



**YERLİ KOYUN IRKLARINDA  
BETA LAKTOGLOBULİN VE DGAT1 GEN  
POLİMORFİZMİNİN  
PCR-RFLP YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**

Selin OLGUN  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışman: Prof. Dr. Cevdet UĞUZ  
Eylül, 2021  
Afyonkarahisar

**T.C.  
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MEDİKAL BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YERLİ KOYUN IRKLARINDA  
BETA LAKTOGLOBULİN VE DGAT1 GEN  
POLİMORFİZMİNİN  
PCR-RFLP YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan  
Selin OLGUN**

**Danışman  
Prof. Dr. Cevdet UĞUZ**

**Tez No: 2021-034**

**AFYONKARAHİSAR  
2021**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Medikal Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı**'nda Selin OLGUN tarafından hazırlanan “**Yerli Koyunlarda Beta Laktoglobulin ve DGAT1 Gen Polimorfizminin PCR-RFLP Yöntemiyle Belirlenmesi**” başlıklı tez çalışması Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca .../.../..... tarihinde aşağıdaki jüriler tarafından **oy birliği / oy çokluğu ile YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Başkan**  
.....  
**İmza**

**Üye**  
.....  
.....  
**İmza**

**Üye**  
.....  
**İmza**

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
...../...../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla  
onaylanmıştır.

Prof. Dr. Esmâ KOZAN  
Enstitü Müdürü

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

**Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Yayın Etiği İlkeleri ve Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğime,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Afyon Kocatepe Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,

**beyan ederim.**

.../.../.....

İmza

Selin OLGUN

## ÖZET

### **Yerli Koyunlarda Beta Laktoglobulin ve Dgat1 Gen Polimorfizminin PCR-RFLP Yöntemiyle Belirlenmesi**

Bu araştırmada, Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Medikal Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı Laboratuvarında bulunan yerli koyun ırklarına ait kanlardan 120 adet örnek üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışmada koyunların süt verimi ile ilişkili olan “BETA LAKTOGLOBULİN” ve “DGAT1” genlerindeki mutasyonların tespiti saptanmıştır. Büyükbaş hayvanlardan sağlanan süt üretiminin gittikçe yeterli olmayacağı belirtilmiştir ve süt üretimi için başka seçeneklerin gerekli olacağı şeklinde tanımlanmıştır. Bu ifadelerden çıkarılacak sonuç olarak tarım ve hayvancılığın ulusal ölçekte iyileştirilmesi ve geliştirilmesi gereken bir sektör olduğu önümüze sunulmuştur. Bu çalışma ile yerli koyun ırklarında süt verimi polimorfizmini PCR-RFLP yöntemi ile belirlenmesini sağlamayı amaçlanmıştır.

Bu iki genin koyun sütleri üzerindeki verimi belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda genlerin koyun sütü üzerinde birçok etkisine rastlanılmıştır. Gelecek yıllarda bu araştırma sonuçlarına daha çok ihtiyaç duyulacağı öngörülmüştür. Süt verimi üzerine daha detaylı incelemeler yapılmalı ve önümüze çıkabilecek olaylardan daha az etkilenmek amacıyla yan bir beslenme kaynağı oluşturulması gerektiği belirtilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yerli Koyun Irkı, Beta Laktoglobulin, DGAT1, Polimorfizm

## SUMMARY

### **Determination of Beta Lactoglobulin and Dgat1 Gene Polymorphism in Local Sheep by PCR-RFLP strategy**

In this study, 120 blood samples of domestic sheep breeds in Afyon Kocatepe University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Medical Biology and Genetics were studied. In this study, it was tried to detect the mutations in “BETA LAKTOGLOBULIN” and “DGAT1” genes, which are related to milk yield of sheep. It means that milk production from cattle will not be enough and other options for milk production will be required. As a conclusion to be drawn from these statements, it is presented that agriculture and animal husbandry is a sector that needs to be improved and developed on a national scale. In this study, it was aimed to determine the milk yield polymorphism in domestic sheep breeds by PCR-RFLP method.

The efficiency of these two genes in sheep milk was determined. As a result of the studies, many effects of genes on sheep milk have been found. The results of this research will be needed more in the coming years. More detailed studies should be done on milk yield and a secondary nutrition source should be created in order to be less affected by the events that may come our way.

**Keywords:** Local Sheep Breed, Beta Lactoglobulin, DGAT1, Polymorphism

## ÖNSÖZ

Gelişen dünya düzeninde süt üretiminde verim önemli konulardan biri olmuştur. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte kırsal bölgelerde sürdürülen hayvancılığın daha bilinçli bir şekilde modern işletmelere geçtiği bildirilmiştir. Hayvan yetiştiriciliğinin sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi birçok sebepten çok önemli olduğu kabul edilmiştir. Bu sebeplerin en başında genotip etkilerin geldiği ortaya konulmuştur. Koyun ırkından elde edilen sütlerin verim açısından avantajının göz ardı edilemeyeceği anlaşılmıştır. Bu çalışma yerli koyun ırklarında süt verimi geni olarak bilinen beta laktoglobulin ve DGAT1 genlerinin mutasyonlarının araştırılması amacı güdülmüş ve yapılmıştır.

Yürüttüğüm tez çalışmamda öğretici tecrübeleriyle bana destek olan sayın danışmanım Prof. Dr. Cevdet UĞUZ'a, çalışmamın en başından en sonuna kadar tecrübe ve bilgisiyle bana yol gösteren sayın Prof. Dr. Metin ERDOĞAN'a, yüksek lisans eğitimim boyunca bana paylaşımcı bilgi birikiminde bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. Mine AKBULUT, Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk LENGER ve Dr. Öğr. Üyesi Sevgi ULUKÜTÜK'e çok içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışma sürecimde finansal olarak destek sağlayan Afyon Kocatepe Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimine teşekkür ederim. Bu süreçte daima yanımda bulunan Sonay ILICA'ya teşekkür ederim. Tübitak 2237 kapsamında Analitik Doğa - Kümeleme ve Ordinasyon Teknikleri ve Biyolojik Çeşitlilik isimli etkinliğe ve etkinlikte yer alan eğitmenlere teşekkür ederim. Hayatımın her evresinde beni destekleyen ve bana her zaman güvenen, benim bu günlere gelmemi sağlayan en büyük iki destekçim canım annem Münevver OLGUN ve canım babam Turan OLGUN'a tüm samimiyetimle teşekkür ederim.

Selin OLGUN

Afyonkarahisar

2021

## İÇİNDEKİLER

<b>KABUL VE ONAY SAYFASI</b>	II
<b>BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ</b>	III
<b>ÖZET</b>	IV
<b>SUMMARY</b>	V
<b>ÖNSÖZ SAYFASI</b>	VI
<b>İÇİNDEKİLER</b>	VII
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b>	IX
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	X
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b>	XI
<b>RESİMLER DİZİNİ</b>	XII
<b>1. GİRİŞ</b>	1
1.1. Çalışılan Koyun Irkları	3
1.1.1. Sakız	3
1.1.2. Kıvırcık	4
1.1.3. Morkaraman	6
1.1.4. Akkaraman	7
1.1.5. Pırlak	8
1.1.6. Karayaka	9
1.2. DGAT1	10
1.3. Beta Laktoglobulin	13
<b>2. MATERYAL VE METOT</b>	18
2.1. Materyal	18
2.1.1. Hayvan Materyali	18
2.1.2. Kullanılan Teknik Aletler	18
2.1.2.1. PCR Cihazı	18
2.1.2.2. Yatay Elektroforez Sistemi	19
2.1.2.3. Jel Görüntüleme Sistemi	19



2.2. Metot	20
2.2.1. Örneklerin Toplanması ve Saklanması	20
2.2.2. Kandan DNA İzolasyonu	20
2.2.3. Primer Tasarımı	21
2.2.4. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)	21
2.2.5. Agaroz Jel Elektroforez	22
2.2.6. RFLP ( Restriksiyon Fragment Length Polymorphism)	22
<b>3. BULGULAR</b>	23
3.1. DGAT1 Geni <i>BamHI</i> Polimorfizmi	24
3.2. Beta Laktoglobulin Geni <i>Rsal</i> Polimorfizmi	25
3.3. İstatistik Analiz	25
<b>4. TARTIŞMA</b>	30
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	30
<b>6. KAYNAKLAR</b>	36
<b>7. EKLER</b>	43
7.1. Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı	43
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	44

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>DNA:</b>	Deoksiribo Nükleik Asit
<b>dNTP:</b>	Deoksinükleotit tri fosfat
<b>EDTA:</b>	Etilendiamin Tetraasetik Asit
<b><math>\beta</math>-Ig:</b>	Beta Laktoglobulin
<b>MgCl<sub>2</sub>:</b>	Magnezyum Klorür
<b>ml:</b>	Mililitre
<b>PCR:</b>	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
<b>RFLP:</b>	Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi
<b>DGAT1:</b>	Diasilgliserol O-asiltransferaz
<b>mM:</b>	Minimolar
<b>Gz:</b>	Gözlenen
<b>Bk:</b>	Beklenen

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.  $\beta$  Laktoglobulin üçüncül yapısı



## ÇİZELGELER DİZİNİ

- Çizelge 1.1. Koyun, keçi, inek, manda ve insan sütündeki temel besin maddelerinin ortalama bileşimi
- Çizelge 2.1. Primer tasarımı
- Çizelge 3.1. DGAT1 genine ait genotiplerin beklenen ve gözlenen değerleri
- Çizelge 3.2. DGAT1 geni allel frekansları
- Çizelge 3.3. DGAT1 geni allel frekansları ve heterozigotluk değerleri
- Çizelge 3.4. Beta Laktoglobulin geni allel frekansları ve heterozigotluk değerleri
- Çizelge 3.5. Beta Laktoglobulin genine ait genotiplerin beklenen ve gözlenen değerleri
- Çizelge 3.6. Beta Laktoglobulin geninin allel frekansı
- Çizelge 3.7. Genlere ait Hardy-Weinberg denkliği

## RESİMLER DİZİNİ

- Resim 1.1. Sakız Koyun Irkı  
Resim 1.2. Kıvırcık Koyun Irkı  
Resim 1.3. Morkaraman Koyun Irkı  
Resim 1.4. Akkaraman Koyun Irkı  
Resim 1.5. Pırlak Koyun Irkı  
Resim 1.6. Karayaka Koyun Irkı  
Resim 2.1. PCR Cihazı  
Resim 2.2. Elektroforez Sistemi  
Resim 2.3. Jel Görüntüleme Cihazı

## 1.GİRİŞ

Türkiye'nin güneydoğu, doğu ve orta bölgeleri büyük seviyede kurak veya yarı kurak şartlara sahip bir ülke olduğu belirtilmiştir. Esas alınan bölgelerdeki geniş doğal bozkırlar ve otlaklar, mahsul ve süt sığırcılığı açısından göre değerlendirildiğinde koyun ve keçi yetiştiriciliği için daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Koyun ve keçiler, bu bölgelerin kırsal kesiminde yaşayan insanların en büyük ölçüde sahip geçim kaynağı olmuştur. İnsanların acil beslenme ihtiyaçlarını karşılamışlardır. Ülkenin batı bölgelerinde tarımın veriminin fazla olmasına karşın koyun üretimi de önemli bir yer kaplamıştır. Türkiye'de ve diğer Yakın Doğu ülkelerinde koyun eti, koyun sütü ve koyun-süt ürünleri değerli olarak ifade edilmiştir ve genel olarak tercihi sağlanan ürünler olduğu saptanmıştır (Yalcın, 1986).

Hayvancılığın bir dalı olan koyunculuk pek çok üretim yönüne sahip olmuştur. koyunun, pazar talebi, verim yönü, ırkı ve tüketim alışkanlıklarına bağlı olarak koyunlardan elde edilen verimler farklılık gösterebileceği bilgisine ulaşılmıştır. (Ertuğrul vd., 2000; Anonim, 2003; Anonim, 2004). Biyolojik sistemlerin esas yöntemi olan varyasyon; birden fazla unsura bağlı olarak tür, ırk ve gen kayıplarıyla birlikte büyük ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Bu azalma tropik bölgelerdeki ile aynı miktarda olmamasına rağmen Türkiye'yi de önemli ölçüde kapsadığı ifade edilmiştir (Scherf, 2000).

1958 yılında hayvan gen kaynakları ile başlayan çalışmalar son yıllarda çok fazla önem kazanmıştır. Türkiye'de 30-40 sene evvelsine kadar hem devletin kuruluşları hem de yetiştiriciler tarafından tamamen yerli ırkların yetiştirilmesi sağlanıp ırkların ve çevre koşullarının veriminin ıslah yöntemi ile arttırılmasına çalışıldığı bildirilmiştir. İleriki senelerde bu yollarla sağlanmış olan verim artışı sosyal yapı ve ekonominin hızla değişmesi ile birlikte nüfus artışlarının gereksinimlerine uyum sağlayamadığı ortaya konulmuştur. Bu konu doğrultusunda yerli olarak yetişen hayvanların verimlerinin artırılması gayesiyle kültür ırklarından faydalanılarak melezleme çalışmaları başlatılmıştır. Bu çalışmaların seneler boyunca sadece verim arttırma amacı gütmesi ve denetimden uzak kalması pek çok yerli kaynağın yok

oluşuna neden olmuştur. Birçok büyük bölümü ise yok olma tehlikesine maruz kalmıştır (Ertuğrul vd., 2000; Anonim, 2004; Ertuğrul vd., 2007).

Hayvanlardaki nokta mutasyonlarının belirlenmesi amacıyla en yaygın kullanılan metot Polimeraz Zincir Reaksiyonu -Restriksiyon Uzunluk Parça Polimorfizmi (PCR-RFLP) yöntemi olduğu tespit edilmiştir. Hayvan türlerinin birçoğunda farklı nokta mutasyonları PCR-RFLP tekniğiyle araştırılmıştır (Kumar vd., 2006; Tajangookkeh vd., 2009).

Var olan mutasyonların belirlenmesi amacı güdülen geliştirilmiş olan PCR-RFLP metodunda ilk olarak DNA bölgeleri PCR ile çoğalmıştır ve sağlanan PCR ürünleri restriksiyon enzimleri ile kesilmiştir, kesim sonucu elde edilen ürünler agaros veya poliakrilamid jel ile yürütüldüğünde oluşan bant profiline göre çoğaltılan DNA bölgelerinde mutasyon taşınımının olup olmadığı belirlenmiştir (Birben, 2007).

Koyun, keçi, inek, manda ve insan sütlerinin bileşimleri birbirinden farklı olduğu belirtilmiştir (Tablo 1.1.). Hayvanın ırkı, hayvanın yaşı, laktasyon, hayvanın sağlık durumu, sıcaklık (mevsim), sağım zamanı ve sağım şekli, yem, hayvanın psikolojik durumu ve bakıma göre değiştiği belirlenmiştir.

**Çizelge 1.1:** Koyun, keçi, inek, manda ve insan sütündeki temel besin maddelerinin ortalama bileşimi

<b>Süt türü</b>	<b>Kurumadde</b>	<b>Süt yağı</b>	<b>Protein</b>	<b>Laktoz</b>	<b>Kül</b>
<b>İnsan</b>	12.4	3.8	1.0	7.0	0.2
<b>İnek</b>	12.6	3.7	3.4	4.7	0.7
<b>Manda</b>	17.2	7.4	3.5	5.4	0.8
<b>Koyun</b>	19.3	7.4	5.5	4.8	1.0
<b>Keçi</b>	13.2	4.5	3.2	4.1	0.8

Koyun sütü, inek sütünün kurumaddesi açısından %50 daha fazla oranda olduğu ortaya konmuştur. Protein, yağ ve mineral madde miktarından oldukça zengin olduğu görülmüştür. Ancak koyun sütü, inek sütünden daha fazla kurumadde ve yağ oranına sahip olduğu için inek sütüne oranla sindirimi daha zor olduğu belirlenmiştir (Gürsoy, 2015).

### 1.1. Çalışılan Koyun Irkları

- 12 baş Sakız
- 20 baş Karayaka
- 8 baş Akkaraman
- 20 baş Kıvırcık
- 30 baş Morkaraman
- 30 baş Pırlak koyun ırkı ile çalışılmıştır.

#### 1.1.1. Sakız



**Resim 1.1:** Sakız koyun ırkı (TAGEM, 2009).

Türkiyenin koyun üretiminde büyük bir rol oynayan sakız ırkı, diğer yerli ırklarla melezleme vasıtasıyla verimli ve sütlü melez setlerinin üretilmesinde önemli rol oynamıştır. Sakız ırkında ileriki zamanda en iyi iyileştirme öngörüsü, saflıklarını korumak ve seleksiyon yoluyla üretim özelliklerini geliştirmek olacağı belirtilmiştir



Sakız, Ege Denizi'ndeki Yunan adası Sakız'ın Türkçe adı olarak adlandırılmıştır. Yunanistan'ın Sakız cinsi ile Türkiye'nin Sakız cinsi büyük olasılıkla aynı cinstir. Sakız cinsi Türkiye'de Çeşme olarak da nitelendirilmiştir.

Sakız büyük bir üretkenliğe ve yüksek verim oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Sakız koyunlarının ortalama canlı ağırlığı vücut ağırlığına göre 40-45 kg, doğum ağırlığına göre 4,6-3,4 kg, laktasyon sütü verimi için 58-180 kg olduğu bildirilmiştir (Özcan, 1965; Çörekçi ve Evrim, 2000; 2001; Ceyhan vd., 2007).

Sakız dünyadaki en önemli koyun ırklarından biri olarak bilinmektedir. Ancak günümüzde diğer ırklarda da olduğu gibi bu ırkta yok olma tehlikesinde olduğu saptanmıştır. Bu sebeple Tarım ve Köy işleri Bakanlığı 1985 yılından itibaren Türkiye yerli hayvan genetik kaynakları görüşme projesini başlattığını duyurmuştur. Bu çalışmanın amaçlarından biri ise, safkan Sakız koyundan elde edilen verilerle koyun verimliliği ve kuzu büyüme özellikleri için doğrudan genetik etkiler ve kalıcı ana genetik etkilerden kaynaklanan varyans bileşenini tahmin etmeyi sağlamıştır. Çalışmanın bir diğer amacı ise, yerli hayvan genetik kaynakları konusunda Türk koruma programlarına yardımcı olmak amacıyla genotip özellikleri hakkındaki bilgileri oluşturmuştur (Ceyhan, 2009).

### 1.1.2. Kıvırcık



**Resim 1.2:** Kıvırcık koyun ırkı (TAGEM, 2009).

Kıvırcık koyun ırkı Türkiye'de Marmara bölgesinde, Trakya ve Ege bölgelerinin doğu ve güney illerinde yetiştirildiği ortaya konulmuştur. Ülkedeki toplam koyun popülasyonlarının yaklaşık olarak %6-7'sini oluşturmuştur. Bu cinsin rengi beyazdır, bazen baş ve bacaklarda siyah noktalar olabileceği belirtilmiştir; kuyruğu ince ve uzundur olduğu kanısına varılmıştır. Kıvırcık koyunu orta boy bir cinstir ve koyunların ortalama solma boyu yaklaşık 64-66 cm olarak belirtilmiştir. Bu cinsin ikiz oranı %10-20 arasında ve koyun ve koçların canlı ağırlıkları sırasıyla 30-40 kg ve 45-50 kg arasında değişmektedir. Kıvırcık koyunu bölgenin kötü beslenme ve işletme koşullarına adapte olmuştur. Fakat bilhassa kuzulama mevsiminde ek konsantre beslemeye ihtiyaçları olduğu ifade edilmiştir. Bu bölgelerde koyun yetiştiriciliği büyük oranda mera koşullarına bağlı olduğu kanısına varılmıştır. Koyun yetiştiriciliğinin meraların en verimli olduğu mevsimlere göre planlanması çiftçiler açısından büyük avantajlı olmuştur. Bölgelerdeki koyun beslemesi, özellikle yılın belirli dönemlerinde doğrudan tarla üretimi ve bitkisel üretim ile ilgili olmuştur. Ağırlıklı olarak doğal meralardaki kapsamlı üreme koşullarında, koyunların vücut yağ stoklarını depolama ve yeniden emme kapasitesi, beslenme yönetiminin üretken sonuçları üzerinde mühim bir etkiye sahip olduğu tanımlanmıştır (Yılmaz vd., 2011).

Kıvırcık ırkının et kalitesi oldukça yüksek ve kıvırcık koyunlarının bir doğumdaki kuzu sayısı 1.43 olarak belirlenmiştir. Canlı ağırlıkları 25.9 kg, kuzulardaki süt kesiminde yaşama gücü ise %89.5 olduğu bildirilmiştir (Akçapınar vd., 1998).

### 1.1.3. Morkaraman



**Resim 1.3:** Morkaraman koyun ırkı (TAGEM, 2009).

Koyun varlığımızın %21.5 ini Morkaraman ırkı oluşturduğu belirtilmiştir. Türkiye'nin genel olarak her tarafında besicilik amacı ile Morkaraman ırkı görüldüğü belirlenmiştir. Türkiye'nin seyrek otlu meralarına sahip olduğu, fakir, tahıl tarımının yapıldığı kurak iklim bölgelerinde, kıt çevre koşullarında yetiştirilmesi sağlanan, açlığa ve hastalığa dayanıklı bir ırk olarak tanımlanan Morkaraman koyunları ülkeye ve yetiştiricilerin ekonomisine önem arz eden katkılar sağladığı belirtilmiştir. Morkaraman ırkına ilişkin bilinen bilgilerde cidago yüksekliği 65-76 cm, vücut uzunluğu 67-72 cm olarak bildirilmiştir. Morkaraman koyunlarında ortalama ergin canlı ağırlığı (koyun) 45-60 kg, ergin canlı ağırlığı (koç) 60-70 kg, ikiz doğum oranı % 2, yaşama gücü % 80-90, laktasyon döneminde süt verimi 65-80 kg, laktasyon süresi 130-150 gün olarak bildirilmiştir (Kayalık vd., 2015).

Morkaraman ırkı, küçük boyutu, yetersiz üreme verimi, aykırı koşullara adaptasyonu, düşük yün ve süt üretimi ile tanımlanmıştır. Yetiştiriciler, çiftleşme mevsimi boyunca koyunları düşük vücut kondisyonunda tutmaya çalışmayı amaçlamışlardır (Özyürek ve Türkyılmaz, 2020).

#### 1.1.4. Akkaraman



**Resim 1.4:** Akkaraman koyun ırkı (TAGEM, 2009).

Türkiye'de Akkaraman yağlı kuyruklu ırkı toplam koyun ırklarının %44'ünü oluşturduğu ifade edilmiştir. Akkaraman koyunu ırkının bilimsel olarak araştırılmasına büyük önem verildiği belirtilmiştir. Akkaraman koyununun ekonomik açıdan önemli özellikleri mevcut olduğu saptanmıştır. Süt, et ve yün gibi verim özellikleri sürdürülebilirliği açısından büyük önem teşkil etmiştir. Ülkedeki diğer yağlı koyun ırklarında da olduğu gibi oldukça dayanıklı olduğu belirtilmiştir. Aşırı iklim koşulları ve zayıf beslenme ile iyi mücadele halinde olmuştur.

Laktasyon sütü verimini çevresel faktörlerden yaş, kuzulamadaki cinsiyet, doğum tipi, parite, otlama dönemi, mevsim, kuzulama yılı ve ayı, genetik faktörler ise üreme şekli, ırk, üreme sistemleri vb. şekilde etkilendiği tespit edilmiştir. Üreme yöntemlerini geliştirmek için bu etmenlerin araştırılması kuvvetli istatistiksel analiz

yaklaşımını desteklediği için mühim bir öneme sahip olduğu bildirilmiştir. Yerli ırkları kullanmak; kuzu yetiştiriciliğinde süt ve üstün yavru verimine sahip melezlerin gelişimi için büyük önem yansıtmıştır. Süt verimi koyun süt üretim sistemleri kapsamında doğurganlık, sağlık ve kazancı etkileyecek en önemli ekonomik etkenler arasında olmuştur.

Koyun yetiştirme yöntemlerini desteklemek, yönetim koşullarını düzenlemek laktasyon eğrisi modellerinin biyolojik değişkenleri laktasyon sütü verimi ile birlikte laktasyonun belli zaman periyodunda doğrusal bir şekilde olmayan ilişkiyi modellemek için önemli araçlardan olarak belirtilmiştir (Karadas vd., 2017).

### 1.1.5. Pırlak



**Resim 1.5:** Pırlak koyun ırkı (TAGEM, 2009).

Kütahya, Afyon ve Uşak'tan, Manisa'ya kadar kapsayan iç Batı Anadolu bölgesi ile Batı Akdeniz'in kuzeyinde Isparta ve Burdur çevrelerinde yetiştirildiği belirtilmiştir. Kötü çevre koşullarına ve hastalıklara karşı oldukça dayanıklı olduğu bilinmektedir. Koyunlarda canlı ağırlık 45-50 kg, koçlarda ise 50-60 kg'dır. Koyunlarda laktasyon süt verimi 75-80 kg, yapağı verimi 2.0-2.5 kg, kuzu verimi 1.2-1.5 olarak saptanmıştır (Kaymakçı ve Sönmez, 1996; TAGEM, 2009).



### 1.1.6. Karayaka



**Resim 1.6:** Karayaka koyun ırkı (TAGEM, 2009).

Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde zorlu çevre koşullarında yetiştirilen Karaya, yerli koyun ırklarından biri olarak tanımlanmıştır. Karayaka ırkının tarihi belirtilmemiştir. Karayaka adı Karadeniz bölgesinde Tokat ili Karayaka köyünden gelmiştir (Yalçın, 1986). Bu cins, Karadeniz kıyılarının doğu yarısında, özellikle Ordu, Giresun, Samsun ve Tokat illerinde yayılış göstermiştir. Karayaka, tüketiciler için et üretimi için oldukça önemli bir ırk olduğu belirlenmiştir (Karaman vd., 2013). Türkiye koyun nüfusu 2019 yılında 37 276 050 idi (TÜİK, 2019). Karayaka koyunlarının Türkiye'deki toplam koyun popülasyonunun %4.5'ini oluşturduğu tahmin edilen bilgiler arasında olmuştur. Et kalitesi nedeniyle Karayaka bölgede çok yoğun bir şekilde üretildiği belirtilmiştir. Türk hayvan türlerinin korunması, Türkiye Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından FAO'nun ortaklığı ile organize süreci sağlanmıştır.

Bugüne kadar çeşitli araştırmalarda mikro uydu ve diğer teknikler yordamıyla yerli Türk koyun ırkları ve diğer hayvancılık türleri üzerinde genetik karakterizasyon çalışmaları sağlanmıştır (Elmacı vd., 2007; Ağaoğlu, 2010; Özşensoy, 2011; Kurar vd., 2012; Cemal vd., 2013; Öner vd., 2013; Yılmaz vd., 2014; Das vd., 2015; Özdemir vd., 2016; Kirikci vd., 2018; Özmen vd., 2020; Ameer vd., 2020). Bu çalışmalar, yerli Türk koyun ırkları arasındaki genetik çeşitlilik ve ilişkiler hakkında oldukça önemli bir bilgi kaynağı sağladığı belirtilmiştir, ancak bu çalışmaların çoğu birçok ırk üzerinde yapılmıştır. Çiftlik hayvanları için etkili yetiştirme stratejilerinden biri, bir türün popülasyon düzeyinde genetik yapısı hakkında kapsamlı bilgi toplamıştır (Groeneveld vd., 2010).

## **1.2. DGAT1**

İnsanlar, yaşamlarını sürdürebilmek için yeterli ölçüde bitkisel ve hayvansal olarak gıda ürünleri tüketmeleri gerektiği öne sürülmüştür. Ancak üretilen gıda ürünlerini tüketim açısından eşitlik göstermeyen bir dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir. İleride dünya nüfusunun artışından dolayı dengesizlik zaman geçtikçe daha çok artacağı bilinen bilgiler arasında olmuştur. Gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkeler ile arasında kişi başı hayvansal gıda tüketimi açısından önemli bir fark olduğu bilinmektedir. İleriki dönemlerde hayvansal gıda isteğinde bir artış beklenmezken, gelişmekte olan ülkelerde ise süt ve et isteğinin iki katına çıkacağı bilinen bilgiler arasında olmuştur (Anonim, 1990). Büyükbaş hayvanlardan sağlanan süt üretiminin gittikçe yeterli olmayacağı ve süt üretimi için başka seçeneklerin gerekli olacağı anlamı taşımaktadır. Bu ifadelerden çıkarılacak sonuç olarak tarım ve hayvancılığın ulusal ölçekte iyileştirilmesi ve geliştirilmesi gereken bir sektör olarak gözler önüne serilmiştir (Anonim, 2014).

İnek, keçi ve koyun sütleri arasındaki birçok türden benzerlik olduğu tespit edilmiştir. Besin içeriği sebebiyle başka bir tercih olarak proteinli süt üretiminde koyun sütünün de tercih edilebileceği belirtilmiştir. Koyun sütü daha fazla konsantre olduğu saptanmıştır ve yağ ve protein içeriği inek ve keçi sütünün iki katı olduğu bilinen bir gerçek olmuştur. Koyun sütünün inek ve keçi sütünden %40 fazla protein

içerdiği bilinen bilgiler arasında olmuştur (Wendorff, 2003). Elde edilen bilgiler ışığında çıkarılacak sonuç olarak, protein/yağ polimorfizmi ile süt verimi arasındaki ilişkiler zamanla daha fazla önem kazandığı saptanmıştır.

Diasilgliserol açıltransferaz (DGAT), substrat olarak Diasilgliserol ve Açıl-CoA kullanmıştır ve bu sebeple triaçilgliserol sentezinin son adımını katalize ettiği belirlenmiştir (Cases vd., 1998).

Bu enzim aynı zamanda yağ dokusu ve bağırsak yağ emilimi konusunda önemli bir göreve sahip olduğu belirtilmiştir (Demirci, 1998). DGAT1 geninin hayvanlarda iki çeşidi vardır (DGAT1 ve DGAT1K2'dir). Bu varyantların Lizin amino asidini taşıyan, yüksek trigliserit içeriği, düşük verimli süt ile ilişkilendirilmiştir. Alanin aminoasidini taşıyan varyant ise yüksek süt verimi, düşük trigliserit içeriği ile ilişkilendirilmiştir. Bu varyantlar kendi aralarında dizi homolijisi olmayan integral membran proteinlerini kodladığı bilinen bilgiler olarak tanımlanmıştır (Giannoulia vd., 2000). DGAT1, DGAT aktivitesine sahip proteinini kodlayan ilk gen olduğu saptanmıştır (Cases vd., 2001). DGAT1 içermeyen, mutant alel taşıyan farelerin yaşayabildiği tanımlanmıştır ve verimli ve diyetle bağlı obeziteye karşı da dirençli olduğu ortaya konulmuştur (Smith vd., 2000).

DGAT1'in yokluğunda doymuş yağ düzeyleri arttığı, doymamış yağ düzeylerinde ise azalmaya sebep olarak yağ dokularında ve aynı zamanda iskelet kaslarındaki yağ asidi bileşimlerinde değişime neden olmuştur. Memeli bezi gibi dokularda trigliserit metabolizmasının değiştiği betimlenmiştir, bu aktivite sonucu süt üretiminin yokluğu ile sonuçlanabileceği belirtilmiştir (Chen vd., 2002). Avrupa'daki sığır ırkları arasında, ekson 8'de (DGAT K232A) 10433 ve 10432 lokusunun Lizin'den Alanine yer değiştirmesi çeşitli polimorfik özelliklere sahip olduğunun göstergesi olduğu bilinen bilgiler arasında olmuştur (Schennink vd., 2008). "K" alelinin mutasyonu süt yağı içeriğinin artımını sağlamıştır (Spelman, 2002; Yang vd., 2011). Aynı zamanda "K" allelinin sütteki doymuş yağ seviyelerinden sorumlu olmuştur (Reis vd., 2001; Pinto vd., 2005).



Bazı hayvan ırklarında yukarıda belirtilen lokuslardaki bireysel özellikler DGAT1 K232A polimorfizmini etkileyebileceği belirlenmiş ve bu nedenle süt yağı üzerinde farklı etkileri bulunabileceği tespit edilmiştir (Grisart vd., 2002; Schennink vd., 2008).

Çıkarılacak sonuç doğrultusunda, bazı hayvan ırklarında K232A polimorfizm ile ilgili sürdürülen çalışmalar, süt kalitesini iyileştirdiği için süt endüstrisi ve tüketici için oldukça büyük önem arz etmiştir.

DGAT1 geni, 14. Sığır Kromozomunun sentromer bölgesinin altında yer alan ve süt özelliklerini etkileyen kantitatif özellik lokuslarından biri olarak nitelendirilmiştir (Grisart vd., 2002; Thaller vd., 2003). Önceki çalışmalarda bilinen QTL genotiplerine sahip hayvanlarda, DGAT1 geni sekanslanmış ve bazı süt sığır ırklarında süt verimi ve içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip olan korunmamış bir K>A mutasyonu tespit edilmiştir (Spelman vd., 2002; Grisart vd., 2002; Thaller vd., 2003). İneklerde DGAT1 süt verimi, süt yağı ve kas içi yağ içeriği bakımından güçlü bir aday olduğu belirtilmiştir. Süt koyunu ırklarında, DGAT1'in yağ metabolizmasındaki rolünün önemi, DGAT'ın süt içeriği üzerindeki etkisinin varyasyonlarını açıklamada ilgi odağı olan bir aday gen halini aldığı saptanmıştır. Yakın geçmişte, Scate vd. (2009) Süt yağı miktarı açısından yüksek değere sahip koyun ırklarında DGAT1'in 5'UTR'sinde olan bu SNP'nin süt yağı bakımından düşük değere sahip ırklarda (Sarda koyun ırkı) bu SNP'nin süt yağı değeri ile negatif ölçü içeren korelasyon bulmuşlardır. Hayvancılıkta yaygın bir şekilde moleküler genetik ve biyoteknoloji yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Sonuç itibarıyla sığırlardaki süt verimi, yağ ve protein seviyelerinde gen lokusları ile çeşitli bağlantılar bulunmuştur. Bu sayede bu genler, üreme için hayvan seçimi konusunda işaretleyici olarak kullanılan genler olarak belirlenmiştir (Yang vd., 2011; Bal ve Akyüz, 2014).

Genetik alanında çalışan kişiler, seçilen bir özelliğin üzerinde olumlu etki konusunda allellerin sıklığını arttırmak amacı ile genler üzerinde uygulanan seleksiyon çalışmalarında bulunmuşlardır (Dekkers, 2004). Bu genlerin arasında ekonomik ölçüde önemli varyasyonlar kullanılmıştır (Parmentier vd., 1999).

Bu sebeple, çalışmalarda elde edilen süt verimi ile birlikte süt yağı yüzdesinin arasında bulunan ilişkiye dair veriler, üreme adayı hayvanları seçmek için önemli olduğu belirtilmiştir ve buna bağlı olarak genetik değerlerini ortaya çıkartmıştır. Seleksiyonda temel amaç, hayvanın genetik değerini en iyi ölçüde tahmin etmek ve bu Şekilde genetik kazancın artışını sağlamak olmuştur.

Hayvancılıkta, moleküler belirteçler baz alınarak polimorfizmler ile verim arasında olan ilişki araştırıldığı zaman, süt proteinleri ile süt yağının içeriği arasındaki ilişki git gide daha çok önem kazanmıştır (Dybus, 2002; 2004).

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda bazı genler ile alelik bileşimler ve aynı zamanda süt verimi arasında belirli bir ilişki bulunmuştur. Bu genlerin belirteç görevi görme potansiyeli olduğu bildirilmiştir (Bennewitz vd., 2004; Bal ve Akyüz, 2014).

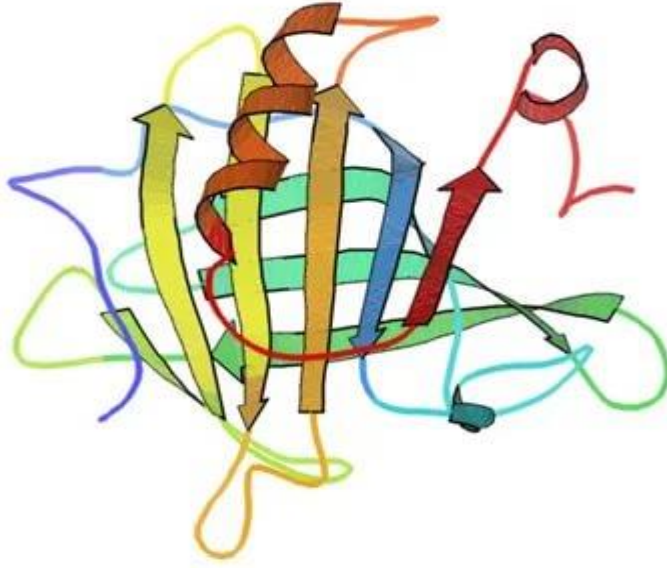
### **1.3. BETA LACTOGLOBULİN**

Süt proteinin genetik polimorfizmi, süt proteinleri açısından ekonomik ilişkisinin önemi baz alınarak birçok araştırmaya konu olmuştur. Birçok araştırmada, belirli süt proteini varyantlarının, süt üretimi, süt bileşimi, ve peynir üretimi ile ilişkili olabileceğini bildirilmiştir. Bu sebeple süt proteinin genleri, süt üretiminde ek seçim kriterleri için genetik açısından birçok faydası olduğu belirtilmiştir. Beta laktoglobulin, amfipatik özellik gösterdiği tespit edilmiştir ve son derecede asit açısından kararlı bir protein olduğu belirlenmiştir. 162 amino asit kalıntısından oluşur ve 18kDa'lık tek zincirli polipeptit olarak betimlenmiştir. Beta laktoglobulin'nin tam amino asit dizisi rapor edilmiştir, amino asit dizisindeki genetik varyasyon tanımlanmıştır (Satyanarayana vd., 2006).

Süt rnleri retimi, Süt retimi için gerekli ham maddelerin gelişimini sağlaması gerektiği ortaya konulmuştur. Bu bağlamda sütün peynirlenebilirlik ve ısıya dayanıklılık gibi önemli özellik olarak nitelendirilmiştir. Sütün peynir

oluşturabilmesi için, sütün kimyasal bileşimi ve teknolojik, fiziksel ve kimyasal, hijyenik özelliklerin göstergesi olduğu belirtilmiştir (Gorbunova ve Overchenko, 2014). Peynir ve süzme peynir üretebilmek için, yalnızca yoğun bir kazein pıhtısı oluşumuyla pıhtılaşabilen süt, peynir mayası enziminden etkilendiğinde kullanıldığı saptanmıştır (Khromova vd., 2013). Sütün bu özelliği, uzun raf ömrü sayesinde tüketici talebi yüksek olan sterilize ürünlerin geliştirilmesi amacıyla önemli bir amaç sağlamayı amaçlamıştır. Bu tür ürünleri üretmek için süt yüksek sıcaklıklarda (110–160 °C) işlenebileceği tespit edilmiştir (Kharisov, 2003; Mukhametgaliev, 2006). Bu sebeple, süzme peynir, peynir, yoğurt, konserve, gerodietik ve fonksiyonel gıdalar da dahil olmak üzere süt ürünlerinin üretiminde kullanılan hammaddeler süte yüksek gereksinimler sağlamıştır. Hayvan yetiştiriciliğinde moleküler genetik tanı yöntemleri özellikle ön planda olarak tanımlanmıştır. Birçok ülke şu anda süt veriminin kalitatif özellikleri ile ilgili genetik belirteçleri araştırmalarında kullanmıştır (Velmatov vd., 2017). Kazein, alfa kazein (Bijl vd., 2014), beta kazein (Tyulkin, 2016) ve kappa-kazein (Valiullina vd., 2007; Loretts, 2014; Gustavsson vd., 2014) ve peynir altı suyunun (beta laktoglobulin) (Valiullina vd., 2007; Valitov vd., 2011) ve alfa laktalbumin (Tjulkin vd., 2013) süt proteinlerinin süt protein içeriği, sütün kalitesi ve teknolojik özellikleri üzerinde büyük etkisi olduğu belirtilmiştir (Kharisov, 2003; Abeykoon vd., 2016; Valitov ve Dolmatova, 2016).

Kazeinlerin çökmesi sonucu geride kalan çözeltinin içerisindeki proteinler serum proteinleri ya da peyniraltı suyu proteinleri olarak isimlendirilmiştir. Serum proteinleri tek bir madde değildir, iki fraksiyona ayrılmaktadır; bunlar yarı doymuş amonyum sülfatla ya da doymuş magnezyum sülfatla çöktürülmüş hali olarak nitelendirilmiştir. Çözünür olan kısma albumin(laktoalbumin), çözünmeyen kısma ise globülin (laktoglobulin) adı verilmiştir (Şahin, 2017).



**Şekil 1.1:**  $\beta$ -laktoglobulin üçüncül yapısı

Tarım ekonomisinin büyükçe bir kısmını küçük geviş getiren türlerden eldesi sağlanan süt ve süt ürünleri mühim bir bölümünü içerdği belirtilmiştir. Koyun ve keçi sütlerinin kendine özel bileşimi, özellikleri ve bunun sonunda belirli üretimleri mevcut olduğu saptanmıştır. Süt proteini polimorfizmi ile sütün verimi, teknolojik yönleri ve bileşimi arasında güçlü bir ilişki bulunmadığı ortaya konulmuştur. Bu sebep ile koyun ırklarında genetik biyoçeşitliliği de değerlendirerek, küçükbaş hayvan türlerinin süt proteinlerinin genetikle ilgili polimorfizmi hakkında birçok bilgini mevcut olduğu ortaya çıkmıştır.

Beta laktoglobulin koyun, inek, keçi ve at sütünden üretilen peynir altı suyu proteini olarak tanımlanmıştır. İnsan, kemirgen, tavşan ve deveden elde edilmiş sütlerde mevcut olmadığı ortaya çıkmıştır. Peynir altı suyu proteinleri, çok değerli sindirilebilme özelliği gösteren yüksek besleyici değere sahip protein kaynağı olarak nitelendirilmektedir. Koyun sütü mevcut peynir altı suyu proteinlerinin toplam %17-22'sini oluşturduğu belirlenmiştir. Koyun sütü vasıtasıyla elde edilen peynir altı suyu, bilhassa yüksek  $\beta$ -laktoglobulin ve düşük  $\alpha$ -laktalbumin içeriğine sahip olan proteinler açısından zengin özellik göstermiştir.

$\beta$ -laktoglobulin, lipokalin ailesinin küresel açıdan bir protein üyesi olarak ifade edilmiştir. Küçük hidrofobik molekülleri bağlama yeteneğine sahip olan küçük proteinler olduğu tespit edilmiştir. Biyolojik işlevi şu anda belirsiz olmasına rağmen;  $\beta$ -laktoglobulin, yavrulara amino asit sağlar, retinol ve yağ asitlerinin taşınmasına vesile olmuştur (Perez ve Calvo, 1995).  $\beta$ -laktoglobulin, polimorfizmin bulunduğu ilk proteindir; 162 amino asitten oluşmuştur ve monomer başına 18 kDa moleküler ağırlığa sahip sütte stabil dimerler oluşmuştur (Kontopidis vd., 2004).

$\beta$ -laktoglobulin, koyunlardaki kromozom 3 üzerinde bulunan BLG geni tarafından kodlanması sağlanmıştır (Hayes ve Petit, 1993). Bahsedilen gen, hamilelik ve emzirme döneminde meme bezlerinde dokuya özel bir şekilde eksprese edilmekte olduğu belirtilmiştir (Clark, 1998).  $\beta$ -laktoglobulin, geviş getiren hayvanlarda yüksek oranda polimorfik olduğu saptanmıştır. Sığırlarda bilinen 12 polimorfik varyantı bulunduğu tanımlanmıştır. A ve B varyantları en sık görülen varyantlardır ve süt proteinin verimi ve kalitesi konusundaki farklılıklarla ilgilenen kısmı olduğu belirlenmiştir (Lunden vd., 1997; Yang vd., 2012).  $\beta$ -laktoglobulin polimorfizmi koyunlarda dünya çapında birçok ırkta geniş çapta araştırılmaya sahip olmuştur. Bahsedilen türde bir veya daha çok aminoasit değişikliği ile farklılığı sağlanan üç ortak baskın allele (A,B ve C) rastlanmıştır. A genetik varyantı, 20 pozisyondaki amino asit dizisinde (Tyr→His) varyant B'den farklı olduğu bildirilmiştir. (Bell ve McKenzie, 1967; Kolde ve Braunitzer, 1983; Ali vd., 1990). Daha sonra Erhardt (1989), 148 pozisyonunda (Arg→Gln) bir tek aminoasit değişimine sahip A varyantının bir alt tipi olan C olarak belirtilen yeni bir varyant tespit edilmiştir. A ve B varyantlar en yaygın olan varyantlardır ve birçok ırkta da varlığı tespit edilmiştir. Nadir olarak bulunan C varyantı ise yalnızca birkaç ırkta tespit edilmiştir.

BLG geninin polimorfizmleri, süt verimi, sütün reolojik özellikleri ve bileşimiyle ilgili moleküler belirteç ve bilgilendirme görevi görmüştür. Bunun yanı sıra, BLG polimorfizminin süt verim ve bileşim, peynir yapma özellikleri üzerinde bulunan etkisi de tartışma konusu olmuştur. A veya B allelinin üstünlüğünün ya da kantitatif özelliklerinin arasında bir ilişki bulunmadığını göstermiştir. Örnek verilecek olursa

AB ve BB genotiplerine göre  $\beta$ -Lg AA genotipli sütlerine ilişkin toplam katı, yağ ve protein içerikleri daha yüksek bulunmuştur.

$\beta$ -laktoglobulin, yüksek besleyici değeri ve emülsifiye edici (emülgatör), jel yapabilme gibi birden fazla fonksiyonel özellikleri gıda ve içeceklerin bileşiminde yer aldığı belirtilmiştir (Mate ve Krochta 1994). Son zamanlarda ise Beta laktoglobulinden biyoaktif peptit elde edilmesi önemli bir hal almıştır (Hernandez-Ledesma vd., 2008). Öncü proteinlerle inaktif olan bu peptitler, ancak in vivo ya da in vitro koşullarda açığa çıktığı belirtilmiştir. Serbest kaldıklarında insan sağlığında, kolesterol seviyesini düşürücü özelliğinin ve antimikrobiyal, antihipertansif ve antioksidan özelliklere sahip yapılar olarak nitelendirilmiştir. Bunun yanı sıra,  $\beta$ -laktoglobulin proteininin stres azaltıcı ve uykuyu iyileştirici etkilere sahip olduğunu da bilinen bilgiler arasında olmuştur (Yalçın, 2006). Beta laktoglobulin'i kapsayan serum proteinleri, lor, çökelek, süzme peynir üretimi için önemlidir. Bu ürünlerde kazeinin olmaması ve laktozun düşük olması, kazeine alerjisi ve laktoz intoleransı olan insanların tüketimi için oldukça fayda sağladığı tespit edilmiştir (Dinç, 2009).

Elde edilen farklı araştırma sonuçları birçok farklı nedenden dolayı birbiri ile karşılaştırılması mümkün olmamıştır. Bunlar; popülasyon büyüklüğü, cins ve dikkate alınan genotiplerin sıklığı, veri analizi için kullanılan istatistiksel modellemeler. Aynı zamanda, BLG polimorfizminin çiftlik hayvanlarının üretken performansını arttırmak amacı ile seleksiyona moleküler genetik belirteçlerini dahil etmek ve dünya çapında süt koyunu üretimini geliştirmek düşünülen bir hedef olmuştur. Gelişmekte olan ülkelerde ve gelişmiş ülkelerin farklı bölgelerinde yerel üretkenliği iyi hale getirmek, çiftlik dışına olan göçü sınırlamak ve şu anki geniş hayvan biyoçeşitliliğini korumak açısından bir yöntem olduğu belirlenmiştir (Selvaggi vd., 2015).



## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Hayvan Materyali

Bu çalışmada, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Medikal Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı'nda yürütülen 556904 numaralı tez kapsamında toplanmış 12 baş Sakız, 20 baş Karayaka, 8 baş Akkaraman 20 baş Kıvırcık 30 baş Morkaraman ve 30 baş Pırlak koyun ırkına ait toplam 120 kan örneğine ait DNA'lar kullanılmıştır.

#### 2.1.2. Kullanılan Teknik Cihazlar

##### 2.1.2.1. PCR Cihazı

DGAT1 ve Beta Laktoglobulin gen bölgelerinin çoğaltılması için Veriti 96-Well Thermal Cycler PCR (ThermoFisher Scientific) kullanılmıştır (Resim 2.1.).



**Resim 2.1:** PCR Cihazı



### 2.1.2.2. Yatay Elektrofrez Sistemi

Kan örneklerinden elde edilmiş DNA PCR ve RFLP ürünlerinin görüntülenmesi için Thermo 4000P güç kaynağı ve midicell primo EC 320 (Thermo) elektrofrez jel sistemi çalışmalarda kullanılmıştır (Şekil 2.2.).



**Resim 2.2:** Elektrofrez Sistemi

### 2.1.2.3. Jel Görüntüleme Sistemi

DNA PCR ve RFLP ürünlerinin agaroz jel elektrofrezinde yürütülmesinden sonra görüntülenebilmesi için Vilber Lourmat BIO-VISION jel görüntüleme cihazı kullanılmıştır (Şekil 2.3.).



**Resim 2.3:** Jel Görüntüleme Sistemi

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Örneklerin Toplanması ve Saklanması

Bu çalışmadaki kan örnekleri, DNA izole çalışması yapılana kadar, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Medikal Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı Laboratuvarında -20 °C’de saklanılmıştır.

### 2.2.2. Kandan DNA İzolasyonu

Çalışmada kullanılan koyun ırklarına ait kan örneklerinden DNA izolasyonu, spin kolon yöntemi kullanılarak elde edildi. 10 µl Proteinaz-K (20mg/ml) alınarak 1,5 ml’lik mikrosantrifüj tüplerine koyulmuştur. Karışıma 200 µl kan numunesi eklenmiştir. Bu yeni oluşan karışıma da 200 µl ekstraksiyon çözültisi eklenip 15 sn. vortekslenmiştir. Sonra 56 °C’de 15 dk. etüvde bekletilmiştir. Bekleme süresi bittikten sonra etüvden çıkartılır ve üzerine 210 µl binding buffer ilave edilip 15 sn. vortekslenmiştir. Daha sonra lizatlar spin kolon tüplerine aktarılmıştır. Tüpler 8.000 rpm hızda 1 dk. santrifüj edilmesi sağlanır. Toplama tüpünün altında biriken sıvı atılır. Sonrasında, 650 µl yıkama solüsyonu-I spin kolonlarına eklenerek 8.000 rpm’de 1 dk. santrifüj uygulanmıştır. Tekrardan toplama tüpünün altında kalan sıvı atılmıştır. Spin kolonlara 500 µl yıkama solüsyonu-II spin kolonlara dahil edilerek 8.000 rpm hızda 1 dk. santrifüj edilmiştir. Tekrardan altta biriken sıvı atılmıştır. Spin kolonlara tekrardan 250 µl yıkama solüsyonu-II eklenir ve 14.000 rpm hızda 3 dk. santrifüj edilmesi sağlanır. Spin kolon 1,5 ml’lik yeni ependorf tüplere aktarılmıştır. Daha sonra üzerine 200 µl TE buffer (10 mM Tris, 1 mM EDTA pH 8,0) solüsyonu eklenmiştir. Yeni tüpler 5 dk. oda sıcaklığında bekletilmiştir. Tüpler 8.000 rpm hızda 1 dk. santrifüj edilmiştir. Elde edilen DNA’lar kullanılana kadar -20 °C’de muhafaza edilmiştir.

### 2.2.3. Primer Tasarımı

Çizelge 2.1: Primer Tasarımı

Gen	Forward 5'→3'	Revers 3'→5'	Tm( <sup>0</sup> C)	Baz Çifti
<b>β-Ig</b>	GGTTCAGTGTGAGTCTG GGA	GGTTCCATGTTGGGGAGA GACG	60	318
<b>DGAT1</b>	GGCCTGAACCTTGAGGG TGGA	TGGGAAAGAGCGGGCCT GTCC	64	210

### 2.2.4. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

Gradient PCR, primerlerin bağlanma sıcaklığının ( T<sub>m</sub>, Melting Tempature ) tespitinde kullanılmıştır. DGAT1 geni için; 5xHF buffer, 2 mM μl MgCl<sub>2</sub>, 0.3 mM dNTPs, 0.3 mM forward, revers, 1 U Phusion Taq polimeraz (Thermo Fisher Scientific) ve 1 μl DNA ilave edilmiştir. PCR cihazında sıra ile 98 <sup>0</sup>C'de 2 dk 1 döngü, 98 <sup>0</sup>C'de 15 sn., 56-66 <sup>0</sup>C'de 30 sn. 72 <sup>0</sup>C'de 1 dk.'da 40 döngü ve son olarak 72 <sup>0</sup>C'de 5 dk 1 döngü olacak şekilde ayarlanmıştır.

Beta Laktoglobulin için; 1xPCR buffer, 2mM MgCl<sub>2</sub>, 0.3 mM dNTPs, 0.3 mM forward ve revers, Dream Taq Polimeraz (Invitrogen) ve 1 μl DNA ilave edilmiştir. PCR cihazında sıra ile 95 <sup>0</sup>C'de 2 dk 1 döngü, 95 <sup>0</sup>C'de 15 sn., 54-64 <sup>0</sup>C'de 30 sn, 72 <sup>0</sup>C'de 1 dk.'da 40 döngü ve son olarak 72 <sup>0</sup>C'de 10 dk 1 döngü olacak şekilde ayarlanmıştır.

### **2.2.5. Agaroz Jel Elektroforezi**

Agaroz jel, izolen edilen DNA'ları, PCR ve RFLP ürünlerini görüntülemek için yapılmıştır. Bu amaçla %2'lik Agaroz TAE (Tris-Asetat-EDTA) solüsyonu ile hazırlanmıştır. Bu karışım mikrodalga fırında 2 dk boyunca ısıtılmıştır. Hazırlanan jele 1 µl RedSafe (İntron) boya solüsyonu eklenmiştir. Hazırlanan jelin polimerleşmesi için jel tepsisine dökülüp oda sıcaklığında 30 dk., +4 °C'de 30 dk. bekletilmiştir. Jel polimerleştikten sonra içerisinde 1X TAE solüsyonu bulunan yürütme tankına yerleştirilmiş ve jelin üstünü kapsayacak kadar TAE dökülmüştür. Her kuyucuğa 8,5 µl miktarda yükleme solüsyonu (1X Loading Dye) ve 2,5 µl PCR ürünü karışımı eklenmiştir ve 30 dk 8 V/cm'de koşturulmuştur. Bu jel, görüntüleme sistemi kullanılarak görüntülenmiştir. Işıma olan bant pozitif, ışıma olmayan bant negatif olarak değerlendirilmiştir.

### **2.2.6. RFLP (Restriksiyon Fragment Length Polymorphism)**

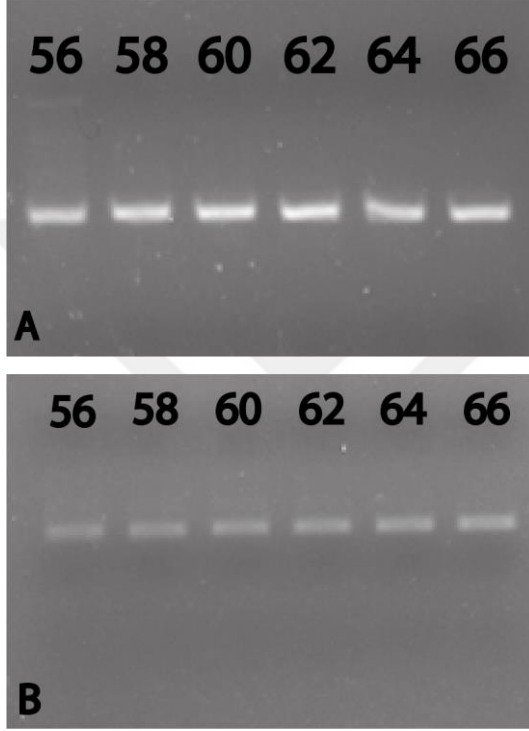
Mutasyonu belirlemek için Beta Laktoglobulin RsaI(ER1121) ve DGAT1 BamHI (ER0051), restriksiyon enzimiyle kesilmiştir.

BamHI (ER0051), RsaI(ER1121) enzimleri ile protokole uygun oranlarda karıştırılan PCR ürünleri, thermal cycler cihazında 37 °C'de inkube edilmiştir. Sonra polimorfizmleri belirlemek amacıyla %2'lik agaroz jelde 40 dk. boyunca koşturulmuştur. Fragment boyutlarını belirlemek amacıyla DNA ladder kullanılmıştır.



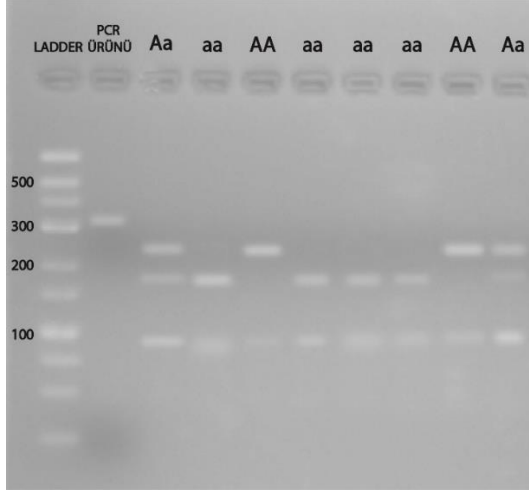
### 3. BULGULAR

Primerlerin bağlanma sıcaklıklarını belirlemek amacıyla gradient PCR yapılmıştır. Beta laktoglobulin primerinin optimum Tm derecesi 60 °C, DGAT1 primerinin ise Tm derecesi 64 °C olduğu tespit edilmiştir.

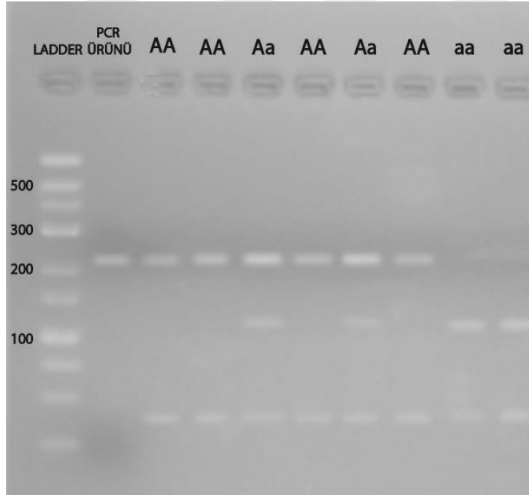


**Şekil 3.1:** Gradient PCR Agaroz Jel Elektroforez Görüntüsü A: Beta laktoglobulin B: DGAT1

Gradient PCR sonucu elde edilen Tm derecelerine göre tüm örneklere PCR yapılmıştır. RFLP sonucunda elde edilen ürünlerin agaroz jel elektroforezdeki görüntüleri Şekil 3.2. ve Şekil 3.3.'te verilmiştir.



**Şekil 3.2:** Beta Laktoglobulin Agaroz jel elektroforez görüntüsü



**Şekil 3.3:** DGAT1 geni Agaroz jel elektroforez görüntüsü

### 3.1. DGAT1 Geni *Bam*HI Polimorfizmi

Mevcut hayvanlardan elde edilen DNA'ları kullanarak, DGAT1 geninin *Bam*HI polimorfizmini belirlemek amacı ile, genin 2. intronundaki 210 bp uzunluğuna sahip bölge primerler kullanılarak PCR yardımı ile çoğaltılmıştır. Dgat1 geninin çoğaltılan bu bölgesinin, BamHI restriksiyon enzimi ile yapılan muamelesi sonucu 3 genotip

(AA, Aa, aa) belirlenmiştir. Beklenen üzerine 98/112 Bç şeklinde iki bölge gözlenmiştir.

İncelenen 120 hayvanın DGAT1 genine ait *BamHI* enziminin kesim noktası ile gözlenen ve beklenen genotip frekansları  $\chi^2$  testi ile değerlendirilmiştir. *BamHI* polimorfizmi açısından Hardy-Weinberg dengesindeki bu popülasyonda beklenen, gözlenen genotip frekanslar arasındaki farklılığın Morkaraman ve Kıvırcık ırkı haricinde istatistiksel olarak bir önemi olmadığı gözlenmiştir. ( $P>0.05$ ).

DGAT1 geninin frekans allelleri incelendiğinde 120 örnek için 1. Allel ve 2. Allel arasındaki farkın önemli bir oranda fazla olduğu bilinmektedir. Karaya, Kıvırcık, Morkaraman allel farklarının fazla olmadığı gözlenmiştir. Buna oranla Sakız, Akkaraman, Pırlak koyun ırklarında ise allellik farkının fazla olduğu bilgisi elde edilmiştir.

### **3.2. Beta Laktoglobulin Geni *Rsal* Polimorfizmi**

Mevcut hayvanlardan elde edilen DNA'ları kullanarak, Beta Laktoglobulin geninin *Rsal* polimorfizmini belirlemek amacı ile, geni 2. ekzonundaki 318 bç uzunluğuna sahip bölge primerler kullanılarak PCR yardımı ile çoğaltılmıştır. Beta laktoglobulin geninin çoğaltılan bu bölgesinin, *Rsal* restriksiyon enzimi ile yapılan muamelesi sonucu 3 genotip (AA, Aa, aa) belirlenmiştir. Beklenen üzerine 66/85/167 Bç şeklinde üç bölge gözlenmiştir.

İncelenen 120 hayvanın Beta Laktoglobulin genine ait *Rsal* enziminin kesim noktası ile gözlenen ve beklenen genotip frekansları  $\chi^2$  testi ile değerlendirilmiştir. *Rsal* polimorfizmi açısından Hardy-Weinberg dengesindeki bu popülasyonda beklenen, gözlenen genotip frekanslar arasındaki farklılığın Morkaraman ve Kıvırcık ırkı haricinde istatistiksel olarak bir önemi olmadığı gözlenmiştir. ( $P>0.05$ ).

### **3.3. İstatistik Analiz**



PCR analizi sonucunda oluşan PCR ürünleri RFLP ile görüntülenmiştir. DGAT1 ve Beta laktoglobulin genlerinin heterozigotluk ve allel frekans oranlarının hesaplanmasında GENETIX (4.05.02) programı kullanılmıştır (Belkhir vd., 1996). Gözlenen ve beklenen heterozigotluk oranları arasındaki karşılaştırma Ki kare testi ile yapılmıştır.

**Çizelge 3.1:** DGAT1 genine ait genotiplerin beklenen ve gözlenen değerleri

Gz: Gözlenen, Bk: Beklenen

Genotip	Sakız n = 12		Karayaka n = 20		Akkaraman n = 8		Kıvırcık n = 20		Morkaraman n = 30		Pırlak n = 30	
	Gz	Bk	Gz	Bk	Gz	Bk	Gz	Bk	Gz	Bk	Gz	Bk
<b>AA</b>	0	1,02	4	5,00	1	1,13	4	4,05	11	5,63	1	0,83
<b>Aa</b>	7	4,96	12	10,00	4	3,75	10	9,90	4	14,73	8	8,33
<b>aa</b>	5	6,02	4	5,00	3	3,13	6	6,05	15	9,63	21	20,83

DGAT1 geni genotiplerinin gözlenen ve beklenen değerleri yukarıdaki tabloda verilmiştir. Koyun ırklarından Sakız için heterozigotluk 7, Karayaka için heterozigotluk 12, Akkaraman için heterozigotluk 4, Kıvırcık için heterozigotluk 10, Morkaraman için heterozigotluk, 4 Pırlak için heterozigotluk 8 olarak tespit edilmiştir. Bu tablodaki değerlere dayanarak; Sakız koyun ırkı, Karayaka koyun ırkı, Akkaraman koyun ırkı ve Kıvırcık koyun ırkında heterozigotluk değerlerinin fazla olduğu bu ırkların doğal veya insana bağlı bir seleksiyona uğradığı olarak değerlendirilmiştir.

**Çizelge 3.2:** DGAT1 geni allel frekansları

Allel	Sakız	Karayaka	Akkaraman	Kıvırcık	Morkaraman	Pırlak
<b>Frekansı</b>						
A	0,29	0,50	0,38	0,45	0,43	0,17
a	0,71	0,50	0,63	0,55	0,57	0,83

DGAT1 geni için belirlenen Allel Frekansları Tabloda verilmiştir. Tablodaki verilere göre; Sakız, Akkaraman, Morkaraman, Pırlak koyun ırklarında “A” Frekansı ve “a” frekansı arasında büyük bir fark tespit edilmiştir. Ancak Karayaka ve Kıvırcık Koyun ırklarında “A” frekansı ve “a” frekansı arasındaki frekans değerleri çok yakın olduğu belirlenmiştir. Bu veriler değerlendirilerek Sakız, Akkaraman, Morkaraman, Pırlak koyunlarında Karayaka ve Kıvırcık koyun ırkına kıyasla, süt, protein ve yağ miktarı açısından mühim önem taşıyabilecek farklılıklar olabileceği düşünülmüştür.

**Çizelge 3.3:** DGAT1 geni allel frekansları ve heterozigotluk değerleri

Allel	Sakız	Karayaka	Akkaraman	Kıvırcık	Morkaraman	Pırlak
A	0,29	0,50	0,38	0,45	0,43	0,17
a	0,71	0,50	0,63	0,55	0,57	0,83
<b>H<sub>beklenen</sub></b>	0,41	0,50	0,47	0,50	0,49	0,28
<b>H<sub>gözlenen</sub></b>	0,58	0,60	0,50	0,50	0,13	0,27

DGAT1 geninin Allel frekansları ve heterozigotluk değeri yukarıdaki tabloda verilmiştir. Tablo incelemelerine göre; Sakız, Karayaka, Akkaraman, Kıvırcık, Pırlak koyun ırklarında beklenen ve gözlenen değerler arasında büyük farklılıklar gözlenmezken, Morkaraman koyun ırkında beklenen ve gözlenen değerlerin arasında büyük bir fark gözlenmiştir. Bu sonuca dayanarak Morkaraman koyun ırkının beklenen ve gözlenen değerlerinde kritik bir sapma olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 3.4:** Beta Laktoglobulin geni allel frekansları ve heterozigotluk değerleri

Allel	Sakız	Karayaka	Akkaraman	Kıvırcık	Morkaraman	Pırlak
A	0,67	0,68	0,44	0,55	0,38	0,40
a	0,33	0,33	0,56	0,45	0,62	0,60
H <sub>Beklenen</sub>	0,44	0,44	0,49	0,50	0,47	0,48
H <sub>Gözlenen</sub>	0,50	0,25	0,63	0,40	0,37	0,33

Beta Laktoglobulin geninin Allel frekansları yukarıdaki tabloda verilmiştir. Tablo incelemelerine göre; Sakız koyun ırkı, Kıvırcık koyun ırkı, Morkaraman koyun ırkı beklenen ve gözlenen değerleri arasında büyük bir fark gözlenmezken, Karayaka koyun ırkı, Akkaraman koyun ırkı, Pırlak koyun ırkı beklenen ve gözlenen değerleri arasındaki fark daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç değerlendirilerek Karayaka koyun ırkı, Akkaraman koyun ırkı, Pırlak koyun ırkı beklenen ve gözlenen değerlerinde kritik bir sapma olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 3.5:** Beta laktoglobulin genine ait genotiplerin beklenen ve gözlenen değerleri

Gz: Gözlenen, Bk: Beklenen

Genoti	Sakız		Karayaka		Akkaraman		Kıvırcık		Morkarama		Pırlak	
	n = 12	n = 20	n = 8	n = 20	n = 30	n = 30						
p	Gz	Bk	Gz	Bk	Gz	Bk	Gz	Bk	Gz	Bk	Gz	Bk
AA	5	5,3	11	9,1	1	1,53	7	6,0	6	4,41	7	4,80
		3		1				5				
Aa	6	5,3	5	8,7	5	3,94	8	9,9	11	14,18	10	14,40
		3		8				0				
aa	1	1,3	4	2,1	2	2,53	5	4,0	13	11,41	13	10,80
		3		1				5				

Beta Laktoglobulin geni genotiplerinin gözlenen ve beklenen değerleri yukarıdaki tabloda verilmiştir. Koyun ırklarından Sakız için heterozigotluk 6, Karayaka için heterozigotluk 5, Akkaraman için heterozigotluk 5, Kıvırcık için heterozigotluk 8,

Morkaraman için heterozigotluk 11, Pırlak için heterozigotluk 10 olarak tespit edilmiştir. Bu tablodaki değerlere dayanarak; Sakız ve Kıvırcık koyun ırklarında heterozigotluk değerlerinin fazla olduğu bu ırkların doğal veya insana bağlı bir seleksiyona uğradığı olarak değerlendirilmiştir.

**Çizelge 3.6:** Beta laktoglobulin geninin allel frekansı

Allel Frekansı	Sakız	Karayaka	Akkaraman	Kıvırcık	Morkaraman	Pırlak
A	0,67	0,68	0,44	0,55	0,38	0,40
a	0,33	0,33	0,56	0,45	0,62	0,60

Beta laktoglobulin geni için belirlenen Allel Frekansları Tabloda verilmiştir. Tablodaki verilere göre; Sakız, Karayaka, Morkaraman koyun ırkı “A” Frekansı ve “a” frekansı arasında büyük bir fark vardır. Ancak Akkaraman, Kıvırcık, Pırlak ırklarında “A” frekansı ve “a” frekansı arasındaki değerlerler çok yakın olduğu belirlenmiştir. Bu veriler değerlendirilerek Sakız, Karayaka, Morkaraman koyunlarında Akkaraman ve Kıvırcık koyun ırkına kıyasla, süt verimi açısından farklılıklar olabileceği belirlenmiştir.

**Çizelge 3.7:** Genlere ait Hardy-Weinberg denkliği

Popülasyon	(N)	Ki-kare
Sakız	12	0.96
Karayaka	20	0.25
Akkaraman	8	1.11
Kıvırcık	20	6.11
Morkaraman	30	10.00
Pırlak	30	0.27

Populasyonun Hardy-Weinberg yasasına göre genetik denge sapması hesaplanmıştır. Sakız, Karayaka, Akkaraman, Pırlak koyun ırklarının Hardy-Weinberg yasasına göre

dengede olduğu ancak Kıvırcık ve Morkaraman koyun ırklarının kritik sapma değeri taşıdığı tespit edilmiştir.



#### 4. TARTIŞMA

Elmacı vd. (2006)'da üç farklı yerli ırk (Kıvırcık, Gökçeada ve Sakız) üzerinde yaptıkları çalışmalarda koyunlarında  $\beta$ -Lg polimorfizmini PCR-RFLP yöntemine dayanarak araştırmışlardır. Çalışmada ise toplam 108 baş hayvan kullanılmıştır. Hayvan sayısının ırk dağılımları 29 Kıvırcık, 38 Gökçeada ve 41 Sakız koyunu olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak  $\beta$ -LgA ve  $\beta$ -LgB allel gen frekanslarının sırası ile 0.7759 ve 0.2241 olduğu Kıvırcık koyun ırkında, 0.9756 ve 0.0244 Sakız koyun ırkında 0.7632, 0.2368 olarak Gökçeada koyun ırkında bulunmuştur. Populasyonu Hardy-Weinberg yasasına göre değerlendirildiğinde genetik dengede olduğu ifade edilmiştir.

Michalova ve Krupuva (2009)'da Slovak koyun ırkları üzerinde yapılan çalışmada  $\beta$ -Lg polimorfizmi ile süt verim özellikleriyle süt bileşenleri arasındaki ilişkileri araştırma üzerine çalışmalarda bulunmuştur. Bunun için iki farklı (Czigaia ve Valachian) yerli Slovak sütçü koyun ırkları üzerinde çalışılmıştır. Çalışmalar toplam 131 baş koyun üzerine olup, hayvanlardan toplanan süt örneklerinde ise süt verimi yanında protein, yağ, laktoz ve somatik hücre sayısı benzer biçimde çeşitli süt bileşenlerini de çözümlemesine katkı sağlanmıştır. İki ırk içinde süt verim ve bileşenleri bakımından önem sarf eden farklılık görülmediği bildirilmiştir. Süt verimi ile laktoz bakımından  $\beta$ -Lg genotipleri bakımından anlamlı farklılıklar ortaya konulmuştur. ( $P < 0.05$ ). Yapılan çalışmada  $\beta$ -LgA ve  $\beta$ -LgB allel gen frekanslarını sırasıyla 0.52 ve 0.48 olarak Valachian ve 0.60 ve 0.40 olarak Czigaia ırkında bulunmuştur. Populasyonların Hardy-Weinberg yasasına oranla genetiksel dengede bulunduğu ifade edilmiştir.

Anton vd. (2005) Macar Merinos ve İngiliz sütçü koyunlarında  $\beta$ -Lg genotipleri ile birlikte süt bileşenleri ve somatik hücre sayısı arasındaki muhtemele dayanan ilişkilerin araştırılmasına katkı sağlamışlardır. En yüksek ve en anlamlı süt verimi ve süt bileşenlerini  $\beta$ -Lg AB genotipli hayvanlarda tespit edilmiştir. vesi koyunlarında ise  $\beta$ -Lg geninin AA genotiplerinin somatik hücre sayısını öteki genotiplere göre daha yüksek oranlarda olduğunu tespit etmişlerdir.

Erdoğan (2009) tarafından Çine Çaparı koyunlarında süt verim özellikleri ile  $\beta$ -Lg genotipleri arasındaki muhtemele dayanan ilişkiler ise üç farklı sürü üzerinde araştırılmıştır. Yapılan bir çalışmada Çine Çaparı koyun ırkında  $\beta$ -Lg polimorfizmini PCR-RFLP yöntemi ile araştırılmıştır. Çalışmada hayvan materyali olarak süt verim denetimleri 40 baş hayvan üzerinde ve  $\beta$ -Lg genotipleme ise 128 baş koyun ırkı üzerinde yapılmıştır. Sonuç olarak  $\beta$ -LgA ve  $\beta$ -LgB allel gen frekanslarını ise sırası ile 0.3047 ve 0.6953 olarak tespit edilmiştir. Bir sürü hariç öteki iki sürünün Hardy-Weinberg yasasına göre genetik dengede bulunduğu tespit edilmiştir. Günlük ortalama süt verimi, laktasyon süresi ve laktasyon süt verimi için en küçük kareler ortalaması sırası ile 0.521 kilogram, 159.5 gün ve 81.78 kilogram olarak tespit edilmiştir. Koyunların yaşı ve doğum tipi ele alınan özellikler için anlamlı bir farklılık oluşturulmadığı bilgisine ulaşılmıştır.  $\beta$ -Lg (AA, AB ve BB) genotipleri içinde ise laktasyon süresi ile laktasyon süt verimi bakımından anlamlı ayırım oluşmuşken günlük yaklaşık süt verimi için ise anlamlı bir ayırım görülmediği bilgisi elde edilmiştir.

Baranyi vd. (2010)'da meydana getirilen bir çalışmada Macaristan İvesi ve Racka koyunlarında  $\beta$ -Lg polimorfizmini PCR-RFLP yöntemi ile birlikte araştırılmasını sağlamışlardır. Çalışmada hayvan materyali olarak 350 baş hayvan kullanımı sağlanmıştır. Sonuç olarak  $\beta$ -LgA ve  $\beta$ -LgB allel gen frekanslarını sırası ile 0.4796 ve 0.5204 İvesi ve 0.5764 ve 0.4236 Racka ırkında bulunmuştur. Populasyonun Hardy-Weinberg yasasına göre genetik açıdan dengede bulunduğu ifade edilmiştir.

Araro vd. (2010)'da on beş farklı yerli Hindistan koyun ırkı üzerinde (Changthangi, Rampur, Chokla, Magra, Kheri, Marwari, Sonadi, Jalauni, Muzzafarnagri, Jaisalmeri, Chhotanagpuri, Ganjam, Deccani, Mandya ve Garole) yaptıkları çalışmalarda  $\beta$ -Lg B tipini Hindistan koyun ırklarında dominant olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca  $\beta$ -Lg A allel gen frekanslarını sırasıyla bu ırklar için sırasıyla 0.387, 0.273, 0.569, 0.193, 0.472, 0.563, 0.499, 0.160, 0.10, 0.425, 0.50, 0.273, 0.531, 0.326, 0.278 ve 0.370 olarak ifade edilmiştir.

Pirzad vd. (2014)'te yaptığı çalışmada DGAT1 geni K232A polimorfizmi, süt verimi ve kompozisyonu için QTL çalışmalarında kullanıldığı belirlenmiştir. DGAT1 geninin lizin kodlayan K alleleline sahip olan hayvanların sütünde, öncelikle yağ veriminin yüksek olduğu ancak protein ve süt verimi açısından düşük değerlere sahip olduğu daha önceki çalışmalarda ifade edilmiştir.

Winter vd. (2002), 3 farklı ırkta (Holstein-Friesian, Simental ve Braunvieh) sütün yağ içeriğine göre elde edilmiş yüksek ve düşük damızlık değerlere göre açılmış gruplarda DGAT1 genine ilişkin lizin-232/alanin polimorfizmini üzerine çalışmışlardır. Varyantlar arasında, yüksek süt yağı içinde ne olduğu ile ilişkili olan lizin kodlayan allel ile lisinin alanine (K232A) ikamesi bulunduğunu ve haplotip analizler ile lizin varyantının atasal olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, Simental ırkı sığırlarda, lizin varyantının süt hasım içeriğine olumlu yönde tesirinin doğruluğu kanıtlanmıştır. Araştırmacılar meydana getirilen bu çalışmayla, K232A değişiminin QTL varyasyonunda direkt sorumlu olabileceğini bildirimini sağlamıştır.

Barbosa da Silva vd. (2010), birçok bölgeden toplanan 3082 tane Kuzey Amerika Siyah Alaca sığırında DGAT1 mutasyonunun allelik varyasyonunu incelemek üzerine çalışmışlardır. Bu değişimin, süt üretim özellikleri ve somatik hücre sayısı üstündeki tesirleri istatistiki olarak önem sarf ettiği bilgisi elde edilmiştir. Yapılan çalışmada K alleli frekansı 0.4000 ve A allel frekansı ise 0.6000 olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, yağ ve protein verimi arasındaki kuvvetli bir antagonist ilişki dolayısıyla, bu özelliklerin ekonomik indekslere olan tesiri göz önüne alındığında, DGAT1 genotipi bakımından seleksiyonun Amerika'da yaygın bir tatbik alanı bulamayacağı ön görülen bilgiler arasında olmuştur.

Scotti vd. (2010) tarafından, İtalya'da yetiştirilen Siyah Alaca, Esmer ve Simental ırkları ile Valdostana Red Pied, Rendena, Reggiana ve Modenese yerli ırklarda, DGAT1 polimorfizmi üzerine araştırmalar sağlanmıştır. Toplam 651 hayvanda PCR-RFLP yöntemi kullanılarak meydana getirilen bu çalışmalar sonucunda, A allelinin tüm ırklarda oldukça yüksek frekansta olduğu (0.7460-1.000)tespit edilmiştir. K allel



frekansı, Siyah Alaca için 0.2540 ve Reggiana için 0.1720 olarak belirlenirken, bazılarında görülmemekle beraber diğer ırklarda fazlaca düşük frekanslara sahip olduğu (0.000-0.0080) saptanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda, DGAT1 gen polimorfizminin sadece Siyah Alaca ve Reggiana için MAS çalışmalarında kullanılabileceği bildirilen bilgiler arasında olmuştur.

Mashhadi vd. (2012) tarafından İran'da yetiştirilen Siyah Alaca ırkına ilişkin boğalarda, marker destekli seleksiyon için potansiyel bir QTL olarak görülen DGAT1 K232A polimorfizmi üzerine çalışılmıştır. 103 boğada RFLP yöntemi aracılığıyla meydana getirilen bu çalışmada, K allel frekansı 0.7961 ve A allel frekansı 0.2039 olarak tespit edilmiştir. Genotip frekansları ise KK için 0.5900 ve KA için 0.4100 olarak tespit edilirken bu çalışmadaki boğalarda AA genotipine hiç rastlanılmamıştır. Populasyonun Hardy-Weinberg dengesinde olmadığı ve allel frekansları göz önünde tutulduğunda, mevcut populasyonun süt yağı yüzdesi bakımından seleksiyona tabi tutulduğu kararı verilmiştir.

Özdil ve İlhan (2012) tarafından, 3 yerli Anadolu mandası populasyonuna ilişkin toplam 41 hayvanda, DGAT1 geninin K232A polimorfizmi PCR-RFLP yöntemine dayanarak araştırılmıştır. Bu çalışmada kullanılan 24 restriksiyon enziminin 14'ü (AluI, AvaI, AvaII, BamHI, BglII, Bsp1286I, BstUI, HincII, HhaI, HphI, SacI, Sau3AI, Sau96I ve StyI) bu gen üstünde tanıma bölgesine sahip olduğu tespit edilmiştir. AluI, HincII ve HphI restriksiyon enzimleri ile polimorfizmin varlığı bildirilmiştir. CfrI restriksiyon enzimi ile kesimi sonucunda sığır ırklarında tespit edilen K232A polimorfizmi, Anadolu mandasında tespiti sağlanamamış ve sadece lizin varyantının tespitiyle mevcut populasyonun monomorf olduğu ifade edilmiştir.

Pirzad vd. (2014), İran'da yetiştirilen Siyah Alaca ineklerinde süt verim özellikleri ve somatik hücre sayısı ile DGAT1 K232A polimorfizmi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. PCR-RFLP metodu kullanılarak meydana getirilen bu çalışmada, A allel frekansı 0.6300 ve K allel frekansı 0.3700 olarak tespit edilmiştir. AA, KA ve KK genotip frekansları ise sırası ile 0.3578, 0.5515 ve 0.0907 olarak hesaplanmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde, DGAT1 K232A polimorfizmi ile sütün yağ yüzdesi içinde önemli bir ilişki olduğu bildirilmiştir. KK ve KA genotipine sahip ineklerin AA genotiplilere kıyasla, daha yüksek yağ yüzdesi ve daha düşük süt verimine sahip oldukları saptanmıştır. Sonuç olarak, KK ve KA genotipli Siyah Alaca ineklerinin K alleline sahip bulunmasına bağlı olarak, yağ yüzdesi lehine seleksiyon çalışmalarında kullanılabileceği bilgisi ifade edilmiştir.

Ünal vd. (2015), 4 Türkiye yerli sığır ırkında (Güney Anadolu Kırmızısı, Boz ırk, Doğu Anadolu Kırmızısı ve Yerli Kara) büyüme hormonu, prolaktin ve DGAT1 gen polimorfizmini PCR-RFLP yöntemi kullanarak üzerinde çalışmalarda bulunmuştur. Çalışmada, prolaktin geni bakımından Boz ırk ve Doğu Anadolu Kırmızısı sığır ırklarında BB genotipine hiç rastlamamıştır. Çalışılan tüm popülasyonlarda, prolaktin geninin RsaI polimorfizmi ile oluşan A alleli (0.5240-0.7130) B alleleline (0.2870-0.4760) kıyasla daha yüksek frekanslarda saptanmıştır. DGAT1 geni için ise, Doğu Anadolu Kırmızısı ve Güneydoğu Anadolu Kırmızısı sığır ırklarında AA genotipine rastlanmamakla birlikte, tekrar bütün ırklarda A alleli (0.2020-0.4170) K alleleline (0.5830-0.7980) kıyasla bakılırsa fazlaca düşük frekanslarda ifade edilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada Türkiye’de yetiştirilen 120 yerli koyun ırkı ve 6 koyun türü ile çalışılmıştır. Beta Laktaglobulin ve DGAT1 gen lokusları bakımından genotipik yapıları PCR-RFLP metodu ile tespit edilmiştir.

Küresel ısınma ve bilinçsiz hayvan ıslahları sonucunda koyun ırklarına bağlı süt veriminde büyük azalmalara rastlanmıştır. Bu azalmalar ileriki dönemlerde yetersiz beslenme ve ekonomik kayıplar olarak karşımıza çıkması beklenmekte olduğu bildirilmiştir. Süt verimi, ülkemiz açısından büyük önem taşıdığı bilgisine ulaşılmıştır. Yapılan genetik çalışmalarla bu hayvan ırklarından maksimum verim alınması amaçlanmıştır. Gelecekte büyükbaş hayvanlardan elde edilen süt yeterli miktarı taşımayacaktır. Önümüze başka seçeneklerinde gerektiği bilgisi çıkmıştır. Bu sonuca dayanarak tarım ve hayvancılığın gelişmesi ve iyileştirilmesi gereken bir sektör olduğu bilinen bir gerçek olmuştur.

Ancak, şimdiye kadar DGAT1 ve Beta laktoglobulin genleri üzerinde yapılan araştırmalar oldukça az sayıda olmuştur. Bu nedenle, bu genlerle daha detaylı ve verim ile ilgili arasındaki ilişkiyi büyük oranda inceleyecek araştırmalar yapılmasına ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abeykoon, C.D., Rathnayake, R.M.C., Johansson, M., (2016). Milk coagulation properties and milk protein genetic variants of three cattle breeds/types in Sri Lanka. *Procedia Food Science*, vol. 6, pp. 348–351. DOI: 10.1016/j.profoo.2016.02.070.
- Ağaoğlu, Ö. (2010). Determination of microsatellite polymorphism in some native Turkish goat breeds, PhD thesis, Ankara University, Graduate School of Health Science, Turkey, 216 pp.
- Akçapınar, H., Özbeyaz, C., Ünal, N. (1998). Kuzu Eti Üretimine Uygun Ana ve Baba Hatlarının Geliştirilmesinde Akkaraman, Sakız ve Kıvırcık Koyun Irklarından Yararlanma İmkanları I. Akkaraman Koyunlarda Döl Verimi, Akkaraman, Sakız x Akkaraman F1 ve Kıvırcık x Akkaraman F1 Kuzularda Yaşama Gücü ve Büyüme.
- Ameur, A. A., Yilmaz, O., Ata, N., and Cemal, I. (2020). Assessment of genetic diversity of Turkish and Algerian native sheep breeds, *Acta agriculturae Slovenica*, 115, 5–14.
- Anonim (1990). Devlet Planlama Teşkilatı, Süt Mamülleri Sanayii Yayın No: 2239, ÖİK: 367, Ankara.
- Anonim (2003). Ülkesel Genetik Kaynaklar Araştırma ve Geliştirme Projesi Toplantı Raporu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Haziran. Ankara.
- Anonim (2004). II. Tarım Şurası I. Komisyon. Doğal Kaynakların Korunması ve Geliştirilmesi.
- Anonim (2010). Tetrapak 2010 Raporu. www.tetrapak.com. Accessed: 23.11.2014.
- Arora, R., Bhatia, S., Mishra, Bp., Sharma, R., Pandey, Ak., Prakash, B., Jain, A. (2010). Genetic Polymorphism Of The B-Lactoglobulin Gene İn Native Sheep From India. *Biochem Genet* 48:303-311.
- Bal, O., Akyüz, B. (2014). Halk elinde yetiştirilen Holştayn, Doğu Anadolu Kırmızısı ve Yerli Kara sığır ırklarında Diacylglycerol-O-Acyltransferase 1 (DGAT1) gen polimorfizminin PCR-RFLP yöntemi ile belirlenmesi. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg*, 11, 7-13.
- Baranyi, M., Kerekes, A., Hiripi, L., Bozse, Z. (2010). Preliminary Data On Beta Lactoglobulin Genetic Polymorphisms İn Hungarian Awassi and Racka Sheep. *Romanian Academy, Dagine*.
- Barbosa Da Silva, M.V.G., Sonstegard, T.S., Thallman, R.M., Connor, E.E., Schnabel, R.D. and Van Tassell, C.P.V. (2010). Characterization Of Dgat1 Allelic Effects İn A Sample Of North American Holstein Cattle. *Animal Biotechnology*, 21: 88-99.
- Bijl, E., van Valenberg, H., Sikkes, S. (2014). Chymosin-induced hydrolysis of caseins: Influence of degree of phosphorylation of alpha-s1-casein and genetic variants of beta-casein. *International Dairy journal*, 2014, vol. 39, pp. 215–221. DOI: 10.1016/j.idairyj.2014.07.005.
- Birben, E. (2007). Polimeraz Zincir Reaksiyonu - Restriksiyon Parça Uzunluğu Polimorfizmi (PCR-RFLP) DNA'nın restriksiyon endonükleazlar ile kesimi. *Astım Allerji İmmünoloji*, 5 (1): 53- 55.
- Cases, S., Smith, S.J., Zheng, Y-W., Myers, H.M., Lear, S.R., Sande, E., Farese, R.V. (1998). Identification of a gene encoding an acyl CoA:diacylglycerol

- acyltransferase, a key enzyme in triacylglycerol synthesis. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 95, 13018-13023. DOI: 10.1073/pnas.95.22.13018
- Cases, S., Stone, S.J., Zhou, P., Yen, E., Tow, B., Lardizabal, K.D., Farese, R.V. (2001). Cloning of DGAT2, a second mammalian diacylglycerol acyltransferase, and related family members. *J Biol Chem*, 276, 38870-38876. DOI: 10.1074/jbc.M106219200
- Cemal, I., Yilmaz, O., Karaca, O., Binbaş, P., and Ata, N. (2013). Analysis of genetic diversity in indigenous Çine Çapari sheep under conservation by microsatellite markers, *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 19, 383–390.
- Ceyhan, A. (2009). *Livestock Science* 122 68–72
- Ceyhan, A., Erdoğan, İ., Sezenler, T. (2007). Some production characteristics of Kıvrırcık, Gokceada and Sakız breeds of sheep conserved as gene resources. *J. Tekirdag Agric. Fac.* 2, 211–218.
- Chen, H.C., Smith, S.J., Ladha, Z., Jensen, D.R., Ferreira, L.D., Pulawa, L.K., Farese Jr, R.V. (2002). Increased insulin and leptin sensitivity in mice lacking acyl CoA: Diacylglycerol acyltransferase 1. *J Clin Invest*, 109, 1049-1056. DOI: 10.1172/JCI14672
- Clark, A.J. (1998). The mammary gland as a bioreactor: expression, processing, and production of recombinant proteins. *J. Mamm. Gland Biol. Neoplasia*. 3(3): 337-350. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1018723712996>
- Çörekçi, Ş.G., Evrim, M., (2000). Comparative studies on the production performances of Chios and Imroz sheep kept under semi-intensive condition III. The effects of some environmental factors on production characteristics. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 24, 553–561.
- Das, H., Turan, I., and Demir, S. (2015). Genetic characterization of the Akkaraman, Morkaraman and Karayaka sheep through microsatellite variation, *Indian J. Anim. Res.*, 49, 173–179, <https://doi.org/10.5958/0976-0555.2015.00057.6>.
- Dekkers, J.C. (2004). Commercial application of marker-and gene-assisted selection in livestock: strategies and lessons. *J Anim Sci*, 82 (13 Suppl.): E313-E328.
- Demirci, M. (1998). İçme Sütü. İhlas Matbaacılık, İstanbul.
- Dinç, H., Özkan, E., Koban, E. and Togan, I. (2013). Beta-casein A1/A2, kappa-casein and beta-lactoglobulin polymorphisms in Turkish cattle breeds. *Archiv Tierzucht*, 56 (65): 650-657.
- Dybus, A. (2002). Associations between Leu/Val polymorphism of growth hormone gene and milk production traits in Black-and-White cattle. *Arch Tierz*, 45, 421-428.
- Dybus, A., Grzesiak, W., Szatkowska, I., Błaszczuk, P. (2004). Association between the growth hormone combined genotypes and dairy traits in Polish Black-and-White cows. *Anim Sci Pap Rep*, 22, 185-194.
- Elmacı, C., Öner, Y., Balcıoğlu, M.S. (2006). Genetic Polymorphism of  $\beta$ -Laktoglobulin Gene in Native Turkish Sheep Breeds. *Biochemical Genetics*, Vol. 44, Nos. 7/8, August. *Journal of Applied Animal Research*, 32:2, 145-148.
- Elmacı, C., Oner, Y., Ozis, S., and Tuncel, E. (2007). RAPD analysis of DNA polymorphism in turkish sheep breeds, *Biochem. Genet.*, 45, 691–696, <https://doi.org/10.1007/s10528-007-9106-x>.

- Erdoğan, F. (2009). Yerli Gen Kaynağı Çine Çaparı Koyunlarının Süt Verim Özellikleri Ve Beta Laktoglobulin Gen Polimorfizmi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Ertuğrul, M., Akman, N., Dellal, G., Goncagül, T., (2000). Hayvan Gen Kaynaklarının Korunması ve Türkiye Hayvan Gen Kaynakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi (2 CİLT) Yayın No:38, Ankara.
- Ertuğrul, M., Dellal, G., Elmacı, C., Akin, O., Karaca, O., Altın, T., ve Cemal İ., (2007). Hayvansal Gen Kaynakların Korunması ve Kullanımı.
- Giannoulia, K., Haralampidis, K., Poghosyan, Z., Murphy, D.J., Hatzopoulos, P. (2000). Differential expression of diacylglycerol acyltransferase (DGAT) genes in olive tissues. *Biochem Soc Trans*, 28, 695-697. DOI: 101042/0300-5127
- Gorbunova, Yu.A. and Overchenko, A.S. (2014). Milk applicability to cheese making and methods of its increase. *Agrarian Education and Science*, no. 3, pp. 1–5. (In Russian).
- Grisart, B., Coppieters, W., Farnir, F., Karim, L., Ford, C., Berzi, P., Cambisano, N., Mni, M., Reid, S., Simon, P., Spelman, R., Georges, M., Snell, R. (2002). Positional candidate cloning of a QTL in dairy cattle: Identification of a missense mutation in the bovine DGAT1 gene with major effect on milk yield and composition. *Genome Res*, 12, 222-231. DOI: 10.1101/gr.224202
- Groeneveld, L.F., Lenstra, J.A., Eding, H., Toro, M.A., Scherf, B., Pilling, D., Negrini, R., Finlay, E.K., Jianlin, H., Groeneveld, E., Weigend, S., and Consortium, G. (2010). Genetic diversity in farm animals – a review, *Anim. Genet.*, 41, 6–31, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02038.x>.
- Gustavsson, F., Buitenhuis, A.J., Johansson, M. (2014). Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 97, no. 6, pp. 3866–3877. DOI: 10.3168/jds.2013–7312.
- Gürsoy, A. (2015). Süt Kimyası ve Biyokimyası. Ankara.
- Hayes, H.C., Petit, E.J. (1993). Mapping of the beta-lactoglobulin gene and of an immunoglobulin M heavy chain-like sequence to homoeologous cattle, sheep and goat chromosomes. *Mamm. Gen.* 4: 207–210. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00417564>
- Hernandez-Ledesma, B., Recio, I. and Amigo, L. (2008).  $\beta$ -Lactoglobulin as source of bioactive peptides. *Amino Acids*, 35: 257–265.
- Karadas, K., Tariq, M., Tariq, M.M. and Eyduran, E. (2017). Measuring Predictive Performance of Data Mining and Artificial Neural Network Algorithms for Predicting Lactation Milk Yield in Indigenous Akkaraman Sheep.
- Karaman, S., Aksoy, Y., Duman, M., and Ulutas, Z. (2013). Impacts of climate parameters on physiological characteristics of Karayaka sheep, *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 19, 499–504, <https://doi.org/10.9775/kvfd.2012.8163>.
- Kayalık, M.Ş., Bingöl, M. (2015). Tüm Yönleriyle Morkaraman Koyunları.
- Kaymakçı, M., Sönmez R. (1996). İleri Koyun Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.

- Kharisov, M.M. (2003). Protein composition, technological properties and quality of dairy products in purebred cattle and different genotypes of Bestuzhev x Ayrshire hybrids. Diss. Cand. Sci. (Biol.). Kazan. 136 p
- Khromova, G.L., Baylova, N.V., Pilyugina, E.A., and Volokitina, I.V. (2013). Heat stability of milk from the main cow breeds in the central Chernozem region in the context of modern production techniques. *Vestnik of the Voronezh State Agrarian University*, no. 1, pp. 251–257. (In Russian).
- Kirikci, K., Noce, A., Cam, M.A., Mercan, L., and Amills, M. (2018). The analysis of mitochondrial data indicates the existence of population substructure in Karayaka sheep, *Small Ruminant Res.*, 162, 25–29, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.02.007>.
- Kontopidis, G., Holt, C., Sawyer, L. (2004). Invited review:  $\beta$ -lactoglobulin: binding properties, structure, and function. *J. Dairy Sci.* 87(4): 785-796. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73222-1](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73222-1)
- Kumar, S., Kolte, A.P., Mishra, A.K., Arora, A.L., Singh, V.K. (2006). Identification of the FecB mutation in Garole Malpura sheep and its effect on litter size. *Small Rumin Res.* 64, 305-310.
- Kurar, E., Bulut, Z., Caglayan, T., Garip, M., Yilmaz, A., and Nizamlioglu, M. (2012). Investigation of genetic diversity and paternity in Kangal White Karaman rams using microsatellite markers, *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 18, 973–977.
- Loretts, O.G. (2014). Dairy efficiency and technological properties of milk with different genotypes for kappa-casein. *Veterinariya Kubani*, no. 2, pp. 6–8. (In Russian).
- Lunden, A., Nilsson, M., Janson, L. (1997). Marked effect of  $\beta$ -lactoglobulin polymorphism on the ratio of casein to total protein in milk. *J. Dairy Sci.* 80: 2996–3005. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76266-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76266-0).
- Mashhadi, M.H. Nassiri, M.R., Mahmoudi, M., Rastin, M., Kashan, N.E.J., Torshizi, R.V., Tabasi, N. and Noorae, S.E. (2012). Polymorphism And Sequencing Of Dgat1 Gene In Iranian Holstein Bulls. *Iranian Journal Of Applied Animal Science*, 2 (1): 63-67.
- Mate, J.I. and Krochtha, J.M. (1994).  $\beta$ -Lactoglobulin separation from whey protein isolate on a large scale. *J. Food Science.* 59 (5): 1111-1114
- Michalova, A., Krupuva, Z. (2009). Influence of  $\beta$ -Laktoglobulin Genotypes on Composition of Milk and Milk Production Traits of the Slovak Ovine Breeds. *Acta Fytotechnica et Zootechnica Mimoriadne Cislo*.
- Mukhametgaliev, N.N. (2006). Using the genetic and paratypic variability of protein composition of milk to improve the technological properties of raw milk and improve the quality of dairy products. Diss. Dr. Sci. (Biol.). Kazan. 344 p.
- Ozmen, O., Kul, S., and Gok, T. (2020). Determination of genetic diversity of the Akkaraman sheep breed from Turkey, *Small Ruminant Res.*, 182, 37–45.
- Özcan, H., (1965). Body conformation, milk and lamb production, wool characteristics of Çesme-Sakiz and Imroz sheep, and their comparison with other milk breeds of sheep. *Ankara Univ. Vet., Fac., Publications*, p.177.
- Özdil, F, İlhan, F. (2012). Diversity of *Apis mellifera* Subspecies from Turkey Revealed by Sequence Analysis of Mitochondrial 16s rDNA Region, *Biochemical Genetics*, vol. 50, pp. 748-760

- Özgül, F., Meydan, H., Yıldız, M.A. and Hall, H.G. (2011). Genetic Diversity Of Turkish Honey Bee Populations Based On Rflps At A Nuclear Dna Locus. *Sociobiology*, 58: 719-731
- Özşensoy, Y. (2011). Türkiye'de bulunan bazı yerli sığır ırklarının genetik yapılarının karakterizasyonu, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Özyürek, S., Türkyılmaz, D. (2020). Determination of relationships between placental characteristics and birth weight in Morkaraman sheep.
- Parmentier, I., Portetelle, D., Gengler, N., Prandi, A., Bertozzi, C., Vleuric, L., Renaville, R. (1999). Candidate gene markers associated with somatotropic axis and milk selection. *Domest Anim Endocrinol*, 17, 139-148. DOI: 10.1016/S0739-7240(99)00031-4
- Perez, M.D., Calvo, M. (1995). Interaction of  $\beta$ -lactoglobulin with retinol and fatty acids and its role as a possible biological function for this protein: a review. *J. Dairy Sci.* 78: 978–988. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76713-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76713-3)
- Pırzad, M., Ansari-Mahyarı, S. and Edriss, M.A. (2014). Influence Of The Bovine Acyl-Coa: Diacylglycerol Acyltransferase1 (Dgat1) K232a On Milk Production And Somatic Cell Ccore Holstein Cows. *International Journal Of Advanced Biological And Biomedical Research*, 2 (5): 1300-1306
- Pinto, B., Chenoll, E., Aznar, R. (2005). Identification and typing of food-borne *Staphylococcus aureus* by PCR-based techniques. *Sys Appl Microbiol*, 28, 340-352. DOI: 10.1016/j.syapm.2005.01.002
- Rachagani, S. (2006). Genotyping of  $\beta$ -Lactoglobulin gene by PCR-RFLP in Sahiwal and Tharparkar cattle breeds.
- Reis, C., Navas, D., Pereira, M., Cravador, A. (2001). Growth hormone AluI polymorphism analysis in eight Portuguese bovine breeds. *Arch Zootec*, 50, 41-48.
- Scata, M.C., Napolitano, F., Casu, S., Carta, A., De Matteis, G., Signorelli, F., Moioli, B. (2009). Ovine acyl CoA: Diacylglycerol acyltransferase 1-molecular characterization, polymorphisms and association with milk traits. *Anim Genet*, 40, 737-742. DOI: 10.1111/j.1365-2052.2009.01909.x
- Schennink, A., Heck, J.M., Bovenhuis, H., Visker, M.H., van Valenberg, H.J., van Arendonk, J.A. (2008). Milk fatty acid unsaturation: genetic parameters and effects of atearoyil-CoA desaturase (SCD1) and acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase 1 (DGAT1). *J Dairy Sci*, 91, 2135-2143. DOI: 10.3168/jds.2007-0825
- Scherf, B.D. (2000). *World Watch List for Domestic Animal Diversity*, 3rd edn. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Scotti, E., Fontanesi, L., Schiavini, F., La Mattina, V., Bagnato, A. and Russo, V. (2010). Dgat1 P.K232a Polymorphism In Dairy And Dual Purpose Italian Cattle Breeds. *Italian Journal Of Animal Science*, 9 (16): 79-82.
- Selvaggi, M., Laudadio, V., Dario C., Tufarelli, V. (2015).  $\beta$ -Lactoglobulin Gene Polymorphisms in Sheep and Effects on Milk Production Traits: A Review.
- Smith, S.J., Cases, S., Jensen, D.R., Chen, H.C., Sande, E., Tow, B., Farese, R.V. (2000). Obesity resistance and multiple mechanisms of triglyceride synthesis in mice lacking Dgat. *Nat Genet*, 25, 87-90. DOI: 10.1038/75651



- Spelman, R.J., Ford, C.A., McElhinney, P., Gregory, G.C., Snell, R.G. (2002). Characterization of the DGAT1 gene in the New Zealand dairy population. *J Dairy Sci*, 85, 3514-3517, 2002. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74440-8
- Şahin, E. (2017). Siyah alaca ineklerin kappa kazein (csn3),  $\beta$ -laktoglobulin (lgb), prolaktin (prl) ve dgat1 (diacylglycerol acyltransferase1) gen lokusları bakımından genotipik yapılarının ve bu özellikleriyle süt verimleri arasındaki ilişkilerin saptanması.
- TAGEM, (2009). Tarım ve KöyiGleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Türkiye evcil hayvan genetik kaynakları, Ankara.
- Tajangookeh, H.D., Shahneh, A.Z., Zamiri, M.J., Daliri, M., Kohram, H., Javaremi, A.N. (2009). Study of BMP-15 gene polymorphism in Iranian goats. *Afr J Biotechnol*, 8 (13): 2929-2932.
- Thaller, G., Kühn, C., Winter, A., Ewald, G., Bellmann, O., Wegner, J., Zühlke, H., Fries, R. (2003). DGAT1 a new positional and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle. *Anim Genet*, 34, 354-357. DOI: 10.1046/j.1365-2052.2003.01011.x
- Tjulkin, S.V., Akhmetov, T.M., Muratova, A.V. (2013). The Characteristics of stud bulls with different genotypes of alpha-lactalbumin by origin. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine*, vol. 216, pp. 324–328. (In Russian).
- TUIK, (2019). (Turkish Statistical Institute), available at: <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>.
- Tyulkin, S.V., Zagidullin, L.R., Shaydullin, S.F. (2016). Polymorphism of beta casein gene for herds of cattle in the Republic of Tatarstan. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine*, vol. 228, no. 4, pp. 78–81. (In Russian).
- Ünal, E.Ö., Kepenek, E.Ş., Dinç, H., Özer, F., Sönmez, G., Toğan, İ.Z., Soysal, M.İ. (2015). Growth Hormone (Gh), Prolactin (Prl), and Diacylglycerol Acyltransferase (Dgat1) Gene Polymorphisms In Turkish Native Cattle Breeds. *Turkish Journal Of Zoology*, 39: 1-15.
- Valitov, F., Rakina, Yu., Gareeva, I., Dolmatova I. (2011). The influence of cattle  $\beta$ -lactoglobulin gene polymorphism to the milk quality. *Dairy and beef cattle breeding*, no. 6, pp. 15–17. (In Russian).
- Valitov, F.R., Dolmatova, I.Yu. (2015). Influence of polymorphism of milk proteins on the quality and technological properties of milk. *Proc. of the 10th All-Russian Conference-School of Young Scientists with International Participation "Modern Achievements and Problems of Biotechnology of Agricultural Animals, BioTechZh. Dubrovitsy*, pp. 50–56.
- Valiullina, E.F., Zaripov, O.G., Tyulkin, S.V., Akhmetov, T.M., Vafin, R.R. (2007). Characteristics of stud bulls with different combinations of kappa-casein & beta-lactoglobulin genotypes for the milk productivity of their mothers. *Veterinary practice*, no. 4, pp. 59–63. (In Russian).
- Velmatov, A.P., Neyaskin, N.N., Tel'nov, N.O. (2017). The effects of kappa-casein and beta-lactoglobulin genotypes on milk productivity and technological properties of milk of red-and-white cows in Mordovia Republic. *Ogarev-Online*, vol. 90, no. 1, p. 9. (In Russian)
- Wendorff, B. (1998). Milk composition and cheese yield. *Proc. 7th Great Lakes Dairy Sheep Symposium Ithaca, NY, USA, 104-117, 2003*. 4. Cases S, Smith SJ, Zheng Y-W, Myers HM, Lear SR, Sande E, Farese RV: Identification of a gene encoding an acyl

- CoA:diacylglycerol acyltransferase, a key enzyme in triacylglycerol synthesis. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 95, 13018-13023. DOI: 10.1073/pnas.95.22.13018
- Wendorff, B. (2003). Milk composition and cheese yield. *Proc. 7th Great Lakes Dairy Sheep Symposium Ithaca, NY, USA*, 104-117.
- Winter, A., Kramer, W., Werner, F.A.O., Kollers, S., Kata, S., Durstewitz, G., Butkamp, J., Womack, J.E., Thaller, G., Fries, R. (2002). Association Of A Lysine-232/Alanine Polymorphism In A Bovine Gene Encoding Acyl-Coa:Diacylglycerol Acyltransferase (Dgat1) With Variation At A Quantitative Trait Locus For Milk Fat Content. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America*, 99: 9300-9305.
- Yalcin, A.S. (2006). Emerging therapeutic potential of whey proteins and peptides. *Curr Pharm Des.*, 12: 1637-1643.
- Yalcin, B.C. (1986). *Sheep And Goats in Turkey*. Fao Animal Production and Protection Paper 60. Roma.
- Yang, F., Li, L., Liu, H., Cai, Y., Wang, G. (2012). Polymorphism in the exon 4 of  $\beta$ -lactoglobulin variant B precursor gene and its association with milk traits and protein structure in Chinese Holstein. *Mol. Biol. Rep.* 29: 3957–3964. <http://dx.doi.org/10.1007/s11033-011-1175-6>
- Yang, J.T., Zang, R.X., Liu, W.J., Xu, H.W., Bai, J.L., Lu, J.X., Wu, J.P. (2011). Polymorphism of a mutation of DGAT1 gene in four Chinese indigenous sheep breeds. *Asian J Anim Vet Adv*, 6, 460-468.
- Yilmaz, M., Altin, T., Karaca, O., Cemal, I., Bardakcioglu, H.E., Yilmaz, O., Taskin, T. (2011). Effect of body condition score at mating on the reproductive performance of Kivircik sheep under an extensive production system.
- Yilmaz, O., Cemal, I., and Karaca, O. (2014). Genetic diversity in nine native Turkish sheep breeds based on microsatellite analysis, *Anim. Genet.*, 45, 604–608, <https://doi.org/10.1111/age.12173>.

