



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

VETERİNERLİK ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**ORTA ANADOLU MERİ NOSU KOYUNLARINDA VERİM
ÖZELLİKLERİNİN GENETİK İLERLEMESİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Derya DEMİR**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Sedat BEHREM**

AKSARAY-2025



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

VETERİNERLİK ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**ORTA ANADOLU MERİ NOSU KOYUNLARINDA VERİM
ÖZELLİKLERİNİN GENETİK İLERLEMESİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Derya DEMİR**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Sedat BEHREM**

**İKİNCİ DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Yunus ARZİK**

AKSARAY-2025

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ONAY FORMU

Veterinerlik Zootekni Anabilim Dalı

**ORTA ANADOLU MERİNO SU KOYUNLARINDA VERİM
ÖZELLİKLERİNİN GENETİK İLERLEMESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Derya DEMİR

Tez Savunma Tarihi: 16.12.2025	İmza
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sedat BEHREM (Aksaray Üniversitesi)	
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Sabri GÜL (Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi)	
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Sedat BEHREM (Aksaray Üniversitesi)	
Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Tamer KAYAR (Aksaray Üniversitesi)	

Onay

Bu çalışma yukarıda jüri tarafından **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Funda ÇETİNKAYA

Enstitü Müdürü

Yüksek Lisans Tezi

Aralık-2025

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ DOĞRULUK BEYANI DİLEKÇESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Enstitünüze bağlı Veterinerlik Zootečni Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programında Doç. Dr. Sedat BEHREM danışmanlığında hazırlamış olduğum “Orta Anadolu Merinosu Koyunlarında Verim Özelliklerinin Genetik İlerlemesinin Değerlendirilmesi” isimli tezim deki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sorumluluğun tarafıma ait olduğunu kabul ve beyan ederim.

Orta Anadolu Merinosu Koyunlarında Verim Özelliklerinin Genetik İlerlemesinin Değerlendirilmesi Yüksek lisans tezinin içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm. Beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

.../.../2025

Derya DEMİR

İmza

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Türkiye’de Koyun Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu	6
2.2. Türkiye’de Orta Anadolu Merinosu Yetiştiriciliği.....	11
2.3. Literatür Bilgileri.....	15
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	27
3.1. Hayvan Materyali ve Yetiştirme Koşulları	27
3.2. Popülasyonun Demografik Yapısı.....	27
3.3. İstatistiksel Analiz	29
3.3.1. Ön İstatistiksel Analizler	29
3.3.2. Kovaryans Bileşenlerinin Tahmini	30
3.3.3. Yakınsama Kriterleri ve Model Uygunluğu	32
3.3.4. Parametre Tahmin Yöntemleri	32
3.3.5. Genetik Trend Analizi	32
4. BULGULAR	33
4.1. Özelliklerin Tanımlayıcı İstatistikleri	33
4.2. Pedigri Yapısı ve Soy Bilgisi Kalitesi.....	33
4.3. Genetik Parametreler	35
4.3.1. Varyans Bileşenleri ve Kalıtım Dereceleri	35
4.3.2. Genetik Korelasyonlar	36
4.3.3. Fenotipik Korelasyonlar	36
4.4. Genetik Trend Analizi	37
4.5. Kümülatif Genetik Kazanç	39
5. TARTIŞMA	42
5.1. Genetik Parametre Tahminleri	42
5.2. Genetik Trendler ve Genetik Kazanç	43
5.3. Seleksiyon Stratejisi Açısından Güçlü ve Problemlı Özelliklerin Değerlendirilmesi.....	44
5.4. Seleksiyon Stratejisinin Lokomotifı: Büyüme Özellikleri	44
5.5. Seleksiyon Stratejisindeki Kritik Açık: Kleiber Oranı	45
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
KAYNAKLAR	49
EKLER	58
Ek-1. Hayvan Deneyleri Etik Kurul Kararı	58

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman yanımda olarak bilgi, birikim ve deneyimiyle bana yol gösteren; insani ve ahlaki değerleriyle örnek aldığım, yanında çalışmaktan büyük bir onur duyduğum değerli danışmanım Doç. Dr. Sedat BEHREM'e, tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü, anlayış ve sabır için en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca ikinci danışmanım olarak katkılarını esirgemeyen, Aksaray Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı Başkanlığı bünyesindeki kıymetli hocam Dr. Yunus ARZİK'a teşekkür ederim.

Bu çalışmada, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından yürütülen *Halk Elinde Hayvan Islahı Ülkesel Projesi* kapsamında elde edilen veriler kullanılmış olup, veri paylaşımı için TAGEM'e teşekkür ederim. Bu süreç boyunca bana daima güvenen, destek olan, sabır ve sevgisini esirgemeyen canım eşim Mehmet DEMİR, oğlum Mehmet Aras DEMİR ve kızım Nehir DEMİR'e yürekten teşekkür ederim.

Derya DEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORTA ANADOLU MERİNOSU KOYUNLARINDA VERİM ÖZELLİKLERİNİN GENETİK İLERLEMESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Derya DEMİR

Aksaray Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Veterinerlik Zootekni Anabilim Dalı

Danışman Doç. Dr. Sedat BEHREM

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yunus ARZİK

ÖZET

Bu çalışmada, Orta Anadolu Merinosu (OAM) koyunlarında temel büyüme ve verimlilik özelliklerine ait genetik parametreler, eğilimler ve kazanımlar; on yıllık performans ve soy kütüğü kayıtları (2013–2023; $n = 13.920$) kullanılarak nicel olarak değerlendirilmiştir. İncelenen özellikler doğum ağırlığı (DA), sütten kesim ağırlığı (SKA), günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) ve Kleiber oranı (KO) olmuştur. Veri temizliği ve soy kütüğü doğrulamasının ardından, varyans ve kovaryans bileşenleri; doğrudan ve ana kaynaklı eklemeli genetik etkileri içeren çok değişkenli hayvan modelleriyle, REML yöntemi (WOMBAT yazılımı) kullanılarak tahmin edilmiştir. Sabit etkiler (yıl, cinsiyet, doğum tipi ve ana yaşı) R programında belirlenmiştir.

Kalıtım derecesi (h^2) tahminleri, özelliklerin orta düzeyde genetik kontrol altında olduğunu göstermiştir (DA = 0,408; SKA = 0,365; GCAA = 0,366; KO = 0,385). Ana kaynaklı varyans tüm özelliklerde anlamlı bulunmuş, özellikle KO için doğrudan genetik varyansla karşılaştırılabilir düzeyde gerçekleşerek maternal etkilerin önemini ortaya koymuştur. Genetik korelasyonlar, SKA ile GCAA arasında çok güçlü pozitif bir ilişki ($r_a = 0,994$) bulunduğunu; KO'nun ise hem SKA (0,674) hem de GCAA (0,685) ile orta-yüksek düzeyde ilişkili olduğunu göstermiştir. DA'nın doğum sonrası özelliklerle zayıf ve hafif negatif korelasyonlar sergilemesi, farklı genetik kontrol mekanizmalarına işaret etmektedir.

Genetik eğilimler, özellikle 2015 yılından sonra belirgin pozitif artış göstermiştir. 2013–2023 döneminde toplam genetik ilerleme SKA (+0,401 kg; +0,040 kg·yıl⁻¹) ve GCAA (+0,051 kg; +0,005 kg·yıl⁻¹) için olumlu bulunurken, KO'da azalma ve DA'da hafif bir düşüş gözlenmiştir. Sonuç olarak, SKA ve GCAA'ya pozitif, KO'ya ise dengeleyici ağırlık veren çoklu özellik seleksiyon indeksi; OAM sürülerinde uzun vadeli genetik, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği artırabilir.

Anahtar Kelimeler: Büyüme Özellikleri, Genetik Eğilim, Genetik Kazanım, Genetik Parametreler, Orta Anadolu Merinosu.

M.Sc. THESIS

GENETIC TREND ANALYSIS OF PERFORMANCE TRAITS IN CENTRAL ANATOLIAN MERİNO SHEEP

Derya DEMİR

**Aksaray University
Graduate School of Health Sciences
Department of Animal Science**

Supervisor Assoc. Prof. Dr. Sedat BEHREM

Co-Supervisor: Asst. Prof. Dr. Yunus ARZİK

ABSTRACT

This study presents a quantitative assessment of genetic parameters, trends, and gains for growth and productivity traits in Central Anatolian Merino (CAM) sheep, utilizing performance and pedigree records spanning a decade (2013–2023; $n = 13,920$). The evaluated traits included birth weight (BW), weaning weight (WW), average daily gain (ADG), and Kleiber ratio (KR). Variance and covariance components were estimated using multivariate animal models incorporating direct and maternal additive genetic effects via the REML method (WOMBAT software). Heritability (h^2) estimates indicated moderate genetic control (BW=0.408; WW=0.365; ADG=0.366; KR=0.385). Maternal variance was significant across all traits, particularly for KR, where it was comparable to direct genetic variance, highlighting the critical role of maternal effects. Genetic correlations revealed a very strong positive relationship between WW and ADG ($r_a = 0.994$), whereas BW exhibited weak and slightly negative correlations with postnatal traits. Genetic trends showed a marked positive trajectory after 2015. Between 2013 and 2023, total genetic progress for WW (+0.401 kg) and ADG (+0.051 kg) was favorable, while KR and BW experienced slight declines. In conclusion, the implementation of a multi-trait selection index—favoring WW and ADG while maintaining a stabilizing weight for KR—could significantly enhance the long-term genetic, economic, and environmental sustainability of CAM flocks.

Keywords: Growth Traits, Genetic Trend, Genetic Gain, Genetic Parameters, Central Anatolian Merino.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CBBP	Topluluk Temelli Islah Programı
DA	Doğum Ağırlığı
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GCAA	Günlük Canlı Ağırlık Artışı
KO	Kleiber Oranı
OKDA	Ortalama Kuzu Doğum Ağırlığı
OSKA	Ortalama Sütten Kesim Ağırlığı
SKA	Sütten Kesim Ağırlığı
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TKDA	Toplam Kuzu Doğum Ağırlığı
TSKA	Toplam Sütten Kesim Ağırlığı
TSKKS	Toplam Sütten Kesilen Kuzu Sayısı
VK	Varyasyon katsayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.1. Türkiye’de bölgelere göre koyun varlığının dağılımı	10
Şekil 4.4.1. Yıllık ortalama DDT trendleri	37
Şekil 4.5.1. Yıllar bazında kümülatif genetik kazanç	39
Şekil 4.5.2. Yıllık genetik kazanç	40



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1.1	Yıllara göre Türkiye’de koyun popülasyonu ve yapağı üretimi.....	7
Tablo 2.1.2	Yıllara göre Türkiye’de koyunların kesim sayısı, et üretimi miktarı ve toplam kırmızı et üretimi içerisindeki payı.....	8
Tablo 2.1.3	Türkiye’de Yetiştirilen Koyun Irklarının Kuyruk Yapısı, Yaygın Yetiştirildiği Bölgeler ve Verim Yönlerine Göre Sınıflandırılması	9
Tablo 3.2.1	Çalışmada Kullanılan Hayvanların Yıllara Göre Dağılımı	28
Tablo 3.2.2	Popülasyonun Cinsiyet ve Doğum Tipi Dağılımı	28
Tablo 4.1.1	Özelliklere Ait Tanımlayıcı İstatistikler	33
Tablo 4.2.1	Çalışmada kullanılan hayvanlara ait soyağacı yapısına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.	34
Tablo 4.3.1.1	Varyans Bileşenleri ve Direkt Genetik Kalıtım Dereceleri	35
Tablo 4.3.2.1	Genetik Korelasyonlar (Üst Üçgen)	36
Tablo 4.3.3.1	Fenotipik Korelasyonlar (Alt Üçgen)	36
Tablo 4.4.1.	Yıllara Göre Kantitatif Özelliklerin Ortalama Damızlık Değerleri Tahmini (DDT) ve Standart Sapmaları	38
Tablo 4.5.1	2013-2023 Dönemi Kantitatif Özelliklerdeki Genetik Kazanç Özeti .	41

1. GİRİŞ

Küçükbaş hayvancılık, insanlık tarihi boyunca temel gıda kaynağı olmasının yanı sıra kırsal yaşamın sürdürülebilirliğini sağlayan önemli bir ekonomik faaliyet alanı olmuştur. Bu kapsamda koyun yetiştiriciliği, sunduğu çok yönlü ürün potansiyeli sayesinde tarımsal üretim sistemlerinin vazgeçilmez bileşenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Koyunların zorlu iklimsel ve çevresel koşullara karşı sergilediği üstün adaptasyon yeteneği, düşük nitelikli mera alanlarını değerlendirebilme kapasitesi ve zengin genetik varyasyona sahip yerli ırk profili, özellikle kurak ve yarı kurak ekosistemlerde bu türü stratejik bir hayvan modeli konumuna getirmiştir. Koyun yetiştiriciliği, dünya genelinde tüketilen kırmızı etin önemli bir kaynağıdır. Sığır yetiştiriciliğiyle karşılaştırıldığında, koyunlar yüksek adaptasyon yetenekleri ve kıt yem kaynaklarıyla yaşamlarını sürdürebilme kapasiteleri sayesinde avantajlı bir konuma sahiptir (Joy ve ark., 2020). Koyunlar, dünyanın en zorlu ve kurak arazileri dâhil olmak üzere çok çeşitli coğrafi alanlara yayılmıştır. Erken evcilleştirilmiş atalarından türeyen 1200'den fazla ırk geliştirilmiş ve bu ırklar, et, süt ve yün gibi çeşitli kaynakları sağlamak üzere seçici olarak yetiştirilmiştir (Scherf ve Pilling, 2015; Taberlet vd., 2011).

Artan dünya nüfusu, ülkeleri gelecekte gıda güvenliğini sağlama konusunda zorlayabilecek potansiyele sahiptir. Bu nedenle tarım ve hayvancılık faaliyetleri, ülkelerin gıda sürdürülebilirliği politikaları açısından büyük önem taşımaktadır. İnsan beslenmesinde temel olan besin kaynaklarının büyük bir kısmı et ve süt gibi hayvansal ürünlerden oluşmaktadır (Gül vd., 2020; Mondal ve Reddy, 2017). Günümüzdeki hayvansal genetik kaynaklar, koyunlar da dâhil olmak üzere gıda güvenliğinin temel taşlarından biri olup yaklaşık 1,3 milyar insanın geçim kaynağına katkıda bulunmaktadır (World Bank, 2021).

Türkiye, farklı coğrafi ve iklim şartlarına sahip olması sebebiyle çevresel koşullara uyum sağlamış çok sayıda yerli koyun ırkına sahiptir. Ayrıca bazı verim özelliklerine göre geliştirilmiş olan melez genotipler de mevcuttur. Çeşitli bölgelere yayılmış yetiştiriciliği yapılan koyun ırkları arasında yağlı kuyruklu ırklar olan Akkaraman, Morkaraman ve İvesi ile ince kuyruklu ırklar olan Orta Anadolu Merinosu, Kıvırcık ve Karayaka öne çıkmaktadır (Şirin vd., 2017). Bu çeşitliliğe rağmen, Türkiye'de hayvan başına verim düşüklüğü nedeniyle et arzında zaman zaman yetersizlik riski

bulunmaktadır. Bu nedenle hayvansal üretimde verimliliğin ve üretim etkinliğinin artırılması, gıda arz güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır (Biçer vd., 2019; Yardımcı ve Özbeyaz, 2001).

Türkiye, 41 yerli ve çok sayıda melezleme çalışması ile elde edilmiş koyun ırkı ile yaklaşık 42 milyon başlık koyun varlığı sayesinde dünyadaki en büyük ilk on ülke arasında yer almakta; Avrupa'da ise ilk sırada bulunmaktadır (FAO, 2022a; FAO, 2022b). Türkiye'de Cumhuriyetin ilanı ile birlikte koyunculüğün modern temellere oturtulması amacıyla başlatılan sistematik ıslah çalışmaları, öncelikli olarak dokuma sanayisinin kaliteli hammadde ihtiyacını karşılamak üzere yapağı verimi ve kalitesinin artırılmasına odaklanmıştır (Sönmez vd., 2009; Yalçın, 1986). Bu doğrultuda, yüksek yapağı kalitesi ve et verimiyle öne çıkan Alman Et Merinosu'nun yerli ırklarla planlı melezlenmesi yoluyla hem et hem de yapağı üretimini artırma amacı güdülmüş; kombine verim özelliğine sahip Merinos kökenli melez ırklar geliştirilmiştir (Behrem, 2021; Çolakoğlu ve Özbeyaz, 1999).

Karacabey Merinosu, Anadolu Merinosu, Ramlıç, Malya ve özellikle Orta Anadolu Merinosu gibi genotipler, uzun süreli seleksiyon ve kapalı sürü yönetimi altında ıslah edilerek ülke koşullarına uyumlu hale getirilmiştir (Atav ve Buğdaycı, 2022). Bu ırklar arasında öne çıkan ve %85'in üzerinde Alman Et Merinosu genotipine sahip olan Orta Anadolu Merinosu, büyüme performansı, karkas kalitesi, yapağı verimi, elyaf inceliği ve uzunluğu gibi özelliklerde önemli genetik ilerleme sağlamış; bu başarıları nedeniyle Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yerli ırk statüsünde tescil edilmiştir (Yaman vd., 2025). Günümüzde başta Ankara, Eskişehir ve Konya olmak üzere İç Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen bu ırklar, her ne kadar teknik açıdan başarılı örnekler sunmuş olsa da, Merinos melezlerinin ülke koyun popülasyonu içindeki payı sınırlı kalmıştır (Behrem ve Gül, 2022).

Ülkemizde koyun yetiştiriciliği genellikle meralara dayalı ekstansif sistemlerde sürdürülmekte olup, bu üretim şekli hayvanların gerçek genetik potansiyelinin ortaya çıkarılmasında bazı dezavantajlar yaratmaktadır. Mevcut veriler, yerli koyun ırklarımızın süt ve üreme verimlerinin düşük olduğunu gösterse de, bu hayvanlarda çeşitli verim özelliklerine ait yüksek varyasyonun bulunması, ırkların ıslah potansiyelini ortaya koymaktadır (Biçer vd., 2019). Dolayısıyla, sistematik ıslah programları ile kayıt tutma ve seleksiyonun etkin bir şekilde uygulanması, koyun

popölasyonlarının verimliliğini artırmak için vazgeçilmezdir. İslah çalışmaları kapsamında, istenen verim özelliklerine yönelik olarak düzenli sürü kayıtlarının ve soy kütüğü sistemlerinin oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu kayıtlar sayesinde ıslah hedeflerine ulaşmak mümkün olabilecektir. Özellikle doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı ve günlük canlı ağırlık artışı gibi özellikler, seleksiyon açısından temel parametreler arasında yer almaktadır (Eskandarinasab vd., 2010).

Koyun yetiştiriciliği sistemlerinde sürdürülebilirlik, kârlılık ve verimlilik hedeflerine ulaşmak, genetik temeli karmaşık olan nicel özelliklerin iyileştirilmesiyle doğrudan ilişkilidir. Özellikle anaç koyunların üreme performansı ve kuzu büyüme verimleri, sürüdeki toplam üretim kapasitesi ve bireysel hayvanın ekonomik katkısı açısından kritik öneme sahiptir. Doğurduğu kuzu sayısı ve bu kuzuların toplam canlı ağırlığı gibi ölçütler, bir anaç koyunun damızlık olarak değerini belirlemede temel kriterler arasında yer alır (Amou Posht-e-Masari vd., 2013; Duguma vd., 2002; Kızılaslan vd., 2022).

Bu bağlamda, doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı ve ortalama günlük canlı ağırlık artışı gibi büyüme performansına ilişkin özellikler, damızlık seçiminde ve karkas veriminin artırılmasında öncelikli parametrelerdir (Arzık vd., 2024). Ancak bu özellikler yalnızca genetik yapıyla sınırlı olmayıp; doğum tipi, cinsiyet, ana yaşı, mevsim, yıl ve işletme büyüklüğü gibi çevresel faktörlerden de etkilenmektedir. Bu nedenle, ıslah çalışmalarında genetik parametre tahminlerinin güvenilirliğini artırmak için çevresel değişkenlerin etkilerini doğru biçimde modellemek gerekmektedir (Kızılaslan vd., 2024).

Klasik ıslah yöntemlerinin yanı sıra, son yıllarda genom düzeyinde ilişkilendirme analizleri (GWAS), genomik seleksiyon ve makine öğrenmesi gibi yeni nesil yaklaşımlar da yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojiler sayesinde büyüme, yapağı kalitesi, paraziter direnç gibi karmaşık özelliklerle ilişkili gen bölgeleri belirlenebilmekte ve böylece daha hedefli ve etkili seleksiyon stratejileri geliştirilebilmektedir (Arzık vd., 2025; Kızılaslan vd., 2024; Yaman vd., 2025). Bu gelişmeler, koyun ıslahında genetik ilerlemeyi hızlandırmakla kalmayıp, sistem verimliliğini artıracak daha dayanıklı ve üretken hayvan tiplerinin geliştirilmesini de mümkün kılmaktadır.

Klasik ıslah yöntemleri fenotipik gözlemlere dayanırken, genom boyu dizileme ve genomik seleksiyon gibi modern yaklaşımlar genotipik verilerle daha hassas seleksiyon olanağı sunar (Hayes vd., 2009; Meuwissen vd., 2001). Bu yöntemler arasında köprü görevi gören genetik trend analizi, popülasyondaki genetik ilerlemenin yönünü ve hızını belirleyerek ıslah programlarının etkinliğini değerlendirir (Bijma, 2012). Genetik trendin izlenmesi, sürü yönetiminde stratejik kararların alınmasını ve genetik kazanımların sürdürülebilir şekilde yönlendirilmesini sağlar (Mrode, 2014; Van Vleck, 1993).

Genetik trendler, bir popülasyonda zaman içinde meydana gelen genetik değişimin yönünü ve büyüklüğünü ortaya koyarak, yürütülen seleksiyon programlarının başarısının değerlendirilmesinde önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Pozitif yönlü genetik trendler, ıslah hedeflerine yönelik başarılı bir seleksiyonun varlığını gösterirken; durağan ya da negatif eğilimler, hedeflenen genetik gelişimin sağlanamadığını ve uygulanan seleksiyon stratejisinin yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle genetik trendlerin belirlenmesi, hayvan ıslahı çalışmalarında hangi özelliklerin istenilen düzeyde geliştirildiğini ve hangi özellikler için daha fazla seleksiyon baskısına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koyması açısından büyük önem taşımaktadır (Habtegiorgis vd., 2022; Hamadani vd., 2021).

Genetik trendlerin izlenmesi, özellikle çevresel etkilerden arındırılmış genetik ilerlemenin yıllar içindeki seyrini ortaya koyarak, soy kütüğüne dayalı seleksiyon uygulamalarının etkinliğini değerlendirme imkânı sunar. Genetik trendlerin yönü ve büyüklüğü, popülasyon büyüklüğü, kayıt kalitesi, çevresel koşullar ve uygulanan seleksiyon stratejileri gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Bu kapsamda, elde edilen trend değerlerinin anlamlılığı, yalnızca sayısal bir artış ya da azalışı değil, aynı zamanda ıslah programının ne derece organize ve sürdürülebilir olduğunu da göstermektedir (Casellas ve Piedrafita, 2015; Haile vd., 2019).

Islah programlarında genetik trendlerin bölge düzeyinde değişkenlik göstermesi, bu göstergenin yalnızca biyolojik değil, aynı zamanda yönetsel süreçlerle de yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Söz konusu farklılıklar; genotip kompozisyonu, çiftçi uygulamaları, kayıt sistemlerinin kalitesi ve hayvan materyalinin genetik yapısı gibi faktörlerden kaynaklanabilir. Bu nedenle genetik trendlerin düzenli takibi, sadece geçmiş seleksiyon etkinliğini ölçmekle kalmayıp, gelecekteki ıslah stratejilerinin

şekillendirilmesine de katkı sunan bilimsel destek aracıdır (Alemayehu vd., 2022; Oyieng vd., 2022).

Bu doğrultuda hazırlanan bu tez çalışmasının amacı, Orta Anadolu Merinosu koyunlarında kleiber oranı, doğum ağırlığı, süten kesim ağırlığı ve ortalama günlük canlı ağırlık artışı gibi temel büyüme özelliklerinin uzun yıllara dayalı veriler üzerinden genetik parametrelerini tahmin etmek ve bu özelliklerdeki genetik ilerlemeyi ortaya koymaktır. Ayrıca elde edilen bulguların, ekonomik yansımaları da dikkate alınarak değerlendirilmesi, ıslah programlarının sürdürülebilirliğine bilimsel katkı sağlamayı hedeflemektedir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Türkiye’de Koyun Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu

Koyun yetiştiriciliği, Türkiye’nin tarım ve hayvancılık ekonomisinde tarihsel ve stratejik bir öneme sahiptir. Farklı iklim ve topoğrafik koşullara sahip geniş coğrafyası sayesinde Türkiye, verim özellikleri bakımından çeşitli yerli koyun ırklarını barındırmaktadır. Özellikle küçük aile işletmeleri başta olmak üzere, kırsal kesimde geçim kaynağı olarak önemli bir yer tutan koyun yetiştiriciliği, aynı zamanda kültürel mirasın da bir parçası olarak değerlendirilmektedir.

Koyun yetiştiriciliğinin yapısal ve ekonomik boyutlarının bütüncül olarak değerlendirilebilmesi için işletme ölçekleri, bölgesel dağılım, hayvan varlığı, yapağı üretimi ve kırmızı et üretimindeki pay gibi temel göstergelerin yanı sıra, Türkiye’de yetiştirilen koyun ırklarının kuyruk yapısı, yaygın yetiştirildiği bölgeler ve verim yönlerine göre sınıflandırılması gibi biyolojik ve üretim temelli verilerin de incelenmesi gereklidir. Bu göstergeler, sektörün mevcut kapasitesini, ırk bazlı farklılıkları ve coğrafi yayılım özelliklerini ortaya koyarak, koyun yetiştiriciliği politikalarının bilimsel temellere dayandırılması açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Türkiye’de küçükbaş hayvancılık sektörü, büyük ölçüde küçük ve orta ölçekli işletmelerden oluşmakla birlikte, üretimin önemli bir kısmı sınırlı sayıdaki büyük ölçekli işletmeler tarafından karşılanmaktadır. 1–9 baş hayvana sahip küçük işletmeler toplamın yaklaşık %21’ini oluştursa da, hayvan varlığı içindeki payları %1’in altındadır. Buna karşılık, 150 baş ve üzeri hayvana sahip büyük işletmeler toplam işletmelerin yalnızca %18,5’ini oluştururken, hayvan varlığının %64’ünü barındırmaktadır. Orta ölçekli (50–149 baş) işletmeler ise hem işletme sayısı hem de üretim kapasitesi açısından sektörün temelini oluşturmaktadır. Bu durum, sektör politikalarının farklı işletme ölçeklerinin ihtiyaçlarına göre yapılandırılması gerektiğini göstermektedir (Günlü ve Mat, 2021). Yıllara göre Türkiye’de koyun popülasyonu ve yapağı üretimi Tablo 2.1.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1.1 Yıllara göre Türkiye’de koyun popülasyonu ve yapağı üretimi (TÜİK, 2023)

Yıl	Yerli Koyun (Baş)	Yerli Koyun (%)	Yapağı Üretim miktarı (ton)	Merinos Koyun (Baş)	Merinos Koyun (%)	Yapağı Üretim miktarı (ton)	Toplam Koyun (Baş)
2015	29.302.358	93.0	52.357	2.205.576	7,0	6.839	31.507.934
2016	28.832.669	93.1	51.523	2.151.264	6,9	6.645	30.983.933
2017	31.257.408	92.8	55.911	2.420.228	7,2	7.404	33.677.636
2018	32.513.293	92.4	58.202	2.681.679	7,6	8.226	35.194.972
2019	34.199.467	91.7	61.134	3.076.583	8,3	9.453	37.276.050
2020	38.579.748	91.6	68.829	3.547.033	8,4	10.926	42.126.781
2021	41.182.899	91.2	73.633	3.994.791	8,8	12.283	45.177.690
2022	40.728.954	91.1	72.681	3.958.934	8,9	12.204	44.687.888
2023	38.208.635	90.8	68.334	3.851.835	9,2	11.861	42.060.470
2024	39.871.852	90.5	71.303	4.208.732	9,5	12.966	44.080.584

2015–2024 dönemine ait TÜİK (2023) verileri incelendiğinde, Türkiye’deki toplam koyun varlığı ile yapağı üretim miktarları arasında paralel bir artış eğilimi gözlenmektedir. 2015 yılında 31,5 milyon baş olan toplam koyun sayısı, yıllar içerisinde istikrarlı bir şekilde artarak 2020 yılında 42,1 milyon başa ulaşmış, 2023 yılında nispi bir azalma ile 42 milyon baş seviyesine gerilese de, 2024 yılında yeniden artış göstererek 44,08 milyon başa ulaşmıştır. Bu dönemde yerli koyunların toplam içindeki oranı 2015 yılında %93,0 iken, bu oran 2024 itibarıyla %90,5’e gerilemiştir. Buna karşılık, Merinos ırkı koyunların oranı aynı dönemde %7,0’dan %9,5’e yükselmiştir. Özellikle Merinos koyunlarının sayısal artışı, yapağı üretim miktarına doğrudan yansımış; 2015 yılında 6.839 ton olan Merinos yapağısı, 2024 yılı itibarıyla 12.966 tona ulaşmıştır. Benzer şekilde, yerli koyunlardan elde edilen yapağı miktarı 52.357 tondan 71.303 tona yükselmiş ve toplam yapağı üretimi yaklaşık %37 oranında artış göstermiştir. Yıllara göre Türkiye’de koyunların kesim sayısı, et üretimi miktarı ve toplam kırmızı et üretimi içerisindeki payı Tablo 2.1.2’de verilmiştir.

Tablo 2.1.2 Yıllara göre Türkiye'de koyunların kesim sayısı, et üretimi miktarı ve toplam kırmızı et üretimi içerisindeki payı (TÜİK, 2024)

Yıl	Koyun (baş)		
	Kesilen hayvan sayısı (baş)	Et üretim miktarı (ton)	Toplam Kırmızı Et üretimi içerisindeki payı (%)
2015	12.808.697	249.863	21,0
2016	13.277.503	266.675	20,5
2017	13.244.903	262.825	18,2
2018	14.133.170	291.179	17,5
2019	14.546.576	316.170	18,2
2020	15.801.021	345.639	19,4
2021	17.125.163	385.933	19,8
2022	21.563.828	489.354	22,3
2023	25.437.813	569.066	23,9
2024	22.573.686	509.539	24,2

TÜİK (2024) verilerine göre, 2015–2024 döneminde Türkiye’de koyun kesim sayıları ve buna bağlı et üretim miktarlarında genel bir artış eğilimi gözlemlenmektedir. 2015 yılında kesilen koyun sayısı 12.808.697 baş iken, bu değer 2023 yılında 25.437.813 baş ile en yüksek düzeye ulaşmış, 2024 yılında ise bir miktar azalarak 22.573.686 baş olarak gerçekleşmiştir. Et üretimi açısından değerlendirildiğinde, 2015 yılında 249.863 ton olan koyun eti üretimi, 2023 yılında 569.066 tona çıkarak yaklaşık %128’lik bir artış göstermiş; 2024 yılında ise 509.539 ton olarak kaydedilmiştir.

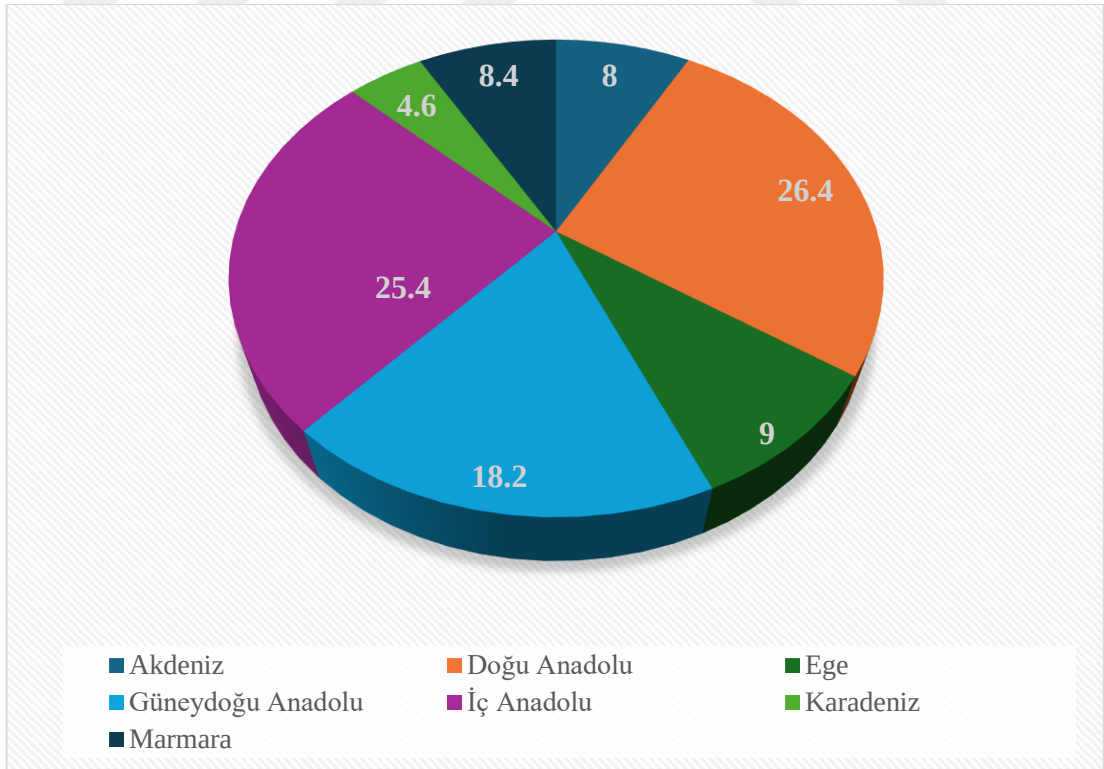
Koyun etinin toplam kırmızı et üretimi içerisindeki payı da incelendiğinde, yıllar içinde istikrarlı bir artış eğilimi dikkat çekmektedir. 2015 yılında toplam üretimin %21,0’ını oluşturan koyun eti, 2023 yılında %23,9 ve 2024 yılında %24,2 oranına ulaşmıştır. Bu artış, koyun etinin Türkiye kırmızı et üretiminde artan göreceli önemine işaret etmektedir. Özellikle 2020 sonrası dönemde hem kesim sayısındaki artış hem de toplam kırmızı et üretimi içerisindeki paydaki yükselme, koyunculüğün kırmızı et arzındaki stratejik yerinin güçlendiğini ortaya koymaktadır. Türkiye’de yetiştirilen koyun ırklarının kuyruk yapısı, yaygın yetiştirildiği bölgeler ve verim yönlerine göre sınıflandırılması Tablo 2.1.3’te verilmiştir.

Tablo 2.1.3 Türkiye’de Yetiştirilen Koyun Irklarının Kuyruk Yapısı, Yaygın Yetiştirildiği Bölgeler ve Verim Yönlerine Göre Sınıflandırılması (TAGEM, 2009)

Kuyruk Tipi	İrk Adı	Yaygın Yetiştirilen Bölge	Verim Yönü
Yağlı kuyruklu	Akkaraman	İç Anadolu	Et ve Süt
	Kangal Akkaraman	İç Anadolu	Et ve Süt
	Morkaraman	Doğu Anadolu	Et
	Dağlıç	İç Batı Anadolu Bölgesi	Et ve Süt
	İvesi	Güneydoğu Anadolu	Süt, Et
	Çine Çaparı	Ege Bölgesi	Et ve Süt
	Güney Karaman	Akdeniz, Güneydoğu Anadolu	Et
	Karagül	Karadeniz	Et, Süt ve Post
	Norduz	Doğu Anadolu	Et
Oyluğu yağlı	Tuj	Doğu Anadolu	Et, Yapağı ve Süt
Yarım yağlı kuyruklu	Sakız	Ege, Marmara	Süt ve Döl Verimi
	Herik	Karadeniz	Et, Süt ve Yapağı
	Hemşin	Karadeniz	Et ve Süt
	Malya	İç Anadolu	Et ve Yapağı
	Acıpayam	Ege, Akdeniz	Et ve Süt
	Kıvrıcık	Marmara ve Ege	Et, Süt ve Yapağı
Yağsız, ince ve uzun kuyruklu	Karayaka	Karadeniz	Et, Yapağı ve Süt
	Gökçeada	Marmara ve Ege	Et, Süt
	Karacabey Merinosu	Marmara	Yapağı ve Et
Yağsız, ince kuyruklu	Anadolu Merinosu	İç Anadolu	Yapağı ve Et
	Orta Anadolu Merinosu	İç Anadolu	Yapağı ve Et
	Ramlıç	İç Anadolu	Yapağı ve Et
	Pırlak	İç Anadolu, Ege ve Akdeniz	Et
	Karya	Ege	Süt ve Döl

Tablo 2.1.3’te sunulan veriler, Türkiye’de yetiştirilen yerli koyun ırklarının kuyruk yapısına, yaygın yetiştirildiği bölgelere ve verim yönlerine göre sistematik bir

sınıflandırmasını ortaya koymaktadır. Buna göre, yağlı kuyruklu koyun ırkları, başta İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yetiştirilmekte olup Akkaraman, Kangal Akkaraman, Morkaraman, Dağlıç, İvesi, Çine Çaparı, Güney Karaman, Karagül ve Norduz ırklarını içermektedir. Bu gruptaki ırklar genel olarak et ve süt verimi amacıyla değerlendirilmektedir. Oyluğu yağlı kuyruklu olarak sınıflandırılan Tuj ırkı Doğu Anadolu’da yaygın olup, et, yapağı ve süt yönünden değerlendirilmektedir. Yarım yağlı kuyruklu koyun ırkları arasında Sakız, Herik, Hemşin, Malya ve Acıpayam yer almakta; bu ırklar Ege, Marmara, Karadeniz ve İç Anadolu bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmekte ve süt, et, döl verimi ile yapağı üretimi açısından kullanılmaktadır. Yağsız, ince ve uzun kuyruklu koyun ırkları, Marmara, Ege ve Karadeniz bölgelerinde yetiştirilen Kıvırcık, Karayaka ve Gökçeada ırklarını kapsamaktadır ve bu ırklar et, süt ve yapağı verimi yönünden değerlendirilmektedir. Yağsız, ince kuyruklu koyun ırkları ise Karacabey Merinosu, Anadolu Merinosu, Orta Anadolu Merinosu, Ramlıç, Pırlak ve Karya’dan oluşmakta olup İç Anadolu, Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yetiştirilmektedir. Bu ırklar çoğunlukla yapağı ve et verimi amacıyla kullanılmakta; Karya ırkı ayrıca süt ve döl verimiyle de öne çıkmaktadır (TAGEM, 2009).



Şekil 2.1.1. Türkiye’de bölgelere göre koyun varlığının dağılımı (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024)

Şekil 2.1.1’de sunulan veriler, Türkiye’deki koyun varlığının coğrafi bölgelere göre dağılımında belirgin bölgesel farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. En yüksek paya sahip bölge %26,4 ile Doğu Anadolu olup, ülke genelindeki koyun yetiştiriciliğinde hâlâ önemli bir merkez olduğunu göstermektedir. Bunu %25,4 ile İç Anadolu ve %18,2 ile Güneydoğu Anadolu takip etmektedir. Bu üç bölge, toplam koyun varlığının yaklaşık % 70’ini barındırmakta olup, hem iklimsel koşulların hem de mera varlığının etkisiyle küçükbaş hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı alanlardır. Diğer bölgelerden Ege %9 ve Marmara %8 nispeten daha düşük oranlara sahipken, Akdeniz %8 ve özellikle Karadeniz %4,6 bölgelerinde koyun yetiştiriciliği oldukça sınırlı düzeydedir. Bu durum, kırsal yapı, arazi kullanımı ve iklim farklılıklarının koyun yetiştiriciliği üzerindeki etkisini açıkça yansıtmaktadır. Türkiye’de koyun yetiştiriciliği büyük ölçüde karasal iklim koşullarının hâkim olduğu bölgelerde yoğunlaşmakta olup her bölgede de üretim devam etmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

Türkiye’de koyun yetiştiriciliği, hem tarihsel kökleri hem de günümüzdeki ekonomik ve sosyo-kültürel işlevi itibarıyla hayvancılık sektörünün temel yapı taşlarından birini oluşturmaktadır. Ülkenin farklı iklim ve coğrafi bölgelerinde şekillenen üretim desenleri, koyunculüğün çok yönlü yapısını ve bölgesel farklılıklara dayalı gelişim dinamiklerini yansıtmaktadır. Bu üretim biçimi, özellikle kırsal alanda aile tipi işletmeler için ekonomilerin sürdürülmesinde kritik rol oynamakta, aynı zamanda yerli hayvan genetik kaynaklarının korunması ve değerlendirilmesine de katkı sunmaktadır.

2.2. Türkiye’de Orta Anadolu Merinosu Yetiştiriciliği

Merinos ve Merinos kökenli koyun ırkları, hem tarihsel geçmişleri hem de günümüzde sahip oldukları ekonomik değer açısından dünya koyunculüğünün en önemli genetik kaynakları arasında yer almaktadır. Bu ırkların evrimi ve küresel dağılımı, uzun dönemli genetik seleksiyon, farklı çevresel koşullara adaptasyon ve kıtalar arası göçlerle şekillenmiştir. Ciani vd. (2015) tarafından yürütülen genom çapında analiz çalışması, Merinos ırkının kökeninin İber Yarımadası’na dayandığını ve tarihsel süreçte Akdeniz havzasındaki diğer yerli ırklarla genetik etkileşim içinde bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada, çok boyutlu ölçekleme ve soy ağaçları gibi yöntemlerle Merinos ve Merinos-türevi ırkların Avrupa’dan Avustralya, Yeni Zelanda

ve Çin gibi kıtalara yayılması sırasında özgün bir genetik yapı kazandığı ve bu süreçte yeni ırkların oluşumuna katkı sağladığı vurgulanmıştır.

Ceccobelli vd. (2023) ise daha geniş kapsamlı bir genomik analizle, Merinos ve türevlerinin genetik çeşitliliği ile çevresel adaptasyon yeteneklerini değerlendirmiştir. Bu çalışmada, OvineSNP50 BeadChip kullanılarak 42 popülasyona ait veriler üzerinden yürütülen Rsb, XP-EHH ve ROH analizleri sonucunda, Merinos genetik tipinin Avustralya, Rambouillet ve Alman kökenli varyantlarının diğer Merinos kökenli popülasyonlara gen akışı sağladığı gösterilmiştir. Ayrıca, adaptif termojenez, hipoksi yanıtı, büyüme ve üreme gibi özelliklerle ilişkili genlerde (örneğin LCORL, GHR, BMPR1B) seçim işaretleri tespit edilmiştir. Her iki çalışma da, Merinos ırkının genetik yapısının şekillenmesinde ardışık göçler, melezleşme, çevresel baskılar ve insan eliyle yapılan yönlendirilmiş seleksiyonun birlikte etkili olduğunu ortaya koymakta; bu ırkların, özellikle küresel iklim değişikliği bağlamında adaptif genetik çeşitliliğin korunması açısından stratejik önemini vurgulamaktadır.

Merinos koyunları ve bu ırdan elde edilen yün, insanlık tarihinde en eski organize üretim faaliyetlerinden biri olarak kabul edilmekte ve binlerce yıllık geçmişiyle tekstil sektörünün gelişiminde temel rol oynamaktadır. Yünün ilk kez Mezopotamya uygarlıklarında kumaş yapımında değerlendirilmiş olması, onun tarihsel değerini ortaya koymaktadır. Anadolu coğrafyasında yetiştirilen ince yapağılı koyunların zamanla Batı Akdeniz üzerinden İspanya'ya taşınması ve burada Merinos adıyla yeni bir genetik hat haline gelmesi, bu türün uluslararası önemini artırmıştır. Özellikle 12. yüzyıldan itibaren İspanya'da büyük bir değere sahip olan Merinos koyunları, yüzyıllar boyunca dış satıma kapalı tutulmuş, ancak ilerleyen dönemlerde çeşitli ülkelere hediye ya da ticaret yoluyla yayılmıştır. Günümüzde, bu genetik yapı ya saf olarak ya da farklı yerel koyunlarla melezlenerek dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilmektedir. Türkiye'de ise 20. yüzyılın başından itibaren kamu destekli ıslah programlarıyla Merinos tipi yaygınlaştırılmaya çalışılmış; Bursa, Eskişehir ve Konya gibi bölgelerde çeşitli melez hatlar geliştirilmiştir. Her ne kadar tarih boyunca yün üretiminde dalgalanmalar yaşansa da, günümüzde doğal yapısı, çevreye zarar vermemesi ve doğada kolayca çözünebilen özellikleri sayesinde Merinos yünü yeniden çevre dostu bir tekstil hammaddesi olarak öne çıkmaktadır. Bu lif, sınırlı

kaynak kullanımıyla üretilebilen ve iklim dostu nitelikleriyle dikkat çeken doğal bir ürün niteliği taşımaktadır (Koyuncu, 2024).

Türkiye’de koyun yetiştiriciliği uzun yıllardır hem et hem de yapağı üretimi amacıyla yürütülen önemli bir hayvansal üretim faaliyetidir. Ancak yerli koyun ırklarının sahip olduğu kaba-karışık yapılı yapağılar, tekstil endüstrisinin talep ettiği kaliteli ve ince yapağı üretimi açısından yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda, yerli ırkların genetik potansiyelini geliştirmek ve katma değeri yüksek yapağı üretimini mümkün kılmak amacıyla Cumhuriyet döneminden itibaren yürütülen merinoslaştırma çalışmaları, Türkiye hayvancılığının modernleşme sürecinde önemli bir dönüm noktası olmuştur (Atav ve Buğdaycı, 2022).

Merinoslaştırma faaliyetleri ilk olarak Marmara Bölgesi’nde, özellikle Karacabey Tarım İşletmesi’nde Alman kökenli et/yapağı tipi merinoslar ile yerli Kıvırcık koyunlarının melezlenmesiyle başlamıştır. Bu çalışmalar neticesinde geliştirilen Karacabey Merinosu (Türk Merinosu), batı bölgelerine uyum sağlamakla birlikte, Türkiye’nin daha kurak ve zorlu iklim koşullarına sahip bölgelerinde başarılı sonuçlar vermemiştir (Koyuncu, 2019) Bu durum, özellikle Orta Anadolu’da yaygın olarak yetiştirilen Akkaraman gibi yağlı kuyruklu koyun ırkları ile daha uygun melez kombinasyonları geliştirme gerekliliğini doğurmuştur.

Bu gereksinim doğrultusunda, Orta Anadolu Merinosu (Konya Merinosu) adı verilen yeni bir genotipin geliştirilmesi amacıyla Konya Tarım İşletmesi’nde planlı melezleme çalışmaları başlatılmıştır. Alman et merinosları ile Akkaraman koyunlarının melezlenmesiyle oluşturulan F1 bireylerin, yeniden Alman et merinosu koçlarıyla geriye melezlenmesi sonucunda MG1 ve MG2 kuşakları elde edilmiştir. Üstün verim özellikleri gösteren bireyleri, kendi aralarında çiftleştirilerek yaklaşık %80 merinos ve %20 Akkaraman genotipine sahip Orta Anadolu Merinosu geliştirilmiştir (Atav ve Buğdaycı, 2022; Koyuncu, 2019).

Orta Anadolu Merinosu’nun geliştirilmesinde yalnızca yapağı kalitesi değil, aynı zamanda et ve süt verimi gibi kombine verim yönleri de dikkate alınmıştır. Nitekim önceki merinoslaştırma çalışmalarında, yalnızca yapağı inceliğine odaklanılarak hayvanların yaşama gücü, adaptasyon kabiliyeti ve üreticiyi tatmin eden verim performansları göz ardı edilmiş; bu da yetiştiricilikte sürdürülebilir olmayan sonuçlara

neden olmuştur (Kutsal ve Bilgin, 1956) Orta Anadolu Merinosu'nun önemini artıran bir diğer unsur ise bölge koşullarına yüksek adaptasyon göstermesidir. Bu genotip, Akkaraman ırkının çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılığı ile merinos ırkının ince yapığı üretim kapasitesini başarılı biçimde bir araya getirerek hem endüstriyel üretim hem de yerel yetiştiricilik açısından ideal bir tip oluşturmaktadır. Aynı zamanda, bu ırkın elde edilmesi sürecinde uygulanan sistematik ıslah programları, Türkiye'de planlı koyun ıslahının kurumsal temellerinin atılmasına da öncülük etmiştir (Atav ve Buğdaycı, 2022).

Orta Anadolu Merinosu ırkının sütten kesim öncesi büyüme performansını değerlendirmeye yönelik Ankara ilinde yaptıkları çalışmalarında Arzık vd. (2024) tarafından yürütülen çalışmada, kuzuların ortalama doğum ağırlığı 4.06 kg, sütten kesim ağırlığı 26.94 kg ve ortalama günlük canlı ağırlık artışı 252.95 g/gün tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Behrem vd. (2025) tarafından bildirilen verilerde, Orta Anadolu Merinosu ırkı doğum ağırlığı 4.07 kg, sütten kesim ağırlığı 26.76 kg ve günlük canlı ağırlık artışı 252.13 g/gün olarak raporlanmıştır. Bu bulgular, söz konusu ırkın büyüme performansının hem fizyolojik gelişim hem de ekonomik verimlilik açısından tatmin edici düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır.

Yapağı verimi ve kalite özellikleri açısından değerlendirildiğinde, Behrem ve Gül (2022) çalışmasında Orta Anadolu Merinosu koyunlarından elde edilen ortalama kirli yapağı verimini 2.5 kg, lif çapını 24.7 μ m, lif uzunluğunu 50.6 mm, randımanı oranı %55.2, elastikiyeti %21.6 ve mukavemeti 13.8 cN/tex olarak tespit etmişlerdir. Bu veriler, Orta Anadolu Merinosu ırkının özellikle mukavemet yönünden öne çıkan lif yapısına sahip olduğunu ve yüksek kaliteli iplik üretimi açısından önemli bir potansiyel taşıdığını göstermektedir.

Orta Anadolu Merinosu Türkiye'de sadece yapağı kalitesinin artırılması hedefiyle değil, aynı zamanda bölgesel üretim koşullarına uygun, çok yönlü verim potansiyeline sahip yerli bir kombine koyun ırkı elde etme çabasının bir ürünüdür. Bu yönüyle söz konusu genotip, Türkiye küçükbaş hayvancılığının verimlilik, kalite ve ekonomik sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda stratejik bir role sahiptir.

2.3. Literatür Bilgileri

Behrem (2021) tarafından Ankara ilinde yürütülen bu kapsamlı araştırmada, Orta Anadolu Merinosu koyunlarında sütten kesim öncesi büyüme özelliklerine ait genetik parametrelerin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma, 2014–2020 yılları arasında 171 koç ve 2.045 koyundan elde edilen toplam 9,746 kuzuya ait doğum ağırlığı (DA), sütten kesim ağırlığı (SKA) ve ortalama günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, doğrudan kalıtım derecelerinin DA için 0,22, SKA için 0,32 ve GCAA için 0,33 düzeyinde olduğunu ve bu özelliklerin orta derecede kalıtılabilirliğe sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, söz konusu özellikler açısından etkili bir seleksiyon programının yürütülebileceğine işaret etmektedir. Buna karşılık, tüm özellikler için maternal kalıtım derecelerinin oldukça düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir; DA için 0,04, SKA için 0,03 ve GCAA için 0,03 olarak rapor edilmiştir. Genetik korelasyonlar açısından değerlendirildiğinde, doğum ağırlığı ile sütten kesim ağırlığı arasında $-0,30$ ve doğum ağırlığı ile ortalama günlük canlı ağırlık artışı arasında $-0,37$ düzeyinde negatif ilişkiler tespit edilmiştir. Buna karşın, sütten kesim ağırlığı ile ortalama günlük canlı ağırlık artışı arasındaki pozitif ve yüksek düzeyli korelasyon, bu iki özelliğin birlikte seleksiyona konu edilebileceğini göstermektedir. Ayrıca, parametre tahminlerinde düşük standart hata değerlerinin elde edilmesi, sonuçların yüksek doğrulukla tahmin edildiğini ortaya koymaktadır. Araştırmacı, melezleme sonucu popülasyonda korunmuş olabilecek heterozis etkisi ile Merinos ırkının et verimi potansiyelinin ve Akkaraman ırkının çevresel adaptasyon yeteneğinin birleşiminin, elde edilen yüksek ortalamaların genetik temelini oluşturabileceğini ifade etmiştir.

Kızılaslan vd. (2024), Orta Anadolu Merinosu koyunlarında dişi bireylerin yaşam boyu verimliliğine ilişkin bazı özelliklerin genetik parametrelerini tahmin etmek amacıyla yürüttükleri çalışmada, toplamda 3,101 gözlem verisi üzerinden analiz gerçekleştirmiştir. Çalışmada incelenen özellikler arasında ortalama kuzu doğum ağırlığı (OKDA), toplam kuzu doğum ağırlığı (TKDA), ortalama sütten kesim ağırlığı (OSKA), toplam sütten kesim ağırlığı (TSKA), ortalama sütten kesilen kuzu sayısı (OSKKS) ve toplam sütten kesilen kuzu sayısı (TSKKS) yer almıştır. Tanımlayıcı istatistiklere göre, OKDA ortalaması 4,17 kg, TKDA 11,97 kg, OSKA 38,42 kg, TSKA 110,77 kg, OSKKS 0,87 ve TSKKS 3,62 olarak bildirilmiştir. Varyasyon

katsayısı (VK), en yüksek TKDA (%75), OSKA (%77) ve TSKA (%76) özelliklerinde hesaplanmıştır. Doğum sırası (parite) faktörü sabit etki olarak değerlendirilmiş ve tüm özellikler üzerinde istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlı bulunmuştur ($p < 0.000$). En yüksek toplam doğum ağırlığı ve toplam sütten kesim ağırlığı, sırasıyla yedinci doğumda 24,57 kg ve 218,0 kg olarak gözlenmiştir. Genetik parametre tahminleri sonucunda, TKDA için kalıtım derecesi (h^2) $0,42 \pm 0,04$, OKDA için $0,30 \pm 0,04$, OSKA için $0,28 \pm 0,04$, TSKA için $0,37 \pm 0,04$, OSKKS için $0,19 \pm 0,04$ ve TSKKS için $0,32 \pm 0,04$ olarak rapor edilmiştir. Bu değerler, söz konusu özelliklerin seleksiyon yoluyla geliştirilebilecek düzeyde genetik kontrol altında olduğunu çalışmalarında tespit etmişlerdir.

Hamadani vd. (2019), Rambouillet koyunlarında ağırlık ve yapağı özelliklerine ilişkin genetik parametreleri, kalıtım derecelerini ve fenotipik eğilimleri belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, 1998–2007 yılları arasında elde edilen verilere dayalı olarak tahminlerde bulunmuşlardır. Canlı ağırlık özellikleri için kalıtım derecesi (h^2) değerleri doğum ağırlığı açısından 1998–1999 döneminde 0,20, 2000–2001’de 0,24, 2002–2003’te 0,18, 2004–2005’te 0,22 ve 2006–2007’de 0,24 olarak bildirilmiştir. Aynı dönemlerde sütten kesim ağırlığına ait kalıtım dereceleri sırasıyla 0,07, 0,10, 0,10, 0,19 ve 0,12 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, özellikle doğum ağırlığı için orta düzeyde; sütten kesim ağırlığı için ise düşük-orta düzeyde kalıtılabilirliğe işaret etmektedir. Genel ortalama değerlere bakıldığında, doğum ağırlığı için $h^2 = 0,06$ ve sütten kesim ağırlığı için $h^2 = 0,05$ olarak tespit edilmiştir. Yapağı özellikleri için elde edilen kalıtım derecesi tahminleri, yapağı ağırlığı açısından 1998–1999 yıllarında 0,08, 2000–2001’de 0,12, 2002–2003’te 0,12, 2004–2005’te 0,09 ve 2006–2007’de 0,15 düzeyinde bulunmuştur. Elyaf çapı için bu değerler sırasıyla 0,10, 0,12, 0,12, 0,22 ve 0,09 olarak bildirilmiştir. Elyaf uzunluğu için kalıtım derecesi ise sırasıyla 0,09, 0,10, 0,10, 0,09 ve 0,12 olarak hesaplanmıştır. Genel ortalamalar, yapağı ağırlığı için $h^2 = 0,05$, elyaf çapı için $h^2 = 0,05$ ve elyaf uzunluğu için $h^2 = 0,04$ olarak tespit edilmiştir. Kashmir Merinosu koyunlarında yürüttükleri çalışmada doğum, altı aylık ve on iki aylık vücut ağırlığına ilişkin fenotipik ortalamaların sırasıyla 2,841–3,810 kg, 18,355–21,489 kg ve 22,210–25,859 kg arasında değiştiğini bildirmiştir.

Araştırmacının diğer bir çalışmasında ise Kashmir Merinosu koyunlarında vücut ağırlığına ilişkin genetik, fenotipik ve kalıtım derecesi eğilimlerini belirlemek

amacıyla, 1997–2016 yılları arasını kapsayan uzun dönemli veriler analiz edilmiştir. Doğum ağırlığı için kalıtım dereceleri (h^2), 0,1096 ile 0,2068 arasında; altı aylık vücut ağırlığı için 0,1053 ile 0,1863 arasında; on iki aylık vücut ağırlığı için ise 0,1198 ile 0,3168 arasında tahmin edilmiştir. Yıllık ortalama genetik değerler doğum ağırlığı için $-0,00181$ ile $0,00683$ arasında; altı aylık ağırlık için $-0,01061$ ile $0,01753$ arasında; on iki aylık ağırlık için ise $-0,03900$ ile $0,03067$ arasında rapor edilmiştir. Regresyon analizinde, doğum ağırlığının fenotipik eğiliminde yıllara bağlı olarak hafif bir artış ($0,023 \pm 0,0132$) belirlenmiştir. Ortalama yıllık inbreeding katsayısı ise $0,00005$ ile $0,00463$ arasında değişim göstermiştir (Hamadani vd., 2021).

Gizaw vd. (2007), Menz koyunlarında yürüttükleri çalışmada doğum (WT0), 3 ay (WT3), 6 ay (WT6) ve 12 ay (WT12) canlı ağırlıkları ile kirli yapağı verimi (GFW) ve elyaf uzunluğu (STPL) gibi özelliklere ait genetik parametreleri tahmin etmişlerdir. Canlı ağırlık özellikleri için kalıtım dereceleri sırasıyla $0,464$, $0,477$, $0,514$ ve $0,559$; GFW ve STPL için ise $0,393$ ve $0,339$ olarak bildirilmiştir, WT6 ile WT12 arasında yüksek düzeyde genetik korelasyon ($0,97$) saptanmıştır. GFW ile canlı ağırlıklar arasında orta düzeyde, STPL ile ise düşük düzeyde genetik korelasyonlar belirlenmiştir. Seçilmiş sürüde 2002 yılına ait WT12 ve GFW değerleri, kontrol sürüsüne kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,01$). Araştırmacılar, bu bulguların seleksiyon programlarının etkinliğini ve genetik gelişim potansiyelini ortaya koyduğunu belirtmişlerdir.

Dorper koyunlarında büyüme hızı ve verimlilikle ilişkili özelliklerin genetik değerlendirmesini yapmışlardır. Çalışmada doğumdan süten kesime (DG0-3), süten kesimden 6 aya (DG3-6), 6 aydan 12 aya kadar (DG6-12) günlük canlı ağırlık artışı; Kleiber oranı (KR0-3, KR3-6, KR6-12), büyüme etkinliği (GE0-3, GE3-6, GE6-12) ve görelî büyüme oranı (GR0-3, GR3-6, GR6-12) gibi parametreler değerlendirilmiştir. Günlük canlı ağırlık artışı için kalıtım dereceleri DG0-3'te $0,10$, DG3-6'da $0,02$ ve DG6-12'de $0,22$; Kleiber oranı için KR0-3'te $0,16$, KR3-6'da $0,02$ ve KR6-12'de $0,14$ olarak bulunmuştur. Büyüme etkinliği ve görelî büyüme oranı için en yüksek doğrudan kalıtım derecesi sırasıyla GE0-3'te $0,26$ ve GR0-3'te $0,26$ olarak tahmin edilmiştir. Doğumdan süten kesime kadar olan dönemde Kleiber oranı ile günlük canlı ağırlık artışı arasında yüksek düzeyde genetik korelasyon $0,94$ belirlenmiştir. Ayrıca 6-12 ay dönemindeki büyüme ile GR6-12 arasında da yüksek

genetik korelasyonlar (0,98–0,99) gözlenmiştir. Büyüme etkinliği ve göreceli büyüme oranları gibi verimlilik göstergeleri ile diğer büyüme parametreleri arasında genetik olarak pozitif ve yüksek korelasyonlar olduğunu çalışmalarında tespit etmişlerdir (Besufkad vd., 2023).

Habtegiorgis vd. (2022), Doyogena koyunlarında topluluk temelli bir ıslah programı kapsamında erken büyüme ve üreme özelliklerine ait genetik parametreleri ve genetik eğilimleri değerlendirmiştir. Doğum ağırlığı (BWT), sütten kesim ağırlığı (WWT), altı aylık ağırlık (SMWT), doğumdan sütten kesime kadar günlük canlı ağırlık artışı (ADG0-3), sütten kesimden altı aya kadar günlük canlı ağırlık artışı (ADG3-6) ve doğumdan altı aya kadar ortalama günlük canlı ağırlık artışı (ADG0-6) için çeşitli modellerde doğrudan kalıtım dereceleri (h^2_a) sırasıyla 0,01–0,51 aralığında tahmin edilmiştir. Sütten kesim ağırlığı için doğrudan kalıtım derecesi en yüksek Model 1’de 0,36 olarak hesaplanmıştır. Maternal kalıtım dereceleri (h^2_m) ise doğum ağırlığı için 0,30–0,48, sütten kesim ağırlığı için 0,16–0,60, altı aylık ağırlık için 0,02–0,44 aralığında değişmiştir. ADG0-3, ADG3-6 ve ADG0-6 için toplam kalıtım dereceleri sırasıyla 0,26, 0,23 ve 0,23 olarak tahmin edilmiştir. Doğum ağırlığı ile diğer büyüme özellikleri arasında genetik korelasyonlar düşük düzeyde iken (örneğin BWT–ADG3-6: 0,06), WWT ile ADG0-3 (0,95), SMWT ile ADG0-6 (0,97) arasında yüksek genetik korelasyonlar saptanmıştır. Yıllık doğrudan genetik ilerleme, sütten kesim ağırlığı için 0,0482 kg/yıl ve altı aylık ağırlık için 0,036 kg/yıl olarak tahmin edilmiştir. Ayrıca, doğum yaşı (AFL) için yıllık genetik iyileşme 0,0274 yıl olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$).

Oyieng vd. (2022), Kenya’da 2003 yılında başlatılan ve saf ile melez Red Maasai ve Dorper koyunları üzerine kurulu alan denemesi çerçevesinde, dört farklı genotip grubunda büyüme özelliklerine ait genetik parametreleri ve genetik ilerlemeleri değerlendirmiştir. Söz konusu genotip grupları, saf Dorper (DDDD), %75 Dorper melezleri (DDDR), %50 Dorper melezleri (DDRR) ve saf Red Maasai (RRRR) bireylerden oluşmaktadır. Doğum ağırlığı (BWT), sütten kesim ağırlığı (WWT) ve dokuz aylık canlı ağırlık (MWT) için doğrudan kalıtım dereceleri, DDDD grubunda sırasıyla 0,24, 0,10 ve 0,08; DDDR grubunda 0,18, 0,26 ve 0,30; DDRR grubunda 0,33, 0,38 ve 0,40; RRRR grubunda ise 0,40, 0,39 ve 0,45 olarak rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, özellikle Red Maasai genotipinin yüksek kalıtım dereceleriyle öne çıktığını

göstermektedir. Çalışmada cinsiyet, doğum tipi, mevsim ve ana yaşı gibi çevresel faktörlerin tüm büyüme özellikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileri olduğu belirlenmiştir ($P < 0,001$). Erkek cinsiyete sahip, tekiz doğan kuzuların ve üç ila beş yaş arasındaki annelerden doğan yavruların daha yüksek vücut ağırlıklarına ulaştığı görülmüştür. Genetik korelasyon analizlerinde, doğum ağırlığı ile sütten kesim ağırlığı ($r_a = 0,91$) ve sütten kesim ağırlığı ile dokuz aylık ağırlık ($r_a = 0,99$) arasında yüksek pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Dönemsel olarak değerlendirildiğinde, 2003–2019 yılları arasında tüm genotip gruplarında pozitif genetik ilerlemeler kaydedilmiştir. En yüksek yıllık genetik artış ise RRRR grubunda, sütten kesim ağırlığı için 0,144 kg/yıl ve dokuz aylık ağırlık için 0,170 kg/yıl olarak bildirilmiştir. Elde edilen bulgular, Red Maasai ırkının hem çevresel adaptasyon hem de seleksiyon potansiyeli açısından önemli üstünlüklere sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Besufkad vd. (2024), Dorper melez koyun popülasyonunda büyüme özelliklerine ait genetik parametreleri tahmin etmek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, doğum ağırlığı (WT0), sütten kesim ağırlığı (WT3), altı aylık (WT6) ve bir yıllık (WT12) canlı ağırlıkların yanı sıra, bu dönemlere karşılık gelen ortalama günlük canlı ağırlık artışları (ADG1, ADG2, ADG3) üzerine analizler yapmışlardır. Doğrudan kalıtım dereceleri WT0 için 0,10, WT3 için 0,29, WT6 için 0,37 ve WT12 için 0,10 olarak tahmin edilmiştir. Ortalama günlük canlı ağırlık artışı bakımından ise, ADG1 için 0,43, ADG2 için 0,04 ve ADG3 için 0,14 düzeyinde kalıtım dereceleri bildirilmiştir. Bu sonuçlar, doğumdan sütten kesime kadar olan dönemin (ADG1) genetik olarak en fazla iyileştirilebilecek büyüme periyodu olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmada, doğum tipi, yıl, mevsim, generasyon ve annenin doğum sırası gibi çevresel faktörlerin WT0, WT3, WT6, WT12, ADG1, ADG2 ve ADG3 özellikleri üzerinde farklı düzeylerde istatistiksel olarak anlamlı etkiler gösterdiği tespit edilmiştir ($P < 0,001$). Özellikle tekiz doğan kuzuların ve F2 generasyonuna ait bireylerin daha yüksek büyüme performansı sergilediği gözlemlenmiştir. Genetik korelasyon analizlerine göre, WT3 ile ADG1 arasında 0,99, WT6 ile ADG2 arasında 0,67 ve WT12 ile ADG3 arasında 0,44 düzeyinde yüksek pozitif korelasyonlar saptanmıştır. Buna karşılık, ADG1 ile ADG2 arasında -0,56 ve ADG2 ile ADG3 arasında -0,50 düzeyinde negatif genetik korelasyonlar belirlenmiştir. Bu bulgular, büyümenin farklı dönemleri arasında genetik ilerleme sağlanmasının mümkün olduğunu, ancak bazı dönemler arasında antagonistik ilişkilerin bulunabileceğini ve

seleksiyon stratejilerinin bu etkileşimler dikkate alınarak planlanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Wang vd. (2024) Dumeng koyunlarında erken büyüme özelliklerine ait genetik parametreleri tahmin etmeye yönelik olarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında, doğum ağırlığı (BW), sütten kesim ağırlığı (WW), altı aylık canlı ağırlık (6MW), ortalama günlük canlı ağırlık artışları (ADG1, ADG2, ADG3) ve Kleiber oranları (KR1, KR2, KR3) gibi özellikler üzerine çok yönlü analizler yapmışlardır. Elde edilen bulgulara göre, doğrudan kalıtım derecelerinin genel olarak düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir, Doğum ağırlığı için kalıtım derecesi 0,0352, sütten kesim ağırlığı için 0,0446 olarak hesaplanmıştır. Buna karşılık, ADG1 ve KR1 gibi özelliklerde nispeten daha yüksek kalıtım dereceleri tespit edilmiştir; bu oranlar sırasıyla 0,0564 ve 0,0724 olarak bildirilmiştir. Genetik korelasyon analizleri sonucunda, doğum ağırlığı ile ADG1 arasında -0,95 ve ADG3 arasında -0,97 düzeyinde yüksek ve negatif ilişkiler gözlemlenmiştir. Öte yandan, sütten kesim ağırlığı ile ADG1, KR1 ve ADG3 arasında sırasıyla 0,98, 0,99 ve 0,99 düzeylerinde pozitif ve güçlü genetik korelasyonlar rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, erken büyüme özellikleri arasındaki genetik ilişkilerin yön ve büyüklük açısından değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, çevresel faktörler bakımından yapılan değerlendirmelerde doğum yılı, ana yaşı, mevsim ve cinsiyetin tüm büyüme özellikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler yarattığı belirlenmiştir ($P<0,001$). Elde edilen bulgular, Dumeng koyunlarında erken büyüme özelliklerine yönelik genetik ıslah uygulamalarında seçim stratejilerinin dikkatle kurgulanması gerektiğini yapmış oldukları çalışmalarında ortaya koymuşlardır.

Haile vd. (2019) yılında yaptıkları çalışmada, Suriye ve Türkiye kökenli Awassi koyunları ile bu ırkların melezlerinden oluşan bir popülasyonda büyüme, döl verimi ve süt verimi özelliklerine ait genetik parametreleri tahmin etmişlerdir. Doğum ağırlığı için kalıtım derecesi 0,03, sütten kesim ağırlığı için 0,06 ve sütten kesim öncesi günlük canlı ağırlık artışı için 0,09 olarak belirlenmiştir. Reprodüktif ve süt verimi özelliklerine ait kalıtım dereceleri ise sırasıyla kuzu doğum ağırlığı için 0,04, kuzu sütten kesim ağırlığı için 0,02, laktasyon süresi için 0,16, süt verimi için 0,29, yağ verimi için 0,30, protein verimi için 0,20, toplam katı madde verimi için 0,28 ve laktoz verimi için 0,26 olarak bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca, süt bileşenleri arasında yüksek düzeyde genetik korelasyonlar tespit edilmiştir. Örneğin, süt verimi ile toplam katı

madde verimi arasındaki genetik korelasyon katsayısı 0,99'dur. Melezlemeden elde edilen heterozis etkisi; süt ve bileşen verimleri ile doğum aralığı gibi özellikler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde pozitif katkılar sağlamıştır. Ancak, genetik trend analizlerinde tüm özellikler için yıllık değişim düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ve dolayısıyla uzun vadeli genetik ilerlemenin sınırlı kaldığı ifade edilmiştir.

Boujenane ve Diallo (2017) Sardi koyunlarında doğum ağırlığı, 30 gün ağırlığı, 90 gün ağırlığı, doğumdan 30 güne kadar olan ortalama günlük canlı ağırlık artışı ve 30–90 günler arası ortalama günlük canlı ağırlık artışı gibi erken büyüme özelliklerine ait genetik parametreleri tahmin etmişlerdir. Doğrudan kalıtım derecesi doğum ağırlığı için 0,07, 30 günlük ağırlık için 0,09, 90 günlük ağırlık için 0,12, ilk dönem ortalama günlük canlı ağırlık artışı için 0,08 ve ikinci dönem ortalama günlük canlı ağırlık artışı için 0,10 olarak belirlenmiştir. Aynı özellikler için maternal kalıtım dereceleri ise sırasıyla 0,13, 0,21, 0,10, 0,07 ve 0,04 olarak saptanmıştır. Ayrıca, 30 günlük ağırlık ile ortalama günlük canlı ağırlık artışı arasında 0,86 ve 90 günlük ağırlık ile ikinci dönem günlük artış arasında 0,98 düzeyinde yüksek genetik korelasyonlar tespit edilmiştir. Çalışmada, 1983–2004 yılları arasını kapsayan genetik trend analizleri sonucunda, doğum ağırlığı için yılda ortalama eksi 1,12 gram ve 90 günlük ağırlık için yılda ortalama eksi 2,65 gram düzeyinde negatif genetik ilerleme bildirilmiştir. Bu sonuçlar, Sardi koyunlarında erken büyüme özellikleri bakımından uygulanan iyileştirici seleksiyon programlarının etkinliğinin sınırlı kaldığını ortaya koymuştur.

Bakhshalizadeh vd. (2016) Moghani koyun ırkında cidago yüksekliği, sağrı yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi ve bacak çevresi gibi morfolojik özelliklere ait genetik parametreleri tahmin etmişlerdir. En uygun modeller dikkate alındığında, bu özellikler için sırasıyla 0,10, 0,11, 0,16, 0,11 ve 0,23 düzeylerinde kalıtım dereceleri bildirilmiştir. Cinsiyet, doğum tipi, doğum yılı ve ay gibi çevresel faktörlerin tüm özellikler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler gösterdiği belirlenmiştir ($P<0,001$). En yüksek genetik korelasyon cidago yüksekliği ile sağrı yüksekliği arasında 0,99 bulunmuş, ayrıca vücut uzunluğu ile göğüs çevresi arasında da güçlü pozitif bir genetik ilişki 0,65 tespit etmişlerdir.

Areb vd. (2021) Bonga koyunlarında doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı, altı aylık, dokuz aylık ve bir yaş ağırlığı ile bu dönemler arasındaki günlük canlı ağırlık

artışlarına ait genetik parametreleri ve genetik trendleri tahmin etmişlerdir. Doğrudan kalıtım derecesi doğum ağırlığı için 0,56, sütten kesim ağırlığı için 0,36, altı aylık ağırlık için 0,22, dokuz aylık ağırlık için 0,17 ve bir yaş ağırlığı için 0,13 olarak bulunmuştur. Aynı sıralamada maternal kalıtım dereceleri ise sırasıyla 0,34, 0,20, 0,15, 0,25 ve 0,39 olarak tahmin edilmiştir. Doğum ile sütten kesim dönemi arasındaki ortalama günlük canlı ağırlık artışı erkek kuzularda 147,7 gram, dişi kuzularda 136,0 gram olarak hesaplanmış; doğum tipi tekiz olan kuzularda ise 154,9 gram ile daha yüksek bulunmuştur. Toplam genetik eğilimler bakımından, doğum ağırlığında yıllara göre anlamlı bir artış gözlenmemiştir. Buna karşılık, sütten kesim ağırlığı ile altı aylık ve dokuz aylık ağırlıklarda genetik olarak önemli düzeyde artışlar tespit edilmiştir. Bireysel kooperatif düzeyinde yapılan değerlendirmelerde ise, altı aylık canlı ağırlık bakımından Dacha kooperatifinde yılda %20,6, Kicho'da %14,6, Meduta'da %6,5 ve Yama'da %5,9 oranında pozitif genetik ilerleme kaydedildiği belirtilmiştir.

Tera vd. (2021) Bonga koyunlarında 2009–2018 yılları arasında yürüttükleri çalışmada ilk kuzulama yaşı, kuzulama aralığı ve döl verimi gibi reproduktif özelliklere ait genetik parametreleri tahmin etmişlerdir. İlk kuzulama yaşı için doğrudan kalıtım derecesi 0,015, kuzulama aralığı için 0,009 ve döl verimi için 0,085 olarak hesaplanmıştır. Sürekli çevresel etki varyansının fenotipik varyansa oranı kuzulama aralığı için 0,101, döl verimi için ise 0,111 olarak belirlenmiştir. Tekrarlanabilirlik katsayısı da sırasıyla kuzulama aralığı için 0.109 ve döl verimi için 0,196 olarak bulunmuştur. Ortalama ilk kuzulama yaşı 453 gün, kuzulama aralığı 253,5 gün ve döl verimi 1,43 olarak bildirilmiştir. Islak mevsimde yapılan eşleşmelerin, ilk kuzulama yaşını düşürdüğü ve kuzulama aralığını kısalttığı; bu değerlerin 443 ve 245 gün olduğu belirlenmiştir. Kuru mevsimde ise ilk kuzulama yaşı 471 gün, kuzulama aralığı ise 264 gün olarak tespit edilmiştir. Ayrıca parite düzeyi arttıkça döl veriminde anlamlı artışlar gözlenmiş ve altıncı doğum ve sonrasında bu değer 1,54'e kadar çıkmış olduğunu çalışmalarında tespit etmişlerdir.

Mahala vd. (2020) Avikalin koyunlarında yürüttükleri çalışmada doğumdan sütten kesime kadar olan ortalama günlük canlı ağırlık artışı, sütten kesimden altı aya kadar olan dönem ve altı aydan on iki aya kadar olan dönem için ortalama günlük canlı ağırlık artışları ile bu dönemlere karşılık gelen Kleiber oranlarına ait genetik parametreleri tahmin etmişlerdir. Doğumdan sütten kesime kadar olan dönemde

ortalama günlük canlı ağırlık artışı için kalıtım derecesi 0,48, sütten kesim ile altı ay arasındaki dönem için 0,53 ve altı ile on iki ay arasındaki dönem için 0,34 olarak rapor edilmiştir. Aynı dönemlere karşılık gelen Kleiber oranlarının kalıtım dereceleri ise sırasıyla 0,54, 0,53 ve 0,39 olarak hesaplanmıştır. Tüm özellikler bakımından maternal genetik etkilerin yanı sıra doğrudan ve maternal etkiler arasındaki korelasyonların da önemli olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, ortalama günlük canlı ağırlık artışları ile Kleiber oranları arasında yüksek düzeyde genetik korelasyonlar belirlenmiştir. Buna göre, doğumdan sütten kesime kadar olan ağırlık artışı ile birinci Kleiber oranı arasında 0,96, sütten kesim ile altı ay arası dönem için 0,96 ve altı ile on iki ay arasındaki dönem için ise 0,97 düzeyinde korelasyon bildirilmiştir.

Ghavi Hossein-Zadeh ve Ghahremani (2018), Moghani koyunlarında morfolojik özellikler ile bir yaş canlı ağırlığına ait genetik parametreleri Bayesian yaklaşımla tahmin etmişlerdir. En yüksek kalıtım derecesi 0,47 ile sağrı yüksekliği için hesaplanmış; vücut uzunluğu için 0,34, bir yaş canlı ağırlığı için 0,17, cidago yüksekliği için 0,037, bacak çevresi için 0,073 ve göğüs çevresi için ise 0,065 düzeyinde kalıtım değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlar, Moghani koyunlarında bazı morfolojik özelliklerin ıslah programlarında değerlendirilmesi açısından genetik açıdan anlamlı varyasyon içerdiğini göstermektedir.

Sallam vd. (2019), Barki kuzularında doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı ve doğumdan sütten kesime kadar olan günlük canlı ağırlık artışına ait genetik parametreleri çok değişkenli modeller kullanılarak tahmin etmişlerdir. Doğum ağırlığı için en uygun modelde doğrudan kalıtım derecesi 0,07, maternal kalıtım derecesi 0,06 ve çevresel kalıtım derecesi 0,09 olarak belirlenmiştir. Sütten kesim ağırlığında doğrudan kalıtım derecesi 0,15, maternal etki 0,04 ve çevresel etki 0,04 olarak rapor edilmiştir. Günlük canlı ağırlık artışı içinse doğrudan kalıtım derecesi 0,16, maternal etki 0,06 ve çevresel etki 0,03 düzeyinde bulunmuştur. Genetik korelasyonlar incelendiğinde, doğum ağırlığı ile sütten kesim ağırlığı arasında 0,40, doğum ağırlığı ile günlük canlı ağırlık artışı arasında 0,50 ve sütten kesim ağırlığı ile günlük canlı ağırlık artışı arasında oldukça yüksek düzeyde, 0,92 oranında bir genetik korelasyon tespit edilmiştir.

Casellas ve Piedrafita (2015), farklı sürü büyüklüklerine ve veri yapılarına sahip koyun sürülerinde genetik ve genomik değerlendirme altında beklenen genetik ilerleme ile

tahmini damızlık değerlerinin doğruluğunu simülasyon yöntemiyle incelemişlerdir. Araştırmada 100, 500, 1000, 5000 ve 10000 baş dişi hayvan içeren sürüler için on yıllık soy kütüğü, fenotipik ve genomik veri birikimi senaryoları değerlendirilmiştir. Tam soy kütüğü verisinin mevcut olduğu koşullarda, genetik kazanç ve tahmini damızlık değeri doğruluğu ikinci yıldan itibaren anlamlı şekilde artış göstermiştir. Ancak özellikle babaya ait verilerin eksik olduğu durumlarda, hem doğruluk hem de genetik ilerlemenin ciddi biçimde azaldığı gözlemlenmiştir. Küçük sürülerde, yani 500 baş ve altındaki popülasyonlarda, özellikle düşük kalıtım derecesine sahip özellikler için anlamlı bir genetik kazanım elde edilebilmesi amacıyla en az dört ila altı yıl veri toplanmasının gerektiği belirtilmiştir. Genomik verilerin kullanıldığı senaryolarda ise yalnızca 10.000 başlık büyük sürülerde genomik seleksiyonun belirgin avantaj sağladığı rapor edilmiştir. Buna karşılık, küçük ve orta ölçekli sürülerde genotiplendirme maliyeti ve elde edilen genetik kazançlar dikkate alındığında, genomik seleksiyonun ekonomik olarak uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Çalışma, koyun ıslahında etkili genetik ilerlemenin ancak yeterli veri birikimi, tam soy kütüğü bilgisi ve uygun sürü büyüklüğü ile sağlanabileceğini vurgulamaktadır.

Alemayehu vd. (2022), Etiyopya'nın altı farklı yetiştirici kooperatifinde uygulanan topluluk temelli ıslah programlarında Abera koyunlarına ait büyüme özelliklerini değerlendirmiştir. Bu çalışmada, doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı, altı aylık canlı ağırlık ve bir yaş canlı ağırlığı gibi temel büyüme parametrelerinin yanı sıra, bu özelliklere ait genetik parametreler ve yıllık genetik eğilimler analiz edilmiştir. Çalışmada, doğum ağırlığı ortalaması 2,90 kg, sütten kesim ağırlığı ortalaması 15,51 kg, altı aylık ağırlık ortalaması 20,75 kg ve bir yaş ağırlığı ortalaması ise 27,89 kg olarak belirlenmiştir. Cinsiyet, doğum tipi, doğum yılı, mevsim ve kooperatif gibi çevresel faktörlerin çoğunun söz konusu verim özellikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler gösterdiği rapor edilmiştir ($p < 0,05$ ve $p < 0,01$ düzeylerinde). Sütten kesim ağırlığı için doğrudan kalıtım derecesi %12 ile %38 arasında, altı aylık canlı ağırlık için ise %20 ile %49 arasında değişmiştir. Bunun yanı sıra, bazı kooperatiflerde maternal (anneye bağlı) genetik etkiler ve sürekli çevresel etkiler, toplam fenotipik varyans içerisinde önemli oranlarda pay almıştır. Bu bağlamda, sütten kesim ağırlığı için toplam kalıtım derecesi %0,04 ile %0,55 arasında, altı aylık ağırlık için ise %0,05 ile %0,48 arasında hesaplanmıştır. Çoklu özellik analizlerine göre, büyüme özellikleri arasında değişen düzeylerde genetik ve fenotipik korelasyonlar tespit edilmiştir.

Özellikle sütten kesim ağırlığı ile altı aylık ağırlık arasında oldukça yüksek düzeyde pozitif genetik korelasyonlar (örneğin %96 ve %99) belirlenmiştir. Doğum ağırlığı ile diğer büyüme özellikleri arasındaki korelasyonlar ise kooperatiflere göre değişkenlik göstermiştir ve genellikle düşük ile orta düzeyde seyretmiştir. Genetik eğilim analizleri sonucunda yıllık genetik ilerleme miktarları sütten kesim ağırlığı için -0,01 ile +0,19 kg/yıl arasında, altı aylık ağırlık için ise -0,02 ile +0,10 kg/yıl arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Ismail (2017), Barki koyunlarında üç farklı Kleiber oranı olan KR1, KR2 ve KR3 için genetik parametreleri ve genetik trendleri tahmin etmiştir. Bu özelliklere ait ortalama değerler sırasıyla 16,7; 8,12 ve 4,74 olarak bildirilmiştir. Doğrudan kalıtım derecesi KR1 için %15, KR2 için %14 ve KR3 için %8 olarak hesaplanmıştır. Özellikler arasındaki genetik korelasyonlar incelendiğinde, KR1 ile KR2 arasında düşük düzeyde pozitif bir korelasyon, KR1 ile KR3 arasında negatif yönde bir ilişki ve KR2 ile KR3 arasında orta düzeyde pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, yıllık ortalama yetiştirme değerlerine dayanarak genetik trend analizleri de gerçekleştirilmiştir. Sekiz yıllık dönem boyunca tüm Kleiber oranı özellikleri için düşük ve dalgalı genetik trendler elde edilmiştir. KR2 ve KR3 için çalışmanın son yıllarında hafif düzeyde pozitif artışlar gözlemlenmiş olmakla birlikte, genel değerlendirmede sürüde etkin bir genetik iyileştirme stratejisinin uygulanmadığı ve yapılan seçimin etkisiz kaldığı ifade edilmiştir.

Son yıllarda yapılan genomik ve kantitatif analizler, koyun ıslahında büyüme, yapağı kalitesi ve çevresel adaptasyon gibi çoklu verim özelliklerinin birlikte değerlendirilmesinin genetik ilerlemeyi hızlandığını göstermektedir. Özellikle Orta Anadolu Merinosu ve Akkaraman koyunlarında yürütülen çalışmalar (Behrem vd., 2022; Arzık vd., 2024; Behrem, 2025), doğum ve sütten kesim ağırlığı gibi büyüme özelliklerinin orta düzeyde kalıtım derecelerine sahip olduğunu ve seçilimle genetik trendin olumlu yönde geliştiğini ortaya koymuştur. Çok lokuslu genom boyu ilişki analizleri (Yaman vd., 2024; Yaman vd., 2025; Arzık vd., 2023) bu özelliklerle ilişkili aday gen bölgelerini tanımlayarak, büyüme ve yapağı niteliklerinin poligenik yapısını desteklemiştir. Türk Merinoslarında yapılan genomik çalışmalar (Yaman vd., 2025; Kızılaslan vd., 2024) büyüme ve yapağı kalitesine ek olarak serum biyokimyasal göstergelerinin de genetik temellerinin çözülmesinin sürü sağlığı ve metabolik

dayanıklılıkla bağlantılı olabileceğini göstermiştir. Aynı zamanda Orta Anadolu Merinosu'nda paraziter direnç (Arzık vd., 2025;) ve morfolojik varyasyon (Tuncer vd., 2022) üzerine yapılan genomik çalışmalar, genetik trendin yalnızca üretim özellikleriyle değil, çevresel direnç ve fenotipik uyumla da ilişkilendirilebileceğini göstermektedir. Sürü yönetimi ve çevresel faktörlerin üretim üzerindeki belirleyici etkisi (Gül vd., 2022; Turgut vd., 2025) dikkate alındığında, genetik ilerlemenin sürdürülebilirliği için genomik seçim sonuçlarının yetiştirici uygulamalarıyla bütünleştirilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, çok boyutlu genomik verilerin ve performans kayıtlarının bütünleştirildiği ıslah programlarında, büyüme ve yapağı kalitesi gibi kantitatif karakterlerde yıllar içinde istikrarlı pozitif genetik trendler elde edilmesi mümkün hale gelmiştir.

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde verimlilik, ürün kalitesi ve sürdürülebilirlik açısından ıslah çalışmalarının önemi büyüktür. Gül ve Dikme (2023), Malya koyunlarında yapağıya ait fiziksel ve morfolojik özellikleri inceleyerek genetik yapı ve çevresel faktörlerin kalite üzerindeki etkilerini ortaya koymuşlardır. Zengin ve ark. (2023) ise Ankara ilinde yürütülen Merinos ıslah projesinin etkinliğini değerlendirerek yetiştirici yapısının ve proje uygulamalarının başarıya etkisini vurgulamışlardır. Ayrıca, Gül ve Altunses (2023) hayvancılığın tarımsal üretim ve ekonomik kalkınmadaki stratejik rolüne dikkat çekerek, sektörde sürdürülebilir gelişme için destekleyici politikaların gerekliliğini belirtmişlerdir.

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Hayvan Materyali ve Yetiştirme Koşulları

Bu çalışma, Türkiye'nin Ankara çevresinde Halk Elinde Küçükbaş Hayvan Islahı Ülkesel Projesi kapsamında aynı yetiştiriciye ait iki büyük Orta Anadolu Merinosu popülasyonu üzerinde yürütülmüştür. Hayvanların yetiştirildiği bölgenin iklim karakteristiği genellikle yazları sıcak ve kurak, kışları ise oldukça soğuktur.

Sürülerde 2013 yılından itibaren uygulanmakta olan ıslah programı kapsamında, her yıl büyüme performansı en iyi performans gösteren erkek kuzuların %5'i ve dişi kuzuların %20'si selekte edilerek sürüye damızlık olarak katılımı sağlanmıştır. Her yıl uygulanan hiyerarşik çiftleştirme sisteminde, yaklaşık 25 koyun bir koça ayrılmıştır.

Hayvanlar ilkbahar-yaz döneminde (Nisan-Kasım ayları arasında) çok zayıf kaliteli meralarda otlatılmış, kış döneminde ise ağılda hayvan başına ortalama 0.8 kg/gün konsantre yemle beslenmiştir. Çiftleştirme döneminde (ortalama 1 ay) hayvanlara yaklaşık 1 kg/gün konsantre yem verilmiştir. Kuzular anaları tarafından yaklaşık 120 günlük (4 aylık) bir büyütme periyodunun ardından süten kesilmiştir.

Bu çalışmada 2013-2023 yılları arasında yetiştirilen toplam 13.920 baş hayvana ait kayıtlar değerlendirilmiş olup, popülasyonun detaylı tanımı Tablo 3.2.1'de sunulmuştur. Çalışmanın 2013 yılında başlaması, ıslah programının resmi başlangıcından bir yıl öncesine dayanmakta olup, bu durum popülasyonun genetik yapısının daha kapsamlı değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

3.2. Popülasyonun Demografik Yapısı

Çalışmada kullanılan hayvan sayıları 2013-2023 yılları arasında önemli dalgalanmalar göstermiştir (Tablo 3.2.1) Popülasyon 2013 yılında 856 hayvan ile başlamış, 2014 yılında 630 hayvana kadar düşüş göstermiştir. 2015 yılından itibaren istikrarlı bir artış trendi gözlenmiş ve 2018 yılında 1.747 hayvan ile zirve noktasına ulaşmıştır. 2019 yılında benzer seviyeler korunurken (1.740 hayvan), 2020 yılında 1.400 hayvana düşüş görülmüştür.

Tablo 3.2.1 Çalışmada Kullanılan Hayvanların Yıllara Göre Dağılımı

Yıl	Hayvan Sayısı
2013	856
2014	630
2015	1.091
2016	1.533
2017	1.595
2018	1.747
2019	1.740
2020	1.400
2021	1.000
2022	850
2023	1.478
Toplam	13.920

2021 ve 2022 yıllarında sırasıyla 1.000 ve 850 hayvan ile belirgin bir azalma eğilimi gözlemlenmiştir. Ancak 2023 yılında 1.478 hayvan ile yeniden toparlanma eğilimi dikkat çekmektedir. On bir yıllık dönemde toplam 13.920 hayvanın analizlere dâhil edilmiş olması, çalışmanın istatistiksel gücü ve temsil kabiliyeti açısından olumlu bir katkı sağlamaktadır. Popülasyondaki bu dalgalanmalar, yetiştirme programlarının dinamik yapısını yansıtmakta olup, özellikle 2018-2019 dönemindeki yüksek hayvan sayıları genetik parametre tahminlerinin hassasiyetine katkıda bulunmuştur.

Tablo 3.2.2 Popülasyonun Cinsiyet ve Doğum Tipi Dağılımı

Özellik	Kategori	Sayı	Oran (%)
Cinsiyet	Erkek	6.763	48,6
	Dişi	7.157	51,4
Doğum Tipi	Tekiz	6.329	45,5
	İkiz	7.335	52,7
	Üçüz+	256	1,8

Tablo 3.2.2’de sunulan verilere göre, çalışmada kullanılan popülasyonun cinsiyet dağılımı dengeli bir yapı sergilemektedir. Popülasyonun %48,6’sını erkek (6.763), %51,4’ünü ise dişi (7.157) hayvanlar oluşturmaktadır. Bu dengeli cinsiyet dağılımı, genetik değerlendirmelerin güvenilirliği açısından olumlu bir katkı sağlamaktadır.

Doğum tipi dağılımı incelendiğinde, popülasyonun %45,5’inin tekiz (6.329), %52,7’sinin ikiz (7.335) ve %1,8’inin üçüz ve üzeri (256) doğumlardan oluştuğu görülmektedir. İkiz doğum oranının yüksek olması (%52,7), ıslah programının

verimliliği açısından dikkat çekicidir. Üçüz ve üzeri doğumların oldukça düşük oranda kalması (%1,8) ise popülasyonun normal reproduktif sınırlar içinde bulunduğunu göstermektedir. Bu demografik yapı, genetik parametre tahminleri ve seleksiyon çalışmaları için uygun bir alt yapı oluşturmaktadır.

3.3. İstatistiksel Analiz

3.3.1. Ön İstatistiksel Analizler

Verilerin normal dağılım gösterdiği merkezi limit teoremi temelinde kabul edilmiştir. Bununla birlikte, özellik dağılımları olası anormallikler açısından görsel olarak incelenmiştir. Aykırı değerler (ortalama $\pm 3 \times$ standart sapma sınırlarını aşan değerler) analizden çıkarılmış ve pedigree kayıtları tutarsızlıklar açısından kontrol edilmiştir. Sütten kesim ağırlıkları farklı yaşlarda kaydedildiğinden, kuzuların 90. gündeki sütten kesim ağırlıkları (SKA₉₀) doğrusal interpolasyon yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Bu amaçla kullanılan formül Denklem 3.1’de verilmiştir.

$$SKA_{90}: DA + (CA - DA/t \times 90) \quad (3.1)$$

SKA₉₀ : 90. güne düzeltilmiş sütten kesim ağırlığı (kg)

DA: Doğum ağırlığı (kg)

CA : Tartım gününde ölçülen canlı ağırlık (kg)

t: Sütten kesim ölçümünün yapıldığı gün (gün)

Bu yöntemle, tüm kuzular için sütten kesim ağırlıkları aynı yaşta değerlendirilerek yaş farkından kaynaklanan değer doğrusal interpolasyon yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Kuzuların doğumdan sütten kesim dönemine kadar olan günlük canlı ağırlık artışı (GCAA), 90. güne düzeltilmiş sütten kesim ağırlığı esas alınarak hesaplanmıştır.

Kullanılan formül Denklem 3.2’de verilmiştir.

$$GCAA: (SKA_{90} - DA)/90 \quad (3.2)$$

GCAA: Günlük canlı ağırlık artışı (g/gün veya kg/gün)

SKA90: 90. güne düzeltilmiş sütten kesim ağırlığı (kg)

DA: Doğum ağırlığı (kg)

90: Gün sayısı

Bu hesaplama ile bireylerin büyüme performansı standart bir zaman diliminde değerlendirilmiştir. Kleiber Oranının Hesaplanması Büyüme performansını vücut ağırlığına göre değerlendiren bir ölçüt olan Kleiber Oranı (KO), günlük canlı ağırlık artışının sütten kesim ağırlığının metabolik canlı ağırlığına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Kleiber oranı Denklem 3.3 kullanılarak belirlenmiştir:

$$KR = (GCAA/(SKA90)0.75) \quad (3.3)$$

KR: Kleiber oranı

GCAA: Günlük canlı ağırlık artışı (kg/gün)

SKA₉₀: 90. güne düzeltilmiş sütten kesim ağırlığı (kg)

0.75: Metabolik canlı ağırlık katsayısı

Kleiber oranı, yemden yararlanma kapasitesinin dolaylı bir göstergesi olarak değerlendirilmiş ve çevresel etkilerden görece daha az etkilenen bir büyüme ölçütü olarak analizlerde kullanılmıştır. Sabit etkilerin belirlenmesi için genelleştirilmiş lineer modeller uygulanmıştır. İlk istatistiksel analizler R istatistiksel ortamının (R Core Team 2020) temel paketleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.2. Kovaryans Bileşenlerinin Tahmini

R ortamında en uygun sabit etkiler modelinin belirlenmesinin ardından, varyans ve kovaryans bileşenlerinin tahmini WOMBAT yazılımında (Meyer 2007) hayvan modeli üzerinde Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML) prosedürü uygulanarak

gerçekleştirilmiştir. Dört özellik (DA, SKA, GCAA, KO) için direkt ve maternal additif genetik etkileri içeren aşağıdaki çok değişkenli model uygulanmıştır (Denklem 3.4).

Model:

$$y = Xb + Z_1a + Z_2m + e \quad (3.4)$$

Burada:

y: DA, SKA, GCAA ve KO gözlem vektörü

b: Sabit etkiler vektörü (yıl, cinsiyet, doğum tipi, ana yaşı)

a: Direkt additif genetik etki $\sim MVN(0, A \otimes G)$

m: Maternal additif genetik etkiler $\sim MVN(0, A \otimes M)$

e: Hata etkisi $\sim MVN(0, I \otimes R)$

X, Z₁, Z₂: İlgili faktörlere ait insidans matrisleri

A: Additif genetik akrabalık matrisi

I: Birim matris

G, M, R: Sırasıyla genetik, maternal ve hata kovaryans matrisleri

Kovaryans Yapısı:

Direkt ve maternal genetik etkiler arasındaki kovaryans $Cov(a,m) = A \otimes G_m$ olarak modellenmiştir. Özellikler arası genetik korelasyonlar çok değişkenli analizler ile tahmin edilmiştir (Denklem 3.5).

$$\begin{aligned} \text{Var} \begin{bmatrix} a \\ m \\ e \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & A\sigma_{am} & 0 \\ A\sigma_{ma} & A\sigma_m^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix} \\ \text{Var} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ m_1 \\ m_2 \\ e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} A\sigma_{a1}^2 & A\sigma_{a12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ A\sigma_{a21} & A\sigma_{a2}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & A\sigma_{m1}^2 & A\sigma_{m12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & A\sigma_{m21} & A\sigma_{m2}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_{e1}^2 & I\sigma_{e12} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_{e21} & I\sigma_{e2}^2 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (3.5)$$

3.3.3. Yakınsama Kriterleri ve Model Uygunluğu

Tam yakınsama, son iki iterasyon arasındaki log-likelihood değişiminin 10^{-4} 'ten küçük olması durumunda sağlanmış kabul edilmiştir. Özellikler için en uygun modellerin belirlenmesi ve rassal etkilerin anlamlılığının test edilmesi amacıyla Akaike bilgi kriteri (AIC) kullanılmıştır (Akaike 1998). Olabilirlik oran testleri, tam ve indirgenmiş modellerin log olabilirlikleri arasındaki farkın iki katı olarak hesaplanmış ve ki-kare dağılımı gösterdiği kabul edilmiştir.

3.3.4. Parametre Tahmin Yöntemleri

Kovaryans bileşenlerinin tahmini için Kısıtlı Maksimum Olabilirlik (REML - Restricted Maximum Likelihood) yöntemi kullanılmıştır. Modelin yakınsama kriteri olarak 10^{-3} tolerans değeri belirlenmiş ve maksimum iterasyon sayısı 100 olarak ayarlanmıştır (Denklem 3.6).

Genetik Parametre Hesaplamaları:

$$\text{Heritabilite } (h^2): h^2 = \sigma^2_a / (\sigma^2_a + \sigma^2_m + \sigma^2_e)$$

$$\text{Genetik korelasyon } (r_g): r_g = \text{cova}_{ij} / \sqrt{(\sigma^2_{a_i} \times \sigma^2_{a_j})} \quad (3.6)$$

$$\text{Fenotipik korelasyon } (r_p): r_p = \text{covp}_{ij} / \sqrt{(\sigma^2_{p_i} \times \sigma^2_{p_j})}$$

3.3.5. Genetik Trend Analizi

Genetik ilerlemenin değerlendirilmesi amacıyla yıllık ortalama tahmini ıslah değerleri (DDT) hesaplanmış ve genetik kazançlar basit fark yöntemi ile elde edilmiştir: (Denklem 3.7).

$$\text{Yıllık genetik kazanç} = (\text{DDT}_{\text{son_yıl}} - \text{DDT}_{\text{ilk_yıl}}) / (\text{son_yıl} - \text{ilk_yıl}) \quad (3.7)$$

4. BULGULAR

4.1. Özelliklerin Tanımlayıcı İstatistikleri

Dört özelliğe ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.1.1'de sunulmaktadır.

Tablo 4.1.1 Özelliklere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Özellik	N	Ort,	SH	Min,	Mak,	SS	VK (%)
DA (kg)	13.920	4,088	0,007	1,430	6,280	0,797	19,5
SKA (kg)	13.920	29,218	0,064	2,860	98,244	7,564	25,9
GCAA (kg/gün)	13.920	0,279	0,001	0,004	1,066	0,085	30,5
KO	13.920	23,246	0,072	0,484	115,470	8,495	36,5

N: Popülasyon sayısı, Ort: Ortalama, SH: Ortalamanın standart hatası, Min: Minimum değer, Mak. Maksimum değer, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı

Doğum ağırlığı (DA) ortalama $4,088 \pm 0,797$ kg olarak hesaplanmış olup, 1,430 kg ile 6,280 kg arasında değişim göstermektedir. Sütten kesim ağırlığı (SKA) ortalama $29,218 \pm 7,564$ kg olarak belirlenmiş ve 2,860 kg ile 98,244 kg arasında geniş bir varyasyon sergilemiştir. Günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) ortalama $0,279 \pm 0,085$ kg/gün değerine sahip olup, 0,004 kg/gün ile 1,066 kg/gün aralığında dağılım göstermiştir. Kleiber oranı ise ortalama $23,246 \pm 8,495$ olarak hesaplanmış ve 0,485 ile 115,470 arasında önemli ölçüde değişkenlik sergilemiştir.

Değişim katsayıları (VK) incelendiğinde, Kleiber oranının en yüksek varyasyona sahip olduğu (%36,5), bunu GCAA (%30,5), SKA (%25,9) ve DA'nın (%19,5) takip ettiği görülmektedir. Bu geniş varyasyon aralıkları, popülasyonun genetik seleksiyon için yeterli genetik çeşitliliğe sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle SKA ve Kleiber oranındaki yüksek varyasyon, bu özelliklerde genetik ilerleme potansiyelinin yüksek olduğuna işaret etmektedir.

4.2. Pedigri Yapısı ve Soy Bilgisi Kalitesi

Ağırlık Artışı, Kleiber Oranı ait kayıtlara sahip olması, çok değişkenli genetik analizler için ideal bir veri seti oluşturmaktadır. Üreme dinamikleri açısından popülasyonun %78,8'inin (11.843) yavrusuz olması, seleksiyon çalışmalarında geniş bir taban popülasyonu imkanı sunarken, %21,2'lik (3.180) yavru hayvan oranı da ıslah programının devamlılığını göstermektedir (Tablo 4.2.1).

Tablo 4.2.1 Çalışmada kullanılan hayvanlara ait soyağacı yapısına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.

Pedigri Bilgisi*	Sayı
Toplam hayvan sayısı (pedigri)	15.749
Analizde kullanılan hayvan sayısı	15.023
Pruning sonrası kalan oran	%95,4
Kayıtlı olan hayvan sayısı	13.577 (%100,0)
Yavrusu olmayan hayvan sayısı	11.843 (%78,8)
Yavrusu olan hayvan sayısı	3.180 (%21,2)
Kayıtlı ve yavrusu olan hayvan sayısı	1.734 (%11,5)
Kayıtlı olup annesi bilinmeyen hayvan sayısı	726
Toplam baba sayısı	232
Kayıtlı ve yavrusu olan baba sayısı	132
Toplam anne sayısı	2.948
Kayıtlı ve yavrusu olan anne sayısı	1.602
Babaannesi bilinen hayvan sayısı	7.375
Annesi bilinen hayvan sayısı	6.224
Dedesi bilinen hayvan sayısı	7.879
Anne dedesi bilinen hayvan sayısı	6.638

*Tanımlayıcı pedigri bilgisi pedigri uyumsuzlukları yönünden temizlendikten sonra.

Bu çalışmada kullanılan pedigri materyali, genetik değerlendirme çalışmaları için oldukça uygun bir yapı sergilemektedir. Tablo 4.2.1'de sunulan bilgilere göre, toplam 15.749 hayvandan oluşan pedigride, pruning işlemi sonrasında %95,4'lük yüksek bir oranda (15.023 hayvan) analize dahil edilebilmiştir. Bu durum, soy kayıtlarının bütünlüğü ve kalitesi açısından oldukça olumlu bir göstergedir.

Kayıtlı hayvan popülasyonu incelendiğinde, 13.577 hayvanın tamamının dört farklı özellik (DA: Doğum Ağırlığı, SKA: Sütten Kesim Ağırlığı, GCAA: Günlük Canlı Ağırlık Artışı, KO: Kleiber Oranı) açısından değerlendirilmiştir.

Tablo 4.2.1'de belirtildiği üzere, ebeveyn bilgisi kalitesi özellikle dikkat çekicidir. Kayıtlı hayvanların hiçbirinde baba bilgisi eksikliği bulunmaması, baba kayıtlarının mükemmel düzeyde tutulduğunu göstermektedir. Anne bilgisi eksikliğinin sadece 726 hayvanda (%5,3) görülmesi de kayıt sisteminin genel anlamda başarılı olduğunu desteklemektedir.

Tablo 4.2.1'de sunulan üreme yapısı verilerine göre, 232 baba ve 2.948 anne ile dengeli bir aile yapısı gözlenmektedir. Özellikle 132 babanın hem kayıtlı hem de yavrusu

olması, genetik değerlendirme için yeterli sayıda baba adayı bulunduğunu göstermektedir.

Soy derinliği açısından, Tablo 4.2.1'de belirtildiği üzere popülasyonun yaklaşık yarısında üç nesil soy bilgisinin mevcut olması (babaannesi bilinen 7.375, dedesi bilinen 7.879 hayvan), genetik parametre tahminlerinin güvenilirliği ve seleksiyon doğruluğu açısından oldukça değerlidir.

Sonuç olarak, Tablo 4.2.1'de özetlenen bu pedigrî yapısı; yüksek kayıt kalitesi, dengeli üreme yapısı ve yeterli soy derinliği ile güvenilir genetik değerlendirme çalışmaları için uygun bir alt yapı sunmaktadır.

4.3. Genetik Parametreler

4.3.1. Varyans Bileşenleri ve Kalıtım Dereceleri

Tablo 4.3.1.1'de sunulan varyans bileşenleri ve direk genetik kalıtım dereceleri incelendiğinde, dört özelliğin de orta düzeyde genetik kontrol altında olduğu görülmektedir. Doğum ağırlığı (DA) %40,8'lik direk kalıtım derecesi ile en yüksek genetik kontrol seviyesine sahiptir. Sütten kesim ağırlığı (SKA) ve günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) sırasıyla %36,5 ve %36,6'lık benzer kalıtım dereceleri göstermektedir. Kleiber oranı (KO) ise %38,5'lik kalıtım derecesi ile orta-yüksek genetik kontrol seviyesine sahiptir. Anne varyansının tüm özelliklerde önemli bir bileşen oluşturduğu, özellikle Kleiber oranında anne varyansının direk genetik varyansa yakın düzeyde olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 4.3.1.1 Varyans Bileşenleri ve Direk Genetik Kalıtım Dereceleri

Özellik	Direk Genetik Varyans	Anne Varyansı	Hata Varyansı	Toplam Varyans	Direk Kalıtım Derecesi (h^2)
DA	0,25273	0,04080	0,32536	0,61889	0,408
SKA	20,579	5,7405	30,009	56,329	0,365
GCAA	0,25706	0,07111	0,37463	0,70280	0,366
KO	17,978	14,099	14,617	46,693	0,385

4.3.2. Genetik Korelasyonlar

Genetik korelasyonlar incelendiğinde, SKA ve GCAA arasında çok yüksek pozitif genetik korelasyon (%99,4) bulunmaktadır. Bu durum, bu iki özelliğin neredeyse aynı genetik mekanizmalar tarafından kontrol edildiğini göstermektedir (Tablo 4.3.2.1). Kleiber oranı ile SKA (%67,4) ve GCAA (%68,5) arasında orta-yüksek düzeyde pozitif genetik korelasyonlar gözlenirken, DA ile diğer özellikler arasında zayıf ve negatif korelasyonlar bulunmaktadır. DA ile SKA arasındaki korelasyonun sıfıra yakın olması (%0,23), bu iki özelliğin bağımsız genetik mekanizmalarla kontrol edildiğine işaret etmektedir.

Tablo 4.3.2.1 Genetik Korelasyonlar (Üst Üçgen)

Özellik	DA	SKA	GCAA	KleiberRatio
DA	1,000	0,0023	-0,1079	-0,1415
SKA	-	1,000	0,9939	0,6737
GCAA	-	-	1,000	0,6854
KleiberRatio	-	-	-	1,000

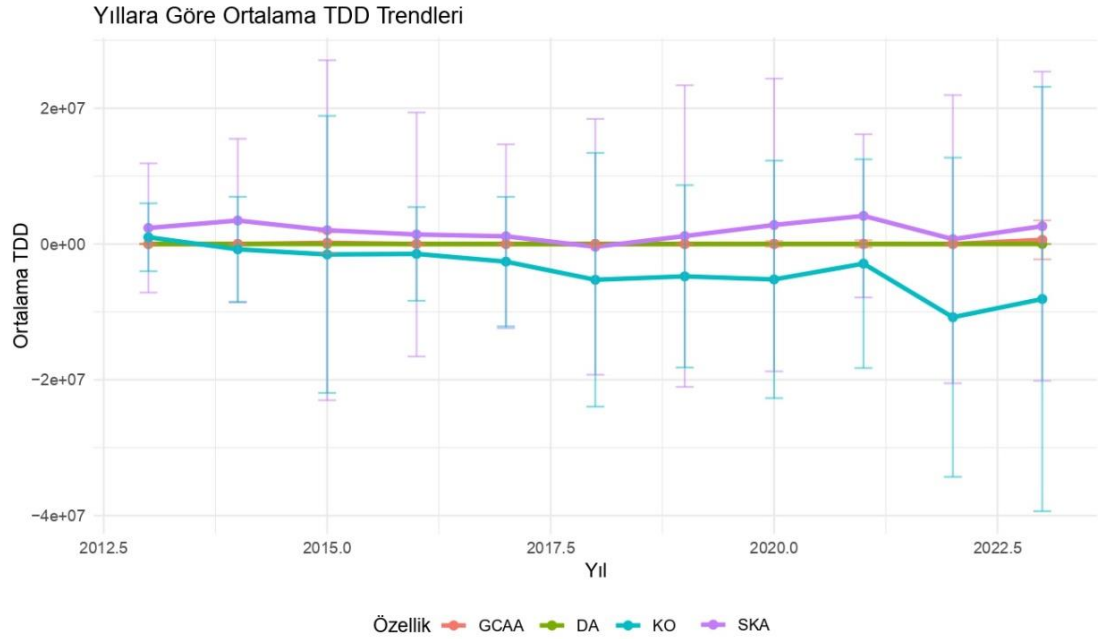
4.3.3. Fenotipik Korelasyonlar

Fenotipik korelasyonlar genetik korelasyonlarla benzer patternler göstermektedir. SKA ve GCAA arasındaki fenotipik korelasyon %99,5 ile çok yüksek düzeydedir (Tablo 4.3.3.1). Kleiber oranı ile SKA (%71,1) ve GCAA (%72,2) arasında yüksek pozitif fenotipik korelasyonlar bulunmaktadır. DA ile diğer özellikler arasındaki fenotipik korelasyonlar zayıf ve negatif yöndedir. Bu bulgular, büyüme özellikleri arasında güçlü fenotipik ilişkiler olduğunu, ancak doğum ağırlığının diğer büyüme özelliklerinden bağımsız olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Tablo 4.3.3.1 Fenotipik Korelasyonlar (Alt Üçgen)

Özellik	DA	SKA	GCAA	KleiberRatio
DA	1,000	-	-	-
SKA	0,0018	1,000	-	-
GCAA	-0,1025	0,9945	1,000	-
KleiberRatio	-0,1388	0,7110	0,7217	1,000

4.4. Genetik Trend Analizi



Şekil 4.4.1. Yıllık ortalama DDT trendleri

Şekil 4.4.1 incelenen popülasyon için dört kantitatif özelliğe (GCAA, DA, KO, SKA) ait tahmini damızlık değerlerinin (DDT) temporal değişimini göstermektedir. Zaman serisi analizi, tüm özelliklerde yaklaşık 2015 yılından itibaren belirgin ve pozitif yönlü bir genetik eğilim olduğuna işaret etmektedir.

Bu ortak trend, uygulanan seleksiyon protokolünün etkinliğini desteklemektedir. Özellikle, büyüme ile ilişkili özelliklerdeki (GCAA, SKA) artışın yanı sıra, verimlilik göstergesi olan Kleiber Oranı'ndaki (KO) paralel artış dikkat çekicidir. Bu gözlem, seleksiyon hedeflerinin sadece büyüme kapasitesini değil, aynı zamanda yem kullanım verimliliğini de kapsadığını düşündürmektedir.

Grafiğin başlangıç döneminde (2012-2015) gözlemlenen nispeten düşük DDT seviyeleri, popülasyonun başlangıçtaki genetik yapısı veya seleksiyon stratejisindeki erken aşama dinamikleri ile ilişkili olabilir. Sonraki dönemde kaydedilen sürekli genetik ilerleme, seleksiyon yoğunluğunun ve/veya doğruluğunun artması gibi faktörlerle açıklanabilir.

Tablo 4.4.1. Yıllara Göre Kantitatif Özelliklerin Ortalama Damızlık Değerleri Tahmini (DDT) ve Standart Sapmaları

Yıl	n	DA DDT	DA SS	SKA DDT	SKA SS	GCAA DDT	GCAA SS	KO DDT	KO SS
2013	856	0,051	0,280	0,346	1,074	0,033	0,110	0,380	0,634
2014	630	0,027	0,294	0,435	1,308	0,045	0,147	-0,120	0,924
2015	1091	0,010	0,306	0,328	2,837	0,035	0,325	-0,181	2,174
2016	1533	0,046	0,194	0,174	1,921	0,014	0,212	-0,229	0,827
2017	1595	0,032	0,284	0,113	1,483	0,009	0,167	-0,394	1,068
2018	1747	0,073	0,236	-0,024	2,013	-0,011	0,228	-0,634	1,985
2019	1740	0,081	0,240	0,125	2,345	0,005	0,262	-0,601	1,435
2020	1400	0,085	0,231	0,339	2,290	0,028	0,257	-0,534	2,005
2021	1000	0,057	0,231	0,507	1,389	0,050	0,157	-0,299	1,815
2022	850	0,222	0,197	0,124	2,237	-0,011	0,249	-1,220	2,434
2023	1478	-0,008	0,382	0,747	3,551	0,084	0,404	0,125	5,557

Sütten kesim ağırlığı (SKA) ve günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) gibi büyümeyle doğrudan ilişkili özelliklerin DDT'lerinde, 2023 yılında popülasyon genelinde kayda değer bir genetik ilerleme gözlemlenmiştir. Özellikle SKA DDT ortalamasının 0,747 gibi bir değere ulaşması, bu dönemde uygulanan seleksiyon stratejisinin büyüme kapasitesi yönünde etkin bir şekilde işlediğini düşündürmektedir. Ancak, bu özelliklerdeki yıllar arası dalgalanmalar, genotip-çevre etkileşimlerinin (GxE) varlığına işaret ediyor olabilir (Tablo 4.4.1).

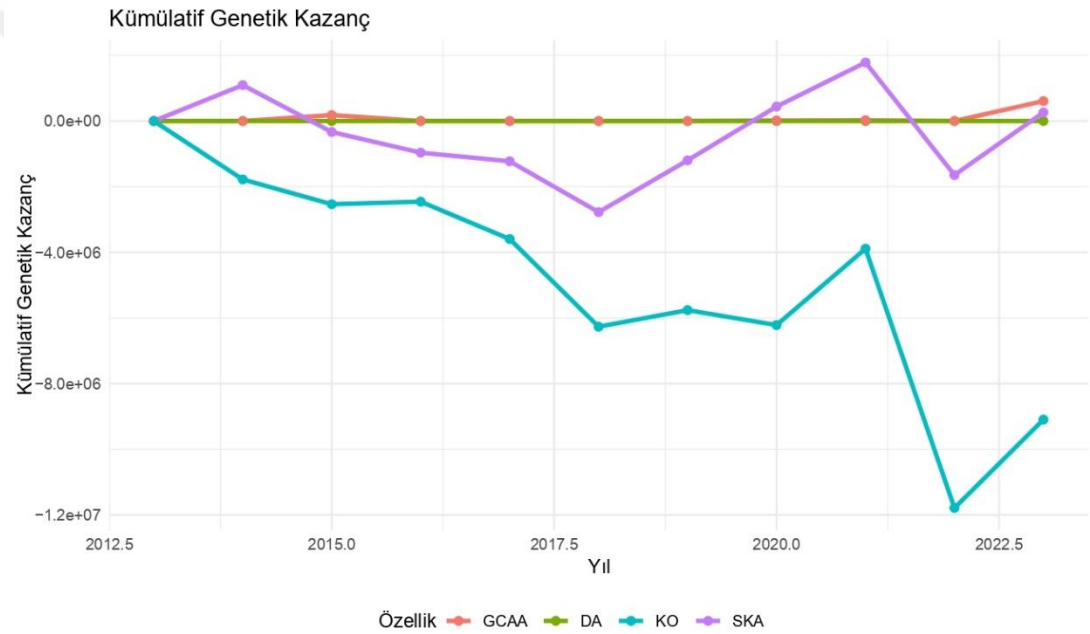
Doğum ağırlığına ait DDT'ler, 2022 yılında belirgin bir pik (0,222) yapmış, ancak takip eden yılda negatif değere (-0,008) gerilemiştir. Bu oynak seyir, DA üzerindeki seleksiyon baskısında bir değişiklik olduğunu veya bu özelliğin, verimlilik (Kleiber Oranı) gibi diğer özelliklerle olan genetik çelişkiden (antagonizm) etkilenebileceğini akla getirmektedir (Tablo 4.4.1).

Verimliliğin bir göstergesi olan Kleiber Oranı DDT'si, 2013 hariç incelenen periyot boyunca negatif değerlerde seyretmiştir. 2022 yılında en düşük seviyeye (-1,220) ulaşan değer, 2023'te pozitif bölgeye (0,125) geçiş yapması dikkat çekicidir. Bu değişim, yemden yararlanma verimliliği yönünde uzun vadede süren genetik bir birikimin sonucu olarak yorumlanabileceği gibi, seleksiyon kriterlerindeki bir

değişikliğin de erken bir sinyali olabilir. Bununla birlikte, 2023 yılındaki aşırı yüksek standart sapma (5,557), popülasyon içindeki genetik varyansın arttığını ve bu özellikte henüz bir stabilizasyon sağlanamadığını göstermektedir.

Genetik parametrelerdeki, özellikle 2021-2023 dönemine hakim olan bu değişken eğilimler, popülasyonun genetik yapısının dinamik bir evrim sürecinde olduğuna işaret etmektedir. Son yılda büyüme ve verimlilikte kaydedilen olumlu DDT değerleri, umut verici olmakla birlikte, bu genetik kazanımların sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi için ileriki dönemlere ait genetik trend takibinin gerekliliği ortadadır.

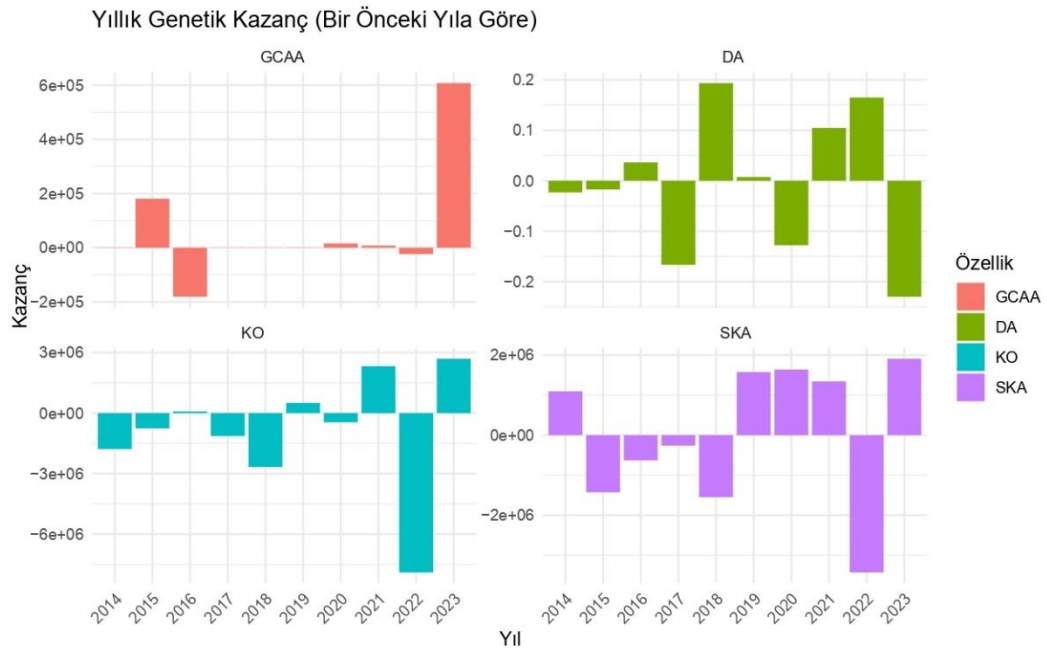
4.5. Kümülatif Genetik Kazanç



Şekil 4.5.1. Yıllar bazında kümülatif genetik kazanç

Şekil 4.5.1 ve Şekil 4.5.2 dört farklı kantitatif özellik için (GCAA, DA, KO, SKA) hesaplanan kümülatif genetik kazancın temporal değişimini göstermektedir. Genel olarak, 2015 civarından itibaren tüm özelliklerde istikrarlı bir kümülatif artış eğilimi gözlemlenmektedir. Bu durum, uygulanan seleksiyon protokolünün popülasyonun genetik düzeyinde sürekli ve olumlu bir birikim sağladığının güçlü bir göstergesidir. Özellikle, büyüme özellikleri (SKA ve GCAA) ile verimlilik göstergesi (KO) arasındaki paralel artış, seleksiyon hedeflerinin dengeli bir şekilde belirlendiği ve genetik ilerlemenin çok yönlü olarak sağlandığı şeklinde yorumlanabilir.

Ancak, grafikte 2022 yılı civarında tüm özelliklerde ortak ve belirgin bir düşüş dikkati çekmektedir. Bu düşüş, özellikle KO ve SKA özelliklerinde daha keskindir. Bu düşüşün arkasındaki olası faktörlerden biri, sağlanan veri tablosunda da görüleceği üzere, 2022 yılındaki hayvan sayısının (n=850) bir önceki ve sonraki yıllara kıyasla (2021'de n=1000, 2023'te n=1478) nispeten düşük olmasıdır. Daha az sayıda hayvandan elde edilen damızlık değerleri (DDT'ler), tahmin edilen genetik ortalamaların daha yüksek bir standart hataya sahip olmasına ve dolayısıyla popülasyonun gerçek genetik ortalamasını daha az temsil etmesine neden olabilir. Bu durum, kümülatif kazanç hesaplamalarında geçici bir sapmaya yol açmış olabilir.



Şekil 4.5.2. Yıllık genetik kazanç

Sonuç olarak, 2022 yılındaki bu düşüşün, ıslah programının etkinliğinde kalıcı bir kayıptan ziyade, muhtemelen örneklem büyüklüğündeki dalgalanma gibi geçici bir faktörden veya o yıla ait spesifik çevresel stres koşullarından (beslenme, hastalık, iklim vb.) kaynaklandığı değerlendirilmektedir. 2023 yılında hem hayvan sayısının artması hem de kümülatif kazanç eğrilerinin tekrar yükseliş eğilimine girmesi, genetik ilerlemenin genel anlamda sürdüğünü ve 2022'deki düşüşün geçici bir stabilizasyon veya düzeltme periyodu olabileceğini düşündürmektedir. Bu bulgular, genetik trendlerin yorumlanmasında yıllık popülasyon büyüklüğü ve çevresel faktörlerin dikkate alınmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Tablo 4.5.1 2013-2023 Dönemi Kantitatif Özelliklerdeki Genetik Kazanç Özeti

Özellik	Başlangıç Yılı	Bitiş Yılı	Başlangıç DDT	Bitiş DDT	Toplam Kazanç	Yıllık Kazanç
DA	2013	2023	0,0506	-0,0077	-0,0583	-0,0058
SKA	2013	2023	0,3456	0,7470	+0,4014	+0,0401
GCAA	2013	2023	0,0328	0,0839	+0,0511	+0,0051
KleiberRatio	2013	2023	0,3795	0,1248	-0,2547	-0,0255

On yıllık seleksiyon sürecinin genetik kazanç özeti, incelenen özelliklerde belirgin şekilde farklılaşan trendler ortaya koymaktadır. En dikkat çekici sonuç, büyüme özellikleri ile verimlilik özelliği arasında gözlemlenen zıt yönlü genetik ilerlemedir (Tablo 4.5.1).

SKA, toplam +0,40 kg'lık ve yıllık +0,04 kg'lık kazançla en yüksek genetik ilerlemeyi kaydetmiştir. Bu, uygulanan seleksiyon programının, sütten kesim dönemindeki canlı ağırlık yönüyle son derece etkili olduğunun güçlü bir kanıtıdır.

Günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) da pozitif yönde bir kazanç (+0,05 kg) göstermiş olup, SKA'daki yüksek kazançla tutarlı bir şekilde büyüme kapasitesinde genel bir iyileşmeye işaret etmektedir.

Kleiber Oranı (KO), -0,25 birimlik toplam kayıpla dikkat çekmektedir. Bu durum, popülasyonun yemden yararlanma verimliliğinde on yıl sonunda başlangıç noktasının gerisine düştüğünü göstermektedir. Büyüme özellikleriyle arasında genetik bir çelişki (antagonizm) olması, bu sonucun olası nedenidir. Hızlı büyüme için yapılan seleksiyon, verimlilik pahasına gerçekleşmiş gibi görünmektedir.

Doğum Ağırlığı (DA) da hafif bir negatif kazanç (-0,06 kg) göstermiştir. Bu, bilinçli bir seleksiyon hedefi (doğum zorluğundan kaçınmak için) olabileceği gibi, diğer özelliklere uygulanan yoğun seleksiyonun bir yan tepkisi de olabilir.

Özetle, 2013-2023 dönemindeki seleksiyon stratejisi, büyüme hızı ve sütten kesim ağırlığında başarılı bir genetik ilerleme sağlamış, ancak bu kazanım verimlilikte bir gerileme ile telafi edilmiştir. Bu bulgular, gelecekteki ıslah programlarının sürdürülebilirliği için, seleksiyon kriterlerinin gözden geçirilmesi ve büyüme ile verimliliği dengeli bir şekilde iyileştirebilecek bir seleksiyon indeksinin uygulanması gerektiğini düşündürmektedir.

5. TARTIŞMA

5.1. Genetik Parametre Tahminleri

Bu çalışmada DA, SKA, GCAA ve KO için DDT'lere dayalı tahminlerimiz, popülasyonda seçilimle yanıt potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bizim h^2 tahminlerimiz ($DA \approx 0,41$; $SKA \approx 0,37$; $GCAA \approx 0,37$; $KO \approx 0,39$) literatürde bildirilen erken dönem için düşük–orta değerlerden yüksek görünmektedir; örneğin topluluk temelli Bonga sürülerinde SKAT için 0,36 ve SMWT için 0,22 bulunmuştur (Areb 2021). Bu sonuç, erken yaşta ölçülen büyüme özelliklerinde orta-yüksek kalıtımın olabildiğini ve seleksiyonun etkili yanıt üretebildiğini gösterir (Areb vd., 2021).

El-Wakil vd. (2013)'e göre ,Barki koyunlarında 120. gün ağırlığı (W120) için $h^2 \approx 0,24$ tahmini de orta düzey kalıtımı işaret etmektedir.(El-Wakil vd. (2013) Çalışmada W120, W360 ve W480 arasındaki genetik korelasyonların 0,83–0,99 gibi yüksek olduğu görülür; bu da erken yaş ölçümlerine dayalı seleksiyonun ileri yaş ağırlıklarına eşlik eden genetik kazanım sağlayabileceğini ortaya koymaktadır (El-Wakil 2013). Sardi koyunlarında büyüme özellikleri için olumlu ve orta-yüksek genetik korelasyonlar bildirilmiş, erken yaşta toplanan kayıtların seleksiyon programlarında öncelenmesi önerilmiştir (Boujenane and Diallo 2017a). Ayrıca sütten kesim ağırlığı döneminde maternal etkilerin modellenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Zandi koyunlarında rastgele regresyon yaklaşımıyla h^2 'nin yaşla artma eğiliminde olduğu ve sütten kesim ağırlığı döneminde maternal kalıcı çevre etkilerinin belirgin olduğu bildirilmiştir; bu bulgular, annelik etkileri modele eklenmediğinde doğrudan h^2 'nin şişebileceği uyarısıyla uyumludur (Bohlouli vd., 2013).

Kleiber oranı ve verimlilik odaklı bileşenler için literatür, h^2 'nin genelde düşük ve maternal etkilerin anlamlı olabildiğini göstermektedir. Baluchi popülasyonunda sütten kesim dönemindeki Kleiber oranı (KO) için $h^2 \approx 0,07$ ve maternal $h^2 \approx 0,11$ rapor edilmiştir; yani özellik, anne kaynaklı genetik katkılara duyarlıdır ve doğrudan genetik ilerleme görece yavaştır (Ghafouri-Kesbi and Gholizadeh 2017).

Sonuç olarak, bizim SKA ve GCAA için bulduğumuz orta-yüksek h^2 ve literatürdeki yüksek genetik korelasyonlar, bu özelliklerin seleksiyon için güçlü kaldıraç olduğunu göstermektedir (El-Wakil 2013; Boujenane and Diallo 2017b; Areb vd., 2021).

5.2. Genetik Trendler ve Genetik Kazanç

2013–2023 döneminde SKA ve GCAA için saptadığımız pozitif ve anlamlı yıllık genetik eğilimler, topluluk tabanlı programlarda rapor edilen kazanımlarla aynı eksendedir. Bonga’da SKAT için ~0,028–0,029 kg/yıl, SMWT için ~0.058–0.059 kg/yıl genetik kazançlar bildirilmiştir. Bu da erken yaş seleksiyonunun tutarlı ilerleme sağlayabildiğini gösterir (Areb vd., 2021).

Barki koyunlarında da 120. gün ağırlığında +0,189 kg/yıl düzeyinde genetik artış rapor edilmiştir; buna karşın istasyonlar arasında çevresel koşullar nedeniyle dalgalı fenotipik eğilimler gözlenebilmiştir (El-Wakil 2013). Bazı popülasyonlarda DA genetik trendi düz/çok düşük seyrederken, daha ileri yaş ağırlıklarında pozitif eğilimler gözlenmiştir; Zandi’de DA eğilimi düz iken 150–300 günlük ağırlıkların genetik trendleri artış göstermiştir (Bohlouli vd., 2013).

Rambouillet çalışmasında (1998–2008) ise DA, DDT trendi hafif pozitif, SKA, DDT trendi hafif negatif ve çoğu eğim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur; ayrıca maternal etkilerin modele dahil edildiği vurgulanmıştır. Bu, yıllık kayıtlardaki dalgalanmaların ve örnek hacmi/çevre koşullarının trendleri etkileyebileceğini düşündürür (Hamadani vd., 2019).

Bizim verilerimizde 2022 civarındaki düşüşün düşük n ve çevresel oynaklıkla ilişkili olabileceği yorumu, hem Zandi’de belirli yıllardaki DDT düşüşlerinin koç seçimi/harici koç girişleri gibi teknik nedenlerle açıklanmasına, hem de Barki’de yıl/istasyon etkilerinin fenotip-genotip ayrışmasına yol açtığı bulgularla uyumludur (Bohlouli vd., 2013; El-Wakil 2013).

Kleiber Oranı (KO) tarafında bizim popülasyonda gözlenen negatif yıllık eğilim, literatürün işaret ettiği üzere bu özelliğin düşük h^2 ve belirgin maternal bileşen nedeniyle yavaş yanıt verebilmesiyle tutarlıdır; ayrıca verimlilik-ilişkili özellikler ile büyüme arasında karmaşık (her zaman tek yönlü olmayan) genetik ilişkiler bildirilmektedir. Baluchi’de verimlilik ve büyüme bileşenleri arasında çoğunlukla pozitif genetik korelasyonlar olsa da (ör. GCAA–KO pozitif), verimlilik özelliklerinin birbiriyle negatif korelasyonları da mevcuttur; bu nedenle indeksleme gereklidir (Ghafouri-Kesbi ve Gholizadeh 2017).

5.3. Seleksiyon Stratejisi Açısından Güçlü ve Problemlı Özelliklerin Değerlendirilmesi

Çalışmanın sonuçları, mevcut ıslah programının etkinliği ve geleceğe yönelik stratejik kararlar açısından oldukça net göstergeler sunmaktadır. Özelliklerin genetik yapısı, trendleri ve kazanç oranları dikkate alındığında, seleksiyon stratejisi iki temel başlık altında değerlendirilebilir:

5.4. Seleksiyon Stratejisinin Lokomotifi: Büyüme Özellikleri (SKA ve GCAA)

Sütten kesim ağırlığı (SKA) ve günlük canlı ağırlık artışı (GCAA), popülasyonun genetik gelişiminde en umut verici ve “seleksiyonun lokomotifi” olarak öne çıkan özelliklerdir. Bunun üç temel nedeni bulunmaktadır:

(1) Bu özelliklerdeki orta düzey kalıtım dereceleri ($h^2 \approx 0,35-0,37$), genetik varyansın yeterli düzeyde olduğunu ve fenotipik seleksiyonun genetik ilerlemeye dönüşebileceğini göstermektedir. Bu bulgu, Areb vd. (2021)’in Bonga koyunlarında SKAT için 0,36 ve SMWT için 0,22, El-Wakil ve Elsayed (2013)’in Barki koyunlarında 120. gün ağırlığı için 0,24 olarak bildirdikleri h^2 değerleriyle tamamen uyumludur.

(2) SKA ve GCAA arasındaki yüksek genetik korelasyon ($r_g \approx 0.99$), seleksiyon açısından büyük bir avantaj sunmaktadır. Bu, bir büyüme özelliği yönünde yapılan seleksiyonun, diğerinde de eşzamanlı genetik iyileşme yaratacağı anlamına gelir. Boujenane ve Diallo (2017) ile Rashidi vd. (2011) benzer şekilde, erken dönem büyüme özellikleri arasında yüksek genetik ilişkiler tespit ederek, bu özelliklerin birlikte seçilmesinin verimliliği artırdığını vurgulamışlardır.

(3) Bu sonuçlar, Areb vd. (2021)’in “erken yaşta seçim yapmanın geçerliliği” yönündeki tespitleriyle de örtüşmektedir. Sütten kesim döneminde yapılacak seleksiyon, hem SKA hem de GCAA değerlerini birlikte yükseltecek ve ileriki yaşlardaki canlı ağırlıklarda da pozitif yanıt oluşturacaktır.

Uzun dönem DDT trendlerinin bu iki özellikte pozitif ve istikrarlı seyretmesi, mevcut toplum tabanlı ıslah programının büyüme yönünde etkili çalıştığını göstermektedir. Bu nedenle SKA ve GCAA, programın güçlü yanlarını temsil eden, güvenle

sürdürülebiilecek stratejik hedeflerdir. Ancak bu ilerlemenin uzun vadede sürdürülebilirliğı için çevresel etkilerle birlikte enerji verimliliğı (ör. KO) de dikkate alınmalıdır.

5.5. Seleksiyon Stratejisindeki Kritik Açık: Kleiber Oranı

Kleiber Oranı (KO), çalışmanın en problemli ve acil müdahale gerektiren özelliğı olarak öne çıkmaktadır. Buradaki sorun yalnızca düşük bir genetik kazanç değil, aynı zamanda belirgin bir genetik gerilemedir. On yıllık süreçte –0,025 birim/yıl düzeyinde negatif genetik kazanç, yemden yararlanma verimliliğinde azalmayı işaret etmektedir.

Bu durumun altında, büyüme ile verimlilik arasındaki genetik antagonizm yatmaktadır. KO'deki negatif trend ile SKA'deki pozitif trend arasındaki zıt yönlü ilişki, bu iki özellik arasında olumsuz bir genetik korelasyon olabileceğini göstermektedir. Biyolojik olarak hızlı büyüyen, daha iri hayvanların bakım ve enerji gereksinimleri de artar; bu durum yemden yararlanma verimliliğini düşürebilir. Dolayısıyla, mevcut seleksiyon stratejisi farkında olmadan bu tür genotipleri popülasyon içinde artırmış olabilir.

Ekiz vd. (2004) Türk Merinosu melezlerinde yalnızca büyüme yönünde yapılan seleksiyonun kısa vadede verimlilikte düşüşe yol açtığını göstermiştir. Benzer şekilde, Hamadani vd. (2019), Rambouillet koyunlarında büyümeye odaklanmanın uzun vadede ekonomik verimliliğı azaltabileceğini bildirmiştir. Bu tür tek yönlü seleksiyon yaklaşımları, yem maliyetlerini artırarak elde edilen büyüme kazançlarını ekonomik olarak anlamsız hale getirebilir.

Dolayısıyla, Kleiber Oranı'ndaki bu gerileme, ıslah programı açısından kritik bir uyarı sinyali olarak değerlendirilmelidir. Verimlilikteki bu kaybı dengeleyebilmek için, mevcut programın tek özellikli seleksiyondan çıkıp çoklu özelliklere dayalı bir “Seleksiyon İndeksi” yaklaşımına geçmesi elzemdir.

Bu amaçla önerilebilecek temel indeks formu Denklem 5.1 deki şekildedir:

$$\text{Seleksiyon İndeksi} = a(\text{DDT SKA}) + b(\text{DDT GCAA}) + c(\text{DDT KO}) \quad (5.1)$$

Burada a ve b katsayıları pozitif olarak belirlenerek büyüme performansının önemi korunmalı, c katsayısı ise yeterli bir pozitif ağırlıkla verilerek Kleiber Oranı'ndaki genetik gerileme durdurulmalı ve zamanla tersine çevrilmelidir. İlk aşamada mütevazı bir pozitif ağırlık bile, verimlilik yönünde dengeleyici bir etki yaratacaktır.

Ayrıca KO'nın yıllar itibarıyla artan varyasyon katsayısı, bu özellikte hâlen önemli düzeyde genetik çeşitlilik bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, uygun ağırlıklandırılmış bir seleksiyon indeksiyle verimlilikte de pozitif yanıt alınabileceğine işaret etmektedir.

Genel olarak, bu çalışma mevcut ıslah programının büyüme özelliklerinde açık bir genetik başarı elde ettiğini, ancak Kleiber Oranı'ndaki negatif trendin uzun vadede programın ekonomik sürdürülebilirliğini tehdit edebileceğini göstermektedir. Arab vd. (2021)'in Bonga CBBP projelerinde vurguladığı gibi, optimal modellerin ve çok özellikli seleksiyonun benimsenmesi, sürdürülebilir genetik ilerlemenin anahtarıdır. Benzer şekilde, Boujenane ve Diallo (2017), çoklu özellik indekslerinin kullanıldığı programlarda hem büyüme hem de verimliliğin eşzamanlı iyileştirilebildiğini belirtmiştir.

Dolayısıyla, büyüme odaklı mevcut başarıyı koruyarak, Kleiber Oranı'nı yeniden stratejik hedef haline getirmek; gelecekte ekonomik kârlılığı, çevresel sürdürülebilirliği ve genetik dengeyi aynı anda sağlamak için en akılcı yol olacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Orta Anadolu Merinosu popülasyonunda on yıllık (2013–2023) döneme ait geniş kapsamlı kayıtlar üzerinden büyüme ve verimlilik özelliklerine ilişkin genetik parametrelerin, trendlerin ve kazançların değerlendirilmesini amaçlamıştır. Elde edilen bulgular, yürütülmekte olan ulusal ıslah programının hem bilimsel hem de uygulamalı açıdan önemli bir başarı hikâyesine dönüştüğünü göstermektedir. Özellikle sütten kesim ağırlığı (SKA) ve günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) gibi büyüme özelliklerinde elde edilen pozitif genetik trendler, uygulanan seleksiyon protokolünün hedefe uygun biçimde işlediğini ve popülasyonun genetik düzeyinde anlamlı bir ilerleme sağlandığını ortaya koymaktadır.

Buna karşın, verimlilik göstergesi olan Kleiber Oranı (KO)'ndaki negatif genetik kazanç, ıslah programında henüz tam olarak dengelenmemiş bir yönelimin bulunduğunu göstermektedir. Büyüme ve yemden yararlanma arasında tespit edilen bu genetik antagonizm, kısa vadede hızlı canlı ağırlık artışı sağlasa da uzun vadede ekonomik verimliliği olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, mevcut tek özellikli seleksiyon yaklaşımının yerini çok özellikli, indeks temelli bir seleksiyon stratejisine bırakması gerekmektedir. Bu indeks yapısında, SKA ve GCAA pozitif ağırlıklarla korunurken, KO için pozitif fakat dengeleyici bir katsayı belirlenerek büyüme ile verimlilik arasında sürdürülebilir bir genetik denge kurulmalıdır.

Ayrıca, doğum ağırlığındaki (DA) sınırlı değişim ve negatif yönlü eğilim, doğum zorluklarını önlemeye ve yavru yaşama gücünü artırmaya yönelik bilinçli veya dolaylı bir seleksiyon etkisinin göstergesi olarak yorumlanabilir. Bu durum, maternal etkilerin ıslah programlarında mutlaka dikkate alınması gerektiğini bir kez daha ortaya koymaktadır. Maternal genetik ve kalıcı çevre bileşenlerinin modellerde doğru biçimde tanımlanması, hem büyüme parametrelerinin gerçekçi tahminini sağlar hem de gelecekte yürütülecek damızlık seçimlerinde doğruluğu artırır.

Programın bundan sonraki aşamasında, DDT hesaplamalarının düzenli biçimde güncellenmesi, genetik trendlerin her yıl izlenmesi ve çevresel faktörlerin (yem kalitesi, iklim, bakım koşulları) genetik ilerleme üzerindeki etkilerinin modellenmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca ekonomik ağırlıkları da içeren “Ulusal Küçükbaş

Seleksiyon İndeksi” benzeri bir yapının oluşturulması, ülke genelinde yürütülen ıslah programlarının karşılaştırılabilirliğini ve yönlendirilebilirliğini artıracaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma göstermiştir ki Orta Anadolu Merinosu popülasyonu; yüksek kayıt kalitesi, yeterli soy derinliği ve güçlü genetik varyasyonuyla, hem büyüme performansı hem de verimlilik açısından sürdürülebilir genetik ilerlemeye elverişli bir yapıya sahiptir. Bundan sonraki dönemde uygulanacak çok yönlü ve ekonomik temelli seleksiyon stratejileri, yalnızca kısa vadeli büyüme kazançlarını değil, aynı zamanda yemden yararlanma verimliliğini, çevresel sürdürülebilirliği ve üretim kârlılığını da güvence altına alacaktır. Böylece, popülasyonun genetik kapasitesi daha dengeli, ekonomik olarak daha güçlü ve çevresel açıdan daha dayanıklı bir üretim yapısına dönüştürülebilecektir.

KAYNAKLAR

- Akaike H. (1998). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: Sel Pap hiroto akaike. [place unknown]: Springer; p. 199–213.
- Alemayehu, A., Mirkena, T., Melesse, A., Getachew, T., & Haile, A. (2022). Genetic parameters and trends of growth traits in community-based breeding programs of Abera sheep in Ethiopia. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science*, 71(1-4), 1-11.
- Amou Posht-e-Masari, H., Shadparvar, A. A., Ghavi Hossein-Zadeh, N., & Hadi Tavatori, M. H. (2013). Estimation of genetic parameters for reproductive traits in shall sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 45(5), 1259-1263.
- Areb, E., Getachew, T., Kirmani, M. A., Abate, Z., & Haile, A. (2021). Estimation of (co) variance components, genetic parameters, and genetic trends of growth traits in community-based breeding programs of Bonga sheep. *Animal*, 15(5), 100202.
- Areb, E., Getachew, T., Kirmani, M.A., Abate, Z., & Haile, A. (2021). Estimation of (co)variance components, genetic parameters, and genetic trends of growth traits in community-based breeding programs of Bonga sheep. *Animal*. 15(5). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100202>.
- Arzik, Y., Behrem, S., Sakar, Ç. M., & Unal, I. (2024). Genetic parameter estimation of preweaning growth traits in Akkaraman sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 56(9), 398.
- Arzık, Y., Kızılaslan, M., Behrem, S., & Çınar, M. U. (2025). Identification of Candidate Genes Associated with *Eimeria* spp. Oocyst Load in Central Anatolian Merino Sheep. *Livestock Studies*, 65(1), 33-39.
- Arzik, Y., Kızılaslan, M., Behrem, S., Piel, L. M., White, S. N., & Çınar, M. U. (2025) Exploring Genetic Factors Associated with *Moniezia* spp Tapeworm Resistance in Central Anatolian Merino Sheep via GWAS Approach. *Animals: an open access journal from MDPI*, 15(6), 812
- Arzık, Y., Kızılaslan, M., Behrem, S., Tütenk, S., & Yıldız, Ç. (2024). The Environmental Impact on Economically Significant Traits in Central Anatolian Merino Sheep. *Black Sea Journal of Agriculture*, 7(3), 327-334
- Arzik, Y., Kızılaslan, M., Behrem, S., White, S. N., Piel, L. M., & Cinar, M. U. (2023). Genome-wide scan of wool production traits in Akkaraman sheep. *Genes*, 14(3), 713.
- Atav, R., & Buğdaycı, B. (2022). Türkiye’de kaliteli yapağı verimine sahip koyun ırkı eldesinde merinoslaştırma faaliyetlerinin geçmişi, bugünü ve geleceğine genel bakış ve türk merinosu (Karacabey Merinosu) ırkının yapağı özelliklerine ilişkin önceki çalışmalar. *Tekstil ve Mühendis*, 29(127), 185-197.

- Aymaz, R., Özdil, F., & Yaman, Y. (2024). Türkiye'nin bazı yerli koyun ırklarında doğurganlık ile ilgili gen Türkiye'nin bazı yerli koyun ırklarında doğurganlık ile ilgili gen bölgelerinin moleküler karakterizasyonu. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 48, 33-40.
- Behrem, S. (2021). Estimation of genetic parameters for pre-weaning growth traits in Central Anatolian Merino sheep. *Small Ruminant Research*, 197, 106319
- Behrem, S. (2025). Unveiling the Pre-Weaning Growth Performance and Some Reproductive Characteristics of Akkaraman and Central Anatolian Merino Sheep. *Veterinary Medicine and Science*, 11(2), e70221.
- Behrem, S., & Gül, S. (2022). Effects of age and body region on wool characteristics of Merino sheep crossbreds in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 46(2), 235-247
- Behrem, S., Keskin, M., Gül, S., Ünay, E., & Erişek, A. (2022). Effects of age, body region and mineral contents on the fleece characteristics of Central Anatolian Merino sheep. *Textile and Apparel*, 32(2), 108-114.
- Behrem, S., Tuncer, S. S., & Şenyüz, H. H. (2022). Comparison of reproductive performance, live weight, survivability, and fleece characteristics of indoor-raised Central Anatolian Merino and Malya sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 51, e20210036.
- Besufkad, S., Goshme, S., Abebe, A., Bisrat, A., Abebe, A., Zewdie, T., & Getachew, T. (2023). Genetic evaluation of growth rate and efficiency-related traits in Dorper sheep. *Ecological Genetics and Genomics*, 28, 100186
- Besufkad, S., Goshme, S., Abebe, A., Bisrat, A., Abebe, A., Getachew, T., & Gizaw, S. (2024). Estimates of genetic parameters for growth traits in dorper crossbred sheep population. *Tropical Animal Health and Production*, 56(8), 264
- Biçer, O., Keskin, M., Gül, S., Gündüz, Z., Oflaz, N. Z., & Behrem, S. (2019). Comparison of yield characteristics of brown and black headed Awassi sheep. *Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences*, 24(1), 58-61
- Bijma, P. (2010). Estimating indirect genetic effects: precision of estimates and optimum designs. *Genetics*, 186(3), 1013-1028.
- Bohlouli M, Mohammadi H, Alijani S. (2013). Genetic evaluation and genetic trend of growth traits of Zandi sheep in semi-arid Iran using random regression models. *Small Rumin Res* [Internet]. 114(2–3), 195–201. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.07.005>
- Boujenane, I., & Diallo, I. T. (2017). Estimates of genetic parameters and genetic trends for pre-weaning growth traits in Sardi sheep, *Small Ruminant Research*, 146, 61-68

- Boujenane, I., & Diallo, IT. (2017a). Estimates of genetic parameters and genetic trends for pre-weaning growth traits in Sardi sheep, *Small Ruminant Research* 146(2), 61–68. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.002>
- Boujenane, I., & Diallo, IT. (2017b). Estimates of genetic parameters and genetic trends for pre-weaning growth traits in Sardi sheep. *Small Ruminant Research* 146, 61–68. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.002>
- Casellas, J , & Piedrafito, J (2015). Accuracy and expected genetic gain under genetic or genomic evaluation in sheep flocks with different amounts of pedigree, genomic and phenotypic data. *Livestock Science*, 182, 58-63
- Ceccobelli, S., Landi, V., Senczuk, G., Mastrangelo, S., Sardina, M. T., Ben-Jemaa, S., ... & Pilla, F. (2023). A comprehensive analysis of the genetic diversity and environmental adaptability in worldwide Merino and Merino-derived sheep breeds. *Genetics Selection Evolution*, 55(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12711-023-00837-2>
- Ciani, E., Lasagna, E., D’Andrea, M., Alloggio, I., Marroni, F., Ceccobelli, S., Delgado Bermejo, J. V., Sarti, F. M., Kijas, J., Lenstra, J. A., Pilla, F., & the International Sheep Genomics Consortium. (2015). Merino and Merino-derived sheep breeds: A genome-wide intercontinental study. *Genetics Selection Evolution*, 47, 64. <https://doi.org/10.1186/s12711-015-0132-x>
- Çolakoğlu, N., & Özbeyaz, C. (1999). Comparison of some production traits in Malya and Akkaraman sheep *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 23(4), 351-360.
- Demiryürek, M., & Arıcı, H. İ. C. D. (2024). Türkiye’de merinos koyunu yetiştiriciliği ve risâle-i ağnâm. *The Journal of Academic Social Science*, 51(51), 1-21
- Duguma, G., Schoeman, S. J., Cloete, S. W. P., & Jordaan, G. F. (2002) Genetic and environmental parameters for ewe productivity in Merinos. *South African Journal of Animal Science*, 32(3), 154-159
- Ekiz, B., Özcan, M., Yilmaz, A., & 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 J Vet Animal Sciences*, 28(2), 383–389.
- El-Wakil, S. I., & Elsayed, M. (2013). Genetic, phenotypic and environmental trends towards improving body weight in Barki sheep. *Egyptian Journal of Sheep & Goat Sciences*, 8(2), 11–20.
- Erdem, N. (1993). A Research about some important wool properties of Turkish merino raised in Karacabey state farm. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, 81-84

- Eskandarinasab, M., Ghafouri-Kesbi, F., & Abbasi, M. A. (2010). Different models for evaluation of growth traits and Kleiber ratio in an experimental flock of Iranian fat-tailed Afshari sheep. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 127(1), 26-33
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022a). *FAOSTAT database*. Rome, Italy: FAO. Retrieved May 6, 2022, from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022b). *Domestic Animal Diversity Information System (DAD-IS)* [Online database]. Rome, Italy: FAO. Retrieved May 6, 2022, from <https://www.fao.org/dad-is/data/en/>
- Ghafouri-Kesbi, F., Gholizadeh, M. (2017). Genetic and phenotypic aspects of growth rate and efficiency-related traits in sheep. *Small Ruminant Research*. 149,181–187.
- Ghavi Hossein-Zadeh, N., & Ghahremani, D. (2018). Bayesian estimates of genetic parameters and genetic trends for morphometric traits and their relationship with yearling weight in Moghani sheep Italian. *Journal of Animal Science*, 17(3), 586-592
- Gizaw, S., Lemma, S., Komen, H., & Van Arendonk, J. A. (2007). Estimates of genetic parameters and genetic trends for live weight and fleece traits in Menz sheep. *Small Ruminant Research*, 70(2-3), 145-153
- Gül, S., & Altunses, F. (2023). *The Significance of Animal Husbandry in Agricultural Output and Exportation within Gaziantep Province*. *Livestock Studies*, 65(1), 15–25.
- Gül, S., & Dikme, M. (2023). *Investigation of some physical and morphological characteristics of wool of Malya Sheep*. *Journal of Natural Fibers*, 20(1), 2166646.
- Gül, S., Keskin, M., Biçer, O., Gündüz, Z., & Behrem, S. (2020). Effects of different lambing season on some reproductive characteristics of ewes and growth performance of lambs in Awassi sheep. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 60(1), 32-36
- Gül, S., Oflaz, N., Keskin, M., & Behrem, S. (2022). Aksaray ilinde koyun yetiştiriciliğinin yapısal özellikleri. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 5(2), 1-11.
- Günlü, A., & Mat, B. (2021). Türkiye ekonomisinde koyun keçi yetiştiriciliğinin yeri ve önemi. Kuzu ve Oğlak Kayıplarının Önlenmesinde Koyun Keçi Sağlığı ve Yetiştiriciliği, Akademisyen Kitabevi A. Ş, Yenişehir, Ankara.

- Habtegiorgis, K., Haile, A., Getachew, T., Kirmani, M. A., & Gemiyo, D. (2022). Analysis of genetic parameters and genetic trends for early growth and reproductive traits of Doyogena sheep managed under a community-based breeding program. *Heliyon*, 8(6), e09659. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09659>
- Haile, A., Hilali, M., Hassen, H., Lobo, R. N. B., & Rischkowsky, B. (2019). Estimates of genetic parameters and genetic trends for growth, reproduction, milk production and milk composition traits of Awassi sheep. *Animal*, 13(2), 240-247.
- Hamadani, A., Ganai, N. A., Khan, N. N., Shanaz, S., & Ahmad, T. (2019). Estimation of genetic, heritability, and phenotypic trends for weight and wool traits in Rambouillet sheep. *Small Ruminant Research*, 177, 133-140
- Hamadani, A., Ganai, N. A., & Rather, M. A. (2021). Genetic, phenotypic and heritability trends for body weights in Kashmir Merino Sheep. *Small Ruminant Research*, 205, 106542
- Hamadani, A., Ganai, N.A., Khan, N.N., Shanaz, S., Ahmad, T. (2019). Estimation of genetic, heritability, and phenotypic trends for weight and wool traits in Rambouillet sheep. *Small Ruminant Research*, 177, 133–140.
- Hayes, B. J., Bowman, P. J., Chamberlain, A. J., & Goddard, M. E. (2009). Invited review: Genomic selection in dairy cattle: Progress and challenges. *Journal Of Dairy Science*, 92(2), 433-443
- Ismail, I. M. (2017). Estimation of genetic parameters and genetic trend for kleiber ratio in barkı sheep egyptian. *Journal of Animal Production*, 54(3), 179-184.
- Joy, A., Dunshea, F. R., Leury, B. J., Clarke, I. J., Digiacomo, K., & Chauhan, S. S. (2020). Resilience of small ruminants to climate change and increased environmental temperature: A review. *Animals*, 10(5) <https://doi.org/10.3390/ani10050867>
- Kizilaslan, M., Arzik, Y., & Behrem, S. (2024). Genetic parameters for ewe lifetime productivity traits in Central Anatolian Merino sheep. *Small Ruminant Research*, 233, 107235.
- Kızılbaşlan, M., Arzik, Y., & Behrem, S. (2024). Exploring the economically important growth traits and environmental influences on akkaraman lambs in Ankara. *Livestock Studies*, 64(1), 17-23.
- Kizilaslan, M., Arzik, Y., Behrem, S., White, S. N., & Cinar, M. U. (2024). Comparative genomic characterization of indigenous fat-tailed Akkaraman sheep with local and transboundary sheep breeds. *Food and Energy Security*, 13(1), e508.

- Kizilaslan, M., Arzik, Y., Behrem, S., Yavuz, E., White, S. N., & Cinar, M. U. (2024). Unravelling the genetic architecture of serum biochemical indicators in sheep. *Genes*, 15(8), 990. <https://doi.org/10.3390/genes15080990>
- Kizilaslan, M., Arzik, Y., White, S. N., Piel, L. M., & Cinar, M. U. (2022). Genetic parameters and genomic regions underlying growth and linear type traits in Akkaraman sheep. *Genes*, 13(8), 1414. <https://doi.org/10.3390/genes13081414>
- Kizilaslan, M., Arzik, Y., White, S. N., Piel, L. M., & Cinar, M. U. (2022). Genetic parameters and genomic regions underlying growth and linear type traits in Akkaraman sheep. *Genes*, 13(8), 1414. <https://doi.org/10.3390/genes13081414>
- Koyuncu, M. (2024). Merino sheep and wool. *Journal of Animal Production/Hayvansal Üretim*, 65(1), 45–52. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1498665>
- Kutsal, A. (1956). Yarımkarı merinos koyunlarında yapağı verimi, canlı ağırlık ve kuzularının inkişafı üzerinde araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 3(3–4), 189–210. https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002358
- Kutsal, A., & Bilgin, S. (1956). Yarımkarı merinoslarda yapağı verimi, canlı ağırlık ve kuzuların inkişafı üzerinde araştırmalar. *Ankara Veterinerlik Fakültesi Yayınları*, 3, 189-210.
- Mahala, S., Saini, S., Kumar, A., Sharma, R. C., & Gowane, G. R. (2020). Genetic trends for the growth rates and Kleiber ratio in Avikalin sheep Small Ruminant Research, 189, 106143.
- Meuwissen, T. H., Hayes, B. J., & Goddard, M. (2001). Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps, *Genetics*, 157(4), 1819-1829.
- Meyer K. 2007. WOMBAT: a tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). *J Zhejiang Univ Scientific B*. 8(11), 815–821.
- Mondal, S., Mor, A., Reddy, I. J., Nandi, S., & Gupta, P. P. (2017). Heat stress induced alterations in prostaglandins, ionic and metabolic contents of sheep endometrial epithelial cells in vitro. *Biomedical Journal Of Scientific Tech Research*, 1(4), 1-5.
- Mrode, R. A. (2014). *Linear models for the prediction of animal breeding values* (3rd ed.). Wallingford, UK: CABI.
- Oyieng, E., Mrode, R. A., Ojango, J. M. K., Dzivenu, C. C., Audho, J., & Okeyo, A. M. (2022). Genetic parameters and genetic trends for growth traits of the Red Maasai sheep and its crosses to Dorper sheep under extensive production system in Kenya. *Small Ruminant Research*, 206, 106588. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106588>

- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved October 12, 2020, from <https://www.r-project.org>
- Rashidi, A., Bishop, S.C., Matika, O. 2011. Genetic parameter estimates for pre-weaning performance and reproduction traits in Markhoz goats. *Small Ruminant Research* 100(2–3), 100–106.
- Sallam, A. M., Ibrahim, A. H., & Alsheikh, S. M. (2019). Estimation of genetic parameters and variance components of pre-weaning growth traits in Barki lambs, *Small Ruminant Research*, 173, 94-100.
- Scherf, B. D., & Pilling, D. (Eds.). (2015). *The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Şirin, E., Aksoy, Y., Uğurlu, M., Çiçek, Ü., Önenç, A., Ulutaş, Z., & Kuran, M. (2017). The relationship between muscle fiber characteristics and some meat quality parameters in Turkish native sheep breeds. *Small Ruminant Research*, 150, 46-51.
- Sönmez, R., Kaymakçı, M., Eliçin, A., & Tuncel, E. (2009). Türkiye koyun ıslahı çalışmaları, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 43-65.
- T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM). (2009). Türkiye evcil hayvan genetik kaynakları tanıtım kataloğu (1. Baskı). Ankara. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Katalog%20Türkçe.pdf> Erişim Tarihi: 29.07.2025
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024). İllere göre küçükbaş hayvan sayıları, 2024 (Yayın No: LK311D126022025144544O63). Erişim adresi: <https://albinacmsfile.albinasoft.com/Dosyalar/61/311/LK311D126022025144544O63.pdf>
- Taberlet, P., Coissac, E., Pansu, J., & Pompanon, F. (2011). Conservation genetics of cattle, sheep, and goats. *Comptes Rendus Biologies*, 334(3), 247-254.
- Tera, A., Getachew, T., Melesse, A., Rekik, M., Rischkowsky, B., Mwacharo, J. M., & Haile, A. (2021) Estimates of genetic parameters and trends for reproduction traits in Bonga sheep, *Ethiopia Tropical animal health and production*, 53(1), 42.
- TUIK. (2023). Hayvansal üretim istatistikleri (Bülten No: 49681). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2023-49681> Erişim Tarihi: 28.07.2025

- TUIK. (2023). Hayvansal üretim istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselTablo?p=JR20S/AApQC o2u1brYQTxvk0D4kwsbPZcD/eZVQmXiym/GNVahOFS6fyDRnlGDzJ> Erişim Tarihi: 28.07.2025
- TUIK. (2024). Kırmızı et üretim istatistikleri (Bülten No: 53539) <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kirmizi-Et-Uretim-Istatistikleri-2024-53539> Erişim Tarihi: 28.07.2025
- Tuncer, S. S., Behrem, S., Arzik, Y., & Kızılaslan, M. (2022). Some morphologic characteristics of Central Anatolian Merino sheep. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(12), 2410-2414.
- Turgut, A. O., Eroğlu, M., & Gökdoğan, Ö. S. (2025). The effects of LacauneXHungarian Merino crossbreeding on fertility, prolificacy, and lamb survival under semi-intensive condition. *Veterinary Science Reports*, 1(1), 13-19.
- Van Vleck, L. D. (1993). Selection index and introduction to mixed model methods (pp 319-333). Boca Raton, FL: CRC Press
- Wang, R., Wang, X., Liu, B., Zhang, L., Li, J., Chen, D., & Zhang, Y. (2024). Estimation of Genetic Parameters of Early Growth Traits in Dumeng Sheep Animals, 14(16), 2298
- World Bank. (2021). *Opportunities for climate finance in the livestock sector: Removing obstacles and realizing potential*. Washington, DC: World Bank. Retrieved from <https://documents1.worldbank.org/curated/en/277621624165163224/pdf/Opportunities-for-Climate-Finance-in-the-Livestock-Sector-Removing-Obstacles-and-Realizing-Potential.pdf>
- Yalcin, B. C. (1986). Fao Animal Production and Protection Paper, Sheep and Goats in Turkey. The Food and Agriculture Organization (FAO) ISBN 92-5-102449-9.
- Yaman, Y., Behrem, S., Aymaz, R., Keleş, M., & Kiş, Y. E. (2025). Exploring the polygenic landscape of wool traits in Turkish merinos through multi-locus GWAS approaches: Karacabey Merino. *BMC Veterinary Research*, 21(1), 1-20.
- Yaman, Y., Doğan, Ş., Kirbaş, M., Önal, A. T., & Kal, Y. (2024). Investigation of growth traits in Turkish Merino lambs using multi-locus GWAS approaches: Middle Anatolian Merino. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 567. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04083-3>
- Yaman, Y., Önal, A. T., Doğan, Ş., Kirbaş, M., Behrem, S., & Kal, Y. (2025). Exploring the polygenic landscape of wool traits in Turkish Merinos through multi-locus GWAS approaches: middle. *Anatolian Merino Scientific Reports*, 15(1), 10611.

- Yardımcı, M., & Özbeyaz, C. (2001). A study on the comparison of the milk yield and udder characteristics in Akkaraman and Sakız $\times$ Akkaraman F₁ crossbreds. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 41(2), 57–68.
- Zengin, Y., Behrem, S., Tütenk, S., & Gül, S. (2023). *Investigation of Structural Characteristics of Central Anatolian Merino Sheep Farms and Effectiveness of the Breeding Project in Ankara Province*. *Livestock Studies*, 63(2), 69–76.



EKLER

Ek-1. Hayvan Deneyleri Etik Kurul Kararı



T.C.
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü



Sayı : E-66091008-604.02[0002]-15559610

02.09.2024

Konu : Hayvan Deneyleri Etik Kurul

Sn. Doç. Dr. Sedat BEHREM

İlgi : 30.05.2024 tarihli başvurunuz.

İlgili yazınızda belirtilen başvuru talebiniz, Müdürlüğümüz Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Tarafından incelenmiş olup, projenizde herhangi bir prosedür uygulaması bulunmadığından Etik Kurul Kararı düzenlenmesine gerek görülmemiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Dr. Sezer ÖZ
Müdür

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: CC9FC6C0-4ACA-4679-9685-EE0D7697D685

Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/tarim-ebys>

Lalahan Mah. S. Sırrı İçöz Cad. Mamak/Ankara (Ankarasamsun Yolu 30. Km

Tel: (0312) 865 11 90 Faks:

E-Posta: lalahanhmae@tarim.gov.tr

KEP Adresi : tarimveormanbakanligi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Derya ŞAHİN

Veteriner Hekim

