



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KUZULARDA DİREKT VE ANAYA BAĞLI GENETİK ETKİ İÇEREN
MODELLERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

NİHAL ELMUHAMMED

ZOOTEKNİ ANA BİLİM DALI

**Şanlıurfa
2025**



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KUZULARDA DİREKT VE ANAYA BAĞLI GENETİK ETKİ İÇEREN
MODELLERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

NİHAL ELMUHAMMED

**ZOOTEKNİ ANA BİLİM DALI
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kemal YAZGAN**

**Şanlıurfa
2025**

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının her aşamasında, bilgi ve tecrübeleriyle rehberlik eden, bilimsel katkılarıyla çalışmamın yönlendirilmesine önemli ölçüde katkı sağlayan değerli danışmanım Prof. Dr. Kemal YAZGAN'a en derin şükranlarımı sunarım. Kendilerinin akademik rehberliği ve sabrı olmaksızın bu çalışmanın tamamlanması mümkün olmayacaktı. Çalışmanın gerçekleşmesi için veri setinin tedarik edilmesinde değerli katkılarını esirgemeyen Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Küçük Baş Hayvan Yetiştirme Bölümü çalışanlarından Ziraat Yüksek Mühendisi Şükrü DOĞAN, Ziraat Yüksek Mühendisi Abdullah Taner ÖNALDI ve Veteriner Hekim Mesut KIRBAŞ'a emeklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, akademik ve bireysel gelişim sürecimde maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda duran, bu süreçte bana ilham ve motivasyon kaynağı olan sevgili babam Fathi ELMUHAMMED ve değerli annem Hiva MUHAMMED'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Onların akademik başarıma duyduğu inanç, sundukları destek ve gösterdikleri özveri, bu bilimsel çalışmanın temel yapı taşlarını oluşturmuştur.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
SİMGELER	v
KISALTMALAR	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
3. GEREÇ VE YÖNTEM	17
3.1. Gereç	17
3.1.1. Veri	17
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Bakım ve Besleme	18
3.2.2. Kuzu Aşı Takvimi	19
3.3. İstatistiksel Analizler	19
3.3.1. Model Tanımları	20
3.3.2. Analiz Süreci	22
4. BULGULAR	25
4.1. Orta Anadolu Merinosu kuzularının 90. gündeki canlı ağırlığı ve bu ağırlığı etkileyen faktörler	25
4.1.1. Anne yaşının 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri	26
4.1.2. Cinsiyetin 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri	26
4.1.3. Doğum tipinin 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri	27
4.2. Modellere göre varyans-kovaryans unsurları ve genetik parametreler	27
4.2.1. 90. gün canlı ağırlığı için eklemeli genetik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımına göre değişimi	28
4.2.2. 90. gün canlı ağırlığı için maternal eklemeli genetik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımına göre değişimi	29
4.2.3. 90. gün canlı ağırlığı için hata varyansı değerlerinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	29
4.2.4. 90. gün canlı ağırlığı için fenotipik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	29
4.2.5. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için doğrudan kalıtım derecesinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	30
4.2.6. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için maternal kalıtım derecesinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	32
4.2.7. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için maternal kalıcı çevresel varyansın farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	33
4.2.8. 90. gün canlı ağırlığı model karşılaştırmaları: AIC, BIC ve LogL kriterlerine göre değerlendirme	34
4.2.9. 90. gün canlı ağırlığında doğrudan ve maternal etkiler arasındaki genetik korelasyonun farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	35
4.2.10. 90. gün canlı ağırlığında doğrudan ve maternal etkiler arasındaki genetik kovaryansın farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	35
5. TARTIŞMA	38
5.1. Anne yaşının 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri	38
5.2. Cinsiyetin 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri	38
5.3. Doğum tipinin 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri	39
5.4. Modellere göre varyans-kovaryans unsurları ve genetik parametreler	39
5.4.1. 90. gün canlı ağırlığı için eklemeli genetik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımına göre değişimi	39
5.4.2. 90. gün canlı ağırlığı için maternal eklemeli genetik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımına göre değişimi	40

5.4.3. 90. gün canlı ağırlığı için hata varyansı değerlerinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	40
5.4.4. 90. gün canlı ağırlığı için fenotipik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	41
5.4.5. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için doğrudan kalıtım derecesinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	41
5.4.6. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için maternal kalıtım derecesinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	42
5.4.7. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için maternal kalıcı çevresel varyansın farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	43
5.4.8. 90. gün canlı ağırlığı model karşılaştırmaları: AIC, BIC ve LogL kriterlerine göre değerlendirme	44
5.4.9. 90. gün canlı ağırlığında doğrudan ve maternal etkiler arasındaki genetik korelasyonun farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	44
5.4.10. 90. gün canlı ağırlığında doğrudan ve maternal etkiler arasındaki genetik kovaryansın farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi	45
6. SONUÇLAR	47
7. ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ	55

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KUZULARDA DİREKT VE ANAYA BAĞLI GENETİK ETKİ İÇEREN MODELLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

NİHAL ELMUHAMMED

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKİNİ ANA BİLİM DALI

Tez Danışman: Prof. Dr. Kemal YAZGAN
Yıl: 2025, Sayfa : 55

Bu çalışma, Orta Anadolu Merinosu kuzularının 90. gün canlı ağırlığına ilişkin genetik parametrelerin ve varyans bileşenlerinin altı farklı hayvan modeli kullanılarak tahmin edilmesini amaçlamaktadır. Araştırmada, doğrudan ve maternal genetik etkiler ile bu etkiler arasındaki genetik kovaryansların belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışma materyalini, 2024 yılında T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen ve 49 koç ile 706 koyundan doğan toplam 1693 kuzuya ait veriler oluşturmaktadır. Veri analizleri, BUGA yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uygulanan modelleme sürecinde Model 1 yalnızca doğrudan genetik etkiyi, Model 2 doğrudan genetik ve maternal çevresel etkileri, Model 3 doğrudan ve maternal genetik etkileri, Model 4 bu bileşenlere ek olarak doğrudan $\times$ maternal genetik kovaryansı, Model 5 ayrıca maternal kalıcı çevresel etkiyi ve Model 6 tüm bu varyans bileşenlerini birlikte içerecek şekilde yapılandırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, doğrudan genetik varyans 1.793–3.5674, maternal genetik varyans 1.415–4.005, hata varyansı 11.257–13.542 ve fenotipik varyans 17.056–17.109 aralığında değişkenlik göstermiştir. Doğrudan kalıtım derecesi (h^2_a) 0.105–0.208 ve maternal kalıtım derecesi (h^2_m) 0.083–0.234 aralığında tahmin edilmiştir. Doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans, Model 4 için 1.533 ve Model 6 için 0.477 olarak, genetik korelasyonlar ise sırasıyla 0.728 ve 0.299 düzeyinde hesaplanmıştır. Ayrıca, kalıcı çevresel varyansın fenotipik varyansın 2.112–4.005 birimlik kısmını oluşturduğu belirlenmiş ve bu durum çevresel faktörlerin canlı ağırlık üzerindeki belirleyici rolünü ortaya koymuştur. Model karşılaştırmaları sonucunda; AIC kriterine göre en uygun model Model 1, BIC kriterine göre ise Model 6 olarak belirlenmiştir. Log-likelihood (LogL) değerlerine göre Model 2, 3, 4, 5 ve 6 yüksek uyum gösteren modeller arasında yer almıştır. Genel değerlendirme sonucunda, maternal genetik etkiler ile kalıcı çevresel etkilerin modellere dahil edilmesinin, genetik parametre tahminlerinin doğruluğunu artırdığı ve varyans bileşenlerinin daha gerçekçi şekilde ortaya konmasına olanak sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgular, genetik ve çevresel faktörlerin etkileşiminin daha derinlemesine anlaşılmasına katkı sağlamakta ve koyunculukta yürütülecek seleksiyon programlarının etkinliğini artırma açısından önemli bir bilimsel temel sunmaktadır.

ANAHTAR KELİMELELER: Doğum ağırlığı, Varyans unsurları, Genetik parametre, Genetik etki, Maternal etki

ABSTRACT
MASTER THESIS
COMPARISON OF MODELS INVOLVING DIRECT AND MATERNAL GENETIC
EFFECTS IN SHEEP

NİHAL ELMUHAMMED

HARRAN UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF ANIMAL SCIENCE

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Kemal YAZGAN
Year: 2025, Page : 55

The objective of this study was to estimate the genetic parameters and variance components associated with the 90-day live weight of Central Anatolian Merino lambs, utilising six distinct animal models. The research focused on the identification of direct and maternal genetic effects, as well as the genetic covariance between these effects. The study material comprised data collected in 2024 from the Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute, which is under the jurisdiction of the Ministry of Agriculture and Forestry of the Republic of Türkiye. The data set included information on 1693 lambs born to 49 rams and 706 ewes. The data analysis was conducted utilising the BUGA software. In the modelling process, Model 1 included only the direct genetic effect; Model 2 included both direct genetic and maternal environmental effects; Model 3 included direct and maternal genetic effects; Model 4 added the direct x maternal genetic covariance; Model 5 additionally included the maternal permanent environmental effect; and Model 6 was structured to include all of these variance components simultaneously. The results indicate that direct genetic variance ranged from 1.793 to 3.5674, maternal genetic variance from 1.415 to 4.005, residual variance from 11.257 to 13.542, and phenotypic variance from 17.056 to 17.109. The estimates of direct heritability ranged from 0.105 to 0.208, and maternal heritability ranged from 0.083 to 0.234. The estimation of the covariance between direct and maternal genetic effects was conducted in Models 4 and 6, yielding values of 1.533 and 0.477, respectively. These values correspond to genetic correlations of 0.728 and 0.299, respectively. Furthermore, the maternal permanent environmental variance was found to contribute between 2.112 and 4.005 units to the phenotypic variance, thus highlighting the significant role of environmental factors in determining live weight. Following a thorough examination of the models in question, it was determined that Model 1 was the most suitable model based on the Akaike Information Criterion (AIC). Conversely, Model 6 was deemed to be the optimal model according to the Bayesian Information Criterion (BIC). The log-likelihood (LogL) values indicated that Models 2 through 6 exhibited a superior overall fit. In conclusion, the incorporation of maternal genetic and permanent environmental effects into the models enhanced the accuracy of genetic parameter estimation and facilitated a more realistic decomposition of variance components. These findings contribute to a deeper understanding of the interaction between genetic and environmental factors, and provide a solid scientific foundation for improving the effectiveness of selection programmes in sheep breeding.

KEYWORDS: Birth weight, Variance components, Genetic parameter, Genetic effect, Maternal effect

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Orta Anadolu merinosuna (Konya merinosu) ait görsel	4
Şekil 4.1.	Model 1 için direkt genetik etki grafiği.	30
Şekil 4.2.	Model 2 için direkt genetik etki grafiği	31
Şekil 4.3.	Model 3 için direkt genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) = 0$	31
Şekil 4.4.	Model 5 için direkt genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) = 0$	32
Şekil 4.5.	Model 3 için anasal genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) = 0$	32
Şekil 4.6.	Model 5 için anasal genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) = 0$	33
Şekil 4.7.	Model 2 için anasal kalıcı çevre etkisi grafiği	34
Şekil 4.8.	Model 5 için anasal kalıcı çevre etkisi grafiği, $\text{kov}(a, m) = 0$	34
Şekil 4.9.	Model 6 için anasal kalıcı çevre etkisi grafiği, $\text{kov}(a, m) \neq 0$	34
Şekil 4.10.	Model 4 için direkt genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) \neq 0$	36
Şekil 4.11.	Model 4 için anasal genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) \neq 0$	36
Şekil 4.12.	Model 6 için direkt genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) \neq 0$	37
Şekil 4.13.	. Model 6 için anasal genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) \neq 0$	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	TÜİK verilerine göre Türkiye’de yıllara ilişkin Merinos ırkı koyun varlığı.	2
Çizelge 1.2.	Orta Anadolu merinosuna ait çeşitli verim özellikleri	3
Çizelge 3.1.	Orta Anadolu Merinosu kuzularına ait veri setinin özellikleri	18
Çizelge 3.2.	Orta Anadolu Merinosu kuzularına ait 90. gün canlı ağırlığına ilişkin tanımlayıcı istatistikler	18
Çizelge 4.1.	Orta Anadolu Merinosu kuzularında 90. gün canlı ağırlığına etki eden sabit faktörler ve bu faktörlerin etki miktarları	26
Çizelge 4.2.	REML analizine dayalı olarak tahmin edilen 90. gün canlı ağırlığına ilişkin varyans bileşenleri ve genetik parametreler	28

SİMGELER

‰: Yüzde

KISALTMALAR

h^2 : Kalıtım derecesi

AI-REML : Ortalama Bilgi-Kısıtlı Maksimum Olabilirlik

AIC : Akaike Bilgi Kriteri

BIC : Bayes Bilgi Kriteri

cm : Santimetre

DFREML : Türev Gerektirmeyen Sınırlı Maksimum Olabilirlik

h^2_m : Maternal kalıtım derecesi

h^2_t : Total kalıtım derecesi

kg : kilogram

kov : Kovaryans

LOGL : Log-Likelihood (Log-Olasılık)

LRT : Likelihood Ratio Test (Olasılık Oranı Testi)

mm : milimetre

MTDFREML : Çoklu Özellik Türev Gerektirmeyen Sınırlı Maksimum Olabilirlik

REML : Kısıtlanmış en çok olabilirlik

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

°C : Santigrat

μm : Mikron, mikrometre

1. GİRİŞ

Yeterli ve dengeli beslenme, insan sağlığının korunması ve geliştirilmesi açısından temel bir gereklilik olup, tarih boyunca insanlık için önemli bir sorun olmuştur. Beslenme, yalnızca hastalıkların önlenmesiyle sınırlı kalmayıp, bireylerin optimal fiziksel ve zihinsel gelişimini doğrudan etkileyen kritik bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, hayvansal kökenli proteinler, yüksek biyolojik değerlere sahip olmaları ve insan organizması tarafından sentezlenemeyen esansiyel amino asitleri içermeleri nedeniyle insan beslenmesinde vazgeçilmez bir yere sahiptir (Özder, 2009; Sezenler, 2022). Özellikle büyüme çağındaki bireylerde, bu amino asitlerin yeterli düzeyde alınması kas gelişimi, bağışıklık sistemi işlevleri ve nörolojik gelişim açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, hayvansal protein kaynaklarının etkin bir şekilde üretimi ve sürdürülebilir biçimde tüketimi, yalnızca bireysel sağlık düzeyinde değil, aynı zamanda hayvansal üretim sistemlerinin planlanması, tarımsal kalkınma stratejileri ve gıda güvenliği politikaları açısından da Zootečni biliminin öncelikli araştırma ve uygulama alanlarından birini oluşturmaktadır.

Koyunculuk, hem dünya genelinde hem de Türkiye özelinde önemli bir ekonomik potansiyele sahip hayvansal üretim dallarından biridir. Koyunlar, insan beslenmesinde temel rol oynayan hayvansal protein kaynakları arasında yer almakta ve özellikle et üretimi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Türkiye’de son yıllarda sosyal yapıda meydana gelen değişimler, kültürel dönüşümler ve nüfus artışına paralel olarak hayvansal ürünlere, özellikle de kırmızı ete olan talep belirgin biçimde artmıştır (Tekin, 1991). Bu artan talebi karşılayabilmek ve sektörde verimliliği artırmak amacıyla, koyunculukta genetik ıslah programları yaygın şekilde uygulanmaktadır. Ancak literatürde, farklı genetik modellerin karşılaştırılmasına yönelik çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Özellikle kuzularda canlı ağırlığı etkileyen genetik ve çevresel faktörler ile bu faktörler arasındaki etkileşimlerin ayrıntılı biçimde değerlendirildiği araştırmalara duyulan ihtiyaç devam etmektedir.

Son yıllarda, koyun yetiştiriciliğinde ekonomik verimlilik daha çok et üretimine odaklanmış, süt ve yapağı üretimi ise bu odak noktasından geride kalmıştır (Ceyhan, Torun ve Erdoğan, 2004). Et üretiminde önemli bir unsur, kuzu eti veriminin artırılmasıdır. Yüksek doğurganlık kapasitesine sahip koyunların seçimi ve doğan kuzuların optimal miktarda süt ile beslenmesi, kuzu eti üretiminin artırılmasında hedeflenen üretim özellikleri arasında yer almaktadır (Ceyhan, Torun ve Erdoğan, 2004). Ayrıca, kuzuların büyüme hızı, besi kabiliyeti, karkas verimliliği

ve et kalitesinin iyileştirilmesi gereklidir. Bu bağlamda, koyunculüğün verimliliğini artırabilmek için genetik ve çevresel etkileşimlerin doğru bir şekilde anlaşılması büyük önem taşımaktadır.

Konya ili, Orta Anadolu Bölgesi'nin güney kesiminde yer almakta olup, karasal iklim özelliklerinin belirgin şekilde hissedildiği bir yerleşim alanıdır. Bölge iklimi, kış aylarında soğuk ve sert, yaz aylarında ise sıcak ve kurak bir karakter sergilemektedir. Meteorolojik verilere göre, yıllık ortalama sıcaklık 11,5 °C olarak belirlenmiştir. Maksimum sıcaklık 40 °C'ye kadar çıkarken, minimum sıcaklık -28,2 °C'ye kadar düşebilmektedir. Yıllık ortalama sıcaklığın -10 °C'nin altına indiği gün sayısı ortalama 10 gün olarak tespit edilmiştir. Don olaylarının ise genellikle 14 Eylül ile 15 Mayıs tarihleri arasında meydana geldiği bildirilmiştir. Konya ilinde ortalama bağıl nem oranı yaklaşık %60 civarındadır. Bölgenin yıllık ortalama yağış miktarı 326 mm olup, yağışlı gün sayısı ise yılda ortalama 82 gün olarak kaydedilmiştir (Anonim, 2024a).

Merinos ırkı koyunların yetiştiriciliği ülkemizde yıllar içinde artış göstermiş olup TÜİK verilerine göre 2024 yılında 4 208 732 baştır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. TÜİK verilerine göre Türkiye’de yıllara ilişkin Merinos ırkı koyun varlığı.

Yıllar	Merinos varlığı (baş)
2015	2 205 576
2016	2 151 264
2017	2 420 228
2018	2 681 679
2019	3 076 583
2020	3 547 033
2021	3 994 791
2022	3 958 934
2023	3 851 835
2024	4 208 732

Orta Anadolu Merinosu (Şekil 1.1), 1952 yılında Konya Harası'nda geliştirilmiş olup, yüksek et verimi potansiyeli ile dikkat çekmektedir (Çizelge 1.2). Bu ırk, hem geleneksel hem de modern koyunculukta önemli bir yer tutmakta olup,

özellikle Konya ve çevresindeki bölgelerde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Et üretiminde yüksek verim ve kaliteli karkas özellikleri, Orta Anadolu Merinosu'nun ekonomik açıdan büyük bir öneme sahip olmasını sağlamaktadır (Anonim, 2024 b; Aydın, 2001).

Koyunculüğün başarısı yalnızca genetik faktörlere değil, çevresel koşullara da bağlıdır. Konya ilinin iklimi, sert kışlar ve sıcak yazlarla karakterize olmakta olup, yıllık yağış miktarı, ortalama sıcaklıklar ve don olayları koyunculuk faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini ve verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Konya'nın iklimsel zorlukları, koyunculukta ekonomik verimliliği sınırlayan bazı engeller teşkil edebilmekle birlikte, aynı zamanda koyun ırklarının bu zorlu koşullara adapte olabilme kapasitesi, genetik seleksiyon programları için önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu iklimsel koşullar, koyunların dayanıklılığını artırmaya yönelik seleksiyon stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

Çizelge 1.2. Orta Anadolu merinosuna ait çeşitli verim özellikleri

Verim özellikleri	Ortalama
İkizlik	%35-40
Canlı ağırlık (koyun)	50-55 kg
Laktasyon süt verimi	40-50 kg
Laktasyon süresi	140-150 gün
Kirli yapağı verimi	3.6- <u>3.8</u> kg
Lüle uzunluğu	7.5-8 cm
İncelik	21-23 μ m



Şekil 1.1. Orta Anadolu merinosuna (Konya merinosu) ait görsel

Hayvan ıslah programları, hayvanlar arasındaki genetik ilişkiler (akrabalık) ve genetik varyasyona dayalı olarak geliştirilmekte ve optimize edilmektedir. Bu varyasyon kaynakları, genetik eklemeli faktörler, genetik eklemeli olmayan faktörler ve çevresel faktörler temelinde sınıflandırılmaktadır (Siegel ve Dunnington, 1997; Schuler ve ark., 1998). Popülasyonlar arasındaki varyasyon ve kovaryasyon, seleksiyon stratejilerinin geliştirilmesinin temelini oluşturmaktadır. Tanımlanan ve kategorize edilen özellikler ile parametre tahminleri, hedeflenen özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Maternal etkiler, yavrularına aktarılan genetik materyal ile birlikte, annenin analık yeteneği ve ilk doğum deneyimi gibi faktörlerle ilişkili etkilerin bir göstergesi olarak tanımlanmaktadır (Hohenboken, 1985; Saatci ve ark., 2006). Söz konusu etkiler, genetik ve çevresel faktörlerin bir sonucu olarak ortaya çıkabilmektedir (Bradford, 1972; Willham, 1972).

Hayvan yetiştiriciliğinde, fenotipik varyans unsurlarının ve genetik parametrelerin doğru bir şekilde belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu amaç doğrultusunda, genetik analizlerde yaygın olarak kullanılan yöntemler arasında En Yüksek Olabilirlik (Maximum Likelihood, ML), Kısıtlanmış En Yüksek Olabilirlik (Restricted Maximum Likelihood, REML), Bayes, Henderson I, II ve III yöntemleri öne çıkmaktadır. Bu yöntemler, genetik parametrelerin daha doğru bir biçimde tahmin edilmesine ve fenotipik varyansın daha ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesine

olanak tanımaktadır (Kumlu, 2003; Mendes, 2012). Diğer yandan, bu yöntemlere dayalı olarak doğrudan ve maternal genetik etkilerin oranlarını tahmin edebilen bilgisayar programları da (MTDFREML, DFREML) geliştirilmiştir (Duru ve Koyuncu, 2005). Bu programlar kapsamında, varyans bileşenlerinden maternal etkinin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla çeşitli modeller geliştirilmiştir. Bu modeller arasındaki temel fark, annelerin yavrularının gelişimindeki katkılarının varlığı ve yavrular üzerindeki özelliklerin ölçülüp ölçülemeyeceği ile ilişkilidir (Kirkpatrick ve Lande, 1989; Falconer, 1965). Çevresel bileşenler kullanılarak geliştirilen maternal yetenek modelleri, aynı zamanda yavruların fenotipik ölçümlerinde maternal olmayan faktörlerle de ilişkilendirilebilmektedir (Mueller ve James, 1985; Riska ve ark., 1985). Bu nedenle, maternal etkinin göz önünde bulundurulduğu ve bulundurulmadığı alternatif modeller arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı, "Olabilirlik Yöntemleri" (Likelihood Methods) aracılığıyla değerlendirilmekte ve belirlenmektedir (Robinson, 1995). Ayrıca, AIC (Akaike, 1974) ve BIC (Schwarz, 1978) gibi çeşitli model karşılaştırma kriterleri geliştirilmiş olup, bu kriterler geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Bu çalışma, Orta Anadolu Merinosu kuzularında 90. gün canlı ağırlığını etkileyen genetik ve çevresel faktörleri farklı modellerle analiz ederek daha doğru tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Bu sayede, seleksiyon programlarının verimliliği artırılacak, sağlıklı ve hızlı büyüyen kuzuların seçilmesine katkı sağlanacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Meyer (1992) tarafından yürütülen çalışmada, Avustralya'da yetiştirilen Hereford, Angus ve Zebu melez sığırlarda doğum, sütten kesim, yıl ve son canlı ağırlıklara ait varyans bileşenleri, Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Her bir özellik ve ırk için, yalnızca hayvanın rastgele etki olarak alındığı basit modellerden başlayarak, doğrudan ve maternal genetik etkiler, maternal çevresel etkiler ile doğrudan-maternal genetik kovaryansı içeren kapsamlı modellere kadar altı farklı hayvan modeli uygulanmıştır. Genel olarak, en ayrıntılı modeller veriye en iyi uyumu sağlamış, ancak en az bir maternal bileşeni içeren modeller arasındaki farklar çoğu durumda istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Maternal etkilerin modele dahil edilmediği durumlarda, özellikle sütten kesim dönemine kadar olan büyüme özellikleri için doğrudan kalıtım dereceleri (h^2) abartılı olarak tahmin edilmiştir. Final ağırlık dışındaki tüm özelliklerde maternal etkilerin anlamlı olduğu belirlenmiştir. Irklar arasında doğrudan kalıtım derecesi, maternal kalıtım derecesi ve doğrudan-maternal genetik korelasyon (r_{am}) açısından farklılıklar gözlenmiştir. Angus ırkında r_{am} değerleri düşük, pozitif ve tüm özellikler için sıfırdan anlamlı düzeyde farklı bulunmamıştır. Buna karşılık, Hereford ve Zebu melezlerinde r_{am} sütten kesim ağırlığı için sırasıyla -0.59 ve -0.78 ; yıl ağırlığı için ise -0.48 ve -0.39 olarak tahmin edilmiştir. Ayrıca, Hereford ırkında maternal çevresel etkilerin maternal genetik etkilerden daha baskın olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulgular, büyüme özelliklerinin genetik değerlendirmelerinde maternal bileşenlerin modele dahil edilmesinin, genetik parametrelerin doğru tahmini açısından önem arz ettiğini göstermektedir.

Torshizi ve ark. (1996) tarafından yürütülen çalışmada, Avustralya Merinosu koyunlarında doğum ve sütten kesim ağırlıklarına ilişkin genetik parametreler, hayvan modeli çerçevesinde Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Doğrudan kalıtım dereceleri doğum ağırlığı için 0.30 , sütten kesim ağırlığı için 0.28 bununla birlikte maternal kalıtım dereceleri ise sırasıyla 0.29 ve 0.41 olarak hesaplanmıştır. Doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki genetik korelasyonlar doğum ağırlığında -0.43 , sütten kesim ağırlığında ise -0.59 olarak tahmin edilmiş olup, bu bulgular söz konusu özelliklerde maternal etkiler ile doğrudan-maternal genetik kovaryansın önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Meyer (1997) tarafından yürütülen çalışmada, Avustralya ve Yeni Zelanda'ya ait yedi farklı sütten kesim ağırlığı içeren veri seti kullanılarak, maternal etkilere

ilişkin kovaryans bileşenleri Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) algoritması ile tahmin edilmiştir. Analizlerde ayrıca, maternal fenotip üzerine regresyon modeli oluşturulmuş ve ana-yavru çevresel kovaryansları dikkate alınmıştır. Hereford ırkında maternal fenotipe yönelik regresyon katsayısının belirgin şekilde negatif (-0.2 'ye kadar) olduğu ve doğrudan-maternal genetik kovaryansın düşük ve negatif tahmin edildiği bildirilmiştir. Buna karşın, Angus ve Limousin ırklarında doğrudan-maternal genetik kovaryansın çevresel karşılığından daha belirleyici olduğu ve bu ırklarda tahmin edilen yaklaşık -0.5 düzeyindeki doğrudan-maternal genetik korelasyonun, daha önce modele dahil edilmemiş negatif çevresel etkilerle açıklanamayacağı saptanmıştır. Baba $\times$ sürü-yıl etkileşimi modele eklendiğinde, modelin uyumu anlamlı düzeyde artmış, maternal fenotip üzerine regresyon tahminleri büyük ölçüde değişmemiş, ancak doğrudan-maternal genetik kovaryans tahminleri azalarak bu korelasyonların mutlak değeri -0.3 ile -0.2 aralığına gerilemiştir.

Al-Shorepy (2001) tarafından yürütülen çalışmada, Birleşik Arap Emirlikleri'nde saf ve melez kuzulardan elde edilen iki veri seti kullanılarak doğum ağırlığına ilişkin genetik parametreler hayvan modeli çerçevesinde Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemiyle tahmin edilmiştir. Analizlerde, doğrudan ve maternal etkilerin farklı kombinasyonlarını içeren beş ayrı hayvan modeli uygulanmıştır. Model 1 yalnızca hayvanı rastgele etki olarak ele alırken; Model 2 ve Model 3 sırasıyla doğrudan eklemeli genetik etkiye ek olarak maternal genetik etkiyi ve maternal kalıcı çevresel etkiyi içermektedir. Model 4 her iki maternal etkiyi birlikte hesaba katmış ve bununla birlikte Model 5 ise bu modele doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansı da dahil etmiştir. Analizler sonucunda, maternal etkilerin göz ardı edildiği modellerde doğrudan kalıtım derecelerinin anlamlı biçimde yüksek tahmin edildiği belirlenmiştir. Model 2'ye maternal genetik etkilerin dahil edilmesi, doğrudan kalıtım tahminlerini saf ve melez kuzular için sırasıyla %28 ve %14 oranında düşürmüştür. Model 4 ile tahmin edilen doğrudan ve maternal kalıtım dereceleri, safkan kuzular için sırasıyla 0.10 ve 0.33, melez kuzular için 0.45 ve 0.10 olarak bulunmuştur. Saf ve melez kuzuların birleştirilmiş veri seti üzerinden yapılan değerlendirmede, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyonun yüksek düzeyde negatif olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, doğum ağırlığı üzerinde doğrudan genetik etkilerin yanı sıra maternal genetik etkilerin de önemli bir bileşen olduğunu ortaya koymaktadır.

Boujenane ve Kansari (2002) tarafından yürütülen çalışmada, Timahdite koyunlarında canlı ağırlık özelliklerine ilişkin genetik parametreler, 1988–1989 ile

1998–1999 yılları arasında toplanan 10370 kuzuya ait veriler kullanılarak tahmin edilmiştir. Analizler, doğrudan genetik, maternal genetik, maternal kalıcı çevresel ve hata etkilerini içeren hayvan modeline türev içermeyen Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) prosedürü uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Doğum, 30, 70 ve 90 günlük canlı ağırlıklara ilişkin doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki genetik korelasyonlar sırasıyla -0.55, -0.51, -0.50 ve -0.17 olarak tahmin edilmiştir. Doğrudan genetik korelasyonlar canlı ağırlıklar arasında pozitif ve yüksek (0.69–1.00), fenotipik korelasyonlar ise pozitif ancak görece daha düşük düzeyde bulunmuştur. Maternal genetik etkiler arasındaki korelasyonlar yüksek ve pozitif (0.79–1.00) seviyelerde tahmin edilmiştir. Bir özelliğe ait doğrudan genetik etki ile başka bir özelliğe ait maternal genetik etki arasındaki çapraz korelasyonlar tutarlı biçimde negatif yönlü olup -0.05 ile -0.63 aralığında değişmiştir. Bu bulgular, Timahdite koyunlarında doğrudan ve/veya maternal etkiler üzerinden yürütülecek seleksiyonun, erken büyüme dönemlerine yönelik sınırlı düzeyde genetik ilerleme sağlayabileceğini göstermektedir.

Ekiz ve ark. (2004) tarafından yürütülen çalışmada, Türk Merinosu kuzularında doğum ve sütten kesim ağırlıklarına (90. gün) ilişkin genetik parametreler doğrudan genetik, maternal genetik ve maternal kalıcı çevresel etkiler ayrıştırılarak tahmin edilmiştir. Bu kapsamda, 1995–2001 yılları arasında Marmara Hayvancılık Araştırma Enstitüsü’nden elde edilen fenotipik veriler ve soy kütüğü kayıtları kullanılmıştır. Doğum ve sütten kesim ağırlığına ait varyans bileşenleri, maternal etkilerin modele dahil edilip edilmemesine bağlı olarak yapılandırılan altı farklı hayvan modeline Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemi uygulanarak analiz edilmiştir. Modele bağlı olarak, doğrudan kalıtım derecesi doğum ağırlığı için 0.092–0.327, sütten kesim ağırlığı için 0.057–0.120 aralığında; maternal kalıtım derecesi ise doğum ağırlığı için 0.101–0.271, sütten kesim ağırlığı için 0.000–0.083 aralığında tahmin edilmiştir. Her iki özellik açısından da maternal kalıcı çevresel etkinin anlamlı olduğu belirlenmiş, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyonların ise yüksek düzeyde negatif olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, doğum ve sütten kesim ağırlığı gibi büyüme özelliklerinde maternal etkilerin dikkate alınmasının, Türk Merinosu ırkına yönelik seleksiyon programlarında genetik ilerleme açısından önem arz ettiğini göstermektedir.

Duru ve Koyuncu (2005) tarafından yürütülen çalışmada, İmroz ırkı kuzularda doğum ağırlığını etkileyen varyans bileşenleri ve genetik parametreler, doğrudan ve maternal etkiler dikkate alınarak farklı modeller aracılığıyla tahmin edilmiştir. Analizlerde, 1999–2000 yılları arasında Marmara Hayvancılık Araştırma

Enstitüsü'nden elde edilen doğum ve soy kütüğü verileri kullanılmış ve tahminler MTDFREML yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Doğrudan kalıtım derecesi farklı modellerde 0.00–0.09, maternal kalıtım derecesi ise 0.00–0.01 aralığında tahmin edilmiştir. Maternal kalıcı çevresel etkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış; doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki genetik korelasyonun -1.00 ile 1.00 arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Mandal ve ark. (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Hindistan'ın Mathura kentinde bulunan Makhdoom Merkez Keçi Araştırma Enstitüsü'nde 1976–2003 yılları arasında yürütülen 28 yıllık veriler kullanılarak, Muzaffarnagari koyunlarında doğum ve sütten kesim ağırlığına (90. gün) ilişkin varyans-kovaryans bileşenleri ve genetik parametreler tahmin edilmiştir. Çalışmada 169 koç ve 1631 anaçtan elde edilen toplam 5530 kuzu kaydı analiz edilmiş, analizlerde maternal etkilerin farklı kombinasyonlarını içeren altı hayvan modeli, Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemiyle değerlendirilmiştir. Doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı için doğrudan kalıtım dereceleri sırasıyla 0.09 ve 0.21, maternal kalıtım dereceleri ise 0.07 ve 0.02 olarak tahmin edilmiştir. Maternal kalıcı çevresel etkilerin doğum ve sütten kesim ağırlıkları için toplam fenotipik varyansın %10–11'ini oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca, sütten kesim ağırlığı üzerinde doğrudan ve maternal genetik etkiler arasında önemli düzeyde negatif genetik korelasyon tespit edilmiş olup, bu durum birey ve anne arasında potansiyel çevresel ve genetik antagonizmaya işaret etmektedir. Elde edilen sonuçlar, erken büyüme özelliklerine yönelik seleksiyon programlarında maternal etkilerin dikkate alınmasının genetik gelişim açısından önemli olduğunu göstermektedir.

Miraei-Ashtari ve ark. (2007) tarafından yürütülen çalışmada, İran'ın Semnan Eyaleti'nde bulunan Damghan Araştırma İstasyonu'nda 1986–1998 yılları arasında yetiştirilen 2778 baş Sangesari koyununa ait büyüme performansı ve canlı ağırlık artışı verileri, türevsiz en yüksek olabilirlik (DFREML) yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Tek değişkenli analiz sonuçlarına göre, doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı (90. gün) için doğrudan kalıtım dereceleri sırasıyla 0.33 ± 0.05 ve 0.17 ± 0.05 olarak tahmin edilmiştir. Anasal kalıtım dereceleri ise doğum ağırlığı için 0.65 ve sütten kesim ağırlığı için 0.08 düzeyinde belirlenmiştir.

Koyuncu ve Duru (2009) tarafından yürütülen çalışmada, 1998–2002 yılları arasında Marmara Hayvancılık Araştırma Enstitüsü'nde toplanan veriler kullanılarak, Karacabey Merinosu kuzularına ait doğum ağırlığı verileri üzerinden varyans ve kovaryans bileşenleri MTDFREML yazılımı kullanılarak tahmin edilmiştir.

Kullanılan model doğrudan genetik, maternal genetik, doğrudan-maternal genetik kovaryans ve maternal kalıcı çevresel etkileri içermektedir. Tahmin edilen doğrudan ve maternal kalıtım dereceleri sırasıyla 0.08 ve 0.05 olarak belirlenmiş; ayrıca maternal kalıcı çevresel etkinin doğum ağırlığı üzerinde anlamlı düzeyde etkili olduğu ve doğrudan-maternal genetik korelasyonun yüksek ve negatif olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, Karacabey Merinosu'nda doğum ağırlığına yönelik seleksiyon programlarında maternal etkilerin dikkate alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Kushwaha ve ark. (2009) tarafından yürütülen çalışmada, 1980–2000 yılları arasında Hindistan'ın Rajasthan eyaletindeki Avikanagar Merkez Koyun ve Yapağı Araştırma Enstitüsü'nde yetiştirilen Chokla koyunlarına ait doğum ve sütten kesim ağırlığı (90. gün) verileri kullanılarak, bu özelliklere ilişkin genetik parametreler ile varyans ve kovaryans bileşenleri tahmin edilmiştir. Çalışmada, 150 koç ve 616 anaçtan elde edilen 2030 kuzunun performans kayıtları analiz edilmiştir. Analizler, doğrudan ve/veya maternal genetik ile kalıcı çevresel etkilerin farklı kombinasyonlarını içeren altı hayvan modeli kullanılarak, Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemiyle yürütülmüş ve en uygun model, log-olasılık değerlerindeki iyileşmeye göre seçilmiştir. Maternal etkiler modele dahil edilmediğinde, doğrudan kalıtım dereceleri tüm özellikler için anlamlı biçimde yüksek tahmin edilmiştir. En uygun modellerde ise doğum ve sütten kesim ağırlığına ait doğrudan kalıtım dereceleri sırasıyla 0.20 ve 0.18 olarak belirlenmiştir. Doğum ağırlığı üzerinde hem eklemeli maternal genetik etkiler hem de maternal kalıcı çevresel etkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve bu etkilerin fenotipik varyansa katkısı sırasıyla %9 ve %12 olarak tahmin edilmiştir. Ancak, daha ileri yaşlardaki maternal etkilerin kaynağı (eklemeli ya da kalıcı çevresel) açık biçimde ayrıştıramamıştır. Bu sonuçlar, tüm ağırlık özellikleri için sınırlı ancak anlamlı düzeyde genetik ilerleme sağlanabileceğini ortaya koymaktadır.

Jafaroghli ve ark. (2010), gerçekleştirdikleri bir çalışmada Moghan koyunlarında sütten kesim ağırlığı için genetik parametre tahmini yapmışlardır. Araştırmada kullanılan veriler, 1995–2007 yılları arasında İran'ın Moghan bölgesinde bulunan Jafarabad'daki Moghani koyun yetiştirme istasyonundan toplanmıştır. Bu çalışmada, doğrudan genetik etkilerle birlikte maternal eklemeli genetik etkiler ve maternal kalıcı çevresel etkileri içeren ya da dışlayan çeşitli genetik modeller kullanılarak, kovaryans bileşenleri ile genetik parametreler Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemi aracılığıyla tahmin edilmiştir. Bu çalışmada incelenen 90. gün canlı ağırlığı özelliği için en uygun genetik model, Olasılıklı Oran

Testi (LRT) ve Akaike Bilgi Kriteri (AIC) dikkate alınarak belirlenmiştir. Sütten kesim ağırlığı özelliğine ait doğrudan kalıtım derecesi (h^2) 0.09 olarak tahmin edilmiştir. Sütten kesim ağırlığı özelliğine ilişkin maternal kalıtım derecesi (h^2_m), 0.06 olarak tahmin edilmiştir.

Gamasae ve ark. (2010), İran'ın Hamedan bölgesinde yetiştirilen Mehraban koyunları üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada, doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı (90. gün) başta olmak üzere çeşitli büyüme özelliklerine ait genetik parametreler, Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiş ve analizlerde tek değişkenli ve çok değişkenli hayvan modelleri uygulanmıştır. Doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı özelliklerine ilişkin doğrudan kalıtım derecesi (h^2) tahminleri sırasıyla 0.30 ± 0.05 ve 0.30 ± 0.04 olarak hesaplanmıştır. Doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı özelliklerine ilişkin maternal kalıtım derecesi (h^2_m) tahminleri, sırasıyla 0.17 ± 0.03 ve 0.18 ± 0.03 olarak tahmin edilmiştir. Doğum ağırlığı ile sütten kesim ağırlığı arasındaki doğrudan genetik korelasyon 0.287 ± 0.09 iken, doğum ağırlığı ile sütten kesim ağırlığı arasındaki maternal genetik korelasyon 0.412 ± 0.05 olarak belirlenmiştir. Çalışma bulgularına göre, yaş ilerledikçe doğrudan kalıtım derecesi (h^2) tahminlerinin arttığı, buna karşılık maternal kalıtım derecelerinin (h^2_m) azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, özellikler arasındaki pozitif genetik korelasyonlar ile fenotipik ilişkilerin varlığı, seleksiyon programlarında genetik ilerleme açısından önemli bir potansiyel ortaya koymaktadır.

Gowane ve ark. (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Malpura ırkı kuzularında doğum ve sütten kesim ağırlığı (90. gün) özelliklerine ilişkin kovaryans bileşenleri ile genetik parametreler tahmin edilmiştir. Veriler, 1985–2007 yılları arasında Hindistan'da bulunan Merkez Koyun ve Yapağı Araştırma Enstitüsü'nde yürütülen kayıtlı sürü çalışmalarından elde edilmiştir. Analizler, doğrudan ve maternal etkilerin çeşitli kombinasyonlarını içeren altı farklı hayvan modeli kullanılarak, Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemi ile yürütülmüştür. Doğum ve sütten kesim ağırlığına ilişkin doğrudan kalıtım derecesi tahminleri sırasıyla 0.19 ± 0.04 ve 0.18 ± 0.04 olarak belirlenmiştir. Hayvan yaşı ilerledikçe maternal etkilerin azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Maternal kalıcı çevresel etkiler, doğum ağırlığı fenotipik varyansının %20'sini, sütten kesim ağırlığının ise %5'ini oluşturmuştur.

Kariuki ve ark. (2010), Kenya'da yetiştirilen Dorper ırkı kuzulara ait büyüme özellikleri, hayvan modeli çerçevesinde değerlendirilmiş, genetik ve fenotipik

parametre tahminleri, Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, ilgili özelliklerin kalıtsal bileşenlerinin belirlenmesi ve seleksiyon programları açısından potansiyel genetik ilerlemenin değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu çalışmada analiz edilen büyüme özellikleri arasında doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı (90. gün) yer almıştır. Doğrudan kalıtım dereceleri, doğum ağırlığı için 0.18 ± 0.01 ve sütten kesim ağırlığı için 0.28 ± 0.04 olarak tahmin edilmiştir. Maternal (anaya ait) kalıtım dereceleri ise sırasıyla 0.16 ± 0.01 ve 0.19 ± 0.04 olarak belirlenmiştir. Doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki genetik korelasyon, doğum ağırlığı için -0.47 , sütten kesim ağırlığı için ise -0.94 düzeyinde negatif ve yüksek bulunmuştur. Doğum ve sütten kesim ağırlığı arasındaki fenotipik korelasyon 0.37 , genetik korelasyon ise 0.41 olarak tahmin edilmiştir. Bu sonuçlar, her iki özelliğin hem doğrudan hem de maternal etkilerden önemli ölçüde etkilendiğini ve bu etkilerin zıt yönlü ilişkiler gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, doğrudan yürütülen analizler sonucunda, maternal genetik etkiler arasındaki negatif genetik korelasyonun Dorper ırkı kuzuların büyüme performansı üzerinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Bu bulgu, büyüme özelliklerinin genetik değerlendirmelerinde maternal etkilerin dikkate alınmasının gerekliliğini vurgulamaktadır. Araştırmacılar, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki yüksek düzeyde negatif genetik korelasyonun, analizde kullanılan veri setinin yapısal özelliklerinden ve büyüklüğünden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Bu durumun, sürü içerisindeki eklemeli genetik varyasyonun bir sonucu olabileceği ifade edilmiştir. Söz konusu eklemeli genetik faktörlerin, ticari sürüler için damızlık koç ve dişi seçiminde önemli düzeyde genetik çeşitlilik sağladığı vurgulanmıştır. Elde edilen tahminlerin, gelecekte uygulanacak ıslah programlarına yön vermesi ve yeni bir organizasyonel yapının oluşturulmasında temel teşkil etmesi bakımından değerli olduğu sonucuna varılmıştır.

Çelikeloglu ve Tekerli (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, anasal etkinin, bireyler arasındaki varyasyonun önemli bir bileşeni olarak hayvancılıkta göz ardı edilmemesi gereken bir faktör olduğu vurgulanmıştır. Koyun yetiştiriciliğinde, kuzuların doğumdan sütten kesime kadar anneleriyle birlikte tutulma uygulaması, anasal etkinin önemini daha da artırmaktadır. Bu etki, genetik ve annelikten kaynaklanan çevresel etkiler olmak üzere iki temel bileşene ayrılabilir ve günümüzün ileri hesaplama yöntemleri ile daha doğru bir şekilde tahmin edilebilir hale gelmiştir. Bu amaçla, matematiksel hayvan modelleri oluşturulmuş ve anasal etki de bu modellere dahil edilmiştir. Üretim odaklı çalışmalarda, kuzuların canlı ağırlığı ve günlük ağırlık kazancına olan etkisi nedeniyle anasal etkinin ekonomik önemi büyüktür. Yapılan araştırmalar, kuzuların doğum sonrası dönemlerinde anasal etkinin

azaldığını göstermiştir. Ancak, daha doğru genetik değerlerin seçim programlarında elde edilebilmesi için kullanılan modellere anasal etkinin dahil edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Barbosa ve ark. (2015), Santa Ines koyunlarına ait doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı özelliklerine ilişkin varyans ve kovaryans bileşenleri ile genetik parametrelerin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı (90. gün) özelliklerine ait doğrudan kalıtım derecesi tahminleri sırasıyla 0.25 ve 0.09, maternal kalıtım derecesi tahminleri ise sırasıyla 0.34 ve 0.24 olarak hesaplanmıştır. Doğum ağırlığı ile sütten kesim ağırlığı arasındaki genetik korelasyon katsayısı 0.14 olarak tahmin edilmiştir.

Gowane ve ark. (2015) tarafından Malpura koyunlarında yürütülen çalışmada, Bayesci yaklaşıma dayalı Gibbs örnekleme yöntemi kullanılarak çok özellikli hayvan modelleri aracılığıyla genetik parametreler tahmin edilmiştir. Doğum ağırlığına ilişkin doğrudan ve maternal kalıtım dereceleri sırasıyla 0.29 ± 0.05 ve 0.23 ± 0.04 ; sütten kesim ağırlığı (90. gün) için ise her iki etki bakımından 0.40 ± 0.06 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki genetik korelasyonlar doğum ve sütten kesim ağırlıkları için sırasıyla -0.50 ve -0.89 düzeyinde, yüksek ve negatif olarak tahmin edilmiştir.

Shahdadi ve ark. (2016), Kourdi koyunları üzerinde yürütülen bu çalışmada, doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı özelliklerine ait genetik parametreler 1996–2013 yılları arasında toplanan veriler kullanılarak tahmin edilmiştir. Analizlerde doğum yılı, cinsiyet, doğum tipi ve ana yaşı sabit etkiler olarak modele dahil edilmiş, varyans bileşenleri REML yöntemiyle değerlendirilmiştir. Doğum ve sütten kesim ağırlığı için (90. gün) en uygun model, doğrudan (h^2_a) ve maternal (h^2_m) genetik etkileri içeren, ancak aralarındaki kovaryansı içermeyen model olarak belirlenmiştir. Doğum ağırlığı için h^2_a : 0.10, h^2_m : 0.27; sütten kesim ağırlığı için ise h^2_a : 0.28, h^2_m : 0.13 olarak tahmin edilmiştir. Bu sonuçlar, özellikle erken büyüme dönemlerinde maternal etkilerin önemli bir varyans kaynağı olduğunu göstermektedir.

Aksoy ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, Karayaka ırkı kuzular üzerinde yapılan çalışmada, sütten kesim ağırlığı (90. gün) üzerine doğrudan ve maternal genetik etkiler, Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemiyle değerlendirilen altı farklı hayvan modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Maternal etkilerin modele dahil edilmesiyle doğrudan kalıtım derecesinin (h^2_a) azaldığı

gözlemlenmiş; maternal kalıtım derecesi (h^2_m) ise 0.04 ile 0.14 aralığında tahmin edilmiştir. Ayrıca, anneye ait kalıcı çevresel etkilerin süttan kesim ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki genetik korelasyon (ram) -0.310 ile -0.415 arasında değişen orta düzeyde negatif ve anlamlı değerler göstermiştir. Bu bulgular, süttan kesim ağırlığının hem doğrudan hem de maternal genetik bileşenlerden etkilendiğini, dolayısıyla genetik iyileştirme programlarında bu iki etkinin birlikte değerlendirilmesinin daha güvenilir seleksiyon stratejileri geliştirilmesi açısından kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Ngere ve ark. (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Katahdin ırkı kuzularda doğum ağırlığı ve süttan kesim ağırlığı için genetik parametrelerin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, 17 yıl boyunca 100 farklı sürüden elde edilen 41066 doğum ağırlığı ve 33980 süttan kesim ağırlığı (90. gün) kaydı değerlendirilmiştir. Doğrudan ve maternal genetik etkilerin tahmini amacıyla, artan model karmaşıklığına sahip altı farklı hayvan modeli kullanılmış, varyans bileşenleri ise olasılık oranı testi (Likelihood Ratio Test) ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Yalnızca doğrudan genetik etkileri içeren modellerin, doğum ağırlığına ait eklemeli genetik varyansı olduğundan yüksek tahmin ettiği ve dolayısıyla doğrudan kalıtım derecesini abartılı şekilde hesapladığı belirlenmiştir. En uygun model kapsamında, doğum ağırlığı için doğrudan kalıtım derecesi (h^2_a) 0.15 ± 0.01 , maternal kalıtım derecesi (h^2_m) ise 0.14 ± 0.01 olarak tahmin edilmiştir. Süttan kesim ağırlığı için ise bu değerler sırasıyla 0.18 ± 0.02 (h^2_a) ve 0.10 ± 0.01 (h^2_m) olarak hesaplanmıştır. Analizler sonucunda, maternal kalıcı çevresel etkilerin toplam fenotipik varyansın %4–6’sını, geçici çevresel ve baskın genetik etkileri de içeren yavru grubu etkisinin ise %16–19’unu oluşturduğu saptanmıştır. Doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki genetik korelasyonlar, doğum ağırlığı için -0.14, süttan kesim ağırlığı için ise -0.23 düzeyinde tahmin edilmiş olup yalnızca süttan kesim ağırlığına ilişkin korelasyon değeri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). Bu bulgular, doğum ve süttan kesim ağırlığı gibi büyüme özelliklerinin hem doğrudan hem de maternal genetik ve çevresel bileşenlerden anlamlı düzeyde etkilendiğini ortaya koymakta, söz konusu etkilerin birlikte modele dahil edilmesinin, genetik değer tahminlerinin doğruluğunu artırarak daha etkin seleksiyon kararlarına olanak sağlayacağına işaret etmektedir.

Nemutandani ve ark. (2019) tarafından Grootfontein Merinosu sürüsüne ait 1968–2012 yılları arasındaki veriler kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada, süttan kesim ağırlığına ilişkin genetik parametreler farklı modelleme yaklaşımlarıyla

tahmin edilmiştir. Tek değişkenli hayvan modeline göre doğrudan kalıtım derecesi 0.16 olarak belirlenirken, çok değişkenli model kullanıldığında bu değer 0.17 düzeyine düşmüştür. Maternal kalıtım derecesi ise tek değişkenli modelde 0.04, çok değişkenli modelde ise daha düşük bir düzey olan 0.02 olarak tahmin edilmiştir. Ayrıca, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki genetik korelasyonun tüm modellerde negatif yönlü olduğu saptanmıştır. Çok değişkenli analizler, farklı yaş dönemlerine ait canlı ağırlıklar arasında yüksek düzeyde genetik korelasyonların bulunduğunu ortaya koymuş olup, bu durum sütten kesim ağırlığı açısından da geçerliliğini korumaktadır. Bu bulgular, sütten kesim ağırlığının hem doğrudan hem de maternal genetik bileşenlerce etkilendiğini ve model seçiminin tahmin edilen genetik parametreler üzerinde önemli ölçüde etkili olabileceğini göstermektedir.

Behrem (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Orta Anadolu Merinosu koyunlarında doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığına (120.gün) ilişkin genetik parametrelerin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, 2014–2020 yılları arasında 171 koç ve 2045 anaçtan elde edilen toplam 9746 kuzuya ait veriler kullanılmıştır. Sabit etkilerin belirlenmesi amacıyla genelleştirilmiş doğrusal modeller uygulanmış ve ardından anlamlı bulunan etkiler doğrultusunda oluşturulan hayvan modeli üzerine Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemi uygulanarak varyans ve kovaryans bileşenleri tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, doğrudan kalıtım derecesi doğum ağırlığı için 0.22 ± 0.02 , sütten kesim ağırlığı için ise 0.32 ± 0.02 olarak belirlenmiştir. Maternal kalıtım derecesi ise doğum ağırlığı için 0.04 ± 0.01 , sütten kesim ağırlığı için 0.03 ± 0.01 düzeyinde tahmin edilmiştir. Doğum ağırlığı ile sütten kesim ağırlığı arasındaki genetik korelasyon -0.30 ± 0.05 olarak hesaplanmış ve bu durum, iki özellik arasında orta düzeyde negatif bir genetik ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Fenotipik ve rezidüel korelasyonların ise sıfıra yakın olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, Orta Anadolu Merinosu koyunlarının büyüme özelliklerine ilişkin genetik yapı hakkında bilgi sunmakta olup, özellikle doğum ve sütten kesim ağırlığına yönelik seleksiyon programlarının planlanmasında dikkate alınması gereken önemli parametreleri ortaya koymaktadır.

Hızlı ve ark. (2022) tarafından yürütülen çalışmada, 2015–2017 yılları arasında 8142 baş İvesi koyununa ait veriler kullanılarak, doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı (90.gün) özelliklerine ilişkin kovaryans bileşenlerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Analizler, altı farklı tek özellikli hayvan modeli kullanılarak ve türev içermeyen algoritmayla çalışan ortalama bilgiye dayalı kısıtlı maksimum olabilirlik (AI-REML) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Model uygunluklarının karşılaştırılmasında, negatif log-olasılık değeri ($-\text{LogL}$), Akaike Bilgi Kriteri (AIC)

ve Bayesyen Bilgi Kriteri (BIC) dikkate alınmış; modeller arasındaki istatistiksel farklılıkların değerlendirilmesinde ise olabilirlik oranı testi (LRT) kullanılmıştır. Modellere bağlı olarak, doğum ağırlığı için doğrudan kalıtım derecesi (h^2_a) 0.230–0.240 aralığında, maternal kalıtım derecesi (h^2_m) ise 0.015–0.033 aralığında tahmin edilmiştir. Sütten kesim ağırlığı açısından ise h^2_a değerleri 0.108–0.168, h^2_m değerleri ise 0.024–0.081 arasında bulunmuştur. Logaritmik olabilirlik (LogL) kriterine göre, doğum ağırlığı için en uygun model Model 3, sütten kesim ağırlığı için ise Model 2 olarak belirlenmiştir. Olasılıklı oran testi (LRT) sonuçlarına göre; doğum ağırlığı açısından Model 2, Model 3 ve Model 4, sütten kesim ağırlığı açısından ise Model 2, Model 3, Model 4, Model 5 ve Model 6, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). Ayrıca, maternal genetik etkilerin ve/veya maternal kalıcı çevresel etkilerin modellere dahil edilmesinin, genetik parametre tahminlerinin doğruluğu üzerinde anlamlı düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.

Choudhary ve ark. (2024) tarafından yürütülen çalışmada, 1974–2020 yılları arasında Hindistan'ın Rajasthan eyaletinde bulunan Merkez Koyun ve Yapağı Araştırma Enstitüsü'nde yetiştirilen 6785 baş Chokla koyununa ait veriler analiz edilmiştir. Bu çalışmada, doğum ve sütten kesim ağırlığı (90. Gün) gibi büyüme özellikleri üzerine etkili olan doğrudan genetik, maternal genetik ve maternal kalıcı çevresel etkiler, ortalama bilgi kısıtlı maksimum olabilirlik (AI-REML) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Doğum ağırlığı için doğrudan kalıtım derecesi (h^2) 0.170 olarak belirlenmiş ve bu durum, doğum ağırlığının genetik açıdan düşük düzeyde kalıtsal bir özellik olduğunu ortaya koymuştur. Sütten kesim döneminde ise maternal genetik etkinin belirgin düzeyde etkili olduğu ve 0.181 olarak tahmin edildiği bildirilmiştir. Ayrıca, maternal kalıcı çevresel varyansın özellikle erken yaş büyüme özellikleri üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Doğrudan ve maternal genetik etkiler arasında tahmin edilen negatif ve yüksek kovaryans, doğrudan kalıtım derecesinin abartılı hesaplanmasına neden olmuş ve bu nedenle, çalışmada toplam kalıtım derecesi (h^2_t) kullanılarak, daha güvenilir ve önyargısız seleksiyon kararlarının alınabileceği ifade edilmiştir. Elde edilen bulgular, doğum ağırlığı gibi özelliklerin genetik iyileştirme programlarında hem doğrudan hem de anasal etkiler dikkate alınarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Bu araştırmada, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne bağlı Küçükbaş Hayvancılık Yetiştirme Bölümü'nde yetiştirilen Orta Anadolu Merinosu ırkı koyunlarının kuzularına ait 90. gün canlı ağırlığı kayıtları ve soy kütüğü verileri kullanılmıştır.

3.1.1. Veri

Bu çalışmada kullanılan veriler, soy kütüğü düzenli olarak tutulan elit sürülerde yetiştirilen Orta Anadolu Merinosu koyun ırkına ait üreme kayıtlarından oluşmaktadır. İncelenen veriler ebeveyn ve kuzu bireylerinin kulak numaraları, doğum tarihleri, kuzuların doğum ağırlıkları, doğum yılı ve tipi, kuzuların cinsiyeti ve anaç koyunun yaşı gibi unsurları içermektedir. Bu kayıtlar, analiz edilecek genetik ve üreme parametreleri açısından temel veri kaynağı olarak kabul edilmiştir.

2024 yılında doğan 706 anadan elde edilen toplam 1693 yavruya ait verim kayıtlarının analizi sonucunda, yıl faktörü tek seviyede tanımlanmıştır. Doğum tipi, tekiz ve ikiz olarak iki seviyeye ayrılmış cinsiyet ise erkek ve dişi olarak iki düzeyde sınıflandırılmıştır. Anne yaşı faktörü, iki ile yedi yaş arasındaki anneleri kapsayacak şekilde altı seviyede düzenlenmiştir. Bu sabit etkiler, genetik ve üreme parametrelerinin analizinde temel bağımsız değişkenler olarak kabul edilmiştir. Kuzuların soy kütüğünde ebeveynlerle ilgili bilgiler kullanılarak bir soy dosyası oluşturulmuş baba ve anne numaraları ile kulak numarası bilinmeyen bireyler bu dosyadan çıkarılmıştır.

Eksik ebeveyn bilgilerine sahip bireyler analiz dışı bırakılmış ancak yalnızca bir ebeveyni eksik olan bireyler, sınırlı etkilere sahip olmaları nedeniyle modele dahil edilmiştir. Bu adımlar, veri setinin kalitesini artırarak analizlerin güvenilirliğini sağlamıştır. Çizelge 3.1 ve 3.2'de veri yapısı ve incelenen özelliklere ilişkin ayrıntılı bilgiler sunulmaktadır.

Çizelge 3.1. Orta Anadolu Merinosu kuzularına ait veri setinin özellikleri

ÖZELLİK	DEĞERLER
Hayvan sayısı	1693
Baba sayısı	49
Ana sayısı	706
Anası ve babası bilinmeyen birey sayısı	755
Sadece babası bilinmeyen birey sayısı	33
Sadece anası bilinmeyen birey sayısı	0
Anası ve babası bilinen birey sayısı	905
Ebeveyn olmuş birey sayısı	755
Ebeveyn olmuş birey sayısı (%)	44.59
Akrabalı yetişmiş birey sayısı	0
Akrabalı yetişmiş birey sayısı (%)	0
Ortalama akrabalı yetişmiş katsayısı	0
Soy kütüğünde verim kaydı bulunmayan birey sayısı	755
Soy kütüğünde verim kaydı bulunan birey sayısı	938
Veri dosyasında verim kaydı olanların tüm hayvanlara oranı (%)	55.40

Çizelge 3.2. Orta Anadolu Merinosu kuzularına ait 90. gün canlı ağırlığına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

	Min	Max	$\bar{X}$	S_x	S	CV
90. gün canlı ağırlığı	8.56	41.6	25.41	0.161	4.94	19.44

Min: en küçük; Max: en büyük; $\bar{X}$: ortalama; S_x : standart hata; S: standart sapma ve CV: varyasyon katsayısıdır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bakım ve Besleme

Koyun ve kuzuların beslenmesinde saman, yonca, buğday samanı, mısır silajı ve enstitüde hazırlanmış karma yemler kullanılmıştır. Koç katım döneminde koyunlar buğday samanı ile merada otlatılmış, meraların yetersiz olduğu durumlarda, koç katımından bir ay önce başlayarak günlük 500 g karma yem verilmiştir. Doğumdan 30–45 gün önce ve sonra, 500 g karma yem ile birlikte yonca veya fiğ samanı takviyesi yapılmıştır. Mart ayından itibaren karma yem azaltılmış, Nisan itibarıyla yemleme durdurulmuş ve koyunlar sadece meraya çıkarılmıştır. Meraların yetersiz olduğu durumlarda ise iklim koşulları elverdiği sürece ek yemleme uygulanmıştır.

Kuzular, doğumdan sonra 1–2 gün süreyle anneleriyle birlikte doğum bölmelerinde tutulmuş, daha sonra gündüzleri annelerinden ayrı, geceleri ise birlikte

barındırılmıştır. Doğumdan 10–14 gün sonra yemlere alıştırmak amacıyla kuru yonca, başlangıç pelet yemi ve su verilmiş; yalnızca kuzuların geçebileceği sıyırma yemlik geçitleri kullanılmıştır. Sütten kesim yaklaşık 90. günde yapılmış ve ardından kuzular cinsiyetlerine göre ayrı ahırlarda barındırılmıştır.

3.2.2. Kuzu Aşı Takvimi

Hayvanların aşı takvimi aşağıda belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Buna göre;

15-31 Ocak Ektima (Dermavac) (2 Grup Halinde)

18 Şubat-18 Mart Enteretoksemi (Supervac-9) (2 Grup Halinde) + Antiparazit Uygulaması (İvermectin)

01-31 Mart Pastourella (VBR Pastomix 3) + Şap + PPR (3 aylık Kuzular)

01-30 Nisan Poxvac + Ricobendazole (3 Aylık Kuzular)

01-31 Mayıs Brucella + Ricobendazole (Rapel / İlk Uygulamadan 21 Gün Sonra)

01-31 Ağustos Pastourella (VBR Pastomix 3)

01-31 Ekim Çiçek (Poxvac)

aşları uygulanmıştır.

3.3. İstatistiksel Analizler

Orta Anadolu Merinosu kuzularının 90. gün canlı ağırlığına ilişkin tahmin edilen varyans bileşenleri kullanılarak, fenotipik ve genetik varyanslar ile birlikte kalıtım dereceleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada, varyans bileşenleri ve damızlık değer tahminleri için Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (HÜBAP) desteğiyle geliştirilmesine başlanan "BUGA" adlı yazılım kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan BUGA yazılımı, genetik ve çevresel etkileri, varyans bileşenleriyle birlikte En İyi Doğrusal Tarafsız Tahmin (BLUP) yöntemi ve Sınırlı Maksimum Olabilirlik (REML) metodolojisiyle tahmin edebilmektedir. BUGA yazılımı, hayvancılık sektörü ve araştırmacılar için özel olarak tasarlanmış olup,

Türkçe kullanım kılavuzuna ve kullanıcı dostu bir arayüze sahip olarak geliştirilmiştir. Yazılım, yerli bir çözüm olarak PYTHON (<https://www.python.org/>) ve C (<https://www.bloodshed.net/>) programlama dilleri kullanarak geliştirilmiştir (Yazgan, 2023).

3.3.1. Model Tanımları

Çalışmada varyans unsurlarının belirlenmesinde maternal etkilerin dahil edilip edilmemesi ve kovaryansın değerlendirilip değerlendirilmeme durumuna göre altı farklı model (Mrode, 1996; Ligda, ve ark., 2000) kullanılmıştır (Eşitlik 1-6);

$$\text{Model 1: } y = Xb + Za + e \quad (3.1)$$

$$\text{Model 2: } y = Xb + Za + \text{Spe} + e \quad (3.2)$$

$$\text{Model 3: } y = Xb + Za + Wm + e \text{ kov } (a, m) = 0 \quad (3.3)$$

$$\text{Model 4: } y = Xb + Za + Wm + e \text{ kov } (a, m) \neq 0 \quad (3.4)$$

$$\text{Model 5: } y = Xb + Za + Wm + \text{Spe} + e \text{ kov } (a, m) = 0 \quad (3.5)$$

$$\text{Model 6: } y = Xb + Za + Wm + \text{Spe} + e \text{ kov } (a, m) \neq 0 \quad (3.6)$$

Tüm modellerde:

y : $n \times 1$ gözlem vektörü,

n : Verim kaydı bulunan hayvan sayısı,

b : $p \times 1$ boyutlu sabit etkiler vektörü,

p : Sabit etki seviye sayısı,

a : $q \times 1$ boyutlu şansa bağlı direkt genetik etkiler vektörü,

q : Şansa bağlı etki sayısı (direk genetik ve anasal),

m : $q \times 1$ boyutlu anasal genetik etkiler vektörü,

p_e : $r \times 1$ boyutlu kalıcı çevre etkileri vektörü,

r : Kalıcı çevre etki sayısı,

e : $n \times 1$ boyutlu tesadüfi çevre etkileri vektörü

X : $n \times p$ boyutlu tasarım matrisi (sabit etkiler için)

Z : $n \times q$ boyutlu tasarım matrisi (direk eklemeli genetik etkiler için)

W : $m \times q$ boyutlu tasarım matrisi (anasal genetik etkiler için)

S : $p_e \times r$ boyutlu tasarım matrisi (kalıcı çevre etkileri için)

$cov(a, m)$: a ve m arasındaki kovaryans değeri

olarak ifade edilebilir.

Analiz edilen tüm modellere direkt genetik etki bulunmaktadır. Buna ilave olarak, Model 2, maternal kalıcı çevresel etkiyi, Model 3 maternal eklemeli genetik etkiyi, Model 4 maternal eklemeli genetik etki ile doğrudan genetik etki arasındaki kovaryansı, Model 5 maternal kalıcı çevresel etkiyi ve maternal eklemeli genetik etkiyi, Model 6 ise maternal kalıcı çevresel etkiyi, maternal eklemeli genetik etkiyi ve doğrudan genetik etki ile maternal genetik etki arasındaki kovaryansı içermektedir. Bunun yanı sıra, ele alınan modellerde özellikler üzerinde uygun sabit etkiler olarak Anne Yaşı (6 seviye), cinsiyet (2 seviye) ve Doğum Tipi (2 seviye) dahil edilmiştir.

Buna göre:

Model 1: Bu model, yalnızca sabit etkiler (Xb) ile doğrudan eklemeli genetik etkileri (Za) içeren en basit yapıya sahip modeldir (Eşitlik 3.1).

Model 2: Bu model, Model 1'e ek olarak maternal sabit çevresel etkileri (p_e) içermektedir (Eşitlik 3.2).

Model 3: Bu model, Model 1'e ilave olarak maternal genetik etkileri (m)

içermekte olup, doğrudan eklemeli genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın (σ_{am}) sıfır olduğu varsayılmaktadır (Eşitlik 3.3).

Model 4: Bu model, Model 2'den farklı olarak, doğrudan eklemeli genetik etkiler (Z_a) ile maternal genetik etkiler (W_m) arasındaki kovaryansın (σ_{am}) sıfırdan farklı olduğu varsayımına dayanmaktadır (Eşitlik 3.4).

Model 5: Bu model, Model 1'e ek olarak maternal genetik etkiler (m) ve maternal kalıcı çevresel etkileri (pe) içermekte olup, doğrudan eklemeli genetik etkiler ile maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın (σ_{am}) sıfır olduğu varsayılmaktadır (Eşitlik 3.5)

Model 6: Bu model, Model 5'e kıyasla doğrudan eklemeli genetik etkiler (Z_a) ile maternal genetik etkiler (m) arasındaki kovaryansın (σ_{am}) sıfırdan farklı olduğu varsayımını içermektedir (Eşitlik 3.6).

3.3.2. Analiz Süreci

Her model için hesaplanan toplam fenotipik varyans aşağıdaki ifadeler (Eşitlik 3.7 – 3.12) yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\text{Model 1 için : } \sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_e^2 \quad (3.7)$$

$$\text{Model 2 için: } \sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2 \quad (3.8)$$

$$\text{Model 3 için : } \sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2 \quad (3.9)$$

$$\text{Model 4 için : } \sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{am}^2 + \sigma_e^2 \quad (3.10)$$

$$\text{Model 5 için: } \sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2 \quad (3.11)$$

$$\text{Model 6 için: } \sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{am}^2 + \sigma_e^2 \quad (3.12)$$

Burada:

σ_a^2 : Doğrudan eklemeli genetik varyans

σ_{am}^2 : Doğrudan-maternal genetik kovaryans

σ_m^2 : Maternal eklemeli genetik varyans

σ_{pe}^2 : Maternal kalıcı çevresel varyans

σ_e^2 : Hata varyansı

σ_p^2 : Fenotipik varyans

olarak ifade edilmiştir.

Modellere göre eklemeli (doğrudan) genetik etkilerin kalıtım derecesini (h_d^2) hesaplamak için aşağıdaki ifadelerden (Meyer, 2007) yararlanılmıştır (Eşitlik 3.13- 3.18).

$$\text{Model 1 için : } h_d^2 = \sigma_a^2 / \sigma_a^2 + \sigma_e^2 \quad (3.13)$$

$$\text{Model 2 için : } h_d^2 = \sigma_a^2 / \sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2 \quad (3.14)$$

$$\text{Model 3 için : } h_d^2 = \sigma_a^2 / \sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2 \quad (3.15)$$

$$\text{Model 4 için : } h_d^2 = \sigma_a^2 / \sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{am}^2 + \sigma_e^2 \quad (3.16)$$

$$\text{Model 5 için : } h_d^2 = \sigma_a^2 / \sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2 \quad (3.17)$$

$$\text{Model 6 için : } h_d^2 = \sigma_a^2 / \sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{am}^2 + \sigma_e^2 \quad (3.18)$$

Bununla birlikte modellere göre maternal genetik etkilerin kalıtım derecesini (h_m^2) hesaplamak için aşağıdaki ifadelerden (Meyer, 2007) yararlanılmıştır (Eşitlik 3.19- 3.22).

$$\text{Model 3 için : } h_m^2 = \sigma_m^2 / \sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2 \quad (3.19)$$

$$\text{Model 4 için: } h_m^2 = \sigma_m^2 / \sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{am}^2 + \sigma_e^2 \quad (3.20)$$

$$\text{Model 5 için : } h_m^2 = \sigma_m^2 / \sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2 \quad (3.21)$$

$$\text{Model 6 için : } h_m^2 = \sigma_m^2 / \sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{am}^2 + \sigma_e^2 \quad (3.22)$$

Çalışmada modellerin performansını değerlendirmek için kullanılan AIC (Akaike Bilgi Kriteri) ve BIC (Bayesçi Bilgi Kriteri), bir modelin uyumunu ve karmaşıklığını değerlendirmeye yönelik iki temel istatistiksel ölçüttür (Wang ve Liu, 2006). Bu ölçütler, istatistiksel model seçimi kapsamında yaygın şekilde kullanılmakta olup, farklı modellerin performanslarının karşılaştırılmasında kritik bir rol oynamaktadır Eşitlik (3.23 – 3.24).

$$AIC = -2\ln(M \text{ Log}L) + 2m \quad (3.23)$$

$$BIC = -2\ln(M \text{ Log}L) + m \times \ln \quad (3.24)$$

Burada:

MLogL : Maksimum logaritmik olabilirlik

M : Tahmin edilen parametrelerin sayısı

N : gözlemlerin sayısıdır

olarak ifade edilmiştir.

Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans, genellikle cov (a,m) sembolleriyle ifade edilmektedir. Bu kavram, her iki etkiler arasındaki ilişkinin bir ölçüsünü sunmakta olup, genetik varyasyonun paylaşılan kısmını yansıtmaktadır. Ayrıca, direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyon (ram), bu iki etkinin kovaryansı ile ilgili olup, her iki değişkenin standart sapmalarının (σ_a ve σ_m) bir fonksiyonu olarak tanımlanmakta olup aşağıdaki ifade ile hesaplanmıştır (Eşitlik 3.25).

$$r_{am} = \text{cov} (a,m) / \sigma_a \sigma_m \quad (3.25)$$

4. BULGULAR

Bu çalışmada, 90. gün canlı ağırlığı üzerinde etkili olan doğrudan genetik, maternal genetik ve sabit etkiler ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Ekonomik ve biyolojik açıdan önemli bir özellik olan 90. gün canlı ağırlığına ilişkin sabit etkilerin ve varyans bileşenlerinin doğru biçimde belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu doğrultuda; sabit etkiler kapsamında ana yaşı, cinsiyet ve doğum tipi gibi faktörlerin 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Ayrıca, doğrudan ve maternal genetik varyans oranları ile uygulanan modellerin karşılaştırmalı uygunluk düzeyleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, hem sabit etkilerin hem de genetik varyans bileşenlerinin 90. gün canlı ağırlığına olan katkılarını anlamaya yönelik kapsamlı bir temel oluşturmaktadır.

4.1. Orta Anadolu Merinosu kuzularının 90. günde canlı ağırlığı ve bu ağırlığı etkileyen faktörler

Çizelge 3.2’de sunulan verilere göre, 90. gün canlı ağırlık değerleri 8.56 kg ile 41.60 kg arasında değişmektedir. Bu dönemde kuzuların ortalama canlı ağırlığı 25.41 kg, standart sapması 4.94 kg ve standart hata değeri 0.161 kg olarak hesaplanmıştır. Ayrıca üç aylık olmalarına rağmen minimum değer olarak 8-9 kg canlı ağırlığına sahip hayvanlar bulunmaktadır. Bu durum varyasyon katsayısına da yansımış ve bu değerin %19.44 olmasına neden olarak, popülasyonda 90. gün canlı ağırlığı açısından yüksek düzeyde bir değişkenliğin bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Yapılan analizler, 90. gün canlı ağırlığı üzerinde özellikle ana yaşı, cinsiyet ve doğum tipi gibi faktörlerin, bu özelliğin oluşturduğu varyansa anlamlı düzeyde katkı sağlayan temel sabit etkiler olduğunu ortaya koymuştur ($P<0.05$), elde edilen bulgular Çizelge 4.1’de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Orta Anadolu Merinosu kuzularında 90. gün canlı ağırlığına etki eden sabit faktörler ve bu faktörlerin etki miktarları

Sabit Etkiler	N	Ortalama	Standart Hata	Etki Miktarı (kg)
Anne Yaşı				
2	195	22.99	0.339	-1.530
3	176	26.13	0.329	0.159
4	196	26.57	0.329	0.710
5	127	26.31	0.446	0.565
6	90	26.39	0.49	0.288
7	154	24.84	0.425	-0.194
Cinsiyet				
Erkek	473	24.49	0.206	-0.518
Dişi	465	26.34	0.242	0.518
Doğum Tipi				
Tekiz	431	27.19	0.235	0.332
İkiz	507	23.89	0.199	-0.332

N: Gözlem sayısı.

4.1.1. Anne yaşının 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri

Çizelge 4.1’de sunulan bulgulara göre, 2 yaşındaki annelerin yavrularında ortalama 90. gün canlı ağırlığı 22.99 kg olup, bu değer incelenen yaş grupları arasında en düşük seviyeyi temsil etmektedir (N = 195, Standart Hata = 0.339, Etki Miktarı = -1.530). Bu durum, genç annelerin yavrularının büyüme performansının sınırlı olabileceğini ve bu yaş grubunun yavrularına yeterli düzeyde besin ve enerji sağlayamama olasılığını ortaya koymaktadır. 3 yaş grubunda bu değer 26.13 kg olarak hesaplanmış (N = 176, SH = 0.329, Etki Miktarı = 0.159) olup, 2 yaş grubuna kıyasla belirgin bir artış göstermektedir. Olgun anne yaşı grubunu temsil eden 4 yaşındaki annelere ait yavrularda 90. gün canlı ağırlığı 26.57 kg (N = 196, SH = 0.329, Etki Miktarı = 0.7108) ile en yüksek değere ulaşmıştır. 5 yaşındaki annelerde bu değer 26.31 kg (N = 127, SH = 0.446, Etki Miktarı = 0.565), 6 yaş grubunda ise 26.39 kg (N = 90, SH = 0.490, Etki Miktarı = 0.288) olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, anne yaşı arttıkça 90. gün canlı ağırlığının olumlu yönde etkilendiğini, ancak 4 yaş sonrası bu etkinin azaldığını göstermektedir. İleri yaş grubunda yer alan 7 yaşındaki annelerin yavrularında ortalama 90. gün canlı ağırlığı 24.84 kg (N = 154, SH = 0.425, Etki Miktarı = -0.19) olup, bu değer olumsuz yönde bir değişimi işaret etmektedir.

4.1.2. Cinsiyetin 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri

Çizelge 4.1’de sunulan verilere göre, erkek kuzuların (Cinsiyet 1) ortalama 90.

gün canlı ağırlığı 24.49 kg olarak hesaplanmış olup, dişi kuzulara kıyasla daha düşük bir değere sahiptir (N = 473, Standart Hata = 0.206, Etki Miktarı = -0.518). Erkek kuzuların, dişi kuzulara göre yaklaşık 1.85 kg daha düşük ağırlığa sahip olduğu belirlenmiştir. Dişi kuzuların (Cinsiyet 2) ortalama 90. gün canlı ağırlığı ise 26.34 kg olup (N = 465, Standart Hata = 0.242, Etki Miktarı = 0.518), erkek kuzulara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, cinsiyetin 90. gün canlı ağırlığı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ve dişi kuzuların bu özellik bakımından daha avantajlı olduğunu göstermektedir.

4.1.3. Doğum tipinin 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri

Çizelge 4.1’de sunulan verilere göre, doğum tipi 90. gün canlı ağırlığı üzerinde etkili bir sabit faktör olarak belirlenmiştir. Tekiz doğum sonucu elde edilen kuzuların ortalama 90. gün canlı ağırlığı 27.19 kg olarak hesaplanmış olup, bu değer incelenen doğum tipleri arasında en yüksek düzeydedir (N = 431, Standart Hata = 0.235, Etki Miktarı = 0.332).

İkiz doğumlarda ise ortalama 90. gün canlı ağırlığı 23.89 kg olarak belirlenmiş olup, bu değer tekiz doğumlara göre daha düşüktür (N = 507, Standart Hata = 0.199, Etki Miktarı = -0.332).

4.2. Modellere göre varyans-kovaryans unsurları ve genetik parametreler

Bu çalışmada değerlendirilen altı farklı model, 90. gün canlı ağırlığı özelliği üzerindeki genetik ve çevresel etkilerin tahminine yönelik alternatif yaklaşımlar sunmaktadır. Modeller arasındaki temel farklılıklar eklemeli genetik varyans, maternal etkiler, kalıtım dereceleri ve model uyum kriterleri gibi parametreler açısından kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.2. REML analizine dayalı olarak tahmin edilen 90. gün canlı ağırlığına ilişkin varyans bileşenleri ve genetik parametreler

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6
Varyans						
σ_a^2	3.567487	1.793336	1.793333	1.793328	1.793312	1.793335
σ_{am}^2	-	-	-	1.533918	-	0.477862
σ_m^2	-	-	4.005412	2.471471	1.654284	1.415415
σ_{pe}^2	-	4.005428	-	-	2.351017	2.112148
σ_e^2	13.542499	11.257669	11.257685	11.257708	11.257798	11.257673
σ_p^2	17.109986	17.056433	17.05643	17.056426	17.056411	17.056433
Kalıtım derecesi						
$h_d^2 \pm S_{\bar{x}}$	0.2085± 0.0889	0.1051± 0.07073	0.1051± 0.07073	0.1051± 0.07073	0.1051± 0.07072	0.1051± 0.07073
$h_m^2 \pm S_{\bar{x}}$	-	-	0.2348± 0.04705	0.1449± 0.04691	0.097± 0.04318	0.083± 0.03471
Korelasyon						
r_{am}	-	-	-	0.728	-	0.299
Model uyum kriterleri						
-2LogL	-1798.2406	-1793.0522	-1793.0522	-1793.0522	-1793.0522	-1793.0522
AIC	-1800.2406	-1796.0522	-1796.0522	-1797.0522	-1797.0522	-1798.0552
BIC	-1805.0843	-1803.3178	-1803.3178	-1806.7397	-1806.7397	-1810.1615

σ_a^2 : doğrudan eklemeli genetik varyans, σ_{am}^2 : doğrudan-maternal genetik kovaryans, σ_m^2 : maternal eklemeli genetik varyans, σ_{pe}^2 : maternal kalıcı çevresel varyans, σ_e^2 : hata varyansı, σ_p^2 : fenotipik varyans, h_d^2 : doğrudan kalıtım derecesi, h_m^2 : maternal kalıtım derecesi, $S_{\bar{x}}$: standart hata r_{am} : doğrudan ve maternal etkiler arasındaki genetik korelasyon, e^2 : fenotipik varyansta çevrenin oranı, 2LogL: likelihood değeri, AIC: Aikake bilgi kriteri, BIC: Bayes bilgi kriteri.

4.2.1. 90. gün canlı ağırlığı için eklemeli genetik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımına göre değişimi

Bu çalışmada, 90. gün canlı ağırlığı özelliğine yönelik uygulanan modeller doğrultusunda tahmin edilen doğrudan eklemeli genetik varyans (σ_a^2) değerlerinin, model yapısına bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde, Model 1’de σ_a^2 değeri 3.567 ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Buna karşılık, Model 2, Model 3, Model 4, Model 5 ve Model 6’da bu değer yaklaşık 1.793 olarak tahmin edilmiştir. Bu modellerde elde edilen doğrudan genetik varyans tahminlerinin birbirine oldukça yakın olduğu ve Model 1’e kıyasla belirgin şekilde daha düşük düzeylerde gerçekleştiği görülmektedir. Bu çalışmada, 90. gün canlı ağırlığı özelliğine yönelik uygulanan modeller doğrultusunda tahmin edilen doğrudan eklemeli genetik varyans (σ_a^2) değerlerinin, model yapısına bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde, Model 1’de

σ_a^2 değeri 3.567 ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Buna karşılık, Model 2, Model 3, Model 4, Model 5 ve Model 6'da bu değer yaklaşık 1.793 olarak tahmin edilmiştir. Bu modellerde elde edilen doğrudan genetik varyans tahminlerinin birbirine oldukça yakın olduğu ve Model 1'e kıyasla belirgin şekilde daha düşük düzeylerde gerçekleştiği görülmektedir.

4.2.2. 90. gün canlı ağırlığı için maternal eklemeli genetik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımına göre değişimi

90. gün canlı ağırlığı özelliğine yönelik gerçekleştirilen modelleme analizlerinde elde edilen maternal genetik varyans (σ_m^2) değerlerinin, kullanılan modele bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde, Model 3'te maternal genetik varyans değeri 4.005 olarak tahmin edilmiş ve bu değer tüm modeller arasında en yüksek seviyede gerçekleşmiştir. Diğer modellere ait σ_m^2 değerleri; Model 4'te 2.471, Model 5'te 1.654 ve Model 6'da 1.415 olarak hesaplanmıştır. 90. gün canlı ağırlığı özelliğine yönelik gerçekleştirilen modelleme analizlerinde elde edilen maternal genetik varyans (σ_m^2) değerlerinin, kullanılan modele bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde, Model 3'te maternal genetik varyans değeri 4.005 olarak tahmin edilmiş ve bu değer tüm modeller arasında en yüksek seviyede gerçekleşmiştir. Diğer modellere ait σ_m^2 değerleri; Model 4'te 2.471, Model 5'te 1.654 ve Model 6'da 1.415 olarak hesaplanmıştır.

4.2.3. 90. gün canlı ağırlığı için hata varyansı değerlerinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

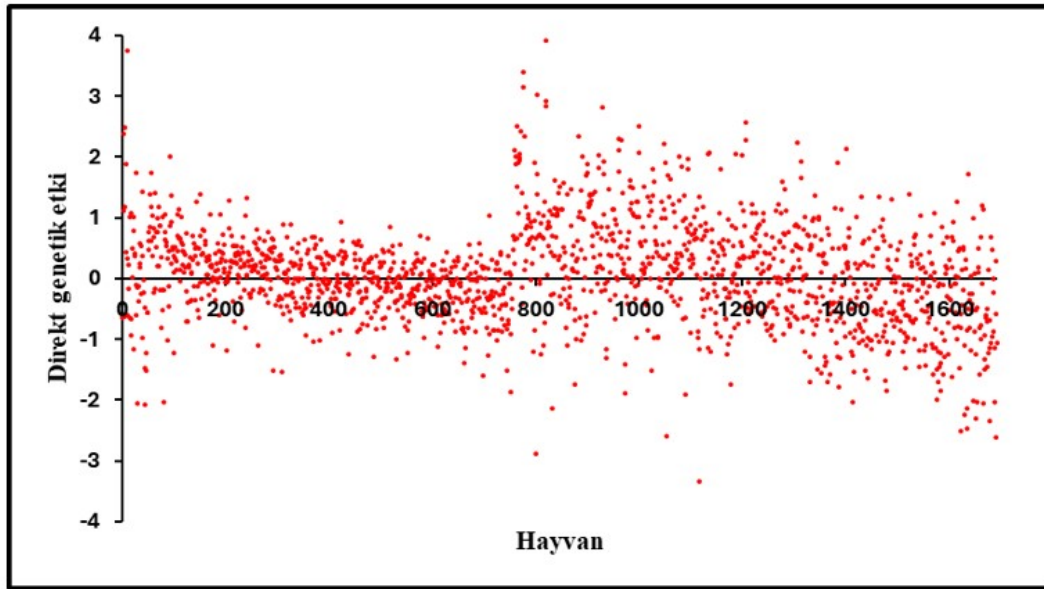
Çalışmada elde edilen bulgulara göre, 90. gün canlı ağırlığına ait hata (tesadüfi çevre) varyansı (σ_e^2) değeri Model 1'de 13.542 ile en yüksek seviyede tahmin edilmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde, Model 2, Model 3, Model 4, Model 5 ve Model 6'da bu değer 11.257 civarında gerçekleştiği görülmektedir.

4.2.4. 90. gün canlı ağırlığı için fenotipik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

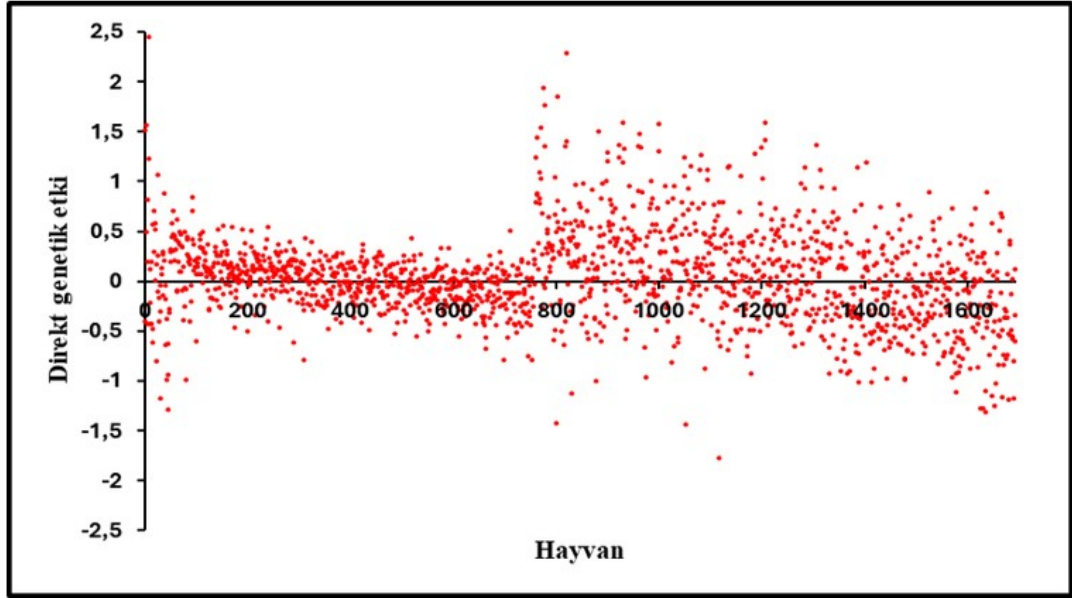
Çalışmada elde edilen bulgulara göre, 90. gün canlı ağırlığına ait fenotipik varyans (σ_p^2) değeri Model 1'de 17.109 olarak tahmin edilmiş ve diğer modellere kıyasla en yüksek değeri vermiştir (Çizelge 4.3). Model 2, Model 3, Model 4, Model 5 ve Model 6'da ise bu değer yaklaşık 17.056 düzeyinde gerçekleşmiştir.

4.2.5. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için doğrudan kalıtım derecesinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

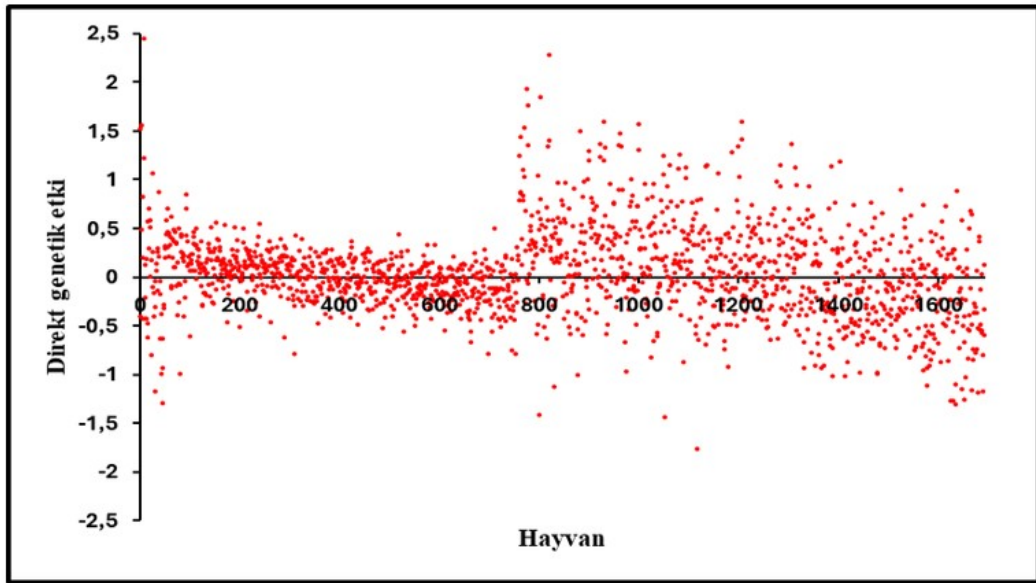
Çizelge 4.3'e göre, 90. gün canlı ağırlığı özelliği için tahmin edilen doğrudan kalıtım derecesi Model 1'de 0.2085 ± 0.0889 ile en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Diğer tüm modellerde (Model 2–Model 6) bu değer 0.1051 olarak tahmin edilmiştir. Maternal genetik ve çevresel etkilerin modele dahil edilmesiyle birlikte doğrudan kalıtım derecesi azalmış ve bu durum, bu etkilerin göz ardı edildiği Model 1'deki tahminin gerçekte olduğundan yüksek olabileceğini göstermektedir. Model 1, Model 2, Model 3 ve Model 5'e ait doğrudan genetik etki tahminlerinin hayvanlara göre dağılımı sırasıyla Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te sunulmuştur



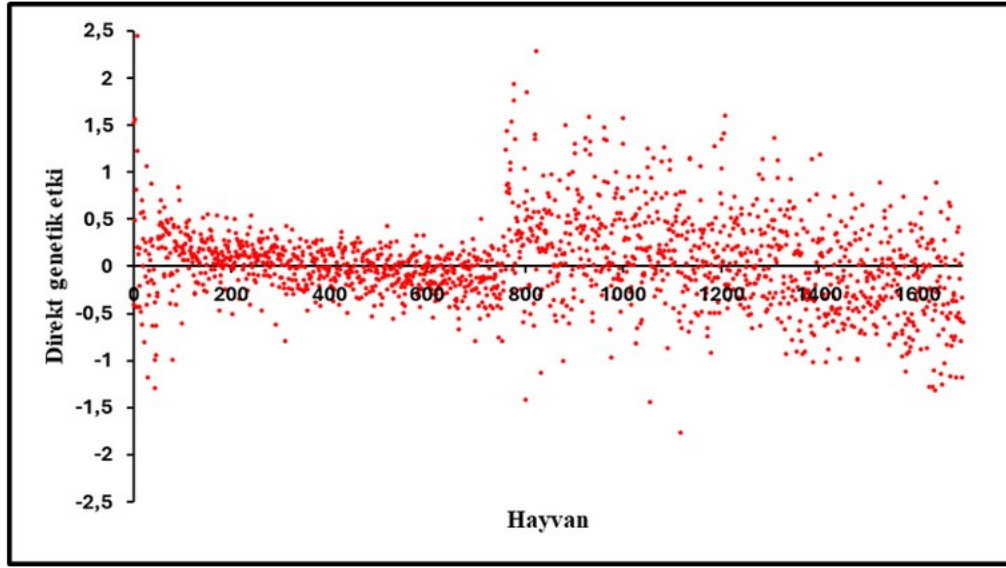
Şekil 4.1. Model 1 için direkt genetik etki grafiği.



Şekil 4.2. Model 2 için direkt genetik etki grafiği



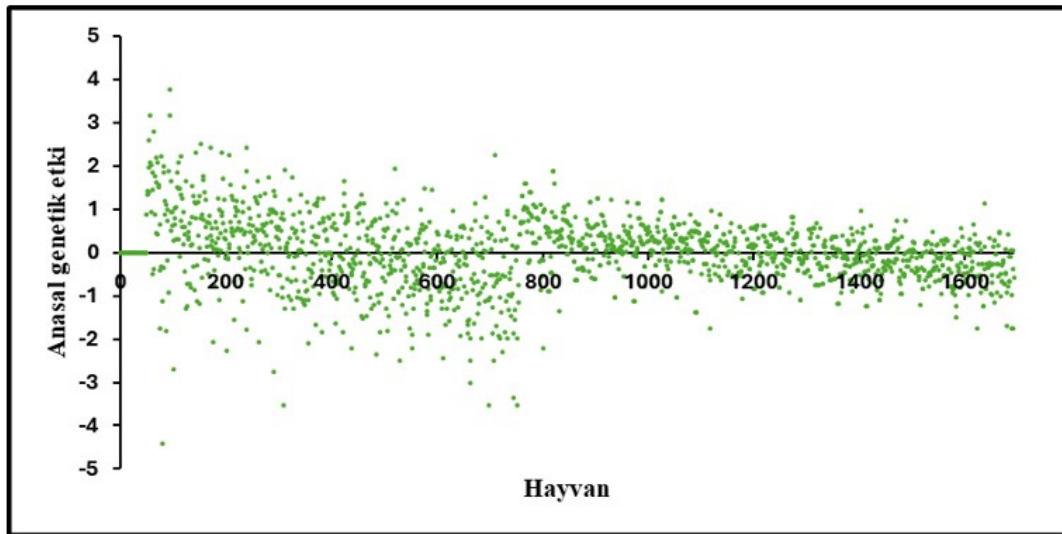
Şekil 4.3. Model 3 için direkt genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) = 0$



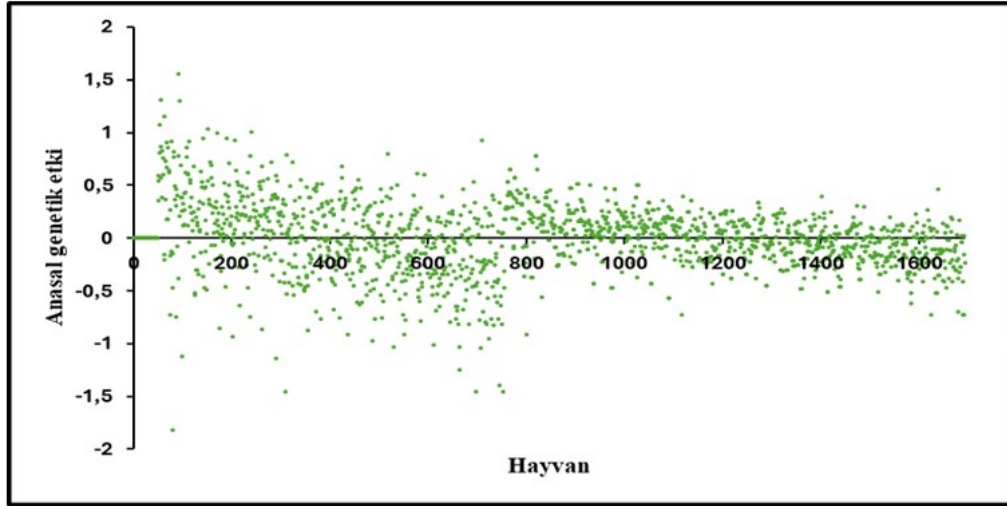
Şekil 4.4. Model 5 için direkt genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) = 0$

4.2.6. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için maternal kalıtım derecesinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

Çizelge 4.3'e göre, 90. gün canlı ağırlığına ait maternal kalıtım derecesi (h^2_m) yalnızca maternal genetik etkilerin modele dahil edildiği modellerde tahmin edilmiştir. Bu kapsamda, Model 3'te h_m 2değeri 0.2348 ± 0.04705 ile en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Diğer modellerde bu değer sırasıyla Model 4'te 0.1449 ± 0.04691 , Model 5'te 0.097 ± 0.04318 ve Model 6'da 0.083 ± 0.03471 olarak tahmin edilmiştir.



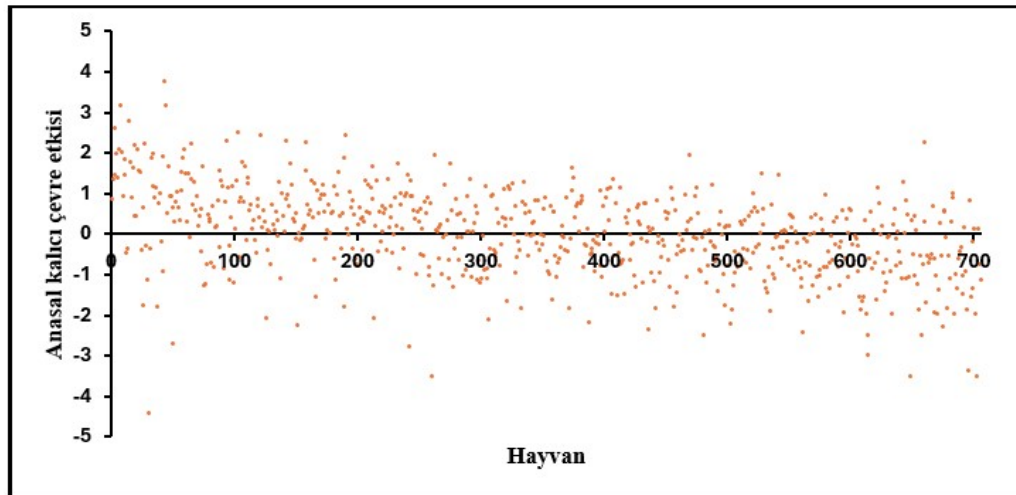
Şekil 4.5. Model 3 için anasal genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) = 0$



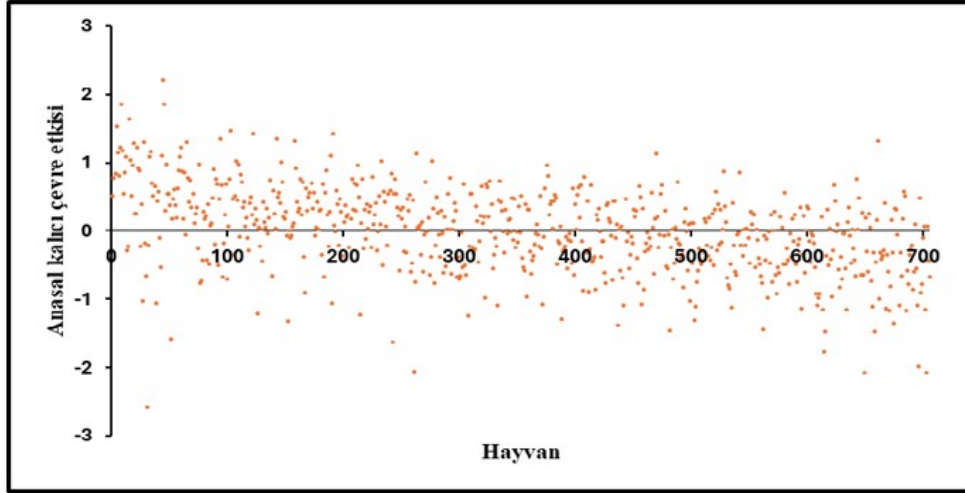
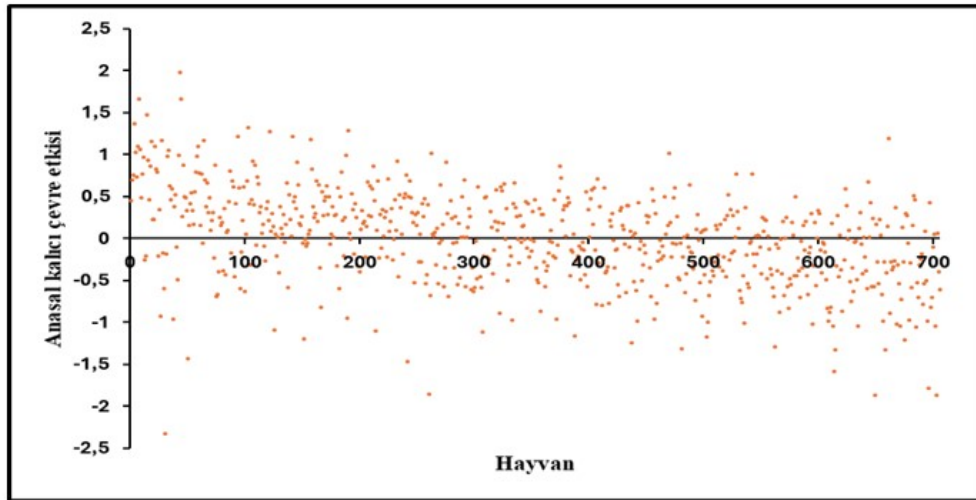
Şekil 4.6. Model 5 için anasal genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) = 0$

4.2.7. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için maternal kalıcı çevresel varyansın farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

Çizelge 4.3'e göre, 90. gün canlı ağırlığına ait anaya bağlı kalıcı çevresel varyansın (σ^2_{pe}) fenotipik varyans içindeki oranı Model 2'de 4.0054, Model 5'te 2.3510 ve Model 6'da 2.1121 olarak hesaplanmıştır. En yüksek oran Model 2'de gözlemlenirken, maternal genetik etkilerin de dahil edildiği Model 5 ve 6'da bu oran daha düşük bulunmuştur. Anaya ait kalıcı çevresel etkilerin hayvanlara göre dağılımı Model 2 için Şekil 4.7, Model 5 için Şekil 4.8 ve Model 6 için Şekil 4.9'da sunulmuştur. Bu bulgular, maternal çevresel etkilerin modelleme yaklaşımına bağlı olarak değiştiğini ve 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkisinin özellikle bazı modellerde belirgin olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.7. Model 2 için anasal kalıcı çevre etkisi grafiği

Şekil 4.8. Model 5 için anasal kalıcı çevre etkisi grafiği, $\text{kov}(a, m) = 0$ Şekil 4.9. Model 6 için anasal kalıcı çevre etkisi grafiği, $\text{kov}(a, m) \neq 0$

4.2.8. 90. gün canlı ağırlığı model karşılaştırmaları: AIC, BIC ve LogL kriterlerine göre değerlendirme

Çizelge 4.3'e göre, 90. gün canlı ağırlığı özelliği için uygulanan altı farklı modelin karşılaştırılmasında AIC, BIC ve LogL kriterlerine dayalı olarak önemli farklar gözlemlenmiştir. Akaike Bilgi Kriteri (AIC) açısından en düşük değer Model 1'de (-1800.2406) elde edilmiş olup, bu model AIC'ye göre en uygun model olarak değerlendirilmiştir. Bayesyen Bilgi Kriteri (BIC) bakımından en düşük değer Model

6'da (-1810.1615) gözlemlenmiş ve BIC kriterine göre en uygun model Model 6 olarak belirlenmiştir. Logaritmik olabilirlik (LogL) değerleri açısından değerlendirildiğinde, Model 2, Model 3, Model 4, Model 5 ve Model 6 aynı LogL değerine sahip olup, bu modeller logaritmik olabilirlik kriterine göre en uygun modeller olarak öne çıkmaktadır. Buna karşılık, Model 1'in LogL değeri daha düşük kalmış ve bu durum, bu modelin veriyi açıklama gücünün diğer modellere kıyasla daha sınırlı olduğunu göstermektedir.

4.2.9. 90. gün canlı ağırlığında doğrudan ve maternal etkiler arasındaki genetik korelasyonun farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

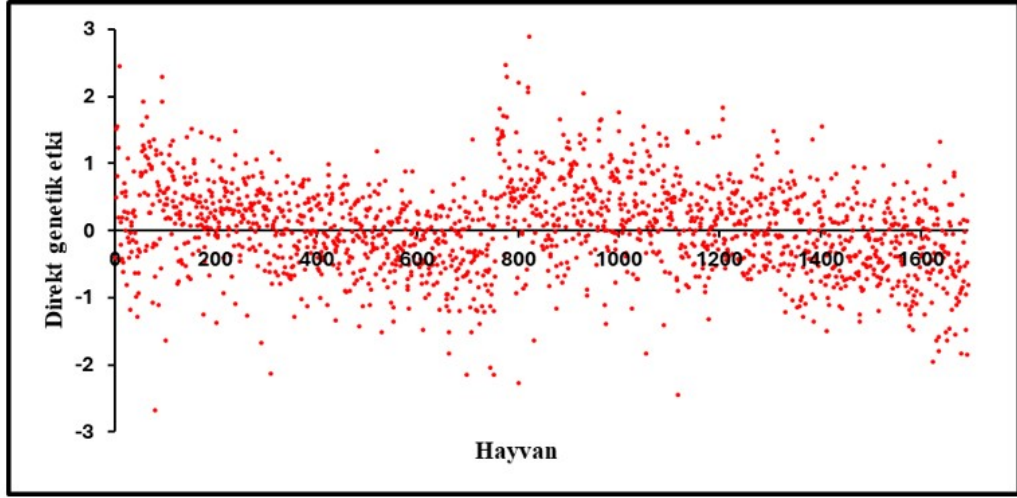
Çizelge 4.3'e göre, 90. gün canlı ağırlığı için doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki genetik korelasyon (r_{am}) değeri, modelleme yaklaşımına bağlı olarak farklılık göstermiştir. Model 4'te bu korelasyon 0.728 ile yüksek pozitif seviyede tahmin edilirken, Model 6'da değer 0.299 olarak daha düşük düzeyde hesaplanmıştır. Bu farklılık, maternal genetik varyans ve kalıcı çevresel etkilerin modele dahil edilme biçiminin, korelasyon tahminlerini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Genel olarak, maternal etkilerin modele dahil edilmesi, doğrudan ve anasal genetik bileşenler arasındaki ilişkinin yönü ve gücü üzerinde belirgin değişimlere yol açmıştır.

4.2.10. 90. gün canlı ağırlığında doğrudan ve maternal etkiler arasındaki genetik kovaryansın farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

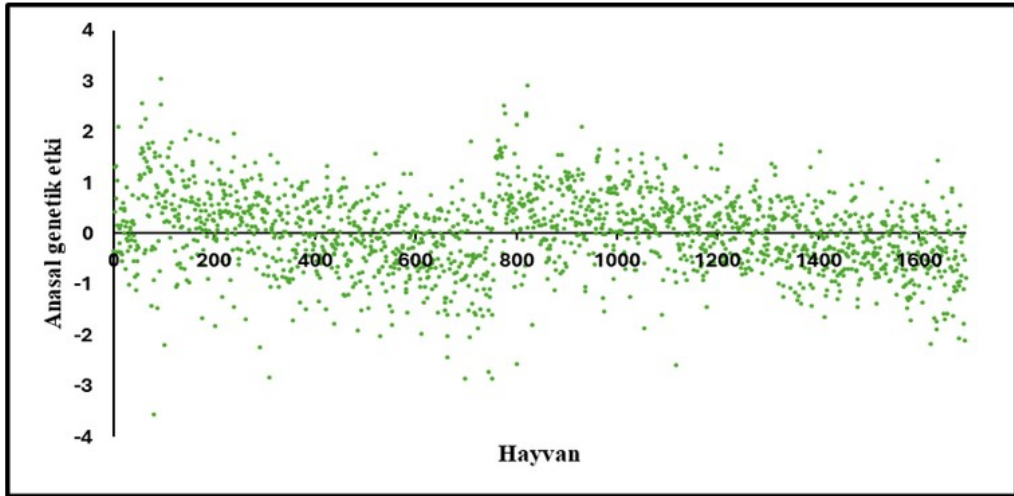
Çizelge 4.3'e göre, 90. gün canlı ağırlığına ait doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans (σ^2_{am}) değeri, modelleme yapısına bağlı olarak farklılık göstermiştir. Model 4'te bu değer 1.5339 olarak tahmin edilmiş ve doğrudan–maternal etkiler arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, Model 6'da kovaryans değeri 0.4779'a düşmüş ve bu durum, iki etki arasındaki ilişkinin zayıfladığını ortaya koymuştur.

Ayrıca, maternal genetik varyans Model 4'te 2.4715, Model 6'da ise 1.4154 olarak hesaplanmıştır. Doğrudan ve maternal genetik etkilerin hayvanlara göre dağılımı; Model 4 için Şekil 4.10 (doğrudan genetik etki) ve Şekil 4.11 (anasal genetik etki), Model 6 için ise Şekil 4.12 (doğrudan genetik etki) ve Şekil 4.13 (anasal genetik etki)'de sunulmuştur. Bu grafikler, genetik etkilerin bireyler arasındaki dağılımını görsel olarak ortaya koymakta ve kovaryans tahminlerini desteklemektedir.

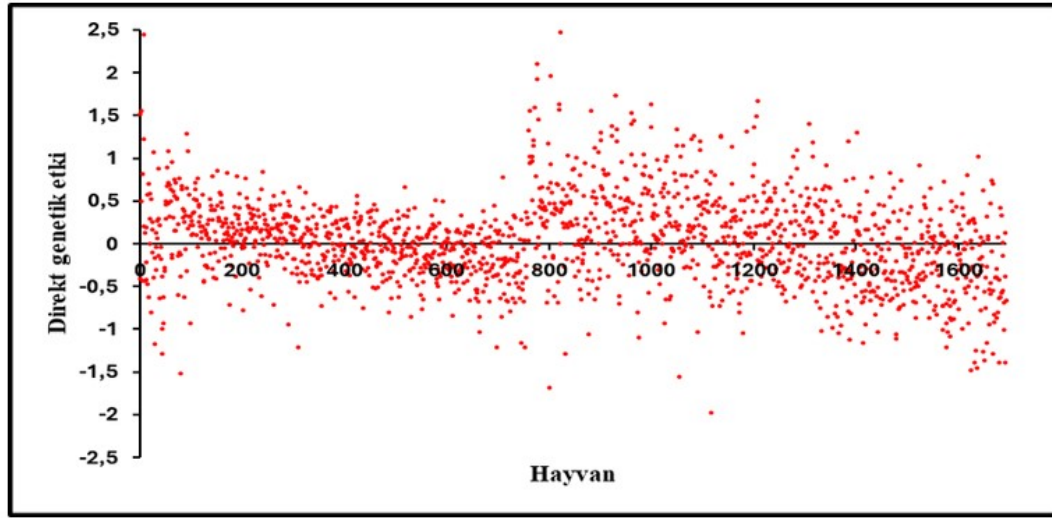
Elde edilen bulgular, modelleme yaklaşımının genetik kovaryans tahminleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ve maternal etkinin seleksiyon stratejilerindeki öneminin, kullanılan modele göre değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymaktadır.



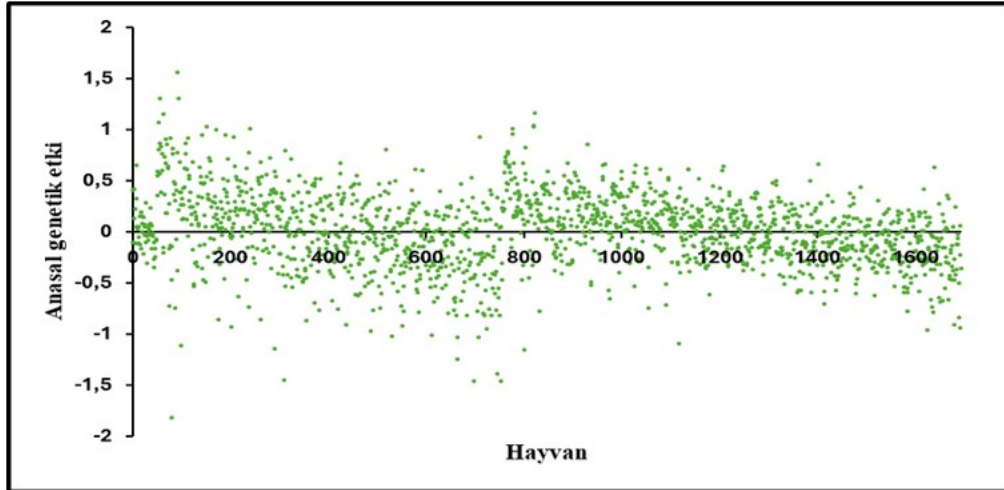
Şekil 4.10. Model 4 için direkt genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) \neq 0$



Şekil 4.11. Model 4 için anasal genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) \neq 0$



Şekil 4.12. Model 6 için direkt genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) \neq 0$



Şekil 4.13. . Model 6 için anasal genetik etki grafiği, $\text{kov}(a, m) \neq 0$

5. TARTIŞMA

5.1. Anne yaşının 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri

Bu çalışmada, ana yaşı ile kuzu canlı ağırlığı arasındaki ilişki değerlendirildiğinde, 2 yaşlı ve ilk doğumunu gerçekleştiren analardan doğan kuzuların, 90. gün itibarıyla en düşük canlı ağırlık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, 4 yaşlı analardan doğan kuzular, en yüksek canlı ağırlık ortalamalarına ulaşmıştır. Bu bulgu, ana yaşının kuzu gelişimi üzerinde belirleyici bir çevresel faktör olduğunu ve genç yaşta doğum yapan koyunların yavrularında, muhtemelen sınırlı maternal deneyim ve fizyolojik yeterlilik nedeniyle büyüme performansının olumsuz etkilenebileceğini göstermektedir.

Elde edilen bu sonuçlar, önceki araştırma bulgularıyla paralellik göstermektedir. Örneğin, Ekiz ve ark. (2004), Türk Merinosu koyunlarında; Hızlı ve ark. (2022) ise İvesi koyunlarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında, ileri yaşlı analardan doğan kuzuların daha yüksek canlı ağırlıklara ulaştığını bildirmiştir. Bu durum, artan ana yaşı ile birlikte yavru bakım yeteneği, süt verimi ve fizyolojik olgunluğun gelişmesi gibi unsurların kuzu büyüme performansını destekleyici yönde etki oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bununla beraber yedi yaşında gebe kalan hayvanlarda 90. gün ağırlığında azalma (Çizelge 4.1) ileri yaştaki annelerde plasental verimliliğin ve metabolik etkinliğin düşmesi gibi fizyolojik nedenlere bağlı olabilir.

5.2. Cinsiyetin 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri

Bu çalışmada, 90. gün canlı ağırlığı bakımından dişi kuzuların, erkek kuzulara kıyasla daha yüksek canlı ağırlık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, cinsiyetin büyüme performansı üzerindeki etkisine işaret etmekte olup, literatürde sıklıkla erkek kuzular lehine bildirilen eğilimin aksine, mevcut çalışmada dişi kuzuların daha avantajlı bir gelişim sergilediğini ortaya koymaktadır. Öte yandan, literatürde cinsiyetin büyüme performansı üzerindeki etkisi genellikle erkek kuzular lehine olacak şekilde rapor edilmiştir. Örneğin, Hızlı ve ark. (2022) tarafından İvesi koyunlarında yürütülen çalışmada, erkek kuzuların doğum ve süttten kesim ağırlıkları bakımından dişi kuzulara göre daha yüksek değerlere ulaştığı bildirilmiştir. Bu çalışmada dişi kuzuların erkeklerden daha yüksek 90. gün canlı ağırlığına sahip olması ikizlik oranının erkek kuzularda daha fazla olması ile açıklanabilir. Çünkü erkek kuzular ikizlik gereği daha düşük doğum ağırlığına sahip olmuş olabilir. Nitekim bu çalışmada tekiz doğumun etki miktarı 0.332 kg iken ikizliğin etkisi -0.332 kg olarak hesaplanmıştır.

Cinsiyetin büyüme performansı üzerindeki etkisi, yalnızca fenotipik düzeyde değil, aynı zamanda genetik analizlerin doğruluğu açısından da önem arz etmekte olup bu nedenle, hayvan ıslahı ve üretim stratejilerinde dikkate alınması gereken temel biyolojik bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

5.3. Doğum tipinin 90. gün canlı ağırlığı üzerindeki etkileri

Bu çalışmada, 90. gün canlı ağırlığı açısından tekiz doğan kuzuların, çoğuz doğan akranlarına kıyasla daha yüksek ağırlıklara sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, doğum tipi ile postnatal büyüme performansı arasındaki ilişkinin önemli olduğunu ve tekiz doğumların bireysel gelişim açısından avantajlı bir çevresel koşul sunduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, literatürde daha önce bildirilen çalışmalarla tutarlılık göstermektedir. Örneğin, Ekiz ve ark. (2004), Türk Merinosu koyunlarında gerçekleştirdikleri çalışmada, tekiz doğan kuzuların sütten kesim ağırlıklarının çoğuz doğanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, Hızlı ve ark. (2022) tarafından İvesi koyunlarında yürütülen çalışmada da, doğum tipinin büyüme performansı üzerindeki etkisi vurgulanmış ve tekiz doğan kuzuların daha yüksek canlı ağırlıklara ulaştığı bildirilmiştir. Bu durum, tekiz yavruların uterus içi gelişim sürecinde daha fazla besin ve oksijen alarak optimal büyüme koşullarına sahip olabileceğini buna karşın ikiz gebeliklerin uterus içi kaynakların paylaşımına bağlı olarak yavruların büyüme potansiyelini sınırlayabileceğini ve bu nedenle 90. gün canlı ağırlığı üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, doğum tipinin ihmal edilemeyecek düzeyde etkili bir çevresel faktör olduğunu ve büyüme özellikleri üzerinde kalıcı fenotipik etkiler oluşturabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, hem genetik değerlendirme modellerinde hem de sürü yönetim stratejilerinde doğum tipinin dikkate alınması, verimlilik artışı ve hayvan refahının sürdürülebilirliği açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

5.4. Modellere göre varyans-kovaryans unsurları ve genetik parametreler

5.4.1. 90. gün canlı ağırlığı için eklemeli genetik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımına göre değişimi

Bu çalışmada elde edilen doğrudan eklemeli genetik varyans (σ^2_a) tahminleri, Ekiz ve ark. (2004) tarafından Türk Merinosu koyunlarında bildirilen değerlerle

genel olarak uyumlu bir düzeyde bulunmuştur. Öte yandan, bu değerler, Hızlı ve ark. (2022) tarafından İvesi koyunlarında rapor edilen doğrudan genetik varyans tahminlerine kıyasla daha yüksek seviyelerde gerçekleşmiştir. Söz konusu farklılığın modelleme sürecinde kullanılan varyans bileşenlerinin yapısı, ırklar arası genetik çeşitlilik, populasyonların seleksiyon geçmişi ve çevresel koşullar gibi etmenlerden kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir.

5.4.2. 90. gün canlı ağırlığı için maternal eklemeli genetik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımına göre değişimi

Model 3'te maternal genetik varyansın en yüksek düzeyde tahmin edilmesi, anneye bağlı genetik etkilerin yavrunun fenotipinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu durum, maternal etkilerin ihmal edilmesinin genetik parametrelerin doğru tahminini engelleyebileceğini ve seleksiyon programlarında yanıltıcı sonuçlara yol açabileceğini düşündürmektedir. Nitekim yüksek maternal genetik varyans, genetik iyileştirme stratejilerinin yalnızca doğrudan genetik varyans temelinde değil, aynı zamanda maternal bileşenler dikkate alınarak planlanmasının önemini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, 90. gün canlı ağırlığı gibi karmaşık karakterlerin genetik analizlerinde maternal etkilerin mutlaka değerlendirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada elde edilen maternal genetik varyans tahminleri, Ekiz ve ark. (2004) tarafından Türk Merinosu koyunlarında bildirilen yüksek değerlere yakınlık göstermektedir. Buna karşılık, Hızlı ve ark. (2022) tarafından İvesi koyunlarında bildirilen daha düşük varyans değerleriyle karşılaştırıldığında, belirgin bir farklılık söz konusudur. Bu durumun, modele dahil edilen varyans bileşenlerinin yapısı, populasyonun genetik altyapısı ve ırklar arası genetik farklılıklar gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.4.3. 90. gün canlı ağırlığı için hata varyansı değerlerinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

Model 1'de hata (tesadüfi çevre) varyansının diğer modellere göre daha yüksek olması, modelin açıklayıcı gücünün sınırlı olabileceğini ve modele dahil edilmeyen genetik veya çevresel faktörlerin varyansın hata bileşenine yansıdığını düşündürmektedir. Diğer modellerde ise hata varyansının benzer düzeylerde ve daha düşük tahmin edilmesi, maternal genetik ve çevresel etkilerin modele dahil edilmesiyle açıklanamayan varyansın azaldığını ve model uyumunun iyileştiğini göstermektedir.

Hata varyansı bakımından, bu çalışmada maternal etkilerin modele dahil edildiği modellerde hata bileşeni düşmüş ve bu durum Ekiz ve ark. (2004) ve Torshizi ve ark. (1996) gibi araştırmalarda da benzer şekilde gözlenmiştir.

5.4.4. 90. gün canlı ağırlığı için fenotipik varyans değerlerinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

Fenotipik varyans açısından ise bu çalışmadaki tahminler, Kushwaha ve ark. (2009) ve Gowane ve ark. (2015) tarafından bildirilen değerlerle benzerlik göstermekle birlikte varyans bileşenlerinin dengeli dağılımı nedeniyle modelleme yaklaşımına göre sınırlı değişkenlik göstermektedir.

5.4.5. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için doğrudan kalıtım derecesinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

Bu çalışmada 90. gün canlı ağırlığı için tahmin edilen doğrudan kalıtım derecesi (0.1051–0.2085), Ekiz ve ark. (2004)'nın Türk Merinosu koyunlarında bildirdiği 0.057 ve Hızlı ve ark. (2022)'nin İvesi koyunlarında rapor ettiği 0.081 değerinden yüksektir. Benzer şekilde, Miraei-Ashtiani ve ark. (2007) tarafından Sangesari koyunlarında 0.17 ± 0.05 , Kushwaha ve ark. (2009) tarafından Chokla koyunlarında 0.18, Jafaroghli ve ark. (2010) tarafından Moghan koyunlarında 0.09, Gowane ve ark. (2010) tarafından Malpura ırkı kuzularında 0.18 ± 0.04 , Barbosa ve ark. (2015) tarafından Santa Ines koyunlarında 0.09 ve Ngere ve ark. (2017) tarafından Katahdin ırkı kuzularda 0.18 ± 0.02 olarak bildirilen değerlerle karşılaştırıldığında, bu çalışmada elde edilen doğrudan kalıtım derecesi tahminlerinin daha yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Bu durum, söz konusu özellik bakımından mevcut popülasyonda genetik ilerleme potansiyelinin görece daha yüksek olabileceğine işaret etmektedir.

Öte yandan, Torshizi ve ark. (1996) tarafından Avustralya Merinosu koyunlarında bildirilen 0.28, Mandal ve ark. (2007) tarafından Muzaffarnagari koyunlarında 0.21, Gamasaee ve ark. (2010) tarafından Mehraban koyunlarında 0.30 ± 0.04 , Kariuki ve ark. (2010) tarafından Dorper ırkı kuzularında 0.28 ± 0.04 , Gowane ve ark. (2015) tarafından Malpura koyunlarında 0.40 ± 0.06 ve Shahdadi ve ark. (2016) tarafından Kourdi koyunlarında 0.28 olarak bildirilen tahminlerle karşılaştırıldığında ise elde edilen değerlerin daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu farklılıkların genetik materyal, ırka özgü varyasyon, çevresel koşullar, bakım-besleme düzeyi ve modelleme yaklaşımlarından kaynaklandığı

değerlendirilmektedir.

5.4.6. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için maternal kalıtım derecesinin farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

Model 3'te en yüksek maternal kalıtım derecesi tahmininin elde edilmesi, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın sıfır kabul edildiği koşullarda, maternal etkilerin yavru performansı üzerindeki genetik katkısını daha güçlü yansıttığını göstermektedir. Model 6'da maternal kalıtım derecesinin düşmesi, modelde doğrudan ve maternal etkilerin birlikte tahmin edilmesinin, varyans bileşenlerinin yeniden dağılımına neden olduğunu göstermektedir. Bu durum, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın pozitif olması nedeniyle, varyans bileşenlerinin birbirini destekleyici bir yapıda paylaşıldığını düşündürmektedir. Ayrıca, maternal genetik etkilerin hayvanlara göre dağılımı Model 3 için Şekil 4.5'te, Model 5 için ise Şekil 4.6'da sunulmuştur. Bu grafikler, maternal genetik etkinin bireysel düzeydeki dağılımını görsel olarak ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, 90. gün canlı ağırlığı için tahmin edilen maternal kalıtım derecesi (0.083- 0.2348), Ekiz ve ark. (2004)'nün Türk Merinosu koyunlarında bildirdiği 0.000–0.083 ve Hızlı ve ark. (2022)'nin İvesi koyunlarında rapor ettiği 0.024–0.081 aralığındaki tahminlere kıyasla daha yüksektir. Benzer şekilde, Mandal ve ark. (2007) tarafından Muzaffarnagari koyunlarında bildirilen 0.02, Miraei-Ashtiari ve ark. (2007) tarafından Sangesari koyunlarında 0.08, Jafaroghli ve ark. (2010) tarafından Moghan koyunlarında 0.06, Gamasaee ve ark. (2010) tarafından Mehraban koyunlarında 0.18 ± 0.03 , Kariuki ve ark. (2010) tarafından Dorper ırkı kuzularında 0.19 ± 0.04 , Shahdadi ve ark. (2016) tarafından Kourdi koyunlarında 0.13, Aksoy ve ark. (2016) tarafından 0.04 ile 0.14 aralığında ve Ngere ve ark. (2017) tarafından Katahdin ırkı kuzularda bildirilen 0.10 ± 0.01 değerlerinden de daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, söz konusu populasyonda anaya bağlı genetik etkinin belirgin olduğunu ortaya koymaktadır.

Öte yandan, Torshizi ve ark. (1996) tarafından Avustralya Merinosu koyunlarında bildirilen 0.41, Barbosa ve ark. (2015) tarafından Santa Ines koyunlarında 0.24 ve Gowane ve ark. (2015) tarafından Malpura koyunlarında tahmin edilen 0.40 ± 0.06 değerleriyle karşılaştırıldığında, bu çalışmada elde edilen maternal kalıtım derecesi daha düşük düzeyde kalmaktadır. Bu farklılıkların, kullanılan populasyonların genetik yapısı, çevresel koşullar ve uygulanan modelleme

yaklaşımlarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.4.7. 90. gün canlı ağırlığı özelliği için maternal kalıcı çevresel varyansın farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

Elde edilen bulgular, literatürde yer alan bazı çalışmalarla örtüşürken, bazılarıyla ise farklılık göstermektedir. Nitekim Ekiz ve ark. (2004) tarafından Türk Merinosu kuzularında yürütülen araştırmada, maternal kalıcı çevresel etkilerin özellikle sütten kesim ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir. Buna karşılık, bu çalışmada tahmin edilen maternal kalıcı çevresel varyans oranları, Ekiz ve ark.'nın raporladığı değerlerden daha yüksek düzeydedir. Öte yandan, Hızlı ve ark. (2022) tarafından İvesi koyunlarında yapılan çalışmada, sütten kesim ağırlığı için maternal kalıcı çevresel varyans sırasıyla 125.67, 62.836 ve 146.055 olarak bildirilmiştir. Bu değerlere kıyasla, bu çalışmada elde edilen tahminlerin daha düşük düzeyde kaldığı görülmektedir. Söz konusu farklılıkların, ırksal varyasyonlar, yaş gruplarına ilişkin fizyolojik farklılıklar, çevresel koşullar ve kullanılan modelleme yaklaşımlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mandal ve ark. (2007), Muzaffarnagari koyunlarında gerçekleştirdikleri çalışmada, maternal kalıcı çevresel etkilerin sütten kesim ağırlığı açısından toplam fenotipik varyansın yaklaşık %11'ini oluşturduğunu rapor etmiştir. Benzer şekilde, Kushwaha ve ark. (2009), Chokla koyunlarında maternal genetik ve maternal kalıcı çevresel etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulmuş ve bu etkilerin fenotipik varyansa katkı oranını %12 olarak tahmin etmiştir. Bu oranlar, mevcut çalışmada elde edilen anasal kalıcı çevresel varyans oranlarının üzerinde seyretmektedir. Bu durum, söz konusu varyans bileşenlerinin düzeylerinin ırka özgü genetik yapı, çevresel koşullar ve değerlendirme dönemi gibi faktörlerden etkilenebileceğini ortaya koymaktadır.

Gowane ve ark. (2010), Malpura ırkı kuzularında maternal kalıcı çevresel etkinin sütten kesim ağırlığı açısından toplam fenotipik varyansın yaklaşık %5'ini oluşturduğunu bildirmiştir. Bu değerler, özellikle doğum ağırlığı açısından bu çalışmada elde edilen tahminlerle karşılaştırıldığında daha yüksek düzeydedir. Benzer şekilde, Aksoy ve ark. (2016) tarafından Karayaka ırkı kuzular üzerinde yürütülen çalışmada da, maternal çevresel etkinin sütten kesim ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu vurgulanmıştır. Öte yandan, Ngere ve ark. (2017), Katahdin ırkı kuzularda maternal kalıcı çevresel etkilerin toplam fenotipik varyansın %4–6'sını oluşturduğunu raporlamış ve bu oranların, bu çalışmada elde edilen varyans oranlarıyla büyük ölçüde örtüştüğü görülmüştür. Ayrıca, Choudhary ve ark.

(2024) tarafından Chokla koyunlarında yürütülen çalışmada, maternal kalıcı çevresel varyansın özellikle erken yaş büyüme özellikleri üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgu, çalışmada incelenen 90. gün canlı ağırlığı gibi erken dönem büyüme özellikleri üzerinde maternal çevresel etkilerin anlamlı düzeyde katkı sağladığını ve bu etkilerin ihmal edilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

5.4.8. 90. gün canlı ağırlığı model karşılaştırmaları: AIC, BIC ve LogL kriterlerine göre değerlendirme

Literatürde, bu çalışmada elde edilen bulguları destekleyen benzer sonuçlara rastlanmaktadır. Örneğin, Hızlı ve ark. (2022) tarafından İvesi koyunlarında gerçekleştirilen çalışmada, doğrudan ve maternal genetik etkileri içeren Model 2; AIC, BIC ve LogL kriterleri açısından en uygun model olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, mevcut çalışmada LogL değerleri bakımından Model 2 ile Model 6 arasında yer alan modellerin benzer şekilde yüksek uyum göstermesiyle örtüşmektedir. Öte yandan, Ekiz ve ark. (2004), Türk Merinosu koyunlarında farklı varyans bileşenlerini içeren modelleri karşılaştırmış ve model yapısına bağlı olarak AIC ile BIC kriterlerinde anlamlı farklılıklar tespit ettiklerini bildirmiştir. Söz konusu bulgular, model yapısının seçim kriterleri üzerindeki etkisinin göz ardı edilemeyecek düzeyde olduğunu ve değerlendirme sürecinde birden fazla kriterin dikkate alınmasının önemini ortaya koymaktadır.

5.4.9. 90. gün canlı ağırlığında doğrudan ve maternal etkiler arasındaki genetik korelasyonun farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

Bu çalışmada, 90. gün canlı ağırlığı için doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki genetik korelasyon, Model 4'te 0.728, Model 6'da ise 0.299 olarak pozitif yönde tahmin edilmiştir. Bu durum, her iki etkinin genetik olarak birlikte artabileceğini ve seleksiyon programlarında eş zamanlı olumlu katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Literatürdeki önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında ise genetik korelasyonun genellikle negatif yönde bildirildiği görülmektedir. Örneğin, Ekiz ve ark. (2004), Türk Merinosu koyunlarında doğrudan ve maternal genetik etkiler arasında yüksek düzeyde negatif korelasyonlar rapor etmiştir. Boujenane ve Kansari (2002), Timahdite koyunlarında bu korelasyonu yaklaşık -0.17 düzeyinde tahmin etmiş, Torshizi ve ark. (1996) ise Avustralya Merinosu koyunlarında korelasyon değerini -0.59 olarak bildirerek güçlü bir negatif ilişki ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Mandal ve ark. (2007), Muzaffarnagari koyunlarında sütten kesim ağırlığı bakımından doğrudan ve maternal genetik etkiler arasında anlamlı düzeyde negatif bir korelasyon saptamıştır.

Bununla birlikte, bazı çalışmalarda doğrudan ve maternal genetik etkiler arasında pozitif yönlü korelasyonlara da rastlanmaktadır. Örneğin, Gamasaee ve ark. (2010), Mehraban koyunlarında çeşitli özellikler arasında pozitif genetik korelasyonlar bildirmiştir. Kariuki ve ark. (2010) ise Dorper ırkı kuzularında doğum ve sütten kesim ağırlığı arasındaki genetik korelasyonu 0.41 olarak tahmin etmiştir. Öte yandan, literatürde yüksek düzeyde negatif korelasyonlar da yaygın olarak rapor edilmiştir. Nitekim, Gowane ve ark. (2015), Malpura koyunlarında doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyonu -0.89 gibi oldukça yüksek ve negatif bir düzeyde tahmin etmiştir. Aksoy ve ark. (2016), Karayaka ırkı kuzularında bu korelasyonu -0.310 ile -0.415 arasında ve istatistiksel olarak anlamlı bulmuştur. Benzer şekilde, Ngere ve ark. (2017), Katahdin ırkı kuzularda sütten kesim ağırlığı için -0.23 düzeyinde negatif bir genetik korelasyon raporlamıştır.

Söz konusu farklılıklar ırklar arasındaki genetik yapı farklılıkları, çevresel faktörler, bakım ve besleme koşulları gibi dış etkenlerin yanı sıra, kullanılan model yapısının (özellikle varyans-kovaryans yapılarının tanımlanma biçimi ve parametrik varsayımlar) tahmin edilen genetik korelasyonlar üzerinde belirleyici etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, bu çalışmada elde edilen pozitif korelasyon değerleri, literatürde sıklıkla bildirilen negatif yönlü bulgularla çelişiyor gibi görünse de, tür, ırk ve modelleme yaklaşımına bağlı varyasyonların doğal bir sonucu olarak değerlendirilmelidir.

5.4.10. 90. gün canlı ağırlığında doğrudan ve maternal etkiler arasındaki genetik kovaryansın farklı modelleme yaklaşımlarına göre değişimi

Bu çalışmada, 90. gün canlı ağırlığına ilişkin analizlerde, doğrudan genetik etki ile maternal genetik etki arasındaki kovaryansın sıfırdan farklı olduğu modellerde, bu iki etki arasında pozitif yönlü bir ilişki saptanmıştır. Elde edilen bulgu, doğrudan ve maternal genetik bileşenlerin birlikte değerlendirilmesinin büyüme performansı üzerinde olumlu ve tamamlayıcı bir genetik etki yaratabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, Torshizi ve ark. (1996) tarafından Avustralya Merinosu koyunlarında yürütülen çalışmada da, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, literatürde doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın negatif yönlü tahmin edildiği çalışmalara da rastlanmaktadır. Örneğin, Ekiz ve ark. (2004), Türk Merinosu kuzularında gerçekleştirdikleri araştırmada, bu kovaryansın negatif yönde olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer

şekilde, Hızlı ve ark. (2022) tarafından İvesi koyunları üzerine yapılan çalışmada, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans değerlerinin -0.003 ile 0.2410 arasında değişkenlik gösterdiği ifade edilmiştir. Ayrıca, Choudhary ve ark. (2024), Chokla koyunlarında yürüttükleri çalışmada, bu iki etki arasında yüksek düzeyde negatif bir kovaryans tahmin ettiklerini belirtmişlerdir.

Söz konusu bulgular, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın yönü ve büyüklüğünün kullanılan populasyonun genetik yapısı, çevresel koşulları, besleme ve yönetim uygulamaları ile uygulanan modelleme yöntemine bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, genetik parametre tahminlerinde kovaryans yapısının dikkate alınması, özellikle seleksiyon stratejilerinin optimize edilmesi ve yan etki risklerinin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışma, Orta Anadolu Merinosu koyunlarında 90. gün canlı ağırlığına ilişkin genetik parametreler ve varyans bileşenlerini inceleyerek, küçükbaş hayvancılık sektörüne yönelik bilimsel temelli değerlendirmeler sunmuştur. Genetik parametrelerin yanı sıra çevresel faktörlerin söz konusu özellik üzerindeki etkileri ayrıntılı biçimde analiz edilmiş ve bu doğrultuda elde edilen bulguların, seleksiyon ve genetik iyileştirme programlarının planlanması ve optimize edilmesi açısından önemli katkılar sağlayabileceği ortaya konmuştur.

Doğrudan kalıtım derecesi tahminleri 0.1051 ile 0.2085; maternal kalıtım derecesi tahminleri ise 0.083 ile 0.2348 arasında değişkenlik göstermiştir. Bu sonuçlar, doğrudan genetik etkilerin orta düzeyde kalıtım derecesine sahip olduğunu, buna karşılık maternal genetik etkilerin yavru büyüme performansı üzerinde kayda değer düzeyde belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, anaya bağlı kalıcı çevresel etkilerin toplam fenotipik varyans içerisindeki önemli payını ortaya koymuş ve bu etkilerin büyüklüğünün, çevresel faktörlerin iyileştirilmesiyle hayvan performansında anlamlı artışlar sağlanabileceğini göstermiştir. Elde edilen bulgular, maternal kalıcı çevresel etkilerin genetik analizlerde göz ardı edilmemesi gerektiğini ve bu etkilerin, genetik ıslah programlarında dikkate alınmasının popülasyon düzeyinde verimliliği artırma açısından kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, seleksiyon stratejilerinin daha doğru tahminlere dayandırılması ve genetik ilerlemenin optimize edilmesi için uygulanabilir ve bilimsel temelli bir yol haritası sunmaktadır.

Çalışmada, 90. gün canlı ağırlığına yönelik modelleme yaklaşımları, kullanılan model karşılaştırma kriterlerine göre farklılık göstermiştir. Akaike Bilgi Kriteri (AIC) dikkate alındığında, en uygun model Model 1 olarak belirlenmiş ve bu modelde doğrudan kalıtım derecesi (h^2_a) tahmini 0.2085 olarak elde edilmiştir. Öte yandan, Bayesyen Bilgi Kriteri (BIC) esas alındığında, Model 6 en uygun model olarak değerlendirilmiş; bu model kapsamında doğrudan kalıtım derecesi (h^2_a) = 0.1051 ve maternal kalıtım derecesi (h^2_m) = 0.083 olarak tahmin edilmiştir. Ayrıca, log-likelihood (LogL) kriterine göre yapılan karşılaştırmalarda Model 2, 3, 4, 5 ve 6, yüksek log-olasılık değerleri ile en uygun modeller arasında yer almıştır.

Çalışma kapsamında, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryansın pozitif yönde ve anlamlı düzeyde tahmin edilmesi, bu iki etkinin birlikte

değerlendirilmesinin genetik analizler açısından gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu durum, seleksiyon programlarında daha doğru tahminler ve etkili genetik iyileştirmeler yapılmasına katkı sağlayacaktır.

Tekiz doğan ve ileri yaşlı analardan gelen kuzuların, büyüme performansında avantajlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, dişi kuzuların erkek kuzulara göre daha yüksek canlı ağırlıklara sahip olması, populasyon yapısı ve çevresel koşullara bağlı farklılıklar çerçevesinde değerlendirilmektedir.

Çalışmada, doğrudan ve maternal genetik etkiler arasındaki genetik korelasyonun pozitif yönde ve anlamlı düzeyde tahmin edilmesi, bu iki etkinin birbirini destekleyici nitelikte olduğunu ve birlikte ele alınmasının genetik değerlendirmelerde daha sağlıklı sonuçlar üreteceğini göstermektedir.

Bu çalışmada, çevresel faktörlerin 90. gün canlı ağırlığı üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğu ve bu faktörlerin aynı zamanda genetik parametre tahminlerini önemli ölçüde etkileyebileceği ortaya konmuştur. Bu bağlamda, çiftliklerdeki yönetim, beslenme ve bakım koşullarının iyileştirilmesi, hem hayvan performansını artıracak hem de genetik tahminlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini yükseltecektir.

Çalışma kapsamında, maternal etkilerin ve eklemeli $\times$ maternal genetik etkileşimin dikkate alındığı modellerin, özellikle doğum ağırlığı gibi özelliklere ait genetik yapının daha doğru ve kapsamlı şekilde açıklanmasına olanak sağladığı görülmektedir.

Yüksek doğrulukla varyans bileşenlerini tahmin etmek amacıyla, analizlerde kullanılan veri kalitesinin artırılması gereklidir. Bu kapsamda, özellikle yeterli sayıda yavru bireyin çalışmaya dâhil edilmesi, verim kayıtlarını tutma süreçlerinde tutarlılığın sağlanması, soy kütüğü bilgilerinin eksiksiz tutulması ve çevresel faktörlerin daha etkin bir şekilde kontrol altına alınması, elde edilen genetik parametre tahminlerinin doğruluğunu ve güvenilirliğini önemli ölçüde artıracaktır.

7. ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, Orta Anadolu Merinosu koyunlarının 90. gün canlı ağırlığına yönelik kalıtsal ve çevresel etmenlerin detaylı biçimde analiz edilmesi sonucunda, küçükbaş hayvancılığın geliştirilmesi adına çeşitli öneriler geliştirilmesine sunmaya olanak sağlamıştır. Öncelikle, doğrudan ve maternal genetik etkilerin canlı ağırlık üzerinde belirleyici rol oynadığı dikkate alındığında, ıslah programlarında her iki etkinin birlikte değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Özellikle maternal kalıtım derecelerinin kayda değer düzeyde olması, sadece bireysel performansa dayalı seleksiyonun yetersiz olabileceğini, ana etkilerinin de dikkate alınması gerektiğini işaret etmektedir.

Çevresel etmenlerin büyüme performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlendiğinden, işletmelerdeki bakım, besleme ve yönetim koşullarının iyileştirilmesi hem hayvan refahını artıracak hem de genetik potansiyelin daha iyi ölçülmesini sağlayacaktır. Bu bağlamda, özellikle doğum öncesi ve sonrası bakım uygulamalarının standardize edilmesi, kuzuların büyümesini olumlu yönde etkileyebilir.

Analizlerde maternal kalıcı çevresel etkilerin ve genetik kovaryansların önemli olduğu belirlenmiştir. Bu durum, modelleme süreçlerinde daha kapsamlı ve çok bileşenli modellerin tercih edilmesini gerekli kılmaktadır. Genetik değerlendirme süreçlerinde yalnızca doğrudan genetik etkilere değil, aynı zamanda maternal kalıcı çevresel etkiler ve genetik etkileşimlere de yer verilmesi, yapılacak seleksiyon çalışmalarında isabeti artıracaktır.

Ayrıca, veri kalitesinin artırılması büyük önem taşımaktadır. Daha doğru varyans unsurları ve kalıtım derecesi tahminleri için soy kütüğü bilgilerinin tam ve eksiksiz tutulması, verim kayıtlarının etkin bir şekilde toplanması ve yeterli sayıda hayvanın değerlendirmeye alınması önerilmektedir. Bu doğrultuda, üreticilerin kayıt tutma bilinci ve becerisi artırılmalı ve destekleyici eğitim programları yaygınlaştırılmalıdır.

Yerli imkanlarla geliştirilen BUGA yazılımının ülke çapında kullanılmasını sağlamak için eğitim programları yaygınlaştırılmalıdır.

Son olarak, seleksiyon stratejilerinde cinsiyet, doğum tipi ve ana yaşı gibi faktörlerin hesaba katılması, popülasyon düzeyinde genetik ilerlemenin daha hızlı ve

etkin gerçekleşmesini sağlayacaktır. Böylece, sürdürülebilir bir küçükbaş hayvancılık mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akaike, H., 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716–723.
- Aksoy, Y., Ulutaş, Z., Şen, U., Şirin, E. ve Şahin, A., 2016. Estimates of genetic parameters for different body weights and muscle and fat depths of Karayaka lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 40(1), 13–20.
- Al-Shorepy, S.A., 2001. Estimates of genetic parameters for direct and maternal effects on birth weight of local sheep in the United Arab Emirates. *Small Ruminant Research*, 39, 219–224.
- Anonim, 2024 a. *KONYA - İklim ve Bitki Örtüsü* .Erişim tarihi: 18.11.2024.
- Anonim, 2024 b. *Orta Anadolu Merinosu - Etçi Koyun Irkları - Et ve Süt Kurumu*. Erişim tarihi: 18.11.2024.
- Aydın, R., 2001. *Koyun ve keçicilik*. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü. Çiftçi eğitim ve yayım seri no: 28.
- Barbosa, L. T., Santos, G. D. E. B., Muniz, E. N., Azevedo, H. C., and Fagundes, J. L. ,2015. Genetic parameters for growth traits of Santa Ines sheep. *Revista Caatinga*, 28(4), 211–216.
- Behrem, S., 2021. Estimation of genetic parameters for pre-weaning growth traits in Central Anatolian Merino sheep. *Small Ruminant Research*, 198, 106320.
- Boujenane, I. ve Kansari, J., 2002. Estimates of (co)variance due to direct and maternal effects for body weights in Timahdite sheep. *Animal Science*, 74(3), 409–414.
- Bradford, G. E., 1972. The role of maternal effects in animal breeding. VII. Maternal effects in sheep. *Journal of Animal Science*, 35(5), 1324–1334.
- Ceyhan, A., Torun, O., ve Erdoğan, İ., 2004. İmroz, Kıvırcık ve Merinos yerli koyun ırklarının verim performansları. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 11–20.
- Choudhary, G., Pannu, U., Narula, H. K., Gowane, G., Chopra, A., Poonia, N. K., ve Nehara, M., 2021. Estimates of maternal effect and (co)variance components for body weight at different ages by animal model in Chokla sheep. *International Journal of Agricultural Sciences*, 17(1), 1–8.
- Çelikeloglu, K. ve Tekerli, M., 2014. The importance of maternal effect in sheep breeding. *Journal of Bahri Dagdas Animal Research*, 1(1-2), 29–32.
- Duru, S. ve 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.
- Ekiz, B., Özcan, M., Yılmaz, A. ve Ceyhan, A., 2004. Estimates of genetic parameters for direct and maternal effects with six different models on birth and weaning weights of Turkish Merino lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 383–389

- Falconer, D. S., 1965. Maternal effects and selection response. In S. J. Geerts (Ed.), *Genetics today: Proceedings of the eleventh international congress of genetics* (pp. 763–774).
- Gamasae, V. A., Hafezian, S. H., Ahmadi, A., Baneh, H., Farhadi, A., and Mohamadi, A., 2010. Estimation of genetic parameters for body weight at different ages in Mehraban sheep. *African Journal of Biotechnology*, 9(32), 5218–5223.
- Gowane, G. R., Prince, L. L. L., Lopes, F. B., Paswan, C., & Sharma, R. C., 2015. Genetic and phenotypic parameter estimates of live weight and daily gain traits in Malpura sheep using Bayesian approach. *Small Ruminant Research*, 128, 10–18.
- Gowane, G.R., Chopra, A., Prakash, V. ve Arora, A.L., 2010. Estimates of (co)variance components and genetic parameters for body weights and first greasy fleece weight in Malpura sheep. *Livestock Science*, 131, 94–101.
- Hızlı, H., Takma, Ç. ve Yazgan, E. 2022. Comparison of different models for estimation of direct and maternal genetic parameters on body weights in Awassi sheep. *Archives of Animal Breeding*, 65, 121–128.
- Hohenboken, W. D., 1985. Maternal effects. In A. B. Chapman (Ed.), *General and quantitative genetics* (pp. 135–149).
- Jafaroglu, M., Rashidi, A., Mokhtari, M. S., ve Shadparvar, A. A., 2010. (Co)variance components and genetic parameter estimates for growth traits in Moghani sheep. *Small Ruminant Research*, 91(2-3), 170–177.
- Kariuki, C. M., Ilatsia, E. D., Kosgey, I. S. ve Kahi, A. K., 2010. Direct and maternal (co)variance components, genetic parameters and annual trends for growth traits of Dorper sheep in semi-arid Kenya. *Tropical Animal Health and Production*, 42(3), 473–481.
- Kirkpatrick, M., Lande, R., 1989. The evolution of maternal characters. *Evolution*, 43(3), 485–503.
- Koyuncu, M. and Duru, S., 2009. Estimates of (co)variance components for direct and maternal effects on birth weight of Karacabey Merino lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 33(3), 235–240.
- Kumlu, S., 2003. *Hayvan ıslahı* (Genişletilmiş ve düzeltilmiş 2. baskı). Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayınları No: 1. Ankara, s. 296.
- Kushwaha, B. P., Mandal, A., Arora, A. L., Kumar, R., Kumar, S., ve Notter, D. R., 2009. Direct and maternal (co)variance components and heritability estimates for body weights in Chokla sheep. *Animal Genetics*, 40(6), 755–761.
- Ligda, CH., G. Gavriilidis, TH. Papodopoulos ve A. Georgoudis., 2000. Investigation of direct and maternal genetic effects on birth and weaning weight of Chios lambs. *Livestock Production Science*, 67, 75–80.
- Mandal, A., Neser, F.W.C., Rout, P.K., Roy, R. ve Notter, D.R., 2007. Genetic

- parameters for direct and maternal effects on body weights of Muzaffarnagari sheep. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. Published online March 9, 2007.
- 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.
- Meyer, K., 1997. Estimates of genetic parameters for weaning weight of beef cattle accounting for direct–maternal environmental covariances. *Livestock Production Science*, 52(3), 187–199.
- 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.
- Meyer, K., 2007. WOMBAT—A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*. 8(11):815-82.
- Miraei-Ashtiani, S.R., Seyedalain, S.A.R. ve Shahrababak, M.M., 2007. Variance components and heritabilities for body weight traits in Sangsari sheep, using univariate and multivariate animal models. *Small Ruminant Research*, 73, 109–114.
- Mrode, R.A., 1996. Linear models for the prediction of animal breeding values. In *CAB International* (pp. 100–106). Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK. ISBN 0 85198 996 9.
- Mueller, J.P. ve 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.
- Nemutandani, K. R., Snyman, M. A., Olivier, W. J., ve Visser, C., 2019. Estimation of genetic parameters and comparison of breeding values for body weight with different models in a South African Merino stud. *Small Ruminant Research*, 178, 1–8.
- Ngere, L., Burke, J. M., Notter, D. R., ve Morgan, J. L. M., 2017. Variance components for direct and maternal effects on body weights of Katahdin lambs. *Journal of Animal Science*, 95(8), 3396–3405.
- Özder, M., 2009. Hayvansal üretimde koyunculuk. *Türkiye’de Koyun Yetiştiriciliği Sempozyumu*. (40-58). Ankara Üniversitesi Basım Evi.
- Riska, B., Rutledge, J. J. ve 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.
- Robinson, G. K., 1995. Variance components estimation. *Biometrics*, 51(1), 1–15.
- Saatci, M., Omed, H., A. P. ve Dewi, I., 2006. Genetic parameters from univariate and bivariate analyses of egg and weight traits in Japanese quail. *Poultry*

Science, 85(2), 185–190.

- Schuler, L. N. ve Mielenz, S. HEMPEL., 1998. Asymmetry of the selection responses in performance traits of Japanese quails. In *Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* (pp. 101–104). University of New England.
- Schwarz, G., 1978. Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics*, 6, 461–464.
- Sezenler, T., 2022. *Kıvırcık koyunlarına ait bazı verim özelliklerinin fenotipik ve genetik parametrelerinin tahmini*. [Doktora tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Shahdadi, A. R., and Saghi, D. A., 2016. Estimating genetic parameters of body weight traits in Kourdi sheep. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 6(3), 657–663.
- Siegel, P. B., ve Dunnington, E. A., 1997. Genetic selection strategies in population genetics. *Poultry Science*, 76(6), 1062–1065.
- Tekin, M. E. ,1991. *Türk Merinosu ve Lincoln x Türk Merinosu (F1) melezi kuzuların büyüme, besi ve karkas özelliklerinin karşılaştırılması*. [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Torshizi, R.V., Nicolas, F.W. ve Raadsma, H.W., 1996. REML estimates of variance and covariance components for production traits in Australian Merino sheep, using an animal model. 1. Body weight from birth to 22 months. *Australian Journal of Agricultural Research*, 47(8), 1235–1249.
- TÜİK 2024. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvancilik-Istatistikleri-Haziran-2024-53811> Erişim tarihi: 10.05.2025.
- Wang Y, Liu Q., 2006. Comparison of Akaike Information Criteria (AIC) and Bayesian Information Criteria (BIC) in selection of stock-recruitment relationships. *Fisheries Research*, 77, 220–225.
- Yazgan, K., and Soysal, M. İ., 2023. Possibilities of using “BUGA” named software for breeding value estimation of Anatolian water buffalo population of Istanbul. *Livestock Studies*, 63(2), 80–86. <https://doi.org/10.46897/livestockstudies.1416498>