.03	-0.730 ±0.02	0.095 ±0.01	0.095 ±0.02	-3813.39	7636.78	7662.16	8106.71	239.97

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.15. Üç haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	56.78	1	< 0.00001
1-3	50.50	1	< 0.00001
1-4	58.04	2	< 0.00001
1-5	59.00	2	< 0.00001
1-6	60.64	3	< 0.00001
2-4	1.26	1	0.261651
2-5	2.22	1	0.136233
2-6	3.86	2	0.145148
3-4	7.54	1	0.006034
3-5	8.50	1	0.003551
3-6	10.14	2	0.006282
4-6	2.60	1	0.106864
5-6	1.64	1	0.200325

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Özelliğe ilişkin bu modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.200-0.362, 0.070-0.158, 0.054-0.095 arasında değerler almıştır. Modellere maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin eklenmesiyle doğal Log-olabilirliğinin arttığı görülmektedir. Tilki vd. (2008)'nin genetik kovaryansın dikkate alınmaması durumunda  $\hat{h}_m^2$ 'nin yüksek tahmin edilmelerine bir meyilin olabileceği bildirişinin aksine, eklemeli genetik etkiler, maternal genetik etkiler ve bu etkiler arasındaki kovaryansı dikkate alan M4'te, büyük ihtimalle,  $\hat{r}_{dm}$  'nin negatif ve yüksek tahmin edilmesinden dolayı  $\hat{\sigma}_d^2$ ,  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{\sigma}_m^2$  ve  $\hat{h}_m^2$  'nin diğer modellere göre daha yüksek tahmin edilmesine neden olduğu görülmektedir (Çizelge 4.14).

Üç haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin yalnızca direkt genetik etkilerin dikkate alındığı çalışmalarda,  $\hat{h}_d^2$ ; 0.21±0.06 (Saatci, 2003), 0.40±0.06 (Sarı, 2010), 0.57±0.11 (Balcıoğlu vd., 2005), 0.43±0.05 (Lotfi vd., 2011), 0.63±0.13 (Karadavut ve Taşkın, 2014), 0.33±0.15 (Momoh vd., 2014) ve 0.43±0.02 (Kaplan vd., 2015) olarak bulunmuştur. Bu çalışmada özelliğe ait temel modelde (M1) tahmin edilen 0.244±0.02 değeri Saatci (2003)'e benzer, diğer bildirişlerden düşük bulunmuştur. Özelliğe ait doğrudan genetik etkilerin yanında maternal genetik

etkilerin, maternal çevresel etkilerin ve direkt-maternal genetik kovaryansın değerlendirildiği modellerin kullanıldığı çalışmada,  $\hat{h}_d^2$  ;  $0.38 \pm 0.056$  olarak tahmin edilmiş ve direkt genetik etkiler dışındaki maternal etkilerin bulunduğu diğer parametrelerin üç haftalık yaştan sonra istatistiksel olarak göz ardı edilebileceği bildirilmiştir (Sezer, 2007a). Özelliğe ait Lotfi vd. (2011) de çalışmalarında özelliğe ilişkin en iyi modelde  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{r}_{dm}$  'yi sırasıyla  $0.25 \pm 0.09$ ,  $0.27 \pm 0.06$  ve  $-0.77 \pm 0.19$  olarak bulmuşlardır. Başka bir çalışmada üç haftalık yaştaki canlı ağırlığa ilişkin  $\hat{h}_d^2$ ;  $0.43$  ve  $\hat{c}^2$ ;  $0.07$  olarak tahmin edilmiştir (Resende vd., 2005). Aggrey ve Cheng (1994) de özelliğe ilişkin  $\hat{h}_d^2$  ve  $\hat{c}^2$  'yi sırasıyla  $0.12 \pm 0.22$  ve  $0.31 \pm 0.13$  olarak tahmin etmişlerdir.

Olasılık oran testlerine göre M2 (direkt genetik ve maternal çevresel etkiler), M4 (direkt, maternal genetik etkiler ve direkt-maternal kovaryans) ve M5 (direkt genetik, maternal genetik ve maternal çevresel etkiler) diğer modellere göre daha doğru tahminler vermesine karşın, M2 ve M5 kıyaslandığında, modele maternal genetik etkilerinin eklenmesinin modeli önemli derecede iyileştirmede ve en doğru tahminleri veren modelin M2 olduğu ( $P=0.136233$ ) (Çizelge 4.15) görülmektedir. Teorisi gereği aynı sayıda şansa bağlı etkilere (parametre sayısı) sahip modeller olasılık oran testi ile karşılaştırılamamaktadır. Nitekim, M4 ve M5'e ait doğal log olabilirlik değerleri de birbirine oldukça yakındır. Bununla birlikte M2'nin hem M4 hem de M5 ile kıyaslanmasıyla, veri setindeki özelliğe ilişkin en doğru tahminleri yine M2'nin verdiği anlaşılmaktadır. BIC bilgi kriterine göre ise tahminlerin en doğru şekilde gerçekleştiği model olasılık oran testinin de işaret ettiği gibi M2'dir. Ancak marjinal ve koşullu AIC bilgi kriterine göre direkt, maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin eşzamanlı olarak modelde dikkate alındığı M5 olarak görülmektedir. Bu model göz önünde bulundurulduğunda, üç haftalık yaştaki fenotipik varyasyonun % 20'sini eklemeli genetik varyasyon oluştururken, maternal genetik etki ve maternal çevresel etkilere ait varyasyon birbirine eşit ve % 8.8 olarak tahmin edilmiştir. Total kalıtım derecesine ( $\hat{h}_t^2$ ) ait tahminler M2'de 0.240, M4'te 0,169 ve M5'te 0.244 olarak bulunmuştur.

Dört haftalık yaştaki canlı ağırlığına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme

kriterleri ile Çizelge 4.16'da ve farklı parametre sayısına sahip modellerin karşılaştırılması için kullanılan olasılık oran testi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir.



Çizelge 4.16. Dört haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	91.06 ±1.7	—	—	—	351.00 ±7.6	442.0 ±9.3	0.206 ±0.01	—	—	—	—	0.206 ±0.01	-4128.39	8260.78	8270.93	8746.18	244.70
M2	57.50 ±1.4	—	—	32.95 ±5.7	349.20 ±7.6	439.7 ±9.2	0.131 ±0.04	—	—	—	0.075 ±0.03	0.131 ±0.04	-4125.95	8257.90	8273.13	8563.85	155.97
M3	47.86 ±1.1	42.92 ±0.9	—	—	350.80 ±7.8	441.6 ±9.1	0.108 ±0.02	0.097 ±0.01	—	—	—	0.157 ±0.01	-4124.07	8254.14	8269.37	<b>8505.67</b>	<b>128.76</b>
M4	52.82 ±0.9	43.48 ±0.8	-21.46 ±0.3	—	367.30 ±8.7	442.2 ±9.5	0.119 ±0.02	0.098 ±0.01	0.048 ±0.01	-0.448 ±0.03	—	0.096 ±0.02	-4123.96	8255.92	8276.23	8531.47	141.78
M5	52.68 ±1.3	38.17 ±0.9	—	6.915 ±0.5	341.80 ±7.5	439.6 ±9.1	0.120 ±0.02	0.087 ±0.01	—	—	0.016 ±0.01	0.163 ±0.02	-4123.70	8255.40	8275.71	8533.32	142.96
M6	48.75 ±1.2	44.25 ±0.7	-20.47 ±0.4	16.80 ±0.8	331.87 ±7.9	421.2 ±9.4	0.116 ±0.02	0.105 ±0.01	0.048 ±0.01	-0.440 ±0.03	0.040 ±0.01	0.095 ±0.02	-4116.04	<b>8242.08</b>	<b>8267.46</b>	8508.54	138.23

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.17. Dört haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	4.88	1	0.027170
1-3	8.64	1	0.003289
1-4	8.86	2	0.011914
1-5	9.38	2	0.009187
1-6	24.70	3	0.000018
2-4	3.98	1	0.046044
2-5	4.50	1	0.033895
2-6	19.82	2	0.000050
3-4	0.22	1	0.639040
3-5	0.74	1	0.389661
3-6	16.06	2	0.000326
4-6	15.84	1	0.000069
5-6	15.32	1	0.000091

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

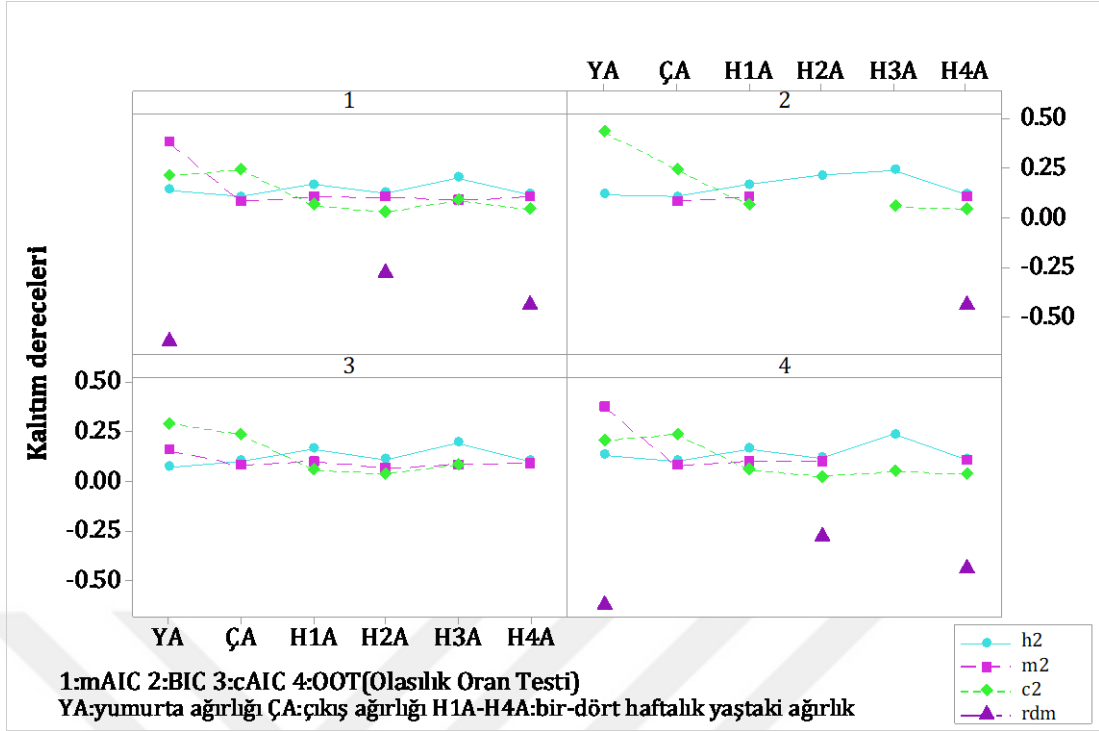
Çizelge 4. 16'da gösterilen modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.116-0.206, 0.087-0.105, 0.016-0.075 arasında değerler almıştır. Modellere maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin eklenmesiyle düşük düzeyde de olsa doğal Log-olabilirliğinin arttığı görülmektedir. Yalnızca eklemeli genetik etkilerin varsayıldığı M1'de  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$ , diğer modellerden daha yüksek tahmin edilmiştir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon M4 ve M6' da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.448 ve -0.440).

Dört haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin sadece direkt genetik etkilerin değerlendirildiği çalışmalarda,  $\hat{h}_d^2$ ; 0.20±0.05 (Saatci, 2003), 0.47±0.07 (Sarı, 2010), 0.67±0.12 (Balcıoğlu vd., 2005), 0.45±0.05 (Lotfi vd., 2011), 0.64±0.12 (Karadavut ve Taşkın, 2014), 0.25±0.14 (Momoh vd., 2014) ve 0.43±0.03 (Kaplan vd., 2015) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada özelliğe ait temel modelde (M1) tahmin edilen 0.206±0.01 değeri Saatci (2003) ve Momoh vd. (2014)'ne benzer, diğer bildirişlerden düşük bulunmuştur. Vali (2008), Japon bildircinlarında canlı ağırlığa ait genetik parametreleri farklı tahmin metotlarıyla (REML, üvey kardeş, baba, ana, baba-ana unsurları, en küçük kareler metodu, hayvan modeli vb.) hesaplayan araştırmaları derlediği çalışmasında, dördüncü haftadaki canlı

ağırlığa ait direkt kalıtım derecesi tahminlerinin seleksiyon yapılmış sürüde ve en düşük 0.14 (Marks, 1978), en yüksek 0.78 (Marks, 1978) değerleri arasında tahmin edildiğini ve gerçekleşen kalıtım derecesinin  $0.49 \pm 0.06$  (Marks, 1978) olduğunu bildirmiştir. Özelliğe ait direkt genetik etkilerin yanında maternal genetik etkilerin, maternal çevresel etkilerin ve direkt-maternal kovaryansın değerlendirildiği modellerin kullanıldığı çalışmada,  $\hat{h}_d^2$ ;  $0.46 \pm 0.055$  olarak tahmin edilmiş ve maternal etkilerin bulunduğu diğer parametrelerin üç haftalık yaştan sonra istatistiksel olarak göz ardı edilebileceği bildirilmiştir (Sezer, 2007a). Özelliğe ait Lotfi vd. (2011) de çalışmalarında belirledikleri en iyi modelde  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{r}_{dm}$  'yi sırasıyla  $0.24 \pm 0.08$ ,  $0.30 \pm 0.06$  ve  $-0.87 \pm 0.18$  olarak bulmuşlardır. Başka bir çalışmada dört haftalık yaştaki canlı ağırlığa ilişkin  $\hat{h}_d^2$ ;  $0.47$  ve  $\hat{c}^2$ ;  $0.08$  olarak tahmin edilmiştir (Resende vd., 2005). Aggrey ve Cheng (1994) de özelliğe ilişkin  $\hat{h}_d^2$  ve  $\hat{c}^2$  'yi sırasıyla  $0.44 \pm 0.24$  ve  $0.16 \pm 0.11$  olarak tahmin etmişlerdir.

Çizelge 4. 17'de olasılık oran testine ilişkin karşılaştırmalar verilmiştir. Direkt ve maternal genetik etkileri içeren M3 ile M4 (direkt ve maternal genetik etkiler ve direkt-maternal genetik kovaryans) ve M5 (direkt, maternal genetik etkiler ve maternal çevresel etkiler) karşılaştırıldığında, M3'ün dört haftalık yaştaki canlı ağırlığı açıklamada daha doğru tahminler verdiği, ancak M3 ve tüm rastgele etkileri içeren M6 (direkt, maternal genetik etkiler, direkt-maternal kovaryans ve maternal çevresel etkiler) karşılaştırıldığında direkt-maternal kovaryansın dahil edilmesinin modeli önemli derecede iyileştirdiği ve log olabilirliğinde yaklaşık olarak 8'lik bir artış sağladığı görülmüştür. Aynı şekilde mAIC ve BIC bilgi kriterlerine göre en doğru tahminleri veren M6, diğer taraftan cAIC bilgi kriterine göre ise M3'tür.

Şekil 4.1'de model değerlendirme kriterlerine göre yumurta ağırlığı, çıkış ağırlığı ve birinci haftalık yaştan dördüncü haftalık yaşa kadar canlı ağırlığına ait en iyi modeller şekilsel olarak verilmiştir.



Şekil 4.1. Model değerlendirme kriterlerine göre yumurta ağırlığı, çıkış ağırlığı ve dördüncü haftalık yaşa kadar ağırlıklara ait en iyi modeller

Bildirilen çalışmalarda, artan yaşa paralel olarak fenotipik varyansta eklemeli genetik ve kalıcı çevre varyansına göre daha fazla artış gerçekleştiği ve dolayısıyla özellikle dördüncü haftadan sonra kalıtım derecesi tahminlerinin daha düşük bulunduğu anlaşılmaktadır.

Kaplan vd., (2015) Japon bildircinlarında haftalık canlı ağırlıklara ait genetik korelasyonların genellikle yüksek olarak tahmin edildiğini ve fenotipik korelasyonların genetik korelasyonlardan daha yüksek bulunduğunu bildirmiştir (Saatci vd., 2003; Akbaş vd., 2004; Sezer vd., 2006; Narinç vd., 2010b). Sezer vd. (2007a), çıkış ağırlığından altıncı haftalık yaşa kadar canlı ağırlıklar arasındaki genetik korelasyonları 0.18 (çıkış ağırlığı ile dördüncü hafta canlı ağırlık arasında) ve 0.96 (beşinci hafta ile altıncı hafta canlı ağırlık arasında) aralığında düşük-orta ve yüksek olarak tahmin etmiştir. Saatci vd. (2003), çalışmalarında çıkış ağırlığı ile ikinci hafta canlı ağırlığı arasında en düşük fenotipik korelasyon değeri hesaplarken (0.13), dördüncü ve beşinci hafta canlı ağırlık arasında en yüksek fenotipik korelasyon katsayısı (0.85) elde etmişlerdir. Bazı çalışmalarda



da fenotipik korelasyonlarda gerekleŖtiđi Ŗekilde ıkıŖ ağırlığı ile haftalık canlı ağırlıklar arasındaki genetik korelasyonlar dŖŖk-orta seviyelerde tahmin edilirken (Resende vd., 2005; Sarı vd., 2010; zsoy ve Orhan, 2011), Saatci vd. (2003)'nin ıkıŖ ağırlığı ve altıncı haftaya kadar canlı ağırlıklar arasındaki korelasyonları tahmin ettikleri alıŖmalarında korelasyon katsayıları 0.60-0.98 aralığında olduka yŖksek tahmin edilmiŖtir. BaŖka bir alıŖmada, ıkıŖ ağırlığı hari (ıkıŖ ağırlığı ve altıncı haftaya kadar ağırlıklar arasında 0.16-0.24), haftalık canlı ağırlıklar arasındaki genetik korelasyonların tamamı (0.43-0.85) yŖksek olarak tahmin edilmiŖtir (Kaplan vd., 2015).

Bu alıŖmada en yŖksek genetik ve fenotipik korelasyonlar ŖŖncŖ hafta ağırlık ile drdŖncŖ haftalar arasında sırasıyla  $0.967\pm 0.01$  ve  $0.828\pm 0.08$  olarak, en dŖŖk genetik ve fenotipik korelasyonlar ise yumurta ağırlığı ile drdŖncŖ hafta canlı ağırlık arasında sırayla  $0.353\pm 0.12$  ve  $0.172\pm 0.03$  olarak bulunmuŖtur. izelge 4. 18'de yumurta ağırlığı, ıkıŖ uzunluğu ve canlı ağırlıklar arasındaki genetik ve fenotipik korelasyonlar gsterilmiŖtir.

Çizelge 4.18. Yumurta ağırlığı, çıkış uzunluğu ve canlı ağırlıklar arasındaki genetik ve fenotipik korelasyonlar\*

Özellikler <sup>1</sup>	YA	ÇA	ÇU	1HA	2HA	3HA	4HA
YA	—	0.833±0.03	0.771±0.07	0.659±0.08	0.584±0.09	0.477±0.10	0.353±0.12
ÇA	0.751±0.01	—	0.748±0.02	0.657±0.08	0.642±0.09	0.537±0.08	0.362±0.09
ÇU	0.478±0.02	0.474±0.02	—	0.733±0.01	0.488±0.09	0.380±0.09	0.369±0.09
1HA	0.397±0.07	0.265±0.04	0.168±0.02	—	0.822±0.01	0.717±0.01	0.653±0.02
2HA	0.221±0.03	0.244±0.03	0.188±0.03	0.686±0.03	—	0.811±0.01	0.802±0.01
3HA	0.210±0.03	0.253±0.03	0.222±0.03	0.521±0.04	0.728±0.03	—	0.967±0.01
4HA	0.172±0.03	0.194±0.03	0.156±0.03	0.490±0.01	0.678±0.01	0.828±0.08	—

\*: Genetik korelasyonlar diyagonalin üstünde veya sağında, fenotipik korelasyonlar diyagonalin altında veya solunda yer almaktadır. 1: YA; yumurta ağırlığı, ÇA; çıkış ağırlığı, ÇU; çıkış uzunluğu, 1HA; birinci hafta canlı ağırlık, 2HA; ikinci hafta canlı ağırlık, 3HA; üçüncü hafta canlı ağırlık ve 4HA; dördüncü hafta canlı ağırlıktır.

Çizelge 4.19, 21 ,23 ve 25’de birinci haftadan dördüncü haftaya kadar haftalık olarak canlı ağırlık artışına ait farklı modellerle genetik parametre tahminlerine yer verilmiştir. Aggrey ve Cheng (1994), söz konusu bu özelliklere ilişkin Japon bıldırcınlarında REML metodu ve hayvan modeli kullandıkları çalışmalarında  $\hat{h}_d^2$  ve  $\hat{c}^2$ ’yi sırasıyla, birinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin  $0.17 \pm 0.22$  ve  $0.35 \pm 0.09$ , ikinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin  $0.42 \pm 0.18$  ve  $0.07 \pm 0.07$ , üçüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin  $0.33 \pm 0.13$  ve  $0.03 \pm 0.06$  ve dördüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin  $0.45 \pm 0.13$  ve  $0.00 \pm 0.07$  olarak tahmin etmişlerdir. Bu çalışmada hiçbir model değerlendirme kriteri tarafından önemli bulunmayan Aggrey ve Cheng (1994)’in çalışmalarındaki gibi yalnızca direkt ve maternal çevresel etkileri dikkate alan M2’de bu değerler sırayla, birinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin  $0.116 \pm 0.01$  ve  $0.327 \pm 0.01$ , ikinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin  $0.294 \pm 0.01$  ve  $0.101 \pm 0.01$ , üçüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin  $0.108 \pm 0.01$  ve  $0.076 \pm 0.01$  ve dördüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin  $0.113 \pm 0.01$  ve  $0.023 \pm 0.04$  olarak tahmin edilmiştir (Çizelge 4.18, 20 ,22 ve 24). Bu çalışmada Aggrey ve Cheng (1994)’in bildirişine göre yalnızca birinci hafta canlı ağırlık artışı bakımından benzer sonuçlar elde edilmiştir. Momoh vd. (2014) de, Japon bıldırcınlarında birinci haftadan dördüncü haftaya kadar haftalık olarak canlı ağırlık artışına ilişkin kısıtlanmış-baba modeli ile karışık modelde en küçük kareler yöntemini kullandıkları çalışmalarında, haftalardaki canlı ağırlık artışlarına ait  $\hat{h}_d^2$  ’yi sırasıyla;  $0.31 \pm 0.07$ ,  $0.19 \pm 0.05$ ,  $0.42 \pm 0.02$  ve  $0.30 \pm 0.03$  olarak tahmin etmişlerdir.

Çizelge 4.19’da birinci hafta canlı ağırlık artışına ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile gösterilmiştir. Ayrıca özelliğe ait modellerin karşılaştırılması için olasılık oran testleri sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Birinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_a^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	9.48 ±0.3	—	—	—	26.98 ±0.8	36.47 ±0.6	0.260 ±0.02	—	—	—	—	0.260 ±0.02	-2653.35	5310.70	5320.85	5923.86	308.58
M2	4.28 ±0.2	—	—	12.05 ±0.8	20.54 ±0.9	36.87 ±1.1	0.116 ±0.01	—	—	—	0.327 ±0.01	0.116 ±0.01	-2604.96	5215.92	5231.15	5486.38	138.23
M3	4.40 ±0.2	14.30 ±1.3	—	—	21.94 ±0.6	40.64 ±1.2	0.108 ±0.02	0.352 ±0.02	—	—	—	0.284 ±0.02	-2612.73	5231.46	5246.69	<b>5482.99</b>	<b>128.76</b>
M4	12.43 ±1.2	12.61 ±0.9	-6.12 ±1.1	—	18.10 ±0.8	37.03 ±0.7	0.335 ±0.02	0.340 ±0.01	0.165 ±0.01	-0.488 ±0.02	—	0.258 ±0.02	-2593.01	5194.02	5214.33	5980.63	397.31
M5	7.41 ±0.9	5.29 ±0.7	—	6.05 ±1.1	18.12 ±0.7	36.87 ±0.7	0.201 ±0.01	0.143 ±0.03	—	—	0.164 ±0.01	0.184 ±0.02	-2596.86	5201.72	5222.03	5671.29	238.78
M6	10.45 ±1.1	8.56 ±1.0	-7.08 ±1.1	4.59 ±0.7	20.01 ±0.9	36.54 ±0.8	0.286 ±0.02	0.234 ±0.02	0.194 ±0.01	-0.748 ±0.01	0.126 ±0.02	0.112 ±0.02	-2589.02	<b>5188.04</b>	<b>5213.42</b>	5856.72	339.34

a:  $\hat{\sigma}_a^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_a^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.20. Birinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	112.98	1	< 0.00001
1-3	81.24	1	< 0.00001
1-4	120.68	2	< 0.00001
1-5	112.98	2	< 0.00001
1-6	128.66	3	< 0.00001
2-4	23.90	1	< 0.00001
2-5	16.20	1	0.000057
2-6	31.88	2	< 0.00001
3-4	39.44	1	< 0.00001
3-5	31.74	1	< 0.00001
3-6	47.42	2	< 0.00001
4-6	7.98	1	0.004730
5-6	15.68	1	0.000075

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.19’da gösterilen modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.108-0.335, 0.143-0.352, 0.126-0.327 arasında değerler almıştır. Modellere maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin eklenmesiyle doğal Log-olabilirliğinin arttığı görülmektedir. Ayrıca  $\hat{\sigma}_e^2$ , maternal genetik ve çevresel etkiler ve genetik kovaryans modellere eklendiğinde, önemli oranda düşmüştür ( $e^2$ ; 0.739-0.488). Birinci hafta canlı ağırlık artışı üzerinde direkt genetik ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansı dikkate alan M4 ve M6 diğer modellerle kıyaslandığında  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{\sigma}_m^2$  daha yüksek tahmin edilmiştir. cAIC bilgi kriterine göre direkt etkilerin yanında maternal genetik etkilerin yüksek tahmin edildiği M3 en doğru tahminleri vermektedir. BIC bilgi kriteri, mAIC ve  $\chi^2$  istatistiğine dayanan olasılık oran testleri (Çizelge 4.20) en doğru tahminlerin tüm şansa bağlı etkileri değerlendiren M6’nın olduğunu göstermektedir.

İkinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.21’de, kıyaslanabilen modeller için olasılık oran testi sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. İkinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	44.89 ±0.8	—	—	—	74.50 ±1.5	119.4 ±1.8	0.376 ±0.03	—	—	—	—	0.376 ±0.03	-3246.59	6497.18	6507.33	7384.8	445.81
M2	35.27 ±0.9	—	—	12.16 ±0.7	72.68 ±1.7	120.1 ±2.1	0.294 ±0.01	—	—	—	0.101 ±0.01	0.294 ±0.01	-3200.16	6406.32	6421.55	7097.92	348.80
M3	41.03 ±1.1	12.46 ±0.6	—	—	72.21 ±1.8	125.7 ±1.9	0.326 ±0.02	0.099 ±0.02	—	—	—	0.376 ±0.02	-3206.57	6419.14	6434.37	7186.46	386.66
M4	42.80 ±1.5	24.47 ±1.2	-20.11 ±2.2	—	72.70 ±1.6	119.8 ±2.3	0.357 ±0.02	0.204 ±0.03	0.167 ±0.02	-0.621 ±0.06	—	0.208 ±0.03	-3192.65	6393.30	<b>6413.61</b>	7231.96	423.33
M5	26.82 ±1.1	14.26 ±0.7	—	8.79 ±0.6	70.72 ±1.9	120.3 ±1.9	0.223 ±0.01	0.118 ±0.01	—	—	0.073 ±0.01	0.282 ±0.01	-3198.94	6405.88	6426.19	<b>6927.50</b>	<b>264.81</b>
M6	29.56 ±1.0	24.39 ±1.2	-20.19 ±2.3	10.39 ±1.1	74.01 ±1.8	118.7 ±2.4	0.249 ±0.02	0.205 ±0.01	0.170 ±0.02	-0.752 ±0.09	0.087 ±0.01	0.097 ±0.03	-3191.48	<b>6392.96</b>	6418.34	6974.09	295.57

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.22. İkinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	92.86	1	< 0.00001
1-3	80.04	1	< 0.00001
1-4	107.88	2	< 0.00001
1-5	95.30	2	< 0.00001
1-6	110.22	3	< 0.00001
2-4	15.02	1	0.000106
2-5	2.44	1	0.118276
2-6	17.36	2	0.000170
3-4	27.84	1	< 0.00001
3-5	15.26	1	0.000094
3-6	30.18	2	< 0.00001
4-6	2.34	1	0.126090
5-6	14.92	1	0.000112

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.21’de özelliğe ait farklı modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.223-0.376, 0.099-0.205, 0.073-0.101 arasında değerler almıştır. Birinci hafta canlı ağırlık artışına ilişkin kalıtım derecesi tahminlerine göre  $\hat{h}_d^2$  daha yüksek bulunmuştur. Maternal genetik etkiler ve maternal çevresel etkilere ait kalıtım dereceleri düşüş göstermesi sebebiyle bu durumun ilk hafta içerisinde civcivlerin büyümesi üzerinde çevre etkilerinden kaynaklanan varyasyonun fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Modellerde maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin eklenmesiyle doğal Log-olabilirliğinin arttığı görülmektedir. Yalnızca eklemeli genetik etkilerin dikkate alındığı M1’de  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$ , diğer modellerden daha yüksek tahmin edilmiştir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon M4 ve M6’ da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.621 ve -0.752). Çizelge 4.22 incelendiğinde, direkt ve maternal çevresel etkileri içeren M2 ile M5 (direkt, maternal genetik etkiler, maternal çevresel etkiler) ve M5 (direkt, maternal genetik etkiler ve maternal çevresel etkiler) karşılaştırıldığında, M2’nin ikinci hafta canlı ağırlık artışını açıklamada daha doğru tahminler verdiği, ancak M2 ve tüm rastgele etkileri içeren M6 (direkt, maternal genetik etkiler, direkt-maternal kovaryans ve maternal çevresel etkiler) karşılaştırıldığında direkt-maternal kovaryans ve maternal çevresel etkilerin dahil edilmesinin

modeli önemli derecede iyileştirdiği görülmektedir. Diğer taraftan M6 ile M4 (direkt, maternal ve direkt-maternal kovaryans) karşılaştırıldığında maternal çevresel etkilerin eklenmesinin modeli önemli derecede iyileştirmediği anlaşılmaktadır ( $P=0.12609$ ). Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda olasılık oran testi sonuçları için en doğru tahimnleri M4'ün gerçekleştirdiği söylenebilir. Aynı şekilde BIC bilgi kriterlerine göre en doğru tahminleri veren M4'tür. Diğer taraftan mAIC bilgi kriterine göre tüm rastgele etkilerin bulunduğu M6, cAIC bilgi kriterine göre ise M5'tir.

Çizelge 4.23'de üçüncü hafta canlı ağırlık artışına ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile gösterilmiştir. Özellikle ilişkin farklı modellerin karşılaştırılmasında kullanılan olasılık oran test sonuçları Çizelge 4.24'de verilmiştir.



Çizelge 4.23. Üçüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	13.99 ±0.4	—	—	—	59.43 ±0.9	73.41 ±1.1	0.191 ±0.01	—	—	—	—	0.191 ±0.01	-2999.79	6003.58	6013.73	6453.48	226.95
M2	7.98 ±0.03	—	—	5.60 ±0.3	59.77 ±1.3	73.35 ±1.1	0.108 ±0.01	—	—	—	0.076 ±0.01	0.109 ±0.01	-2996.74	5999.48	6014.71	6251.01	128.76
M3	7.84 ±0.3	6.13 ±0.2	—	—	59.62 ±1.2	73.59 ±1.2	0.107 ±0.01	0.083 ±0.01	—	—	—	0.148 ±0.01	-2995.86	5997.72	<b>6012.95</b>	6246.88	127.58
M4	10.16 ±0.04	9.044 ±0.4	-5.549 ±0.2	—	59.81 ±1.1	73.46 ±1.1	0.138 ±0.01	0.123 ±0.02	0.075 ±0.01	-0.578 ±0.02	—	0.087 ±0.02	-2993.12	5994.24	6014.55	6314.74	164.25
M5	7.77 ±0.3	4.453 ±0.3	—	0.85 ±0.1	60.45 ±1.2	73.53 ±1.2	0.106 ±0.01	0.061 ±0.01	—	—	0.012 ±0.01	0.136 ±0.01	-2993.34	5994.68	6014.99	<b>6239.48</b>	<b>126.40</b>
M6	9.16 ±0.3	7.044 ±0.3	-5.548 ±0.2	3.01 ±0.1	59.81 ±1.2	73.46 ±1.2	0.125 ±0.01	0.095 ±0.01	0.075 ±0.01	-0.691 ±0.02	0.041 ±0.01	0.059 ±0.02	-2991.12	<b>5992.24</b>	6017.62	6279.99	148.88

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.24. Üçüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	6.10	1	0.013518
1-3	7.86	1	0.005054
1-4	13.34	2	0.001268
1-5	12.90	2	0.001581
1-6	17.34	3	0.000602
2-4	7.24	1	0.007130
2-5	6.80	1	0.009116
2-6	11.24	2	0.003625
3-4	5.48	1	0.019235
3-5	5.04	1	0.024768
3-6	9.48	2	0.008739
4-6	4.00	1	0.045500
5-6	4.44	1	0.035106

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.23'te görüldüğü gibi, modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.106-0.191, 0.061-0.095, 0.012-0.076 arasında değerler almıştır. Modellere maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin eklenmesiyle doğal Log-olabilirliğinin çok düşük oranlarda arttığı görülmektedir. Üçüncü hafta canlı ağırlık artışı üzerinde sadece direkt genetik etkileri dikkate alan M1'de diğer modellerle kıyaslandığında  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{\sigma}_m^2$  daha yüksek tahmin edilmiştir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon, M4 ve M6' da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.578 ve -0.691). mAIC ve  $\chi^2$  istatistiğine dayanan olasılık oran testleri (Çizelge 4. 24) en doğru tahminlerin tüm şansa bağlı etkileri değerlendiren M6'nın olduğunu göstermektedir. cAIC bilgi kriterine göre direkt-maternal etkiler arasındaki kovaryansın dikkate alınması modeli iyileştirmemektedir. BIC bilgi kriterine göre ise genetik etkilerin yanında nispeten düşük tahmin edilen maternal genetik etkilerin (% 8.3) de dikkate alınması model tahminlerini iyileştirmemekte ve en doğru tahminler M3'te gerçekleşmektedir.

Dördüncü hafta canlı ağırlık artışına ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.25'te gösterilmektedir. Özelliğe ilişkin, farklı sayıdaki şansa

bağlı etkilerin karşılaştırıldığı modellerin olasılık-oran testleri Çizelge 4.26'da görölmektedir.



Çizelge 4.25. Dördüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	28.78 ±0.3	—	—	—	104.62 ±2.1	133.4 ±2.0	0.216 ±0.01	—	—	—	—	0.216 ±0.01	-3384.00	6772.00	6782.15	7281.06	256.53
M2	15.12 ±0.2	—	—	3.13 ±0.03	115.10 ±2.3	133.4 ±2.1	0.113 ±0.01	—	—	—	0.023 ±0.004	0.113 ±0.01	-3381.02	6768.04	6783.27	7031.40	134.68
M3	15.46 ±0.2	6.34 ±0.1	—	—	111.60 ±2.1	133.4 ±2.0	0.116 ±0.01	0.048 ±0.003	—	—	—	0.139 ±0.01	-3380.12	6766.24	<b>6781.47</b>	7036.70	138.23
M4	16.25 ±0.3	7.55 ±0.3	-5.64 ±0.05	—	115.30 ±2.3	133.6 ±2.1	0.122 ±0.02	0.057 ±0.004	0.042 ±0.004	-0.510 ±0.05	—	0.087 ±0.01	-3377.02	6762.04	6782.35	7044.69	145.33
M5	14.94 ±0.5	7.37 ±0.2	—	2.75 ±0.01	108.35 ±2.1	133.4 ±2.2	0.112 ±0.01	0.055 ±0.003	—	—	0.021 ±0.003	0.140 ±0.01	-3376.62	6761.24	6781.55	<b>7020.23</b>	<b>133.49</b>
M6	15.45 ±0.2	7.45 ±0.3	-6.84 ±0.06	3.01 ±0.03	114.60 ±2.3	133.6 ±2.1	0.116 ±0.01	0.056 ±0.003	0.051 ±0.004	-0.637 ±0.06	0.022 ±0.004	0.067 ±0.02	-3374.02	<b>6758.04</b>	6783.42	7024.50	138.23

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

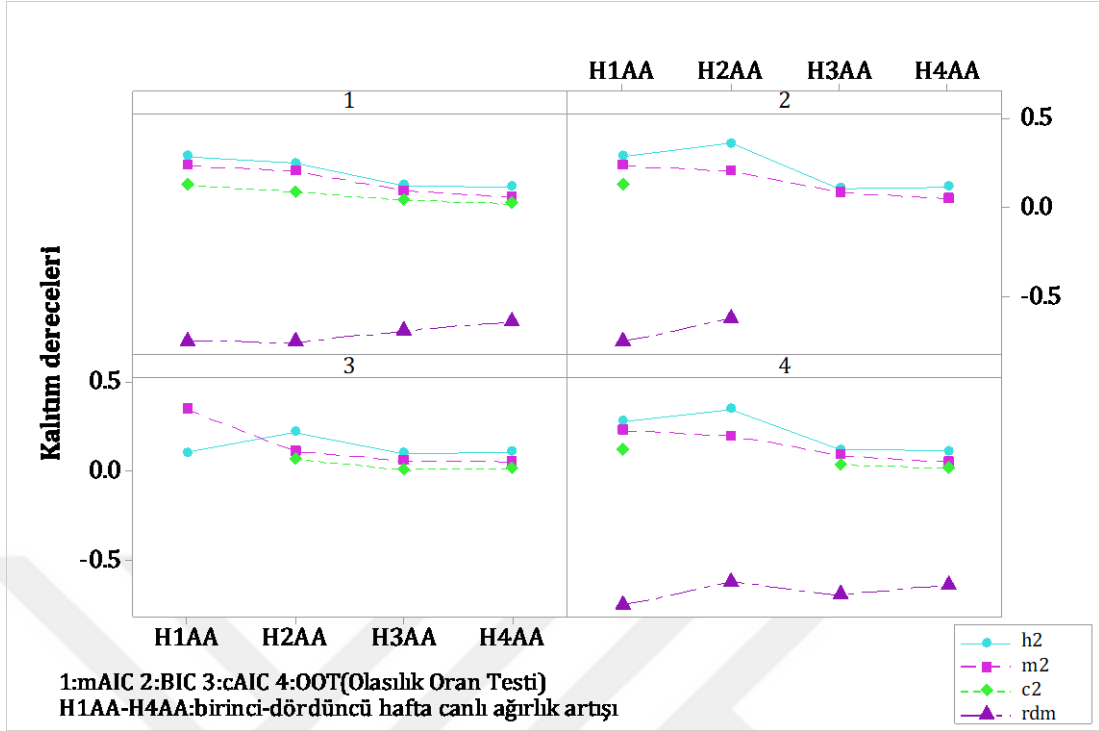
Çizelge 4.26. Dördüncü hafta canlı ağırlık artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-2	5.96	1	0.014634
1-3	7.76	1	0.005342
1-4	13.96	2	0.000930
1-5	14.76	2	0.000624
1-6	19.96	3	0.000173
2-4	8.00	1	0.004678
2-5	8.80	1	0.003012
2-6	14.0	2	0.000912
3-4	6.20	1	0.012775
3-5	7.00	1	0.008151
3-6	12.20	2	0.002243
4-6	6.00	1	0.014306
5-6	5.20	1	0.022587

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.25'te görüldüğü gibi, modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.112-0.216, 0.048-0.057, 0.021-0.023 arasında değerler almıştır. Modellere maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin eklenmesiyle doğal Log-olabilirliğinin arttığı görülmektedir. Özelliğe ilişkin sadece direkt genetik etkileri dikkate alan M1'de diğer modellerle kıyaslandığında  $\hat{\sigma}_a^2$  ve  $\hat{h}_a^2$  daha yüksek tahmin edilmiştir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon M4 ve M6' da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.510 ve -0.637). mAIC ve  $\chi^2$  istatistiğine dayanan olasılık oran testleri (Çizelge 4. 26) en doğru tahminlerin tüm şansa bağlı etkileri değerlendiren M6'nın olduğunu göstermektedir. cAIC bilgi kriterine göre direkt-maternal etkiler arasındaki kovaryansın dikkate alınması üçüncü hafta canlı ağırlık artışında olduğu gibi model tahminlerini iyileştirmemektedir. BIC bilgi kriterine göre ise genetik kovaryansın yanında düşük bulunan maternal çevresel etkilerin de dahil edilmesi modeli iyileştirmemekte ve en doğru tahminlerin M3'te gerçekleştiği görülmektedir.

Şekil 4.2'de model değerlendirme kriterlerine göre birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü haftalık yaştaki canlı ağırlık artışına ait en iyi modeller şekilsel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Model değerlendirme kriterlerine göre birinci-dördüncü haftalık yaştaki canlı ağırlık artışına ait en iyi modeller

Çizelge 4.27’de civciv çıkış uzunluğuna ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ve Çizelge 4.28’de özelliğe ait farklı modellere ilişkin olasılık oran testi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 4.27. Cıvcıv çıkış uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.050 ±0.03	—	—	—	0.124 ±0.01	0.175 ±0.01	0.286 ±0.03	—	—	—	—	0.280 ±0.03	467.57	-931.15	-920.99	-270.67	332.24
M2	0.019 ±0.03	—	—	0.028 ±0.01	0.124 ±0.01	0.172 ±0.01	0.114 ±0.02	—	—	—	0.165 ±0.02	0.110 ±0.02	482.32	-958.65	-943.42	-692.92	135.86
M3	0.018 ±0.03	0.034 ±0.02	—	—	0.122 ±0.01	0.175 ±0.01	0.102 ±0.04	0.196 ±0.03	—	—	—	0.200 ±0.03	482.62	-959.23	<b>-944.00</b>	-721.90	121.67
M4	0.026 ±0.03	0.044 ±0.02	-0.017 ±0.01	—	0.122 ±0.01	0.175 ±0.01	0.149 ±0.02	0.252 ±0.03	0.098 ±0.01	-0.503 ±0.04	—	0.129 ±0.03	485.36	-962.72	-942.41	-616.18	177.27
M5	0.015 ±0.02	0.009 ±0.002	—	0.022 ±0.01	0.125 ±0.01	0.172 ±0.01	0.087 ±0.01	0.052 ±0.01	—	—	0.131 ±0.02	0.113 ±0.01	485.48	-962.96	-942.65	<b>-763.12</b>	<b>103.92</b>
M6	0.026 ±0.02	0.017 ±0.004	-0.0107 ±0.002	0.019 ±0.01	0.120 ±0.01	0.172 ±0.01	0.151 ±0.01	0.099 ±0.01	0.062 ±0.01	-0.509 ±0.02	0.113 ±0.02	0.107 ±0.02	487.04	<b>-964.08</b>	-938.69	-614.81	179.63

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.28. Çıkış uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	29.50	1	< 0.00001
1-3	30.08	1	< 0.00001
1-4	35.57	2	< 0.00001
1-5	35.81	2	< 0.00001
1-6	38.93	3	< 0.00001
2-4	6.07	1	0.013750
2-5	6.31	1	0.012006
2-6	9.43	2	0.008960
3-4	5.49	1	0.019126
3-5	5.73	1	0.016677
3-6	8.85	2	0.011974
4-6	7.36	1	0.006669
5-6	3.12	1	0.077337

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.27 incelendiğinde modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkilerin düşük tahmin edilmesiyle birlikte 0.087-0.280, 0.052-0.196, 0.113-0.165 arasında değerler aldığı görülmektedir. Tüm modellerde  $\hat{\sigma}_e^2$  (çevre faktörlerinden ileri gelen varyans) yüksek bulunmuş ve sırasıyla modellere ait  $e^2$ ; 0.708, 0.721, 0.697, 0.697, 0.727 ve 0.697 olarak tahmin edilmiştir. Özelliğe ilişkin sonraki haftalara ait yaşlarda kalıtım dereceleri daha yüksek tahmin edilmesi sebebiyle, civciv çıkış uzunluğu üzerinde etkili ve modelde dikkate alınmayan başka faktörlerin de olduğu söylenebilmektedir. Bu etkiler büyük ihtimalle kuluçka koşullarından ve kuluçka içerisinde civcivin kuruması için bekletilen süreden ileri gelmektedir. Ancak kuluçkada bekleme süresi ele alındığında söz konusu etki civciv çıkış ağırlığında görülmemiştir.

Modellere maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin eklenmesiyle doğal Log-olabilirliğinin arttığı görülmektedir. Özelliğe ilişkin sadece direkt genetik etkileri dikkate alan M1'de, diğer modellerle kıyaslandığında  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  daha yüksek tahmin edilmiştir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon katsayısı M4 ve M6' da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.503 ve -0.509). mAIC, en doğru tahminlerin tüm parametrelerin yer aldığı M6'nın



olduğunu göstermektedir.  $\chi^2$  istatistiğine dayanan olasılık oran testleri (Çizelge 4.28) ve cAIC bilgi kriterine göre direkt-maternal etkiler arasındaki kovaryans dışındaki parametrelerin modelde dikkate alınması model tahminlerini en doğru şekilde hesaplamaktadır. BIC bilgi kriterine göre ise genetik kovaryansın yanında düşük bulunan maternal çevresel etkilerin de dahil edilmesi modeli iyileştirmemekte ve en doğru tahminlerin M3'te gerçekleştiği görülmektedir.

Bir haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri altı farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.29'da ve özelliğe ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık oran test sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Bir haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.332 ±0.03	—	—	—	0.617 ±0.03	0.949 ±0.03	0.350 ±0.03	—	—	—	—	0.350 ±0.03	-534.555	1073.11	1083.26	1899.21	415.05
M2	0.264 ±0.02	—	—	0.107 ±0.01	0.572 ±0.03	0.943 ±0.03	0.280 ±0.02	—	—	—	0.113 ±0.01	0.280 ±0.02	-529.479	1064.96	1080.19	1723.44	332.24
M3	0.263 ±0.02	0.113 ±0.01	—	—	0.574 ±0.03	0.950 ±0.03	0.276 ±0.02	0.119 ±0.01	—	—	—	0.336 ±0.02	-529.571	1065.14	1080.37	1714.158	327.51
M4	0.356 ±0.02	0.138 ±0.01	-0.149 ±0.01	—	0.604 ±0.05	0.949 ±0.04	0.375 ±0.03	0.145 ±0.01	0.157 ±0.01	-0.673 ±0.04	—	0.212 ±0.02	-527.655	1063.31	1083.62	1944.56	444.63
<b>M5</b>	0.259 ±0.01	0.091 ±0.01	—	0.055 ±0.01	0.538 ±0.03	0.943 ±0.04	0.274 ±0.02	0.096 ±0.01	—	—	0.058 ±0.01	0.323 ±0.02	-525.479	<b>1058.96</b>	<b>1079.26</b>	<b>1701.24</b>	<b>325.14</b>
M6	0.291 ±0.01	0.124 ±0.01	-0.147 ±0.01	0.065 ±0.01	0.614 ±0.04	0.947 ±0.04	0.307 ±0.03	0.131 ±0.01	0.155 ±0.01	-0.774 ±0.03	0.069 ±0.01	0.139 ±0.02	-524.889	1059.78	1085.16	1778.14	364.18

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.30. Bir haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-2	10.15	1	0.001443
1-3	12.12	1	0.000499
1-4	13.80	2	0.001008
1-5	18.15	2	0.000114
1-6	19.33	3	0.000234
2-4	3.65	1	0.056069
2-5	8.00	1	0.004678
2-6	9.18	2	0.010153
3-4	1.68	1	0.050343
3-5	6.03	1	0.004235
3-6	7.21	2	0.009279
4-6	5.53	1	0.018693
5-6	1.18	1	0.277356

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.29’da gösterilen özelliğe ait farklı modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.274-0.374, 0.096-0.145, 0.058-0.113 arasında değerler almıştır. Direkt genetik etkilere ait kalıtım derecesi civciv çıkış uzunluğuna göre yüksek, ancak maternal genetik ve çevresel etkileri daha düşük tahmin edilmiştir. Modellere maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin eklenmesiyle doğal Log-olabilirliğinin arttığı görülmektedir. Modellerde dikkate alınan eklemeli genetik etkiler ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın ( $\hat{\sigma}_{dm}$ ), M4 ve M6’da,  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{h}_d^2$ ’nin yüksek tahmin edilmesine sebep olduğu söylenebilir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon katsayısı M4 ve M6’da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.673 ve -0.774). Tüm model değerlendirme kriterlerine ve olasılık oran testine göre (Çizelge 4. 30) eklemeli genetik etkiler, maternal genetik etkiler ve maternal çevresel etkileri dikkate alan M5, diğer modellere göre daha doğru tahminlere sahiptir. Bu modele göre bir haftalık yaştaki uzunluğa ilişkin fenotipik varyasyonun % 27.4’ü eklemeli genetik etkiler, % 13.1’i maternal genetik etkiler ve % 6.9’u maternal çevresel etkiler tarafından açıklanmaktadır. Özelliğin fenotipik varyasyonundaki maternal çevresel etkilerin oranı bir haftalık yaştaki ağırlık ile (% 6.2) yakın, direkt ve maternal etkilerin payından yüksek bulunmuştur (% 16.7 ve 10.4).

İki haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.31’de gösterilmiştir. Özellikle ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık oran test sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir.



Çizelge 4.31. İki haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.510 ±0.03	—	—	—	0.905 ±0.04	1.415 ±0.02	0.360 ±0.02	—	—	—	—	0.360 ±0.02	-740.751	1485.50	1495.66	2335.26	426.88
M2	0.337 ±0.03	—	—	0.182 ±0.02	0.875 ±0.04	1.394 ±0.03	0.242 ±0.02	—	—	—	0.131 ±0.02	0.242 ±0.02	-730.035	1466.07	1481.30	2034.64	287.29
M3	0.269 ±0.01	0.243 ±0.02	—	—	0.905 ±0.04	1.418 ±0.03	0.190 ±0.01	0.171 ±0.01	—	—	—	0.275 ±0.01	-729.410	1464.82	<b>1480.05</b>	<b>1910.36</b>	<b>225.77</b>
M4	0.515 ±0.02	0.321 ±0.04	-0.247 ±0.03	—	0.806 ±0.03	1.395 ±0.04	0.369 ±0.03	0.230 ±0.02	0.177 ±0.01	-0.608 ±0.03	—	0.219 ±0.02	-729.404	1466.81	1487.11	2333.86	437.53
M5	0.272 ±0.02	0.160 ±0.02	—	0.068 ±0.01	0.906 ±0.05	1.403 ±0.03	0.194 ±0.02	0.111 ±0.02	—	—	0.049 ±0.01	0.249 ±0.02	-729.172	1466.34	1486.65	1919.35	230.50
M6	0.504 ±0.02	0.262 ±0.03	-0.232 ±0.03	0.047 ±0.02	0.811 ±0.03	1.392 ±0.03	0.362 ±0.02	0.188 ±0.01	0.167 ±0.02	-0.638 ±0.04	0.034 ±0.01	0.206 ±0.02	-727.252	<b>1464.50</b>	1489.89	2313.00	429.25

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.32. İki haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	21.43	1	< 0.00001
1-3	22.68	1	< 0.00001
1-4	22.69	2	0.000012
1-5	23.16	2	< 0.00001
1-6	27.00	3	< 0.00001
2-4	1.26	1	0.261651
2-5	1.73	1	0.188411
2-6	5.57	2	0.061729
3-4	0.01	1	0.920344
3-5	0.48	1	0.488422
3-6	4.32	2	0.115325
4-6	4.30	1	0.037667
5-6	3.84	1	0.050044

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.31’de görüleceği gibi kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.190-0.369, 0.111-0.230, 0.034-0.131 arasında değerler almıştır. Modellere maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin eklenmesiyle doğal Log-olabilirliğinin arttığı görülmektedir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon M4 ve M6’ da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.608 ve -0.638). Çizelge 4. 32’de olasılık oran testine ilişkin karşılaştırmalar verilmiştir. Bu karşılaştırmalara göre, direkt, maternal genetik etkiler ve bu etkiler arasındaki kovaryansı içeren M4 tüm rastgele etkileri içeren M6’ya göre daha iyi tahminler vermektedir. Diğer taraftan M4, genetik etkiler ve maternal genetik etkileri içeren M3’den istatistiksel olarak farksızdır ( $P=0.920344$ ). Bir başka ifadeyle modele kovaryansın eklenmesi modeli iyileştirmemekte ve daha az parametre içeren M3’ün tercih edilmesinin daha doğru olduğu görülmektedir. M3 ile aynı sayıda şansa bağlı etkiye sahip olan, direkt etkiler ve maternal çevresel etkileri dikkate alan M2, M1 dışındaki tüm modellerden farksızdır. Dolayısıyla olasılık oran testleri açısından en doğru tahminler M2 ve M3 tarafından yapılmaktadır. cAIC bilgi kriterine göre ise özelliğe ilişkin M3 en doğru tahminleri vermekte iken, diğer taraftan mAIC bilgi kriterine göre tüm rastgele etkilerin bulundması modeli önemli derecede iyileştirmektedir.

Çizelge 4.33'de üç haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ve özelliğe ait kıyaslabilen modellerin olasılık oran test sonuçları Çizelge 4.34'de gösterilmiştir.



Çizelge 4.33. Üç haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.618 ±0.05	—	—	—	1.103 ±0.03	1.722 ±0.02	0.359 ±0.02	—	—	—	—	0.359 ±0.02	-836.908	1677.82	1687.97	2525.21	425.69
M2	0.364 ±0.04	—	—	0.297 ±0.01	1.002 ±0.03	1.663 ±0.02	0.219 ±0.01	—	—	—	0.178 ±0.03	0.219 ±0.01	-815.019	1636.04	1651.27	2150.19	260.07
M3	0.473 ±0.04	0.158 ±0.02	—	—	1.085 ±0.02	1.716 ±0.03	0.276 ±0.03	0.092 ±0.03	—	—	—	0.322 ±0.03	-812.191	1630.38	1645.61	2279.40	327.51
M4	0.601 ±0.04	0.449 ±0.03	-0.322 ±0.02	—	0.943 ±0.03	1.671 ±0.02	0.360 ±0.02	0.268 ±0.05	0.193 ±0.03	-0.619 ±0.06	—	0.205 ±0.04	-808.717	<b>1625.43</b>	1645.74	2471.19	426.88
M5	0.287 ±0.04	0.161 ±0.03	—	0.141 ±0.01	1.081 ±0.04	1.669 ±0.03	0.172 ±0.01	0.096 ±0.01	—	—	0.084 ±0.01	0.220 ±0.01	-810.972	1629.94	<b>1650.25</b>	<b>2030.9</b>	<b>204.48</b>
M6	0.514 ±0.01	0.426 ±0.01	-0.292 ±0.01	0.064 ±0.01	0.947 ±0.01	1.660 ±0.02	0.309 ±0.02	0.257 ±0.03	0.176 ±0.02	-0.624 ±0.02	0.039 ±0.01	0.174 ±0.02	-808.520	1627.04	1652.42	2350.13	366.55

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.



Çizelge 4.34. Üç haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-2	43.78	1	< 0.00001
1-3	49.43	1	< 0.00001
1-4	56.38	2	< 0.00001
1-5	51.87	2	< 0.00001
1-6	56.78	3	< 0.00001
2-4	10.60	1	0.000386
2-5	6.09	1	0.004451
2-6	11.00	2	0.001503
3-4	6.95	1	0.008382
3-5	2.44	1	0.118276
3-6	7.34	2	0.025476
4-6	0.39	1	0.532299
5-6	4.90	1	0.026857

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.33'de görüldüğü gibi, özelliğe ilişkin modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.172-0.360, 0.092-0.178, 0.039-0.178 arasında tahmin edilmiştir. Eklemeli genetik ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans (M4; -0.619 ve M6; -0.624) negatif ve yüksek bulunmuştur. Buna ek olarak  $\hat{\sigma}_{dm}$  'nin dikkate alındığı modellerde  $\hat{h}_d^2$  ve  $\hat{h}_m^2$  yüksek tahmin edilmiştir. Çizelge 4. 34'de olasılık oran testine ilişkin karşılaştırmalar verilmiştir. Bu karşılaştırmalar göz önünde bulundurulduğunda M4'ün en doğru tahminleri verdiği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde MAIC bilgi kriteri de en doğru tahminlerin M4 ile gerçekleşeceğini göstermektedir. Ancak BIC ve cAIC bilgi kriterleri eklemeli direkt etkiler, maternal genetik etkiler ve maternal çevresel etkileri dikkate alan modelin (M5) özelliğe ait fenotipik varyasyonun açıklanmasında daha iyi olduğunu söylemektedir.

Dört haftalık yaştaki uzunluğa ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.35'te gösterilmiştir. Ayrıca, dört haftalık yaştaki uzunluğa ait kıyaslanabilen modellerin olasılık oran test sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.35. Dört haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.293 ±0.03	—	—	—	1.146 ±0.07	1.439 ±0.06	0.204 ±0.01	—	—	—	—	0.204 ±0.01	-804.705	1613.41	1623.56	2094.07	242.33
M2	0.175 ±0.03	—	—	0.142 ±0.03	1.142 ±0.06	1.459 ±0.06	0.120 ±0.01	—	—	—	0.097 ±0.01	0.119 ±0.01	-800.295	1606.59	1621.82	1886.75	143.08
M3	0.151 ±0.02	0.152 ±0.02	—	—	1.156 ±0.07	1.459 ±0.06	0.103 ±0.02	0.104 ±0.02	—	—	—	0.156 ±0.02	-800.220	1606.44	<b>1621.67</b>	<b>1846.14</b>	<b>122.85</b>
M4	0.231 ±0.05	0.216 ±0.03	-0.105 ±0.04	—	1.121 ±0.08	1.463 ±0.06	0.158 ±0.01	0.148 ±0.03	0.072 ±0.01	-0.472 ±0.04	—	0.124 ±0.02	-798.704	1605.41	1625.72	1973.23	187.91
M5	0.162 ±0.03	0.091 ±0.01	—	0.082 ±0.02	1.125 ±0.06	1.460 ±0.05	0.111 ±0.01	0.062 ±0.01	—	—	0.056 ±0.01	0.142 ±0.01	-797.297	1602.59	1622.90	1859.21	132.31
M6	0.204 ±0.03	0.157 ±0.02	-0.078 ±0.05	0.054 ±0.01	1.125 ±0.07	1.462 ±0.06	0.139 ±0.01	0.108 ±0.02	0.054 ±0.01	-0.437 ±0.03	0.037 ±0.01	0.113 ±0.02	-796.150	<b>1602.30</b>	1627.68	1923.18	165.44

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

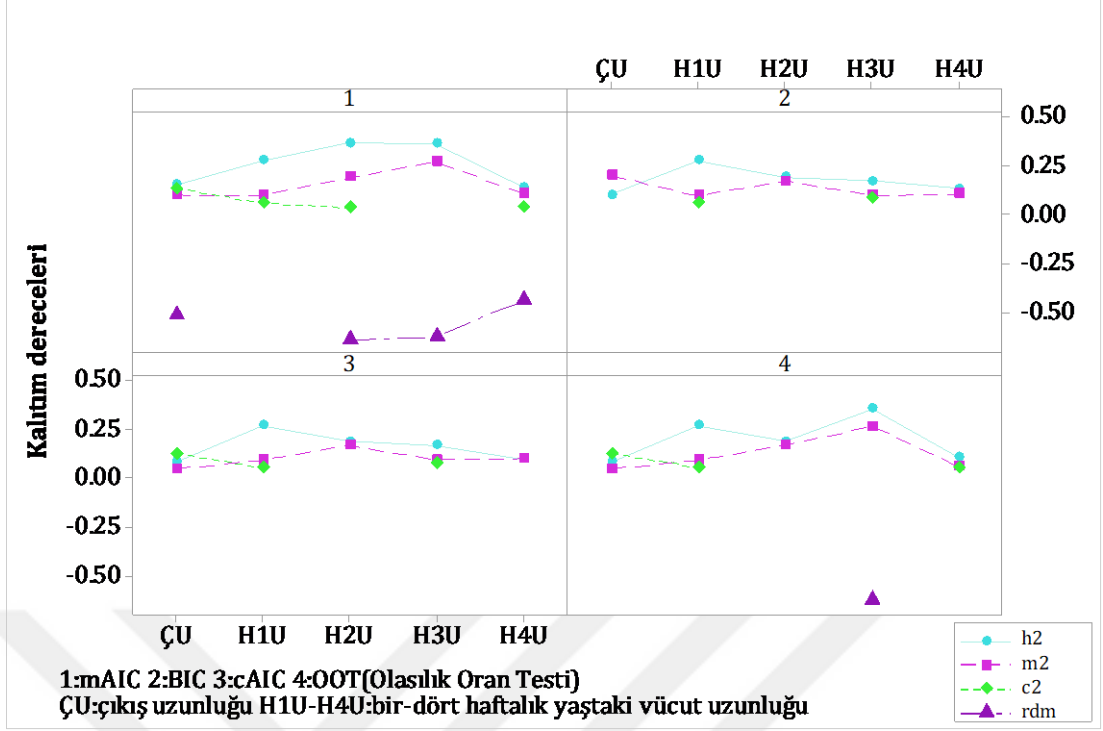
Çizelge 4.36. Dört haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-2	8.82	1	0.002979
1-3	8.97	1	0.002744
1-4	12.00	2	0.002479
1-5	14.82	2	0.000605
1-6	17.11	3	0.000671
2-4	3.18	1	0.074545
2-5	5.99	1	0.014387
2-6	8.28	2	0.015923
3-4	3.03	1	0.081738
3-5	5.85	1	0.015577
3-6	8.14	2	0.017077
4-6	5.11	1	0.023788
5-6	2.29	1	0.130210

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.103-0.204, 0.062-0.148, 0.037-0.097 arasında değerler almıştır. Özellikle ilişkin sadece direkt genetik etkileri dikkate alan M1'de diğer modellerle kıyaslandığında  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  daha yüksek tahmin edilmiştir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon M4 ve M6' da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.472 ve -0.437). mAIC ve  $\chi^2$  istatistiğine dayanan olasılık oran testleri (Çizelge 4.36) en doğru tahminlerin direkt, maternal genetik ve maternal çevresel etkileri varsayan M5'te gerçekleştiğini göstermektedir. mAIC bilgi kriterine göre direkt-maternal etkiler arasındaki kovaryansın da modele dahil edilmesinin özellikle ilişkin fenotipi daha iyi açıklayacağını göstermektedir. BIC ve cAIC bilgi kriterine göre ise genetik kovaryans ve maternal çevresel varyansın modele dahil edilmesi modeli iyileştirmemekte ve bu kriterlere göre en doğru tahminlerin M3'te gerçekleştiği görülmektedir.

Şekil 4.3'te model değerlendirme kriterlerine göre çıkış uzunluğu ve dördüncü haftalık yaşa kadar vücut uzunluğuna ait en iyi modeller şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. 3. Model değerlendirme kriterlerine göre çıkış uzunluğu ve dördüncü haftalık yaşa kadar vücut uzunluğuna ait en iyi modeller

Çizelge 4.37’de birinci hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile gösterilmiştir. Aynı zamanda, özelliğe ait kıyaslanabilen modellerin olasılık oran test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Birinci hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.375 ±0.04	—	—	—	0.763 ±0.02	1.138 ±0.02	0.330 ±0.04	—	—	—	—	0.330 ±0.04	-643.376	1290.75	1300.91	2069.53	391.39
M2	0.365 ±0.03			0.181 ±0.01	0.604 ±0.03	1.150 ±0.02	0.317 ±0.03	—	—	—	0.157 ±0.01	0.317 ±0.03	-586.570	1179.14	1194.37	1925.16	376.01
M3	0.359 ±0.03	0.231 ±0.03	—	—	0.685 ±0.02	1.275 ±0.02	0.282 ±0.02	0.181 ±0.01	—	—	—	0.372 ±0.03	-606.302	1218.60	1233.83	1881.82	334.61
M4	0.370 ±0.02	0.245 ±0.03	-0.195 ±0.01	—	0.736 ±0.02	1.156 ±0.01	0.320 ±0.02	0.212 ±0.02	0.169 ±0.01	-0.648 ±0.03	—	0.173 ±0.02	-584.539	1177.08	1197.38	1928.20	379.56
M5	0.251 ±0.02	0.191 ±0.02	—	0.095 ±0.004	0.617 ±0.03	1.150 ±0.02	0.218 ±0.03	0.166 ±0.01	—	—	0.083 ±0.01	0.301 ±0.02	-582.540	1173.08	<b>1193.39</b>	<b>1682.86</b>	<b>258.89</b>
M6	0.368 ±0.03	0.231 ±0.03	-0.189 ±0.01	0.088 ±0.003	0.643 ±0.02	1.142 ±0.02	0.322 ±0.02	0.202 ±0.01	0.165 ±0.01	-0.648 ±0.02	0.077 ±0.01	0.175 ±0.02	-579.937	<b>1169.87</b>	1195.26	1923.73	381.93

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.38. Birinci hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	113.61	1	< 0.00001
1-3	74.15	1	< 0.00001
1-4	117.67	2	< 0.00001
1-5	121.67	2	< 0.00001
1-6	126.88	3	< 0.00001
2-4	4.06	1	0.043910
2-5	8.06	1	0.004525
2-6	13.27	2	0.001314
3-4	43.53	1	< 0.00001
3-5	47.52	1	< 0.00001
3-6	52.73	2	< 0.00001
4-6	9.20	1	0.002420
5-6	5.21	1	0.022457

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.37'den görüldüğü gibi, kullanılan modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.218-0.330, 0.166-0.212, 0.083-0.157 arasında değerler almıştır. Özelliğe ilişkin sadece direkt genetik etkileri dikkate alan M1'de diğer modellerle kıyaslandığında düşük seviyelerde de olsa  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  daha yüksek tahmin edilmiştir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon M4 ve M6'da negatif ve aynı tahmin edilmiştir (-0.648). mAIC ve  $\chi^2$  istatistiğine dayanan olasılık oran testleri (Çizelge 4.38), en doğru tahminlerin tüm şansa bağlı etkiler değerlendirildiğinde modelin en iyi tahminler vereceğini göstermektedir. BIC ve cAIC bilgi kriterine göre ise genetik kovaryansın dikkate alınması modeli iyileştirmemekte ve bu kriterlere göre en doğru tahminlerin M5'te gerçekleştiği görülmektedir.

İkinci hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.39'da ve kıyaslanabilen modellerin olasılık oran testi karşılaştırmaları Çizelge 4.40'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.39. İkinci hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.312 ±0.04	—	—	—	0.621 ±0.03	0.932 ±0.04	0.335 ±0.04	—	—	—	—	0.335 ±0.04	-535.977	1075.95	1086.11	1866.56	397.31
M2	0.289 ±0.02	—	—	0.083 ±0.01	0.586 ±0.03	0.958 ±0.03	0.298 ±0.03	—	—	—	0.086 ±0.01	0.302 ±0.03	-476.440	958.88	974.11	1659.95	353.53
M3	0.305 ±0.02	0.107 ±0.01	—	—	0.709 ±0.03	1.121 ±0.04	0.272 ±0.02	0.095 ±0.01	—	—	—	0.319 ±0.02	-470.122	946.24	961.47	1585.80	322.78
M4	0.281 ±0.02	0.095 ±0.01	-0.101 ±0.01	—	0.627 ±0.03	0.902 ±0.03	0.311 ±0.02	0.105 ±0.01	0.112 ±0.01	-0.620 ±0.01	—	0.196 ±0.02	-469.510	947.02	967.33	1676.85	368.91
M5	0.216 ±0.02	0.079 ±0.01	—	0.093 ±0.01	0.570 ±0.03	0.958 ±0.02	0.225 ±0.02	0.082 ±0.01	—	—	0.097 ±0.01	0.267 ±0.02	-466.540	941.08	<b>961.39</b>	<b>1467.43</b>	<b>267.18</b>
M6	0.295 ±0.02	0.082 ±0.01	-0.106 ±0.01	0.076 ±0.01	0.682 ±0.03	1.029 ±0.03	0.287 ±0.02	0.080 ±0.01	0.103 ±0.01	-0.682 ±0.04	0.074 ±0.01	0.172 ±0.02	-465.461	<b>940.92</b>	966.31	1611.96	340.52

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.40. İkinci hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	119.07	1	< 0.00001
1-3	131.71	1	< 0.00001
1-4	132.93	2	< 0.00001
1-5	138.87	2	< 0.00001
1-6	141.03	3	< 0.00001
2-4	13.86	1	0.000197
2-5	19.80	1	< 0.00001
2-6	21.96	2	0.000017
3-4	1.22	1	0.269361
3-5	7.16	1	0.007455
3-6	9.32	2	0.009466
4-6	8.10	1	0.004427
5-6	2.16	1	0.141645

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.39 incelendiğinde, modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.225-0.335, 0.080-0.095, 0.074-0.097 arasında değerler aldığı görülmektedir. Özellikle ilişkin sadece direkt genetik etkileri dikkate alan M1’de düşük seviyelerde ancak diğer modellerle kıyaslandığında  $\hat{\sigma}_a^2$  ve  $\hat{h}_a^2$  daha yüksek tahmin edilmiştir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon M4 ve M6’ da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.620, -0.682). BIC, cAIC bilgi kriterleri ve  $\chi^2$  istatistiğine dayanan olasılık oran testleri (Çizelge 4.40), en doğru tahminlerin direkt, maternal genetik ve maternal çevresel etkiler değerlendirildiğinde (M5) gerçekleşeceğini göstermektedir. mAIC bilgi kriterine göre ise bu etkilerin yanında direkt-maternal kovaryansın da dikkate alınması modeli iyileştirmekte ve doğru tahminlerin M6’da gerçekleştiği görülmektedir.

Çizelge 4.41’de üçüncü hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile gösterilmiştir. Bununla birlikte, üçüncü hafta vücut uzunluğu artışına ait kıyaslanabilen modellerin olasılık oran testi sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir.



Çizelge 4.41. Üçüncü hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.204 ±0.02	—	—	—	0.409 ±0.01	0.613 ±0.01	0.333 ±0.01	—	—	—	—	0.333 ±0.01	-300.027	604.05	614.21	1389.93	394.94
M2	0.156 ±0.01	—	—	0.077 ±0.01	0.381 ±0.02	0.613 ±0.01	0.255 ±0.01	—	—	—	0.126 ±0.02	0.255 ±0.01	-271.213	548.42	563.66	1147.75	302.67
M3	0.173 ±0.02	0.085 ±0.01	—	—	0.389 ±0.02	0.647 ±0.02	0.267 ±0.02	0.131 ±0.01	—	—	—	0.333 ±0.02	-272.998	552.00	567.23	1179.72	316.86
M4	0.192 ±0.02	0.087 ±0.01	-0.094 ±0.01	—	0.467 ±0.02	0.652 ±0.01	0.294 ±0.02	0.133 ±0.02	0.144 ±0.01	-0.727 ±0.02	—	0.145 ±0.02	-267.745	543.49	563.80	1233.09	348.80
M5	0.135 ±0.01	0.064 ±0.01	—	0.046 ±0.01	0.376 ±0.01	0.621 ±0.01	0.217 ±0.01	0.103 ±0.01	—	—	0.074 ±0.01	0.269 ±0.01	-258.213	524.43	544.73	<b>1031.85</b>	<b>257.71</b>
M6	0.179 ±0.01	0.073 ±0.01	-0.097 ±0.01	0.039 ±0.01	0.409 ±0.01	0.603 ±0.01	0.297 ±0.01	0.122 ±0.01	0.161 ±0.01	-0.848 ±0.02	0.065 ±0.01	0.116 ±0.01	-237.772	<b>485.54</b>	<b>510.93</b>	1180.25	352.35

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.42. Üçüncü hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	57.63	1	< 0.00001
1-3	54.06	1	< 0.00001
1-4	64.56	2	< 0.00001
1-5	83.63	2	< 0.00001
1-6	124.51	3	< 0.00001
2-4	6.94	1	0.008429
2-5	26.00	1	< 0.00001
2-6	66.88	2	< 0.00001
3-4	10.51	1	0.001187
3-5	29.57	1	< 0.00001
3-6	70.45	2	< 0.00001
4-6	59.95	1	< 0.00001
5-6	40.88	1	< 0.00001

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.41’de görüldüğü gibi, kullanılan modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.217-0.333, 0.103-0.133, 0.065-0.126 arasında değerler almıştır. Özelliğe ilişkin sadece direkt genetik etkileri dikkate alan M1’de diğer modellerle kıyaslandığında  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  daha yüksek tahmin edilmiştir. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon M4 ve M6’ da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.727, -0.848). mAIC ve BIC bilgi kriterleri ve  $\chi^2$  istatistiğine dayanan olasılık oran testleri (Çizelge 4. 42) direkt, maternal genetik, direkt-maternal kovaryans ve maternal çevresel etkilerin değerlendirildiği modelin (M6) en iyi tahminler vereceğini göstermektedir. cAIC bilgi kriterine göre ise maternal çevresel etkilerin dikkate alınması modeli iyileştirmemektedir ve doğru tahminlerin M5’te gerçekleştiği görülmektedir.

Dördüncü hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.43’de verilmiştir. Ayrıca, özelliğe ait kıyaslanabilen modellerin olasılık oran testleri Çizelge 4.44’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.43. Dördüncü hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>						Genetik parametreler <sup>b</sup>						logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.301 ±0.04	—	—	—	0.665 ±0.03	0.966 ±0.02	0.312 ±0.04	—	—	—	—	0.312 ±0.04	-540.428	1084.86	1095.01	1821.05	370.10
M2	0.213 ±0.03	—	—	0.116 ±0.03	0.643 ±0.03	0.972 ±0.02	0.219 ±0.05	—	—	—	0.119 ±0.02	0.219 ±0.05	-513.440	1032.88	1048.11	1547.03	260.08
M3	0.215 ±0.03	0.141 ±0.02	—	—	0.647 ±0.03	1.003 ±0.02	0.214 ±0.05	0.141 ±0.02	—	—	—	0.285 ±0.04	-519.250	1044.50	1059.73	1546.82	254.16
M4	0.306 ±0.03	0.229 ±0.02	-0.163 ±0.02	—	0.600 ±0.03	0.972 ±0.02	0.315 ±0.05	0.236 ±0.03	0.168 ±0.02	-0.615 ±0.02	—	0.181 ±0.04	-501.617	<b>1011.23</b>	<b>1031.54</b>	1750.52	373.65
M5	0.189 ±0.02	0.107 ±0.02	—	0.074 ±0.01	0.603 ±0.02	0.973 ±0.02	0.194 ±0.03	0.110 ±0.02	—	—	0.076 ±0.01	0.249 ±0.03	-512.436	1032.87	1053.18	<b>1485.88</b>	<b>230.50</b>
M6	0.285 ±0.04	0.205 ±0.02	-0.153 ±0.02	0.033 ±0.01	0.601 ±0.03	0.971 ±0.03	0.294 ±0.04	0.211 ±0.03	0.157 ±0.02	-0.632 ±0.03	0.034 ±0.01	0.163 ±0.04	-501.590	1013.18	1038.56	1700.78	348.80

a:  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

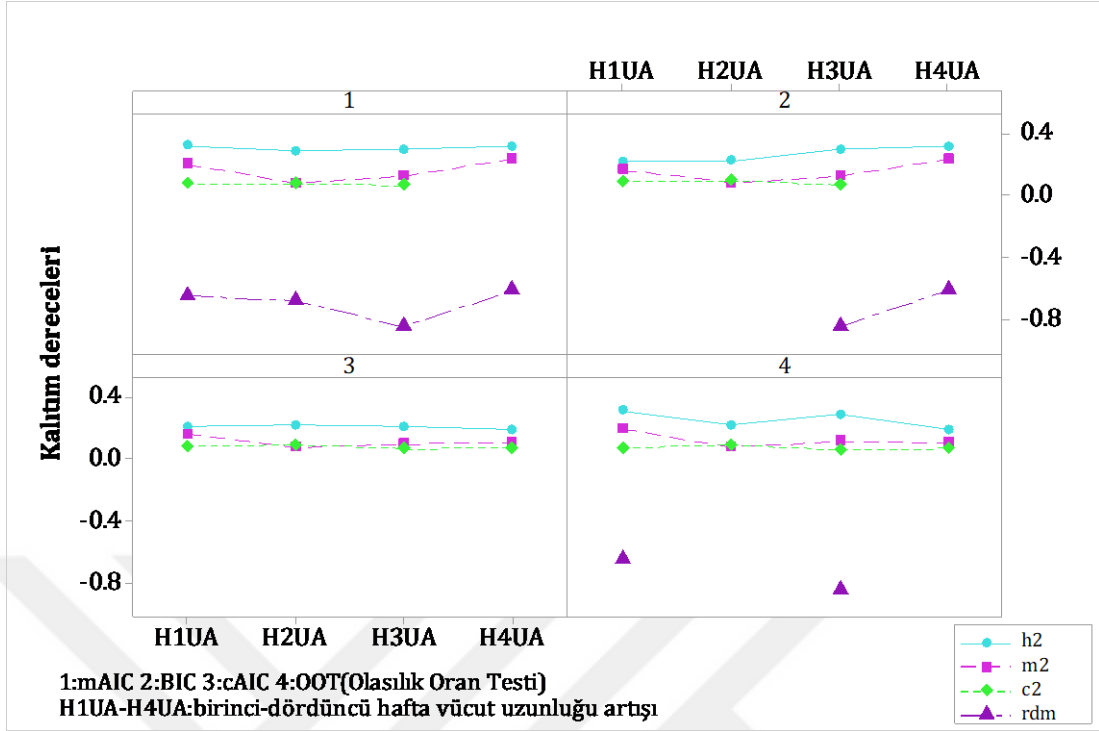
Çizelge 4.44. Dördüncü hafta vücut uzunluğu artışına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-2	53.98	1	< 0.00001
1-3	42.36	1	< 0.00001
1-4	77.62	2	< 0.00001
1-5	55.98	2	< 0.00001
1-6	77.68	3	< 0.00001
2-4	23.65	1	< 0.00001
2-5	2.01	1	0.156265
2-6	23.70	2	< 0.00001
3-4	35.27	1	< 0.00001
3-5	13.63	1	0.000223
3-6	35.32	2	< 0.00001
4-6	0.05	1	0.823063
5-6	21.69	1	< 0.00001

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Modellerde kalıtım derecesi, maternal genetik etkilere ait kalıtım derecesi ve maternal çevresel etkiler sırasıyla 0.194-0.315, 0.110-0.211, 0.034-0.119 arasında değerler almıştır. Özelliğe ilişkin sadece direkt genetik etkileri dikkate alan M1 ve genetik kovaryansı dikkate alan M4 ve M6'da, diğer modellerle kıyaslandığında,  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  birbirine benzer değerler almıştır. Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon M4 ve M6' da negatif ve yüksek tahmin edilmiştir (-0.615, -0.632). mAIC, BIC, bilgi kriterleri ve  $\chi^2$  istatistiğine dayanan olasılık oran testleri (Çizelge 4. 44), en doğru tahminlerin direkt, maternal genetik ve bunlar arasındaki kovaryansın modelde bulunduğu (M4) gerçekleşeceğini göstermektedir. cAIC bilgi kriterine göre ise direkt-maternal kovaryans yerine maternal çevresel etkilerin dikkate alınmasının modeli iyileştireceğini ve en doğru tahminlerin M5'te gerçekleşeceğini göstermektedir.

Model değerlendirme kriterlerine göre birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü haftalık yaştaki vücut uzunluğu artışına ait en iyi modeller Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Model değerlendirme kriterlerine göre birinci-dördüncü haftalık yaştaki vücut uzunluğu artışına ait en iyi modeller

Kanatlı yumurtaları civciv oluşumu için gerekli tüm besin maddelerini barındırmaktadır. Sert bir kabukla çevrelenen yumurtalar, solunum gazları dışında dış çevreden herhangi bir besin maddesi alamamakta ve aynı zamanda çevreye hiçbir atık madde verememektedir. Dolayısıyla embriyo gelişimi için gerekli enerji kaynaklarını oluşturacak maddelerin yumurtanın oluşum aşamasında yumurta içerisinde birikmesi gerekmektedir (Palmer ve Guilette Jr, 1991; Richards, 1997; Vieira, 2007). Bu birikim, başka bir ifadeyle besin madde içerikleri her yumurtada başta bakım-besleme koşulları ve maternal etkiler sebebiyle farklı olabilmektedir.

Yumurtanın oluşumu uzun bir süreç olarak bildirilmiştir (Grosso vd., 2010). Yumurta sarısının olgunlaşmasından yumurtalamaya (ovipozisyon) kadar yaklaşık olarak 24-26 saat gerekmektedir ve bunun yaklaşık 20 saati yumurtanın %10'ununu oluşturan yumurta kabuğu formasyonu için harcanmaktadır (Etches, 1995; Reece, 2006; Grosso vd., 2010). Tüm bu süreç ak, sarı, kabuk ve şekil

özelliklerinin belirlenmesinde dolayısıyla yumurta kalitesinin üzerinde etkin role sahiptir.

Bu çalışmada araştırılan yumurta kalite özelliklerine ait genetik parametre tahminleri Çizelge 4.45, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 67 ve 69'da gösterilmiştir. Yumurta özelliklerinde kuşakların sürekli olmaması sebebiyle veri setindeki dişi sayısı anne sayısına eşit ve aynıdır. Dolayısıyla M2'de tahmin edilen  $\hat{c}^2$  ile M3'te tahmin edilen  $\hat{h}_m^2$  aynı bulunacağından, söz konusu özelliklere ilişkin tahminlerde M2 yerine M3 kullanılmıştır. Ayrıca aynı sebepten M5'te tahmin edilen  $\hat{p}$  ile  $\hat{c}^2$  ve M6'da tahmin edilen  $\hat{p}$  ile  $\hat{h}_d^2$  birbirlerine eşit bulunmuştur.

Çizelge 4.45'te yumurta ağırlığına ilişkin tekrarlanan ölçümlerin değerlendirildiği farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri gösterilmiştir. Özelliğe ait kıyaslanabilen modellerin olasılık oran testleri de Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.45. Yumurta ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri\*

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>				
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{PE}^2$	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.531 ±0.04	0.073 ±0.01	0.457 ±0.04	-	-	-	0.733 ±0.07	1.264 ±0.06	0.420 ±0.03	0.058 ±0.01	0.362 ±0.04	-	-	-	-	0.362 ±0.04	-417.34	840.67	854.74	1844.57	504.94
M3	0.327 ±0.08	0.069 ±0.01	0.258 ±0.08	0.162 ±0.07	-	-	0.690 ±0.07	1.18 ±0.06	0.277 ±0.06	0.058 ±0.01	0.218 ±0.06	0.137 ±0.06	-	-	-	0.287 ±0.05	-403.64	815.27	834.02	<b>1537.97</b>	<b>365.35</b>
M4	0.376 ±0.08	0.064 ±0.01	0.312 ±0.08	0.204 ±0.09	-0.055 ±0.01	-	0.644 ±0.08	1.17 ±0.06	0.322 ±0.06	0.055 ±0.01	0.267 ±0.06	0.174 ±0.08	0.047 ±0.01	-0.219 ±0.08	-	0.283 ±0.05	-398.18	806.36	829.79	1633.82	418.73
M5	0.337 ±0.08	0.064 ±0.01	0.273 ±0.08	0.120 ±0.08	-	0.064 ±0.01	0.649 ±0.08	1.172 ±0.06	0.288 ±0.06	0.055 ±0.01	0.232 ±0.06	0.102 ±0.06	-	-	0.055 ±0.01	0.284 ±0.05	-395.49	800.98	<b>824.41</b>	1553.64	381.33
M6	0.379 ±0.09	0.061 ±0.01	0.318 ±0.08	0.061 ±0.01	-0.053 ±0.01	0.164 ±0.05	0.611 ±0.08	1.162 ±0.06	0.326 ±0.06	0.052 ±0.01	0.273 ±0.07	0.052 ±0.01	0.046 ±0.01	-0.386 ±0.08	0.141 ±0.09	0.231 ±0.05	-392.26	<b>796.51</b>	824.64	1634.13	424.80

\*: modellerde bireye ait yumurta ağırlığına ilişkin tekrarlı ölçümler dikkate alınmıştır. a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$ ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{PE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.46. Yumurta ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	27.40	1	< 0.00001
1-4	38.32	2	< 0.00001
1-5	43.70	2	< 0.00001
1-6	50.16	3	< 0.00001
3-4	10.92	1	0.000951
3-5	16.30	1	0.000054
3-6	22.76	2	0.000011
4-6	11.84	1	0.000580
5-6	6.46	1	0.011033

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4. 45'te görüleceği gibi bireyin tekrarlı ölçümlerinde yumurta ağırlığına ilişkin tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) modellere göre 0.420-0.277, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ) 0.218-0.362, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ) 0.052-0.174 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ), 0.055-0.141 aralığında tahmin edilmiştir. M1'de diğer modellerle kıyaslandığında,  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  yüksek bulunmuştur.

Yumurta ağırlığına ilişkin sadece direkt genetik etkilerin değerlendirildiği çalışmalarda,  $\hat{h}_d^2$ ; 0.62 (Sato, 1989), 0.35 (Baumgartner, 1994), 0.50 (Minvielle vd., 1997), 0.83±0.012 (Sezer, 2007b), 0.81±0.04 (Narinc vd., 2015) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada özelliğe ait temel modelde (M1) tahmin edilen 0.362±0.04 değeri diğer bildirişlerden düşük bulunmuştur. Okenyi vd. (2013), Japon bıldırcınlarında üç kuşak boyunca, yumurtlamanın düzene girmesinden iki hafta sonraki dönemde yumurta verimi için kısa dönem (30 gün) seleksiyon uyguladıkları çalışmalarında, yumurta ağırlığına ait kalıtım derecelerini kuşaklara göre sırayla; 0.19±0.34, 0.11±0.34 ve 0.12±0.30 olarak tahmin etmişlerdir. Kaye vd. (2016), iki kuşak boyunca vücut ağırlığı için seleksiyon uyguladıkları çalışmalarında yumurta ağırlığı için gerçekleşen kalıtım derecesini 0.48 olarak bildirmişlerdir. Vali (2008), tam kardaşlerden yararlanılarak bulunan 12. haftadaki yumurta ağırlığı için  $\hat{h}_d^2$ 'yi 0.65 olarak bildirmiştir (Sitman vd., 1966).



Sato vd. (1989), Henderson metodu ile baba, ana ve hem baba hem de ana unsurlarından hesapladıkları yumurta ağırlığına ait kalıtım derecelerini sırayla;  $0.28 \pm 0.28$ ,  $0.96 \pm 0.34$  ve  $0.62 \pm 0.17$  olarak bulmuşlardır. Saatci vd. (2006), yumurta özelliklerinin tekrarlı ölçümleri içermesi nedeniyle herbir birey ile ilişkili kalıcı çevre varyansını modele, modeldeki diğer etkilerden bağımsız rastgele etki olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, yumurta ağırlığına ait  $\hat{h}_a^2$ 'yi  $0.25 \pm 0.090$ ,  $\hat{p}$ 'yi  $0.31 \pm 0.072$  olarak tahmin etmişlerdir.

M5'te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı, M6'da maternal genetik etkiler ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı birbirine eşit bulunmuştur. Bu durumun yumurta verilerine ilişkin kuşak elde edilememesinden kaynakladığı ve bu modellerde birey ve ana etkilerinin de aynı şekilde bulunmasından ileri geldiği söylenebilir. Diğer taraftan modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının (0.052-0.058) çok değişiklik göstermediği, modellere göre  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$  'de ise daha fazla değişiklik meydana geldiği görülmektedir. Aynı zamanda M6'da modele direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkilerin modele dahil edilmesinin  $\hat{c}^2$  'yi, M5 ile kıyaslandığında, yükselttiği görülmektedir. Çizelge 4. 46 incelendiğinde, olasılık oran testlerinin en doğru tahminlerin gerçekleştiği modelin tüm şansa bağlı etkileri dikkate alan M6 olduğu anlaşılmaktadır. Aynı şekilde, mAIC bilgi kriterine göre de en iyi modelin M6 olduğu görülmektedir. BIC bilgi kriterine göre genetik kovaryansın modele dahil edilmesi önemli bulunmamış ve modelde direkt, maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin yer alması gerekmektedir. cAIC bilgi kriterine göre de daha sınırlandırılmış bir model özelliğe ilişkin veri seti için daha doğru tahminleri sunmaktadır. Buna göre M2 en doğru tahminlere sahiptir.

Çizelge 4. 47'de kabuk ağırlığına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile verilmiştir. Bununla birlikte, özelliğe ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık oran testi sonuçları Çizelge 4. 48'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.47. Kabuk ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								logL	Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{pE}^2$	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$		mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.173 ±0.01	0.023 ±0.01	0.149 ±0.01	-	-	-	0.236 ±0.02	0.409 ±0.02	0.422 ±0.03	0.057 ±0.01	0.364 ±0.04	-	-	-	-	0.364 ±0.04	955.43	-1904.85	-1890.80	-897.75	506.56
M3	0.115 ±0.03	0.022 ±0.01	0.093 ±0.03	0.048 ±0.01	-	-	0.221 ±0.02	0.385 ±0.02	0.300 ±0.07	0.057 ±0.01	0.242 ±0.07	0.125 ±0.06	-	-	-	0.304 ±0.06	969.24	-1930.47	-1911.74	-1153.73	392.37
M4	0.128 ±0.03	0.020 ±0.01	0.107 ±0.04	0.073 ±0.01	-0.062 ±0.01	-	0.206 ±0.02	0.345 ±0.01	0.370 ±0.08	0.059 ±0.01	0.311 ±0.08	0.212 ±0.07	0.181 ±0.01	-0.704 ±0.1	-	0.146 ±0.08	975.01	-1940.02	-1916.59	-1027.67	461.17
M5	0.120 ±0.04	0.020 ±0.01	0.099 ±0.04	0.034 ±0.01	-	0.02 ±0.01	0.208 ±0.02	0.383 ±0.02	0.313 ±0.07	0.054 ±0.01	0.259 ±0.09	0.089 ±0.06	-	-	0.054 ±0.005	0.303 ±0.08	977.49	-1944.98	-1921.55	-1134.01	410.49
<b>M6</b>	0.085 ±0.01	0.019 ±0.01	0.065 ±0.01	0.019 ±0.01	-0.018 ±0.01	0.053 ±0.01	0.195 ±0.01	0.335 ±0.01	0.254 ±0.01	0.058 ±0.01	0.196 ±0.01	0.058 ±0.01	0.055 ±0.01	-0.514 ±0.01	0.159 ±0.04	0.142 ±0.01	980.97	<b>-1949.94</b>	<b>-1921.82</b>	<b>-1284.08</b>	<b>338.93</b>

a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$ ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{pE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ ; etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.48. Kabuk ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	27.62	1	< 0.00001
1-4	39.16	2	< 0.00001
1-5	44.12	2	< 0.00001
1-6	51.08	3	< 0.00001
3-4	11.54	1	0.000681
3-5	16.50	1	0.000049
3-6	23.46	2	< 0.00001
4-6	11.92	1	0.000555
5-6	6.96	1	0.008335

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.47’de gösterilen beş farklı modelde özelliğe ilişkin tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) modellere göre 0.254-0.422, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ) 0.196-0.364, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ), 0.058-0.212 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ), 0.054-0.159 aralığında tahmin edilmiştir. Sadece direkt genetik etkilerin dikkate alındığı M1’de diğer modellerle kıyaslandığında,  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  yüksek bulunmuştur.

Kabuk ağırlığına ilişkin doğrudan eklemeli genetik etkilerin değerlendirildiği çalışmalarda,  $\hat{h}_d^2$  ; 0.78±0.23, 0.86±0.44 ve 0.71±0.27 (Sato, 1989), 0.25 (Baumgartner, 1994), 0.60 (Minvielle vd., 1997), 0.78 (Minvielle vd., 1998), 0.08±0.029 (Sezer 2007b) ve 0.76±0.04 (Narinc vd., 2015) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada temel modelde (M1) kabuk ağırlığına ilişkin  $\hat{h}_d^2$ ;0.364±0.04 Sezer (2007b)’in bildirdiği değer dışında diğer çalışmalara göre düşük bulunmuştur. Kaye vd. (2016), özelliğe ilişkin gerçekleşen kalıtım derecesini 0.01 olarak bildirmiştir.

Çalışmalara ait kalıtım derecesi tahminlerindeki farklılıklar, çalışmalarda bildiricılara uygulanan bakım ve besleme koşulları, genotip, ana yaşı, ana ağırlığı ve çalışmalarda kullanılan tahmin metotlarından kaynaklanabilir.

M5'te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) ile bireye ait kalıcı çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ), M6'da maternal genetik etkiler ( $\hat{h}_m^2$ ) ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ) eşit tahmin edilmiştir. Yumurta özelliklerine ait generasyon olmaması ve bu modellerde birey ve ana etkilerinin aynı şekilde bulunması bu eşitliklere yol açmış olabilir. Diğer taraftan modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının (0.054-0.059) çok az değişiklik gösterdiği, modellere göre  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$ 'de ise daha fazla değişiklik meydana geldiği görülmektedir. Aynı zamanda M6'da görüleceği gibi, modele direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın dikkate alınmasının  $\hat{c}^2$  'yi, diğer modellerle (M5) kıyaslandığında, yükselttiği görülmektedir. Olasılık oran testleri (Çizelge 4.48) ve diğer model değerlendirme kriterleri MAIC, BIC ve CAIC bilgi kriteri, tüm şansa bağlı etkilerin (direkt, maternal genetik, maternal çevresel etkiler, direkt-maternal genetik kovaryans) modelde yer aldığı en doğru tahminlerin elde edileceğini göstermektedir.

Yumurtanın sarı ağırlığına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri beş farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri Çizelge 4.49'de gösterilmiştir. Aynı özelliğe ilişkin model karşılaştırmalarına ait olasılık oran testleri Çizelge 4.50'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.49. Sarı ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>				
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{PE}^2$	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_a^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.113 ±0.01	0.015 ±0.01	0.098 ±0.01	-	-	-	0.152 ±0.01	0.265 ±0.01	0.426 ±0.03	0.057 ±0.01	0.370 ±0.04	-	-	-	-	0.370 ±0.04	210.14	-414.29	-400.22	602.41	511.34
M3	0.052 ±0.01	0.014 ±0.01	0.038 ±0.01	0.044 ±0.01	-	-	0.144 ±0.01	0.240 ±0.01	0.217 ±0.08	0.070 ±0.01	0.158 ±0.08	0.183 ±0.05	-	-	-	0.248 ±0.06	225.14	-442.29	-423.54	128.01	289.15
M4	0.044 ±0.01	0.014 ±0.01	0.030 ±0.01	0.015 ±0.01	0.001 ±0.001	-	0.146 ±0.01	0.208 ±0.01	0.214 ±0.01	0.057 ±0.01	0.144 ±0.01	0.072 ±0.01	0.009 ±0.001	0.092 ±0.01	-	0.188 ±0.01	230.65	-451.30	-427.87	<b>77.35</b>	<b>269.32</b>
M5	0.052 ±0.01	0.013 ±0.01	0.038 ±0.01	0.035 ±0.01	-	0.013 ±0.001	0.135 ±0.01	0.237 ±0.01	0.220 ±0.08	0.055 ±0.01	0.162 ±0.08	0.150 ±0.07	-	-	0.055 ±0.01	0.234 ±0.07	234.30	-458.60	<b>-435.17</b>	120.71	294.66
M6	0.059 ±0.01	0.012 ±0.01	0.046 ±0.01	0.012 ±0.01	0.001 ±0.001	0.033 ±0.001	0.127 ±0.01	0.235 ±0.01	0.253 ±0.08	0.054 ±0.01	0.199 ±0.01	0.054 ±0.01	0.005 ±0.001	0.052 ±0.02	0.141 ±0.07	0.228 ±0.03	236.75	<b>-461.50</b>	-433.38	211.76	342.63

a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$ ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{PE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_a^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_a^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4. 50. Sarı ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^{2a}$	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	30.00	1	< 0.00001
1-4	41.02	2	< 0.00001
1-5	48.32	2	< 0.00001
1-6	53.22	3	< 0.00001
3-4	11.02	1	0.000901
3-5	18.32	1	0.000019
3-6	23.22	2	< 0.00001
4-6	12.20	1	0.000478
5-6	4.90	1	0.026857

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.49'da belirtilen modellerde veri setindeki özelliğe ilişkin tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) 0.214-0.426, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ) 0.144-0.370, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ) 0.054-0.182 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) 0.055-0.141 aralığında tahmin edilmiştir. Sadece doğrudan genetik etkilerin yer aldığı M1'de diğer modellerle kıyaslandığında,  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  yüksek bulunmuştur.

Sarı ağırlığına ilişkin direkt genetik etkilerin değerlendirildiği çalışmalarda,  $\hat{h}_d^2$ ; 0.55±0.34, 0.82±0.30 ve 0.68±0.19 (Sato, 1989), 0.35 (Baumgartner, 1994), 0.53 (Minvielle vd., 1997) ve 0.68 (Minvielle vd., 1998) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada temel modelde (M1) sarı ağırlığına ilişkin  $\hat{h}_d^2$ ; 0.370±0.04 Baumgartner (1994)'ın bildirdiği değere benzer, diğer çalışmalara göre düşük tahmin edilmiştir. Kaye vd. (2016), özelliğe ilişkin gerçekleşen kalıtım derecesini 0.50 olarak bildirmiştir.

M5'te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) ile bireye ait kalıcı çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ), M6'da maternal genetik etkiler ( $\hat{h}_m^2$ ) ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ) eşit tahmin edilmiştir. Özelliğe ait kuşağa ilişkin akrabalık bulunmaması ve bu modellerde birey ve ana etkilerinin aynı şekilde bulunması bu eşitliklere yol açmış olabilir. Diğer taraftan modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının (0.054-0.070) çok az değişiklik gösterdiği, modellere göre  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$ 'nin daha fazla

değiştii gör÷lmektedir. Aynı zamanda M6'dan anlaşılacağı gibi direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın dahil edilmesinin  $\hat{c}^2$ 'yi, M5 ile kıyaslandığında, yükselttiği gör÷lmektedir. Olasılık oran testleri (Çizelge 4. 50) ve mAICbilgi kriterine göre tüm şansa bağı etkilerin (direkt, maternal genetik, maternal çevresel etkiler, direkt-maternal genetik kovaryans) modelde yer aldığı en doğru tahminlerin elde edileceğini göstermektedir. BIC bilgi kriterine göre direkt-maternal kovaryansın modele dahil edilmesi modeli iyileştirmemektedir. CAIC bilgi kriteri, sarı ağırlığına ilişkin en doğru tahminlerin direkt, maternal genetik ve bu etkiler arasındaki kovaryansın dikkate alındığı M4'te gerçekleştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.51'de ak ağırlığına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile verilmiştir. Ayrıca, özelliğe ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık oran testlerine ait sonuçlar Çizelge 4.52'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.51. Ak ağırlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>				
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{PE}^2$	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.170 ±0.01	0.023 ±0.01	0.147 ±0.01	-	-	-	0.232 ±0.02	0.402 ±0.02	0.423 ±0.03	0.057 ±0.01	0.366 ±0.03	-	-	-	-	0.366 ±0.03	40.65	-75.31	-61.24	935.02	508.16
M3	0.138 ±0.03	0.021 ±0.01	0.117 ±0.01	0.033 ±0.01	-	-	0.216 ±0.02	0.388 ±0.01	0.357 ±0.07	0.055 ±0.01	0.301 ±0.04	0.085 ±0.02	-	-	-	0.344 ±0.03	53.55	-99.09	-80.36	796.77	451.94
M4	0.150 ±0.03	0.020 ±0.01	0.130 ±0.01	0.058 ±0.01	-0.060 ±0.01	-	0.201 ±0.02	0.348 ±0.01	0.430 ±0.08	0.057 ±0.01	0.373 ±0.04	0.167 ±0.07	0.174 ±0.01	-0.699 ±0.09	-	0.198 ±0.03	59.39	-108.78	-85.35	908.65	513.71
M5	0.147 ±0.03	0.020 ±0.01	0.126 ±0.01	0.018 ±0.01	-	0.020 ±0.01	0.202 ±0.01	0.388 ±0.02	0.378 ±0.08	0.052 ±0.01	0.378 ±0.05	0.048 ±0.01	-	-	0.052 ±0.01	0.348 ±0.07	61.17	-112.33	-88.91	912.92	517.63
<b>M6</b>	0.093 ±0.01	0.018 ±0.01	0.074 ±0.01	0.018 ±0.01	-0.017 ±0.01	0.044 ±0.01	0.189 ±0.01	0.328 ±0.01	0.248 ±0.01	0.055 ±0.01	0.222 ±0.01	0.055 ±0.01	0.054 ±0.01	-0.476 ±0.01	0.134 ±0.04	0.175 ±0.01	64.75	<b>-117.50</b>	<b>-89.38</b>	<b>610.45</b>	<b>369.98</b>

a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$  ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{PE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$  ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$  ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.



Çizelge 4.52. Ak ağırlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^{2a}$	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	25.80	1	< 0.00001
1-4	37.48	2	< 0.00001
1-5	41.04	2	< 0.00001
1-6	48.20	3	< 0.00001
3-4	11.68	1	0.000632
3-5	15.24	1	0.000095
3-6	22.40	2	0.000014
4-6	10.72	1	0.001060
5-6	7.16	1	0.007455

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.51’de gösterilen beş farklı modelde özelliğe ilişkin tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) modellere göre 0.254-0.422, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ) 0.196-0.364, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ), 0.058-0.212 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ), 0.054-0.159 aralığında tahmin edilmiştir. Sadece direkt genetik etkilerin dikkate alındığı M1’de diğer modellerle kıyaslandığında,  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  yüksek bulunmuştur.

Ak ağırlığına ilişkin doğrudan genetik etkilerin dikkate alındığı çalışmalarda,  $\hat{h}_d^2$ ’yi, Sato (1989) Henderson metodu ile baba unsurlarından tahmin ederek  $0.40 \pm 0.32$ , ana unsurlarından tahmin ederek  $0.93 \pm 0.33$  ve hem baba hem de ana unsurlarından tahmin ederek  $0.66 \pm 0.19$  olarak bildirmiştir. Özelliğe ait  $\hat{h}_d^2$ , Baumgartner (1994) tarafından ana bileşenlerinden en küçük kareler metoduyla 0.35 olarak tahmin edilmiştir. Bu çalışmada temel modelde (M1) ak ağırlığına ilişkin  $\hat{h}_d^2$ ;  $0.366 \pm 0.03$  Baumgartner (1994)’ın bildirdiği değere benzer, Sato (1989)’ya göre düşük bulunmuştur. Kaye vd. (2016), özelliğe ilişkin gerçekleşen kalıtım derecesini 0.25 olarak bildirmiştir.

M5’te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) ile bireye ait kalıcı çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ), M6’da maternal genetik etkiler ( $\hat{h}_m^2$ ) ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ) eşit tahmin edilmiştir. Aynı zamanda modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının (0.054-0.059) çok az değişiklik gösterdiği, modellere göre  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$ ’de ise

daha fazla değişiklik meydana geldiği görölmektedir. Aynı zamanda M6'da göröleceği gibi, modele direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın dikkate alınmasının  $\hat{c}^2$  'yi, aynı parametrenin değerlendirildiği diğer modelle (M5) kıyaslandığında, yükselttiği görölmektedir. Çizelge 4. 51'de gösterilen olasılık oran testleri ve Çizelge 4.52'de gösterilen model değerlendirme kriterleri (mAIC, BIC ve CAIC), tüm şansa bağlı etkilerin (direkt, maternal genetik, maternal çevresel etkiler, direkt-maternal genetik kovaryans) modelde yer aldığında en doğru tahminlerin elde edileceğini göstermektedir.

Şekil indeksine ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri beş farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.53'de gösterilmiştir. Ayrıca şekil indeksine ait kıyaslanabilen modellerin olasılık oran testleri Çizelge 4.54'te verilmiştir. Yumurtanın uzama özelliği şekil indeksi ile aynı varyans unsurlarına ve genetik parametre tahminlerine sahip olacağından ayrıca verilmemiştir.

Çizelge 4.53. Şekil indeksine ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>									Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>			
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{pE}^2$	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	1.885 ±0.01	0.262 ±0.02	1.623 ±0.01	-	-	-	2.611 ±0.02	4.496 ±0.02	0.419 ±0.03	0.058 ±0.01	0.361 ±0.01	-	-	-	-	0.358 ±0.01	-926.70	1859.40	1873.46	2864.90	505.75
M3	1.880 ±0.03	0.242 ±0.02	1.637 ±0.04	0.148 ±0.02	-	-	2.427 ±0.02	4.455 ±0.02	0.440 ±0.04	0.054 ±0.01	0.367 ±0.06	0.033 ±0.01	-	-	-	0.384 ±0.04	-915.00	1837.99	1856.74	2847.92	508.96
M4	2.073 ±0.04	0.226 ±0.02	1.847 ±0.04	0.226 ±0.02	-0.112 ±0.02	-	2.262 ±0.02	4.449 ±0.02	0.466 ±0.08	0.051 ±0.07	0.415 ±0.04	0.050 ±0.004	0.025 ±0.002	-0.174 ±0.04	-	0.403 ±0.03	-909.30	1828.60	1852.03	2909.12	545.26
M5	1.759 ±0.02	0.225 ±0.02	1.533 ±0.02	0.086 ±0.01	-	0.225 ±0.02	2.259 ±0.02	4.253 ±0.02	0.413 ±0.05	0.053 ±0.01	0.360 ±0.05	0.002 ±0.001	-	-	0.053 ±0.004	0.371 ±0.04	-908.40	1826.80	1850.23	<b>2823.45</b>	<b>503.33</b>
M6	1.886 ±0.02	0.210 ±0.02	1.676 ±0.02	0.210 ±0.01	0.021 ±0.01	0.006 ±0.001	2.104 ±0.02	4.228 ±0.02	0.446 ±0.05	0.049 ±0.01	0.396 ±0.06	0.049 ±0.01	0.005 ±0.001	0.035 ±0.01	0.001 ±0.001	0.429 ±0.03	-904.95	<b>1821.91</b>	<b>1850.02</b>	2872.61	531.36

a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$  ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{pE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$  ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.54. Şekil indeksine ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	23.4	1	< 0.00001
1-4	34.8	2	< 0.00001
1-5	36.6	2	< 0.00001
1-6	43.5	3	< 0.00001
3-4	11.4	1	0.000734
3-5	13.2	1	0.000280
3-6	20.1	2	0.000043
4-6	8.7	1	0.003182
5-6	6.9	1	0.008620

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4. 53'deki şekil indeksine ait modellerde şekil indeksine ilişkin tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) modellere göre 0.466-0.413, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_a^2$ ) 0.415-0.360 aralığında yüksek, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ) 0.002-0.050 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ), 0.001-0.053 aralığında düşük bulunmuştur. Direkt-maternal kovaryansın dikkate alındığı M4 ve M6'da diğer modellere göre,  $\hat{\sigma}_a^2$  ve  $\hat{h}_a^2$  yüksek tahmin edilmiştir.

Şekil indeksine ait direkt genetik etkilerin değerlendirildiği çalışmalarda,  $\hat{h}_a^2$ ; 1.17±0.50, 0.36±0.18 ve 0.77±0.26 (Sato, 1989), 0.24 (Baumgartner, 1994), 0.59±0.027 (Sezer, 2007b) ve 0.38±0.04 (Narinc vd., 2015) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada temel modelde (M1) şekil indeksine ilişkin  $\hat{h}_a^2$ ; 0.361±0.01 Baumgartner (1994)'ın bildirdiği değerden yüksek, Sato (1989)'nun ana unsurlarından yararlanarak tahmin ettiği değere ve Narinc vd. (2015)'ne benzer tahmin edilmiştir.

M5'te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) ile bireye ait kalıcı çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ), M6'da maternal genetik etkiler ( $\hat{h}_m^2$ ) ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ) eşit tahmin edilmiştir. Bununla birlikte modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının (0.049-0.058) çok az değişiklik gösterdiği, modellere göre  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$ 'de ise daha fazla değişiklik meydana geldiği görülmektedir. M5'te görüleceği gibi  $\hat{h}_m^2$ , ve

M6'da görüleceği gibi  $\hat{c}^2$  oldukça düşük tahmin edilmesine rağmen şaşırtıcı olarak, modellere eklenmesinin farklı kriterlerce genetik parametre tahminlerini iyileştirdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, direkt-maternal genetik kovaryans M4'te negatif -0.174 ve M6'da çok düşük olarak pozitif 0.035 olarak tahmin edilmiştir. Olasılık oran testleri (Çizelge 4.54), mAIC ve BIC en doğru tahminlerin M6'da, mAIC bilgi kriteri ise M5'te gerçekteştiğini göstermektedir (Çizelge 4.53).

Yumurta genişliğine ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri beş farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.55'te gösterilmiştir. Aynı özelliğe ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık oran testi sonuçları Çizelge 4.56'da belirtilmiştir.



Çizelge 4.55. Yumurta genişliğine ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>				
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{PE}^2$	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.336 ±0.02	0.045 ±0.01	0.291 ±0.02	-	-	-	0.456 ±0.04	0.793 ±0.04	0.424 ±0.03	0.057 ±0.003	0.367 ±0.07	-	-	-	-	0.367 ±0.07	-228.56	463.12	477.18	1475.04	508.96
M3	0.192 ±0.07	0.043 ±0.01	0.149 ±0.07	0.110 ±0.05	-	-	0.430 ±0.04	0.733 ±0.03	0.262 ±0.08	0.058 ±0.005	0.203 ±0.07	0.151 ±0.06	-	-	-	0.278 ±0.06	-214.33	436.66	455.40	<b>1123.69</b>	<b>347.51</b>
M4	0.223 ±0.07	0.040 ±0.01	0.183 ±0.08	0.146 ±0.06	-0.044 ±0.01	-	0.401 ±0.05	0.726 ±0.03	0.307 ±0.08	0.055 ±0.005	0.251 ±0.07	0.201 ±0.08	0.061 ±0.01	-0.271 ±0.05	-	0.262 ±0.07	-208.77	427.55	450.97	1221.67	402.07
M5	0.197 ±0.08	0.040 ±0.01	0.156 ±0.08	0.085 ±0.05	-	0.040 ±0.005	0.404 ±0.05	0.727 ±0.03	0.270 ±0.08	0.055 ±0.005	0.215 ±0.07	0.117 ±0.06	-	-	0.055 ±0.01	0.273 ±0.07	-205.76	421.53	<b>444.95</b>	1135.20	361.84
M6	0.222 ±0.08	0.038 ±0.01	0.184 ±0.08	0.038 ±0.01	-0.045 ±0.01	0.124 ±0.08	0.381 ±0.05	0.720 ±0.03	0.309 ±0.08	0.052 ±0.006	0.256 ±0.07	0.052 ±0.01	0.062 ±0.01	-0.536 ±0.05	0.172 ±0.08	0.188 ±0.07	-202.46	<b>416.92</b>	445.04	1219.62	407.35

a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$ ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{PE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.56. Yumurta genişliğine ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	28.46	1	< 0.00001
1-4	39.58	2	< 0.00001
1-5	45.60	2	< 0.00001
1-6	52.20	3	< 0.00001
3-4	11.12	1	0.000854
3-5	17.14	1	0.000035
3-6	23.74	2	< 0.00001
4-6	12.62	1	0.000382
5-6	6.60	1	0.010198

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.55'te yumurta genişliğine ait farklı modellerde yumurta genişliğine ait tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) modellere göre 0.262-0.424, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ) 0.415-0.360, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ) 0.203-0.367 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) 0.055-0.172 aralığında tahmin edilmiştir. Yalnızca direkt genetik etkilerin dikkate alındığı M1'de diğer modellere göre,  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  yüksek tahmin edilmiştir.

Sezer (2007b), REML prosedürünü kullandığı çalışmasında yumurta genişliğine ilişkin  $\hat{h}_d^2$ 'yi 0.68±0.022 olarak yüksek tahmin etmiştir. Narinc vd. (2015), Bayes prosedürünü kullandıkları çalışmalarında özelliğe ait  $\hat{h}_d^2$ 'yi 0.29±0.03 olarak bildirmişlerdir. Saatci vd. (2006), yumurta özelliklerinin tekrarlı ölçümleri içermesi nedeniyle herbir birey ile ilişkili kalıcı çevre varyansını modele, modeldeki diğer etkilerden bağımsız rastgele etki olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, özelliğe ait  $\hat{h}_d^2$  'yi 0.22±0.077,  $\hat{p}$  'yi 0.29±0.069 olarak hesaplamışlardır. Kaya vd. (2016), özelliğe ilişkin gerçekleşen kalıtım derecesini 0.07 olarak bildirmiştir.

M5'te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) ile bireye ait kalıcı çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ), M6'da maternal genetik etkiler ( $\hat{h}_m^2$ ) ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ) eşit tahmin edilmiştir. Bununla birlikte modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki

payının (0.052-0.058) çok az değişiklik gösterdiği, modellere göre  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$ 'de ise daha fazla değişiklik meydana geldiği görülmektedir. Direkt-maternal genetik kovaryans M4'te -0.271 ve M6'da -0.536 olarak tahmin edilmiş olup M6'da genetik antogonizmin yüksek olduğu söylenebilmektedir. Olasılık oran testleri (Çizelge 4. 56), mAIC tüm şansa bağlı etkilerin değerlendirildiği M6'nın en iyi model olduğunu gösterirken, BIC bilgi kriteri modele direkt, maternal genetik ve maternal çevresel etkiler eklendiğinde (M5) en doğru tahminlerin yapılacağını göstermektedir. cAIC bilgi kriteri ise modelde yalnızca direkt ve maternal etkilerin dikkate alınması durumunda veri setindeki yumurta genişliğine ilişkin en doğru tahminlerin elde edileceğini göstermektedir (Çizelge 4.55).

Yumurta uzunluğuna ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri Çizelge 4.57'de gösterilmiştir. Ayrıca, özelliğe ilişkin kıyaslanabilen modellere ait olasılık oran testi sonuçları Çizelge 4.58'de verilmiştir.



Çizelge 4.57. Yumurta uzunluğuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>				
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{PE}^2$	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_a^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.74 ±0.06	0.107 ±0.01	0.633 ±0.07	-	-	-	1.074 ±0.04	1.815 ±0.01	0.408 ±0.03	0.059 ±0.01	0.349 ±0.04	-	-	-	-	0.349 ±0.04	-565.92	1137.84	1151.90	2120.41	494.29
M3	0.406 ±0.08	0.101 ±0.01	0.304 ±0.08	0.257 ±0.06	-	-	1.014 ±0.04	1.677 ±0.01	0.242 ±0.08	0.060 ±0.01	0.181 ±0.06	0.153 ±0.06	-	-	-	0.258 ±0.06	-552.63	1113.26	1132.00	1745.15	319.94
M4	0.312 ±0.01	0.102 ±0.01	0.209 ±0.01	0.105 ±0.01	0.013 ±0.001	-	1.024 ±0.04	1.455 ±0.01	0.214 ±0.01	0.070 ±0.01	0.144 ±0.06	0.072 ±0.01	0.009 ±0.001	0.089 ±0.01	-	0.193 ±0.05	-550.65	1111.30	1134.73	<b>1639.95</b>	<b>269.32</b>
M5	0.412 ±0.08	0.095 ±0.01	0.316 ±0.07	0.196 ±0.01	-	0.095 ±0.01	0.956 ±0.04	1.661 ±0.01	0.248 ±0.01	0.057 ±0.01	0.190 ±0.06	0.118 ±0.06	-	-	0.057 ±0.005	0.249 ±0.04	-544.86	1099.72	<b>1123.15</b>	1752.59	331.43
M6	0.452 ±0.02	0.090 ±0.01	0.391 ±0.02	0.090 ±0.01	0.009 ±0.002	0.184 ±0.04	0.902 ±0.04	1.618 ±0.01	0.290 ±0.03	0.055 ±0.01	0.220 ±0.01	0.055 ±0.01	0.005 ±0.001	0.049 ±0.01	0.112 ±0.07	0.278 ±0.02	-542.00	<b>1096.00</b>	1124.12	1819.33	367.67

a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$ ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{PE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_a^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_a^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.58. Yumurta uzunluğuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	26.58	1	< 0.00001
1-4	30.54	2	< 0.00001
1-5	42.12	2	< 0.00001
1-6	47.84	3	< 0.00001
3-4	3.96	1	0.046594
3-5	15.54	1	0.000081
3-6	21.26	2	0.000024
4-6	17.30	1	0.000032
5-6	5.72	1	0.016773

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.57 incelendiğinde, modellerde veri setindeki özelliğe ilişkin tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) 0.214-0.408, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ) 0.144-0.349, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ) 0.055-0.153 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) 0.057-0.112 aralığında tahmin edilmiştir. Yumurta uzunluğuna ait sadece doğrudan genetik etkileri dikkate alan M1'de diğer modellerle kıyaslandığında,  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  yüksek bulunmuştur.

Saatci vd. (2006), yumurta özelliklerinin tekrarlı ölçümleri içermesi nedeniyle herbir birey ile ilişkili kalıcı çevre varyansını modele, modeldeki diğer etkilerden bağımsız rastgele etki olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, yumurta uzunluğuna ait  $\hat{h}_d^2$ 'yi  $0.25 \pm 0.090$ ,  $\hat{p}$ 'yi  $0.35 \pm 0.082$  olarak tahmin etmişlerdir. Sezer (2007b), REML prosedürünü kullandığı çalışmasında özelliğe ilişkin  $\hat{h}_d^2$ 'yi  $0.72 \pm 0.019$  olarak yüksek bulmuştur. Narinc vd. (2015), Bayes prosedürünü kullandıkları çalışmalarında özelliğe ait  $\hat{h}_d^2$ 'yi  $0.36 \pm 0.04$  olarak tahmin etmişlerdir. Kaye vd. (2016), özelliğe ilişkin gerçekleşen kalıtım derecesini 0.55 olarak bildirmişlerdir.

M5'te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) ile bireye ait kalıcı çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ), M6'da maternal genetik etkiler ( $\hat{h}_m^2$ ) ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ) eşit tahmin edilmiştir. Ayrıca, modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının

(0.055-0.070) çok az değişiklik gösterdiği,  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$ 'nin de modellere göre daha fazla değiştirdiği görülmektedir. Yumurta uzunluğu üzerinde direkt-maternal kovaryans çok düşük ve pozitif olarak tahmin edilmiştir. Söz konusu modellerde korelasyon katsayıları M4 ve M6'da sırasıyla 0.089 ve 0.049 olarak tahmin edilmiştir. M6'dan anlaşılacağı gibi direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın dahil edilmesinin  $\hat{c}^2$ 'yi, M5 ile kıyaslandığında, yükselttiği görülmektedir. Olasılık oran testleri (Çizelge 4. 58) ve mAIC bilgi kriteri sonuçları tüm şansa bağlı etkilerin (direkt, maternal genetik, maternal çevresel etkiler, direkt-maternal genetik kovaryans) modelde değerlendirildiğinde yumurta uzunluğuna ait en doğru tahminlerin elde edileceğini göstermektedir. BIC bilgi kriterine göre direkt-maternal kovaryansın modele dahil edilmesi modeli iyileştirmemekte ve en iyi modelin direkt, maternal genetik ve bu etkiler arasındaki genetik kovaryansın yer aldığı M5 olduğunu işaret etmektedir. CAIC bilgi kriteri, sarı ağırlığına ilişkin en doğru tahminlerin direkt, maternal genetik ve bu etkiler arasındaki kovaryansın dikkate alındığı M4'te gerçekleştiğini göstermektedir (Çizelge 4.57).

Çizelge 4.59'da kabuk oranına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri beş farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile gösterilmektedir. Aynı zamanda kabuk oranına ait kıyaslanabilen modellerin olasılık oran testleri Çizelge 4.60'da görülmektedir.

Çizelge 4.59. Kabuk oranına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>				
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{PE}^2$	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_a^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.783 ±0.01	0.106 ±0.01	0.677 ±0.01	-	-	-	1.064 ±0.1	1.847 ±0.08	0.424 ±0.03	0.057 ±0.01	0.367 ±0.04	-	-	-	-	0.367 ±0.04	-567.80	1141.60	1155.66	2153.52	508.96
M3	0.492 ±0.02	0.099 ±0.01	0.392 ±0.01	0.236 ±0.06	-	-	0.999 ±0.1	1.728 ±0.07	0.284 ±0.08	0.057 ±0.01	0.226 ±0.08	0.136 ±0.06	-	-	-	0.295 ±0.07	-553.77	1115.54	1134.28	1856.65	374.55
M4	0.551 ±0.02	0.093 ±0.01	0.458 ±0.01	0.347 ±0.06	-0.282 ±0.03	-	0.932 ±0.1	1.549 ±0.05	0.356 ±0.09	0.060 ±0.01	0.295 ±0.09	0.224 ±0.08	0.182 ±0.01	-0.707 ±0.03	-	0.135 ±0.08	-552.11	1114.22	1137.65	1996.79	446.28
M5	0.509 ±0.02	0.093 ±0.01	0.415 ±0.01	0.175 ±0.07	-	0.093 ±0.01	0.939 ±0.1	1.718 ±0.06	0.296 ±0.09	0.054 ±0.01	0.241 ±0.09	0.102 ±0.06	-	-	0.054 ±0.01	0.292 ±0.07	-545.32	1100.64	1124.07	1873.21	391.28
M6	0.379 ±0.01	0.088 ±0.01	0.291 ±0.01	0.088 ±0.01	-0.083 ±0.01	0.252 ±0.06	0.883 ±0.1	1.521 ±0.05	0.249 ±0.01	0.058 ±0.01	0.191 ±0.01	0.058 ±0.01	0.054 ±0.01	-0.519 ±0.01	0.166 ±0.04	0.138 ±0.01	-541.89	<b>1095.78</b>	<b>1123.90</b>	<b>1749.17</b>	<b>332.69</b>

a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$ ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{PE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_a^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_a^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.60. Kabuk oranına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	28.06	1	< 0.00001
1-4	31.38	2	< 0.00001
1-5	44.96	2	< 0.00001
1-6	51.82	3	< 0.00001
3-4	3.32	1	0.068442
3-5	16.90	1	0.000039
3-6	23.76	2	< 0.00001
4-6	20.44	1	< 0.00001
5-6	6.86	1	0.008815

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.59'da görüldüğü gibi, kullanılan beş farklı modelde özelliğe ilişkin tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) modellere göre 0.249-0.424, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_a^2$ ) 0.191-0.367, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ), 0.058-0.224 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ), 0.054-0.166 aralığında tahmin edilmiştir. Sadece direkt genetik etkilerin dikkate alındığı M1'de diğer modellerle kıyaslandığında,  $\hat{\sigma}_a^2$  ve  $\hat{h}_a^2$  yüksek bulunmuştur.

Japon bildircinlarında kabuk oranına ait  $\hat{h}_a^2$ 'yi, Sezer (2007b) REML prosedürü kullandığı çalışmasında 0.31±0.037, Narinc vd. (2015), 12-16 haftalar arasında yumurtlanan yumurtalarda Bayes prosedürü kullandıkları çalışmalarında 0.55±0.05 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada en basit modelde (M1)  $\hat{h}_a^2$ 'ne ait 0.367±0.04 olarak tahmin edilen değer, bildirişlerin aralığında gerçekleşmiştir.

M5'te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) ile bireye ait kalıcı çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ), M6'da maternal genetik etkiler ( $\hat{h}_m^2$ ) ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ) eşit tahmin edilmiştir. Aynı zamanda modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının (0.054-0.060) çok az değişiklik gösterdiği, modellere göre  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$ 'deki değişimin nispeten fazla olduğu görülmektedir. Aynı zamanda M6'da görüleceği gibi, modele direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın dikkate alınmasının  $\hat{c}^2$  'yi diğer modelle (M5) kıyaslandığında,

yükselttiği, diğer tüm modellerle kıyaslandığında ise  $\hat{h}_d^2$  ve  $\hat{h}_m^2$ 'nin daha düşük bulunmasına neden olduğu görölmektedir. Çizelge 4. 60'da gösterilen olasılık oran testleri ve Çizelge 4. 58'de gösterilen model değerlendirme kriterleri (mAIC, BIC ve CAIC), tüm şansa bağlı etkilerin (direkt, maternal genetik, maternal çevresel etkiler, direkt-maternal genetik kovaryans) modelde yer aldığında kabuk oranına ilişkin en doğru tahminlerin elde edileceğini göstermektedir.

Sarı oranına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile Çizelge 4.61'de gösterilmektedir. Aynı özelliğe ait kıyaslanabilen modellerin olasılık oran testleri sonuçları Çizelge 4.62'de verilmiştir.

Çizelge 4.61. Sarı oranına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>				
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{PE}^2$	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_a^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	2.409 ±0.1	0.296 ±0.03	2.112 ±0.1	-	-	-	2.969 ±0.3	5.378 ±0.3	0.447 ±0.03	0.055 ±0.01	0.393 ±0.03	-	-	-	-	0.393 ±0.03	-986.60	1979.20	1993.26	3031.42	529.11
M3	1.695 ±0.2	0.277 ±0.03	1.418 ±0.2	0.612 ±0.1	-	-	2.755 ±0.3	5.082 ±0.2	0.333 ±0.09	0.054 ±0.01	0.279 ±0.09	0.120 ±0.06	-	-	-	0.339 ±0.08	-971.23	1950.46	1969.20	2804.02	430.78
M4	1.866 ±0.2	0.257 ±0.03	1.608 ±0.2	0.915 ±0.3	-0.779 ±0.09	-	2.574 ±0.3	4.575 ±0.2	0.407 ±0.09	0.056 ±0.01	0.351 ±0.09	0.200 ±0.07	0.170 ±0.01	-0.642 ±0.08	-	0.196 ±0.08	-964.43	1938.86	1962.29	2920.75	495.95
M5	1.782 ±0.2	0.259 ±0.03	1.523 ±0.2	0.439 ±0.3	-	0.259 ±0.03	2.594 ±0.3	5.074 ±0.2	0.351 ±0.09	0.051 ±0.01	0.300 ±0.09	0.086 ±0.06	-	-	0.051 ±0.01	0.343 ±0.08	-961.65	1933.30	1956.73	2825.30	451.00
<b>M6</b>	1.167 ±0.1	0.242 ±0.01	0.923 ±0.1	0.242 ±0.1	-0.229 ±0.01	0.728 ±0.1	2.428 ±0.1	4.337 ±0.2	0.269 ±0.01	0.056 ±0.01	0.213 ±0.01	0.056 ±0.01	0.052 ±0.01	-0.483 ±0.01	0.168 ±0.03	0.162 ±0.01	-957.36	<b>1926.71</b>	<b>1954.84</b>	<b>2633.69</b>	<b>359.49</b>

a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$  ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{PE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_a^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$  ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$  ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_a^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$  ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.62. Sarı oranına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^{2a}$	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	30.74	1	< 0.00001
1-4	44.34	2	< 0.00001
1-5	49.90	2	< 0.00001
1-6	58.48	3	< 0.00001
3-4	13.60	1	0.000226
3-5	19.16	1	0.000012
3-6	27.74	2	< 0.00001
4-6	14.14	1	0.000170
5-6	8.58	1	0.003399

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.61’de sarı oranına ilişkin kullanılan modellerde özelliğe ait tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) modellere göre 0.269-0.447, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_a^2$ ) 0.213-0.393, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ), 0.056-0.200 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ), 0.052-0.170 aralığında tahmin edilmiştir. Sadece direkt genetik etkilerin dikkate alındığı M1’de diğer modellerle kıyaslandığında,  $\hat{\sigma}_a^2$  ve  $\hat{h}_a^2$  yüksek bulunmuştur. M5’te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) ile bireye ait kalıcı çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ), M6’da maternal genetik etkiler ( $\hat{h}_m^2$ ) ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ) eşit bulunmuştur. Aynı zamanda modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının (0.051-0.056) çok az değişiklik gösterdiği, ancak modellere göre  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$ ’deki değişimin nispeten fazla olduğu görülmektedir. Aynı zamanda M6’da görüleceği gibi, modele direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın dikkate alınmasının  $\hat{c}^2$ ’yi diğer modelle (M5) kıyaslandığında, yükselttiği, diğer tüm modellerle kıyaslandığında ise  $\hat{h}_a^2$  ve  $\hat{h}_m^2$ ’nin daha düşük tahmin edimesine neden olduğu görülmektedir. Çizelge 4. 62’de verilen olasılık oran testleri ve Çizelge 4.61’de gösterilen model değerlendirme kriterleri (mAIC, BIC ve CAIC), tüm random etkilerin (direkt, maternal genetik, maternal çevresel etkiler, direkt-maternal genetik kovaryans) modelde yer aldığı sarı oranına ilişkin en doğru tahminlerin elde edileceğini göstermektedir.



Çizelge 4.63'de ak oranına ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile gösterilmektedir. Ak oranına ait kıyaslanabilen modellerin olasılık oran testleri Çizelge 4.64'de görülmektedir.



Çizelge 4.63. Ak oranına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>				
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{PE}^2$	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	2.154 ±0.1	0.282 ±0.02	1.872 ±0.1	-	-	-	2.821 ±0.2	4.975 ±0.2	0.433 ±0.03	0.056 ±0.01	0.376 ±0.03	-	-	-	-	0.376 ±0.03	-962.00	1930.00	1944.06	2956.14	516.07
M3	1.701 ±0.4	0.262 ±0.03	1.438 ±0.4	0.454 ±0.3	-	-	2.628 ±0.3	4.783 ±0.2	0.355 ±0.07	0.054 ±0.01	0.300 ±0.09	0.094 ±0.03	-	-	-	0.348 ±0.06	-948.07	1904.14	1922.88	2798.14	451.00
M4	1.862 ±0.4	0.244 ±0.03	1.618 ±0.4	0.748 ±0.3	-0.739 ±0.08	-	2.441 ±0.3	4.311 ±0.2	0.431 ±0.08	0.056 ±0.01	0.375 ±0.09	0.173 ±0.06	0.171 ±0.01	-0.672 ±0.08	-	0.205 ±0.07	-941.66	1893.32	1916.75	2913.89	515.29
M5	1.795 ±0.4	0.245 ±0.03	1.549 ±0.4	0.285 ±0.3	-	0.245 ±0.03	2.455 ±0.3	4.781 ±0.2	0.375 ±0.08	0.051 ±0.01	0.324 ±0.09	0.059 ±0.05	-	-	0.051 ±0.01	0.354 ±0.07	-939.58	1889.16	1912.59	2824.85	472.84
M6	1.203 ±0.1	0.230 ±0.01	0.973 ±0.1	0.230 ±0.01	-0.217 ±0.01	0.584 ±0.05	2.301 ±0.1	4.102 ±0.2	0.293 ±0.01	0.056 ±0.01	0.237 ±0.01	0.056 ±0.01	0.052 ±0.01	-0.458 ±0.01	0.142 ±0.01	0.186 ±0.01	-935.58	<b>1883.16</b>	<b>1911.28</b>	<b>2644.94</b>	<b>386.89</b>

a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$ ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{PE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.64. Ak oranına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	27.86	1	< 0.00001
1-4	40.68	2	< 0.00001
1-5	44.84	2	< 0.00001
1-6	52.84	3	< 0.00001
3-4	12.82	1	0.000343
3-5	16.98	1	0.000038
3-6	24.98	2	< 0.00001
4-6	12.16	1	0.000488
5-6	8.00	1	0.004678

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.63'deki ak oranına ait farklı modellerde, tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) modellere göre 0.293-0.433, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ) 0.237-0.376, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ), 0.056-0.173 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ), 0.051-0.142 aralığında tahmin edilmiştir. Sadece direkt genetik etkilerin dikkate alındığı M1'de diğer modellerle kıyaslandığında,  $\hat{\sigma}_d^2$  ve çok az da olsa  $\hat{h}_d^2$  yüksek tahmin edilmiştir. M5'te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) ile bireye ait kalıcı çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ), M6'da maternal genetik etkiler ( $\hat{h}_m^2$ ) ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ) eşit bulunmuştur. Aynı zamanda modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının (0.051-0.056) çok az değiştiği, ancak modellere göre  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$  'deki değişimin nispeten fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca, M6'da görüleceği gibi, modele direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın dikkate alınmasının  $\hat{c}^2$ 'yi diğer modellerle (M5) kıyaslandığında, yükselttiği, diğer tüm modellerle kıyaslandığında ise  $\hat{h}_d^2$  ve  $\hat{h}_m^2$  'nin daha düşük tahmin edilmesine neden olduğu görülmektedir. Olasılık oran testleri (Çizelge 4.64) ve diğer model değerlendirme kriterleri (mAIC, BIC ve CAIC), tüm şansa bağlı etkilerin (direkt, maternal genetik, maternal çevresel etkiler, direkt-maternal genetik kovaryans) modelde yer aldığı ak oranının açıklanması için en doğru tahminlerin elde edileceğini göstermektedir.

Ak konsantrasyonuna ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri ile

Çizelge 4.65’de ve kıyaslabilen modellerin olasılık oran testleri Çizelge 4.66’da gösterilmektedir.



Çizelge 4.65. Ak konsantrasyonuna ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>				
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{PE}^2$	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_a^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.276 ±0.08	0.113 ±0.01	0.162 ±0.05	-	-	-	1.134 ±0.08	1.410 ±0.07	0.195 ±0.05	0.080 ±0.01	0.115 ±0.06	-	-	-	-	0.115 ±0.06	-536.42	1078.84	<b>1092.90</b>	1523.62	225.39
M3	0.191 ±0.09	0.109 ±0.01	0.082 ±0.06	0.076 ±0.01	-	-	1.092 ±0.09	1.361 ±0.06	0.141 ±0.06	0.080 ±0.01	0.060 ±0.01	0.056 ±0.02	-	-	-	0.088 ±0.02	-535.47	1078.94	1097.68	1330.08	129.57
M4	0.299 ±0.01	0.100 ±0.01	0.198 ±0.01	0.099 ±0.01	0.008 ±0.001	-	1.004 ±0.05	1.412 ±0.07	0.212 ±0.01	0.071 ±0.01	0.140 ±0.01	0.070 ±0.01	0.006 ±0.001	0.063 ±0.01	-	0.184 ±0.01	-534.76	1079.52	1102.95	1596.52	263.50
M5	0.136 ±0.08	0.105 ±0.01	0.030 ±0.01	0.003 ±0.01	-	0.105 ±0.01	1.058 ±0.09	1.303 ±0.07	0.104 ±0.06	0.081 ±0.01	0.023 ±0.05	0.002 ±0.001	-	-	0.081 ±0.008	0.024 ±0.03	-533.33	<b>1076.26</b>	1100.09	<b>1174.20</b>	<b>53.77</b>
M6	0.267 ±0.01	0.099 ±0.01	0.167 ±0.01	0.099 ±0.01	0.006 ±0.001	0.0003 ±0.0001	1.041 ±0.04	1.414 ±0.07	0.188 ±0.01	0.070 ±0.01	0.118 ±0.01	0.070 ±0.01	0.004 ±0.001	0.047 ±0.01	0.0003 ±0.001	0.158 ±0.01	-532.23	1076.46	1104.58	1524.71	230.13

a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$  ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{PE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_a^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$  ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$  ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$  ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$  ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_a^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$  ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.66. Ak konsantrasyonuna ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	1.90	1	0.168078
1-4	3.32	2	0.190139
1-5	6.18	2	0.045502
1-6	8.38	3	0.038778
3-4	1.42	1	0.233403
3-5	4.28	1	0.038563
3-6	6.48	2	0.039164
4-6	5.06	1	0.024484
5-6	2.20	1	0.138011

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.65 incelendiğinde, sarı oranına ilişkin tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) modellere göre 0.104-0.212, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ) 0.023-0.140, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ), 0.002-0.070 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ), 0.0003-0.081 aralığında ve oldukça düşük tahmin edilmiştir. Özelliğe ilişkin çevresel (hata) varyasyonun fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{e}^2$ ) yüksek ve modellere göre sırasıyla; 0.804, 0.802, 0.711, 0.812, 0.737 olarak tahmin edilmiştir. Bunun sebebi özelliğe ilişkin varyasyonun fazla olması ve her ne kadar homojen bir örnek alınmaya çalışılsa da bir yumurtadan tek ölçüm değerinin analizde kullanılması olabilir. M5'te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) ile bireye ait kalıcı çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ), M6'da maternal genetik etkiler ( $\hat{h}_m^2$ ) ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ) eşit bulunmuştur. Direkt-maternal genetik kovaryansı dikkate alan M4 ve M6'da korelasyon katsayısı ( $\hat{r}_{dm}$ ) çok düşük ve pozitif olarak sırasıyla 0.063 ve 0.047 olarak tahmin edilmiştir. Aynı zamanda modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının (0.070-0.081) çok az değişiklik gösterdiği, ancak modellere göre  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$ 'deki değişimin nispeten fazla olduğu görülmektedir. Bununla birlikte M6'da görüleceği gibi, maternal çevresel etkilerin değerlendirildiği diğer modelle (M5) kıyaslandığında, modele direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın dikkate alınmasının  $\hat{c}^2$ 'yi önemli derecede düşürdüğü ve hiçbir değerlendirme kriterine göre genetik kovaryansın modelde olması

durumunda maternal çevresel etkilerin eklenmesinin modeli iyileştirmediği anlaşılmaktadır. Ancak Çizelge 4.66'da gösterilen olasılık oran testleri ve Çizelge 4.65'de gösterilen model değerlendirme kriterlerine göre (mAIC ve CAIC), direkt, maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin modelde eşzamanlı olarak yer alması ( $\hat{h}_m^2=0.002$  ve çok düşük olmasına rağmen) modeli iyileştirmektedir. Diğer taraftan BIC'e göre modelde sadece direkt genetik etkilerin varsayıldığı en basit model ak konsantrasyonunu açıklamada en doğru tahminlere sahiptir (Çizelge 4.65).

Kabuk kalınlığına ait varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri Çizelge 4.67'da gösterilmiştir. Aynı özelliğe ait kıyaslanabilen modellere ilişkin olasılık oran testleri de Çizelge 4.68'de verilmiştir.

Çizelge 4.67. Kabuk kalınlığına ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri\*

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>				
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{PE}^2$	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.281 ±0.02	0.043 ±0.01	0.237 ±0.02	-	-	-	0.432 ±0.04	0.714 ±0.03	0.393 ±0.03	0.060 ±0.01	0.332 ±0.04	-	-	-	-	0.332 ±0.04	2564.18	-5122.36	-5108.30	-4168.67	479.85
M3	0.183 ±0.06	0.040 ±0.01	0.142 ±0.01	0.082 ±0.01	-	-	0.408 ±0.04	0.673 ±0.03	0.272 ±0.08	0.060 ±0.01	0.211 ±0.08	0.121 ±0.06	-	-	-	0.272 ±0.07	2575.97	-5143.94	-5125.20	-4437.70	357.12
M4	0.125 ±0.06	0.041 ±0.01	0.084 ±0.01	0.042 ±0.01	0.005 ±0.001	-	0.411 ±0.02	0.588 ±0.02	0.214 ±0.01	0.070 ±0.01	0.144 ±0.01	0.072 ±0.01	0.008 ±0.001	0.086 ±0.01	-	0.191 ±0.01	2580.55	-5151.10	-5127.67	<b>-4622.45</b>	<b>269.32</b>
M5	0.189 ±0.07	0.038 ±0.01	0.150 ±0.01	0.056 ±0.02	-	0.038 ±0.01	0.348 ±0.04	0.668 ±0.02	0.282 ±0.08	0.057 ±0.01	0.225 ±0.08	0.084 ±0.01	-	-	0.057 ±0.01	0.266 ±0.07	2582.54	<b>-5155.08</b>	<b>-5131.65</b>	-4418.25	373.41
M6	0.232 ±0.05	0.035 ±0.01	0.196 ±0.01	0.035 ±0.01	0.003 ±0.001	0.04 ±0.01	0.358 ±0.05	0.671 ±0.03	0.346 ±0.09	0.053 ±0.01	0.293 ±0.09	0.053 ±0.01	0.005 ±0.001	0.042 ±0.01	0.060 ±0.01	0.325 ±0.07	2582.81	-5153.62	-5125.50	-4276.86	444.38

\*: Ko(varyans) unsurları tahmininde kabuk kalınlığı mikron cinsinden değerlendirilmiştir. a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$ ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{PE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.



Çizelge 4.68. Kabuk kalınlığına ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	<i>P</i> -değeri
1-3	23.58	1	< 0.00001
1-4	32.74	2	< 0.00001
1-5	36.72	2	< 0.00001
1-6	37.26	3	< 0.00001
3-4	9.16	1	0.002474
3-5	13.14	1	0.000289
3-6	13.68	2	0.001070
4-6	4.52	1	0.033501
5-6	0.54	1	0.462433

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.67’de görüleceği gibi kullanılan farklı modellerde veri setindeki özelliğe ilişkin tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) 0.214-0.393, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ) 0.144-0.332, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ) 0.053-0.121 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) 0.057-0.060 aralığında tahmin edilmiştir. Kabuk kalınlığına ait sadece doğrudan genetik etkileri dikkate alan M1’de diğer modellerle kıyaslandığında,  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  yüksek bulunmuştur.

Japon bildiricilerinde kabuk kalınlığına ilişkin doğrudan genetik etkilerin dikkate alındığı çalışmalarda,  $\hat{h}_d^2$ ’yi, Sezer (2007b) REML metodunu kullandığı çalışmasında  $0.53 \pm 0.030$  olarak bildirmiştir. Bu çalışmada temel modelde (M1) özelliğe ilişkin  $\hat{h}_d^2$ ;  $0.332 \pm 0.04$  Sezer (2007b)’ye göre düşük bulunmuştur. Kaye vd. (2016), kabuk kalınlığına ait gerçekleşen kalıtım derecesini 0.01 olarak bildirmiştir.

M5’te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) ile bireye ait kalıcı çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ), M6’da maternal genetik etkiler ( $\hat{h}_m^2$ ) ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{p}$ ) eşit tahmin edilmiştir. Bu benzerliklere rağmen, modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının (0.053-0.070) çok az değişiklik gösterdiği,  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$ ’nin de modellere göre daha fazla değiştiği görülmektedir. Kabuk kalınlığı üzerinde direkt-maternal kovaryans çok düşük ve pozitif olarak tahmin edilmiştir. Söz

konusu modellerde korelasyon katsayıları M4 ve M6'da sırasıyla 0.089 ve 0.042 olarak bulunmuştur. Olasılık oran testleri (Çizelge 4.68), mAIC ve BIC sonuçları, direkt, maternal genetik ve maternal çevresel etkiler modelde değerlendirildiğinde kabuk kalınlığına ait en doğru tahminlerin elde edileceğini göstermektedir. cAIC'ye göre en iyi modelin direkt, maternal genetik ve bu etkiler arasındaki genetik kovaryansın yer aldığı M4'tür (Çizelge 4.67).

Yumurta hacmine ilişkin varyans unsurları, genetik parametre tahminleri ve log-olabilirlik değerleri farklı model ve farklı model değerlendirme kriterleri Çizelge 4.69'da verilmiştir. Ayrıca özelliğe ait kıyaslanabilen modellere ilişkin olasılık oran testleri de Çizelge 4.70'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.69. Yumurta hacmine ilişkin farklı tek değişkenli modeller altında (ko)varyans unsurları, genetik parametre tahminleri, log-olabilirlikleri ve model değerlendirme kriterleri

Model	(Ko)Varyans unsurları <sup>a</sup>								Genetik parametreler <sup>b</sup>								Model değerlendirme kriterleri <sup>c</sup>				
	$\hat{\sigma}_{ind}^2$	$\hat{\sigma}_{PE}^2$	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{dm}$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{r}$	$\hat{p}$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_m^2$	$\frac{ \hat{\sigma}_{dm} }{\hat{\sigma}_p^2}$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2$	$\hat{h}_t^2$	logL	mAIC	BIC	cAIC	$\rho$
M1	0.637 ±0.05	0.089 ±0.01	0.548 ±0.05	-	-	-	0.897 ±0.08	1.535 ±0.08	0.415 ±0.03	0.058 ±0.01	0.357 ±0.04	-	-	-	-	0.357 ±0.04	-496.10	998.21	1012.26	1993.97	500.88
M3	0.332 ±0.07	0.084 ±0.01	0.247 ±0.07	0.288 ±0.09	-	-	0.848 ±0.08	1.409 ±0.07	0.235 ±0.04	0.060 ±0.01	0.175 ±0.05	0.162 ±0.08	-	-	-	0.278 ±0.06	-482.26	972.53	991.26	<b>1588.74</b>	<b>312.11</b>
M4	0.387 ±0.07	0.079 ±0.01	0.308 ±0.07	0.219 ±0.08	-0.006 ±0.001	-	0.793 ±0.08	1.394 ±0.07	0.278 ±0.05	0.056 ±0.01	0.221 ±0.05	0.157 ±0.08	0.005 ±0.001	-0.026 ±0.01	-	0.293 ±0.04	-477.11	964.23	987.65	1691.86	368.82
M5	0.335 ±0.07	0.080 ±0.01	0.255 ±0.07	0.178 ±0.08	-	0.080 ±0.01	0.800 ±0.08	1.395 ±0.07	0.240 ±0.05	0.057 ±0.01	0.183 ±0.05	0.128 ±0.04	-	-	0.057 ±0.01	0.247 ±0.04	-474.04	958.07	<b>981.51</b>	1593.13	322.52
M6	0.381 ±0.07	0.075 ±0.01	0.305 ±0.08	0.075 ±0.01	-0.007 ±0.001	0.175 ±0.09	0.755 ±0.09	1.380 ±0.07	0.276 ±0.05	0.054 ±0.01	0.221 ±0.05	0.054 ±0.01	0.005 ±0.001	-0.048 ±0.01	0.127 ±0.09	0.241 ±0.04	-471.06	<b>954.11</b>	982.24	1679.76	368.82

a:  $\hat{\sigma}_{ind}^2$ ; bireye ait kalıcı çevresel varyans ve direkt eklemeli genetik varyansın toplamı,  $\hat{\sigma}_{PE}^2$ ; birey ile ilişkili kalıcı çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_d^2$ ; direkt eklemeli genetik varyans,  $\hat{\sigma}_m^2$ ; maternal genetik varyans,  $\hat{\sigma}_{dm}$ ; direkt eklemeli ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans,  $\hat{\sigma}_c^2$ ; maternal çevresel varyans,  $\hat{\sigma}_e^2$ ; hata varyansı,  $\hat{\sigma}_p^2$ ; fenotipik varyans, b:  $\hat{r}$ ; tekrarlanma derecesi,  $\hat{p}$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki bireye ait kalıcı çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_d^2$ ; direkt kalıtım derecesi,  $\hat{h}_m^2$ ; maternal kalıtım derecesi,  $\hat{r}_{dm}$ ; direkt-maternal genetik korelasyon katsayısı,  $\hat{c}^2$ ;  $\hat{\sigma}_p^2$ 'deki maternal çevresel varyansın oranı,  $\hat{h}_t^2$ ; total kalıtım derecesi, logL; doğal log-olabilirliği, c: mAIC; Marjinal Akaike Bilgi Kriteri, BIC; Bayes Bilgi Kriteri, cAIC; Koşullu Akaike Bilgi Kriteri,  $\rho$ : etkili serbestlik derecesi ve  $\pm$ ; standart hata.

Çizelge 4.70. Yumurta hacmine ilişkin kıyaslanabilen modellerin olasılık-oran testleri

Kıyaslanan Model	$\chi^2$ <sup>a</sup>	df <sup>b</sup>	P-değeri
1-3	27.68	1	< 0.00001
1-4	37.98	2	< 0.00001
1-5	44.12	2	< 0.00001
1-6	50.08	3	< 0.00001
3-4	10.30	1	0.001330
3-5	16.44	1	0.000050
3-6	22.40	2	0.000014
4-6	12.10	1	0.000504
5-6	5.96	1	0.014634

a: Olasılık oran testi için  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği ve b:  $\chi^2$  (ki-kare) test istatistiği için serbestlik derecesi.

Çizelge 4.69'da görüleceği gibi yumurta hacmine ilişkin tekrarlanma derecesi ( $\hat{r}$ ) modellere göre 0.235-0.415, kalıtım derecesi ( $\hat{h}_d^2$ ) 0.175-0.357, maternal kalıtım derecesi ( $\hat{h}_m^2$ ) 0.054-0.162 ve maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ( $\hat{c}^2$ ) 0.057-0.127 aralığında tahmin edilmiştir. M1'de diğer modellerle kıyaslandığında,  $\hat{\sigma}_d^2$  ve  $\hat{h}_d^2$  yüksek bulunmuştur. M5'te maternal çevresel etkilerin fenotipik varyasyondaki payı ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı, M6'da maternal genetik etkiler ile bireye ait sürekli çevre etkisinin fenotipik varyasyondaki payı birbirine eşit bulunmuştur. Diğer taraftan modellerde bireye ait kalıcı çevresel etki payının ( $\hat{p}$ )(0.052-0.058) çok değişiklik göstermediği, modellere göre  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$ 'de ise daha fazla değişiklik meydana geldiği görülmektedir. Aynı zamanda M6'da direkt genetik etkiler ile maternal genetik etkilerin modele dahil edilmesinin  $\hat{c}^2$ 'yi, M5 ile kıyaslandığında, yükselttiği görülmektedir. Çizelge 4.70 incelendiğinde, olasılık oran testlerinin en doğru tahminlerin gerçekleştiği modelin tüm şansa bağlı etkileri dikkate alan M6 olduğu anlaşılmaktadır. Aynı şekilde, mAIC bilgi kriterine göre de en iyi modelin M6 olduğu görülmektedir. BIC bilgi kriterine göre genetik kovaryansın modele dahil edilmesi önemli bulunmamış ve modelde direkt, maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin yer alması gerekmektedir. cAIC bilgi kriterine göre de daha sınırlandırılmış bir model özelliğe ilişkin veri seti için daha doğru tahminleri sunmaktadır. Buna göre direkt ve maternal genetik etkilerin dahil edildiği M2 en doğru tahminlere sahiptir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bire üç ana-baba pedigrî kaydıyla yetiştirilen Japon bildircinlarının belirlenen civciv kalite özellikleri (çıkış ağırlığı, çıkış uzunluğu, çıkıştan dördüncü haftaya kadar canlı ağırlıkları ve vücut uzunlukları, haftalık canlı ağırlık ve vücut uzunluk artışları) ve yumurta kalite özelliklerine (yumurta, kabuk, sarı ve ak ağırlığı, şekil indeksi, yumurta genişliği ve uzunluğu, kabuk, sarı ve ak oranı, ak konsantrasyonu, kabuk kalınlığı ve yumurta hacmi) ait varyans unsurları (direkt, maternal genetik, maternal çevresel varyan, hata varyansı, fenotipik varyans, direkt-maternal genetik kovaryans) genetik parametreler (kalıtım derecesi, maternal kalıtım derecesi, fenotipik varyanstaki maternal çevresel etkilerin oranı, direkt-maternal genetik korelasyon) farklı modeller kullanılarak REML metodu ile hayvancılıkta çok yaygın olarak kullanılan ASREML programıyla tahmin edilmiştir. Böylece ele alınan özelliklere ait kalıtım dereceleri ve maternal etkilerinin genetik ve çevresel faktörlerden ne kadar etkilendiği ayrı ayrı olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, mAIC ve olasılık oran testlerine göre damızlık yumurta ağırlığına ait tahminlerin en doğru şekilde tüm şansa bağlı etkileri içeren M6'da gerçekleştiği ve  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{h}_m^2$ ,  $\hat{r}_{dm}$  ve  $\hat{c}^2$  sırasıyla 0.139, 0.382, -0.623 ve 0.209 olarak bulunmuştur. Buna göre, özelliğe ilişkin direkt-maternal etkiler arasında yüksek genetik antagonizmin olduğu söylenebilir. Diğer taraftan BIC'e göre damızlık yumurta ağırlığına ait en doğru tahminler M2'de ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.117 ve  $\hat{c}^2$ ; 0.430 olarak yüksek) ve cAIC'ye göre M5'te ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.075,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.161 ve  $\hat{c}^2$ ; 0.295) olarak gerçekleşmiştir. Çıkış ağırlığına ait genetik parametreler tüm model değerlendirme kriterleri ve olasılık oran testlerinde en doğru tahminleri verdiği görülen M5'te  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$  sırasıyla; 0.106, 0.082 ve 0.243 olarak bulunmuştur. Bu durumda, çıkış ağırlığı üzerinde maternal çevresel etkilerin maternal genetik etkilerden daha etkili olduğu söylenebilir.

Tüm model değerlendirme kriterleri ve olasılık oran testlerine göre bir haftalık yaştaki ağırlığı M5'in en doğru şekilde açıkladığı görülmüş ve bu modelde genetik parametreler  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$  sırayla; 0.167, 0.104 ve 0.062 olarak bulunmuştur. İki

haftalık yaştaki ağırlığa ilişkin en doğru tahminlerin BIC'e göre en basit modelde ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.214), MIC ve olasılık oran testlerine göre M6'da ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.124,  $\hat{h}_m^2$ ;0.103,  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.280 ve  $\hat{c}^2$ ;0.027), cAIC'ye göre yine M5'te ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.114,  $\hat{h}_m^2$ ;0.071 ve  $\hat{c}^2$ ;0.040) gerçekleştiği görülmüştür. BIC ve olasılık oran testlerine göre üç haftalık yaştaki ağırlık için en iyi modelin M2 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.240, ve  $\hat{c}^2$ ;0.054), mAIC ve cAIC'ye göre ise M5'in ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.200,  $\hat{h}_m^2$ ;0.088 ve  $\hat{c}^2$ ;0.088) olduğu ve bu modellerin özelliğe ait en doğru tahminleri verdiği anlaşılmıştır. Dört haftalık yaştaki ağırlığı açıklamada mAIC, BIC ve olasılık oran testleri en karmaşık modelin ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.116,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.105,  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.440 ve  $\hat{c}^2$ ;0.040) en doğru tahminleri verdiği, cAIC'ye göre ise M3'ün ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.108 ve  $\hat{h}_m^2$ ;0.097) en doğru tahminlere sahip olduğu bulunmuştur. Tüm bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, civciv çıkışından dört haftalık yaşa kadar maternal çevresel etkilerin azalarak değiştiği, maternal kalıtım derecesinin ise düzenli olarak azalmadığı ve genel olarak yaşla birlikte çevresel etkilerin arttığı sonucuna varılmıştır.

Çalışmada, mAIC'ye göre birinci-dördüncü haftalardaki canlı ağırlık artışları için en doğru tahminlerin M6'ta gerçekleştiği bulunmuş ve  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{h}_m^2$ ,  $\hat{r}_{dm}$  ve  $\hat{c}^2$  sırayla, birinci hafta canlı ağırlık artışı için; 0.286, 0.234, -0.748 ve 0.126, ikinci hafta canlı ağırlık artışı için; 0.249, 0.205, -0.752 ve 0.087, üçüncü hafta canlı ağırlık artışı için 0.125, 0.095, -0.691 ve 0.041, dördüncü hafta canlı ağırlık artışı için; 0.116, 0.056, -0.637 ve 0.022 olarak tahmin edilmiştir. mAIC'ye göre haftalık canlı ağırlık artışlarına ait en doğru modellerde direkt-genetik etkilerin negatif yönde yüksek bulunduğu, yaşla birlikte direkt, maternal genetik ve maternal çevresel etkilerin düzenli şekilde azaldığı görülmüştür. Olasılık oran testlerine göre bu bulgulardan farklı olarak yalnızca ikinci haftalık canlı ağırlık artışı için M4'ün ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.357,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.204 ve  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.621) en doğru tahminlere sahip olduğu görülmüştür. Aynı şekilde, cAIC'ye göre farklı modeller en iyi model olarak seçilmiş olsa da  $\hat{h}_m^2$  ve son hafta hariç  $\hat{c}^2$ 'deki tahminlerde yaşla birlikte düşüşler bulunmuştur. Söz konusu kritere göre birinci hafta canlı ağırlık artışı için M3 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.108 ve  $\hat{h}_m^2$ ; 0.352), ikinci hafta canlı ağırlık artışı için M5 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.223,  $\hat{h}_m^2$ ;0.118 ve  $\hat{c}^2$ ;0.073), üçüncü hafta canlı ağırlık artışı için M5 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.106,  $\hat{h}_m^2$ ;0.061 ve  $\hat{c}^2$ ;0.012), dördüncü hafta canlı ağırlık artışı için M5 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.112,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.055 ve  $\hat{c}^2$ ;0.021) en

doğru tahminleri vermektedir. Birinci-dördüncü haftalık canlı ağırlık artışları için BIC'e göre haftalara göre sırayla en doğru tahminlerin M6 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.286,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.234,  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.748 ve  $\hat{c}^2$ ;0.126), M4 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.357,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.204 ve  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.621), M3 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.107 ve  $\hat{h}_m^2$ ; 0.083), ve M3'te ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.116ve  $\hat{h}_m^2$ ; 0.048) olduğu bulunmuştur.

Çıkış uzunluğu ve bir-dördüncü haftalık yaştaki vücut uzunluğuna ait en doğru model mAIC'ye göre sırayla M6 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.151,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.099,  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.509 ve  $\hat{c}^2$ ;0.113), M5 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.274,  $\hat{h}_m^2$ ;0.096 ve  $\hat{c}^2$ ;0.058), M6 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.362,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.188,  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.638 ve  $\hat{c}^2$ ;0.034), M4 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.360,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.268 ve  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.619) ve M6 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.139,  $\hat{h}_m^2$ ;0.108,  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.437 ve  $\hat{c}^2$ ;0.037) olarak bulunmuştur. Aynı özellikler için BIC'e göre en doğru modeller sırayla M3 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.102 ve  $\hat{h}_m^2$ ;0.196), M5 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.274,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.096 ve  $\hat{c}^2$ ;0.058), M3 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.190 ve  $\hat{h}_m^2$ ; 0.171), M5 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.172,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.096 ve  $\hat{c}^2$ ;0.084), M3 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.103 ve  $\hat{h}_m^2$ ;0.104), cAIC'ye göre sırayla M5 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.102,  $\hat{h}_m^2$ ;0.196 ve  $\hat{c}^2$ ;0.131), M5 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.274,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.096 ve  $\hat{c}^2$ ;0.058), M3 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.190 ve  $\hat{h}_m^2$ ; 0.171), M5 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.172,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.096 ve  $\hat{c}^2$ ;0.084), M3 ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.103 ve  $\hat{h}_m^2$ ;0.104)'tür. Söz konusu özellikler göz önünde bulundurulduğunda, çıkış uzunluğu dışında tüm özellikler için BIC ve cAIC'nin aynı modeli en doğru model olarak gösterdiği ve yine aynı model değerlendirme kriterlerine göre direkt-maternal genetik korelasyonun dikkate alındığı hiçbir modelin tercih edilmediği görülmüştür. Bununla birlikte, bahsedilen özelliklerde, çıkış ağırlığı ve birinci-dördüncü haftalık yaştaki ağırlıklarda görüldüğü gibi,  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{h}_m^2$  veya  $\hat{c}^2$ 'de yaşla birlikte düşüş bulunmamıştır.

Birinci-dördüncü haftadaki vücut uzunluğu artışı için cAIC'ye göre en doğru tahminlerin M5'te gerçekleştiği bulunmuş ve  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{h}_m^2$  ve  $\hat{c}^2$  sırayla, birinci hafta vücut uzunluğu artışı için; 0.218, 0.166 ve 0.083, ikinci hafta vücut uzunluğu artışı için; 0.225, 0.082, 0.097, üçüncü hafta vücut uzunluğu artışı için; 0.217, 0.103 ve 0.074 ve dördüncü hafta vücut uzunluğu için; 0.194, 0.110 ve 0.076 olarak tahmin edilmiştir. mAIC'ye göre birinci-üçüncü haftadaki vücut uzunluğu artışları için M6'da en doğru tahminlerin gerçekleştiği görülmüş ve  $\hat{h}_d^2$ ,  $\hat{h}_m^2$ ,  $\hat{r}_{dm}$  ve  $\hat{c}^2$  sırayla; birinci haftadaki vücut uzunluğu artışı için; 0.322, 0.202, -0.648 ve 0.077, ikinci haftadaki vücut uzunluğu artışı için; 0.287, 0.080, -0.682 ve 0.074, üçüncü haftadaki vücut uzunluğu artışı için 0.297, 0.122, -0.848 ve 0.065 olarak tahmin

edilmiş ve dördüncü haftadaki vücut uzunluğu artışı için en doğru tahminlerin M4'te ( $\hat{h}_d^2$ ; 0.315,  $\hat{h}_m^2$ ; 0.236,  $\hat{r}_{dm}$ ; -0.615 ) gerçekleştiği bulunmuştur. Aynı özellikler için olasılık olaran testlerinin ikinci hafta vücut uzunluğu artışı için M5'in en doğru tahminleri vermesi dışında mAIC ile benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. BIC göre ise ilk iki hafta vücut uzunluğu artışını açıklamada cAIC ile aynı üç ve dördüncü hafta vücut uzunluğunu açıklamada mAIC ve olasılık oran testleri ile aynı modeller en doğru tahminleri vermiş ve direkt-maternal genetik korelasyon yüksek bulunmuştur.

Kabuk ağırlığı, ak ağırlığı, kabuk oranı, ak oranı ve sarı oranına ilişkin en doğru model, tüm model değerlendirme kriterleri (mAIC, BIC ve cAIC) ve olasılık oran testlerine göre M6 olarak bulunmuştur. Yumurta hacmi dışında tüm yumurta özellikleri için mAIC ve olasılık oran testlerine göre en iyi modelin aynı (ak konsantrasyonu ve kabuk kalınlığı için M5, diğer yumurta özellikleri için M6) olduğu görülmüştür. Ak konsantrasyonuna ilişkin en iyi modelin BIC'e göre M1, diğer model değerlendirme kriterleri (mAIC ve cAIC) ve olasılık oran testlerine göre M5 olduğu bulunmuştur.

Hayvancılık verilerinde doğru model seçimi çok önemlidir. Nispeten karmaşık modellerin kullanılarak varyans unsurlarının yorumlanmaya çalışılması zaman kaybına neden olabilmekte iken, diğer taraftan modellere daha fazla etki eklenmesi tahminlerin doğruluğunu artırmakta ve verileri daha iyi açıklamaktadır. Bu sebeple daha doğru tahminlerin elde edilmesi zaman kaybından daha önemli görülmektedir. Çalışma sonucunda, kullanılan veri setinde model değerlendirme kriterlerine göre (istisna olarak; iki haftalık yaştaki ağırlık ve ak konsantrasyonu için BIC bilgi kriterine göre yalnızca direkt genetik etkileri değerlendiren en basit model tercih edilmiştir) maternal etkilerin göz önünde bulundurulduğu modellerin özellikleri daha doğru açıkladığı görülmüştür. Bu sebeple civciv ve yumurta özelliklerinin açıklanması ve ıslahında maternal etkilerin dahil olduğu modellerin kullanılmasının gerekliliğinin ortaya çıktığı anlaşılmaktadır.



Günümüzde farklı özelliklere göre geliştirilen birçok model değerlendirme kriteri bulunmaktadır. Halihazırda bu kriterlerin birbirlerine olan karşılaştırmaları da araştırmalara konu olmaktadır. Bu çalışmada birkaçı (mAIC, BIC, cAIC ve  $\rho$ ) ve yaygın olarak kullanılan olasılık oran testleri modelleri karşılaştırmada kullanılmıştır. Söz konusu model değerlendirme kriterleri araştırılan özelliğin açıklanmasında veri setinin ve özelliğin yapısına göre benzerlik ve farklılıklar göstermiştir. Bununla birlikte, bu çalışma sonucunda, hem civciv hem de yumurta özelliklerinde çoğunlukla mAIC ve olasılık oran testlerinin benzer sonuçlar verdiği, başka bir deyişle en doğru model tercihi genellikle her ikisinin de aynı modeli işaret ettiği görülmüştür.

Çalışmada araştırılan civciv ve yumurta özelliklerine ilişkin genetik parametre tahminleri ulaşılan daha önceki çalışma sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Gözlenen genetik parametre tahminleri arasındaki farklar; çalışmalarda uygulanan bakım ve besleme koşullarından ileri gelebilir. Ayrıca ana yaşı, ana ağırlığı, yumurta büyüklüğü, genotip ve çalışmalarda kullanılan tahmin yöntemlerinden kaynaklanabilir. Bu sebeple özellikler için genetik parametre tahminlerinde daha doğru sonuçların elde edilebilmesi için mümkün olduğunca fazla kuşak ile çok sayıda bildircin ve yumurta ile çalışılması gerekmektedir. Ancak diğer taraftan günümüzde gerçek verileri yorumlayarak parametre tahminlerinde değerlendiren simülasyon çalışmalarının da oldukça yaygın olduğu görülmektedir. Diğer taraftan bu çalışmalar pratikteki iş yükünü azaltabilecektir.

## KAYNAKLAR

- Aggrey, S. A., Cheng K. M., 1993. Genetic and Posthatch Parental Influences in Growth of Pigeon Squabs. *J. Hered.*, 84: 184-187.
- Aggrey, S. A., Cheng, K. M., 1994. Animal Model Analysis of Genetic (Co)Variances for Growth Traits in Japanese Quail. *Poultry Science*. 73:1822-1828.
- Aggrey, S. E., Ankra, Badu, B. A., Marks. H. L., 2003. Effect of Long-Term Divergent Selection on Growth Characteristics in Japanese Quail. *Poultry Science*. 82:538-542.
- Akaike, H. 1973. Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. Second International Symposium on Information Theory- Edition Petrov and Csaki, Budapest, Hungary.
- Akaike, H., 1974. A New Look at The Statistical Model Identification. *IEER, Transactions on Automatic Control*, 9;6: 716-723.
- Akaike, H., 1977. On Entropy Maximization Principle. In: Krishnaiah, P. R. (Ed.). *Applications Of Statistics*. Nort-Holland Publishing. Amsterdam.
- Akbaş, Y., Takma, Ç., Yaylak, E., 2004. Genetic Parameters for Quail Body Weights Using A Random Regression Model. *South African Journal of Animal Science*, 34: 104-109.
- Alaşahan, S., Çopur Akpınar, G., Canoğulları, S., Baylan, M., 2015. Determination of Some External and Internal Quality Traits of Japanese Quail (*Coturnix coturnix Japonica*) Eggs on Basis of Eggshell Colour and Spot Colour. *Eurasian J. of Veterinary Sci.*, 31:4; 235-241.
- Al-Murrani, W. K., 1977. Maternal Effects on Embryonic and Post-Embryonic Growth in Poultry. *British Poult Science*, 19:3; 277-281.
- Alplanalp, H., Kosin, I. L., 1952. Heritability of Body Measurements in Turkeys. *Poultry Science*; 31; 5: 781-791.
- Alves, K. 2015. Direct and Maternal Genetic Parameter Estimates for Individual Birth Weight, Weaning Weight and Probe Weight of Yorkshire and Landrace Pigs. Yüksek Lisans Tezi, 83 sy., The University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Ap Dewi, I., Saatci, M., Ulutas, Z., 2002. Genetic Parameters of Weights- Ultrasonic Muscle and Fat Depths, Maternal Effects And Reproductive Traits in Welsh Mountain Sheep. *J. Anim. Sci*. 74:399-408.
- Babacanoğlu, E., Özkul Özelçam, H., 2013. Kanatlılarda Maternal Antioksidanların Embriyo Gelişimi İçin Önemi. *YYÜ Tar. Bil. Derg. (YYU J Agr. Sci.)* 23:1; 36-42.

- Badyaev, A. V., Hill, G.E., Beck, M. L., Dervan, A. A., Duckworth RA, McGraw, K. J., Nolan P. M., Whittingham L. A., 2002. Sex-biased Hatching Order and Adaptive Population Divergence in a Passerine Bird. *Science*, 295: 316–318.
- Balcıoğlu, M. S., Yolcu, H. İ., Fırat, M. Z., Karabağ, K., Şahin, E., 2005. Japon Bildircinlarında Canlı Ağırlık ve Canlı Ağırlık Artışına ait Genetik Parametre Tahminleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 18;1, 35-39.
- Barbato, G. F., Siegel, P. B., Cherry, J. A., 1983. Inheritance of Body Weight and Associated Traits in Young Chickens. *Z. Tierz. Zuchtungsbiol.* 100:350-360.
- Barbato, G. F., Vasilatos, Younken, R., 1991. Sex-Linked and Maternal Effects on Growth in Chickens. *Poultry Science*, 70: 709-718.
- Barrett, R. D. H., Schluter, D., 2008. Adaptation from Standing Genetic Variation. *Trends in Ecology and Evolution*. 23;1: 38-44. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.09.008>.
- Baumgartner, J., 1994. Japanese Quail Production, Breeding and Genetics. *World's Poult. Sci. J.*, 50:227–235.
- Beamonte-Barrientos, R., Velando, A., Drummond, H. Torres, R., 2010. Senescence of Maternal Effects: Aging Influences Egg Quality and Rearing Capacities of a Long-Lived Bird. *The American Naturalist*. 175- 4: 469-480.
- Beck, N. J., Baker, L. H., 1961. The Effect of Parent Stock Location on the Accuracy of Comparisons in a Field Testing Programme. Paper Presented at the Annual Meeting of the Poultry Science Association, Urbana, Illinois.
- Bell, D. D., Kuney, D. R. Adams, C. J., 1982. Varying the Age of Sexual Stimulation in Scwl Pullets. *Poultry Sci.* 61; 1:1416.
- Bernon, D. E., Chambers, J. R., 1985. Maternal and Sex-Linked Genetic Effects in Broiler Parent Stocks. *Poultry Sci.* 64:29-38.
- Biard, C., Gil, D., Karadaş, F., Saino, N., Spottiswoode, C. N., Surai, P. F., Møller, A. P., 2009. Maternal Effects Mediated by Antioxidants and the Evolution of Carotenoid-Based Signals in Birds. *Am. Nat.* 174: 696-708.
- Blake, J. P., Hess, J. B., Berry, W. D., 2013. Early Brooding Temperature Considerations for Bobwhite Quail. *J. Appl. Poult. Res.*- 22:329–333 <http://dx.doi.org/10.3382/japr.2012-00706>.
- Blount, J. D., Surai, P. F., Nager, R. G., Houston, D. C., Møller, A. P., Trewby, M. L., Kennedy, M. W., 2002. Carotenoids and Egg Quality in the Lesser Black-Backed Gull *Larus fuscus*: A Supplemental Feeding Study of Maternal Effects. *Proceedings of the Royal Society of London B* 269: 26-36.

- Bogdanova, M. I., Nager, R. G., Monaghan, P., 2006. Does Parental Age Affect Offspring Performance through Differences in Egg Quality? *Functional Ecology* 20:132–141.
- Boulinier, T., Staszewski, V., 2008. Maternal Transfer of Antibodies: Raising Immuno-Ecology Issues. *Trends in Ecology & Evolution* 23:282- 288.
- Bradford, G. E. 1972. The Role of Maternal Effects in Animal Breeding. VII. Maternal Effects in Sheep. *Journal of Animal Science*. 35:1324–1334.
- Braz, N. M., Freitas, E. R., Bezerra, R. M., Cruz, C. E. B., Farias, N. N. P., Silva, N. M., Xavier, R. P. S., 2011. Fiber in Growth Ration and its Effects on Performance of Laying Hens during the Growing and Laying Phases. *Revista Brasileira de Zootecnia*- 40;12- 2744-2753.
- Briggs , D. M., Nordskog, A. W., 1973. Influence of Sex Chromosomes on Laying-House Performance of Chickens. *British Poultry Science* Volume; 14:4-403-412.
- Brody, T. B., Siegel, P. B., Cherry, J. A., 1984. Age, Body Weight and Body Composition Requirements for the onset of Sexual Maturity of Dwarf and Normal Chickens. *British Poultry Science*; 25;2- 245-252.
- Byers, D. L., 2008. Adaptation on Phenotypic Variance. Components of Phenotypic Variance. *Nature Education*; 1;1:161.
- Calus, M. P., Bijma, P. 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.
- Camci, Ö., Erensayin, C., Aktan, S., 2002. Relations Between Age at Sexual Maturity and Some Production Characteristics in Quails. *Arch. Geflügelk.* 66;6:280–282.
- Cameron, E. Z., Linklater, W. L., Stafford, K. J., Minot, E. O., 2000. Aging and Improving Reproductive Success in Horses: De Clining Residual Reproductive Value or just Older and Wiser? *Behavioral Ecology and Sociobiology*; 47:243–249.
- Carter T. C., 1968. The Hen's Egg: A Mathematical Model with Three Parameters. *Br. Poult. Sci.*, 9-165-171.
- Catterall, J. H., Pollott, G. E., 1996. Maternal Effects and Chicken Growth. pp: 20; *Proc. Br. Soc. Anim. Sci. Annu. Mtg.- Scarborough- UK. Br. Soc. Anim. Sci., Penicuik, UK.*
- Chambers, J. R. 1990. Genetics of Growth and Meat Production in Chicken. "Poultry Breeding and Genetics"; Ed.; Crawford- R. D.. Elsevier, Amsterdam; ps. 599-643.

- Chang, C. Y. D., Catia, R. G., Paulo A. A. R., 2014. Simulation Results for Markov Model Seletion : AIC, BIC and EDC. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science, II WCECS 2014, 22-24 October, San Francisco, USA.
- Cheng, K. M., Kimura, M., 1990. Mutations and Major Variants in Japanese Quail. Ps; 333-362, Poultry Breeding and Genetics. R. D. Crawford; Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Cheverud, J. M., 1984. Evolution by Kin Selection: A Quantitative Genetic Model Illustrated by Maternal Performance In Mice. Evolution; 38- 766-777.
- Clark, M., Moghaddas, M., Galef, B. G., 2002. Age at First Mating Affects Parental Effort and Fecundity of Female Mongolian Gerbils. Animal Behaviour. 63:1129-1134.
- Collins, W. M., Abplanalp, H., Hill, W. G., 1970. Mass Selection for Body Weight in Quail. Poultry Sci.; 49: 926-933.
- Cooke, B., Hegstrom C. D., Villeneuve, L. S., Breedlove, S. M., 1998. Sexual differentiation of the vertebrate brain: principles and mechanisms. Front Neuroendocrinol-19:323-62.
- Cundiff, L. V., 1972. The Role of Maternal Effects in Animal Breeding: VIII. Comparative Aspects of Maternal Effects. J Anim Sci., 35:1335-1337.
- Çağlayan, T., İnal, Ş., 2006. Bildircinlarda Kuluçkalık Yumurta Ağırlığının Kuluçka Sonuçları ile Büyüme ve Yaşama Gücüne Etkisi. Vet. Bil. Derg.; 22- 1-2: 11-19.
- Çimrin, T., İvgin Tunca, R., 2013. Japon Bildircinlarının (*Coturnix coturnix Japonica*) Verim Özellikleri Üzerine Kullanılan Farklı Yöntemlerin Etkileri.. İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.; 3;2: 103-112.
- Crainiceanu, C. and Ruppert, D. 2004. Likelihood Ratio Tests in Linear Mixed Models with One Variance Component. J. R. Statist. Soc. B., 66: 16585.
- Dao, H. Ho, 2008. Morphological and Physiological Developmental Consequences of Parental Effects in the Chicken Embryo (*Gallus gallus domesticus*) and the Zebrafish Larva (*daniorerio*), Phd, University of North Texas.
- Dere, S., İnal, Ş., Garip, M., Çağlayan, T., Tilki, M., 2005. Japon Bildircinlarında (*Coturnix coturnix japonica*) Kuluçka Öncesi Yumurta Ağırlık Kaybı ile Yumurta Ağırlığı ve Civciv Çıkış Ağırlığı Arasındaki İlişkiler. Vet. Bil. Derg., 21;1-2: 5-7.
- Dickerson, G. E. 1947 Composition of Hog Carcasses as Influenced by Heritable Differences in Rate and Economy of Gain. Res. Bull. Iowa Agric. Exp. Station; 354- 489-524.

- Diop, M., Dodenhoff, J., Van Vleck L. D., Gregory, K. E., 1999. Estimation of Direct-Maternal and Grandmaternal Genetic Effects for Weaning Weight in Several Breeds of Beef Cattle. *J. Anim Sci.*; 77;4:840-5.
- Dobson, A. J. 1990. *An Introduction to Generalized Linear Models*. 2nd edition. Chapman and Hall Publication, London, UK.
- Dobson, A. J., 2002. *An Introduction to Generalized Linear Models*. 2nd Ed., Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.
- Duangjinda, M., Misztal, I., Bertrand, J. K., Tsuruta, S., 2001. The Empirical Bias of Estimates by Restricted Maximum Likelihood, Bayesian method, and Method  $\mathcal{R}$  under Selection for Additive, Maternal, and Dominance Models. *Journal of Animal Science*, 79:2991-2996.
- Đukić Stojčić, M., Milošević, N., Perić, L., 2012a. Determining Some Exterior and Interior Quality Traits of Japanese Quail Eggs (*Coturnix japonica*). *University of Banjaluka of Agriculture- Agrozanje Journal*, 13:4. 2012-667-672.
- Đukić Stojčić, M., Milošević, N., Perić, L., Jajić, I., Tolimir, N., 2012b. Egg Quality of Japanese Quail in Serbia (*Coturnix coturnix japonica*). *Biotechnology in Animal Husbandry* 28;3:425-431. Institute for Animal Husbandry, Belgrade, Zemun.
- Duru, S., Koyuncu M., 2005. İmroz Kuzuların Doğum Ağırlığına Ait Direkt ve Anaya Bağlı Etkiler için Varyans Unsurları ve Genetik Parametre Tahminleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.*, 19; 2: 13-21.
- Durmuş, İ., 2014. Yumurta Kalite Özelliklerinin Kuluçka Sonuçlarına Etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 3;2:95-99.
- Düzgüneş, O., Yao, T. S., 1956. The Influence of A Long Hatching Season on the Effectiveness of Selection for Egg Production in Chickens. *Poultry Science*, 35: 1309-1315.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F., 1987. Araştırma Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1021. Ders Kitapları No: 295- 381.
- Düzgüneş, O., Eliçin, A., Akman, N., 2012. Hayvan Islahı, Ek: 4; Kalıtım Derecesini Tahmin Metodları, V. Baskı- Ankara Üniversitesi Basımevi- Ankara- s. 224.
- Elibol, O., Embriyo Gelişimi ve Kuluçka. *Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar*. Editörler: Mesut Türkoğlu, Musa Sarıca. 3. Basım. Sy:171.
- Erensayın, C., 2000. Yumurta Kalitesi. *Tavukçuluk*, Ankara, C: 3- S. 255-374.

- Esen, A., Özçelik, M., 2002. Bildircinlarda Anaçların Yaşı, Yumurta Ağırlığı ve Şekil İndeksinin Kuluçka Sonuçlarına Etkisi. Fırat Üniv. Sağlık Bil. Derg. ,16- 19-25.
- Etches, R. J., 1995. *Reproduction in Poultry*. CAB International, Wallingford.
- Farrag, S. A., Soltan, M. E., Enab, A. A., 2013. Genetic Variation Analysis of Sinai Chicken and Japanese Quail Populations Using Microsatellite DNA Markers. 2013 International Conference on Food and Agricultural Sciences IPCBEE, 55, IACSIT Press, Singapore.
- Fairfull, R. W., Gowe, R. S., 1986. Use of Breed Resources for Poultry Egg and Meat Production. *Proceedings of 3rd World Congr. Gent. Appl. Livest. Prod.* 10: 242-256.
- Falconer, D. S., 1952. The problem of environment and selection. *American Naturalist*.- 86:293-298.
- Falconer, D. S., 1964. *Introduction to Quantitative Genetics*. London, Longman.
- Falconer, D. S., 1965. Maternal Effects and Selection Response. In S.J. Geerts (ed) *Genetics Today- 3- Proceedings of the Eleventh International Congress of Genetics*. Pergamon Press, Oxford, pp. 763-774.
- Falconer, D. S., Mackay, T. F. C., 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th edn. Essex, UK: Longman.
- Fathi, A. R., Vaez Torshizi, R., Emman Jomeh Kashan, N., 2005. Maternal Effects on Production and Reproduction Traits in a Commercial Broiler Line. *Pajouhesh-Va-Sazandegi*- 18:2: 67: 16-21.
- Filho, J. A. V., Garcia, E. A., Molino, A. B., Santos, T. A., Paz, I. C., L. A., Baldo, G. A. A., 2016. Productivity of Japanese Quails in Relation to Body Weight at the end of the Rearing Phase. *Acta Scientiarum, Animal Sciences Maringá*, 38-2; 213-217.
- Fisher, R. A., 1925. *Theory of Statistical Estimation*. *Proc. of the Cambridge Philosophical Soc.*, 22, 700-725.
- Frooq, M., K. Aneela, F. R. Durrani, A. K. Muqarrab, N. Chand, A. Khurshid. 2001. Egg and Shell Weight, Hatching and Production Performance of Japanese Broiler Quails. *Sarhad. J. Agric.*, 17:289-293.
- Futuyma, D. J. 1998. *Evolutionary Biology*. Sunderland, M. A., Sinauer Associates.
- Gelfand, A.E., Smith, A.F.M., 1990. Sampling-Based Approaches to Calculating Marginal Densities. *J. Amer. Statist. Assoc.*, 85, 398-409.

- Geman, S., Geman, D., 1984. Stochastic relaxation, Gibbs Distributions, and the Bayesian Restoration of Images. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*- 6: 721-741.
- Genchev, A., 2012. Quality and Composition of Japanese Quail Eggs (*Coturnix Japonica*). Anniversary Edition. *Trakia Journal of Sciences*- Vol. 10; 2: 91-101.
- Ghorbani, S., Kamali, M. A., Abbasi, M. A., Ghafouri, Kesbi, F., 2012. Estimation of Maternal Effects on Some Economic Traits of North Iranian Native Fowls Using Different Models. *J. Agr. Sci. Tech*- 14: 95-103.
- Gianola, D., Fernando, R. L., 1986. Bayesian Methods in Animal Breeding Theory. *J. Anim. Sci.*, 63: 217–244.
- Gianola D., Foulley, J. L., 1990. Variance Estimation from Integrated Likelihoods (VEIL). *Genetics Selection Evolution*; 22:403-417.
- Gil, D., Graves, J., Hazon, N., Wells, A., 1999. Male Attractiveness and Differential Testosterone Investment in Zebra Finch Eggs. *Science*, 286: 126–128.
- Gilmour, A. R., ASREML. NSW Agriculture. Orange. Australia. 1997.
- Gilmour, A., Gogel, B., Cullis, B., Thompson. R., 2009. ASReml User Guide: Release 3.0. Department of Industry and Investment. (<https://www.vsni.co.uk/downloads/asreml/release3/UserGuide.pdf>).
- Gonzalez, M., 1995. Influence of Age on Physical Traits of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. *Ann Zootech.*, 44:307-312.
- Goodwin, K., Lamoreux, W. F., Dickerson, G. E., 1964. Maternal Effects in Chickens: Performance of Daughters from Dams of Differing Ages. *Poultry science*, 43:6; 1435-1442.
- Gosler, A. G., Higham, J. P., Reynolds, S. J., 2005. Why are Birds' Eggs Speckled? *Ecology Letters*, 8: 1105–1113.
- Greven, S., Kneib, T., 2010. On the Behaviour of Marginal and Conditional Akaike Information Criteria in Linear Mixed Models. *Biometrik*, 97: 773789.
- Grindstaff, J. L., Brodie, E.D., Ketterson, E. D., 2003. Immune Function Across Generations: Integrating Mechanism and Evolutionary Process in Maternal Antibody Transmission. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 270: 2309-2319.
- Grosso, J. L., Balieiro, J. C., Eler, J. P., Ferraz, J. B., Mattos- E. C.- Michelan Filho- T., 2010. Comparison of Different Models to Estimate Genetic Parameters for Carcass Traits in Commercial Broiler Line. *Genet. Mol. Res.*; 9, 908-918.



- Groothuis, T. G. G., von Engelhardt, N., 2005. Investigating Maternal Hormones in Avian Eggs: Measurement, Manipulation and Interpretation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1046:168-180.
- Groothuis, T. G. G., Müller, W., Von Engelhardt, N., Carere, C., Eising, C., 2005. Maternal Hormones as a Tool to Adjust Offspring Phenotype in Avian Species. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*- 29:329–352.
- Groothuis, T. G. G., Schwabl, H., 2008. Hormone-Mediated Maternal Effects in Birds: Mechanisms Matter but What do We Know of Them? *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 363- 1647–1661.
- Hanusová, E., Hrnčár, C., Hanus, A., Oravcová, M., 2016. Egg traits in Japanese quails. Slovak University of Agriculture in Nitra. Faculty of Agrobiolgy and Food Resources- *Acta fytotechn zootechn*- 19, (Special Issue); 62-67 <http://www.acta.fapz.uniag.sk>.
- Harrison, P. Schmaier, C., G., McGinnis, J., 1969. Reproductive Development and Response of White Leghorn Pullets Subjected to Increasing Daylengths at Different Ages. *Poultry Sci.*, 48:1021–1026.
- Hartley, H. O., Rao J. N. K., 1967. Maximum Likelihood Estimation for the Mixed Analyses of Variance Model. *Biometrika*, 1967;54:93-108.
- Hartmann, C., Johansson, K., Strandberg, E., Rydmer, L. 2003a. Genetic Correlations between the Maternal Genetic Effect on Chick Weight and the Direct Genetic Effects on Egg Composition Traits in a White Leghorn Line. *Poult. Sci.*, 82: 1-8.
- Hartmann, C., Strandberg, E., Rydmer, L. Johansson, K., 2003b. Genetic Relations of Yolk Proportion and Chick Weight with Production Traits in a White Leghorn Line. *British Poultry Science*, 44:186-191.
- Hasselquist, D., Nilsson, J. A., 2009. Maternal Transfer of Antibodies in Vertebrates: Trans-Generational Effects on Offspring Immunity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences* 364:51-60.
- Henderson, C. R., 1953. Estimation of Variance and Covariance Components. *Biometrics*, 9:2; 226-252.
- Hicks, C., Muir, M., Stick, D. A., 1998. Selection Index Updating for Maximizing Rate of Annual Genetic Gain in Laying Hens. *Poultry Science*. 77:1–7.
- Hill, D., 2001. Chick Length Uniformity Profiles as a Field Measurement of Chick Quality? *Avian Poult. Biol. Rev.*, 12:188.
- Hodges, J. S., Sargent, D. J. 2001. Counting Degrees of Freedom in Hierarchical and Other Richly Parameterized Models. *Biometrika*, 88: 367379.

- Hohenboken, W. D, 1985. Maternal Effects. General and Quantitative Genetics. Ed. Chapman, A, B, Elsevier, Amsterdam, 135-149.
- Hoys, F. A., Spear E. W., 1951. Loose in Egg Weight During Incubation Associated With Hatchability. Poultry Sci. 62: 1800-1805.
- Hrnčár, C., Hanusová, E., Hanus, A., Bujko, J., 2014. Effect of Genotype on Egg Quality Characteristics of Japanese Quail (*Coturnix Japonica*). Slovak J. Anim. Sci., 47- 1: 6-11.
- Ibáñez-Escriche, N., Varona, L., Sorensen, D., Noguera, J. L., 2008. A Study of Heterogeneity of Environmental Variance for Slaughter Weight in Pigs. Animal, 2:19–26.
- Isogai, I., 1971. Experimental Studies on Breeding to the Body Conformation in Japanese Quail. Pages 155–287, Res. Bull. Fac. Agric. Gifu Uni., Japan.
- Jahanian, R., Goudarzi, F., 2010. Effects of Maternal Factors on Day-old Chick Body Weight and Its Relationship with Weight at Six Weeks of Age in a Commercial Broiler Line. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 23;3 :302–307.
- Jeffers, T. K., Challey, J. R., McGibbon, W.H., 1970. Response of Several Lines of Fowl and Their Single-Cross Progeny to Experimental Infection with *Eimeria tenella*. Avian Diseases, 14: 203–210.
- Kaplan, S., Doğan, N., Gürcan E. K., 2015. Japon Bildircinlarında Büyüme Özellikleri için Çok Özellikli Genetik Parametre Tahminleri. Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu, NKUBAP.00.23.AR.14.06 Nolu Proje.
- Karaman, E. I., Firat M. Z I., Narinc, D. I., 2014. Single-Trait Bayesian Analysis of Some Growth Traits in Japanese Quail. Brazilian Journal of Poultry Science. 16;2:51-56.
- Karadavut, U., Taşkın, A., 2014. Japon Bildircinlarının Ağırlık Artışlarına Ait Kalıtım Derecesinin Varyans Analizi, En Çok Olabilirlik ve Kısıtlandırılmış En Çok Olabilirlik Yöntemleri ile Tahmini. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1;1: 59–63.
- Katanbaf, M. N., Dunnington, E. A., Siegel P. B., 1988. Allomorphic Relationship from Hatching to 56 Days in Parental Lines F<sub>1</sub> Crosses of Chickens Selected 27 Generations for High or Low Body Weight. Growth Dev. Aging. 52:11-22.
- Kawahara, T. 1973. A Genetic Analysis of Skeletal Characters IN JAPANESE QUAIL. Ann. Rep. Nat. Inst. Genet. Japan, 23:127–128.
- Kawahara, T., Saito, K., 1976. Genetic Parameters of Organ and BW in the Japanese Quail. Poultry Science. 55:1247–1252.

- Kaye, J., Akpab, G. N., Alphonsusc, C., Kabird, M., Zahraddeene, D., Shehu, D. M., 2016. Responed to Genetic Improvement and Heritability of Egg Production and Egg Quality Traits in Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). American Scientific Research Journal for Engineering, Technology and Sciences (ASRJETS) 2313-4410, ISSN (Online) 2313-4402.
- Ketels, P., 2011. Controlling Chick Quality. Erişim Tarihi: 10.09.2016. <http://edepot.wur.nl/247994>.
- Kırmızıbayrak, T., Altinel, A, 2001. Japon Bildircinlarının (*Coturnix coturnix japonica*) Önemli Verim Özellikleriyle İlgili Bazı Parametreler. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg., 27;1: 309- 328.
- King, S. C., 1961. Inheritance of Economic Traits in the Regional Cornell Control Population. Poultry Science, 40: 975-986.
- Kirkpatrick, M., Lande, R., 1989. The Evolution of Maternal Characters. Evolution, 43:3- 485-503.
- Kranis, A., Hocking, P. M., Hill, W. G., Woolliams, J. A., 2006. Genetic Parameters for a Heavy Female Turkey Line: Impact of Simultaneous Selection for Body Weight and Total Egg Number. Br. Poult. Sci., 47: 685-693.
- Kocak, C., Altan, O. Akbas. Y., 1995. An Investigation of Different Production Traits of Japanese Quail. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 19:65–71.
- Koerhuis, A. N. M., McKay, J. C., 1996. Restricted Maximum Likelihood Estimation of Genetic Parameters for Egg Production Traits in Relation to Juvenile Body Weight in Broiler Chickens. Livestock Production Science, 46:117-127.
- Koerhuis, A. N. M., Thompson, R. 1997. Model to Estimate Maternal Effects for Juvenile Body Weight in Broiler Chickens. Genet. Sel. Evol., 29: 225-249.
- Koerhuis, A. N. M., McKay, J. C., Hill, W. G., Thompson, R., 1997. A Genetic Analysis of Egg Quality Traits and Their Maternal Influence on Offspring-Parental Regressions of Juvenile Body Weight Performance in Broiler Chickens. Genet. Sel. Evol., 49: 203-215.
- Komdeur, J., 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, 357:373-380.
- Kostova, Z., Gerzilov, V., Kutsev, T., 1993. Morphological Characteristics and Chemical Composition of JAPANESE QUAIL EGGS. Higher Institute of Agriculture, Plovdiv, Scientific Works, XXXVIII, 3:193-196.

- Kul, S., Şeker, İ., 2004. Phenotypic Correlations Between Some External and Internal Egg Quality Traits in the Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). International Journal of Poultry Science, 3 ;6: 400-405. © Asian Network for Scientific Information.
- Kumlu, S., 1999. Hayvan Islahı. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayınları. Yayın No: 1. Ankara.
- Kumlu, S. 2003. Hayvan Islahı. Genişletilmiş ve Düzeltilmiş 2. Baskı. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayınları No: 1- Ankara, s. 296.
- Kurt, B., 2007. Japon Bildircınlarında (*Coturnix Coturnix Japonica*) Bazı Yumurta Kalite Özelliklerine Ait Genetik Parametre Tahminlerinin Gibbs Örnekleme Yöntemi İle Elde Edilmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, ZZO-YL-0001:67.
- Le, Bihan, Duval, E., Mignon, Grasteau, S., Millet, N., Beaumont, C., 1998. Genetic Analysis of a Selection Experiment on Increased Body Weight and Breast Muscle Weight as Well as on Limited Abdominal Fat Weight. Br. Poult. Sci., 39: 346-353.
- Ledur, M. C., Fairfull, R. W., McMillan, I., Asseltine, L., 2000. Genetic Effects of Aging on Egg Production Traits in the First Laying Cycle of White Leghorn Strains and Strain Crosses. Poultry Science, 79:296-304.
- Legates, J. E., 1972. The Role of Maternal Effects in Animal Breeding. IV. Maternal Effects in Laboratory Species. J. Anim. Sci., 35- 1294-1302.
- Lerner, I. M., Taylor, L. W., 1939. The Relation of Pauses to the Rate of Egg Production. J. agric. Res., 52:39-47.
- Lerner, I. M., Taylor, L. W., 1943. The Inheritance of Egg Production in the Domestic Fowl. Amer. Nat., 77:119:132.
- Lin, C. Y., McAllister A. J., 1984. Monte Carlo Comparison of Four Methods for Estimation of Genetic Parameters in the Univariate Case. Journal Dairy Science, 67:2389-2398.
- Lock, J., Smiseth, P. T., Moore, P. J., Moore, A. J., 2007. Coadaptation of Prenatal and Postnatal Maternal Effects. American Naturalist, 170:709-718.
- Lotfi, E., Zerehdaran, S., Ahani Azari, M., 2011. Direct and Maternal Genetic Effects of Body Weight Traits in Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). Arch. Geflügelk., 76; 3. S. 150-154.
- Maniatis, G., Demiris, N., Kranis A., Banos G., Kominakis A., 2013. Model Comparison and Estimation of Genetic Parameters for Body Weight in Commercial Broilers. Can. J. Anim. Sci., 93: 67-77.

- Marta, G., 2014. Maternal Effects in Birds: Effects of Nutritional Conditions on Maternal Reproductive Effort and Offspring Performance. Doktora tezi. Sy:120. Zurich Open Repository and Archive University of Zurich Main Library Strickhofstrasse.
- Marin, R. H. Satterlee, D. G., Cadd, G. G., Jones, R. B., 2002. T-Maze Behavior and Early Egg Production in Japanese Quail Selected for Contrasting Adrenocortical Responsiveness. *Poultry Science*, 81:981–986.
- Marks, H. L., 1978. Long Term Selection for Four-Week Body Weight in Japanese Quail under Different Nutritional Environments. *Theory Applied Genetic*, 52: 105-111.
- Meijerhof, R., 2006. Chick Size Matters. *World Poult.*, 22:30– 31.
- Merritt, E. S., 1966. Estimates by Sex of Genetic Parameters for Body Weight and Skeletal Dimensions in A Random Bred Strain of Meat Type Fowl. *Poultry Science*, 45:118-125.
- Meyer, K. 1989. Restricted Maximum Likelihood to Estimate Variance Components For Animal Models with Several Random Effects Using a Derivative Free Algorithm. *Genetique, Selection and Evolution*. 21:317-340.
- Meyer, K., 1992. Variance Components due to Direct and Maternal Effects for Growth Traits of Australian Beef Cattle. *Livestock Production Science*, 31: 3–4- 179-204.
- Mendes, M., 2012. Type I Error Rates and Test Power for Some Variance Components Estimation Methods: One-Way Random Effect Model. *Archiv Tierzucht*, 55; 5- 506-518.
- Mielenz, N., Noor, R. R., Schüler, L., 2006. Estimation of Additive and Non-Additive Genetic Variances of Body Weight- Egg Weight and Egg Production for Quails (*Coturnix coturnix japonica*) with an Animal Model Analysis. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 49: 3;300-307.
- Minvielle, F., Monvoisin, J. L., Costa, J., Frenot, A., 1997. Quail lines selected for egg number based on pureline or crossbred performance. *Proceedings of the 12th Symposium on Current Problems in Avian Genetics (Aviagen)*, 1-5 September, Pruhonice, Czech Republic, pp;99-103.
- Minvielle, F., 1998. Genetics and Breeding of Japanese Quail for Production Around the World. *Proc. 6th Asian Pac. Poult. Congr., World's Poult. Sci. Assoc.*, Ps; 122–127, Japan Branch, Nagoya.
- Minvielle, F., Hirigoyen, E., Boulay, M., 1999. Associated Effects of the Roux Plumage Color Mutation on Growth- Carcass Traits, Egg Production, and Reproduction of Japanese Quail. *Poultry Science*, 78:1479–1484.

- Mistral, I., 2007. Shortage of Quantitative Genetics in Animal Breeding. *Journal of Animal Breeding Genetics*, 124: 255-256.
- Molenaar, R., Reijerink, I. A. M., 2006. Chick Length And Organ Development. © Copyright 2011 HatchTech B.V., The Netherlands. Erişim tarihi: 10.11.2016. <https://hatchtechgroup.com/media/documenten/chicklengthandorgandevelopment.pdf>
- Molenaar, R., Reijerink, I. A. M., Meijerhof, R., Van Den Brand, H., 2007. Relationship Between Chick Length and Chick Weight at Hatch and Slaughter Weight and Breast Meat Yield in Broilers. Proc. 3rd Combined Workshop on Fundamental Physiology and Perinatal Development in Poultry. Berlin, Germany.
- Momoh, O. M., Gambo, D., Dim, N. I., 2014. Genetic Parameters of Growth, Body, and Egg Traits in Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*) Reared in Southern Guinea Savannah of Nigeria. *Journal of Applied Biosciences*, 79:6947 – 6954.
- Morrell, C. H. 1998. Likelihood Ratio Testing of Variance Components in the Linear Mixed Effects Model Using Restricted Maximum Likelihood. *Biometrics*, 54:1560-1568.
- Morris, J. A., 1959. Heritability of Chick Viability for Two Breeds of the Domestic Fowl. *Poultry Science*, 38: 481-485.
- Moorad, J. A., Nussey, D.H., 2016. Evolution of Maternal Effect Senescence. *Proceedings of the National Academy of Sciences, PNAS.*, 113:2; 362-367.
- Mousseau, T. A., Fox, C. W., 1998. *Maternal Effects as Adaptations*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Mrode, R. A., 2005a. *Linear Models For the Prediction of Animal Breeding Values (2nd Edition)*, Chapter 6, *Maternal Trait Models: Animals and Reduced Animals Models*. CABI Publishing, USA, Ps. 121-125.
- Mrode, R. A., 2005b. *Best Linear Unbiased Prediction of Breeding Value: Univariate models With one Random Effect*. Ed: Mrode R. A., *Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values*. 2nd ed. Pp; 39-64, CABI Publishing- Massachusetts, Avenue, Cambridge, USA, 2005.
- Mueller, J.P., James, J.W. 1985. Phenotypic Response to Selection for Traits with Direct and Maternal Components when Generations Overlap. *Theoretical and Applied Genetics*, 70: 123-127.
- Müller, W., 2004. General introduction. *Maternal Phenotypic Engineering Adaptation and Constraint in Prenatal Maternal Effects*. The University of Groningen, The Netherlands, pp;1-36.

- Müller, W., Groothuis, T. G. G., Eising, C. M., Daan, S., Dijkstra, C., 2005. Within Clutch Covariation of Egg Mass and Sex in the Black-Headed Gull. *Journal of Evolutionary Biology*, 18:661-668.
- Nanda, I., Zend-Ajusich, E., Shan, Z., Grützner, F., Scharl, M., Burt, D. W., Koehler, M., Fowler, V. M., Goodwin, G., Schneider, W. J., Mizuno, S., Dechant, G., Haaf, T., Schmid, M., 2000. Conserved Synteny Between The Chicken Z Sex Chromosome and Human Chromosome 9 Includes the Male Regulatory Gene DMRT1: A Comparative (Re)View On Avian Sex Determination. *Cytogenet. Cell Genet.*, 2000;89;1-2:67-78.
- Narahari, D., K. A. Mujeer and K. A. Rajini. 2002. Pre-Oviposition Factors Influencing the Fertility and Hatchability in Japanese Quail. *Indian J. Anim. Sci.*, 72;9:756-761.
- Narınç D., Karaman, E., Fırat, M. Z., Aksoy, T. 2010. Comparison of Non-Linear Growth Models to Describe the Growth in Japanese Quail. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 ;14: 1961-1966.
- Narınç, D, Karaman, E., Fırat, M. Z., Aksoy, T., 2011. Estimation of Multiple-Trait Genetic Parameters and BLUP Using Different Estimation Methods for Some Egg Traits in Japanese Quails. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17: 117-123.
- Narınç, D., Aygun, A., Karaman, E., Aksoy, T., 2015. Egg Shell Quality in Japanese Quail: Characteristics, Heritabilities and Genetic and Phenotypic Relationships. *Animal*, 9:7;1091–1096 © The Animal Consortium.
- Nager, R. G., Monaghan, P., Houston, D. C., Arnold, K. E., Blount, J. D. Verboven, N., 2006. S38-1 Maternal Effects through the Avian Egg. *Acta Zoologica Sinica*, 52: 658–661.
- Narushin, V.G., 1992. Calculation of Egg Geometric Traits. *Poultry Husbandry*, 10:9- 10.
- Narushin, V. G., Yakupoglu, C., Dvorska, J., 2001. Morphological Composition of Quail Eggs. IX European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. Kusadasi, Turkey, 387-392.
- Narushin, V. G., Romanov, M. N., 2002. Egg Physical Characteristics and Hatchability. *World's Poultry Science Journal*, 58;3:297-303.
- Nasar, A., Rahman, A., Hoque, N., Talukder, A. K., Ziban, C. D., 2016. A Survey of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) Farming in Selected Areas of Bangladesh. *Veterinary World*, EISSN: 2231-0916.

- Navarro, P., Vissher, P. M., Chatziplis, D., Koerhuis, N. M., Haley, C. S., 2006. Segregation Analysis of Blood Oxygen Saturation in Broiler Suggests a Major Gene Influence on Ascites. *British Poultry Science*, 47:659-670.
- Nazlıgöl, A, Türkyılmaz, K., Bardakçioğlu, E., 2005. Effects of Hatching Egg Weight on Hatching Chick Weight, Posthatching Growth Performance and Liveability in Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 31;2: 33-40.
- Nelson, P. R., Wludyka, P. S., Copeland, K. A. F., 2005. *The Analysis of Means: A Graphical Method for Comparing Means, Rates, and Proportions*. ASA-SIAM Series on Statistics and Applied Probability. SIAM, Philadelphia, PA, and ASA, Alexandria, VA.
- Odeh, F. M., Cadd, G. G., Satterlee, D. G., 2003. Genetic Characterization of Stress Responsiveness in Japanese Quail. 2. Analyses of Maternal Effects, Additive Sex Linkage Effects, Heterosis, and Heritability by Diallel Crosses. *Poultry Science*, 82:31-35.
- Okenyi, N., Ndofor-Foleng, H. M, Ogbu, C. C., Agu, C. I., 2013. Genetic Parameters and Consequences of Selection for Short-Term Egg Production Traits in Japanese Quail in a Tropical Environment. *African Journal of Biotechnology Vol.*, 12;12:1357-1362.
- Özcan, M., Ekiz, B., Güneş, H., 2001. Japon Bildircinlerinde (*Coturnix Coturnix Japonica*) Gruplandırılmış Yumurta Ağırlığı ve Çıkım Ağırlığının Büyüme Performansı Üzerine Etkileri. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 27;2: 577-584.
- Özsoy, A. N., Orhan, H., 2011. The Prediction of Genetic Parameters For Body Weights in Japanese Quails by Gibbs Sampling Method. *Trends in Animal and Veterinary Sciences*, 2;1: 21-24.
- Paganelli, C. V., Olszowka, A., Ar, A., 1974. The Avian Egg: Surface Area, Volume and Density. *Condor*, 76:319-325.
- Palmer, B. D., Guilette JR, L. J., 1991. *Oviductal Proteins and Their Influence on Embryonic Development in Birds and Reptiles*. Egg Incubation Its Effects on Embryonic Development in Birds and Reptiles. Ed: D. Charles Deeming, Mark W. J. Ferguson, Cambridge University Press., New York, pp. 29-46.
- Panda, B., Singh, R. P., 1990. Developments in Processing Quail Meat and Eggs. *World Poultry Science Journal*, 46;3:219-233.
- Parsons, J., 1970. Relationship between Egg Size and Post-Hatching Chick Mortality in the Herring Gull (*Larus argentatus*). *Nature*, 228: 1 221-1 222.
- Patterson, H. D., Thompson, R., 1971. Recovery of Inter-Block Information when Block Sizes are Unequal. *Biometrika*, 58-3: 545-554.



- Peebles, E. D., Doyle, S. M., Zumwalt, C. D., Gerard, P. D., Latour, M. A., Boyle C. R., 2001. Breeder Age Influences Embryogenesis in Broiler Hatching Eggs. *Poultry Science*, 80: 272-277.
- Petek, M., Başpınar, H., Oğan, M., Balcı, F., 2005. Effects of Egg Weight and Length of Storage Period on Hatchability and Subsequent Laying Performance of Quail. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 29: 537-542.
- Petek, M., Orman, A., Dikmen, S., Alpay, F., 2009. Relations Between Day-old Chick Length and Body Weight in Broiler, Quail and Layer. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.*, 27- 1-2: 25-28.
- Powell, J. C., Bowman, J. G., 1964. An Estimate of Maternal Effects in Early Growth Characteristics and Their Effects upon Comparative Tests upon Comparative Tests of Chickens Varieties. *British Poultry Science*, 5:2- 121-132.
- Prado-Gonzalez, E. A., Ramirez, Avila, L., Segura, Correa, J. C., 2003. Genetic Parameters for Body Weight of Creole Chickens from Southeastern Mexico Using an Animal Model. *Livest. Res. Rural Devel.*, 15:1.
- Press, W. H., Flannery, B. P., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., 1986. *Numerical Recipes*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Preston, F. W., 1968. The Shapes of Birds' Eggs: Mathematical Aspects. *The Auk*, 85:454-463.
- Proudfoot, F. G., Hulan, H. W., McRae, K. B., 1982. Effect of Hatching Egg Size from Semi-Dwarf and Normal Maternal Meat Parent Genotypes on Performance of Broiler Chickens. *Poultry Science*, 61:655-660.
- Pym, R. A. E., 1968. Correlations Between egg Weight and Subsequent Broiler Performance as Influenced by Age of Dam. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 7:422-427.
- Qvarnström, A., Price, T. D., 2001. Maternal Effects, Paternal Effects and Sexual Selection. *Tree*, 16: 95–100.
- Reece, W. O., 2006. *Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos*. 12nd edn. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Reinhold, K., 2002. Maternal Effects and the Evolution of Behavioral and Morphological Characters: A Literature Review Indicates the Importance of Extended Maternal Care. *The American Genetic Association*, 93:400–405.
- Resende, R. O., Martins, E. N., Georg, P. C., Paiva, E., Conti, A. C. M., Santos, A. I., Sakaguti, E. S., Murakami, A. E. 2005. Variance Components for Body

- Weight in Japanese Quails (*Coturnix Japonica*). Brazilian Journal of Poultry Science, 7: 23-25.
- Rhen, T., Crews, D., 2002. Variation in Reproductive Behavior within a Sex: Neural Systems and Endocrine Activation. J. Neuroendocrinol, 14:517–31.
- Richards, M. P., 1997. Trace Mineral Metabolism in the Avian Embryo. Poultry Sci., 76:152-164.
- Riska, B., Rutledge, J. J., Atchley, W. R., 1985. Covariance Between Direct and Maternal Genetic Effects in Mice with a Model of Persistent Environmental Influences. Genetical Research (Cambridge), 45: 287-297.
- Robert, C. P., Casella, G., 2004. Monte Carlo Statistical Methods. 2nd Ed. New York, Springer.
- Robinson, D. L., 1987. Estimation and Use of Variance Components. Journal of the Royal Statistical Society. Series D, (The Statistician), 36:1;3-14.
- Robinson, D. L., 1996. Models which might explain negative correlations between direct and maternal genetic effects. Livestock Production Science 45;11: 1-12.
- Romanoff, A. L., Romanoff, A. J., 1959. The Avian Egg. Moskow, "Pishtepromizdat".
- Ros, M., Sorensen, D., Waagepetersen, R., Dupont, Nivet, M., San Cristobal, M., Bonnet, J. C., Mallard, J., 2004. Evidence for Genetic Control of Adult Weight Plasticity in *Helix Aspersa*. Genetics, 168:2089–2097.
- Rubolini, D., Romano, M., Navara, K.J., Karadas, F., Ambrosini, R, Caprioli, M, Saino, N., 2011. Maternal effects Mediated by Egg Quality in the Yellow-Legged Gull *Larus Michahellis* in Relation to Laying Order and Embryo Sex. Frontiers in Zoology, 8:1-15.
- Ruvinsky, A., 1999. Basics of Gametic Imprinting. J. Anim. Sci., Suppl., 2:228-37.
- Saatci, M., 1998. Genetic Parameters of Production Traits in Welsh Mountain Sheep (Doktora Tezi). Universty of Wales, Bangor, Gwynedd of Wales.
- Saatci, M., Ap Dewi, I., Ulutas, Z., 1999. Variance Components due to Direct and Maternal Effects and Estimation of Breeding Values for 12-Week Weight of Welsh Mountain lambs. J. Anim. Sci., 69:345–352.
- Saatci, M., Apdewi, I., Aksoy, A. R., 2003. Application of REML Procedure to Estimate the Genetic Parameters of Weekly Liveweights in One-to-One Sire and Dam Pedigree Recorded Japanese Quail. J. Anim. Bred. Genet., 120:23-28.

- Saatci, M., Ap Dewi, I., 2004. Genetic and Environmental Influences on Liveweights of Japanese Quail. pp. 218, Proc Br. Soc. Anim. Sci. Annu. Mtg., York, UK. Br. Soc. Anim. Sci., Penicuik, UK.
- Saatci, M., Omed, H., A. P., Dewi, I. 2006. Genetic Parameters from Univariate and Bivariate Analyses of Egg and Weight Traits in Japanese Quail. Poultry Science- 85:185-190.
- Sachdev, A. K., Ahuja, S. D., Thomas, P. C., 1985. Effect of Egg Weight and Duration Storage on the Weight Loss, Fertility and Hatchability Traits in Japanese Quail. Indian J. Poult. Sci., 20;19-22.
- Saino, N., Dall'ara, P., Martinelli, R., Møller, A. P., 2002. Early maternal effects and antibacterial immune factors in the eggs- nestlings and adults of the barn swallow. Journal of Evolutionary Biology 15:735-743.
- Saino, N., Romano, M., Ferrari, R. P., Martinelli, R., Møller, A. P., 2003. Maternal Antibodies but not Carotenoids in Barn Swallow Eggs covary with Embryo Sex. Journal of Evolutionary Biology, 16:516-522.
- Salawu, I.S., Orunmuyi, M. and Okezie, O., 2007. The Use of Hotelling T2 Statistic in Comparing the Egg Weight of Quail, Brown Strain of the Commercial and Duck. Asian Journal of Animal Sciences, 1;1: 53-56.
- Salehinasab, M., Latifi, M., Zerehdaran, S., Alijani, S., 2015. Genetic Properties of Some Economic Traits in Isfahan Native Fowl Using Bayesian and REML Methods. Poultry Science Journal, 3;2: 143-149.
- Sanchez, M. P., Bidanel, J. P., Zhang, S., Naveau, J., Burlot, T., Le Roy, P., 2003. Likelihood and Bayesian Analyses Reveal Major Genes Affecting Body Composition, Carcass, Meat Quality and the Number of False Teats in Chinese European Pig Line. Genetics Selection Evolution, 35: 385-402.
- Sarı, M., 2009. Japon Bildircinlarının (*Coturnix Coturnix Japonica*) Kesim ve Karkas Özelliklerine ait Genetik Parametrelerinin REML Metodu ile Damızlık Değerlerinin BLUP Metodu ile Tahmini. Doktora tezi, Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Kars.
- Sarı, M., Saatci, M., Tilki, M., 2010. Japon Bildircinlarında (*Coturnix coturnix Japonica*) Canlı Ağırlığa ait Özelliklerin Genetik Parametrelerinin REML Metodu ile Hesaplanması. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 16;5: 729733.
- Sarıca, M., Soley, F., 1995. Bildircinlarda (*Coturnix Coturnix Japonica*) Kuluçkalık Yumurta Ağırlığının Kuluçka Sonuçları ile Büyüme ve Yumurta Verim Özelliklerine Etkileri. Yutav'95. 24-27 Mayıs- İstanbul.

- Sato, K., Fukuda, H., Hediando, Y. E., Ino, T., 1989. Heterosis for Egg Characteristics in Reciprocal Crosses of Highly Inbred Lines of Japanese Quail. *Japan. Poultry Sci.*, 26: 101-107.
- Saylam, S. K., 1999. Japon Bildircinlarında Yumurta Ağırlığının ve Depolama Süresinin Yumurta Ağırlık Kaybına ve Kuluçka Özelliklerine Etkileri. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 23: 367-372.
- Schwabl, H., 1993. Yolk is a Source of Maternal Testosterone for Developing Birds. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 90: 11446-11450.
- Schaeffer, L. R., 2004. Estimation of Variance Components in Animal Breeding. *Iowa State University Short Course*, 141:93.
- Schuler, L. N. Mielenz, S. Hempel. 1998. Asymmetry of the Selection Responses in Performance Traits of Japanese Quails. Pp, 101–104 in *Proc. 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, Univ. New England, Armidale, Australia.
- Schwabl, H., 1997. Maternal Steroid Hormones in the Egg. Ed: Harvey S., Etches R. J., *Perspectives in Avian Endocrinology*. Bristol: Journal of Endocrinology Ltd., 3–13.
- Schwarz, G., 1978. Estimating the Dimension of a Model. *Ann. Stat.*, 6: 461-464.
- Searle, S. R., 1992. An Overview of Variance Component Estimation. Biometrics Unit, Cornell University, BU-1231-M., Ithaca, N.Y., U.S.A.
- Sefton, E., Siegel P. B., 1974. Inheritance of Body Weight in Japanese Quail. *Poultry Science*, 53;4:1597-1603.
- Self, S. G., Liang, K. Y., 1987. "Asymptotic Properties of Maximum Likelihood Estimators and Likelihood Ratio Tests under Nonstandard Conditions." *Journal of the American Statistical Association*, 82;398:605–10.
- Sezer, M., Berberoğlu, E., Ulutaş, Z. 2006. Genetic Association Between Sexual Maturity and Weekly Live-Weights in Laying-Type Japanese Quail. *South African Journal of Animal Science*, 36; 2: 142-148.
- Sezer, M., 2007a. Genetic Parameters Estimated for Sexual Maturity and Weekly Live Weights of Japanese Quail (*Coturnix Coturnix Japonica*). *Asian-Aust. Journal Animal Science*, 20,1:19–24.
- Sezer, M., 2007b. Heritability of Exterior Egg Quality Traits in Japanese Quail. *Journal of Applied Biological Sciences*, 1;2: 37-40.
- Siegel, P. B., Dunnington, E. A., 1997. Genetic Selections Strategies Population genetics. *Poultry Science*, 76:1062–1065.

- Sittmann, K., Abplanalp, H., Fraser, R. A., 1966. Inbreeding Depression in Japanese Quail. *Genetics*- 54: 371-379. <http://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC1211168&blobtype=pdf>
- Snapir, N., Perek, M., 1969. Evaluation of Various Methods of Measuring Egg Shell Quality. *Annales de zootechnie- INRA/EDP Sciences*, 18 ;4: .399-405.
- Snyman, M. A., Erasmus, G. J., van Wyk, J. B., 1995. Nongenetic Factors Influencing Growth and Fleece Traits in Afrino Sheep. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 25:70–74.
- Sohrabi, S. S., Esmailizadeh, A. K., Baghizadeh, A., Moradian, H., Mohammadabadi, M. R., Askari, N., Nasirifar, E., 2012. Quantitative Trait Loci Underlying Hatching Weight and Growth Traits in an F<sub>2</sub> Intercross Between Two Strains of Japanese Quail. *Animal Production Science*, 52;11:1012-1018.
- Soliman, E. N. K., Rizk, R. E., Brake, J., 1994. Relationship between Shell Porosity, Shell Thickness, Egg Weight Loss, and Embryonic Development in Japanese Quail Eggs. *Poultry Science*, 73:1607-1611.
- Somes, R. G., 1988. *International Registry of Poultry Genetics Stocks*. University of Connecticut, Storrs, CT.
- Sorensen, D. A, Wang, C. S., Jensen, J., Gianola, D., 1994. Bayesian Analysis of Genetic Change due to Selection using Gibbs Sampling. *Genetics Selection Evolution*, 26:333-360.
- Southwood, O. I., Kennedy, B. W., Meyer, K., Gibson, J. P., 1989. Estimation of Additive Maternal and Cytoplasmic Genetic Variances In Animal Models. *Journal of Dairy Science*, 72:11;3006-3012.
- Suarez, M. E., Wilson, H. R., Mather, F. B., Wilcox, C. J., McPherson, B. N., 1997. Effect of Strain and Age of the Broiler Breeder Female on Incubation Time and Chick Weight. *Poultry Science*, 76:1029-1036.
- Summers, J. D., Leeson, S., 1983. Factors Influencing Early Egg Size. *Poultry Sci.*, 62:1155–1159.
- Swallow, W.H., Monahan, J. F., 1984. Monte Carlo Comparison of ANOVA-MIVQUE- REML and Estimators of Variance Components. *Technometrics*, 1-47-57.
- Szwaczkowski, T., 2003. Use of Mixed Model Methodology in Poultry Breeding: Estimation of Genetic Parameters. *Editörler: Muir, W. M., Aggrey, S. E., Poultry Genetics Breeding and Biotechnology*. pp. 165-201, CAB Int., Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Szwaczkowski, T., Wójtowski, J., Stanisławska, E., Gut, A., 2006. Estimates of Maternal Genetic and Permanent Environmental Effects in Sheep. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 49, Special Issue, 186-192.

- Şeker, İ., 2003. Bildircinlarda Kuluçkalık Yumurtaların Döllülük Oranına ve Kuluçka Sonuçlarına Bazı Faktörlerin Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniv. Vet. Fak. Derg., 14;2: 42-46.
- Şeker, İ., Kul, S., Bayraktar, M., 2004. Effects of Parental Age and Hatching Egg Weight of Japanese Quails on Hatchability and Chick Weight. Int. J. Poult. Sci., 3;4: 259-265.
- Şeker, İ., Kul, S., Bayraktar, M., Ekmen, F., Yıldırım, Ö., 2004. Japon Bildircinlarında (*Coturnix Coturnix Japonica*) Kuluçkalık Yumurtaların Anaç Yaşı ve Depolama Süresinin Kuluçka Sonuçlarına Etkisi. Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med., 23;1-2-3: 59-64.
- Tarin, J. J., Pe´rez, Albala´, S., Cano, A., 2000. Consequences on Offspring of Abnormal Function in Ageing Gametes. Human Reproduction Update, 6:532-549.
- Thomas, C. H., Blow, W. L., Cocherham, C. C., Glazener, E., W., 1958. The Heritability of Body Weight, Gain, Feed Consumption, and Feed Conversion in Broilers. Poultry Science, 37:862-869.
- Tilki, M., Saatçi, M., Çolak, M., 2008. Genetic Parameters for Direct and Maternal Effects and Estimation of Breeding Values for Birth Weight in Brown Swiss Cattle. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 32;4: 287-292.
- Toelle, V. D., Havenstein, G. B., Nestor, K. E., Harvey, W. R., 1991. Genetic and Phenotypic Relationships in Japanese Quail: 1. Body Weight, Carcass, and Organ Measurements. Poultry Science, 70;8:1679-1688.
- Tyler, C., 1961. Shell Strength: Its Measurements and Its Relationships to Other Factors. British Poultry Science, 2;3-19.
- Unver, Y., Akbas, Y., Firat, M. Z., Oguz, I., 2002. Estimation of Heritability for Egg Production in Laying Hens Using MIVQE- ML- REML and Gibbs Sampling Methods. 7th World Congress on Applied Genetics to Livestock Production, pp: 19-23.
- Vaida, F., Blanchard, S. 2005. Conditional Akaike Information for Mixed-Effects Models. Biometrika, 92: 351-370.
- Vali, N., 2008. The Japanese Quail: A Review. International Journal of Poultry Science, 7;9: 925-931.
- Velando, A., Torres, R., Alonso-Alvarez C., 2008. Avoiding Bad Genes: Oxidatively Damaged DNA in Germ Line and Mate Choice. BioEssays, 30:1212-1219.
- Vieira, S. L., 2007. Chicken Embryo Utilization of Egg Micronutrients. Braz. J. Poultry Sci., 9:1-8.

- Wade, M. J. 1998. The Evolutionary Genetics of Maternal Effects. In *Maternal Effects as Adaptations* Eds: Mousseau, T. Fox, C., pp. 5–21. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Wakchaure, R., Ganguly, S., Praveen, P. K., 2016. Genotype x Environment Interaction in Animal Breeding: A Review. *Biodiversity Conservation in Changing Climate*. Editors: Dr. M.M. Abid Ali Khan, Murtaza Abid, Dr. Abdeen Mustafa Omar, Dr. S. Nazeer Haider Zaidi, Dr. Raaz K. Maheshwari. Publisher: Lenin Media Private Limited, Delhi, India, pp: 60-73.
- Walshburn, K. W., 1983. Effect of Egg Size of Dwarf vs. Standard Females on Performance of Broilers. *Poultry Science*, 62:1521-1522.
- Wang, C. S., Rutledge, J. J., Gianola, D., 1993. Marginal Inferences about Variance Components in a Mixed Linear Model Using Gibbs Sampling. *Genetic Selection Evolution*. *Genetics Selection Evolution*, 21: 41-62.
- Wei, M., Van der Werf, H. J., 1993. Animal Model Estimation of Additive and Dominance Variance in Egg Production Traits of Poultry. *Journal of Animal Science*, 71:57-65.
- Wild, G, West, S. A., 2007. A Sex Allocation Theory for Vertebrates: Combining Local Resource Competition and Condition Dependent Allocation. *American Naturalist*, 170:E112- E128.
- Willham, R. L., 1963. The Covariance Between Relatives For Characters Composed of Components Contributed by Related Individuals. *Biometrics*, 19:8–27.
- Willham, R. L. 1972. The Role of Maternal Effects in Animal Breeding. III. Biometrical Aspects of Maternal Effects in Animals. *J. Anim. Sci.*, 35:1288–1293.
- Willham, R. L., 1980. Problems in Estimating Maternal Effects. *Livest. Prod. Sci.*, 7:405-418.
- Williams, T. D., 1994. Intraspecific Variation in Egg Size and Egg Composition in Birds: Effects on Offspring Fitness. *Biol. Rev.*, 68:36–59.
- Willemsen, H., Everaert, N., Witters, A., De Smit, L., Debonne, M., Verschuere, F., Garain, P., Berckmans, D., Decuypere, E., Bruggeman, V., 2008. Critical Assessment of Chick Quality Measurements as an Indicator of Posthatch Performance. *Poultry Science*, 87:2358–2366.
- Wilson, W. O., Abbot, U. K., Abplanalp, H., 1961. Evaluation of Coturnix (Japanese quail) as a Pilot Animal for Poultry. *Poultry Science*, 40: 651-656.
- Wilson H. R., 1991. Interrelationships of Egg Size Chick Size Posthatching Growth and Hatchability. *World's Poultry Science Journal*, 47:5-20.

- Wilson<sup>1</sup>, A. J., Re'ale D., 2006. Ontogeny of Additive and Maternal Genetic Effects: Lessons from Domestic Mammals. *The American Naturalist*, 167;1: E23–E38. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.1086/498138>.
- Wolc, A., White I. M. S., Avendano, S., Hill, W. G., 2009. Genetic variability in residual variation of body weight and conformation scores in broiler chickens. *Poultry Science*- 88: 1156- 1161.
- Wolanski, N. J., Luiten, E. J., Meijerhof, R., Vereijken, A. L. J., 2003. Yolk Utilisation and Chick Length as Parameters for Embryo Development. *Avian Poult. Biol. Rev.*, 15:233–234.
- Wolf, J. B., Brodie E. D., Cheverud, J. M., Moore, A. J., Wade, M. J., 1998. Evolutionary Consequences of Indirect Genetic Effects. *Tree*, 13:64–69.
- Yair, R., Cahaner, A., Uni, Z., Shahar, R., 2017. Maternal and Genetic Effects on Broiler Bone Properties during Incubation Period. *Poultry Science*, 96: 2301-2311.
- Ye, X., Marks, H. L., Nestor, K. E., Bacon, W. L., Velleman, S. G., 1999. Genetic Relationship Among Lines and Smooth Muscle and Ovarian Follicular Development within Lines of Japanese Quail in two Long-Term Selection Studies. *Poultry Science*, 78:1372–1376.
- Yeşilova, A., 1998. Gibbs Örneklemesinin Islah Amaçlı Çalışmalarda Kullanılması. *YYÜ. Fen Bilimleri Ens., ZO-YL*.
- Yıldırım, İ., Yetişir, R., 1998. Japon Bildircinlarında (*Coturnix Coturnix Japonica*) Kuluçkalık Yumurta Ağırlığı ve Ebeveyn Yaşının Cıvciv Çıkış Ağırlığı ve 6. Hafta Canlı Ağırlığı Üzerine Etkileri. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 22: 315-319.
- Yılmaz, A., Çağlayan, T., 2008. Farklı Tüy Rengine Sahip Japon Bildircinlarında (*Coturnix Coturnix Japonica*) Yumurta Ağırlığı- Şekil İndeksi ve Çıkım Ağırlığı ile Bu Özellikler Arası İlişkiler. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 22;1: 005-008.
- Yiğit, S., Mendeş M., "Bağımsız Oran Karşılaştırılması: ANOM? Ki-Kare?", Xth International Statistics Days Conference, Giresun, Türkiye, 7-9 Eylül 2016, pp. 62-62.
- Yoshida, S., Collins, W. M., 1967. Individual Selection for 4 Week BW in Japanese Quail in Relation to Sex Dimorphism. *Poultry Science*, 46:1341–1347.
- Yousefi, Zonuz, A., Alijani, S., Rafat, S. A., Abbasi, M. A., Daghigh, K. H., 2013. Estimation of Maternal Effects on the North-Iranian Native Chicken Traits Using Bayesian and REML methods. *Slovak Journal of Animal Science*, 46;2: 52-60.



Yurdakul, F., 2006. Bıldırcınlarda Bireysel ve Grup Düzeyinde Erkek Katımında Erkek/Dişi Oranlarının Döllülüğe Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü- Zootekni ABD, sy:59. Adana.

Zhao, L.C., Dorea, C.C.Y., Gonçaves, C.R., 2001. On Determination of the Order of a Markov Chain. *Statistical Inference for Stochastic Processes*, 4;3: 273-282.

Zhu, J., Weir, B. S., 1994. Analysis of Cytoplasmic and Maternal Effects I. A genetic Model for Diploid Plant Seeds and Animals. *Theor. Appl. Genet.*, 89:153-159.

Zita, L., Ledvinka, Z., Klesalová, L., 2013. The Effect of the Age of Japanese Quails on Certain Egg Quality Traits and Their Relationships. *Veterinarski Arhiv.*, 83;2, 223-232.



## **EKLER**

**EK A.** Modeller

**EK B.** En karmaşık model olan Model 6'nın tek değişkenli ASREML .as dosyası kodları

**EK C.** En karmaşık model olan Model 6'nın tek değişkenli ASREML .pin dosyası kodları



## EK A. Modeller

Sabit etkiler ile birlikte,  $F_{ijkl(m)}$ , altı farklı bireysel hayvan modeline ait tüm analizlerin yaygın olarak kullanılan özdeşleri aşağıdaki gibidir (Meyer, 1992);

**Model 1:**  $Y_{ijklmn} = F_{ijkl} + a_m + e_{ijklmn}$

En sade veya temel modeldir. Bu modelde sabit etkiler ( $F_{ijkl}$ ) yanında şansa bağlı etki olarak sadece hayvanların eklemeli genetik etkileri ( $a_m$ ) kullanılır.

**Model 2:**  $Y_{ijklmon} = F_{ijkl} + a_m + p_o + e_{ijklmon}$

Model 1'den tek farkı anadan kaynaklanan sürekli çevre etkisini ( $p_o$ ) de içerir.

**Model 3:**  $Y_{ijklmon} = F_{ijkl} + a_m + m_o + e_{ijklmon}, \sigma_{amA} = 0$

Model 1'e maternal genetik etki ( $m_o$ ) ilave edilmiştir ve direkt genetik etki ile maternal genetik etki arasındaki kovaryansı içermez ( $\sigma_{amA} = 0$ ).

**Model 4:**  $Y_{ijklmon} = F_{ijkl} + a_m + m_o + e_{ijklmon}, \sigma_{amA} \neq 0$

Model 3 ile aynıdır, ilave olarak direkt ve maternal genetik etkiler arasında bir kovaryansı içerir ( $\sigma_{amA} \neq 0$ ).

**Model 5:**  $Y_{ijklmon} = F_{ijkl} + a_m + m_o + p_o + e_{ijklmon}, \sigma_{amA} = 0$

Model 3'e ilave olarak sürekli çevre etkisini ( $p_o$ ) de içerir. Ancak direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyonu içermez.

**Model 6:**  $Y_{ijklmon} = F_{ijkl} + a_m + m_o + p_o + e_{ijklmon}, \sigma_{amA} \neq 0$

Model 5 ile aynıdır, farklı olarak direkt ve maternal genetik etkiler arasında genetik korelasyonu da içermektedir ( $\sigma_{amA} \neq 0$ ).

Yukarıdaki modellerde;

$Y_{ijklmon}$  : Haftalık canlı ağırlıklar, vücut uzunlukları ve yumurta özellikleri,

$a_m$  : Direkt eklemeli genetik etki,

$m_o$  : Maternal eklemeli genetik etki,

$p_o$  : Maternal kalıcı çevresel etki,

$e_{ijklmon}$  :  $Y_{ijklmon}$ 'ya ilişkin rastgele hata ve

$F_{ijkl}$  : Sabit etkilerdir.

$a_i$  : Kuşağın etkisi,

$c_j$  : Cinsiyetin etkisi ve

$yk$  : Kuluçka süresinin etkisi'ni ifade etmektedir.

**EK B. En karmaşık model olan Model 6'nın tek değişkenli ASREML .as dosyası kodları**

```
Test data.
birey !P
baba !P
ana !P
gen !A
cin !A
kuls !A
aeoa
eoy
iya
yuma
cika
ciku
haf1a
haf1u
haf2a
haf2u
haf3a
haf3u
haf4a
haf4u
aaped.txt !ALPHA
aa.txt !MAXIT 25 !CONTINUE
ciku ~ mu !r gen !{ birey ana !} ide(ana)
0 0 1 #eklemeli ve maternal genetik etkileri içeren yapı(1)
birey 2
2 0 US !GP
0.2 0.01 0.1 #eklemeli genetik varyans,direkt genetik etkiler ile maternal
genetik etkiler arasındaki kovaryans ve maternal genetik varyans başlangıç
değerleri
birey 0 AINV
```

Not: tekrarlı ölçümlerde birey ide(birey) kodu ile yazılır (Gilmour, 2009).

**EK C. En karmaşık model olan Model 6'nın tek değişkenli ASREML .pin dosyası kodları**

F VP 1+2+3+4+5  
F VC 1  
F VR 2  
F VA 3  
F cG 4  
F VM 5  
H h2 3 6  
H m2 5 6  
H c2 1 6  
H um 4 6  
H e2 2 6  
R rG 3 4 5  
F mt 11\*0.5  
F umt 10\*1.5  
F mtt 9+12+13  
H ht2 14 6

Tekrarlı ölçümlerde;

F VP 1+2+3+4+5+6  
F Vind 1+4  
F VPE 1  
F VC 2  
F VR 3  
F VA 4  
F cG 5  
F VM 6  
H rep 8 7  
H P 1 7  
H c2 2 7  
H e2 3 7  
H h2 4 7  
H um 5 7  
H m2 6 7  
R rG 4 5 6  
F mt 14\*0.5  
F umt 13\*1.5  
F mtt 12+15+16  
H ht2 17 7

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Arzu YİĞİT  
Doğum Yeri ve Yılı : Kırcaali-1987  
Medeni Hali : Evli  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : arzuuctepe@sdu.edu.tr

## Eğitim Durumu

Lise : Darıca Neşet Yalçın Süper Lisesi  
Lisans : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi-Ziraat Mühendisliği  
Yüksek Lisans : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi- Fen Bilimleri Enstitüsü- Zootekni Bölümü

## Mesleki Deneyim

Erasmus Staj Bursu, Sevilla, İspanya, Haziran-Eylül, 2008.

Araştırma Görevlisi- SDÜ Ziraat Fakültesi-Zootekni Bölümü- 2011- (halen)

## Yayımları

SCI, SSCI ve AHCI dışındaki indeks ve özetler tarafından taranan dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar dışındaki makale

ÜÇTEPE YİĞİT, A., 2016. Broylerlerde İn Ovo Teknik ve Ticari Uygulamaları. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11 (1):157-168  
<http://edergi.sdu.edu.tr/index.php/zfd/article/viewFile/5878/4667>

ÜÇTEPE, A., 2016. Koyunlarda Besi Özelliklerini Geliştirmek Amacıyla Türkiye’de Yapılan Melezleme Çalışmalarının Kantitatif Olarak Değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi (Journal of Tekirdag Agricultural Faculty). 13(02):75-84

SCI, SSCI ve AHCI tarafından taranan dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayın

TOSUNOĞLU, M., SERBEST, S., PARLAK, S., GÖKTÜRK, S., ÇETİN, A., ÜÇTEPE, A., YAKIN, B.Y., SAMSA, Ç., 2011. Some Hematologic Parameters of Elaphe sauromates (Pallas, 1811). Herpetozoa, 23(3/4), 79-83.

Ulusal toplantıda sunularak tam metin olarak yayımlanan bildiri

ÜÇTEPE, A., GÜRKAN M., COŞKUN B., HAYRETDAG S., SAVAŞ T., 2011. Takla Davranış Anomalisi Gösteren ve Göstermeyen Güvercin Irklarının Beyin Histomorfolojisi Bakımından Karşılaştırılması. 7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 14-16 Eylül, Adana

TÖLÜ, C., GÖKTÜRK, S., ÜÇTEPE, A., SAVAŞ, T., 2011. Oğlaklarda Mekansal Çevre Zenginliğinin Davranış, Sağlık ve Performans Özelliklerine Etkisi. 7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 14-16 Eylül, Adana.

Ulusal toplantıda sunularak özet metin olarak yayımlanan bildiri

ÖZSOY A. N., ÜÇTEPE A., 2013. Japon Bildircinlarında Canlı Ağırlık ve Yumurta Verim Özellikleri ile Günlük Yem Tüketimi Değerleri Arasındaki Fenotipik ve Genotipik Korelasyonlar, 5-7 Eylül, Çanakkale.

Uluslararası toplantıda sunularak özet metin olarak yayımlanan bildiri

YİĞİT, A., 2017. Use of Growth Models to Describe the Some Morphological Characters of Kangal Turkish Shepherd Puppies until the Weaning Age. 2nd International Balkan Agriculture Congress, 16-18 May 2017, Tekirdağ, Turkey.

ÜÇTEPE A., ÖZSOY, A. N., Applications of Commercial In Ovo Injection in Broiler. 9th European Symposium on Poultry Genetics Tuusula, Finland (June 16-18, 2015).

ÜÇTEPE A, SAVAŞ T., 2012. Koyunlarda Besi Özelliklerini Geliştirmek Amacıyla Ülkemizde Yapılan Melezleme Çalışmalarının Kantitatif Bir Derlemesi, Uluslararası Türk ve Akraba Topluluklar Zootekni Kongresi, 139.