



T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**SİYAH ALACA SIĞIRLARDA ALFA-KAZEİN, BETA-KAZEİN VE
KAPPA-KAZEİN GEN POLİMORFİZMİNİN SÜT VERİMİ VE SÜT
BİLEŞENLERİNE ETKİSİNİN PCR-RFLP YÖNTEMİYLE
ARAŞTIRILMASI**

Veteriner Hekim Ahmet Fatih DEMİREL
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
(VETERİNER PROGRAMI)
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Bahattin ÇAK

VAN-2019

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SİYAH ALACA SIĞIRLARDA ALFA-KAZEİN, BETA-KAZEİN VE KAPPA-
KAZEİN GEN POLİMORFİZMİNİN SÜT VERİMİ VE SÜT BİLEŞENLERİNE
ETKİSİNİN PCR-RFLP YÖNTEMİYLE ARAŞTIRILMASI**

Veteriner Hekim Ahmet Fatih DEMİREL
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
(VETERİNER PROGRAMI)
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Bahattin ÇAK

VAN-2019

Bu araştırma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından TDK-2018-6796 numaralı proje olarak desteklenmiştir.

KABUL VE ONAY

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalında Ahmet Fatih DEMİREL tarafından hazırlanan “*Siyah Alaca Sığırlarda Alfa-Kazein, Beta-Kazein ve Kappa-Kazein Gen Polimorfizminin Süt Verimi ve Süt Bileşenlerine Etkisinin PCR-RFLP Yöntemiyle Araştırılması*” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

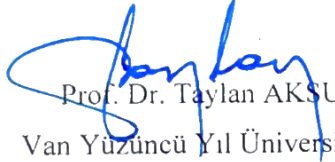
Tez Savunma Tarihi: 29/11/2019



Prof. Dr. Orhan YILMAZ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Jüri Başkanı



Prof. Dr. Taylan AKSU

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Bahattin ÇAK

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

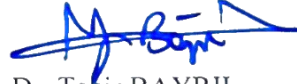
Jüri Üyesi



Doç. Dr. Davut BAYRAM

Erciyes Üniversitesi

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Tahir BAYRIL

Dicle Üniversitesi

Jüri Üyesi

Tez hakkında alınan jüri kararı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.



Prof. Dr. Semiha DEDE

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “*Siyah Alaca Sığırlarda Alfa-Kazein, Beta-Kazein ve Kappa-Kazein Gen Polimorfizminin Süt Verimi ve Süt Bileşenlerine Etkisinin PCR-RFLP Yöntemiyle Araştırılması*” başlıklı tezim; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir. Bu tezdeki bütün bilgiler akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak hazırlanıp, bu kural ve ilkeler gereği, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçlara atıf yapılmış ve kaynak gösterilmiştir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Ahmet Fatih DEMİREL

Tarih: 11/11/2019

İmza:

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini paylaştan, tez konumun seçiminde yol gösteren ve bana bu konuda çalışma fırsatı veren, her koşulda arkamda olarak desteğini daima hissettiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Bahattin ÇAK'a, akademik ve bilimsel alandaki desteğinin yanı sıra her türlü sorunumda çözüm yolu bulan, Zootekni Anabilim Dalı Başkanı ve Tez İzleme Komitesi Üyesi Sayın Prof. Dr. Orhan YILMAZ'a, doktora ders ve tez dönemlerimde bilimsel yardımlarını benden esirgemeyen değerli hocalarım Zootekni Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Sayın Prof. Dr. Mürsel KÜÇÜK ve Doç. Dr. Muğdat YERTÜRK'e, tez süresi boyunca bilgi ve önerilerini esirgemeyen Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı ve Tez İzleme Komitesi Üyesi Sayın Prof. Dr. Taylan AKSU'ya, laboratuvar analizleri için hiçbir karşılık beklemeden laboratuvarın kapılarını açan Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü Başkanı Sayın Prof. Dr. Muhammed ARABACI'ya, laboratuvar kullanımında yardımlarını esirgemeyen Araştırma Görevlisi Dr. Boran KARATAŞ'a, laboratuvar analizlerinin bazı aşamalarında laboratuvarlarını kullandığım Genovan firması sahibi ve Tıp Fakültesi Öğretim Üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Gökhan GÖRGİŞEN'e ve Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mustafa USTA'ya, Diyarbakır ilindeki İşletmenin temininde destek sağlayan Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Tahir BAYRIL'a, kan ve süt numunelerinin temini ve toplanmasında yardımlarını esirgemeyen çiftlik Veteriner Hekimleri Sayın Kamil ÖZCEYLAN'a, Bünyamin ŞAHİN'e ve Yusuf KILINÇ'a ve sevgili öğrencilerim Hüseyin KAYA'ya, Furkan ESEN'e, Mehmet UĞUZ'a, işletmelerinde bulunan hayvanlardan kan ve süt numunelerinin alınmasına izin veren Sözen Petrol Tarım ve Hayvancılık İşletmesi sahibi Sözen ailesine, Talu Ekofarm Tarım Hayvancılık İşletmesi ve Bozan Bey Gıda Tarım ve Hayvancılık İşletmesi sahiplerine ve tez projesine maddi destek veren Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her döneminde en iyi koşullarda yetişmem için çaba gösteren ve hiçbir zaman desteğini esirgemeyen kıymetli aileme, çalışmalarım süresince fedakârca sabır gösteren, her an beni destekleyerek yüreklendiren hayat arkadaşım, değerli eşim Sevcan DEMİREL'e sonsuz teşekkür ediyorum.

ÖZET

Demirel AF, Siyah Alaca Sığırlarda Alfa-Kazein, Beta-Kazein ve Kappa-Kazein Gen Polimorfizminin Süt Verimi ve Süt Bileşenlerine Etkisinin PCR-RFLP Yöntemiyle Araştırılması. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Van, 2019. Bu çalışmada, üç farklı bölgede yetiştirilen Siyah Alaca sığırlarda α -kazein (α_{S1} ve α_{S2} -kazein), β -kazein ve κ -kazein gen polimorfizminin süt verimi ve süt bileşenlerine etkisinin polimeraz zincir reaksiyonu-restriksiyon parçacık uzunluk polimorfizmi (PCR-RFLP) yöntemiyle araştırılması ve genotip-çevre interaksiyonunun ortaya konulması amaçlandı. Çalışmanın materyalini Konya, Manisa ve Diyarbakır illerinde entansif koşullarda yetiştirilen 519 baş Siyah Alaca ineğin süt ve kan örnekleri oluşturdu. Genomik DNA 519 kan numunesinden izole edildi. DNA'dan CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genlerinin polimorfik bölgesi PCR ile çoğaltıldı. CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genlerinin PCR ürünleri, sırasıyla *MaeIII*, *MnII*, *DdeI* ve *HinfI* restriksiyon enzimiyle kesildi. Elektroforezde yürütülerek genotipler tespit edildi. Ultra-sound teknoloji temelli süt analiz cihazı kullanılarak sütün yağsız kuru madde oranı, süt yağ oranı, protein oranı ve laktoz oranı belirlendi. Hardy-Weinberg Dengesine (HWE) uyumluluk ve ki-kare (χ^2) değerleri Gene-Calc online bilgisayar programı kullanılarak hesaplandı. SPSS paket programında bazı çevresel faktörler dikkate alınarak, genotipik özellikler ile fenotipik özellikler arasındaki ilişkiler genel doğrusal model (GLM Prosedürü) kullanılarak analizi yapıldı. Analiz sonuçlarına göre, genel popülasyonda ortalama laktasyon süresi, laktasyon süt verimi ve 305 günlük süt verimi sırasıyla 347.22 gün, 9039.09 ve 8389.98 kg'dır. Ayrıca, yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz oranları ise sırasıyla, %8.76, %3.54, %3.21 ve %4.81 olarak tespit edildi. Çalışmada CSN2 geni polimorfizmi laktasyon süresi, yağsız kuru madde oranı, süt protein oranı ve laktoz oranı ile önemli derecede ilişkiliydi. Ayrıca Diyarbakır ilinde, 305 günlük süt verimi ile CSN2 geni polimorfizmi arasında anlamlı bir ilişki tespit edildi. CSN1S1 ve CSN3 geni polimorfizminin süt yağ oranı ile ilişkili olduğu bulundu. CSN1S2 geninin monomorfik olmasından dolayı süt verim özellikleri arasında bir ilişki kurulamadı. Sonuç olarak; Türkiye'de yoğun bir şekilde yetiştiriciliği yapılan Siyah Alaca ırkının kazein genlerinin genetik varyasyonunu belirleyen ve verimle ilişkilendiren çalışmaların sayısının artırılması ile CSN1S1, CSN2 ve CSN3 genleri marker destekli seleksiyon kriteri olarak erken seleksiyon çalışmalarında güçlü bir genetik belirteç olarak kullanılabilir. CSN1S2 geninin daha geniş popülasyonlarda çalışılması ve bu gene ait diğer bölgelerin de taranarak, bu bölgelere ait genotiplerin verim ile ilişkisinin ortaya konulması faydalı olacaktır. Böylece CSN1S2 geninin seleksiyon çalışmalarında genetik belirteç olarak yer alıp almayacağı da tespit edilebilecektir.

Anahtar sözcükler: Alfa-Kazein, Beta-Kazein, Kappa-Kazein, PCR-RFLP, Siyah Alaca

ABSTRACT

Demirel AF, Investigation of The Effect of Alpha-Casein, Beta-Casein and Kappa-Casein Gene Polymorphism on Milk Production and Milk Component in Holstein Cattle with PCR-RFLP Method. Van Yuzuncu Yil University, Institute of Health Sciences, Department of Zootechnics, Ph.D. Thesis, Van, 2019. The aim of this study was to investigate the effect of α -casein (α S1 and α S2-casein), β -casein and κ -casein gene polymorphism on milk yield and milk components in Holstein Cattle raised in three different regions by polymerase chain reaction-restriction particle length polymorphism (PCR-RFLP) method and to determine genotype-environment interaction. The material of the study consisted of 519 Holstein cows that managed under intensive systems in Konya, Manisa, and Diyarbakir provinces. Genomic DNA was isolated from 519 whole blood samples. The polymorphic region of CSN1S1, CSN1S2, CSN2 and CSN3 genes from DNA was amplified by PCR. The PCR products of the CSN1S1, CSN1S2, CSN2 and CSN3 genes were cut with MaeIII, MnlI, DdeI and HinfI restriction enzyme, respectively. Genotypes were determined by electrophoresis. Solids-non-fat, fat content, protein content and lactose content of the milk were determined by using milk analysis device based on ultrasound technology. The Hardy-Weinberg equilibrium (HWE) and chi-square (χ^2) values was tested by using the Gene-Calc online computer program. By considering some environmental factors the relationship between genotypic characteristics and phenotypic characteristics was analyzed by using the general linear model (GLM Procedure) in SPSS package program. According to the results of the analysis, in the general population, the average lactation period, lactation milk yield and 305-day milk yield were 347.22 days, 9039.09 and 8389.98 kg, respectively. In addition, solids-non-fat, fat, protein and lactose were 8.76%, 3.54%, 3.21% and 4.81%, respectively. The polymorphism of CSN2 gene was significantly associated lactation period, milk solids-non-fat content, protein content and lactose content. Also, there was association between 305 days milk yield and CSN2 gene polymorphism in Diyarbakir province. CSN1S1 and CSN3 gene polymorphisms were determined to be associated with milk fat content. Since the CSN1S2 gene was monomorphic, no relationship could not be established between milk yield characteristics and milk components. As a result; after increasing the number of studies that investigated the relationship between casein genes and milk traits and determined the genetic variation of casein genes of the Holstein cattle with intensely raised in Turkey, the CSN1S1, CSN2, and CSN3 genes can be a strong genetic marker as marker-assisted selection program in early selection. It will be useful to investigate the *csn1s2* gene in larger populations and to investigate other regions belonging to this gene and to determine the relationship of genotypes belonging to these regions with yield. Thus, it will be possible to determine whether the CSN1S2 gene will be included as a genetic marker in selection studies.

Key words: Alpha-Casein, Beta-Casein, Kappa-Casein, PCR-RFLP, Holstein Cattle

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	II
ETİK BEYAN.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
ÖZET	V
ABSTRACT.....	VI
İÇİNDEKİLER	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	XII
TABLolar LİSTESİ.....	XIV
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Sığır Yetiştiriciliği.....	4
2.2. Türkiye’de Sığır Yetiştiriciliğinin Tarihsel Süreci ve Gelişimi.....	5
2.2.1. Siyah-Alaca sığır ırkı	10
2.3. Sütün Tanımı.....	13
2.4. Sütün Oluşumu.....	13
2.5. Sütün Kompozisyonu.....	16
2.6. Süt Proteini.....	20
2.7. Kazeinler	22
2.7.1. Alfa S1 kazein (α_{S1} -kazein)	24
2.7.2. Alfa S2 kazein (α_{S2} -kazein)	25
2.7.3. Beta-kazein (β -kazein)	25
2.7.4. Kappa kazein(κ -kazein)	28
2.8. Marker Destekli Seleksiyon	29
2.9. PCR-RFLP Yöntemi	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM	34
3.1. Gereç	34
3.1.1. Çalışmanın gereci	34
3.1.2. Çalışmada kullanılan araç ve gereçler	36
3.2. Yöntem.....	36
3.2.1. Süt numunelerinin analizleri.....	37

3.2.2. Kandan DNA izolasyonu	38
3.2.3. PCR-RFLP yöntemi.....	41
3.3. İstatistiksel Analizler.....	46
4. BULGULAR.....	49
4.1. PCR-RFLP Bulguları	49
4.1.1. CSN1S1 geni.....	49
4.1.2. CSN1S2 geni.....	50
4.1.3. CSN2 geni.....	52
4.1.4. CSN3 geni.....	53
4.2. Allel ve Genotip Frekansları	54
4.3. Süt Verim Özellikleri	58
4.3.1. Laktasyon Süresi.....	59
4.3.2. Laktasyon Süt Verimi	60
4.3.3. 305 günlük süt verimi (düzeltilmiş süt verimi).....	62
4.4. Süt Bileşenleri Özellikleri.....	63
4.4.1. Yağsız kuru madde oranı	64
4.4.2. Süt yağ oranı	65
4.4.3. Süt protein oranı.....	67
4.4.4. Süt laktoz oranı	69
4.5. Bazı Çevresel Faktörlerin Etkisi	70
4.5.1. Süt verim özellikleri üzerine etkisi	70
4.5.2. Süt bileşenleri üzerine etkisi	73
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	75
KAYNAKLAR	113
ÖZGEÇMİŞ.....	126
EKLER.....	127
EK 1. İntihal Raporu	127
EK 2. Etik Kurul Raporu.....	128
EK 3. 10X TBE Hazırlanması.....	129
EK 4. CSN1S1 Geni PCR Bölgesi Dizilimi	130
EK 5. CSN1S2 Geni PCR Bölgesi Dizilimi	131
EK 6. CSN2 Geni PCR Bölgesi Dizilimi.....	132

EK 7. CSN3 Geni PCR Bölgesi Dizilimi..... 133



SİMGELER VE KISALTMALAR

ACTH	: Adreno Kortikotropik Hormon
AFLP	: Yükseltgenmiş Parça Uzunluk Polimorfizm (Amplified Fragment Length Polymorphism)
bç	: Baz Çifti (base pair)
BCM 7	: Beta-Kazomorfin 7
cDNA	: Komplementer DNA
CSN1S1	: Alfa S1 Kazein (α_{S1} -kazein)
CSN1S2	: Alfa S2 Kazein (α_{S2} -kazein)
CSN2	: Beta Kazein (β -kazein)
CSN3	: Kappa Kazein (κ -kazein)
DAK	: Doğu Anadolu Kırmızısı
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
dNTP	: Deoxyribonucleotide triphosphate
EST	: Ekspres Olan Sekans İşaretleri (Expressed Sequence Tags)
GAK	: Güneydoğu Anadolu Kırmızısı
GLM	: Genel Doğrusal Model (General Linear Model)
Gly	: Glisin
HDL	: Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein (High Density Lipoprotein)
His	: Histidin
HWE	: Hardy-Weinberg Dengesi
Ile	: İzolösin
kb	: kilobaz
kcal	: kilokalori
K₃ETDA	: K ₃ etilendiamin tetraasetik asit
LAA	: α Laktaalbümin
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein (Low Density Lipoprotein)
LGB	: β Laktoglobülin
MAS	: Marker Destekli Seleksiyon
MgCl₂	: Magnezyum Klorür
μl	: Mikrolitre

µm	: Mikrometre
nm	: Nanometre
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu (Polymerase Chain Reaction)
Phe	: Fenilalanin
PIF	: Prolaktin İnhibisyon Faktörü
Pro	: Prolin
QTL	: Kantitatif Özellik Lokusları (Quantitative Trait Loci)
RAPD	: Rastgele Yükseltilmiş Polimorfik DNA (Randomly Amplified Polymorphic DNA)
RFLP	: Restriction Fragment Length Polymorphism
SIDS	: Sudden Infant Death Sendrom (Ani Bebek Ölüm Sendromu)
°SH	: Soxhlet-Henkel Derecesi
SNF	: Yağsız kuru madde (Solid non fat)
SNP	: Tek Nükleotid Polimorfizmi (Single Nucleotide Polymorphism)
SSCP	: Tek Zincir Konformasyonel Polimorfizm (Single-Strand Conformational Polymorphism)
STS	: İşaretlenmiş Dizi Bölgeleri (Sequence Tagged Sites)
TBE	: Tris-Borik asit-EDTA solüsyonu
TİGEM	: Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
Tyr	: Tirozin
UV	: Ultra viyole
Val	: Valin
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	Türkiye'deki sığır varlığının yıllara göre değişimi	8
Şekil 2.	Türkiye'de yıllara göre kültür, kültür melezi ve yerli sığır ırklarından üretilen süt miktarının değişimi	10
Şekil 3.	Siyah Alaca sığır ırkı	12
Şekil 4.	Sığır memesinin yapısı	15
Şekil 5.	Sütün temel bileşenleri	17
Şekil 6.	İnek sütünün ortalama bileşimi	19
Şekil 7.	Kazein miselleri ve alt miseli modeli	22
Şekil 8.	Altı ana süt proteininin yapısal organizasyonu	23
Şekil 9.	β -kazein'in A ¹ ve A ² varyantlarının farkı ve beta-kazomorf-7'nin formülasyonu	26
Şekil 10.	Diyarbakır ilindeki süt sığırcılığı işletmesi	35
Şekil 11.	Konya ilindeki süt sığırcılığı işletmesi	35
Şekil 12.	Manisa ilindeki süt sığırcılığı işletmesi	36
Şekil 13.	Süt numune toplamı aparatı ve süt analiz cihazı	38
Şekil 14.	Kuyruk veninden kan alım işlemi	39
Şekil 15.	PCR ürünlerinin kuyulara yüklenmesi	44
Şekil 16.	CSN1S1 geninin 310 bç'lik PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüsü ..	49
Şekil 17.	CSN1S1 geninin <i>MaeIII</i> enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü	50
Şekil 18.	CSN1S2 geninin 356 bç'lik PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüsü ..	51
Şekil 19.	CSN1S2 geninin <i>MnII</i> enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü	51
Şekil 20.	CSN2 geninin 121 bç'lik PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüsü	52
Şekil 21.	CSN2 geninin <i>DdeI</i> enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü ..	53
Şekil 22.	CSN3 geninin 350 bç'lik PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüsü	53

Şekil 23. CSN3 geninin *HinfI* enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü .. 54



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.	Türkiye’de yıllara göre kültür, kültür melezi ve yerli ırk sığır sayıları (baş)	7
Tablo 2.	Türkiye’de yıllara göre kültür, kültür melezi ve yerli sığır ırklarından üretilen süt miktarı (ton)	9
Tablo 3.	Bazı türlerin süt kompozisyonu	18
Tablo 4.	Bazı çalışmalarda tespit edilen Siyah Alaca ineklerin süt bileşenleri.....	18
Tablo 5.	Çalışmada kullanılan araç ve gereçler	37
Tablo 6.	CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 gen bölgelerinin çoğaltılması için kullanılan primerler ve bağlanma sıcaklıkları	41
Tablo 7.	CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için PCR reaksiyon karışımı	42
Tablo 8.	CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için PCR koşulları	43
Tablo 9.	CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genlerine ait kesim enzimleri, inkübasyon sıcaklıkları ve süresi, kesim işleminde kullanılan bileşenler	45
Tablo 10.	CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için RFLP sonrası beklenen genotipler ve bantlar	46
Tablo 11.	CSN1S1 genine ait allel ve genotip frekansları	55
Tablo 12.	CSN1S2 genine ait allel ve genotip frekansları	56
Tablo 13.	CSN2 genine ait allel ve genotip frekansları	57
Tablo 14.	CSN3 genine ait allel ve genotip frekansları	58
Tablo 15.	Genotiplere ait ortalama laktasyon süreleri	59
Tablo 16.	Genotiplere ait ortalama laktasyon süt verimleri	61
Tablo 17.	Genotiplere ait ortalama 305 günlük süt verimleri	62
Tablo 18.	Genotiplere ait yağsız kuru madde oranları	64
Tablo 19.	Genotiplere ait süt yağ oranları	66

Tablo 20. Genotiplere ait süt protein oranları	68
Tablo 21. Genotiplere ait süt laktoz oranları	69
Tablo 22. Siyah Alaca sırlarda laktasyon süresi, laktasyon süt verimi, 305-günlük süt verimi ortalamaları ve standart hataları ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları	72
Tablo 23. Siyah Alaca sırlarda yağsız kuru madde oranı, yağ oranı, protein oranı ve laktoz oranı ortalamaları ve standart hataları ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları	74



1. GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri insan beslenmesinde en önemli besin kaynaklarından biridir. Besin maddeleri açısından yeterli bir gıda olan süt, insan hayatının her döneminde gereklidir. Sütün bileşiminde biyolojik değeri yüksek olan, kolay sindirilebilen kaliteli proteinler bulunmaktadır. Sütün protein yapısında bulunan kazeinler, vücuda dışardan alınması elzem olan esansiyel aminoasitleri içerir. Proteinler vücut dokularını oluşturmak, onarmak ve kanda dolaşan enfeksiyonlara karşı antikor geliştirmek için gereklidir. Süt, büyüme ve kemik sağlığı açısından hamileler, yaşlılar ve çocuklar için gerekli olan bir gıdadır.

Son yıllarda araştırmacılar tarafından, mükemmel bir besin kaynağı olan süt üzerinde birçok çalışma yapılmaktadır. Özellikle süt sığırcılığı ıslahında, elde edilen sütün niteliği ve niceliğini artırmaya yönelik araştırmalarda devam etmektedir. Bu araştırmalar, klasik ıslah çalışmalarından ziyade, moleküler genetik teknikler kullanılarak süt miktarı ve kompozisyonu üzerine etkili olan genlerin ortaya koyulması üzerine yoğunlaşmıştır.

Günümüzde moleküler genetik teknikler sayesinde, doğrudan DNA'dan yararlanılarak yaş ve cinsiyet faktörlerine bağlı kalmaksızın süt protein genlerinde mevcut birçok varyasyon tespit edilebilmektedir. Süt proteinlerindeki gen polimorfizmleri, araştırmalarda bir seleksiyon kriteri ve aydınlatıcı bir marker olarak rol oynamaktadır. Süt protein polimorfizmi, verim özellikleri, süt ve sütün ekonomik özelliklerinin kompozisyonu arasındaki ilişkiler birçok çalışmada araştırılmış ve tanımlanmıştır (Özdemir ve Doğru, 2008).

Süt ve süt ürünleri, çok sayıda temel besin maddesi içeren besleyici gıda maddeleridir. Süt ve süt ürünlerinde bulunan oleik asit, konjuge linoleik asit, omega-3 yağ asitleri, kısa ve orta zincirli yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve biyoaktif bileşiklerin insan sağlığı üzerine olumlu etkileri artırabilir (Haug ve ark., 2007). Süt proteinleri fizyolojik önemlerinin yanı sıra, teknolojik açıdan da büyük önem arz etmektedir. Proteinler, süt ürünlerinin meydana getirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Örneğin, yoğurt gibi koyulaştırılmış süt ve süt tozu gibi mamullerin en önemli

komponenti proteindir. Peynirin ana maddesini oluşturan bileşen de yine bir süt proteini olan kazeindir (Metin, 2003).

İnek sütü proteininin yaklaşık %80'lik kısmını kazeinler, %20'lik kısmını ise whey (peynir altı suyu) proteinler oluşturmaktadır (Jensen, 1995). Kazeinler, sütün pH'sı 4.6'ya düşürüldüğünde proteinlerin çökmesi sonucu oluşan kısım olarak tanımlanmaktadır (Miller ve ark., 2000). Sığırlarda, dört kazein proteininin (α_{S1} -, α_{S2} -, β - ve κ -kazein) en az 39 varyantı bugüne kadar tarif edilmiştir. Bu proteinler altıncı kromozomda yer alan 250 kb'lık genomik bölgede bulunan bir gen kümesi tarafından kodlanmaktadır (Şahin, 2017). Dört kazein proteini tüm süt proteinlerinin yaklaşık %75'inden fazlasını oluşturmaktadır. Kazein varyantlarının çoğunun süt üretim özelliklerini, peynir işleme özelliklerini ve sütün besin değerini etkilediği bilinmektedir (Gallinat ve ark., 2013).

Alfa S1 kazein (α_{S1} -kazein, CSN1S1) inek sütündeki toplam kazein fraksiyonlarının yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır (Farrell ve ark., 2004). Sığır 6. kromozomu üzerinde bulunan bu gen, 199 aminoasitten oluşmaktadır (Mercier ve ark., 1971). Toplam 9 varyantı bulunmaktadır (Caroli ve ark., 2009).

Alfa S2 kazein (α_{S2} -kazein, CSN1S2), 207 aminoasitten oluşmaktadır (Metin, 2003). Kazein fraksiyonlarının yaklaşık %14'ünü oluşturur (Eraslan, 2012) ve 2 ana formdan ve birkaç küçük bileşenden meydana gelir. CSN1S2'nin dizisi başlangıçta kimyasal olarak daha sonra ise cDNA ve genomik DNA dizilimi ile belirlenmiştir. CSN1S2'nin A, B, C ve D olmak üzere 4 protein varyantı bilinmektedir (Ibeagha-Awemu ve ark., 2007).

Beta kazein (β -kazein, CSN2), α_{S1} -kazein'den sonra ikinci en çok bulunan kazeindir. Çökelek oluşumu için esastır ve misellerin yüzey özelliklerini belirlemede önemlidir (Tailford ve ark., 2003). İnek sütünde bulunan 209 aminoasidin tekli polipeptit zincirinden oluşur ve 13 genetik varyanta sahiptir (Eraslan, 2012).

Kappa kazein (κ -kazein, CSN3), 169 aminoasitten oluşan bir polipeptit zincirine sahiptir (Swaisgood, 1975). Kazein misellerinin dengesi ve yapısı için önemli olan süt proteinlerini kodlamaktadır (Alexander ve ark., 1988). Süt kazeinlerinin yaklaşık

%13'ünü oluşturmaktadır. Kappa kazeinin A ve B varyantları en yaygın iki genetik varyanttır (Farrell ve ark., 2004).

Bu çalışmanın amacı, üç farklı bölgede yetiştirilen Siyah Alaca sığırlarda α -kazein (α_{S1} ve α_{S2} -kazein (CSN1S1 ve CSN1S2)), β -kazein (CSN2) ve κ -kazein (CSN3) gen polimorfizminin süt verimi ve süt bileşenlerine etkisinin polimeraz zincir reaksiyonu-restriksiyon parçacık uzunluk polimorfizmi (PCR-RFLP) yöntemiyle araştırılması ve genotip çevre interaksiyonunun ortaya konulmasıdır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sığır Yetiştiriciliği

İnsan beslenmesine katkı sağlayan evcil hayvanlar, insanlar tarafından değerlendirilmeyen; ekim dışı alanları, tarım ürün ve yan ürünlerini ve bazı gıda sanayi yan ürünlerini değerlendirerek et, süt, yumurta ve iş gücü gibi önemli ürün ve hizmetlere dönüştürmektedirler. Bu özelliği ile hayvancılık, tarımda, insan beslenmesinde ve ekonomide önemli fonksiyonlara sahiptir (İnal ve ark., 2016).

Sığır yetiştiriciliği, hayvancılık sektörünün en önemli uğraş alanlarından biridir ve insan beslenmesinde büyük bir katkıya sahiptir (İnal ve ark., 2016). İnsanın büyümesi, gelişmesi ve sağlıklı kalabilmesinin yanı sıra, beyin gelişimi bakımından da önemli olan sekiz adet aminoasit, sadece hayvansal kökenli proteinlerde yeterli miktarda bulunmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre sağlıklı bir insanın vücut ağırlığının her kilogramı için günde 1 gr protein tüketmesi ve bunun da %42'sinin hayvansal kökenli olması önerilmektedir (TİGEM, 2017).

Büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinin öneminin temel nedeni, insanların hayvansal kaynaklı ürünlere olan gereksinimlerinin yanı sıra et, süt, tekstil, deri, kozmetik ve ilaç sanayi dallarına hammadde sağlamak ve ülke ekonomisine katkıda bulunan bir sektör olması olarak açıklanabilir (Vural ve Fidan, 2007).

İnsan beslenmesinde değerli gıda maddeleri olan süt, et ve ürünleri büyük ölçüde sığırlardan elde edilir. Hayvan türleri içerisinde sığır, süt ve et verimi en yüksek olan türdür. Hayvancılıkta temel hedeflerden biri, başarılı ıslah çalışmalarıyla, birim hayvandan alınan verim miktarının artırılmasıdır. Hayvanlarda başarılı bir ıslah çalışmasının yapılabilmesinde öncelikle ırkların genetik yapılarının iyi bir şekilde belirlenmesi önemlidir. Genetik polimorfizmler canlılarda istenmeyen mutasyonlara neden olabildiği gibi, bazen de canlıların yaşam gücü ve verimlerini olumlu yönde etkileyebilmektedir. Ekonomik önemi olan karakterleri kontrol eden gen(ler)in polimorfizmlerinin belirlenmesi hayvan yetiştiriciliğinde moleküler ıslah programlarının geliştirilmesi için kullanılabilir (Yazıcıtuğç, 2011).

Sığırlarda seleksiyon, temel olarak süt, et ve döl verimi özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir. Birden fazla genin kontrolünde olan kantitatif özelliklerde fenotip, genotipik değeri tam olarak yansıtmamakta ve fenotipik verilere dayanarak yapılan seleksiyonda yeterli sonuç alınmamaktadır. Bu sebeple, ıslaha konu olan özelliğin öncelikle genotipik değerinin hesaplanması esas öneme sahip olmaktadır (Soyudal, 2017).

2.2. Türkiye’de Sığır Yetiştiriciliğinin Tarihsel Süreci ve Gelişimi

Sığır yetiştiriciliği, dünya ve Türkiye hayvan yetiştiriciliğinde büyük bir öneme sahiptir (Özşensoy, 2011). Dünya süt üretiminin neredeyse tamamını (%86.3-%89.5), et üretiminin de yaklaşık %25’ini tek başına sağlamaktadır. Sığır, insanlar tarafından doğrudan değerlendirilme imkânı olmayan kaba yemleri hayvansal proteine dönüştürmede oldukça yeteneklidir. Çok farklı iklim kuşaklarında yaşayıp verim verebilmektedir. İnsanların kullanımına sunabildiği verimleri çeşitli olarak fazladır. Süt üretiminde birim hayvan başına verimi en yüksek türdür. Laktasyon süresi oldukça uzun olduğu için yılın her ayında süt üretimi mümkün olmaktadır. Et üretim kapasitesi oldukça iyidir. Genetik ıslah ve üremenin denetimine yönelik uygulamalarda yüksek düzeyde sonuç vermektedir (Akman ve ark., 2000). Bu avantajlarından dolayı sığır yetiştiriciliği Osmanlı İmparatorluğu döneminden günümüze kadar önemli bir hayvancılık faaliyeti olarak yer almış ve almaya devam etmektedir.

Osmanlı İmparatorluğu döneminde gelir sağlayan hayvanlar arasında at ve sığır büyük önem taşımıştır. Bu hayvanlar bir yandan tarım işlerinde, diğer yandan da devamlı hareket halinde olan orduların binek ve nakliye hizmetlerinde kullanılmışlardır. İmparatorluğun yükselme zamanlarının da harplerde kaybedilen hayvanların yeri ganimet olarak alınan hayvanlarla doldurulmuştur. Duraklama ve gerileme dönemlerinde yapılan harpler ise imparatorluğun toprak ve insanda olduğu gibi hayvan varlığını da sürekli bir şekilde kurutmuştur. İş yapabilecek kuvvetli sığır ve atlar orduya alındığından çiftçilerin elinde daha az işe yarar hayvanlar kalmıştır. Genç erkek sığırlardan gelişme kabiliyeti gösterenler gücünden daha uysal şekilde faydalanma amacıyla kastre edilerek öküz yapılmış, böylece halkın elinde erkek damızlık olarak üçüncü derece de hayvanlar kalmıştır (Çetin, 2008).

Cumhuriyetin ilk yıllarında gayri safi milli hâsılanın önemli bir bölümünü (1923 yılında %39.1, 1930 yılında %45.2) tarım sektörü oluşturmuştur. Tarım sektörü ülke ekonomisinde nüfusun besin kaynağı olma niteliği yanında, aynı zamanda büyük bir kitlenin istihdam ve geçim kaynağı olmuştur (Kaya ve ark., 2015). Türkiye’de Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren sığırcılık önemli bir üretim kolu haline gelmeye başlamış ve diğer hayvansal üretim kollarına göre daha fazla ilgi görmüştür. Bunda, sığırın biyolojik üstünlüklerinin olmasının avantajı büyük olmuştur. Sığır yetiştiriciliğine yönelik özellikle genotipi iyileştirme çalışmaları ağırlık kazanmıştır (Akman ve ark., 2000). Hayvan ıslahı ile ilgili olarak, 07.06.1926 tarihinde çıkarılan 904 Sayılı “Islahı Hayvanat Kanunu” ile yurt dışından ithal edilecek damızlıklarla ülke hayvanlarının ıslahı ve damızlıkların çoğaltılması usulleri devlet tekeline bırakılmıştır. Bu kanun gereği, damızlıkta kullanılacak aygır ve boğalara “Sıfat Şahadetnamesi” devletçe verilmesi hükme bağlanmıştır. Yine bu kanun çerçevesinde damızlıkta kullanılmayacak aygır ve boğaların devlet eliyle kastre edilmeleri de kararlaştırılmıştır. At yarışlarının, hayvan sergilerinin düzenlenmesi, ödüller verilmesi devletin görevleri arasında yer almıştır. Bu dönemlerde, yurttan sığır sayısı en fazla Karadeniz, en az Güneydoğu’dayken diğer bölgelerin hemen hemen birbirlerine yakın seviyede sığır sayısı bulunmaktaydı. Büyükbaş hayvan sayısı Karadeniz’de diğer bölgelere göre bir hayli fazla olmasının sebebi, bölgenin dağlık olması ve düz arazisinin fazla olmamasıdır. Sığır varlığı 1928 yılında 6.9 milyon iken 1950 yılında 10.1 milyona ulaşmıştır (Kaştan, 2007).

Cumhuriyet döneminin ilk yıllarında Türkiye’nin süt, et ve hayvan iş gücünün artırılması için yalnızca yerli sığır varlığının ele alınması yetersiz görülüş, üretimin artırılması için ise Avrupa’dan kültür sığır ırkı damızlıkların getirilerek yerli ırkların melezlemesi yoluna gidilmiştir. Türkiye’nin coğrafi, ekonomik ve kültürel şartları dikkate alınarak kökenini İsviçre Alplerinden alan Esmer ve Simental ırkların ithaline karar verilmiştir. O dönem yapılan çalışmalar sonucu gerek saf gerek melez Montafonlar, Simentallere göre mevcut şartlara daha iyi uyum göstermişler ve daha başarılı olmuşlardır. Bu nedenle Montafon yetiştiriciliğine devam edilmiş, Simental yetiştiriciliği ise terk edilmiştir. Esmer ırktan sonra Türkiye’ye yeni kültür sığır ırkları 1958 yılında getirilmiştir. Genç düve ve genç boğa olarak Amerika Birleşik Devletlerinden getirilen bu hayvanlar Holştayn ve Jersey sütçü ırkları ile Hereford ve Angus etçi ırklarına aittir. Irk özellikleri ve coğrafya şartları dikkate alınarak Marmara ve Ege bölgesi Holştayn,

Karadeniz bölgesi de Jersey yetiştirme bölgesi olarak kabul edilmiştir (Alpan ve Aksoy, 2015).

Türkiye'nin sığır varlığı, 2019 yılı haziran ayı sonu itibariyle 18 070 500 baş olup, bunun 8 762 165 başı kültür ırkı, 7 640 939 başı kültür ırkı melezleri ve 1 667 396 başı ise yerli ırk sığırlardan oluşmaktadır. Sığır sayısı en fazla olan il Konya olup, bu ilden sonra sırasıyla Erzurum, İzmir, Balıkesir ve Kars gelmektedir. Bu beş il Türkiye sığır varlığının yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır (TÜİK, 2019). Tablo 1'de 1991 ile 2019 yılları arasındaki kültür, kültür melezi ve yerli ırk sığır sayıları verilmiştir.

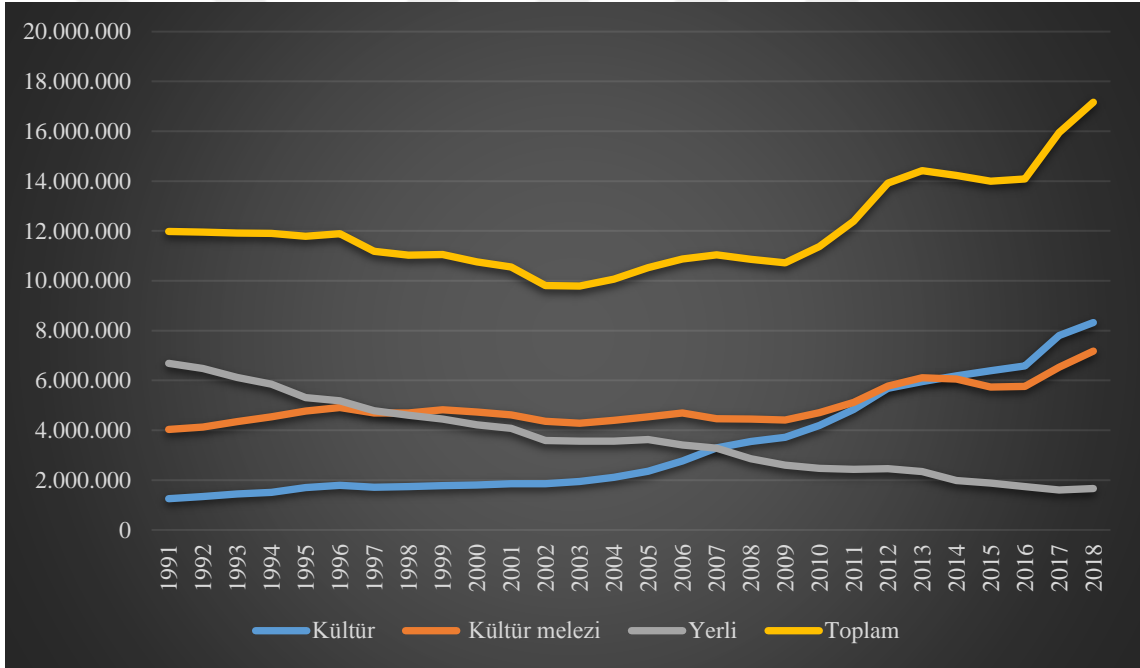
Tablo 1. Türkiye'de yıllara göre kültür, kültür melezi ve yerli ırk sığır sayıları (baş).

Yıllar	Sığır - Yerli	Sığır - Kültür	Sığır - Kültür melezi
1991	6 685 683	1 253 865	4 033 375
1992	6 481 990	1 337 410	4 131 507
1993	6 126 000	1 442 000	4 342 000
1994	5 846 000	1 512 000	4 543 000
1995	5 311 000	1 702 000	4 776 000
1996	5 182 000	1 795 000	4 909 000
1997	4 780 000	1 715 000	4 690 000
1998	4 603 000	1 733 000	4 695 000
1999	4 446 000	1 782 000	4 826 000
2000	4 217 000	1 806 000	4 738 000
2001	4 074 000	1 854 000	4 620 000
2002	3 586 163	1 859 786	4 357 549
2003	3 562 706	1 940 506	4 284 890
2004	3 564 863	2 109 393	4 395 090
2005	3 633 485	2 354 957	4 537 998
2006	3 405 349	2 771 818	4 694 197
2007	3 275 725	3 295 678	4 465 350
2008	2 850 710	3 554 585	4 454 647
2009	2 594 334	3 723 583	4 406 041
2010	2 464 722	4 197 890	4 707 188
2011	2 429 169	4 836 547	5 120 621
2012	2 459 400	5 679 484	5 776 028
2013	2 348 487	5 954 333	6 112 437
2014	1 983 415	6 178 757	6 060 937
2015	1 874 925	6 385 343	5 733 803
2016	1 733 292	6 588 527	5 758 336
2017	1 602 925	7 804 588	6 536 073
2018	1 593 005	8 419 204	7 030 297
2019*	1 667 396	8 762 165	7 640 939

* 2019 yılının ilk altı aylık döneme ait verilerdir.

Tablo 1 incelendiğinde, 1991 yılından 2019 yılına kadar kültür sığır ırkları ve melezlerinde bir artış gözlenirken, yerli sığır ırklarının sayısında ise ciddi oranda bir

azalmanın olduğu görülmektedir. Ayrıca, 1991 – 2019 yılları arasında Türkiye’deki toplam sığır varlığı sayısında inişli çıkışlı bir eğilimin olduğu, son yıllarda ise bir artışın olduğu görülmektedir. 1991 yılında Türkiye’de yetiştirilen sığır ırklarının %10.47’sini kültür ırkları, %33.69’unu melez ırklar ve %55.84’ünü yerli sığır ırkları oluştururken, 2018 yılında ise %49.40’ını kültür ırkları, %41.25’ini melez ırklar ve %9.35’ini yerli sığır ırkları oluşturmaktadır. Bu değişimin başlıca sebepleri, yerli ırk sığırların verimlerinin düşük olması, yüksek verimli ırkların yetiştiriciler tarafından daha çok tercih edilmesi ayrıca, ithalat yoluyla farklı kültür sığır ırklarının getirilerek yerli sığır ırkları ile melezleme ve ıslah çalışmalarının yapılmış olmasından kaynaklanmaktadır (Özşensoy, 2011; TÜİK, 2019). Kültür, kültür melezi ve yerli sığır ırklarının sayıları ile toplam sığır varlığının 1991-2018 yılları arasındaki değişimi Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Türkiye'deki sığır varlığının yıllara göre değişimi.

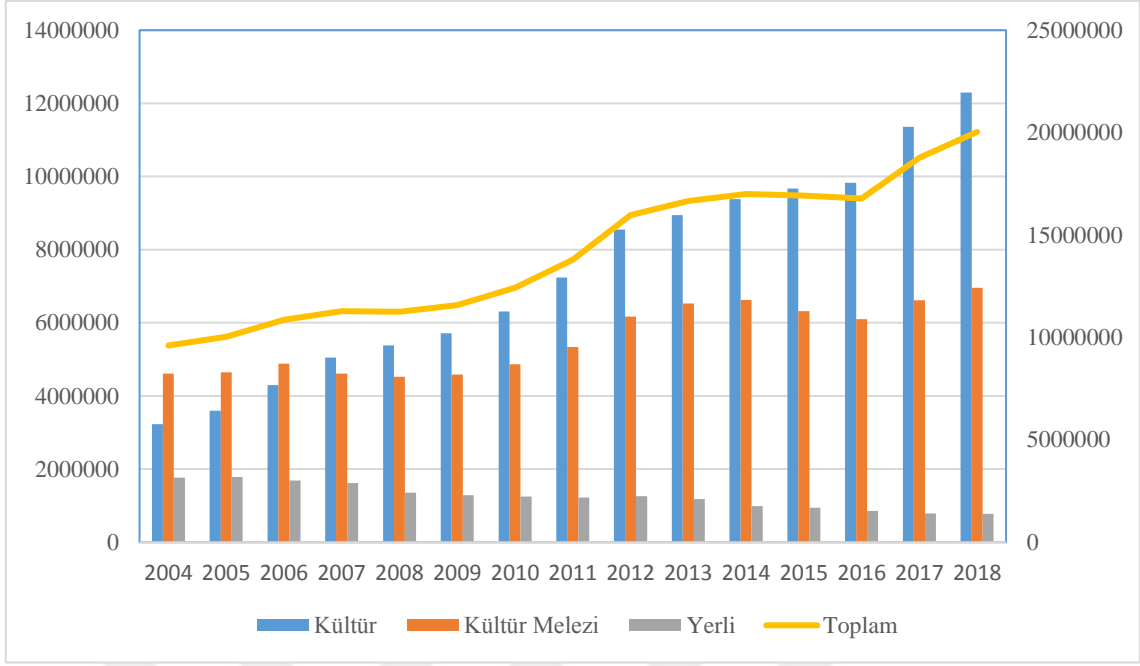
Ülkemizde bakım ve beslenme koşullarının iyileştirilmesi, üreticilerin süt hayvancılığı konusunda bilinçlenmesi ve ihtisaslaşmasıyla, hayvan sayısındaki artış ile birlikte hayvan başına süt verim seviyesi yükselmiştir. Sağılan inek sayısı 2018 yılında 6 337 907 baş olmuştur. Aynı yıl ülke genelinde 20 036 716 ton inek sütü üretimi yapılmıştır. Uzun ve orta vadede değerlendirildiğinde, süt verimliliğinde bütün türlerde gelişme olmakla birlikte en büyük gelişme inek sütünde görülmüştür. Sağılan inek başına verim son beş yıl içerisinde %6.4 oranında artarak 2018 yılında hayvan başına verim 3161

kg yıl olarak hesaplanmıştır (Ulusal Süt Konseyi, 2019). Süt üretim miktarı, hayvan varlığı ve laktasyon verimindeki artışla birlikte uzun vadede artış göstermiştir. Tablo 2’de, Türkiye’de yıllar itibari ile süt üretim miktarındaki artış görülmektedir. 1991 yılında süt üretim miktarının çoğunluğu yerli sığır ırklarımızdan sağlanmaktayken zamanla bu durum kültür sığır ırklarının lehine değişmiştir. 2018 yılı verilerine göre, üretilen sığır sütünün, %61.39’u kültür sığır ırklarından elde edilmiştir.

Tablo 2. Türkiye’de yıllara göre kültür, kültür melezi ve yerli sığır ırklarından üretilen süt miktarı (ton).

Yıllar	Sığır - Kültür	Sığır - Kültür melezi	Sığır - Yerli
1991	1 913 438	4 188 398	2 514 576
1992	2 065 445	4 236 269	2 413 164
1993	2 222 701	4 399 142	2 282 629
1994	2 309 742	4 584 837	2 234 294
1995	2 581 711	4 751 023	1 942 578
1996	2 723 911	4 827 957	1 913 758
1997	2 593 152	4 586 892	1 734 133
1998	2 576 065	4 586 511	1 669 483
1999	2 618 031	4 722 638	1 624 821
2000	2 639 113	4 591 861	1 501 067
2001	2 660 282	4 410 758	1 418 042
2002	2 467 889	3 867 656	1 155 088
2003	3 215 859	4 568 252	1 730 027
2004	3 231 461	4 608 293	1 769 571
2005	3 596 017	4 646 857	1 783 328
2006	4 295 367	4 884 590	1 687 345
2007	5 050 533	4 608 728	1 620 079
2008	5 380 715	4 520 465	1 353 996
2009	5 713 004	4 585 859	1 284 450
2010	6 309 065	4 861 835	1 247 644
2011	7 239 644	5 341 224	1 221 560
2012	8 554 402	6 166 762	1 256 673
2013	8 946 131	6 531 573	1 177 305
2014	9 383 812	6 628 337	986 701
2015	9 672 573	6 315 366	945 581
2016	9 825 300	6 101 826	859 137
2017	11 355 933	6 620 540	785 846
2018	12 301 080	6 957 715	778 082

Kültür, kültür melezi ve yerli sığır ırklarından üretilen süt miktarı ile sığırlardan üretilen toplam süt miktarının 2004-2018 yılları arasındaki değişimi Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Türkiye’de yıllara göre kültür, kültür melezi ve yerli sığır ırklarından üretilen süt miktarının değişimi.

Sağlıklı ve dengeli beslenmenin en önemli koşullarından biri kişi başına tüketilmesi gereken günlük proteinin %40-50’sinin hayvansal kaynaklı proteinlerden karşılanmasıdır (Aygün ve ark., 2004; Gül ve Yıldırım, 2018). Hayvansal proteinler içerdikleri amino asitlerden dolayı insanın büyüme gelişme ve sağlıklı kalabilmesinin yanı sıra beyin gücünün gelişmesi bakımından da önemlidir. Bitkisel proteinlerde bulunmayan on adet esansiyel amino asit sadece hayvansal proteinlerde yeterli ve dengeli şekilde bulunmaktadır (Kutlu ve ark., 2003).

2.2.1. Siyah-Alaca sığır ırkı

Bos Taurus Primigenus’dan köken alan Siyah Alaca sığırların anavatanı Hollanda’nın Frizya bölgesidir (Kumlu, 2000). Bu ırkın tarihi gelişimi Kuzey Hollanda ve Friesland’ın iki kuzey ucunda meydana gelmiştir. Siyah Alaca sığırları Avrupa’da yaklaşık 2000 yıl önce Ren Deltası bölgesine yerleşen göçmen Avrupa kabileleri Batavyalılar ile Friezyalıların, siyah ve beyaz hayvanlarının birleşimi sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir. Uzun yıllar boyunca yetiştirilen bu sığırlar, bölgenin en bol kaynağı olan meraları en iyi şekilde kullanabilecek hayvanlar haline gelmiştir. Bu hayvanların iç içe yetiştirilmesi ve sürekli olarak en fazla süt veren hayvanların seçilmesi sonucu bugün Holstein-Friesian olarak bilinen, yüksek verimli siyah-alaca süt ineği

oluşmuştur (Holstein Association USA, 2019; Oklahoma State University, 2019). Amerika'nın keşfinden sonra, Hollandalı sömürgeciler tarafından ilk defa 1621 yılında Amerika'ya Siyah Alaca sığırların getirildiği tahmin edilmektedir. Resmi kayıtlara göre ise, Amerikalı bir yetiştirici tarafından 1857 ve 1859 yıllarında Siyah Alaca bir boğa ile altı inek Hollanda'dan satın alınmıştır. Akabinde birçok Amerikalı yetiştirici tarafından Hollanda'dan yaklaşık 8800 baş Siyah Alaca sığır ithal edilmiştir. 1800'lü yılların sonunda Amerika Birleşik Devletler'inde Holstein Birliği kurulmuş ve Siyah Alaca sığırların pedigrî kayıtları tutulmaya başlanmıştır (Becker, 1973; Oklahoma State University, 2019). Bugün, ABD damızlık değeri yüksek Siyah Alaca sığırları yetiştiren bir ülke konumundadır.

Siyah Alaca sığır ırkı, dünyada en fazla yayılma alanına sahip sığır ırkıdır. Türkiye'de Siyah Alaca sığırların yetiştiriciliği 1958 yılında başlamıştır. Amerika'dan 30 dişi ve 17 erkek Holştayn dana getirilerek, Karacabey harasında Holştayn sürüsü kurulmuştur. Marmara ve Ege Bölgesi, bu ırkın ilk yayılma alanı olarak seçilmiştir. Daha sonra Akdeniz Bölgesi de Holştayn yetiştirme alanına katılmıştır. 1958 yılında yapılan ithalleri, daha sonraki yıllarda Hollanda ve Almanya'dan yapılan ithaller izlemiştir (İnal ve ark., 2016).

Türkiye'de kültür sığır ırkı yetiştiriciliğinde ilk sırayı Holştayn olarak bilinen siyah-beyaz alaca sığırlar alır (Alpan ve Aksoy, 2015). Ülkemizde 1990'lı yılların başında 300 bini saf olmak üzere yaklaşık 2 milyon baş Siyah Alaca sığırı bulunmaktaydı. Son yıllarda bu sayı daha da artmıştır. Yaygın olarak saf ve melezleri Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde yetiştirilmektedir (İnal ve ark., 2016). Ülkemizde, Tarım ve Orman Bakanlığının Hayvan Bilgi Sistemi verilerine göre 2019 yılı Siyah Alaca ırkı sığır sayısı 5 228 750 baş, melezlerinin sayısı 1 058 176 baştır (Haybis, 2019). Buna göre 2019 yılının ilk altı aylık verilerine göre, kültür ırkı sığırların yaklaşık %59.67'sini, toplam sığır varlığının ise %28.94'ünü saf Siyah Alaca ırkı sığırlar oluşturmaktadır.

Siyah Alacalar sütçü yönde yetiştirilen kültür sığır ırklarının en iri yapıya sahip olanlarındandır. Bu ırkın Hollanda'daki tipleri etçi yapı göstermelerine karşılık Amerika'daki tipleri daha çok sütçü yapıya sahiptir. Bedenin önden arkaya doğru yavaş yavaş genişlik ve derinliği artar. Baş asil ve zarif, deri ince ve yumuşak olup boyunda

vertikal kıvrımlar yapar. Tüyler kısa ve parlaktır. Sağlam bir kemik yapısına sahiptir. Uzun ve belirgin süt damarları vardır. Memeleri şişkin ve büyüktür (İnal ve ark., 2016).

Sağlıklı bir Siyah Alaca buzağının ortalama doğum ağırlığı 40 kg veya daha fazladır. Siyah Alaca ineğin ergin canlı ağırlığı yaklaşık 680 kg, cidago yüksekliği 147 cm'dir. Siyah Alaca ırkı düveler 15 aylıkken, yaklaşık 360 kg ağırlığında tohumlanabilir. Siyah Alaca ırkı dişilerinin ilk kez 24 ila 27 aylık yaşta yavru olması arzu edilir ve gebelik süreleri yaklaşık dokuz aydır (Oklahoma State University, 2019).

Siyah Alaca sığırlar çoğunlukla vücut örtüsü (Şekil 3'te görüldüğü gibi) siyah ve beyaz renkte olmasına rağmen kırmızı ve beyaz vücut rengine sahip hayvanlarda mevcuttur. Siyah ve beyaz renklilik beden her tarafına dağılmıştır. Siyah ve beyaz kısımların oranı hayvandan hayvana büyük değişiklik gösterir (İnal ve ark., 2016; Oklahoma State University, 2019).

Siyah Alaca ineklerin süt verimleri ülkeden ülkeye büyük farklılık göstermektedir. 2017 yılı verilerine göre ortalama süt verimleri ABD'de 11646 kg, Avrupa'da 9186 kg, Türkiye de ise 5000-9000 kg arasındadır (İnal ve ark., 2016; EHRC, 2019; Holstein Association USA, 2019; Oklahoma State University, 2019).



Şekil 3. Siyah Alaca sığır ırkı.

2.3. Sütün Tanımı

Süt; memeli dişi hayvanlarda doğumla birlikte başlayan, doğurdukları yavrularını besleyebilmek üzere, süt bezlerinden hayvan türlerine göre farklı süre ve miktarlarda salgılanan, içinde yavrunun kendi kendisini besleyecek bir duruma gelinceye kadar almak zorunda olduğu tüm besin maddelerini gerekli oranlarda bulunduran, porselen beyazı (beyaz-krem) renginde, kendine has tat ve kokusu olan bir sıvıdır (Metin, 2003).

Türk Gıda Kodeksinin İçme Sütleri Tebliği'ne göre çiğ süt; çiftlik hayvanlarının meme bezlerinden salgılanan, 40 °C'nin üzerinde ısıtılmamış veya eşdeğer etkiye sahip herhangi bir işlem görmemiş inek sütü, koyun sütü, manda sütü ve keçi sütünü ifade eder (Resmi Gazete, 2019).

Süt teknolojisinde genellikle sadece 'süt' denildiği zaman, inek sütü anlaşılır. Çünkü, başta içme sütü olmak üzere birçok ürünün hammaddesi inek sütüdür. İnek sütünden başka bir süt, söz konusu olduğu takdirde, elde edildiği canlı adı (örneğin; koyun sütü, keçi sütü, manda sütü gibi) ile anılır. (Metin, 2005).

İnsan beslenmesinde sütün oldukça önemli bir yeri vardır. Süt, özellikle vücudun enerjisi, yapısı ve biyokimyasal işlemleri için gerekli belli başlı besin unsurlarını diğer besinlere göre, daha yeterli ve dengeli bir şekilde içerir. Sütün bileşimini, başlıca emülsiyon şeklinde yağ globülleri, koloidal şekilde dağılmış proteinler ile çözelti şeklinde laktoz ve çözünür proteinler oluşturur. Bu besin unsurlarına ek olarak çeşitli mineral maddeler, vitaminler, enzimler, organik bileşikler ve erimiş gazlar da sütün bileşimine girer (Tekinşen, 2000).

2.4. Sütün Oluşumu

Meme; meme bezi, taşıyıcı ligamentler, meme başı ve deri tabakasından oluşur. Meme bezleri, süt salgılama özelliğine sahip deri bezlerindedir. Diğer deri bezleri gibi salgısını vücut dışına verir ve dolayısıyla bir dış salgı bezidir. Meme bezlerinin sayısı, şekli ve vücut yüzeyindeki yerleşim yerleri türlere göre değişir (Akçapınar ve Özbeyaz, 1999). Meme bezinin gelişimi süt üretimini etkileyen temel faktörlerden biridir. Tamamen farklılaşmış salgı hücreleri, iyi kan temini ve güçlü bağ dokusu ile iyi gelişmiş

bir meme bezi, uzun bir süre boyunca oldukça üretken olacaktır (Strucken ve ark., 2015). Özellikle süt ineklerinin yüksek verimliliği memenin çok iyi bir kan akımına sahip olmasına bağlıdır. Salgılanan her bir litre süt için memeden 600 litre kadar kan akımı olması gerektiği tahmin edilmektedir. Ana kan damarları çapça çok geniştir. Memenin venöz damarlarından olan vena subcutanea abdominis süt venası/damarı olarak da adlandırılır. Gözle görülebilir kıvrımlı bir seyri olan şişkin görünümlü ve kapak içermeyen bir damardır (Reese ve ark., 2015).

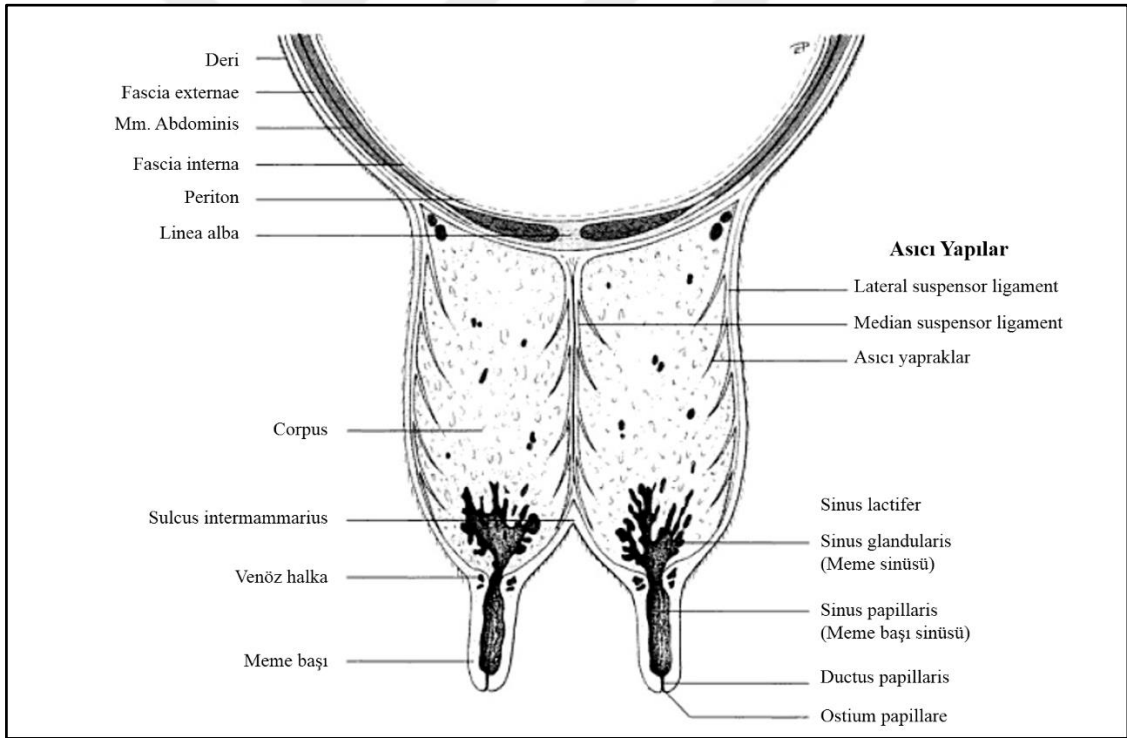
Sığırlarda meme inguinal bölgede bulunur ve biri birinden ayrı dört lobdan oluşur. Her lop birbirinden bağımsız olarak fonksiyon yapar ve her lopta fonksiyonel bir meme başı bulunur. Meme başları memenin alt yüzünden aşağıya doğru dik olarak uzanırlar. Bunların orta büyüklükte, alt yüzün köşelerinden simetrik olarak yer almış olmaları istenir. Meme başı derisi tüsüzdür (Alpan ve Aksoy, 2015).

Buzağı doğduğunda rudimenter olarak meme, meme başı, süt sinüsü, büyük süt kanalları ile kan, lenf ve sinir sistemine sahiptir. Dokuz aylık yaşa kadar meme dokusunda büyüme hızlı bir şekilde devam eder. Dokuzuncu aydan sonra memede büyüme ve gelişme, gebelik dönemine kadar yavaşlar. Gebelikle beraber memenin sekretorik dokusu yani alveoller şekillenmeye başlar. Büyüme bütün gebelik boyunca sürmekle beraber gebeliğin 3-4 ayından sonra daha da artar. Yedinci aydan sonra alveollerden süt sekresyonu da başlar. Yapılan süt memede biriktiği için gebeliğin son ayında memenin hacmi artar (Alpan ve Aksoy, 2015).

Süt, alveollerin iç yüzeyini kaplayan tek sıralı, yassı ve kübik şekilde olan epitel hücrelerde sentezlenmekte olup, sentezleme işleminde, epitel hücreleri çevreleyen kapiller damarlardan, hücreler içine süzülen besin maddelerinden yararlanılmaktadır (Ünal, 2011). Sütün temel unsurları (örneğin; kazein, lipit, laktoz) alveol epitel hücrelerinin endoplazmik retikulumunda sentezlenerek, golgi kompleksine taşınır. Buradan farklı salgılama yollarıyla hücrenin apikal (boşluğa bakan) yüzünden alveol boşluğuna aktarılır. Alveol boşluğunda biriken sütün unsurları hormonal uyarımla süt kanalları sistemine geçer. Alveol epitel hücrelerden alveol boşluğuna geçen süt, zamanla birikerek alveol ve hücrelerin üzerinde bir basınç, meydana getirir. Memenin süt oluşturma kapasitesi memedeki salgı dokusunun miktarına bağlıdır (Tekinşen, 2000). Meme salgı hücrelerinin sayısı ve salgılama aktiviteleri, temel olarak hem günlük üretilen

süt miktarından hem de laktasyonun ilk haftalarında süt verimindeki hızlı artıştan sorumludur. Laktasyonun pik döneminden sonra, meme bezindeki salgı hücrelerinin sayısı laktasyonun 90 ve 240. günlerde %8 oranında azalmaktadır (Sigl ve ark., 2012).

Alveollere dolan sütün bir kısmı meme başına açılan kanallara (laktiferos kanalları) geçer. Meme emildiğinde ya da sağıldığında, alveoller kasılır, içeriklerini de kanallara sevk ederek meme bezindeki basıncın artmasına neden olurlar. Meme bezinden süt ne kadar hızlı alınırsa, o kadar çok süt kanallardan hazneye gelir. Sonuçta alveoler epitel hücreler, üzerindeki azalan basınç nedeniyle tekrar en üst düzeyde sütü oluşturmaya başlarlar (Tekinşen, 2000). İnekler muntazam olarak 12 (11-13) saatlik aralıkla günde 2 defa sağılması gerekmektedir. Yüksek verimli ineklerin günde 3 defa sağılmasının nedeni, sağılma ile meme iç basıncın düşürülerek, süt üretiminin devamlı olmasını sağlamak içindir (Ünal, 2011). Sığır memesinin yapısı Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. Sığır memesinin yapısı (Reese ve ark., 2015).

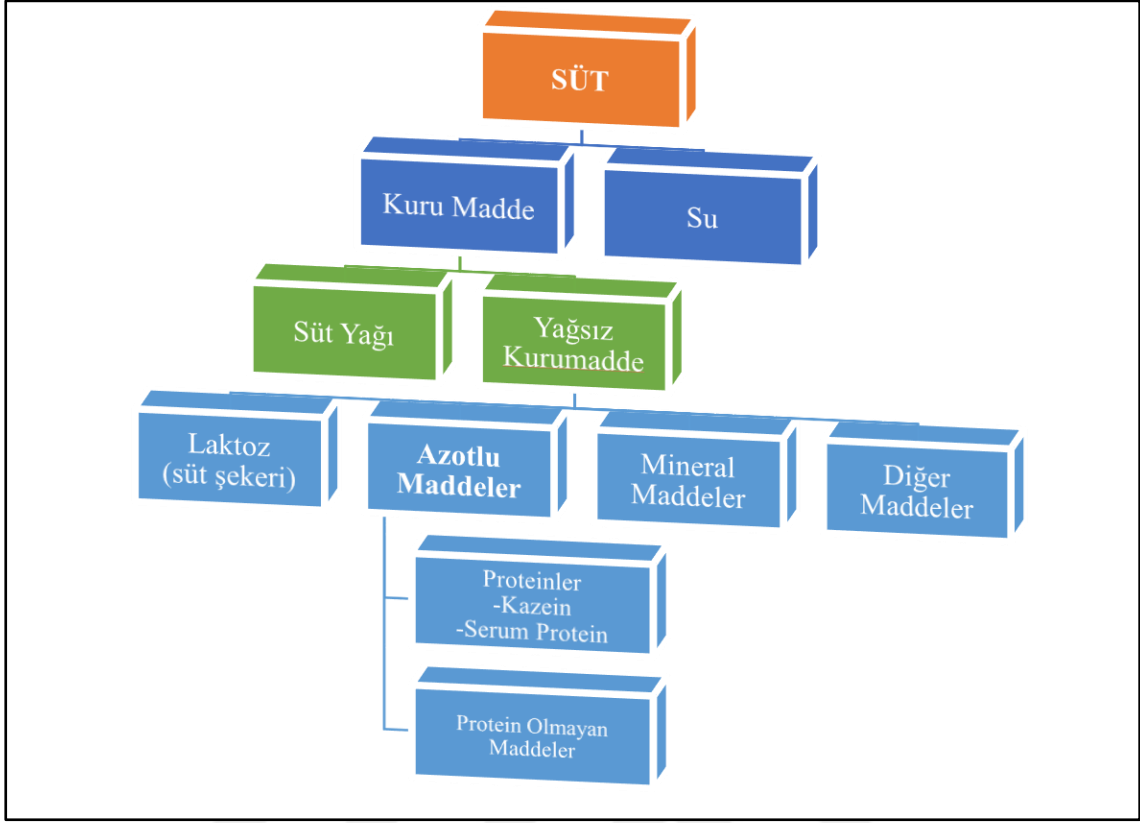
Meme bezinden sütün salgılanması olayı laktasyon terimi ile ifade edilir. Buzağılama ile laktasyon dönemi başlar. Gebelik esnasında kanda progesteron konsantrasyonu yüksektir. Doğum ile kanda progesteron konsantrasyonu düşer ve prolaktin konsantrasyonu ise yükselir. Prolaktinin salgılanmasına östrojen ve progesteron

hormonlarının kandaki miktarları etkilidir. Kandaki bu hormonal değişim laktasyonun başlamasına neden olur. Ayrıca laktasyon için adreno kortikotropik hormon (ACTH) ve büyüme hormonu (somatotropik hormon) da gereklidir. Prolaktin miktarı hipotalamustan salgılanan prolaktin inhibisyon faktörü (PIF) ile kontrol edilir. Süt bezindeki bir emme uyarısı, sağım makinesinin sesi, elle sağım yapılıyorsa kova ve güğüm sesi veya buzağısının sesi gibi uyaranlar PIF miktarını düşürür. Yani süt oluşumu meme bezinin düzenli şekilde uyarılmasına bağlıdır. Çeşitli duyu organlarından beyne gelen uyarı impulsları hipofizin arka lobuna gelir. Burada depolanmış olan oksitosinin kana boşaltılmasını sağlar. Ayrıca prolaktin ve ACTH'nin salgılanmasına etki eder. Düz kasların gevşemesini sağlar. Bu sayede süt kanalları genişler ve meme başı deliği gevşer. Böylece süt alveollerden sinuslara geçer ve meme başı deliğinden akar (Akçapınar ve Özbeyaz, 1999; Alpan ve Aksoy, 2015).

2.5. Sütün Kompozisyonu

Çiğ süt, su, protein, yağ, karbonhidrat, mineraller ve vitaminlerden oluşur. Sütün bileşimi her memelide farklılık gösterir. Süt temel olarak su ve kuru madde olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Kuru madde, sütün su hariç diğer maddelerinin toplamıdır, başlıca süt şekeri, yağ, azotlu maddeler ve mineral maddelerden meydana gelir. İnek sütü 100'den fazla farklı bileşen içermektedir. Su, sütün kuru maddesinin erime ve dağılma ortamıdır. İnek sütünün ortalama %88'ini su oluşturur (MEB, 2011). Su, kan plazmasından süte aktarılır. Apikal membran boyunca su taşınması, salgılanan çözeltiler tarafından uygulanan ozmotik basınç ile yönetilir. Laktoz ve serbest iyonlar ozmotik basınca büyük katkı sağlar ve bu nedenle suyun apikal zar boyunca taşınmasında önemli bir role sahiptir. Bu nedenle süt içindeki su miktarı, meme bezinde sentezlenen laktoz miktarı ile düzenlenir. İneklerin suya serbestçe erişebilmeleri süt üretimi açısından oldukça önemlidir (Džidić, 1999).

Süt; lipit, protein, amino asit, vitamin ve mineral kaynağı olmasının yanında immünoglobulinler, hormonlar, büyüme faktörleri, sitokinler, nükleotitler, peptitler, poliaminler, enzimler ve diğer biyoaktif peptitleri de yapısında barındırır (Haug ve ark., 2007). Sütün temel bileşenlerinin dağılımı Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Sütün temel bileşenleri (Metin, 2005).

Süt, kompozisyonu açısından çok değişkenlik gösteren bir sıvıdır. Hayvanın türü, ırkı, bireysel durumu, sağlık (mastitis ve diğer hastalıklar) ve beslenme durumu, laktasyon dönemi, mevsim, yaş, sağım süresi, sağımlar arasındaki süre, meme lobu, kızgınlık, gebelik gibi birçok faktör sütün bileşimini etkilemektedir (Fox ve McSweeney, 1998; Tekinşen ve Nizamlıoğlu, 2004; Haug ve ark., 2007).

Bazı türlere ait süt kompozisyonu Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Bazı türlerin süt kompozisyonu (%) (Metin, 2005; O'Mahony ve Fox, 2013).

Tür	Kuru madde	Süt yağı	Protein	Laktoz	Kül
İnsan	12.4	3.8	1.0	7.0	0.2
İnek	12.7	4.5	2.9	4.1	0.8
Manda	17.2	7.4	3.5	5.4	0.8
Koyun	19.3	7.4	5.5	4.8	1.0
Keçi	13.2	4.5	3.2	4.1	0.8
Kısrak	11.2	1.9	2.5	6.2	0.5
Deve	13.6	4.5	3.6	5.0	0.7
Eşek	11.7	1.4	2.0	6.2	0.5
Köpek	24.9	10.5	12.2	1.3	0.9

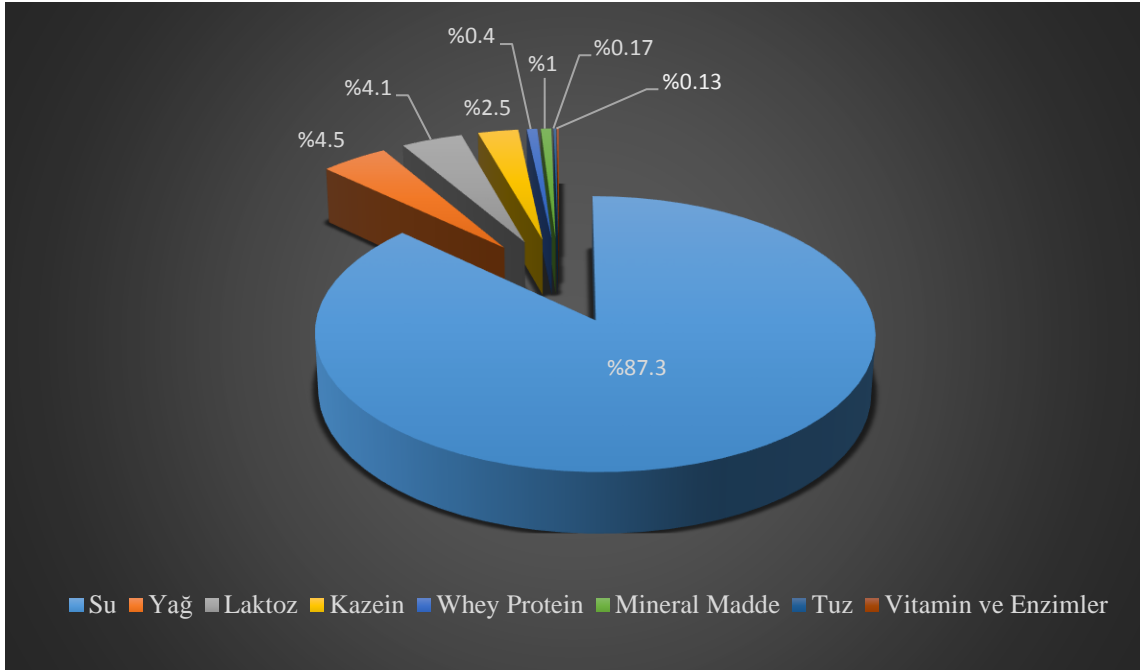
Çeşitli faktörlerin etkisi altında, inek sütünün kuru maddesi %10.5-14.5, yağ oranı %2.5-6.0, laktoz oranı %3.6-5.5, protein oranı %2.9-5.0 ve mineral madde oranı %0.6-0.9 arasında; bileşime bağlı olarak ise asitliği 6.2-8.9°SH ve yoğunluğu 1028-1039 g/ml arasında değişir (Metin, 2005).

Bazı çalışmalarda tespit edilen Siyah Alaca ineklerinin sütlerinin bileşenleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Bazı çalışmalarda tespit edilen Siyah Alaca ineklerin süt bileşenleri.

Kuru madde	Süt yağı	Protein	Laktoz	Kaynak
-	3.94	3.15	4.44	(Bland ve ark., 2015)
12.10	3.45	3.23	4.45	(Bondan ve ark., 2018)
12.32	3.69	3.24	4.55	(Ribas ve ark., 2004)
-	3.70	3.20	4.70	(Schroeder, 2012)
-	4.61	3.70	5.14	(Sneddon ve ark., 2016)
-	3.98	3.29	4.76	(Visentin ve ark., 2019)

İçme sütü başta olmak üzere birçok süt türününün işlenmesine uygun olan inek sütünün ortalama bileşimi şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. İnek sütünün ortalama bileşimi (O'Mahony ve Fox, 2013).

Kuru madde, süt yağı ve yağsız kuru maddeden oluşmaktadır. Bu nedenle, teknolojik ve ekonomik açıdan incelendiğinde, sütün kuru maddesi büyük önem taşır.

Süt yağı, süt içerisinde globül (küre) şeklinde emülsiyon halinde bulunur (MacGibbon ve Taylor, 2006). Meme epitelyal hücrelerindeki endoplazmik retikulum tarafından iki tabakalı zarla çevrili bir trigliserit globülünden oluşan bir yağ küresi olarak salgılanır (Lindmark Månsson, 2008; Hurley, 2009; Çak ve Demirel, 2018). Trigliseritler süt yağının %98'ini oluştururken, diasilgliserol (%2), kolesterol (<%0.5), fosfolipitler (%1) ve serbest yağ asitleri (%0.1) gibi diğer lipidler de bulunabilir. Süt yağı, 400'den fazla farklı yağ asidinin triasilgliserol oluşturduğu için tüm doğal yağların en karmaşığıdır (Pereira, 2014). Yağ globüllerinin çapları 0.1-40 µm arasında değişir, ancak genellikle ortalama 2-4 µm civarındadır. Laktasyon başlarında yağ globüllerinin çapları büyük, fakat miktarı azdır. Laktasyonun ileri dönemlerinde, çap küçülürken miktarda bir artış görülür. Yağ globüllerinin büyüklüğünün süt teknolojisi açısından önemi vardır. Büyük olması kümeleşmelerini, dolayısıyla tereyağı oluşumunu kolaylaştırır fakat vücutta sindirimi zor olur (Metin, 2005).

Süt yağı, iyi bir enerji kaynağı olmasının yanında, içerdiği orta karbon zincirli yağ asitleri, linoleik asit ve araşidonik asit gibi esansiyel doymamış yağ asitleri, yağda çözünen A, D, E ve K vitaminleri nedeniyle büyük bir öneme sahiptir. Süt yağının sindirebilirliği çok yüksektir. Bu nedenle yağ tüketimi sakıncalı olan kişilerin kontrollü miktarda süt yağı tüketmelerine izin verilir. Süt yağı kendine has tat ve kokuya sahiptir (Metin, 2005).

Laktoz, sütün içinde bulunan ana disakkarittir ve enzim laktazı tarafından glukoz ve galaktoza katabolize edilir. Laktoz önemli bir enerji kaynağıdır ve bazen süt ürünlerinde yüksek oranda bulunduğundan, basitçe süt şekeri olarak adlandırılır. Laktoz, memeli gelişimi sırasında karbonhidratların birincil kaynağıdır ve emzirme döneminde tüketilen enerjinin %40'ını temsil eder (Gambelli, 2017). Laktoz, meme dokusunda kanda bulunan glikozun bir bölümünün galaktoza dönüşümünden sentezlenir. Bu sentez, galaktosiltransferaz ve α -laktalbümin tarafından sağlanan kompleks laktoz sentetazını içerir (Harju ve ark., 2012). Sütün gıda değeri açısından büyük bir öneme sahiptir ve sütte çözülmüş olarak bulunur. Yoğurdun oluşması için mayada bulunan bakteriler laktozu parçalayarak sütü yoğurt haline getirir (Eraslan, 2012).

2.6. Süt Proteini

Süt proteinleri üzerine yapılan araştırmalar daha 'protein' kelimesi ortaya çıkmadan yaklaşık 200 yıl önce başlamıştır. İlk 100 yıl boyunca süt içerisinde üç grup protein bulunduğu tespit edilmiştir. Bunlar kazein, albümin ve globülin olarak adlandırılmıştır. İlkinin süte özgü olduğu, son ikisinin de kandan türetildiği düşünülmüştür. 1920'lerde kazeinin sütte büyük kalsiyum ve fosfat bakımından zengin parçacıklardan (günümüzde kazein miselleri olarak bilinen) oluştuğu tespit edilmiştir (O'Mahony ve Fox, 2013).

Meme epitelyal hücrelerinden ekzositoz yolu ile salgılanan süt proteinleri yavru büyümesi için ideal bir amino asit kaynağı sağlar (Schaafsma, 2000; Kim ve ark., 2015). Vücutta üretilmeyen metabolik aktiviteler için alınması gerekli esansiyel amino asitler sütte mevcuttur (Walstra ve Jenness, 1984).

Süt proteinleri, beslenme fiziyojisi açısından oldukça 3nemlidir. Çünkü, b3nyesinde kolaylıkla sindirilebilen, biyolojik değeri y3ksek ve kaliteli proteinler yer almaktadır. Organizmanın gelişmesi, b3y3mesi ve kendi kendini yenilemesi için gerekli en 3nemli yapıtaşı ve enerji kaynağıdır. Yapısında v3cuda mutlaka dışarıdan alınması zorunlu olan aminoasitleri içerir. Hidroksiprolin hariç, yapısında 19 esansiyel aminoasit bulunmaktadır (Şenel, 2018).

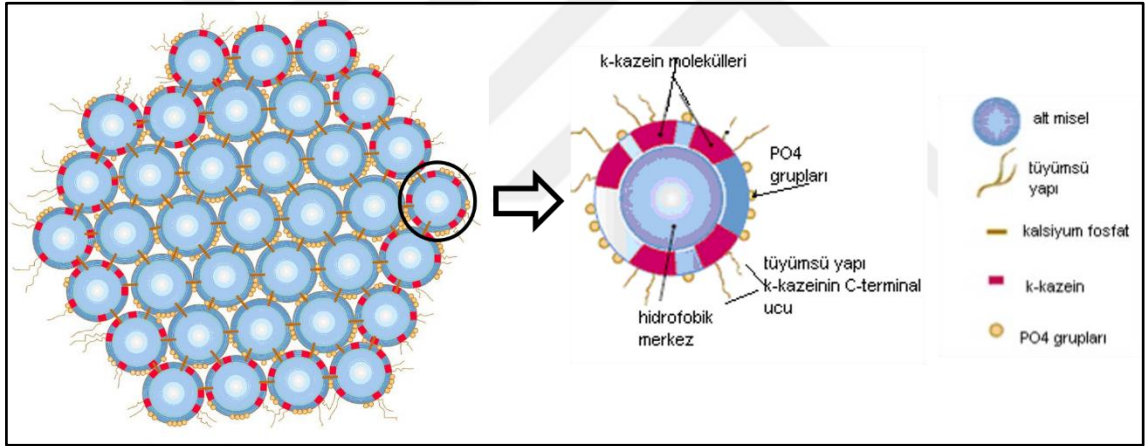
Her s3t proteinin polimerinde, diğerlerinde olduğu gibi, belirli sayıda ve d3zende amino asit bulunur. Protein molek3l3n3n b3y3kl3ę3 ve proteindeki amino asitlerin sırası hayvanın genleriyle belirlenir. S3t proteinleri proteolitik enzimlerle (3rneğin; rennet) veya pH 4.6'ya kadar asitleştirme ile kazein ve serum proteinleri (s3t serumu) olmak 3zere iki ana gruba ayrılır. Her iki işlemlle de kazeinin proteinleri yani pıhtı kısmı, 3zeltide kalan serum proteinlerinden ayrılır (Tekinşen ve Nizamlıoğlu, 2004).

S3t serumu, kazein içeriği 3kt3r3lm3ř s3t3n sıvı kısmı olarak tanımlanabilmekle beraber, aslında peynir yapımı sırasında elde edilen bir yan 3r3nd3r (Ensminger ve ark., 1995). İngilizce terminolojide 'whey' olarak adlandırılan bu 3r3n3n dilimizdeki karşılığı 's3t serumu' veya 'peynir altı suyu'dur. S3t3n birçok hastalık için tedavi edici 3zellikte olmasına sebep olarak yapısındaki serum proteinleri g3sterilmektedir. Yapılan çalışmalarda, s3t serum protein karışımının anti kanserojen ve serbest radikal hasarını 3nleyici etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Velioğlu 3ę3n ve Yalçın, 2011). Serum proteinleri kendi aralarında alb3min (α -laktalbumin, β -laktoglobulin, kan serum alb3mini), glob3lin (immunoglob3linler) ve proteoz-pepton olarak 3 gruba ayrılmaktadır. Serum proteinleri, polipeptidlerin b3nyesinde y3ksek oranında α -heliks konfig3rasyonuna ve k3k3rt içeren aminoasitlere sahiptir (Şenel, 2018).

G3n3m3zde serum proteini, antimikrobiyal aktivite, bağışıklık mod3lasyonu, gelişmiş kas kuvveti ve v3cut kompozisyonu sağlamak ve kardiyovask3ler hastalıkları ve osteoporozu 3nlemek için 3nerilen pop3ler bir diyet protein takviyesidir (Keri Marshall, 2004).

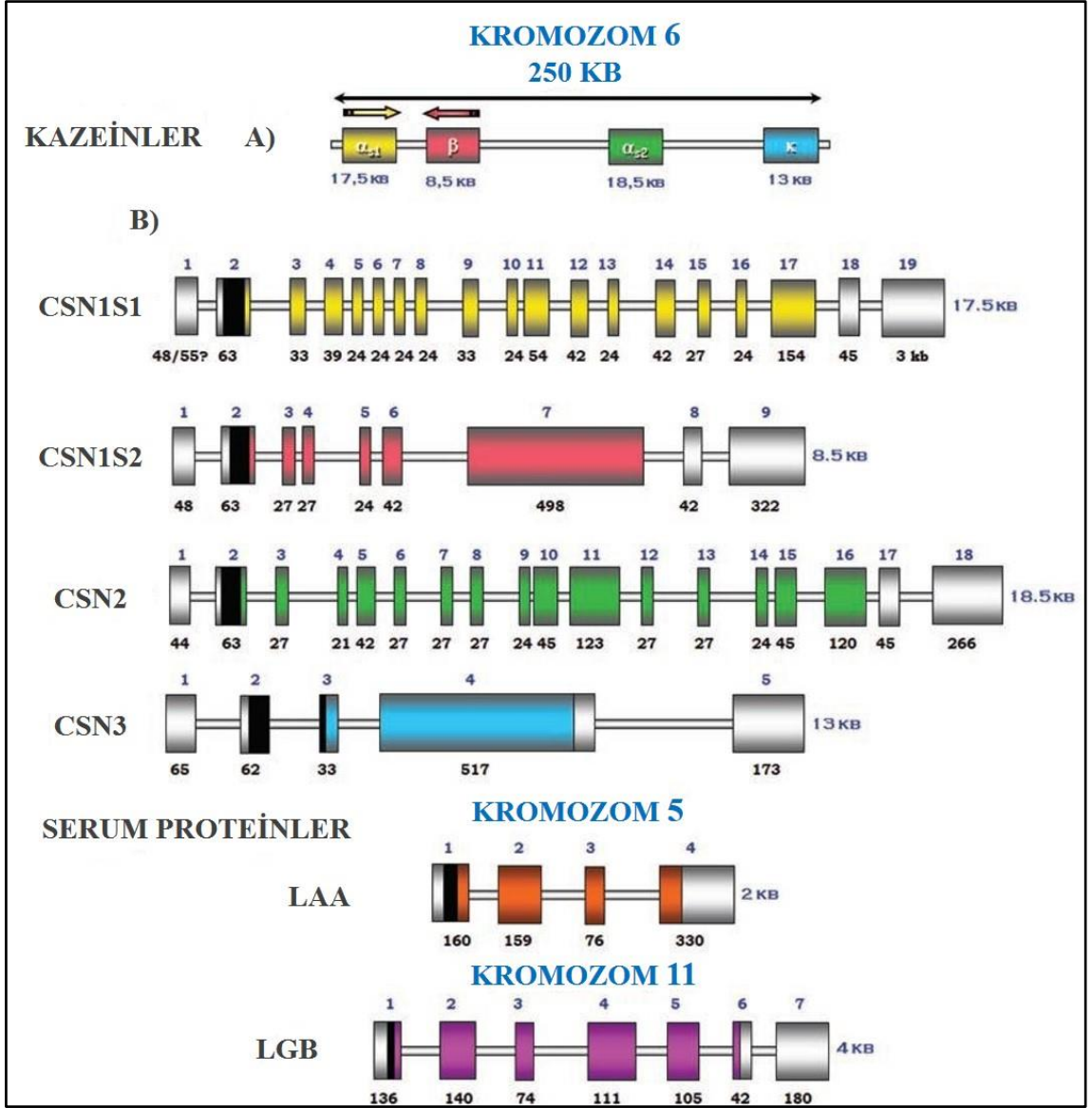
2.7. Kazeinler

Kazeinler, laktasyon sırasında misel adı verilen büyük kalsiyum içeren kümeler halinde salgılanan sütün başlıca proteinleridir (Kang ve ark., 1986; Lin ve ark., 1993). Kazeinler koloidal dispersiyon formunda olup, dispersiyondaki partiküllerin büyüklükleri 20-600 nm arasında değişir. Kazein misellerinin yaklaşık %93'ü (kuru maddenin) kazein ve geriye kalan kısmı inorganik maddeden oluşur. İnorganik maddeler arasında kalsiyum, fosfat, magnezyum, sodyum ve sitrat bulunur. Miktar açısından en fazla olan kalsiyum ve fosfat koloidal kalsiyum fosfat formundadır. Kazein bu inorganik maddelerle bir kompleks oluşturur ve bu kompleks, kalsiyum kazeinat-fosfat veya kalsiyum-fosfokazeinat şeklinde anılır (Metin, 2005). Bu nedenle kazeinler, sütün toplam protein içeriğinin yaklaşık %80'ini içeren fosfoproteinlerdir (Brunner, 1977; Phadungath, 2005). Kazein misellerinin görünümü Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Kazein miselleri ve alt miseli modeli (Şenel, 2018).

Ruminant sütündeki proteinin yaklaşık %95'i altı yapısal gen tarafından kodlanmaktadır (Martin ve ark., 2002). Dört kazein geni, kromozom 6 üzerinde eşlenen 250 kb'lık bir küme içerisinde sıkı bir şekilde yerleşmiştir. Alfa S1 kazein (α_{S1} -kazein), alfa S2 kazein (α_{S2} -kazein), beta kazein (β -kazein) ve kappa kazein (κ -kazein) sırasıyla CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri tarafından kodlanmaktadır. Bu gen kümesi, CN lokusu veya süper lokus olarak da adlandırılır. CN lokusu Şekil 8'de A harfi ile gösterilmiştir. İki ana peynir altı suyu proteini olan α -laktalbumin ve β -laktoglobulin sırasıyla 5. ve 11. kromozomlar üzerinde haritalanan LAA ve LGB genleri tarafından kodlanmaktadır (Caroli ve ark., 2009).



Şekil 8. Altı ana süt proteininin yapısal organizasyonu (Caroli ve ark. (2009) tarafından Martin ve ark. (2002)'dan modifiye edilmiştir).

Şekil 8 incelendiğinde (A) ile sığır kazein (CN) lokusunun genomik organizasyonu, (B) ile altı süt proteini transkripsiyon ünitesinin yapısal organizasyonu gösterilmiştir. Açık çubuklar intronları temsil eder; ekzonlar büyük, gri (5' ve 3' çevrilmemiş bölgeler), siyah (sinyal peptidini kodlayan eksonun bir kısmı) ve renkli (ekzonlar ve olgunlaşmış proteinleri kodlayan ekzonların bir kısmı) kutular tarafından tasvir edilmiştir. Ekzonların büyüklüğü baz çifti şeklinde her eksonun altında, numarası ise üstte belirtilen sayı ile verilmiştir (Caroli ve ark., 2009).

Mevcut bilgilere göre, toplam proteinin %76-86'sını oluşturan kazeinin başlıca 4 fraksiyonu bulunmaktadır. Bunlar; alfa S1 kazein (α_{S1} -kazein), alfa S2 kazein (α_{S2} -kazein), beta kazein (β -kazein) ve kappa kazein (κ -kazein)'dir. Diğer kazein fraksiyonları, çeşitli kimyasal tepkimeler veya proteoliz sonucu meydana gelirler. Çeşitli protein fraksiyonları sonucu proteoz-peptonlar oluşur. Bu gruplar içinde yer almayan minör proteinler ve enzimlerde süt proteinlerinden sayılırlar. Kazein; cıva, kurşun, gümüş, bakır, çinko, alüminyum ve demir gibi ağır metallerin suda çözünen tuzlarını bağlayarak çöker. Bu nedenle zehirli maddelerle çalışan işçilerin sürekli olarak süt ve yoğurt tüketmeleri sağlanarak metal zehirlenmelerine karşı korunurlar (Metin, 2005).

Kazein bünyesinde hem asit (COOH) hem bazik (NH₂) grupları bulduğundan amfoter özelliktedir. Kazein miselleri 10-15 nm çapında alt misellerden oluşmaktadır ve bu alt miseller kazein misellerinin yapıtaşlarıdır. Birbirlerine yakın alt miseller arasındaki iyonik bağlar kalsiyum köprüleri tarafından oluşturulmaktadır. Alt misellerin çekirdek kısmında α_{S1} -kazein ve β -kazein, yüzey kısmında ise çoğunlukla κ -kazein bulunmaktadır (Şenel, 2018).

2.7.1. Alfa S1 kazein (α_{S1} -kazein)

Sığır sütündeki toplam kazeinin yaklaşık %40'ını oluşturur. α_{S1} -kazein, 199 amino asitten meydana gelir. α_{S1} -kazein, toplam kazein içinde miktar açısından en büyük orana sahip kazein fraksiyonudur. α_{S1} -kazein hidrofob bir kazeindir. Diğer kazein fraksiyonları gibi prolin bakımından zengindir (Mercier ve ark., 1971; Farrell ve ark., 2004; Metin, 2005). α_{S1} -kazein geni 17508 bç'den oluşur ve 24 bç ila 385 bç arasında değişen 19 ekzona ayrılır (Koczan ve ark., 1991). CSN1S1'in A, B, C, D, E, F, G, H ve I olmak üzere toplam 9 varyantı bulunmaktadır (Caroli ve ark., 2009). B ve C en yaygın görülen genetik varyantıdır (Farrell ve ark., 2004). B ve C varyantları arasındaki farklılık 192. protein pozisyonunda bulunan amino asidin yer değiştirmesinden (Glu/Gly) kaynaklanmaktadır (Caroli ve ark., 2009). Özellikle CSN1S1 geninin B varyantı Avrupa ırklarında en yaygındır. B varyantının en yüksek frekansı (%90-100) Siyah Alaca ırkı sığırlarda görülmektedir. Simental ve Esmer ırklarında ise orta düzey frekansta C varyantı bulunmaktadır. Yak ve Zebu'da ise C varyantı baskındır (Bâlteanu ve ark., 2007).

Trakovická ve Gábor (2011), Aleandri ve ark. (1990) tarafından; CSN1S1 BB genotipinin, yüksek süt verimi, yağ verimi ve protein verimi ile önemli ölçüde ilişkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca Lin ve ark. (1986); CSN1S1 lokusunun, ilk laktasyon süt verimi ve protein verimi üzerine güçlü bir etki ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Sang ve ark. (1994), Siyah Alaca sığır ırkı üzerinde yaptıkları bir çalışmada, CSN1S1 BB genotipli sığırların, BC genotiplilerden süt, yağ ve protein verimi bakımından önemli derecede daha yüksek verime sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Özdemir (2001), Siyah Alaca ve İsviçre Esmeri sığır ırkları üzerinde yaptığı çalışmasında, Siyah Alaca sığırlarda CSN1S1 genotipleriyle süt verimi, yağ verimi ve 305 günlük süt verimi arasında önemli farklılıklar olduğunu, ancak İsviçre Esmeri ırkında ise, incelenen bu özellikler bakımından herhangi bir farklılık olmadığını bildirmiştir.

2.7.2. Alfa S2 kazein (α_{S2} -kazein)

Alfa S2 kazein sığır sütündeki toplam kazeinin yaklaşık %14'ünü oluşturur. α_{S2} -kazein 207 aminoasitten meydana gelir. α_{S2} -kazein, bağlı fosfat gruplarının sayıca farklı olduğu beş proteinden oluşur (Gaiaschi ve ark., 2000; Metin, 2005; Eraslan, 2012). CSN1S2'in A, B, C ve D olmak üzere toplam 4 varyantı bulunmaktadır (Ibeagha-Awemu ve ark., 2007). D varyantı, A varyantının 51 ile 59. pozisyonu arasında kalan 9 amino asidin delesyonu sonucunda oluşur (Farrell ve ark., 2004).

α_{S2} -kazein'in A varyantı Avrupa sığırlarında, B varyantı, Taurus ve Indicus sığırlarında, C varyantı Yak sığırlarında, D varyantı ise Fransız Vosgienne ve Montebeliarde sığır ırklarında yaygın olarak görülmüştür (Sarathi, 2006).

2.7.3. Beta-kazein (β -kazein)

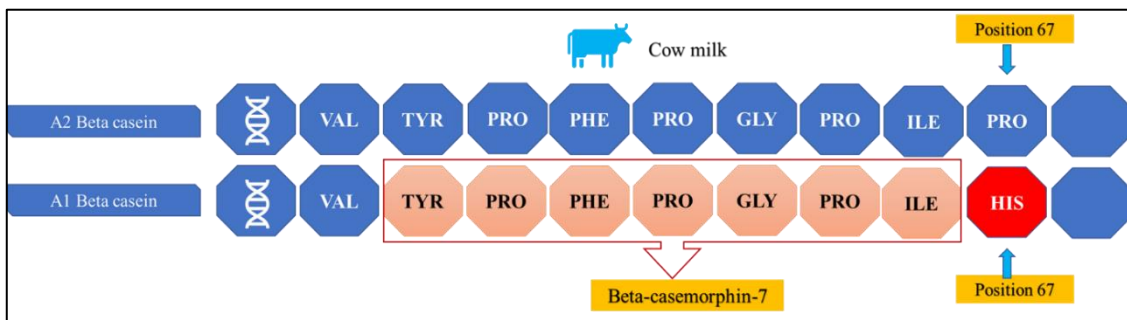
β -kazein, α_{S1} -kazeinden sonra ikinci olarak en çok bulunan kazeindir. Çökelek oluşumu için esastır ve misellerin yüzey özelliklerini belirlemede önemlidir (Tailford ve ark., 2003). β -kazein 209 aminoasit içeren bir polipeptit zincirinden ibarettir. β -kazein'in A¹, A², A³, A⁴, B, C, D, E, F, H¹, H², I ve G olmak üzere 13 genetik varyantı bulunmaktadır. β -kazein'in A¹ ve A² en yaygın, B daha az yaygın, A³ ve C ise nadir olarak

görülen varyantlarıdır (Kamiński ve ark., 2007; Sharma ve ark., 2013; Demirel ve Çak, 2018).

A¹ ve A² β-kazein proteinleri arasındaki ayrıma ilgi, 1990'ların başında Yeni Zelanda'daki bilim insanları tarafından yürütülen epidemiyolojik araştırmalarla başlamıştır. Bu araştırmalar sonucunda, A¹ β-kazein proteini ile çeşitli kronik hastalıkların yaygınlığı arasında korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Elliott, 1992; Truswell, 2005). A² β-kazein orjinal β-kazein olarak tanımlanır, çünkü A² β-kazein birkaç bin yıl önce Avrupa sürülerinde A¹ β-kazeinin görünmesine sebep olan mutasyondan önce bulunmuştur (Ng-Kwai-Hang ve Grosclaude, 2003).

β-kazein A¹ varyantı, 209 aminoasit dizisinin 67. pozisyonundaki prolin (Pro) aminoasidinin histidin (His) ile yer değiştirmesinden dolayı A² allelinden farklılık gösterir (Roginski ve ark., 2003). Bu farklılık prolin aminoasidini kodlayan CCT kodonun CAT kodonuna dönüşmesi ile oluşan bir nokta mutasyonundan kaynaklanmaktadır (Jinsmaa ve Yoshikawa, 1999; Jaiswal ve ark., 2014).

A¹ β-kazein 67. pozisyonda histidin aminoasidine sahipken, A² β-kazein aynı pozisyonda proline sahiptir. Bu aminoasit değişikliğinden dolayı A¹ β-kazein normal enzimatik sindirim sonrası bir opioid peptit olan beta-kazomorfın 7 (BCM 7)'yi serbest bırakırken, A² β-kazein serbest bırakmaz ya da çok düşük oranda serbest bırakır (Jinsmaa ve Yoshikawa, 1999; De Noni ve ark., 2009). BCM-7, β-kazeinin 60 ile 66 rezidüde yer alan Tyr-Pro-Phe-Pro-Gly-Pro-Ile sekanslı kazein-türevli opioid peptit olarak tanımlanır (Eraslan, 2012). Bu açıklamalar kapsamında, β-kazein'in A1 ve A2 varyantlarının farkı ve beta-kazomorfın-7'nin formülasyonu aşağıda şekil 9'da sunulmuştur.



Şekil 9. β-kazein'in A¹ ve A² varyantlarının farkı ve beta-kazomorfın-7'nin formülasyonu (Demirel ve Çak, 2018).

Son yıllarda BCM 7'nin sinir, endokrin ve bağışıklık sistemindeki sayısız opioid reseptörünü potansiyel olarak etkileyebileceği için insan sağlığı açısından tehlikeli bir risk faktörü olarak ilişkili olduğu ileri sürülmektedir (Sodhi ve ark., 2012). Özellikle, çocuklarda uykuda ani ölümlere sebep olan Sudden Infant Death Sendroma (SIDS) yol açtığı, otizme sebep olduğu ve yetişkinlerde şizofreni benzeri davranışlara neden olduğu düşünülmektedir (Ergin, 2013).

İnsan sütü, keçi sütü, koyun sütü ve diğer türler prolin eşdeğeri pozisyonda olduğu için, A² β-kazein benzeri süt üretirler (Miluchová ve ark., 2014b). A¹ β-kazein, Friesian, Ayrshire, British Shorthorn ve Siyah Alaca gibi kuzey Avrupa menşeli süt ineklerinin sütünde yaygın olarak bulunur. A² β-kazein ise çoğunlukla, Manş Adalarında yetiştirilen Guernsey ve Jersey sütlerinde, Güney Fransız ırklarında, Charolais ve Limousin'de ve Afrika'nın Zebu orijinal sığırlarında bulunur (Truswell, 2005).

Tailford ve ark. (2003)'nin tavşanlar üzerinde yaptıkları bir çalışmada; β-kazein A¹ ile beslenen hayvanların β-kazein A² ile beslenenlere göre daha aterojenik¹ olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca, β-kazein A¹ ile beslenen hayvanların serum kolesterol, LDL, HDL ve trigliserit seviyelerini β-kazein A² ve serum proteinler ile beslenenlere göre önemli ölçüde daha yüksek olarak bulmuşlardır.

Deth ve ark. (2016)'nin yaptıkları bir çalışmada; A¹ β-kazeinin sütte bulunmaması durumunda glutasyon konsantrasyonlarında daha fazla artışa izin verebileceğini veya glutasyon üretimi için potansiyeli en üst düzeye çıkarabileceğini ve dolayısıyla daha fazla antioksidan kapasitenin sağlanabileceğini tespit etmişlerdir. Eğer glutasyon metabolizmasında bir bozukluk oluşursa, nörodejeneratif hastalıklara, pankreatite ve anormal hücre farklılaşmasına yol açan patofizyolojik süreçler gelişebilir.

Laugesen ve Elliott (2003), 20 ülkenin sağlık kayıtları ile süt protein, krema ve A¹ β-kazein miktarını değerlendirdikleri bir çalışmada, iskemik kalp hastalığı ile A¹ β-kazein arasında güçlü bir pozitif korelasyon olabileceğini bildirmişlerdir. Aynı şekilde Tip 1

¹ Arterlerin iç astarında plak oluşumuna neden olan veya hızlandıran.

diyabet ile A¹ β -kazein içeren süt ve kremaların tüketimi arasında bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

2.7.4. Kappa kazein(κ -kazein)

Kappa kazein, sığır sütündeki toplam kazeinin yaklaşık %13'ünü oluşturur. Kazein misellerinin en kararlı komponenti olup, bir glikoproteindir. κ -kazein kalsiyuma karşı herhangi bir hassasiyet göstermez. Diğer bir ifadeyle, κ -kazeine kalsiyum iyonları ilave edildiği zaman κ -kazein berrak bir halde dururken, α _S-kazein kalsiyum iyonu ile tepkimeye girerek çok zor çözünen bir çökelti oluşturur (Metin, 2005). Oransal olarak toplam kazein içinde miktarı az olmasına rağmen, kazeinin temel yapısını oluşturmaktadır. Güçlü elektrik yükü sayesinde süt içinde kolloidal yapıyı oluşturur. Kolloidal stabilite sayesinde sütün fiziko-kimyasal özelliklerini etkilemektedir (Threadgill ve Womack, 1990).

κ -kazein geni yaklaşık 13 kb uzunluğunda olup 4. ekzonda bulunmaktadır. κ -kazeinin A, A¹, B, B², C, D, E, F¹, F², G¹, G², H, I ve J olmak üzere 14 genetik varyantı bulunmaktadır (Caroli ve ark., 2009). κ -kazein birçok varyantı bulunmasına rağmen, en çok A ve B allellere rastlanmaktadır. 169 aminoasitten oluşan κ -kazeinin 136. ve 148. kodonları belirleyicidir. Nitekim, A allelinde 136. kodonda treonin (ACC), 148. kodonda aspartik asit (GAT) iken, B allelinde sırasıyla, izolösin (ATC) ve alanindir (GTC) (Kaminski, 1996).

Popovski ve ark. (2017) yaptıkları bir araştırmada, κ -kazein BB ve AB genotiplerinin AA genotipine göre %10 daha fazla süt ürettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, AA ve AB genotiplerine kıyasla, BB genotipine sahip ineklerde laktasyon süresinin %12 daha uzun olduğu bildirilmiştir. BB genotipine sahip ineklerden elde edilen süt, AA genotipinin aksine %30 daha kısa olan peynir yapımı sürecinde ilk ve son pıhtılaşma için en kısa süreye sahip olduğunu saptamışlardır.

Hristov ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada, κ -kazein heterozigot AB genotipli Bulgar Rhodopean sığırlarının homozigot genotiplilere göre daha yüksek 305 günlük laktasyon süt verimine sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Neamt ve ark. (2017) tarafından, Roman Simental sığırları üzerinde yaptıkları çalışmada, en yüksek süt veriminin AA genotipli sığırlarda olduğu, süt verimi bakımından AA ve AB genotipli sığırlar ile BB genotipli sığırlar arasında önemli bir fark olduğu, AA genotipli hayvanların AB ve BB genotipli hayvanlara göre daha yüksek süt yağ oranına, en yüksek protein oranının ise BB genotipli hayvanların sahip olduğu bildirilmiştir.

Tanaskovska ve ark. (2016), Makedonya'da Siyah Alaca sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, BB ve AB genotipli süt ineklerinin AA genotipine göre %3 daha fazla süt verimine sahip oldukları, BB genotipli ineklerin sütü AA genotipli ineklerin sütünün aksine ilk ve son pıhtılaşma için en kısa süreye sahip olduğu, AA genotipindeki ineklerin peynir altı suyundaki yağ içeriği ile protein miktarının, AB ve BB genotipli olan ineklerin sütünden %35 daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

2.8. Marker Destekli Seleksiyon

Geleneksel olarak, çiftlik hayvanlarında seçici yetiştirme, hayvan popülasyonlarının yaşama gücü ve yaşadıkları çevre şartlarında büyümelerini sağlamak için genetik yapılarının geliştirilmesini amaçlar, böylece toplumların gıda kaynağının artırılmasını sağlar. Hayvan ıslahı, üstün fenotipli bireylerin seçilerek yetiştirilmesine odaklanmıştır. Bu basit yaklaşım, genetik kazanım için yapılan kalıtım derecesi yüksek karakterler için seleksiyonu en üst düzeye çıkararak ve giderek artan istatistiksel ve biyoteknolojik yöntemlerin de geliştirilmesiyle, hayvansal üretim miktarının artırılmasında son derece başarılı olmuştur (Williams, 2005).

Sığırların generasyon aralıklarının uzamasına bağlı olarak, mevcut geleneksel seçme yöntemlerini kullanarak süt sığır yetiştiriciliğinde genetik iyileştirme zorlaşmaktadır. Damızlık adayların hızlı ve doğru bir şekilde tespit edilmesine yönelik etkin yöntemlerin geliştirilmesi sığır yetiştiricileri için bir öncelik taşır (Bayram ve ark., 2017). Günümüz moleküler genetik teknolojileri, yüksek verimli hayvanların belirlenmesi için üzerinde durulan özelliklerle yüksek bir korelasyon gösteren, erken dönemlerde ve cinsiyete bağlı kalmaksızın tespit edilebilen genetik marker (belirteç) ya da karakterlerden yararlanmayı mümkün hale getirmektedir. Bu sayede ıslah

çalışmalarında, hızlı, ekonomik ve daha doğru seleksiyon yapılmasına olanak sağlanmaktadır (Özdemir ve Doğru, 2008).

Seleksiyon amacıyla verim özelliklerini etkileyen DNA dizilerinin kullanılması MAS olarak tanımlanmaktadır. MAS, geleneksel seçim yöntemleri ile birlikte kullanılabilir ve ekonomik açıdan önemli özelliklerin değişim oranını artırabilmektedir (Van Arendonk ve ark., 1994; Bakırcıoğlu, 2014). MAS yaşa ve cinsiyete bağımlı olmaksızın yapılabilir. Bu nedenle seleksiyon yoğunluğunu kantitatif yöntemle göre daha etkili kullanmayı mümkün kılmaktadır. Hayvanla ilgili genetik bilgiler doğumla birlikte ya da çok genç yaşta elde edilebilir bu nedenle hayvanın verim zamanını beklemeye gerek kalmadan gerekli seleksiyon uygulanabilir (Sellier, 1994; Bengi, 2010).

Moleküler genetik yöntemlerin çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde kullanılmaya başlanması, bazı kantitatif özellik lokusları (QTL) ve bu lokuslardaki varyasyonlar ile et verimi, süt verimi, döl verimi ve süt kompozisyonu gibi önemli verimlerin arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmalar yapılmasına olanak vermiştir (Reis ve ark., 2001; Bal, 2013).

Süt sığırcılığında en önemli kantitatif karakterlerden biri olan süt verimi genotip ve çevresel faktörlerin ortak etkisi altındadır. Geniş bir varyasyona sahip olan bu kantitatif özellik, uygun çevresel koşulları sağlamanın yanı sıra etkili bir seçim programı uygulayarak ilerleyebilir. Seçim programlarını yürütmek ve süt verimi üzerindeki genetik parametreleri tahmin etmek için tüm ineklerin pedigrî kayıtları bulunması gerekir (Eyduran ve ark., 2013). Bununla birlikte herhangi bir özelliğin etkileri, eklemeli genlerin yanında eklemeli olmayan genlerin mevcudiyeti ile ortaya çıkmakta ve özellikle heterozigot tabiatı ise o özelliğin bir popülasyonda arzu edilebilir seviyelerde tutulması zor olmaktadır. Zaman içerisinde seleksiyon bırakıldığında söz konusu özellikler tabiatı itibarıyla ulaşılan seviyesini bozacaktır. Günümüzde moleküler genetik metodlarının da ekonomikliği düşünülerek popülasyonlarda ekonomik özellikler ile ilgili MAS çalışmalarının gerçekleştirilmesi fayda sağlamaktadır (Aytekin, 2011).

Süt proteini genleri, süt sığırcılığında seleksiyon kriterleri için genetik marker olarak faydalı olabilir. Çünkü κ -kazein ve β -laktoglobülin gibi süt protein genleri

süt üretim performansı ile sütün kompozisyonu ve sütün işleme özellikleri üzerine büyük bir etkiye sahiptir (Chung ve ark., 1998). Ruminantlar arasında süt protein genleri sığır ve keçilerde ayrıntılı olarak incelenmiştir ve dikkate değer genetik varyasyon tanımlanmış ve karakterize edilmiştir. Hayvan ıslahında böylesine kapsamlı bir genetik varyasyonun önemi, temel olarak süt protein varyantlarının süt bileşenleri ve peynir yapma özellikleri üzerindeki etkilerinin sonucudur. Bu etkiler, kodlanmış proteinin biyolojik özelliklerini etkileyen temel olarak aminoasit değişimleri veya delesyonlar gibi proteinin işlevsel modifikasyonları ile ilgilidir. Ayrıca, ırk karakterizasyonu, biyolojik çeşitlilik araştırmaları ve hem hayvansal kaynaklar hem de süt protein genleri üzerinde evrim çalışmaları için süt protein varyantları kullanılmıştır (Caroli ve ark., 2009).

DNA teknolojisi ve moleküler biyolojideki hızlı gelişmeye paralel olarak daha ekonomik, kolay ve polimorfik olmalarından dolayı özellikle PCR temelli DNA marker sistemleri geliştirilmiştir. RFLP, RAPD, EST, STS, SSCP, AFLP, mikrosatellitler ve SNP gibi birçok moleküler teknik genetik çalışmalarda daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerden en önemlilerinden biri ve yaygın kullanım alanına sahip yöntem olan PCR-RFLP, sığırlarda genetik varyasyonu çalışmak için ucuz, hızlı ve yararlı bir metot olarak görülmekte ve özellikle önemli genler üzerindeki ya da yakın bölgelerindeki polimorfizm ile ilgili çalışmalarda kullanılmaktadır (Özdemir ve Doğru, 2008; Özşensoy, 2011). Bu çalışmada da kazein genlerine ait genotiplerin belirlenmesinde PCR-RFLP yöntemi kullanılmıştır.

2.9. PCR-RFLP Yöntemi

Günümüzde moleküler genetik yöntemler, hayvanların genetik enformasyon yapısını belirlemeyi ve hangi genetik kökenli hastalığın ya da ekonomik öneme sahip verim özelliğinin hangi genler tarafından kontrol edildiğinin anlaşılmasını olası kılmaktadır (Ün ve ark., 2000). İstenilen bir genin ya da özgün bir DNA parçasının primer (kalıp DNA'yı tamamen tamamlayıcı, 20-30 nükleotid uzunluğunda sentetik oligonükleotit) adı verilen kalıplar ile enzimatik yolla fazla sayıda kopya oluşturulması işlemine Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) denilmektedir (Özdemir, 2015; Dinçel, 2016). PCR, basit, spesifik ve hassas bir tekniktir (Mullis, 1990).

PCR tekniği, temelde üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla: Denatürasyon, Bağlanma (Annealing) ve Uzama (Extension) aşamalarıdır. Birinci aşamada amplifiye edilecek DNA segmenti 90-95°C'de 5 dakika süreyle ısıtılarak denatürasyona tabi tutulmakta ve tek zincirli hale getirilmektedir. İkinci aşamada primerler DNA molekülünün tek sarmalına bağlanmaktadır. Bağlanma sırasında primerler belirli bir sıcaklığa ihtiyaç duyarlar. Bu sıcaklık her primerin içerdiği nükleotit sayısına göre değişim gösterir. Bağlanma sıcaklığı 50-70°C aralığındadır. Primerler hedef bölgenin uçlarına bağlanarak amplifiye olacak şekilde DNA bölgesinin sınırlarını belirlemektedirler. Amplifikasyon sürekli olarak 5' ucundan 3' yönüne doğrudur ve primerlerin yerleştiği bölgenin tersi yönde oluşmaktadır. Üçüncü aşamada DNA Polimeraz enzimi vasıtasıyla DNA zincir uzaması gerçekleştirilir. DNA molekülünün sentezi 70-75°C (ortalama 72°C) arasında gerçekleşmektedir. Bu 3 aşama bir PCR döngüsünü oluşturmaktadır. Söz konusu PCR aşamaları ortalama olarak 25-35 kez tekrarlanmak suretiyle işlem tamamlanmış olur (Ün ve ark., 2000; Eken, 2010; Yazıcıtun, 2011).

Genetik polimorfizmler, birçok hayvan yetiştiriciliği alanındaki genetik belirteçler olarak giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Moleküler genetik tekniklerin gelişmesi ile DNA dizi seviyesindeki değişkenliğe bağlı olarak yeni bir genetik marker sınıfı oluşturmak mümkün olmuştur. Özellikle, restriksiyon parça uzunluk polimorfizmleri, polimorfik genetik belirteçlerin hayvancılık gelişmelerine pratikte uygulanması için son derece önemlidir (Soller ve Beckmann, 1982; Chung ve ark., 1998).

Genom boyunca (özellikle kodlayıcı olmayan bölgelerde), her 200 nükleotitte 1 dizi farklılığı görülür. Bu nükleotit değişiklikleri özgül bölgelerde oluşur ve tek bir nükleotit çiftindeki değişiklik veya bir ya da birden fazla nükleotit çiftinin çıkarılması (delesyonu) veya araya sokulması (insersiyonu) şeklinde görülür. Bu değişiklikler bazen bir restriksiyon enziminin kesim noktasını ortadan kaldıracak ya da yeni bir kesim noktası oluşturabilir. Restriksiyon enzim kesimleri ile oluşturulan bu parça uzunluklarındaki farklılıklar, restriksiyon parça uzunluk polimorfizmleri (RFLP) olarak adlandırılır (Klug ve ark., 2011).

RFLP tekniği, kesim enziminin tanıdığı bölgedeki tek nükleik asit baz değişikliğini bile tanıyabilmektedir. Tanıma bölgesindeki baz değişikliği farklı genotipler

arasındaki polimorfizmin sebebidir. RFLP için büyük miktarlarda DNA'ya ihtiyaç olduğundan, öncelikle PCR tekniğiyle DNA bölgesinin çoğaltılması gerekmektedir (Yazıcıtunç, 2011). Restriksiyon enzimleri, çoğaltılan bu DNA diziliminde, belirli sırayla bulunan nükleotidlerden kendisine özgü özel tanıma dizilimi bölgelerini tanır ve bu dizilimin belli bir noktasından keserek, DNA'yı ikiye ayırmaktadır. Her bir restriksiyon enziminin kendisine özel kesim bölgeleri bulunmaktadır (Özşensoy ve Kurar, 2012).

RFLP marker sisteminin en önemli avantajı spesifik sekans bilgisine ihtiyaç bulunmamasıdır. RFLP yöntemi, türler, cinsler hatta büyük popülasyonların analizinde kullanılabilir. Güvenilir olup, basit Mendel Yasalarına uygun olarak kodominant (dominant ve resesif allel tanımlanabilir) özelliktedirler. Polimorfizm oranı çok yüksek olmasından dolayı ilk pedigrî ve haritalama analizlerinde tercih edilen marker sistemi olmuştur. RFLP marker sisteminin dezavantajları ise; analizin yapılabilmesi için yeterli miktarda DNA'ya ihtiyaç bulunmakla birlikte, teknolojik olarak pahalı, uzun ve yorucu bir yöntemdir (Botstein ve ark., 1980; Özşensoy, 2011).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Çalışmanın gereci

Araştırma, Türkiye'nin üç farklı bölgesinde bulunan Diyarbakır (Güneydoğu Anadolu Bölgesi), Konya (İç Anadolu Bölgesi) ve Manisa (Ege Bölgesi) illerinde entansif süt sığırı yetiştiriciliği yapan işletmelerde yetiştirilen Siyah Alaca sığır ırkı üzerinde yürütülmüştür. Araştırmanın materyalini, Diyarbakır, Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen sırasıyla, 135, 189 ve 195 baş, toplamda 519 baş Siyah Alaca ırkı inek oluşturmuştur. Araştırma kapsamında, tüm Siyah Alaca ırkı ineklerden kan ve süt numuneleri alınmış, ayrıca bu ineklerin yetiştirildikleri işletmelerden süt verim kayıtları temin edilmiştir.

Her üç işletmede inekler, bilgisayar kontrollü tam otomatik sağım makinesi ile sağılmakta, her sağımda ineklerin sütleri 100 g'a duyarlı sütölçer ile ölçülüp, bilgisayar destekli sürü yönetim programı ile kayıt altına alınmaktaydı. Diyarbakır ve Manisa ili süt sığırı işletmelerinde Deleval Delpro, Konya ili işletmesinde ise Afifarm sürü yönetim programı kullanılmaktaydı.

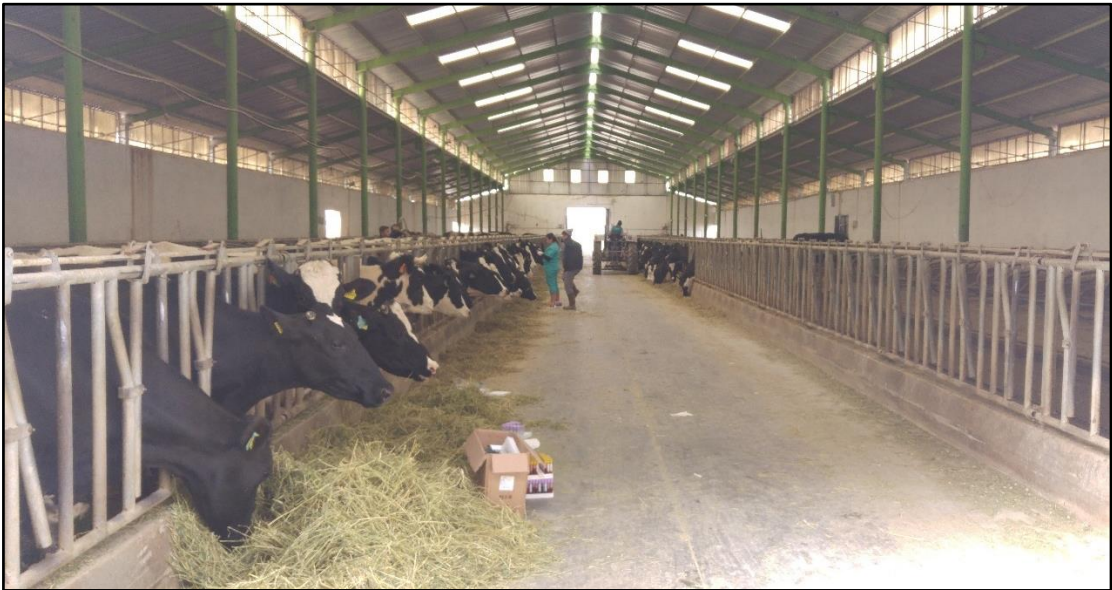
Diyarbakır ilindeki işletme, serbest dolaşımli dört tarafı açık barınak yapısında (Şekil 10); Konya ilindeki işletme serbest dolaşımli yarı açık barınak yapısında olup, her ahır bölümünün kendine ait gezinti alanı bulunmaktaydı ve inekler istedikleri zaman gezinti alanına çıkabilmekteydi (Şekil 11). Manisa ilindeki işletme ise, serbest dolaşımli dört tarafı açık barınak yapısındaydı (Şekil 12).

Her işletme kendi hayvanlarının ihtiyaçlarına göre belirlemiş oldukları rasyon programını uygulamaktaydı. Yemleme, günde iki defa traktörün çektiği kıyma ve karıştırma yapabilen yem karma makineleri vasıtasıyla hazırlanan karma rasyonun hayvanların önüne dökülmesi şeklinde yapılmaktaydı. Üç işletmede de inekler, verimlerine göre enerjisi 2500 - 2700 kcal, proteini %18-21 arasında değişen 8-13 kg konsantre yem, 15-25 kg mısır silajı ve 3-5 kg kuru yonca, fiğ ve saman ile beslenmekteydi.

İşletmelerden temin edilen verilerden laktasyon süresi için 180 günden az, 550 günden uzun olan ineklerin kayıtları değerlendirmeye alınmamıştır (Kumlu ve Akman, 1999). Laktasyon süt verimi, ineğin günlük süt verimi ölçümleri toplanarak bulunmuş, 305 günlük süt verileri hesaplanırken, laktasyon süresi 305 günden fazla olan ineklerin laktasyon süt verimleri 305 güne göre düzeltme faktörleri kullanılarak düzeltilmiştir (Alpan ve Aksoy, 2015). Ayrıca, süt verimi üzerine buzağılama mevsimi, buzağılama yılı ve laktasyon sayısının etkisi de incelenmiştir.



şekil 10. Diyarbakır ilindeki süt sığırçılığı işletmesi.



şekil 11. Konya ilindeki süt sığırçılığı işletmesi.



Şekil 12. Manisa ilindeki süt sığırcılığı işletmesi.

3.1.2. Çalışmada kullanılan araç ve gereçler

Hayvanlara ait kan örneklerinden DNA izolasyonu ve PCR-RFLP işlemleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü Moleküler Genetik Laboratuvarında ve Genovan Firmasına ait Genetik Laboratuvarında yürütülmüştür. Süt numunelerinin analizi ise numunelerin alındığı işletmelerde süt analiz cihazı ile yapılmıştır. Çalışmada kullanılan araç ve gereçlerin listesi ve kullanım amaçları Tablo 5’te sunulmuştur.

3.2. Yöntem

Siyah Alaca ineklerin kan numunelerinden kazein genleri (α_{S1} -kazein, α_{S2} -kazein, β -kazein ve κ -kazein) PCR-RFLP yöntemiyle belirlenmiştir. Süt numunelerinden ise sütün yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz oranları analiz edilmiştir. Ayrıca, süt sığırcılığı işletmelerinden temin edilen laktasyon süresi ve laktasyon süt verimi kayıtları kullanılarak, ineklerin 305 günlük düzeltilmiş süt verimleri belirlenmiştir.

Tablo 5. Çalışmada kullanılan araç ve gereçler.

Kullanılan Cihaz (Marka ve model)	Kullanım Amacı
Süt Analiz Cihazı (Milkotester Master Pro)	Süt bileşenlerinin tayininde
Buzdolabı (Ariston)	Bazı sarf malzemelerin saklanması
Derin Dondurucu (Uğur)	Kan ve süt numuneleri ile bazı sarf malzemelerin saklanması
Hassas Terazî (Metler Toledo New Classic MF)	Çözeltilerin hazırlanmasında kullanılan malzemelerin tartımında
Vorteks (Heidolph)	DNA izolasyonunda ve Tampon çözeltilerin hazırlanmasında
Santrifüj (Inovia)	DNA ekstraksiyonu ve PCR aşamalarında örneklerin santrifüj edilerek çöktürülmesinde
Kuru Banyo (EuroClone Dry Bath)	DNA izolasyonunda ve kesim enzimi uygulamalarında
Otoklav (Nüve)	Kullanılan malzemelerin ve çözeltilerin sterilizasyonunda
pH metre (Mettler Toledo)	Tampon çözeltiler için gerekli pH'ların ayarlanmasında
Mikro Dalga Fırın (Altus ALMD 17B)	Agaroz jelin hazırlanmasında
Mikropipetler (Capp)	DNA izolasyonun, PCR ürünlerinin hazırlanmasında ve kesim enzim reaksiyonlarının kurulmasında
Thermal Cycler (Applied Biosystems SimpliAmp, Qiagen Rotor-Gene Q)	PCR ile hedef bölgelerin çoğaltılmasında
Yatay Jel Elektroforez (Biorad PowerPac, Thermo Scientific Owl D2)	DNA'nın, PCR ürünlerinin ve RFLP sonucu oluşan bantların tespit edilmesinde
Spektrofotometre (Biodrop)	DNA miktar ve kalitesinin ölçülmesinde
Jel Görüntüleme Sistemleri (Syngene Chemi Genius)	PCR ürünlerinin ve RFLP sonucu oluşan bantların görüntülenmesinde

3.2.1. Süt numunelerinin analizleri

Üç işletmede sağım sistemleri mevcut olduğu için süt örneklerinin alınması işlemi sağım sistemine adapte olan süt numune toplama aparatı ile sağımın başından sonuna kadar sağılan tüm sütlerden homojen olarak alınmıştır (Şekil 13). Süt numune toplama aparatında biriken süt, birkaç defa karıştırılarak 200 ml'lik vidalı kapaklı numune kabına aktarılmıştır. Süt analizleri yapılmaya kadar, süt numuneleri oda sıcaklığında yaklaşık

iki saat süreyle bekletilmiştir. Daha sonra numune kaplarındaki süt karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Süt analizleri ultrasonik ölçüm teknolojisi ile çalışan süt analiz cihazı (Milkotester Master PRO) ile yapılmıştır (Şekil 13). Analizlerde, sütün yağsız kuru madde oranı, yağ oranı, protein oranı ve laktoz oranı belirlenmiştir.



Şekil 13. Süt numune toplama aparatı ve süt analiz cihazı.

3.2.2. Kandan DNA izolasyonu

Üç işletmede yetiştirilen Siyah Alaca ineklere ait kan numuneleri, 9 ml'lik K_3EDTA 'lı vakumlu tüplere, steril ve tek kullanımlık iğneler ile kuyruk venlerine (vena caudalis mediana) girilerek steril olarak alınmıştır (Şekil 14). Alınan kan numunelerinde hemoliz oluşumunu ve pıhtılaşmaları önlemek için kanların alındığı K_3EDTA 'lı tüpler arada alt üst edilerek karıştırılmıştır. Her hayvandan biri şahit numune olmak üzere ikişer tüp kan alınarak soğuk zincir altında laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen kanlar derin dondurucuda $-20^{\circ}C$ de DNA izolasyonuna kadar saklanmıştır.



Şekil 14. Kuyruk veninden kan alım işlemi.

Alınan kan örneklerinden total genomik DNA izolasyonu, GF-1 Blood DNA Extraction (Vivantis) hazır ticari kiti yardımıyla, üretici firmanın belirlediği protokole göre gerçekleştirilmiştir. İzolasyona başlamadan önce kullanılacak olan kan numuneleri derin dondurucudan (-20°C) çıkartılıp çözülene kadar oda sıcaklığında (24°C) bekletilmiştir. K₃ETDA'lı tüp içinde çözülmüş haldeki kan numuneleri vorteks ile karıştırılarak, sırasıyla aşağıdaki aşamalar yapılmıştır.

1. Kan hücrelerinin parçalanması

İlk olarak 1.5 ml'lik mikro santrifüj tüplerinin üzeri asetatlı kalem ile numaralandırılmıştır. Daha sonra vorteks yapılmış K₃ETDA'lı tüp içindeki kan numunesinden 400 µl alınarak 1.5 ml'lik mikro santrifüj tüpü içine aktarılmıştır. 400 µl kan örneğinin üzerine 400 µl Bufer BB eklenmiş ve vorteks yapılarak iyice karıştırılmıştır. Karışıma, proteinleri uzaklaştırmak için 20 µl Proteinaz K eklenmiştir ve hemen vorteks ile karıştırılmıştır. Daha sonra 10 dakika boyunca 65°C'de kuru banyo içinde inkübasyona bırakılmıştır.

2. Etanol ilavesi

Kuru banyodan çıkarılan numunelerin üzerine -20°C 'de bulunan absolut etanolden 200 μl eklenmiştir. Homojen bir çözelti elde etmek için hemen ve iyi bir şekilde vorteks ile karıştırılmıştır.

3. Kolona yükleme

Etanol eklenmiş numune, DNA izolasyon kiti ile birlikte verilen kolon içeren 2 ml'lik tüplere aktarılmıştır. Daha sonra 1 dakika boyunca 5000 xg 'de santrifüj edilmiştir. Bu aşamada, DNA kolon içerisinde bağlı olarak kalmış ve hücresel atıklar ise sıvı kısımla birlikte kolondan süzülerek tüpün alt kısma geçmiştir. Tüpün alt kısmında biriken sıvı kısım ise atılmıştır.

4. Birinci yıkama

Kolon içeren tüpe 500 μl Wash Buffer 1 solüsyonu eklenerek 1 dakika boyunca 5000 xg 'de santrifüj edilmiştir. Daha sonra tüpün alt kısmında biriken sıvı kısım atılmıştır.

5. İkinci yıkama

Kolon içeren tüpe 500 μl Wash Buffer 2 solüsyonu eklenerek 1 dakika boyunca 5000 xg 'de santrifüj edilmiştir. Daha sonra tüpün alt kısmında biriken sıvı kısım atılmıştır. Kolona ikinci kez 500 μl Wash Buffer 2 solüsyonu eklenerek 1 dakika boyunca 5000 xg 'de santrifüj edilmiştir. Tüpün alt kısmında biriken sıvı kısım atılmıştır. Son olarak 3 dakika boyunca 14000 xg 'de santrifüj edilmiştir ve sıvı kısmın bulunduğu kolonun altındaki tüp atılmıştır.

6. DNA'nın Ayrılması

Kolon yeni steril bir mikrosantrifüj tüpüne yerleştirilmiştir. Elution Buffer'dan, kolon membran üzerine doğrudan 100 μl eklenmiştir ve 2 dakika boyunca bekletilmiştir. DNA'yı ayırmak için 1 dakika boyunca 5000 xg 'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası mikrosantrifüj tüpüne inen DNA spektrofotometre ile miktar ve saflık kontrollerinin yapılmasından sonra -20°C 'ye konulmuştur.

3.2.3. PCR-RFLP yöntemi

Kan numunelerinden izole edilen DNA'lar üzerinde bulunan ilgili gen bölgesini taramak için belirlenen ve dizayn edilen primerler kullanılarak PCR reaksiyonları ile yükseltgenmesi sağlanmıştır. PCR işlemi sonunda elde edilen ürünler, CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genotiplerinin belirlenmesi için kullanılan primerlere uygun olan restriksiyon enzimleriyle kesilmiştir. PCR programında, CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 gen bölgelerinin çoğaltılması için kullanılan primerler ve bağlanma sıcaklıkları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 gen bölgelerinin çoğaltılması için kullanılan primerler ve bağlanma sıcaklıkları.

Gen Bölgesi	Primerler	Bağlanma Sıcaklığı	PCR Ürünü
CSN1S1	Kaynak: Koczan ve ark. (1993) ve Miluchova ve ark. (2009a) Forward: 5'-TGCATGTTCTCATAATAACC-3' Reverse: 5'-GAAGAAGCAGCAAGCTGG-3'	59°C	310 bç
	Kaynak: Ibeagha-Awemu ve ark. (2007) Forward: 5'-AAAACAAGCAGCCAAGAAGC-3' Reverse: 5'-TTCCCAGTCTCCCCAGTATG-3'		
CSN2	Kaynak: Mclachlan (2006) ve Miluchova ve ark. (2009b) Forward: 5'-CTTCTTTCCAGGATGAACTCCAGG-3' Reverse: 5'-AGTAAGAGGAGGGATGTTTTGTGGGA GGCTCT-3'	65°C	121 bç
CSN3	Kaynak: Patel ve ark. (2008) Forward: 5'-ATCATTTATGGCCATTCCACCAAAG-3' Reverse: 5'-GCCCATTTGCCTTCTCTGTAACAGA-3'	65°C	350 bç

PCR ile çoğaltılma işleminde Tablo 7'de belirtilen CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için PCR reaksiyon karışımı oluşturulmuştur. PCR reaksiyon karışımı oluştururken çalışma pratikliği açısından PCR işlemi her seferinde 20 örnekle yapılmıştır. Pipetaj hatası dikkate alındığı için 20 örneğin üzerine bir örnek fazla kullanılmıştır (21X). Bu nedenle öncelikle PCR stok karışımı oluştururken 1.5 ml'lik mikrosantrifüj tüpü içine PCR aşamasında gerekli reaktifleri içeren (DNA Taq polimeraz, dNTPs, MgCl₂ ve

reaksiyon buffer) kullanıma hazır bir solüsyon olan PCR master mix (5x FIREPol Master Mix Ready to Load) konulmuştur.

Tablo 6’da belirtilen forward ve reverse primerler ile Nuclease free water üzerine eklenmiştir. Böylece oluşturulan PCR stok karışımı her bir örnek için daha önce etiketlenerek soğuk kuru blok (buz) üzerine yerleştirilen 0.2 ml’lik PCR tüplerine 18 µl olarak dağıtılmıştır. Dağıtıldıktan sonra her bir numuneye ait DNA’dan 2 µl PCR tüpleri içerisine konularak toplam PCR reaksiyon hacmi 20 µl olmuştur. CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genlerinin PCR ile çoğaltılmasında 50-100 ng genomik DNA kullanılmıştır. Ayrıca CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genlerinin GENBANK numaraları ve PCR ile çoğaltılan bölgelerin dizilimleri sırasıyla EK 4, 5, 6 ve 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için PCR reaksiyon karışımı (1X).

Bileşenler	CSN1S1	CSN1S2	CSN2	CSN3
PCR master mix	4 µl	4 µl	4 µl	4 µl
Reverse Primer	0.5 µl	0.5 µl	0.5 µl	0.5 µl
Forward Primer	0.5 µl	0.5 µl	0.5 µl	0.5 µl
Nuclease free water*	13 µl	13 µl	13 µl	13 µl
DNA*	2 µl	2 µl	2 µl	2 µl
Toplam Miktar	20 µl	20 µl	20 µl	20 µl

* DNA ve Nuclease free water toplamı 15 µl olacak şekilde her ikisinde artma ya da azalma yapılabilir.

Hazırlanan PCR reaksiyon karışımları, thermal cyler cihazına pipetaj işlemi ile karıştırıldıktan sonra yerleştirilmiştir. CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için Tablo 8’de verilen PCR koşulları ayarlanarak PCR işlemi başlatılmıştır.

Tablo 8. CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için PCR koşulları.

Gen Bölgesi	PCR Koşulları	Sıcaklık - Zaman
CSN1S1	Başlangıç Denatürasyonu	94°C 'de 5 dk
	Denatürasyon	94°C 'de 30 sn
	Bağlanma	59°C 'de 50 sn
	Uzama	72°C 'de 30 sn
	Son uzama	72°C 'de 5 dk
CSN1S2	Başlangıç Denatürasyonu	94°C 'de 3 dk
	Denatürasyon	94°C 'de 30 sn
	Bağlanma	63°C 'de 50 sn
	Uzama	72°C 'de 40 sn
	Son uzama	72°C 'de 5 dk
CSN2	Başlangıç Denatürasyonu	94°C 'de 3 dk
	Denatürasyon	94°C 'de 30 sn
	Bağlanma	65°C 'de 50 sn
	Uzama	72°C 'de 30 sn
	Son uzama	72°C 'de 5 dk
CSN3	Başlangıç Denatürasyonu	94°C 'de 3 dk
	Denatürasyon	94°C 'de 30 sn
	Bağlanma	65°C 'de 60 sn
	Uzama	72°C 'de 40 sn
	Son uzama	72°C 'de 5 dk

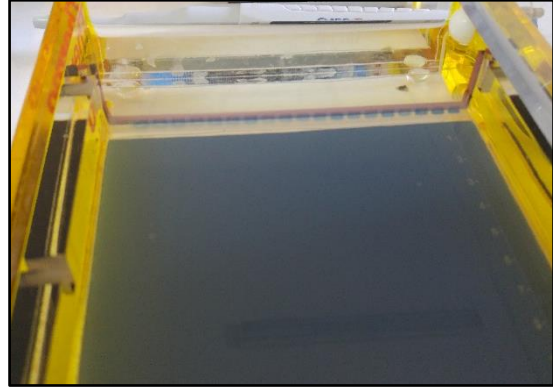
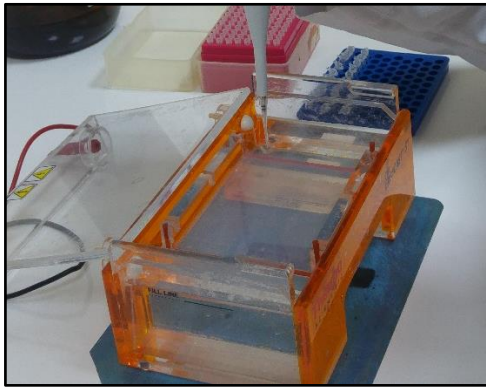
PCR ürünleri thermal cycler cihazından çıkarıldıktan sonra agaroz jel elektroforez uygulanarak PCR işleminin başarılı olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bunun için PCR ürünleri %2'lik yoğunlukta hazırlanan agaroz jele yüklenerek, elektroforezde 100 V'ta 20 dk yürütülmüştür.

Elektroforez için gerekli agaroz jelin hazırlanmasında agaroz, 1X TBE tampon çözeltisi ve SafeView Classic boya kullanılmıştır. 1X TBE tampon çözeltisi daha önceden hazır olarak bulunan 10X TBE tampon çözeltisinin distile su ile %10 oranında sulandırılması ile elde edilmiştir. 10X TBE tampon çözeltisinin hazırlanışı Ek 3'te belirtilmiştir. Jel hazırlamak için 250 ml'lik erlen mayer içerisine jel tankının kapasitesine göre değişmekle birlikte 120 ml 1X TBE tampon çözeltisi konulmuştur. %2'lik yoğunlukta agaroz jel oluşturulacağı için hassas terazide 2.4 gr agaroz tartılarak erlen mayer içerisine dökülmüştür. Bir mikrodalga fırın içerisine konulan erlen mayer yüksek sıcaklıkta 3–4 dk ısıtılarak agarozun tampon çözelti içerisinde erimesi sağlanmıştır. Karışım mikrodalga fırından çıkarılarak yaklaşık 50-60°C'ye kadar soğutulduktan sonra PCR ürünlerinin ultra-viyole (UV) ışık altında görünmesini sağlamak amacıyla 100 ml'de

5 µl olacak şekilde 6 µl SafeView classic DNA boyası eklenmiştir. Homojenlik sağlamak için hava kabarcığı oluşturmadan çözelti hafifçe karıştırılmıştır.

PCR ürünlerinin jele yükleneceği kuyuların oluşturulması amacıyla jel tankına taraklar yerleştirilmiştir. Erlen mayer içerisindeki çözelti hava kabarcığı oluşturmadan jel tankına dökülerek oda sıcaklığında katılaşması beklenmiştir. Jel katılaştıktan sonra taraklar dikkatli bir şekilde jelin içerisinden çıkarılmış ve tankla birlikte elektroforez cihazına yerleştirilmiştir. Elektroforez tankına 1X TBE tampon çözeltisi jelin üst kısmını kapatacak şekilde ilave edilmiştir.

PCR ürünlerinin jel kuyularına yüklenmesi esnasında 1X TBE çözeltisine karışmasını önlemek, kuyuların dip kısmına çökmesini sağlamak ve yürütülmesi esnasında kolay takibi amacıyla PCR ürünleri yükleme boyası (loading dye) ile karıştırılmıştır. Bu işlem için bir miktar parafilm kesilmiş ve parafilm üzerine kuyulara yüklenecek PCR ürünleri sayısı kadar yükleme boyası her ürün için 1'er µl olacak şekilde otomatik pipetle konulmuştur. PCR ürünlerinden 5 µl eklenerek otomatik pipetle karıştırılmış ve kuyulara yüklenmiştir (Şekil 15). İlk kuyuya da PCR ürünlerinden elde edilecek bantların belirlenmesi için 100 bp'lik (Vivantis DNA ladder) standart DNA merdiveni yüklenerek elektroforez işlemi başlatılmıştır.



Şekil 15. PCR ürünlerinin kuyulara yüklenmesi.

Elektroforez işlemi 20 dakika 100 volt elektrik gerilimi uygulanarak yapılmıştır. Elektroforez işlemi bittikten sonra tanktaki jel alınarak UV ışık veren jel görüntülenme cihazına konulmuş ve fotoğrafları çekilmiştir. PCR işleminin başarılı olduğu PCR ürünleri, restriksiyon enzimi ile kesim işlemi için 4°C de saklanmıştır.

PCR sonunda CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genlerine ait bantların elde edildiği PCR ürünleri Tablo 9’da belirtilen kesim enzimleri ile kesilmiştir.

Tablo 9. CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genlerine ait kesim enzimleri, inkübasyon sıcaklıkları ve süresi, kesim işleminde kullanılan bileşenler.

	CSN1S1	CSN1S2	CSN2	CSN3
Kesim enzimi	<i>MaeIII</i>	<i>MnlI</i>	<i>DdeI</i>	<i>HinfI</i>
Enzim kesim bölgesi	$\begin{array}{c} \downarrow \\ \text{GTNAC} \\ \text{CANTG} \\ \uparrow \end{array}$	$\begin{array}{c} \downarrow \\ \text{CCTCN} \\ \text{GGAGN} \\ \uparrow \end{array}$	$\begin{array}{c} \downarrow \\ \text{CTNAG} \\ \text{GANTC} \\ \uparrow \end{array}$	$\begin{array}{c} \downarrow \\ \text{GANTC} \\ \text{CTNAG} \\ \uparrow \end{array}$
İnkübasyon sıcaklığı	55°C	37°C	37°C	37°C
İnkübasyon süresi	1 saat	15 dk	15 dk	15 dk
Bileşenler				
Kesim enzimi	1 µl	1 µl	1 µl	1 µl
Buffer	12.5 µl	5 µl	5 µl	5 µl
Nuclease free water	1.5 µl	29 µl	29 µl	29 µl
PCR ürünü	10 µl	15 µl	15 µl	15 µl
Toplam Miktar	25 µl	50 µl	50 µl	50 µl

PCR sonucu elde edilen ürünlere kesim enzimi uygulaması için Tablo 10’da belirtilen bileşenler ve miktarlar, üretici firmaların önerisi doğrultusunda hazırlanarak kesim enzimi karışımı oluşturulmuştur. Çalışma kolaylığı sağlanması açısından 20 numunelik kesim enzimi stok karışımı 1.5 ml’lik mikrosantrifüj tüpü içerisinde oluşturulmuştur. Pipetaj hatasını önlemek için her seferinde bir numune fazla olacak şekilde stok karışım ayarlanmıştır. Stok karışım oluştururken buz veya soğuk kuru blok üzerinde bütün işlemler yapılmıştır. Oluşturulan kesim enzimi stok karışımı önceden etiketlenmiş olan ve soğuk kuru blok üzerinde bulunan 0.2 ml’lik PCR tüpleri içine mikropipet ile dağıtılmıştır. CSN1S1 geni için her bir PCR tüpüne 15 µl dağıtılırken; CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için ise 35 µl dağıtılmıştır. CSN1S1 geni için son hacim 25 µl olacak şekilde; CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için ise 50 µl olacak şekilde PCR ürünü eklenmiştir. Kesim enzimi karışımları Tablo 9’da belirtilen inkübasyon sıcaklığı ve süresince inkübasyona bırakılmıştır.

CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için kesim inkübasyonunun sonunda karışımlar tekrar yukarıda anlatıldığı şekilde %3’lük agaroz jel hazırlanarak elektroforez işlemi yapılmıştır. Jele yükleme esnasında her bir kesim ürününden 15 µl alınarak 2 µl

yükleme boyası ile parafilm üzerinde karıştırılmıştır. Hazırlanan agaroz jelin ilk kuyusuna RFLP ürünlerinin büyüklüklerini belirlemek için 50 veya 100 baz çifti standart DNA merdiveni ikinci kuyusundan itibaren ise RFLP ürünleri yüklenmiştir. Daha sonra elektroforez işlemi 90 dakika 90 volt elektrik gerilimine ayarlanarak başlatılmıştır. Elektroforez sonunda jelin UV ışık veren jel görüntüleme cihazında fotoğrafı çekilmiştir. CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genlerinin genotipleri belirlenerek kayıt edilmiştir. CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için görüntülerde Tablo 10'da belirtilen genotipler ve kesim yerlerinin oluşması beklenmiştir.

Tablo 10. CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için RFLP sonrası beklenen genotipler ve bantlar.

Gen Bölgesi	Genotip	Bantlar (bç)
CSN1S1	BB	214 ve 96 bç
	BC	310, 214 ve 96 bç
	CC	310 bç
CSN1S2	AA	196 ve 160 bç
	DA	356, 196 ve 160 bç
	DD	356 bç
CSN2	A1A1	121 bç
	A1A2	121, 86 ve 35 bç
	A2A2	86 ve 35 bç
CSN3	AA	132/134 ve 84 bç
	AB	266, 132/134 ve 84 bç
	BB	266 ve 84 bç

3.3. İstatistiksel Analizler

Elektroforez işlemlerinden elde edilen görüntülere dayalı olarak her bireyin CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 gen bölgelerine yönelik genotipler öncelikle popülasyon parametreleri bakımından analiz edilmiştir. Analiz sonucunda her dört gen bölgesi için ayrı ayrı olmak üzere süt sığırı işletmeleri ve genel popülasyon düzeylerinde gen ve genotip frekansları belirlenmiştir. Ayrıca, üç farklı işletmenin ve genel popülasyonun Hardy-Weinberg dengesinde olup olmadıkları ki-kare (χ^2) testi ile belirlenmiştir. CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri için toplam allel ve genotip frekansları ile Hardy-Weinberg Dengesine (HWE) uyumluluk ve ki-kare (χ^2) değerleri

Gene-Calc (Birkowski ve Miks, 2018) online bilgisayar programı kullanılarak hesaplanmıştır.

Süt verimi ve sütün bileşenlerine, CSN1S1, CSN2 ve CSN3 gen bölgelerinin etkisinin (önemlerinin) hesaplanmasında Genel Doğrusal Model (General Linear Model; GLM) kullanılarak varyans analizi (en küçük kareler metodu) yapılmıştır. CSN1S2 geni ise varyasyon olmadığı için hesaplamaya dahil edilmemiştir. Ayrıca her bir gen için genotip x çevre (Diyarbakır, Konya ve Manisa) interaksyonlarına da bakılmıştır. Süt verim ve bileşenlerine bazı çevresel faktörlerin etkisi de en küçük kareler metodu ile analiz edilmiştir. Grup sayısı ikiden fazla olan alt gruplardaki farklılıkları tespit etmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu analizlerin yapılmasında SPSS (2006), paket programından yararlanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde süt verimi ve süt bileşenlerinin analizi için, iki farklı matematiksel modelin varlığı kabul edilmiştir;

1. Model (Süt verimi, bazı çevresel faktörler ve genotip)

$$Y_{ijklmnop} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + e_m + f_n + g_o + h_p + (ab)_{ij} + (ac)_{ik} + (ad)_{il} + e_{ijklmnop}$$

$Y_{ijklmnop}$ = İncelenen fenotipik özellikler (Laktasyon süresi, laktasyon süt verimi ve 305 günlük süt verimi)

μ = Genel (beklenen) ortalamayı

a_i = Çevrenin (İşletmenin) etkisi (i= Diyarbakır, Konya ve Manisa)

b_j = CSN1S1 geninin etkisi (j=BB, BC, CC)

c_k = CSN2 geninin etkisi (k=A1A1, A1A2, A2A2)

d_l = CSN3 geninin etkisi (l=AA, AB, BB)

e_m = Buzağılama mevsiminin etkisini (m=sonbahar, kış, ilkbahar, yaz)

f_n = Buzağılama yılının etkisi (n=2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018)

g_o = Buzağılama yaşının etkisi (o=2, 3, 4, 5, 6, 7)

h_p = Laktasyon sayısının etkisini ($p=1, 2, 3, 4, 5$)

$(ab)_{ij}$ = Çevre (İşletme) x Genotip (CSN1S1) interaksyonunu

$(ac)_{ik}$ = Çevre (İşletme) x Genotip (CSN2) interaksyonunu

$(ad)_{il}$ = Çevre (İşletme) x Genotip (CSN3) interaksyonunu

$e_{ijklmnop}$ = Hata etkisi

2. Model (Süt bileşenleri, bazı çevresel faktörler ve genotip)

$$Y_{ijklmno} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + e_m + f_n + g_o + (ab)_{ij} + (ac)_{ik} + (ad)_{il} + e_{ijklmno}$$

$Y_{ijklmno}$ = İncelenen fenotipik özellikler (Yağsız kuru madde oranı, süt yağ oranı, protein oranı ve laktoz oranı)

μ = Genel (beklenen) ortalamayı

a_i = Çevrenin (İşletmenin) etkisi (i = Diyarbakır, Konya ve Manisa)

b_j = CSN1S1 geninin etkisi (j =BB, BC, CC)

c_k = CSN2 geninin etkisi (k =A1A1, A1A2, A2A2)

d_l = CSN3 geninin etkisi (l =AA, AB, BB)

e_m = Buzağılama mevsiminin etkisini (m =sonbahar, kış, ilkbahar, yaz)

f_n = Süt numunesinin alındığı zamandaki hayvanın yaşının etkisi ($n=2, 3, 4, 5, 6, 7 \leq$)

g_o = Laktasyon sayısının etkisini ($o=1, 2, 3, 4, 5 \leq$)

$(ab)_{ij}$ = Çevre (İşletme) x Genotip (CSN1S1) interaksyonunu

$(ac)_{ik}$ = Çevre (İşletme) x Genotip (CSN2) interaksyonunu

$(ad)_{il}$ = Çevre (İşletme) x Genotip (CSN3) interaksyonunu

$e_{ijklmno}$ = Hata etkisi

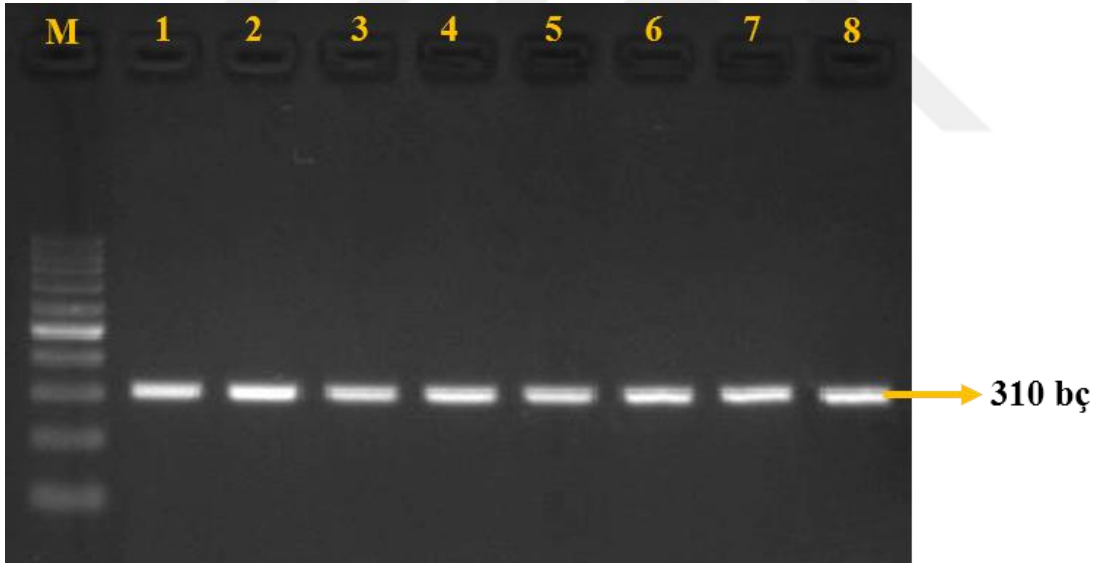
4. BULGULAR

4.1. PCR-RFLP Bulguları

Çalışma kapsamında üç farklı bölgede yetiştirilen toplam 519 baş Siyah Alaca ırkı ineğin oluşturduğu popülasyonda CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genlerine ait polimorfizmler PCR-RFLP yöntemi ile belirlenmiştir. UV görüntüleme cihazı ile agaroz jeller görüntülenmiş ve genotipler belirlenmiştir.

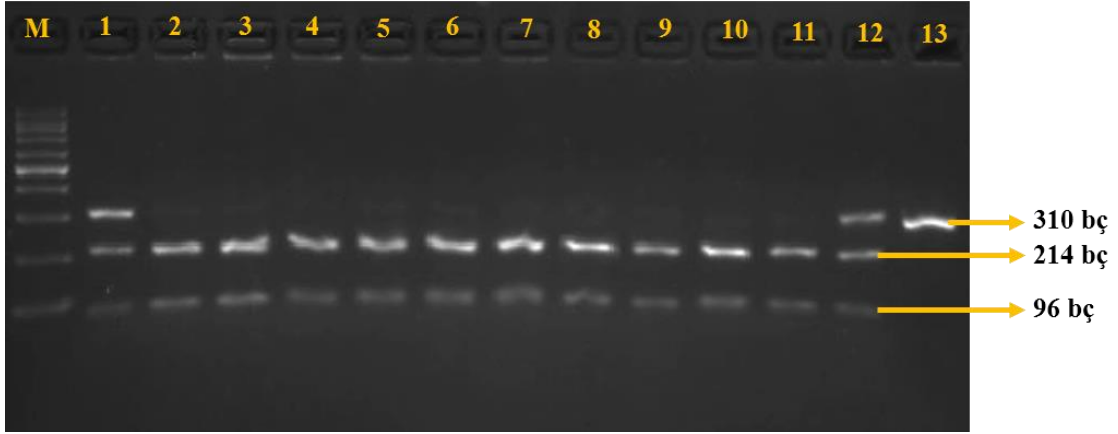
4.1.1. CSN1S1 geni

310 bç'lik hedef DNA bölgesinin PCR ile çoğaltılma işleminin başarılı olup olmadığını anlamak ve oluşabilecek spesifik olmayan bantları görüntülemek için %2'lik agaroz jel elektroforezi yapılmıştır. Bazı bireylere ait CSN1S1 geninin PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüleri Şekil 16'da sunulmuştur.



Şekil 16. CSN1S1 geninin 310 bç'lik PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüsü (M: 100 bç'lik DNA merdiveni)

PCR işleminden sonra kontrolü gerçekleştirilen PCR ürünlerinin *MaeIII* enzimi ile 55°C'de 60 dk inkübasyona bırakılarak enzim kesimleri yapılmıştır. Enzim kesim ürünleri %3'lük agaroz jelde görüntülenerek genotiplendirilmeleri sağlanmıştır. CSN1S1 geninin *MaeIII* enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü Şekil 17'de sunulmuştur.

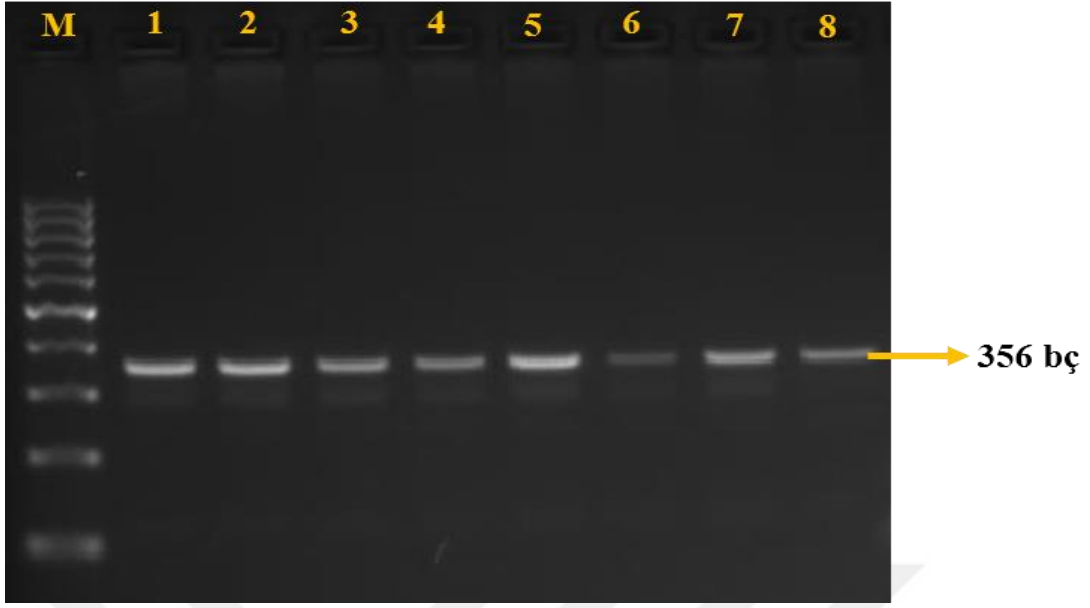


Şekil 17. CSN1S1 geninin *MaeIII* enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü (M: 100 bç'lik DNA merdiveni)

Şekil 17'de verilen agaroz jel görüntüsü incelendiğinde, BB genotipindeki bireylerde 214 ve 96 bç'lik iki bant (2-11. kolonlar arası), BC genotipindeki bireylerde 310, 214 ve 96 bç'lik üç bant (1. ve 12. kolon), CC genotipindeki bireylerde ise 310 bç'lik tek bant (13. kolon) gözlenmiştir.

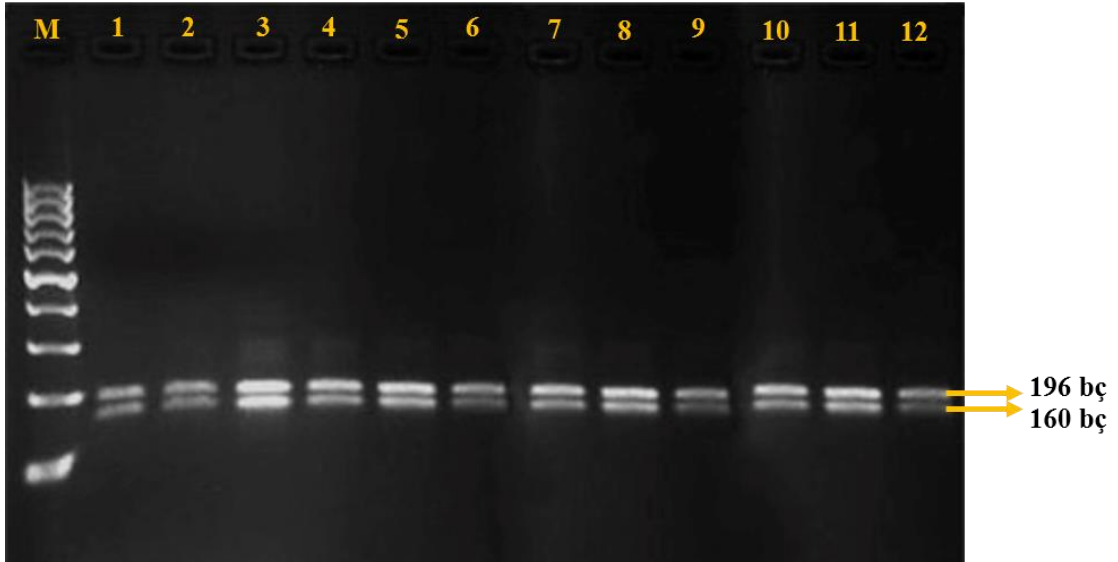
4.1.2. CSN1S2 geni

356 bç'lik hedef DNA bölgesinin PCR ile çoğaltılma işleminin başarılı olup olmadığını anlamak ve oluşabilecek spesifik olmayan bantları görüntülemek için %2'lik agaroz jel elektroforezi yapılmıştır. Bazı bireylere ait CSN1S2 geninin PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüleri Şekil 18'de sunulmuştur.



Şekil 18. CSN1S2 geninin 356 bç'lik PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüsü (M: 100 bç'lik DNA merdiveni)

PCR işleminden sonra kontrolü gerçekleştirilen PCR ürünlerinin *MnII* enzimi ile 37°C'de 15 dk inkübasyona bırakılarak enzim kesimleri yapılmıştır. Enzim kesim ürünleri %3'lük agaroz jelde görüntülenerek genotiplendirilmeleri sağlanmıştır. CSN1S2 geninin *MnII* enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü Şekil 19'de sunulmuştur.

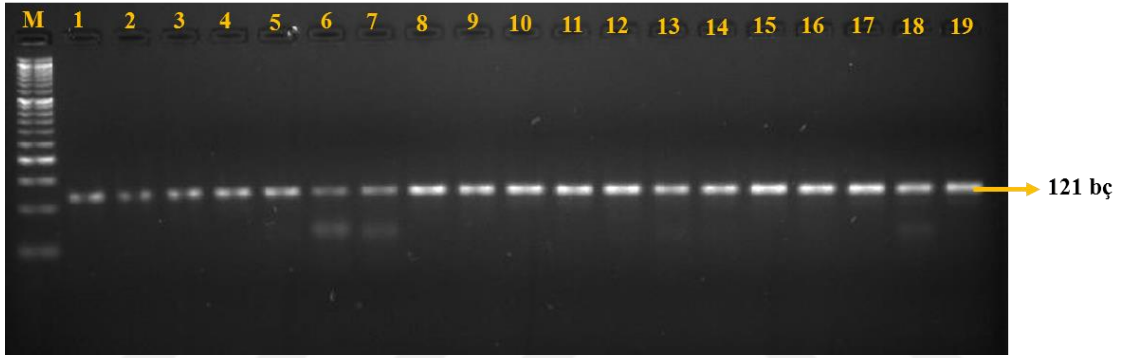


Şekil 19. CSN1S2 geninin *MnII* enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü (M: 100 bç'lik DNA merdiveni)

Şekil 19’da verilen agaroz jel görüntüsü incelendiğinde, AA genotipindeki bireylerde 196 ve 160 bç’lik iki bant (1-12. kolonlar arası) gözlenmiştir. DA ve DD genotipine sahip bireylere rastlanmamıştır.

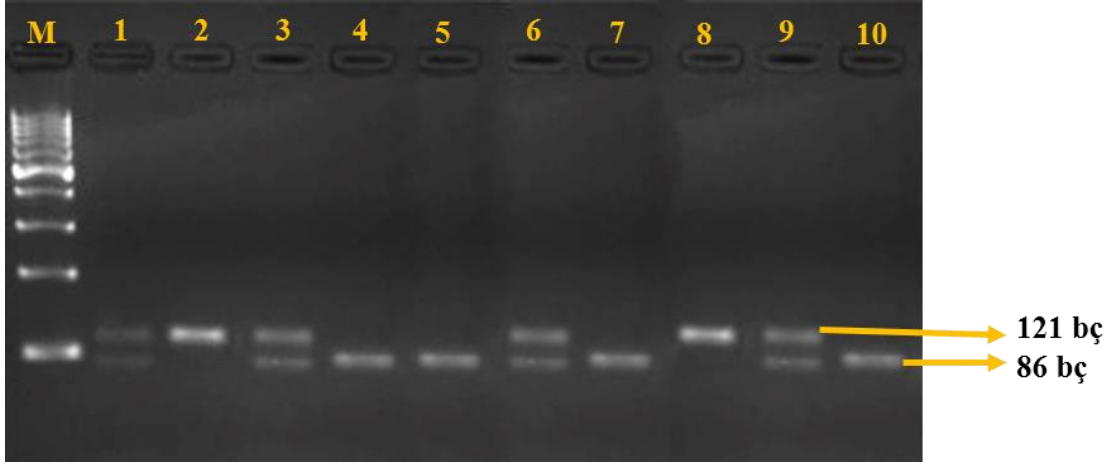
4.1.3. CSN2 geni

121 bç’lik hedef DNA bölgesinin PCR ile çoğaltılma işleminin başarılı olup olmadığını anlamak ve oluşabilecek spesifik olmayan bantları görüntülemek için %2’lik agaroz jel elektroforezi yapılmıştır. Bazı bireylere ait CSN2 geninin PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüleri Şekil 20’de sunulmuştur.



Şekil 20. CSN2 geninin 121 bç’lik PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüsü (M: 50 bç’lik DNA merdiveni)

PCR işleminden sonra kontrolü gerçekleştirilen PCR ürünlerinin *DdeI* enzimi ile 37°C’de 15 dk inkübasyona bırakılarak enzim kesimleri yapılmıştır. Enzim kesim ürünleri %3’lük agaroz jelde görüntülenerek genotiplendirilmeleri sağlanmıştır. CSN2 geninin *DdeI* enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü Şekil 21’de sunulmuştur.

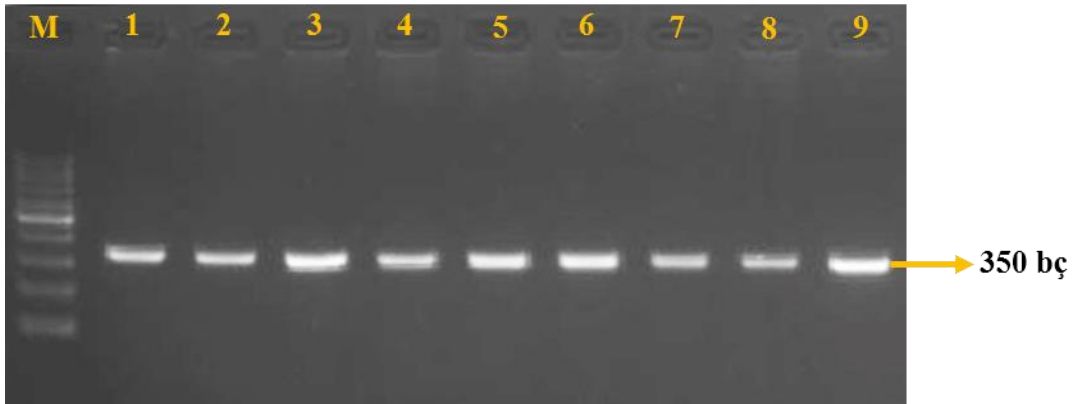


Şekil 21. CSN2 geninin *DdeI* enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü (M: 100 bç'lik DNA merdiveni)

Şekil 21'de verilen agaroz jel görüntüsü incelendiğinde, A1A1 genotipindeki bireylerde 121 bç'lik tek bant (2 ve 8. kolonlar), A1A2 genotipindeki bireylerde ise 121, 86 ve 35 bç'lik üç bant (1, 3, 6 ve 9. kolonlar), A2A2 genotipindeki bireylerde 86 ve 35 bç'lik iki bant (4, 5, 7 ve 10. kolonlar) gözlenmiştir. 35 bç çok küçük baz çifti olduğu için agaroz jel görüntüsünde görünmemiştir.

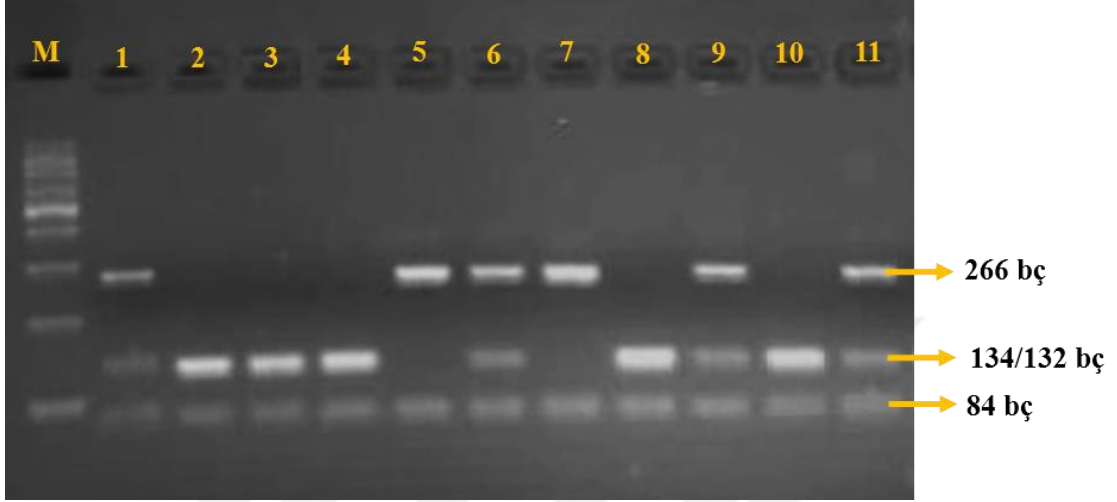
4.1.4. CSN3 geni

350 bç'lik hedef DNA bölgesinin PCR ile çoğaltılma işleminin başarılı olup olmadığını anlamak ve oluşabilecek spesifik olmayan bantları görüntülemek için %2'lik agaroz jel elektroforezi yapılmıştır. Bazı bireylere ait CSN3 geninin PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüleri Şekil 22'de sunulmuştur.



Şekil 22. CSN3 geninin 350 bç'lik PCR ürünlerinin agaroz jel görüntüsü (M: 100 bç'lik DNA merdiveni)

PCR işleminden sonra kontrolü gerçekleştirilen PCR ürünlerinin *HinfI* enzimi ile 37°C’de 15 dk inkübasyona bırakılarak enzim kesimleri yapılmıştır. Enzim kesim ürünleri %3’lük agaroz jelde görüntülenerek genotiplendirilmeleri sağlanmıştır. CSN3 geninin *HinfI* enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü Şekil 23’te sunulmuştur.



Şekil 23. CSN3 geninin *HinfI* enzimi ile kesim sonrası agaroz jel görüntüsü (M: 100 bç’lik DNA merdiveni)

Şekil 23’te verilen agaroz jel görüntüsü incelendiğinde, AA genotipindeki bireylerde 132/134 ve 84 bç’lik iki bant (2, 3, 4, 8 ve 10. kolonlar), AB genotipindeki bireylerde ise 266, 132/134 ve 84 bç’lik üç bant (1, 6, 9 ve 11. kolonlar), BB genotipindeki bireylerde 266 ve 84 bç’lik iki bant (5 ve 7. kolonlar) gözlenmiştir.

4.2. Allel ve Genotip Frekansları

Araştırmada, Diyarbakır, Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen toplam 519 baş Siyah Alaca ırkı ineğin oluşturduğu popülasyonda incelenen CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genlerine ait polimorfizmlerin genotip ve allel frekansları ile Hardy-Weinberg eşitliğine uyumluluğu hesaplanmıştır.

Diyarbakır, Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerin CSN1S1 geninin allel ve genotip frekansları Tablo 11’de sunulmuştur. CSN1S1 gen polimorfizminin BB, BC ve CC genotiplerine ait frekanslar Diyarbakır ilinde sırasıyla 0.926, 0.037 ve 0.037; Konya ilinde sırasıyla 0.85, 0.15 ve 0 ve Manisa ilinde sırasıyla 0.88, 0.12 ve 0 olarak hesaplanmıştır. Bu polimorfizme ait Diyarbakır, Konya ve Manisa

illerindeki B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla 0.944 ve 0.056; 0.926 ve 0.074; 0.938 ve 0.062'dir. CSN1S1 geni polimorfizmine ait genotip frekansları Konya ve Manisa illerinde Hardy-Weinberg eşitliğine uyum gösterirken ($P>0.05$), Diyarbakır ilinde uyum göstermemiştir ($P<0.001$).

Araştırma kapsamında yer alan 519 baş Siyah Alaca ırkı ineğin BB, BC ve CC genotiplerine ait frekanslar sırasıyla 0.88, 0.11 ve 0.01; B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla 0.935 ve 0.065 olarak hesaplanmıştır. Genel popülasyon için CSN1S1 geni polimorfizmine ait genotip frekansları Hardy-Weinberg eşitliğine uyum göstermiştir ($P>0.05$).

Tablo 11. CSN1S1 genine ait allel ve genotip frekansları.

İl	N		Genotip Frekansları			Allel Frekansları	
			BB	BC	CC	B	C
Diyarbakır	135	Frekans	0.926	0.037	0.037	0.944	0.056
		Gözlenen	125	5	5		
		Beklenen	120.42	14.17	0.42		
		χ^2		56.522			
		P		0.000***			
Konya	189	Frekans	0.85	0.15	0.0	0.926	0.074
		Gözlenen	161	28	0.0		
		Beklenen	162.04	25.93	1.04		
		χ^2		1.210			
		P		0.546			
Manisa	195	Frekans	0.88	0.12	0.0	0.938	0.062
		Gözlenen	171	24	0.0		
		Beklenen	171.74	22.52	0.74		
		χ^2		0.838			
		P		0.120			
Toplam	519	Frekans	0.88	0.11	0.01	0.935	0.065
		Gözlenen	457	57	5		
		Beklenen	454.16	62.68	2.16		
		χ^2		4.256			
		P		0.119			

*** $P<0.001$

Diyarbakır, Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen Siyah Alaca ineklerin CSN1S2 geninin allel ve genotip frekansları Tablo 12'de sunulmuştur. CSN1S2 gen

polimorfizminin AA, DA ve DD genotiplerine ait frekanslar Diyarbakır ilinde sırasıyla 1.0, 0.0 ve 0.0, Konya ilinde sırasıyla 1.0, 0.0 ve 0.0 ve Manisa ilinde sırasıyla 1.0, 0.0 ve 0.0 olarak hesaplanmıştır. Bu polimorfizme ait Diyarbakır, Konya ve Manisa illerindeki A ve D allellerinin frekansları ise sırasıyla 1.0 ve 0.0; 1.0 ve 0.0; 1.0 ve 0.0'dır. CSN1S2 geninin genotip frekansı bakımından her üç popülasyonda sadece AA genotipi tespit edilmiştir. Bu sonuca göre her üç popülasyonda da CSN1S2 geninin monomorfik olduğu tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında yer alan 519 baş Siyah Alaca ırkı ineğin AA, DA ve DD genotiplerine ait frekansları sırasıyla 1.0, 0.0 ve 0.0; A ve D allellerinin frekansları ise sırasıyla 1.0 ve 0.0 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 12. CSN1S2 genine ait allel ve genotip frekansları.

İl	N	Genotip Frekansları			Allel Frekansları		
		AA	DA	DD	A	D	
Diyarbakır	135	Frekans	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0
		Gözlenen	135	0.0	0.0		
Konya	189	Frekans	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0
		Gözlenen	189	0.0	0.0		
Manisa	195	Frekans	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0
		Gözlenen	195	0.0	0.0		
Toplam	519	Frekans	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0
		Gözlenen	519	0.0	0.0		

Diyarbakır, Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen Siyah Alaca ineklerin CSN2 geninin allel ve genotip frekansları Tablo 13'te sunulmuştur. CSN2 gen polimorfizminin A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerine ait frekanslar Diyarbakır ilinde sırasıyla 0.20, 0.55 ve 0.25; Konya ilinde sırasıyla 0.11, 0.67 ve 0.22 ve Manisa ilinde sırasıyla 0.13, 0.63 ve 0.24 olarak hesaplanmıştır. Bu polimorfizme ait Diyarbakır, Konya ve Manisa illerindeki A1 ve A2 allellerinin frekansları ise sırasıyla 0.474 ve 0.526; 0.444 ve 0.556; 0.449 ve 0.551'dir. CSN2 geni polimorfizmine ait genotip frekansları Diyarbakır ilinde Hardy-Weinberg eşitliğine uyum gösterdiği ($P>0.05$), Konya ve Manisa illerinde ise Hardy-Weinberg eşitliğine uyum göstermediği belirlenmiştir.

Araştırmada, 519 baş Siyah Alaca ırkı ineğin A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerine ait frekanslar sırasıyla 0.14, 0.62 ve 0.24; A1 ve A2 allellerinin frekansları ise sırasıyla 0.454 ve 0.546 olarak hesaplanmıştır. Genel popülasyonda CSN2 geni polimorfizmine ait genotip frekansları Hardy-Weinberg eşitliğine uyum göstermemiştir.

Tablo 13. CSN2 genine ait allel ve genotip frekansları.

İl	N	Genotip Frekansları			Allel Frekansları		
		A1A1	A1A2	A2A2	A1	A2	
Diyarbakır	135	Frekans	0.20	0.55	0.25	0.474	0.526
		Gözlenen	27	74	34		
		Beklenen	30.34	67.32	37.34		
		χ^2		1.330			
		P		0.514			
Konya	189	Frekans	0.11	0.67	0.22	0.444	0.556
		Gözlenen	21	126	42		
		Beklenen	37.33	93.33	58.33		
		χ^2		23.153			
		P		0.000***			
Manisa	195	Frekans	0.13	0.63	0.24	0.449	0.551
		Gözlenen	26	123	46		
		Beklenen	39.26	96.47	59.26		
		χ^2		14.742			
		P		0.001**			
Toplam	519	Frekans	0.14	0.62	0.24	0.454	0.546
		Gözlenen	74	323	122		
		Beklenen	106.86	257.28	154.86		
		χ^2		33.865			
		P		0.000***			

P<0.01; *P<0.001

Diyarbakır, Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerin CSN3 geninin allel ve genotip frekansları Tablo 14’te sunulmuştur. CSN3 gen polimorfizminin AA, AB ve BB genotiplerine ait frekanslar Diyarbakır ilinde sırasıyla 0.66, 0.32 ve 0.02; Konya ilinde sırasıyla 0.624, 0.323 ve 0.054 ve Manisa ilinde sırasıyla 0.58, 0.34 ve 0.08 olarak hesaplanmıştır. Bu polimorfizme ait Diyarbakır, Konya ve Manisa illerindeki A ve B allellerinin frekansları ise sırasıyla 0.826 ve 0.174; 0.786 ve 0.214; 0.751 ve 0.249’dur. CSN3 geni polimorfizmine ait genotip frekansları üç popülasyonda da Hardy-Weinberg eşitliğine uyum göstermiştir (P>0.05).

Araştırma kapsamında yer alan 519 baş Siyah Alaca ırkı ineğin AA, AB ve BB genotiplerine ait frekanslar sırasıyla 0.62, 0.33 ve 0.05; A ve B allellerinin frekansları ise sırasıyla 0.783 ve 0.217 olarak hesaplanmıştır. Tüm popülasyon için CSN3 geni

polimorfizmine ait genotip frekansları Hardy-Weinberg eşitliğine uyum göstermiştir (P>0.05).

Tablo 14. CSN3 genine ait allel ve genotip frekansları.

İl	N		Genotip Frekansları			Allel Frekansları	
			AA	AB	BB	A	B
Diyarbakır	135	Frekans (%)	0.66	0.32	0.02	0.826	0.174
		Gözlenen	90	43	2		
		Beklenen	92.09	38.82	4.09		
		χ^2		1.566			
		P		0.457			
Konya	189	Frekans	0.624	0.323	0.054	0.786	0.214
		Gözlenen	118	61	10		
		Beklenen	116.68	63.64	8.68		
		χ^2		0.326			
		P		0.850			
Manisa	195	Frekans	0.58	0.34	0.08	0.751	0.249
		Gözlenen	113	67	15		
		Beklenen	110.06	72.87	12.06		
		χ^2		1.267			
		P		0.531			
Toplam	519	Frekans	0.62	0.33	0.05	0.783	0.217
		Gözlenen	321	171	27		
		Beklenen	318.39	176.23	24.39		
		χ^2		0.457			
		P		0.796			

4.3. Süt Verim Özellikleri

Üç farklı bölgede yetiştirilen Siyah Alaca ineklerin süt verim özellikleri (laktasyon süresi, laktasyon süt verimi ve 305 günlük düzeltilmiş süt verimi) ile α_{S1} -kazein (CSN1S1), β -kazein (CSN2) ve κ -kazein (CSN3) genlerinin polimorfizmleri arasında anlamlı bir ilişkinin varlığı araştırılmıştır. Ancak, α_{S2} -kazein (CSN1S2) geninin monomorfik olmasından dolayı α_{S2} -kazein geni ile süt verim özellikleri arasında bir ilişki kurulamamıştır.

4.3.1. Laktasyon Süresi

Üç farklı işletmede yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerin ortalama laktasyon süreleri Tablo 15’te sunulmuştur. Diyarbakır, Konya ve Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ortalama laktasyon süreleri sırasıyla 356.81, 352.27 ve 334.15 gün olarak tespit edilmiştir. Genel laktasyon süresi ortalaması ise 347.22 gün olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada Siyah Alaca ırkı süt sığırları için Diyarbakır, Konya, Manisa ve genel popülasyondaki laktasyon süresi ortalaması ideal olarak bilinen 305 günlük laktasyon süresinden yaklaşık sırasıyla 51, 47, 29, ve 32 gün daha uzun olduğu belirlenmiştir.

Tablo 15. Genotiplere ait ortalama laktasyon süreleri (gün)

	Süt Sığırcılığı İşletmeleri				GxÇ
	Diyarbakır (N=135)	Konya (N=189)	Manisa (N=195)	Genel (N=519)	
	$\bar{x}\pm S\bar{x}$	$\bar{x}\pm S\bar{x}$	$\bar{x}\pm S\bar{x}$	$\bar{x}\pm S\bar{x}$	
CSN1S1	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
BB	356.49±3.83	354.37±3.50	335.31±2.13	348.33±1.86	#
BC	377.73±23.05	339.37±7.34	324.79±4.38	337.56±4.89	
CC	345.33±19.07	-	-	345.33±19.07	
CSN2	ÖD	ÖD	ÖD	*	
A1A1	372.59±8.15	363.64±9.21	337.06±5.82	359.13±4.73 ^a	#
A1A2	349.75±4.90	352.28±4.07	334.20±2.28	345.18±2.19 ^b	
A2A2	359.49±7.67	346.87±6.07	332.53±4.63	345.48±3.56 ^b	
CSN3	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
AA	359.19±4.72	352.88±3.96	333.95±2.70	348.89±2.29	#
AB	352.10±5.94	350.89±5.80	334.17±3.12	344.76±2.85	
BB	345.33±42.88	352.26±15.01	335.36±6.97	341.75±6.93	
Ortalama	356.81±3.71	352.27±3.19	334.15±1.96	347.22±1.74	

*: $P<0.05$; ^{a,b}: Aynı sütunda yer alan ve farklı harf ile gösterilen alt gruplara ait ortalama değerler arasındaki farklar önemlidir; ÖD: Önemli değil ($P>0.05$); GxÇ: Genotip x Çevre interaksiyonu; $\bar{x}\pm S\bar{x}$: Ortalama \pm Standart hata; #: Genotip x Çevre interaksiyonu önemli değil ($P>0.05$)

Tablo 15 incelendiğinde, Siyah Alaca ırkı ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en uzun ortalama laktasyon süresi, Diyarbakır ili işletmesinde BC genotipinde, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süreleri arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en uzun ortalama laktasyon süresi, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde A1A1 genotipinde olmasına rağmen, her üç işletmede CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktasyon süreleri arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ancak genel sürüde, CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktasyon süreleri arasında önemli istatistiksel farklılığın olduğu ($P<0.05$), bu farklılığın en uzun laktasyon süresine sahip A1A1 genotipli ineklerden kaynaklandığı gözlenmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en uzun ortalama laktasyon süresi, Diyarbakır ili işletmesinde AA genotipinde, Konya ili işletmesinde AA ve BB genotipinde, Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel sürüde ise AA genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süreleri arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Laktasyon süresi bakımından, CSN1S1, CSN2 ve CSN3 genotipleri için genotip x çevre interaksiyonlarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$).

4.3.2. Laktasyon Süt Verimi

Üç farklı işletmede yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerin ortalama laktasyon süt verimleri Tablo 16'da sunulmuştur. Diyarbakır, Konya ve Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ortalama laktasyon süt verimi sırasıyla 7941.36, 9275.15 ve 9654.62 kg olarak tespit edilmiştir. Genel laktasyon süt verimi ortalaması ise 9039.09 kg olarak belirlenmiştir.

Tablo 16. Genotiplere ait ortalama laktasyon süt verimleri (kg)

	Süt Sığırcılığı İşletmeleri				GxÇ
	Diyarbakır	Konya	Manisa	Genel	
	$\bar{x}\pm S\bar{x}$	$\bar{x}\pm S\bar{x}$	$\bar{x}\pm S\bar{x}$	$\bar{x}\pm S\bar{x}$	
CSN1S1	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
BB	7920.73±102.52	9354.98±137.54	9685.10±101.02	9057.64±71.74	#
BC	7912.45±407.50	8784.03±360.60	9407.91±231.02	8936.59±214.46	
CC	8461.42±435.80	-	-	8461.42±435.80	
CSN2	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
A1A1	7847.77±203.93	9117.43±350.01	9801.79±272.85	8819.08±168.61	#
A1A2	8041.38±140.68	9464.00±168.37	9597.99±110.61	9164.03±88.31	
A2A2	7797.12±172.68	8823.56±226.95	9729.48±215.42	8846.23±130.56	
CSN3	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
AA	7884.41±114.90	9315.25±154.83	9577.32±128.91	8973.93±84.81	#
AB	8043.85±185.31	9224.70±253.81	9704.36±152.57	9088.45±121.30	
BB	8561.33±1007.83	9010.89±556.46	9958.06±286.97	9554.67±267.74	
Ort.	7941.36±97.43	9275.15±128.80	9654.62±93.45	9039.09±67.46	

ÖD: Önemli değil ($p>0.05$); GxÇ: Genotip x Çevre interaksiyonu; $\bar{x}\pm S\bar{x}$: Ortalama \pm Standart hata; #: Genotip x Çevre interaksiyonu önemli değil ($P>0.05$)

Tablo 16 incelendiğinde, Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek laktasyon süt verimi, Diyarbakır ili işletmesinde CC genotipinde, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süt verimi arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek laktasyon süt verimi, Diyarbakır ve Konya ili işletmelerinde A1A2 genotipinde, Manisa ili işletmesinde A1A1 genotipinde, genel sürüde ise A1A2 genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN2 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süt verimi arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en yüksek ortalama laktasyon süt verimi, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, Konya ili işletmesinde AA genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süt verimi arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Laktasyon süt verimi bakımından, CSN1S1, CSN2 ve CSN3 genotipleri için genotip x çevre interaksyonlarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir (P>0.05).

4.3.3. 305 günlük süt verimi (düzeltilmiş süt verimi)

Üç farklı işletmede yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerin ortalama 305 günlük düzeltilmiş süt verimleri Tablo 17’de sunulmuştur. Diyarbakır, Konya ve Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ortalama 305 günlük süt verimi sırasıyla 7305.94, 8547.09 ve 9079.90 kg olarak tespit edilmiştir. Genel laktasyon süt verimi ortalaması ise 8389.98 kg olarak belirlenmiştir. Konya ve Manisa’da bulunan iki işletmedeki ineklerin 305 günlük süt verimleri, ortalama 305 günlük süt veriminin üstünde, Diyarbakır ilinde bulunan işletmedeki ineklerin 305 günlük süt verimleri ise ortalama 305 günlük süt veriminin altında olduğu gözlenmiştir.

Tablo 17. Genotiplere ait ortalama 305 günlük süt verimleri (kg)

	Süt Sığırcılığı İşletmeleri				GxÇ
	Diyarbakır $\bar{x}\pm S\bar{x}$	Konya $\bar{x}\pm S\bar{x}$	Manisa $\bar{x}\pm S\bar{x}$	Genel $\bar{x}\pm S\bar{x}$	
CSN1S1	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
BB	7282.88±77.08	8602.78±107.06	9089.09±80.12	8392.78±57.65	#
BC	7171.27±245.81	8204.42±287.37	9005.47±190.17	8408.67±175.35	
CC	7980.92±311.01	-	-	7980.92±311.01	
CSN2	*	ÖD	ÖD	ÖD	
A1A1	7039.14±146.74 ^b	8237.30±282.02	9187.79±216.28	8048.31±140.51	*
A1A2	7475.99±106.78 ^a	8736.67±129.89	9006.77±87.36	8525.07±69.60	
A2A2	7148.79±123.92 ^{ab}	8165.61±180.28	9218.50±172.54	8242.19±108.03	
CSN3	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
AA	7243.95±85.28	8589.20±119.68	9021.39±104.45	8325.77±68.17	#
AB	7413.61±141.99	8494.28±202.95	9098.93±115.92	8433.56±97.61	
BB	8107.33±441.28	8268.37±409.67	9388.00±234.70	8931.36±212.41	
Ortalama	7305.94±73.17	8547.09±100.57	9079.90±74.25	8389.98±54.27	

*: P<0.05; ^{a,b}: Aynı sütunda yer alan ve farklı harf ile gösterilen alt gruplara ait ortalama değerler arasındaki farklar önemlidir; ÖD: Önemli değil (P>0.05); GxÇ: Genotip x çevre interaksyonu; $\bar{x}\pm S\bar{x}$: Ortalama ± Standart hata; #: Genotip x Çevre interaksyonu önemli değil (P>0.05)

Tablo 17 incelendiğinde, Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek 305 günlük süt verimi, Diyarbakır ili işletmesinde CC genotipinde, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel popülasyonda ise BC genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin 305 günlük süt verimi arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek 305 günlük süt verimi, Konya ili işletmesinde A1A2 genotipinde, Manisa ili işletmesinde A2A2 genotipinde ve genel sürüde A1A2 genotipinde olmasına rağmen, Konya ve Manisa ili işletmelerinde ve genel sürü bazında CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktasyon süreleri arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ancak Diyarbakır ili işletmesinde, CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin 305 günlük süt verimi arasında önemli istatistiksel farklılığın olduğu ($P<0.05$), bu farklılığın en yüksek 305 günlük süt verimine sahip A1A2 genotipli ineklerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en yüksek 305 günlük süt verimi, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, Konya ili işletmesinde AA genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel popülasyonda CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süt verimi arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) gözlenmiştir.

305 günlük süt verimi açısından, CSN2 geni için genotip x çevre interaksyonu istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($P<0.05$); CSN1S1 ve CSN3 genleri için ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

4.4. Süt Bileşenleri Özellikleri

Üç farklı bölgede yetiştirilen Siyah Alaca ineklerin süt bileşenleri özellikleri (Yağsız kuru madde oranı, süt yağ oranı, süt protein oranı ve laktoz oranı) ile α_{S1} -kazein (CSN1S1), β -kazein (CSN2) ve κ -kazein (CSN3) genlerinin polimorfizmleri arasında anlamlı bir ilişkinin varlığı araştırılmıştır. Ancak, α_{S2} -kazein (CSN1S2) geninin monomorfik olmasından dolayı α_{S2} -kazein geni ile süt bileşenleri özellikleri arasında bir ilişki kurulamamıştır.

4.4.1. Yağsız kuru madde oranı

Üç farklı işletmede yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerin ortalama yağsız kuru madde oranları Tablo 18’de sunulmuştur. Diyarbakır, Konya, Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ve genel popülasyonda ortalama yağsız kuru madde oranı sırasıyla %8.97, %8.59, %8.77 ve %8.76 olarak belirlenmiştir.

Tablo 18. Genotiplere ait yağsız kuru madde oranları (%).

	Süt sığırcılığı İşletmeleri				GxÇ
	Diyarbakır	Konya	Manisa	Genel	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	
CSN1S1	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
BB	8.99±0.05	8.60±0.03	8.78±0.02	8.78±0.02	#
BC	8.75±0.28	8.52±0.07	8.70±0.07	8.62±0.05	
CC	8.90±0.25	-	-	8.90±0.25	
CSN2	ÖD	ÖD	ÖD	**	
A1A1	8.87±0.09	8.52±0.10	8.79±0.07	8.74±0.05 ^b	#
A1A2	8.91±0.05	8.57±0.03	8.76±0.03	8.72±0.02 ^b	
A2A2	9.21±0.13	8.68±0.06	8.80±0.05	8.87±0.05 ^a	
CSN3	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
AA	8.97±0.06	8.56±0.04	8.76±0.03	8.75±0.03	#
AB	9.00±0.08	8.63±0.05	8.77±0.04	8.78±0.03	
BB	9.16±0.00	8.61±0.16	8.89±0.07	8.79±0.08	
Ortalama	8.97±0.05	8.59±0.03	8.77±0.02	8.76±0.02	

** $P < 0.01$; ^{a,b}: Aynı sütunda yer alan ve farklı harf ile gösterilen alt gruplara ait ortalama değerler arasındaki farklar önemlidir; ÖD: Önemli değil ($p > 0.05$); GxÇ: Genotip x Çevre interaksyonu; $\bar{x} \pm S\bar{x}$: Ortalama \pm Standart hata; #: Genotip x Çevre interaksyonu önemli değil ($P > 0.05$)

Tablo 18 incelendiğinde, Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek yağsız kuru madde oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel popülasyonda ise BC genotipinde bulunmuş olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin yağsız kuru madde oranı arasında istatistiksel farklılığın önemsiz olduğu ($P > 0.05$) belirlenmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek yağsız kuru madde oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde A2A2 genotipinde olmasına rağmen, her üç işletmede CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin yağsız kuru madde oranı arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P > 0.05$) tespit edilmiştir. Ancak genel

popülasyonda, CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin yağsız kuru madde oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olduğu ($P<0.01$), bu farklılığın en yüksek yağsız kuru madde oranına sahip A2A2 genotipli ineklerin lehine olduğu gözlenmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en yüksek yağsız kuru madde oranı, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, Konya ili işletmesinde AB genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin yağsız kuru madde oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir.

Yağsız kuru madde oranı bakımından, CSN1S1, CSN2 ve CSN3 genotipleri için genotip x çevre interaksiyonlarının da istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$).

4.4.2. Süt yağ oranı

Üç farklı işletmede yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerin ortalama süt yağ oranları Tablo 19'da sunulmuştur. Diyarbakır, Konya, Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ve genel popülasyonda ortalama süt yağ oranı sırasıyla %3.51, %3.63, %3.46 ve %3.54 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 19. Genotiplere ait süt yağ oranları (%).

	Süt sığırcılığı İşletmeleri			Genel $\bar{x}\pm S\bar{x}$	GxÇ
	Diyarbakır $\bar{x}\pm S\bar{x}$	Konya $\bar{x}\pm S\bar{x}$	Manisa $\bar{x}\pm S\bar{x}$		
CSN1S1	ÖD	*	ÖD	ÖD	
BB	3.50±0.04	3.60±0.04	3.48±0.03	3.53±0.02	*
BC	3.60±0.08	3.83±0.09	3.36±0.08	3.61±0.06	
CC	3.72±0.24	-	-	3.72±0.24	
CSN2	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
A1A1	3.69±0.08	3.73±0.11	3.41±0.08	3.60±0.05	#
A1A2	3.44±0.04	3.62±0.05	3.45±0.03	3.52±0.03	
A2A2	3.52±0.07	3.61±0.08	3.52±0.05	3.55±0.04	
CSN3	ÖD	**	ÖD	ÖD	
AA	3.51±0.04	3.73±0.05 ^a	3.42±0.03	3.56±0.03	**
AB	3.52±0.06	3.46±0.07 ^b	3.54±0.04	3.50±0.03	
BB	3.20±0.00	3.56±0.12 ^{ab}	3.46±0.11	3.49±0.08	
Ortalama	3.51±0.03	3.63±0.04	3.46±0.03	3.54±0.02	

*: $P<0.05$; **: $P<0.01$; ^{a,b}: Aynı sütunda yer alan ve farklı harf ile gösterilen alt gruplara ait ortalama değerler arasındaki farklar önemlidir; ÖD: Önemli değil ($P>0.05$); GxÇ: Genotip x Çevre etkileşimi; $\bar{x}\pm S\bar{x}$: Ortalama \pm Standart hata; #: Genotip x Çevre etkileşimi önemli değil ($P>0.05$)

Tablo 19 incelendiğinde, Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek süt yağ oranı, Diyarbakır ili işletmesinde CC genotipinde, Manisa ili işletmesinde BB genotipinde, genel popülasyonda ise CC genotipinde olmasına rağmen Diyarbakır ili işletmesinde, Manisa ili işletmesinde ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin süt yağ oranı arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ancak, Konya CSN1S1 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin süt yağ oranı arasında istatistiksel farklılığın önemli olduğu ($P<0.05$) ve bu farklılığın en yüksek süt yağ oranına sahip BC genotipli ineklerden kaynaklandığı bulunmuştur.

Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek süt yağ oranı, Diyarbakır ili işletmesinde A1A1 genotipinde, Konya ili işletmesinde A2A2 genotipinde, Manisa ili işletmesinde A2A2 genotipinde ve genel sürüde ise A1A1 genotipinde olmasına rağmen, üç farklı işletmede ve genel popülasyonda CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin süt yağ oranı arasında istatistiksel farklılığın anlamlı olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en yüksek süt yağ oranı, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde AB genotipinde, genel sürü bazında ise AA genotipinde olmasına rağmen Diyarbakır ili işletmesinde, Manisa ili işletmesinde ve genel popülasyonda CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süt verimi arasında önemli istatistiksel farklılığın olmadığı ($P>0.05$) gözlenmiştir. Ancak, Konya ili işletmesinde CSN3 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin süt yağ oranı arasında istatistiksel farklılığın önemli olduğu ($P<0.05$), bu farklılığın en yüksek süt yağ oranına sahip AA genotipli ineklerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Süt yağ oranı bakımından, CSN1S1 ve CSN3 genleri için genotip x çevre interaksyonu istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, CSN2 geni için genotip x çevre interaksyonunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

4.4.3. Süt protein oranı

Üç farklı işletmede yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerin ortalama süt protein oranları Tablo 20'de sunulmuştur. Diyarbakır, Konya, Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ve genel popülasyonda ortalama süt protein oranları sırasıyla %3.28, %3.14, %3.22 ve %3.21 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 20. Genotiplere ait süt protein oranları (%).

	Süt sığırcılığı İşletmeleri				GxÇ
	Diyarbakır $\bar{x}\pm S\bar{x}$	Konya $\bar{x}\pm S\bar{x}$	Manisa $\bar{x}\pm S\bar{x}$	Genel $\bar{x}\pm S\bar{x}$	
CSN1S1	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
BB	3.29±0.02	3.15±0.01	3.22±0.01	3.21±0.01	#
BC	3.20±0.11	3.13±0.03	3.18±0.03	3.16±0.02	
CC	3.26±0.08	-	-	3.26±0.08	
CSN2	ÖD	ÖD	ÖD	*	
A1A1	3.24±0.04	3.11±0.04	3.22±0.03	3.20±0.02 ^b	#
A1A2	3.26±0.02	3.14±0.01	3.21±0.01	3.20±0.01 ^b	
A2A2	3.38±0.05	3.17±0.02	3.23±0.02	3.25±0.02 ^a	
CSN3	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
AA	3.28±0.02	3.14±0.01	3.21±0.01	3.20±0.01	#
AB	3.30±0.03	3.16±0.02	3.22±0.02	3.22±0.01	
BB	3.40±0.00	3.14±0.06	3.27±0.03	3.22±0.03	
Ortalama	3.28±0.02	3.14±0.01	3.22±0.01	3.21±0.01	

*: $P<0.05$; ^{a,b}: Aynı sütunda yer alan ve farklı harf ile gösterilen alt gruplara ait ortalama değerler arasındaki farklar önemlidir; ÖD: Önemli değil ($P>0.05$); GxÇ: Genotip x Çevre interaksiyonu; $\bar{x}\pm S\bar{x}$: Ortalama \pm Standart hata; #: Genotip x Çevre interaksiyonu önemli değil ($P>0.05$)

Tablo 20 incelendiğinde, Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek protein oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel popülasyonda ise BC genotipinde bulunmuş olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin protein oranı arasında istatistiki farklılığın önemsiz olduğu ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek protein oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde A2A2 genotipinde olmasına rağmen, her üç işletmede CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin protein oranı arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ancak, genel sürüde, CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin protein oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olduğu ($P<0.05$), bu farklılığın en yüksek protein oranına sahip A2A2 genotipli ineklerin lehine olduğu gözlenmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en yüksek protein oranı, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, Konya ili işletmesinde AB genotipinde, genel

sürüde ise AB ve BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin protein oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olmadığı ($P>0.05$) bulunmuştur.

Süt protein oranı bakımından, CSN1S1, CSN2 ve CSN3 genleri için genotip x çevre interaksyonunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

4.4.4. Süt laktoz oranı

Üç farklı işletmede yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerin ortalama süt laktoz oranları Tablo 21’de sunulmuştur. Diyarbakır, Konya, Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ve genel popülasyonda ortalama süt laktoz oranı sırasıyla %4.93, %4.71, %4.81 ve %4.81 olarak belirlenmiştir.

Tablo 21. Genotiplere ait süt laktoz oranları (%).

	Süt sığırcılığı İşletmeleri				GxÇ
	Diyarbakır $\bar{x}\pm S\bar{x}$	Konya $\bar{x}\pm S\bar{x}$	Manisa $\bar{x}\pm S\bar{x}$	Genel $\bar{x}\pm S\bar{x}$	
CSN1S1	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
BB	4.94±0.03	4.72±0.02	4.82±0.01	4.82±0.01	#
BC	4.80±0.16	4.68±0.04	4.78±0.04	4.73±0.03	
CC	4.90±0.15	-	-	4.90±0.15	
CSN2	ÖD	ÖD	ÖD	**	
A1A1	4.87±0.05	4.67±0.06	4.82±0.04	4.79±0.03 ^b	#
A1A2	4.90±0.03	4.70±0.02	4.81±0.02	4.79±0.01 ^b	
A2A2	5.05±0.07	4.77±0.03	4.83±0.03	4.87±0.03 ^a	
CSN3	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
AA	4.93±0.04	4.70±0.02	4.81±0.02	4.80±0.01	#
AB	4.94±0.04	4.74±0.03	4.81±0.02	4.82±0.02	
BB	5.00±0.00	4.73±0.09	4.89±0.04	4.83±0.04	
Ortalama	4.93±0.03	4.71±0.02	4.81±0.01	4.81±0.01	

** $P<0.01$; ^{a,b}: Aynı sütunda yer alan ve farklı harf ile gösterilen alt gruplara ait ortalama değerler arasındaki farklar önemlidir; ÖD: Önemli değil ($P>0.05$); GxÇ: Genotip x Çevre interaksyonu; $\bar{x}\pm S\bar{x}$: Ortalama \pm Standart hata; #: Genotip x Çevre interaksyonu önemli değil ($P>0.05$)

Tablo 21 incelendiğinde, Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek laktoz oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel popülasyonda ise BC genotipinde bulunmuş olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel

sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktoz oranı arasında önemli istatistiki farklılığın olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek laktoz oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde A2A2 genotipinde olmasına rağmen, her üç işletmede CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktoz oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ancak, genel sürüde, CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktoz oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olduğu ($P<0.01$), bu farklılığın en yüksek protein oranına sahip A2A2 genotipli ineklerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en yüksek laktoz oranı, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, Konya ili işletmesinde AB genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktoz oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olmadığı ($P>0.05$) bulunmuştur.

Süt laktoz oranı bakımından, CSN1S1, CSN2 ve CSN3 genleri için genotip x çevre interaksiyonunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

4.5. Bazı Çevresel Faktörlerin Etkisi

4.5.1. Süt verim özellikleri üzerine etkisi

Diyarbakır, Konya, Manisa illerinde yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerin laktasyon süresine, laktasyon süt verimine ve 305 günlük süt verimine işletme, laktasyon yılı, laktasyon mevsimi, buzağılama yaşı ve laktasyon sayısı gibi çevresel faktörlerin etkileri Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22 incelendiğinde, genel popülasyonda ortalama laktasyon süresi, laktasyon süt verimi ve 305 günlük süt verimi sırasıyla 347.22 gün, 9039.09 ve 8389.98 kg olarak tespit edilmiştir. Laktasyon süresine, işletmenin ($P<0.001$), laktasyon yılının ($P<0.001$) ve laktasyon mevsiminin ($P<0.001$) etkisi önemli bulunmuştur.

Laktasyon süresi üzerine etkisi önemli olan çevresel faktörler değerlendirildiğinde; en kısa laktasyon süresi, işletme bakımından Manisa ilindeki işletmede (334.15 gün), laktasyon yılı bakımından 2017 yılında (330.62 gün), laktasyon mevsimi bakımından ilkbahar mevsiminde doğum yapan ineklerde (363.56 gün) tespit edilmiştir.

Laktasyon süt verimine, işletmenin ($P<0.001$), laktasyon mevsiminin ($P<0.05$), buzağılama yaşının ($P<0.01$) ve laktasyon sırasının ($P<0.001$) etkisi önemli bulunmuştur.

Laktasyon süt verimi üzerine etkisi önemli olan çevresel faktörler değerlendirildiğinde; en yüksek süt veriminin, işletme bakımından Manisa ilindeki işletmede (9654.62 kg), buzağılama mevsimi açısından ilkbahar (9315.70 kg) mevsiminde, buzağılama yaşı bakımından en yüksek süt veriminin 6 yaşlı ineklerde (9913.38 kg) en düşük süt veriminin 2 yaşlı ineklerde (8788.49 kg) olduğu ve yaşla birlikte süt veriminin arttığı belirlenmiştir. Laktasyon sayısı bakımından ise 4. laktasyondaki ineklerin süt verimlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

305 günlük süt verimine, işletmenin ($P<0.001$), laktasyon yılının ($P<0.001$) ve laktasyon sayısının ($P<0.001$) etkisi önemli bulunmuştur.

305 günlük süt verimine etkisi önemli olan çevresel faktörler değerlendirildiğinde; en yüksek 305 günlük süt veriminin, işletme bakımından Manisa ilindeki işletmede (9079.90 kg), buzağılama yaşı bakımından 6 yaşlı ineklerde (9242.37 kg), laktasyon sayısı bakımından 4. laktasyondaki ineklerde (9186.08 kg) olduğu saptanmıştır.

Tablo 22. Siyah Alaca sığırlarda laktasyon süresi, laktasyon süt verimi, 305-g süt verimi ortalamaları ve standart hataları ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Faktörler	N	Laktasyon Süresi (gün)	Laktasyon Süt verimi (kg)	305 günlük süt verimi (kg)
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
Genel	1123	347.22±1.74	9039.09±67.46	8389.98±54.27
İşletme		***	***	***
Diyarbakır	310	356.81±3.71 ^a	7941.36±97.43 ^c	7305.94±73.17 ^c
Konya	422	352.27±3.19 ^a	9275.15±128.80 ^b	8547.09±100.57 ^b
Manisa	391	334.15±1.96 ^b	9654.62±93.45 ^a	9079.90±74.25 ^a
Laktasyon Yılı		***	ÖD	ÖD
2012	29	362.59±13.93 ^{ab}	8364.10±556.43	7648.10±451.26
2013	47	351.87±8.69 ^b	9002.64±276.41	8293.43±217.05
2014	79	346.84±6.15 ^{bc}	8742.41±240.32	8087.13±181.59
2015	178	371.90±5.21 ^a	9348.46±198.15	8432.46±153.34
2016	289	357.91±4.06 ^{ab}	9243.15±138.94	8510.07±107.92
2017	385	330.62±2.03 ^c	8943.21±105.80	8449.99±90.07
2018	116	332.28±3.30 ^c	8759.71±173.26	8257.28±149.86
Laktasyon Mevsimi		***	*	ÖD
Kış	292	343.13±3.05 ^b	9181.94±135.32 ^{ab}	8551.76±110.40
İlkbahar	187	363.56±5.03 ^a	9315.70±198.03 ^a	8462.21±155.94
Yaz	274	346.71±3.71 ^b	8780.25±133.99 ^b	8166.13±104.75
Sonbahar	370	342.56±2.78 ^b	8978.23±102.36 ^{ab}	8391.58±85.01
Buzağılama Yaşı		ÖD	**	***
2	411	348.77±2.85	8788.49±108.45 ^b	8124.79±86.27 ^b
3	284	348.23±3.61	9053.62±130.04 ^b	8405.90±104.44 ^b
4	207	344.70±3.90	9207.55±159.35 ^b	8568.98±127.31 ^b
5	131	338.60±4.95	9035.97±204.74 ^b	8516.74±169.70 ^b
6	60	346.55±7.68	9913.38±317.71 ^a	9242.37±245.70 ^a
7	30	372.70±10.37	9437.20±423.47 ^{ab}	8379.17±345.17 ^b
Laktasyon Sayısı		ÖD	***	***
1	487	351.30±2.75	8780.37±99.41 ^b	8100.22±78.77 ^b
2	317	346.30±3.26	9174.67±128.52 ^b	8533.48±103.75 ^b
3	194	337.22±3.57	9091.87±163.69 ^b	8536.38±133.21 ^b
4	87	352.15±7.03	9908.52±263.89 ^a	9186.08±202.20 ^a
5	38	342.29±7.97	8963.74±280.72 ^b	8336.45±248.75 ^b

*: P<0.05; **: P<0.01; ***: P<0.001; ^{a, b, c}: Aynı sütunda yer alan ve farklı harf ile gösterilen alt gruplara ait ortalama değerler arasındaki farklar önemlidir; ÖD: Önemli değil (P>0.05); $\bar{x} \pm S\bar{x}$: Ortalama ± Standart hata;

4.5.2. Süt bileşenleri üzerine etkisi

Üç farklı işletmede yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerin sütündeki yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz oranlarına, işletme, laktasyon mevsimi, hayvanın yaşı ve laktasyon sayısı gibi çevresel faktörlerin etkileri Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23 incelendiğinde, Siyah Alaca ırkı ineklerin genel olarak yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz oranları sırasıyla, %8.76, %3.54, %3.21 ve %4.81 olarak tespit edilmiştir.

Yağsız kuru madde oranına, işletmenin ($P<0.01$), yaşı ($P<0.001$) ve laktasyon sayısının ($P<0.001$) etkisi önemli bulunmuştur. Yağsız kuru madde oranı üzerine etkisi önemli olan çevresel faktörler değerlendirildiğinde; işletme bakımından sütteki en yüksek yağsız kuru madde oranı Diyarbakır ilindeki işletmede (%8.97), ineklerin yaşı bakımından yağsız kuru madde oranı en yüksek 5 yaşlı ineklerde (%8.85), laktasyon sayısı bakımından ise 1 ve 3. laktasyondaki ineklerin sütündeki yağsız kuru madde oranının (%8.82 ve %8.84) daha yüksek seviyede olduğu saptanmıştır.

Süt yağ oranına, işletmenin ($P<0.001$), laktasyon mevsiminin ($P<0.001$), yaşı ($P<0.001$) ve laktasyon sayısının ($P<0.01$) etkisi önemli bulunmuştur. Süt yağ oranı üzerine etkisi önemli bulunan çevresel faktörler değerlendirildiğinde; işletme bakımından en yüksek süt yağ oranı Konya ilindeki işletmede (%3.63), laktasyon mevsimi açısından en yüksek yağ oranı (%3.71) yaz mevsiminde, yaş bakımından en yüksek yağ oranı (%3.91) 7≤ yaşlı ineklerde, laktasyon sayısı bakımından ise 5. laktasyondaki ineklerin sütünün daha yüksek seviyede yağ oranına (%3.78) sahip olduğu belirlenmiştir.

Süt protein oranına, işletmenin ($P<0.001$), yaşı ($P<0.001$) ve laktasyon sayısının ($P<0.01$) etkisi önemli bulunmuştur. Süt proteini üzerine etkili olan çevresel faktörler değerlendirildiğinde; en yüksek süt protein oranının, işletme bakımından Diyarbakır ilindeki işletmede (%3.28), yaş bakımından 5 yaşlı ineklerde (%3.24), laktasyon sayısı bakımından 1 ve 3. laktasyondaki ineklerde (%3.23 ve %3.24) olduğu tespit edilmiştir.

Süt laktoz oranına, işletmenin ($P<0.001$), yaşı ($P<0.001$) ve laktasyon sayısının ($P<0.001$) etkisi önemli bulunmuştur. Süt laktoz oranı üzerine etkili olan çevresel faktörler değerlendirildiğinde; en yüksek süt laktoz oranının, işletme bakımından

Diyarbakır ilindeki işletmede (%4.93), hayvanın yaşı bakımından 5 yaşlı ineklerde (%4.87), laktasyon sayısı bakımından ise 3. laktasyondaki (%4.86) ineklerde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 23. Siyah Alaca sığırlarda yağsız kuru madde oranı, yağ oranı, protein oranı ve laktoz oranı ortalamaları ve standart hataları ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Faktörler	N	Yağsız Kuru Madde Oranı (%)	Yağ Oranı (%)	Protein Oranı (%)	Laktoz Oranı (%)
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
Genel	519	8.76±0.02	3.54±0.02	3.21±0.01	4.81±0.01
İşletme		**	***	***	***
Diyarbakır	135	8.97±0.05 ^a	3.51±0.03 ^b	3.28±0.02 ^a	4.93±0.03 ^a
Konya	189	8.59±0.03 ^c	3.63±0.04 ^a	3.14±0.01 ^c	4.71±0.02 ^c
Manisa	195	8.77±0.02 ^b	3.46±0.03 ^b	3.22±0.01 ^b	4.81±0.01 ^b
Laktasyon Mevsimi		ÖD	***	ÖD	ÖD
Kış	188	8.75±0.03	3.44±0.03 ^b	3.21±0.01	4.80±0.02
İlkbahar	67	8.87±0.07	3.68±0.06 ^a	3.25±0.03	4.88±0.04
Yaz	99	8.75±0.04	3.71±0.04 ^a	3.20±0.01	4.80±0.02
Sonbahar	165	8.73±0.03	3.49±0.03 ^b	3.20±0.01	4.79±0.02
Hayvanın Yaşı		***	***	***	***
2	100	8.78±0.04 ^a	3.48±0.04 ^b	3.22±0.01 ^a	4.82±0.02 ^a
3	108	8.77±0.04 ^a	3.47±0.05 ^b	3.21±0.01 ^a	4.81±0.02 ^a
4	94	8.81±0.05 ^a	3.53±0.04 ^b	3.23±0.02 ^a	4.84±0.03 ^a
5	126	8.85±0.05 ^a	3.51±0.04 ^b	3.24±0.02 ^a	4.87±0.03 ^a
6	40	8.53±0.06 ^b	3.59±0.08 ^b	3.13±0.02 ^b	4.68±0.03 ^b
7≤	51	8.55±0.06 ^b	3.81±0.06 ^a	3.14±0.02 ^b	4.69±0.03 ^b
Laktasyon Sayısı		***	**	***	***
1	187	8.82±0.03 ^a	3.53±0.03 ^b	3.23±0.01 ^a	4.84±0.01 ^a
2	125	8.74±0.04 ^{ab}	3.48±0.04 ^b	3.20±0.02 ^{ab}	4.80±0.02 ^{ab}
3	112	8.84±0.05 ^a	3.48±0.04 ^b	3.24±0.02 ^a	4.86±0.03 ^a
4	49	8.55±0.07 ^c	3.62±0.07 ^b	3.13±0.02 ^b	4.69±0.04 ^c
5≤	46	8.61±0.06 ^{bc}	3.78±0.07 ^a	3.16±0.02 ^{ab}	4.72±0.03 ^{bc}

** : P<0.01; *** : P<0.001; a, b, c: Aynı sütunda yer alan ve farklı harf ile gösterilen alt gruplara ait ortalama değerler arasındaki farklar önemlidir; ÖD: Önemli değil (P>0.05); $\bar{x} \pm S\bar{x}$: Ortalama ± Standart hata;

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerde, CSN1S1 geninin BB ve BC genotipleri, Diyarbakır ilinde ise BB, BC ve CC genotipleri tespit edilmiştir. Üç farklı işletmede, CSN1S1 geninin BB genotipi en yaygın genotip olarak tespit edilmiştir. Genotip frekansları ile doğru orantılı olarak, B allelinin her üç ilde de C allele göre daha yüksek frekansta olduğu belirlenmiştir. CSN1S1 gen polimorfizminin BB, BC ve CC genotiplerine ait frekanslar Diyarbakır ilinde sırasıyla 0.926, 0.037 ve 0.037; Konya ilinde sırasıyla 0.85, 0.15 ve 0 ve Manisa ilinde sırasıyla 0.88, 0.12 ve 0 olarak hesaplanmıştır. Bu polimorfizme ait Diyarbakır, Konya ve Manisa illerindeki B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.944 ve 0.056; 0.926 ve 0.074; 0.938 ve 0.062'dir. Araştırma kapsamında yer alan 519 baş Siyah Alaca ırkı ineğin BB, BC ve CC genotiplerine ait frekanslar sırasıyla, 0.88, 0.11 ve 0.01; B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.935 ve 0.065 olarak hesaplanmıştır.

Ardıçlı ve ark. (2018), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S1 genine ait BB, BC ve CC genotip frekansları sırasıyla, %90.48, %9.52 ve %0.0; B ve C allellerinin frekanslarını ise sırasıyla, 0.95 ve 0.05 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde bildirilen BB genotip frekansının, Diyarbakır ilinde yetiştirilen sığırlarda belirlenen BB genotip frekansından düşük, Konya, Manisa ve genel popülasyondaki sığırların BB genotip frekansından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen söz konusu allel frekanslarının, literatür bulgularına yakın olduğu tespit edilmiştir.

Ardıçlı ve ark. (2019), Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S1 genine ait BB, BC ve CC genotip frekansları sırasıyla, %90.30, %9.70 ve %0.0; B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.95 ve 0.05 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde bildirilen BB genotip frekansının, Diyarbakır ilinde yetiştirilen sığırlarda tespit edilen BB genotip frekansından daha düşük, Konya, Manisa illerindeki ve genel popülasyondaki sığırların BB genotip frekansından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen söz konusu allel frekanslarının, literatür bulgularına yakın olduğu tespit edilmiştir.

Çardak (2005), Almanya’da Siyah Alaca ve Simental ırkı inekler üzerinde yaptıkları çalışmada, Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ait BB, BC ve CC genotip frekansları sırasıyla, %96.2, %3.8 ve %0; B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.981 ve 0.019 olarak bildirilmiştir. Simental ineklerin CSN1S1 genine ait BB, BC ve CC genotip frekansları sırasıyla, %87, %12.4 ve %0.6; B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.932 ve 0.068 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde Siyah Alaca ırkı ineklerin BB genotipi ve B alleli için bildirilen frekansın, bu çalışmanın sonuçlarından daha yüksek, fakat Simental ırkı ineklerin BB genotipi ve B alleli için bildirilen frekansın ise, bu çalışmanın sonuçlarına yakın olduğu saptanmıştır.

Gürcan (2011), Tahirova Tarım İşletmesinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları bir çalışmada, CSN1S1 genine ait BB, AB ve BC genotip frekansları sırasıyla, %95, %2 ve %3; A, B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.01, 0.97 ve 0.02 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde BB genotipi ve B alleli için bildirilen frekans değerinin, çalışmanın bulgularından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Zakizadeh ve ark. (2013), İran’da Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S1 genine ait BB, BC ve CC genotip frekansları sırasıyla, 0.98, 0.02 ve 0.0; B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.99 ve 0.01 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde BB genotipi ve B alleli için bildirilen frekans değerinin, çalışmanın bulgularından daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

CSN1S1 geninin allel ve genotip frekanslarının belirlenmesi için, farklı sığır ırkları üzerinde de birçok çalışma yürütülmüştür.

Hristov ve ark. (2012), Bulgar Rhodopean Sığır ırkı üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S1 genine ait BB, BC ve CC genotip frekansları sırasıyla, 0.264, 0.713 ve 0.023; B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.621 ve 0.379 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde bildirilen BB genotip ve B allel frekansının, çalışmanın bulgularından düşük, ancak BC genotip frekansının ise çalışma bulgularından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Creanga ve ark. (2013), Roman Grey Steppe sığır ırkı üzerinde yaptıkları çalışmada, BB ve BC genotiplerinin frekanslarını sırasıyla, 0.50 ve 0.30, B ve C

allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.70 ve 0.20 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde BB genotipi için bildirilen frekans, bu çalışmanın bulgularından düşük, ancak BC genotip frekansının ise yüksektir. Ayrıca literatürde bildirilen B allel frekansı için bildirilen değerin bu çalışmanın bulgularından daha düşük olduğu, C allel frekansı için bildirilen değerin ise yüksek olduğu saptanmıştır.

Miluchova ve ark. (2009a), Slovak Pinzgau sığır ırkı üzerinde yaptıkları çalışmada BB ve BC genotiplerinin frekanslarını sırasıyla, 0.8710 ve 0.1290, B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.9355 ve 0.0645 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde bildirilen BB genotip frekansının, Konya ve Manisa illerindeki çalışma bulgularına yakın olduğu, ancak Diyarbakır ilinde yetiştirilen ineklerde belirlenen BB genotipi frekansından daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen B ve C allellerinin frekansları, literatür bildirişleri ile benzer olduğu tespit edilmiştir.

Miluchova ve ark. (2014a) Slovak Pinzgau sığır ırkı üzerinde yaptıkları çalışmada BB ve BC genotiplerinin frekanslarını sırasıyla, 0.8605 ve 0.1395, B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.9302 ve 0.0698 olarak bildirmişlerdir. Literatürde bildirilen BB genotip frekansı, Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen ineklerin bulgularına yakın olduğu, ancak Diyarbakır ilinde yetiştirilen ineklerin BB genotip frekansından daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmanın B ve C allellerinin frekansları, literatür bildirişinin bulgularına yakın olduğu tespit edilmiştir.

Trakovická ve ark. (2017), Slovak Spotted sığırları üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S1 genine ait BB, BC ve CC genotip frekanslarını sırasıyla, 0.96, 0.04 ve 0.0; B ve C allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.98 ve 0.02 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde bildirilen BB genotip ve B allel frekansı, bu çalışmanın sonuçlarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmanın CSN1S1 geni BB genotipi ve B allelinin yüksek frekansta olduğu sonucu; Ardiçlı ve ark. (2018), Ardiçlı ve ark. (2019), Creanga ve ark. (2013), Çardak (2005), Gürcan (2011), Miluchova ve ark. (2009a), Miluchova ve ark. (2014a), Trakovická ve ark. (2017) ve Zakizadeh ve ark. (2013) gibi çalışmalarda bildirilen literatür bulguları ile benzerlik göstermiştir. Ancak Hristov ve ark. (2012)'nin yaptığı çalışmada, bu çalışmanın aksine BC genotipinin daha yaygın olduğu gözlenmiştir.

CSN1S1 geni polimorfizmine ait genotip frekansları Konya, Manisa ve genel popülasyonda Hardy-Weinberg eşitliğine uyum gösterirken ($P>0.05$), Diyarbakır ilinde uyum göstermemiştir ($P<0.001$).

Miluchova ve ark. (2014a), Ardıçlı ve ark. (2018), Ardıçlı ve ark. (2019), Trakovická ve ark. (2017), Gürcan (2011) ve Çardak (2005) tarafından yapılan çalışmalarda CSN1S1 geninin, bu çalışmanın Konya ilindeki, Manisa ilindeki ve genel popülasyondaki sonuçlara benzer şekilde Hardy-Weinberg eşitliğine uyum gösterdiği gözlenmiştir.

Bu çalışmada, CSN1S1 geni için BB genotipi ve B allelinin yaygınlığı bakımından literatür bulguları ile benzer olduğu tespit edilmiştir. Allel ve genotip frekans değerleri açısından görülen farklılıkların nedeninin, hayvanlara farklı yetiştirme ve birleştirme sistemlerinin uygulanmış olmasından kaynaklanmış olabilir.

Diyarbakır, Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerde, CSN1S2 geninin sadece AA genotipi tespit edilmiştir. CSN1S2 gen polimorfizminin AA, DA ve DD genotiplerine ait frekanslar Konya ilinde sırasıyla, 1.0, 0.0 ve 0.0, Manisa ilinde sırasıyla, 1.0, 0.0 ve 0.0 ve Diyarbakır ilinde sırasıyla, 1.0, 0.0 ve 0.0 olarak hesaplanmıştır. Bu polimorfizme ait Diyarbakır, Konya ve Manisa illerindeki A ve D allellerinin frekansları ise sırasıyla, 1.0 ve 0.0; 1.0 ve 0.0; 1.0 ve 0.0'dır. Araştırma kapsamında yer alan 519 baş Siyah Alaca ırkı ineğin AA, DA ve DD genotiplerine ait frekanslar sırasıyla, 1.0, 0.0 ve 0.0; A ve D allellerinin frekansları ise sırasıyla, 1.0 ve 0.0 olarak hesaplanmıştır. CSN1S2 geni için tek genotip gözlendiği için varyasyon görülmemiştir. Bu nedenle Hardy-Weinberg dengesinin hesaplanması mümkün olmamıştır.

Ardıçlı ve ark. (2018), Bursa'da Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S2 genine ait AA, DA ve DD genotiplerinin frekansları sırasıyla, %0.0, %2.38 ve %97.62; A ve D allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.01 ve 0.99 olarak tespit etmişlerdir.

Ardıçlı ve ark. (2019), Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S2 genine ait AA, DA ve DD genotiplerinin frekansları sırasıyla, %0.0, %2.43 ve %97.57; A ve D allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.01 ve 0.99 olarak bildirmişlerdir.

Ardıçlı ve ark. (2018), Ardıçlı ve ark. (2019) yaptıkları araştırmalarda, bu çalışmanın aksine, DD ve DA genotiplerini tespit etmişlerdir. Ayrıca, bu çalışmadaki AA genotip frekansı her iki literatürde bildirilen frekanstan yüksek, DD ve DA genotip frekansı ise literatür bulgularından düşük, A allel frekansı literatürlerde bildirilen frekanstan yüksek, D allel frekansı ise literatür bulgularından düşük olduğu gözlenmiştir.

Creanga ve ark. (2013) tarafından Roman Boz Irk sığırları üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda da sadece AA genotipi tespit edilmiştir.

Ibeagha-Awemu ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, İngiliz Siyah Alaca, Alman Simental ve Jersey sığır ırklarında sadece A alleli bulunduğu tespit edilmiştir.

Creanga ve ark. (2013), Ibeagha-Awemu ve ark. (2007) tarafından yapılan araştırma bulgularının, bu çalışmanın sonuçlarına benzer olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, CSN1S2 geni için bir kısım literatür bulgusuna benzer şekilde sadece AA genotipi ve A alleli tespit edilmiştir. Bu durum, Siyah Alaca ırkı ineklerde CSN1S2 genine ait genotiplendirmenin ayrıntılı olarak daha geniş popülasyonlarda taranmasının uygun olacağını ortaya koymaktadır.

Diyarbakır, Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerde, CSN2 geninin A1A1, A1A2 ve A2A2 genotipleri tespit edilmiştir. Üç farklı işletmede, A1A2 genotipi en yaygın genotip olarak tespit edilmiştir. Allel frekansları açısından A2 allelinin A1 alleleline göre, daha yüksek frekansta olduğu belirlenmiştir. CSN2 gen polimorfizminin A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerine ait frekanslar Diyarbakır ilinde sırasıyla, 0.20, 0.55 ve 0.25; Konya ilinde sırasıyla, 0.11, 0.67 ve 0.22 ve Manisa ilinde sırasıyla 0.13, 0.63 ve 0.24 olarak hesaplanmıştır. Bu polimorfizme ait Diyarbakır, Konya ve Manisa illerindeki A1 ve A2 allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.474 ve 0.526, 0.444 ve 0.556, 0.449 ve 0.551'dir. Araştırma kapsamında yer alan 519 baş Siyah Alaca ırkı ineğin A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerine ait frekanslar sırasıyla, 0.14, 0.62

ve 0.24; A1 ve A2 allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.454 ve 0.546 olarak hesaplanmıştır.

Ardıçlı ve ark. (2019), Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları bir çalışmada, CSN2 genine ait A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerinin frekansını sırasıyla, %16.36, %55.15 ve %28.49, A1 ve A2 allel frekanslarını ise sırasıyla, 0.44 ve 0.56 olarak bildirmişlerdir. Konya, Manisa ve Diyarbakır ili işletmelerindeki bulgulara benzer şekilde, bu literatür bildirişinde de A1A2>A2A2>A1A1 genotip frekansı sıralaması olduğu ve A2 allelinin en yüksek frekansa sahip olduğu gözlenmiştir.

Çardak (2005), Almanya’da Siyah Alaca ve Simental ırkı inekler üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN2 geninin Siyah Alaca ırkı ineklerde 7 genotipini, Simental ırkı ineklerde ise 10 genotipini, A1A2>A2A2>A1A1 genotip frekansı sıralamasını ve A2 allelinin (0.667 ve 0.463) en yüksek frekansa sahip olduğunu bildirmişlerdir. Genotip frekansı sıralamasının ve A2 allelinin yaygınlığı bakımından, literatür bildirişi ile bu çalışmanın sonuçlarının benzer olduğu saptanmıştır.

Duifhuis Rivera ve ark. (2014), Meksika’da iki ayrı popülasyonda yetiştirilen Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptıkları çalışmada, birinci ve ikinci popülasyonda A1A2 genotip frekansının (0.441 ve 0.520) en yüksek olduğu, A1A1 genotip frekansının (0.17 ve 0.17) ise en düşük olduğunu bildirmişlerdir. A1A2 genotipinin ve A2 allelinin yaygınlığı bakımından, literatür bildirişi ile bu çalışma sonuçlarının benzer olduğu saptanmıştır.

Soyudal (2017), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptığı çalışma sonucunda, A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerine ait frekansları sırasıyla, %15.87, %56.09 ve %28.04; A1 ve A2 allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.44 ve 0.56 olarak bildirmiştir. A1A2 genotipinin ve A2 allelinin yaygınlığı bakımından, literatür bildirişi ile bu çalışma sonuçlarının benzer olduğu gözlenmiştir.

Çitek ve ark. (2019), sütçü sığırlar üzerinde yaptıkları bir çalışmada, A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerinin frekansını sırasıyla, 0.118, 0.404 ve 0.478; A1 ve A2 allel frekanslarını ise sırasıyla, 0.32 ve 0.68 olarak tespit etmişlerdir. A2 allel yaygınlığı

bakımından bu çalışma ile literatür bildirişinin benzer, ancak A2A2 genotipinin yaygınlığı bakımından ise farklı olduğu belirlenmiştir.

Creanga ve ark. (2013), Roman Boz ırk sığırları üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerine ait frekanslar sırasıyla, 0.20, 0.50 ve 0.30; A1 ve A2 allellerinin frekanslarını ise sırasıyla, 0.417 ve 0.583 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada belirlenen söz konusu genotip ve allel frekanslarının, literatür bulgularına yakın olduğu gözlenmiştir.

Dinç (2009), Yerli Kara, Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK), Güneydoğu Anadolu Kırmızısı (GAK), Boz Irk ve Siyah Alaca ırkları üzerinde yaptığı çalışmada, Yerli Kara, DAK ve GAK ırklarında en yaygın A2A2 genotipi (sırasıyla; 0.625, 0.760 ve 0.534), Boz Irk ve Siyah Alaca ırkı sığırlarda ise A1A2 genotipi (0.382 ve 0.682) olduğu bildirmiştir. Yerli ırklarda A2 allel frekansı yüksek, Siyah Alaca ırkı sığırlarda ise A1 allel frekansı yüksek olarak tespit edilmiştir. Siyah Alaca ırkına ait A1A2 genotipinin yaygınlığı bakımından, literatür bildirişi ile çalışma bulgusunun benzer, ancak A1 frekansının yüksek olması bakımından farklı olduğu belirlenmiştir.

Malarmathi ve ark. (2014), Hindistan'da Kangeyem yerli ırkı ve Siyah Alaca melezleri üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN2 genine ait A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerinin frekansı Kangeyem yerli ırkı için sırasıyla, 0.0, 0.0 ve 1.0; Siyah Alaca melezleri için ise sırasıyla, 0.17, 0.46 ve 0.37 olarak bildirmişlerdir. Literatürde Kangeyem yerli ırkı için A2A2 genotipi için bildirilen frekans, bu çalışma bulgusundan yüksek, Siyah Alaca melezleri için literatürde A1A2>A2A2>A1A1 genotip frekansı sıralaması için bildirilen sıralamanın bu çalışma ile benzer olduğu belirlenmiştir. Siyah Alaca melezlerinin A1 ve A2 allel frekansının (0.405 ve 0.595) bu çalışmanın bulgularına yakın olduğu gözlenmiştir.

Miluchova ve ark. (2014a), Slovak Pinzgau ırkı sığırlar üzerinde yapılan çalışmada, A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerinin frekansını sırasıyla, 0.3023, 0.5233 ve 0.1744, A1 ve A2 allel frekanslarını ise sırasıyla, 0.5640 ve 0.4360 olarak tespit etmişlerdir. Bu literatürde A1A1 genotipi ve A1 alleli için bildirilen frekans değerleri, çalışmanın sonuçlarından daha yüksek, A1A2 genotipinin yaygın genotip olması bulgusu ise benzer olarak bulunmuştur.

Sodhi ve ark. (2018), Hindistan'da Ladakhi sığır ırkı üzerinde yaptıkları çalışmada, A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerinin frekansını sırasıyla, 0.0, 0.21 ve 0.79, A1 ve A2 allel frekanslarını ise sırasıyla, 0.10 ve 0.90 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada belirlenen A2A2 genotip ve A2 allel frekanslarının, literatür bildirişinden daha düşük olduğu saptanmıştır.

Zepeda-Batista ve ark. (2015), Meksika'da Jersey ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN2 geninin 10 genotipini ve 5 allelini, A1A2 ve A2A2 genotiplerinin frekansını ise sırasıyla, 0.29 ve 0.53 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada belirlenen A2A2 genotip ve A2 allel frekanslarının, literatür bildirişinden daha düşük olduğu gözlenmiştir.

CSN2 geni polimorfizmine ait genotip frekansları Diyarbakır ilinde Hardy-Weinberg eşitliğine uyum gösterirken ($P>0.05$), Konya, Manisa ve genel popülasyonda uyum göstermemiştir.

Ardıçlı ve ark. (2019), Çitek ve ark. (2019), Çardak (2005) (Simental ineklerde yapılan çalışmada), Duifhuis Rivera ve ark. (2014), Dinç (2009) ve Miluchova ve ark. (2014a) yaptıkları çalışmalarda CSN2 geninin, bu çalışmanın Diyarbakır ilindeki sonuca benzer şekilde Hardy-Weinberg eşitliğine uyum gösterdiği gözlenmiştir. Çardak (2005) (Siyah Alaca ineklerde yapılan çalışmada), Zepeda-Batista ve ark. (2015) yaptıkları çalışmalarda ise Konya, Manisa ve genel popülasyondaki sonuca benzer şekilde Hardy-Weinberg eşitliğine uyum göstermediği gözlenmiştir.

CSN2 geni için, üç ildeki işletmede heterozigot genotiplerin frekanslarının, homozigot genotiplere oranla oldukça yüksek olduğu ve allel frekansları bakımından da birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Literatür bulguları ile karşılaştırıldığında, Siyah Alaca sığırların A1A2 genotip frekansının literatür bulgularının genelinde yüksek olması, bu çalışmanın bulguları ile benzer olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yapılan literatür taramalarında araştırmacılar yerli ırk sığırlarda A2A2 genotipinin yaygın olduğunu tespit etmişlerdir.

Diyarbakır, Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerde, CSN3 geninin AA, AB ve BB genotipleri belirlenmiştir. Üç farklı işletmede, AA genotipi

en yaygın genotip olarak tespit edilmiştir. Genotip frekansları ile doğru orantılı olarak, A allelinin her üç ilde de B alleleline göre daha yüksek frekansta olduğu belirlenmiştir. CSN3 gen polimorfizminin AA, AB ve BB genotiplerine ait frekanslar Diyarbakır ilinde sırasıyla, 0.66, 0.32 ve 0.02; Konya ilinde sırasıyla, 0.624, 0.323 ve 0.054 ve Manisa ilinde sırasıyla, 0.58, 0.34 ve 0.08 ve olarak hesaplanmıştır. Bu polimorfizme ait Diyarbakır, Konya ve Manisa illerindeki A ve B allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.826 ve 0.174; 0.786 ve 0.214; 0.751 ve 0.249'dur. Araştırma kapsamında yer alan 519 baş Siyah Alaca ırkı ineğin AA, AB ve BB genotiplerine ait frekanslar sırasıyla, 0.62, 0.33 ve 0.05; A ve B allellerinin frekansları ise sırasıyla, 0.783 ve 0.217 olarak hesaplanmıştır.

Ardıçlı ve ark. (2019), Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, %4.25, %25.45 ve %70.30 olarak bildirmişlerdir. Bu literatür bildirişinde çalışmanın aksine en yaygın BB genotipinin ve B allelinin olduğu gözlenmiştir.

Çardak (2005), Almanya'da Siyah Alaca ve Simental inekler üzerinde yapılan çalışmada, Siyah Alaca ırkı sığırlarda AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, %47.7, %51 ve %1.3; Simental ırkı sığırlarda ise AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, %42.9, %49.2 ve %7.9 olarak bildirilmiştir. Bu literatürde AA genotipi için bildirilen frekans değeri, çalışma bulgusundan düşük, ancak BB genotip frekansı ise yüksektir. Bu literatürde bildirilen A allel frekansının yaygın olması, çalışma sonucu ile benzer bulunmuştur.

Duifhuis Rivera ve ark. (2014), Meksika'da iki ayrı popülasyonda yetiştirilen Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptıkları çalışmada, birinci ve ikinci popülasyonda AA genotip frekansının (0.696 ve 0.650) en yüksek; BB genotip frekansının (0.04 ve 0.06) ise en düşük olduğunu bildirmişlerdir. AA genotipinin ve A allelinin yaygınlığı bakımından, literatür bildirişi ile çalışma bulgusunun benzer olduğu gözlenmiştir.

Gürcan (2011), Tahirova Tarım İşletmesinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, %51, %36 ve %13 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde AA genotipi için bildirilen frekans değeri, çalışmanın bulgusundan daha düşük, ancak BB genotipi için bildirilen frekans değeri ise

daha yüksektir. Bu literatürde bildirilen A allelinin yaygın genotip olması, bu çalışmanın sonuçları ile benzer olarak bulunmuştur.

Gürses ve ark. (2016), Siyah Alaca, Jersey ve İsviçre Esmeri ırkları üzerinde yürüttükleri çalışmada, Siyah Alaca ırkı sığırlarda CSN3 genine ait 5 genotip tespit etmişlerdir. Bu literatürde Siyah Alaca ırkı sığırlar için bildirilen AA genotipinin (0.507) yaygın genotip olması, bu çalışmanın sonuçları ile benzer olduğu, ancak Jersey ve İsviçre Esmeri sığırlar için bildirilen BB genotipinin (0.438 ve 0.500) yaygın genotip olması, bu çalışmanın bulgularından farklı olduğu tespit edilmiştir.

Gouda ve ark. (2013) tarafından Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yapılan çalışmada, AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, 0.24, 0.76 ve 0.0, A ve B allellerinin frekanslarını ise sırasıyla, 0.62 ve 0.38 olarak bildirilmiştir. Bu literatürde bildirilen AA genotip frekansının bu çalışmanın sonucundan düşük, ancak BB genotip frekansının çalışma bulgusundan daha yüksek, A allel frekansının yaygın olması bakımından ise çalışma bulgusu ile benzer olduğu saptanmıştır.

Akyüz ve ark. (2013) Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yapılan çalışmada AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, 0.70, 0.25 ve 0.05, A ve B allellerinin frekanslarını ise sırasıyla, 0.8233 ve 0.1767 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışma ile benzer şekilde literatür bildirişinde de AA genotip frekansının ve A allelinin en yüksek frekansa sahip olduğu tespit edilmiştir.

Soyudal (2017) Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptığı çalışma sonucunda, AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, %3.70, %26.45 ve %69.85; A ve B allellerinin frekanslarını ise sırasıyla, 0.17 ve 0.83 olarak bildirmiştir. Bu çalışmadan farklı olarak literatür bildirişinde BB genotip frekansının ve B allelinin en yüksek frekansa sahip olduğu gözlenmiştir.

Şahin (2017), Antalya çevresinde yetiştirilen Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptığı çalışmada, AA, AB ve BB genotiplerinin frekanslarını sırasıyla, 0.6925, 0.2708 ve 0.0367; A ve B allellerinin frekanslarını ise sırasıyla 0.8279 ve 0.1721 olarak bildirmiştir. Bu literatürde bildirilen AA genotipinin frekansının bu çalışma bulgularından yüksek, ancak AB genotip frekansının ise düşük olduğu gözlenmiştir.

Antalya ve çevresinde de bu çalışmaya benzer şekilde, en yaygın AA genotipi ve A alleli olmuştur.

Tanaskovska ve ark. (2016), Makedonya'da Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada AA, AB ve BB genotiplerinin frekanslarını sırasıyla, %54.66, %36.04 ve %9.30; A ve B allellerinin frekanslarını ise sırasıyla, 0.727 ve 0.273 olarak bildirmişlerdir. Literatür bildirilen AA genotip frekansı, çalışma bulgusundan düşük, ancak BB genotip frekansı ise yüksek olduğu gözlenmiştir. Literatürde bildirilen A allelinin yaygın olması, çalışma ile benzer olarak bulunmuştur.

Volkandari ve ark. (2017), Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yapılan çalışmada, AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, %65.28, %31.72 ve %3.00, A ve B allellerinin frekanslarını ise sırasıyla, 0.81 ve 0.19 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde bildirilen AA genotip frekansının, Diyarbakır ilinde yetiştirilen sığırlarda belirlenen AA genotip frekansına benzer, Konya ve Manisa ilindeki sığırların AA genotip frekansından daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Çitek ve ark. (2019), sütçü sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN3 genine ait 6 genotip tespit edilmiş ve bu genotiplerden AA (0.474) ve AB (0.419) en yüksek genotip frekansına sahip olduğu belirlenmiştir. Literatürde bildirilen AA genotipinin ve A allelinin (0.694) yaygın genotip olması bakımından çalışma bulgusu ile benzer, ancak AA genotip frekansı çalışma bulgusundan düşük olduğu saptanmıştır.

Creanga ve ark. (2013) tarafından Roman Boz ırk sığırları üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, bu çalışmadan farklı olarak, AB genotipinin frekansı (0.41) yüksek bulunmuştur.

Doğru ve Özdemir (2009), Erzurum ilinde İsviçre Esmeri ırkı üzerinde yaptıkları çalışmada, AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, 0.1935, 0.6022 ve 0.2043 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmadan farklı olarak, literatür bulgularında AB genotipinin ve B allelinin (0.505) frekansı yüksek olmuştur.

Gürses ve Yuce (2012), Yerli Kara ve Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) ırkları üzerinde yaptıkları çalışmada, Yerli Kara ırkının AA, AB ve BB genotiplerinin frekanslarını sırasıyla, 0.50, 0.50 ve 0.0; DAK ırkının AA, AB ve BB genotiplerinin

frekanslarını sırasıyla, 0.567, 0.433 ve 0.0 olarak bildirmişlerdir. Literatürde bildirilen A allelinin (0.750 ve 0.567) yaygın olması, çalışma ile benzer olarak bulunmuştur.

Miluchova ve ark. (2014a), Slovak Pinzgau ırkı üzerinde yaptıkları çalışmada, AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, 0.4535, 0.4651 ve 0.0814, A ve B allellerinin frekanslarını ise sırasıyla, 0.6860 ve 0.3140 olarak bildirmişlerdir. Bu literatürde bildirilen AA genotip frekansının, çalışma bulgularından daha düşük, ancak AB genotip frekansının ise yüksek olduğu gözlenmiştir. Literatürde bildirilen A allelinin yaygın olduğu sonucu, bu çalışmanın bulgularına benzer olduğu tespit edilmiştir.

Neamt ve ark. (2017), Roman Simental ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, 0.631, 0.307 ve 0.062, A ve B allellerinin frekanslarını ise sırasıyla, 0.785 ve 0.215 olarak bildirilmiştir. Literatür bulguları ile bu çalışma karşılaştırıldığında genotip ve allel frekanslarının birbirine yakınlık gösterdiği gözlenmiştir.

Trakovická ve ark. (2017), Slovak Spotted ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, AA, AB ve BB genotiplerine ait frekansları sırasıyla, 0.51, 0.36 ve 0.13 olarak bildirilmiştir. Literatürde bildirilen AA genotip frekansının, bu çalışma bulgularından düşük, ancak BB genotip frekansının ise yüksek olduğu gözlenmiştir. Literatürde bildirilen A allelinin (0.69) yaygın olması, bu çalışmanın bulgularına benzer olduğu tespit edilmiştir.

Zepeda-Batista ve ark. (2015), Meksika'da Jersey ırkı üzerinde yapılan çalışmada, CSN3 genine ait 6 genotip ve 3 allel tespit edilmiştir. Literatür bildirişinde, bu çalışmadan farklı olarak BB genotipinin (0.45) yaygın genotip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, literatür bildirişindeki B allel frekansı (0.69) bu çalışmanın bulgusundan çok daha yüksek olduğu saptanmıştır.

CSN3 geni polimorfizmine ait genotip frekansları Konya, Manisa ve Diyarbakır illerinde ve tüm popülasyonda Hardy-Weinberg eşitliğine uyum göstermiştir ($P > 0.05$). Mevcut çalışmaya benzer şekilde Miluchova ve ark. (2014a), Doğru ve Özdemir (2009), Gürses ve ark. (2016), Ardıçlı ve ark. (2019), Çitek ve ark. (2019), Trakovická ve ark. (2017), Duifhuis Rivera ve ark. (2014), Volkandari ve ark. (2017) bazı çalışmalar Hardy-

Weinberg eşitliğine uyumlu bulunurken Gouda ve ark. (2013) gibi bazı çalışmalar da Hardy-Weinberg eşitliğine uyumsuz olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada, CSN3 geni için AA genotipi ve A allelinin yaygınlığı bakımından literatür bulguları ile benzer olduğu tespit edilmiştir. Allel ve genotip frekans değerleri açısından görülen farklılıkların nedeninin, hayvanlara farklı yetiştirme ve birleştirme sistemlerinin uygulanmış olmasından kaynaklanmış olabilir.

Laktasyon süreleri açısından bu çalışma değerlendirildiğinde; Diyarbakır, Konya ve Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ortalama laktasyon süreleri sırasıyla 356.81, 352.27 ve 334.15 gün olarak tespit edilmiştir. Genel laktasyon süresi ortalaması ise 347.22 gün olarak belirlenmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en uzun ortalama laktasyon süresi, Diyarbakır ili işletmesinde BC genotipinde, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süreleri arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Gürcan (2011), Tahirova Tarım İşletmesinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptığı çalışmada, laktasyon süresi üzerine CSN1S1 geninin etkisinin önemsiz olduğu tespit etmiştir. Bu literatür bildirişinin çalışma bulgusu ile benzer olduğu gözlenmiştir. Ayrıca literatür bildirişinde en uzun laktasyon süresi BB genotipinde (298 gün) olduğu sonucunun, çalışma bulgusu ile benzer olduğu saptanmıştır.

Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en uzun ortalama laktasyon süresi, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde A1A1 genotipinde olmasına rağmen, her üç işletmede CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktasyon süreleri arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ancak genel sürüde, CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktasyon süreleri arasında önemli istatistiksel farklılığın olduğu ($P<0.05$), bu farklılığın en uzun laktasyon süresine sahip A1A1 genotipli ineklerden kaynaklandığı gözlenmiştir.

Çitek ve ark. (2019), sütçü sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, laktasyon süresi üzerine CSN2 genotiplerinin etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Literatür

bulgusunun Konya, Manisa ve Diyarbakır illerindeki çalışma bulgularına benzer, ancak genel popülasyon bakımından farklı olduğu gözlenmiştir. Literatür bildirişinde en düşük laktasyon süresi A2A2 genotipinde (293 gün) olduğu ve bu çalışma ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en uzun ortalama laktasyon süresi, Diyarbakır ili işletmesinde AA genotipinde, Konya ili işletmesinde AA ve BB genotipinde, Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel sürüde ise AA genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süreleri arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Tanaskovska ve ark. (2016), Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, AA, AB ve BB genotiplerinin ortalama laktasyon sürelerini sırasıyla, 269, 268 ve 285 gün olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmadaki söz konusu genotiplerin ortalama laktasyon süreleri literatür bulgularından yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, literatür bildirişinde ortalama laktasyon süresi üzerine CSN3 genotiplerinin etkisinin önemsiz olduğu sonucunun, çalışma bulgusu ile benzer olduğu saptanmıştır.

Çitek ve ark. (2019), sütçü sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, laktasyon süresi üzerine CSN3 genotiplerinin etkisinin önemsiz olduğu tespit etmişlerdir. Literatür bildirişi ile çalışma bulgusunun benzer olduğu gözlenmiştir.

Gürcan (2011), Tahirova Tarım İşletmesinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, laktasyon süresi üzerine CSN3 genotiplerinin etkisinin önemsiz olduğu tespit etmiştir. Literatür bildirişi ile çalışma bulgusunun benzer olduğu gözlenmiştir. Ayrıca literatür bildirişinde en uzun laktasyon süresi BB genotipinde (327 gün) olurken bu çalışmanın genel popülasyonunda AA genotipinde olduğu gözlenmiştir.

Laktasyon süt verimi açısından bu çalışma değerlendirildiğinde; Diyarbakır, Konya ve Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ortalama laktasyon süt verimi sırasıyla 7941.36, 9275.15 ve 9654.62 kg olarak tespit edilmiştir. Genel laktasyon süt verimi ortalaması ise 9039.09 kg olarak belirlenmiştir.

Çalışmada, Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek laktasyon süt verimi, Diyarbakır ili işletmesinde CC genotipinde, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süt verimi arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Ardıçlı ve ark. (2018), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S1 genotiplerinin laktasyon süt verimine etkisinin olmadığı ve CSN1S1 için laktasyon süt verimi ortalamalarına bakıldığında en yüksek süt verimi ortalaması BB (8630 kg) genotipinde olduğu gözlenmiştir. Literatür bildirişi ile çalışma bulgusunun benzer olduğu belirlenmiştir.

Gürcan (2011), Tahirova Tarım İşletmesinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S1 genotiplerinin laktasyon süt verimine etkisinin olmadığı ve laktasyon süt verimi ortalamalarına bakıldığında en yüksek süt verimi ortalaması BB (5071 kg) genotipinde olduğu gözlenmiştir. Bu literatür bildirişlerinin çalışma sonucu ile benzer olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada CSN1S2 genotiplerinin laktasyon süt verimine etkisi tek genotip tespit edilmesinden dolayı hesaplanamamıştır. Ardıçlı ve ark. (2018) Bursa'da Siyah Alaca sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada ise iki genotip tespit etmişler ve CSN1S2 genotiplerinin laktasyon süt verimine etkisinin önemli olmadığını belirlemişlerdir.

Çalışmada, Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek laktasyon süt verimi, Diyarbakır ve Konya ili işletmelerinde A1A2 genotipinde, Manisa ili işletmesinde A1A1 genotipinde, genel sürüde ise A1A2 genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN2 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süt verimi arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Soyudal (2017), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptığı çalışma sonucunda, CSN2 genine ait polimorfizmin süt verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmiştir. CSN2 için laktasyon süt verimi ortalamalarına bakıldığında en yüksek süt verimi ortalaması A2A2 (9100 kg) genotipinde olduğunu bildirmiştir. Bu literatür bildirişlerinin çalışma sonucu ile benzer olduğu gözlenmiştir.

Çitek ve ark. (2019), sütçü sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, bu çalışmaya benzer şekilde, CSN2 genine ait polimorfizmin süt verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit edilmiştir. Literatür bildirişindeki CSN2 için laktasyon süt verimi ortalamalarına bakıldığında mevcut çalışmaya benzer şekilde en yüksek süt verimi ortalaması A1A2 (8080 kg) genotipinde olduğu gözlenmiştir.

Çalışmada, Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en yüksek ortalama laktasyon süt verimi, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, Konya ili işletmesinde AA genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süt verimi arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Şahin (2017), Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yapmış olduğu çalışmada, CSN3 genotiplerinin laktasyon süt verimine etkisinin olmadığını belirlemiştir. Bu literatür bildirişinin çalışma sonucu ile benzer olduğu gözlenmiştir.

Soyudal (2017), Bursa ilinde Siyah Alaca inekler üzerinde yaptığı çalışma sonucunda, CSN3 genine ait polimorfizmin süt verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmiştir. Bu literatür bildirişinin çalışma sonucu ile benzer olduğu gözlenmiştir. En yüksek laktasyon süt verimi ortalaması, literatür bildirişinde AB (8846 kg) genotipli ineklerde olması sonucu bu çalışmanın bulgusundan farklıdır.

Tanaskovska ve ark. (2016), ilk laktasyon süt verimini CSN3 genotiplerinin önemli ölçüde etkilediğini ve CSN3 BB (6536 lt) ve AB (6550 lt) genotipli süt ineklerinin AA (6332 lt) genotipli ineklere göre yaklaşık %3 daha yüksek süt verimine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu literatür bildirişinin, çalışma sonucundan farklı olduğu tespit edilmiştir.

Neamt ve ark. (2017), Roman Simental ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada en yüksek laktasyon süt verimi CSN3 geninde (5887.76 kg) AA genotipi için tespit etmişlerdir. AA ve AB (5839.37 kg) genotipleri arasında anlamlı fark bulunmadığını, BB genotipi (5619 kg) her iki genotipten anlamlı derecede daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın aksine, literatür bulgusunda CSN3 geninin laktasyon süt verimine önemli olarak etkilediği gözlenmiştir. En yüksek laktasyon süt verimi Manisa,

Diyarbakır ve genel popülasyonda BB genotipli hayvanlarda gözlenirken; Roman Simental sığırları üzerinde yapılan çalışmada AA genotipinde gözlenmiştir.

Çitek ve ark. (2019), sütçü sığırlar üzerinde yapılan çalışmada, bu çalışmaya benzer şekilde, CSN3 genine ait polimorfizmin süt verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmişlerdir. Literatür bildirişindeki CSN3 için laktasyon süt verimi ortalamalarına bakıldığında mevcut çalışmadan farklı olarak en yüksek süt verimi ortalaması BE (7809 kg) genotipinde olduğu gözlenmiştir.

Gürcan (2011), Tahirova Tarım İşletmesinde Siyah Alaca sığırlar üzerinde yaptığı çalışmada, bu çalışmanın bulgularına benzer şekilde, CSN3 genine ait polimorfizmin süt verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, Literatür bildirişindeki CSN3 için laktasyon süt verimi ortalamalarına bakıldığında Manisa, Diyarbakır ve genel popülasyonun sonuçlarına benzer olarak en yüksek süt verimi ortalaması BB (5510 kg) genotipinde olduğu gözlenmiştir.

305 günlük süt verimi açısından bu çalışma değerlendirildiğinde; Diyarbakır, Konya ve Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ortalama 305 günlük süt verimi sırasıyla 7305.94, 8547.09 ve 9079.90 kg olarak tespit edilmiştir. Genel laktasyon süt verimi ortalaması ise 8389.98 kg olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek 305 günlük süt verimi, Diyarbakır ili işletmesinde CC genotipinde, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel popülasyonda ise BC genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin 305 günlük süt verimi arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Ardıçlı ve ark. (2018), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S1 genotiplerinin 305 günlük süt verimine etkisinin olmadığı tespit etmişlerdir. Bu literatür bildirişinin, çalışma sonucu ile benzer olduğu tespit edilmiştir. 305 günlük süt verimi ortalamalarına bakıldığında, bu çalışmanın Konya, Manisa ve Diyarbakır illerindeki bulgulara benzer şekilde literatür bildirişinde de en yüksek süt verimi ortalaması BB (7045 kg) genotipinde olduğu gözlenmiştir.

Hristov ve ark. (2012), Bulgar Rhodopean ırkı Sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S1 geninin heterozigot BC genotipli (3877 kg) hayvanların BB ve CC genotipli (3600 kg ve 3412 kg) hayvanlara göre en yüksek 300 günlük süt verimine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın genel popülasyon sonuçları ile karşılaştırıldığında literatür bulgusu ile benzer olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada, CSN1S2 genotiplerinin 305 günlük süt verimine etkisi tek genotip tespit edilmesinden dolayı hesaplanamamıştır. Ardıçlı ve ark. (2018) Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada ise iki genotip tespit edilmiş ve CSN1S2 genotiplerinin 305 günlük süt verimine etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir.

Bu araştırmada Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek 305 günlük süt verimi, Konya ili işletmesinde A1A2 genotipinde, Manisa ili işletmesinde A2A2 genotipinde ve genel sürüde A1A2 genotipinde olmasına rağmen, Konya ve Manisa ili işletmelerinde ve genel sürü bazında CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktasyon süreleri arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ancak Diyarbakır ili işletmesinde, CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin 305 günlük süt verimi arasında önemli istatistiksel farklılığın olduğu ($P<0.05$), bu farklılığın en yüksek 305 günlük süt verimine sahip A1A2 genotipli ineklerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Soyudal (2017), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptığı çalışma sonucunda, CSN2 polimorfizminin 305 günlük süt verimi üzerine etkisini anlamlı bulmuştur. CSN2 geni için en yüksek 305 günlük süt verimi ortalaması A2A2 (8969 kg) genotipinde olduğunu tespit etmiştir. Literatürde bildirilen CSN2 geninin 305 günlük süt verimi üzerine etkisini anlamlı olması bu çalışmanın Konya ilindeki bulgularına benzer olduğu saptanmıştır. Ancak en yüksek 305 günlük süt verimi ortalaması literatür bildirişinin aksine Diyarbakır ilinde A1A2 genotipinde gözlenmiştir.

Duifhuis Rivera ve ark. (2014), Meksika'da iki ayrı popülasyonda yetiştirilen Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN2 polimorfizminin 305 gün süt verimi üzerine etkisinin anlamlı olmadığı tespit etmişlerdir. Bu literatür bulgusunun Konya, Manisa ve genel popülasyona ait çalışma sonucu ile benzer olduğu saptanmıştır.

Literatür bildirişinde en yüksek 305 günlük süt veriminin A1A1 genotipinde (12039 kg) olması sonucunun, çalışma bulgusundan farklı olduğu gözlenmiştir.

Bu araştırmada Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en yüksek 305 günlük süt verimi, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, Konya ili işletmesinde AA genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel popülasyonda CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süt verimi arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) gözlenmiştir.

Soyudal (2017), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptığı çalışma sonucunda, CSN3 genine ait polimorfizmin 305 günlük süt verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmiştir. Bu literatür bildirişinin çalışma bulgusu ile benzer olduğu gözlenmiştir.

Gürses ve ark. (2016), Siyah Alaca, Jersey ve İsviçre Esmeri ırkları üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, Siyah Alaca ve İsviçre Esmeri sığırlarda CSN3 genine ait polimorfizmin 305 günlük süt verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmişlerdir. Siyah Alaca sığırlarda en yüksek 305 günlük süt verimine AE genotipine (7199 kg) sahip ineklerde Jersey ve İsviçre Esmerinde ise AA genotipine (4491 kg ve 4429 kg) sahip ineklerde olduğunu bildirmişlerdir. Literatürde bildirilen CSN3 genine ait polimorfizmin 305 gün süt verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulgusu çalışma sonucu ile benzerlik göstermiştir. Ancak mevcut çalışmada literatürde bildirilen değerlerden farklı olarak en yüksek 305 gün süt verimi BB genotipli hayvanlarda gözlenmiştir.

Hristov ve ark. (2012), Bulgar Rhodopean ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN3 geninin AB genotipli (4112 kg) hayvanların AA ve BB genotipli (3838 kg ve 3495 kg) hayvanlara göre en yüksek 300 günlük süt verimine sahip olduğu tespit etmişlerdir. Literatür bulgusunun bu çalışmanın sonucundan farklı olduğu gözlenmiştir.

Rachagani ve Gupta (2008), Hindistan'da Sahiwal sığırları üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN3 geninin 305 günlük süt verimi üzerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve BB genotipli (2284 kg) hayvanların AA ve AB genotipli (1548 kg ve 1336 kg) hayvanlara göre daha yüksek 305 günlük süt verimine sahip olduğu

bildirmişlerdir. Literatür bildirilen CSN3 geninin 305 günlük süt verimi üzerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulgusu bu çalışmanın sonucundan farklı, ancak BB genotipli hayvanların 305 günlük süt veriminin yüksek olmasının ise benzer olduğu saptanmıştır.

Yağsız kuru madde oranı açısından bu çalışma değerlendirildiğinde; Diyarbakır, Konya, Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ve genel popülasyonda ortalama yağsız kuru madde oranı sırasıyla %8.97, %8.59, %8.77 ve %8.76 olarak belirlenmiştir.

Mevcut çalışmada, Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek yağsız kuru madde oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel popülasyonda ise BC genotipinde bulunmuş olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin yağsız kuru madde oranı arasında istatistiksel farklılığın önemsiz olduğu ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Literatür taraması sonucu CSN1S1 genlerine ait polimorfizmlerin yağsız kuru madde oranı üzerine etkisini araştıran literatüre rastlanılmamıştır.

Çalışmada, Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek yağsız kuru madde oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde A2A2 genotipinde olmasına rağmen, her üç işletmede CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin yağsız kuru madde oranı arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ancak genel popülasyonda, CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin yağsız kuru madde oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olduğu ($P<0.01$), bu farklılığın en yüksek yağsız kuru madde oranına sahip A2A2 genotipli ineklerin lehine olduğu gözlenmiştir.

Literatür taraması sonucu CSN2 genlerine ait polimorfizmlerin yağsız kuru madde oranı üzerine etkisini araştıran literatüre rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en yüksek yağsız kuru madde oranı, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, Konya ili işletmesinde AB genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin yağsız

kuru madde oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir.

Gürses ve Yuce (2012), Yerli Kara ve DAK ırkları üzerinde yaptıkları çalışmada, Yerli Kara sığırlarında CSN3 geninin yağsız kuru madde oranı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığını; ancak DAK sığırlarında CSN3 geninin yağsız kuru madde oranı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olduğunu ($P<0.05$) bildirmişlerdir. DAK sığırlarında AB genotipine sahip hayvanların yağsız kuru madde oranının (%9.672) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Siyah Alaca sığırlar üzerinde yapılan çalışmada CSN3 geninin yağsız kuru madde oranı üzerine etkisinin önemsiz olması Yerli Kara sığırları üzerinde yürütülen literatür bulgusu ile benzer olduğu fakat DAK sığırlarında elde edilen sonuçtan farklı olduğu gözlenmiştir.

Gürses ve ark. (2016), Siyah Alaca, Jersey ve İsviçre Esmeri ırkları üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, Siyah Alaca ve İsviçre Esmeri sığırlarda CSN3 genine ait polimorfizmin yağsız kuru madde oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve Siyah Alaca sığırlarında AB genotipine sahip hayvanların yağsız kuru madde oranının (%9.280) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Literatür bildirişinde CSN3 polimorfizmlerinin yağsız kuru madde oranı üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı bulunurken bu çalışmada istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Literatür bildirişinden farklı olarak bu çalışmada genel olarak BB genotipli hayvanların yağsız kuru madde oranları daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Rachagani ve Gupta (2008), Hindistan'da Sahiwal sığırları üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN3 geninin yağsız kuru madde oranına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve BB genotipli (%8.90) hayvanların AA ve AB genotipli (%8.88 ve %8.87) hayvanlara göre daha yüksek yağsız kuru madde oranına sahip olduğu bildirmişlerdir. Literatürde bildirilen CSN3 geninin yağsız kuru madde oranına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucu bu çalışmanın sonucundan farklı olduğu, ancak BB genotipli hayvanların yağsız kuru madde oranının yüksek olduğu sonucu bu çalışma ile benzerdir.

Süt yağ oranı açısından bu çalışma değerlendirildiğinde; Diyarbakır, Konya, Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ve genel popülasyonda ortalama süt yağ oranı sırasıyla %3.51, %3.63, %3.46 ve %3.54 olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada Manisa, Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek süt yağ oranı, Diyarbakır ili işletmesinde CC genotipinde, Manisa ili işletmesinde BB genotipinde, genel popülasyonda ise CC genotipinde olmasına rağmen Diyarbakır ili işletmesinde, Manisa ili işletmesinde ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin süt yağ oranı arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ancak, Konya CSN1S1 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin süt yağ oranı arasında istatistiksel farklılığın önemli olduğu ($P<0.05$) ve bu farklılığın en yüksek süt yağ oranına sahip BC genotipli ineklerden kaynaklandığı bulunmuştur.

Ardıçlı ve ark. (2018), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S1 genotiplerinin süt yağ oranına etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu literatür bildirişinin, bu çalışmanın Manisa ve Diyarbakır illerindeki bulgularına benzer olduğu gözlenmiştir.

Çardak (2005), Almanya’da Siyah Alaca ve Simental ırkı inekler üzerinde yaptığı çalışmada, Siyah Alaca ırkı ineklerin CSN1S1 geninin süt yağ oranına etkisinin önemli olmadığı, Simental ırkı ineklerde ise CSN1S1 geninin süt yağ oranına etkisinin önemli olduğu bildirmiştir. Ayrıca, BC genotipli Siyah Alaca ve Simental ineklerin süt yağ oranının (%4.31 ve %4.15) daha yüksek olduğu tespit etmiştir. Bu literatür bulgusunun Konya ilindeki sonuç ile benzer olduğu, ancak Manisa, Diyarbakır ve genel popülasyonun sonucundan farklı olduğu gözlenmiştir.

Hristov ve ark. (2012), Bulgar Rhodopean Sığırları üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN1S1 geninin homozigot CC genotipli (%4.88) hayvanların BB ve BC genotipli (%4.72 ve %4.66) hayvanlara göre en yüksek süt yağ oranına sahip olduğu tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın genel popülasyon ve Diyarbakır ili sonuçları ile karşılaştırıldığında literatür bulgusu ile benzer olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada CSN1S2 geni tek genotip olarak tespit edilmesinden dolayı, CSN1S2 genotiplerinin süt yağ oranına etkisi hesaplanamamıştır. Ardıçlı ve ark. (2018), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada ise iki genotip tespit etmişler ve CSN1S2 genotiplerinin süt yağ oranına etkisinin önemli olmadığı belirlemişlerdir.

Mevcut Araştırmada Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek süt yağ oranı, Diyarbakır ili işletmesinde A1A1 genotipinde, Konya ili işletmesinde A2A2 genotipinde, Manisa ili işletmesinde A2A2 genotipinde ve genel sürüde ise A1A1 genotipinde olmasına rağmen, üç farklı işletmede ve genel popülasyonda CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin süt yağ oranı arasında istatistiksel farklılığın anlamlı olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir.

Soyudal (2017), Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yürüttüğü çalışmada, CSN2 polimorfizmlerinin süt yağı oranı üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı bulmuştur. CSN2 için %3.578 ile en yüksek yağ oranı ortalaması A1A1 genotipinde olduğunu tespit etmiştir. Literatür bildirişinde CSN2 polimorfizmlerinin süt yağı oranı üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı bulunurken bu çalışmada istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çitek ve ark. (2019), sütçü sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, bu çalışmaya benzer şekilde, CSN2 genine ait polimorfizmin süt yağ oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmişlerdir. Literatür bildirişindeki CSN2 için süt yağ oranı ortalamalarına bakıldığında mevcut çalışmaya benzer şekilde (Konya, Diyarbakır ve tüm popülasyon) en yüksek yağ oranı A1A1 (%4.15) genotipinde olduğu gözlenmiştir.

Çardak (2005) tarafından Almanya'da Siyah Alaca ve Simental ırkı inekler üzerinde yapılan çalışmada, Siyah Alaca ineklerde CSN2 genine ait polimorfizmin süt yağı oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, Simental ineklerde ise CSN2 geninin süt yağ oranına etkisinin anlamlı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, A1A1 genotipli Siyah Alaca ve Simental ırkı ineklerin süt yağ oranının (%4.47 ve %4.39) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Literatür bildirişindeki Siyah Alaca ırkı ineklerde CSN2 genine ait polimorfizmin süt yağı oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı

sonucu ve A1A1 genotipli ineklerin süt yağ oranının yüksek olduğu sonucu çalışma bulguları ile benzerdir.

Bu çalışmada Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en yüksek süt yağ oranı, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde AB genotipinde, genel sürü bazında ise AA genotipinde olmasına rağmen Diyarbakır ili işletmesinde, Manisa ili işletmesinde ve genel popülasyonda CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktasyon süt verimi arasında önemli istatistiksel farklılığın olmadığı ($P>0.05$) gözlenmiştir. Ancak, Konya ili işletmesinde CSN3 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin süt yağ oranı arasında istatistiksel farklılığın önemli olduğu ($P<0.05$), bu farklılığın en yüksek süt yağ oranına sahip AA genotipli ineklerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Soyudal (2017), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptığı çalışma sonucunda, CSN3 genine ait polimorfizmin süt yağ oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmiştir. En yüksek süt yağ oranını AA genotipine (%3.40) sahip ineklerde olduğunu bildirmiştir. Soyudal (2017)'ın yaptığı çalışmanın aksine bu çalışmada Konya ilindeki işletmede CSN3 genine ait polimorfizmin süt yağ oranı üzerine etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada literatür bildirişine benzer şekilde en yüksek süt yağ oranını AA genotipine sahip ineklerde olduğu gözlenmiştir.

Gürses ve Yuce (2012) Yerli Kara ve DAK sığırları üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN3 genine ait polimorfizmin süt yağ oranı üzerine etkisinin önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Yerli Kara ve DAK sığırlarında en yüksek süt yağ oranı AB genotipinde (%5.017 ve %4.241) olmuştur. Gürses ve Yuce (2012)'nin yaptığı çalışmanın aksine bu çalışmada Konya ilindeki işletmede CSN3 genine ait polimorfizmin süt yağ oranı üzerine etkisinin önemli olduğu tespit edilmiş ve en yüksek süt yağ oranı AA genotipinde olduğu belirlenmiştir.

Gürses ve ark. (2016), Siyah Alaca, Jersey ve İsviçre Esmeri ırkları üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, CSN3 genine ait polimorfizmin süt yağ oranı üzerine etkisi Siyah Alaca ve İsviçre Esmeri sığırlarda istatistiksel olarak anlamlı olmazken Jersey ırkında anlamlı olduğunu ve Siyah Alaca sığırlarında AB genotipine sahip hayvanların süt yağ oranının (%4.442) daha yüksek, Jersey ve İsviçre Esmeri ırklarda ise BB

genotipinin (4.417 ve 5.318) olduğunu bildirmişlerdir. Literatür bildirişinde CSN3 polimorfizmlerinin süt yağı oranı üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı olmaması bu çalışmanın Manisa ve Diyarbakır illerindeki sonucu ile benzer olarak bulunmuştur. Literatür bildirişinden farklı olarak bu çalışmada Konya ilinde AA genotipli hayvanların süt yağı oranları daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Neamt ve ark. (2017) tarafından Roman Simental sığırları üzerinde yapılan çalışmada CSN3 polimorfizmlerinin süt yağı oranı üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı bulmuştur. CSN3 genine ait AA genotipi (%4.19), AB (%4.08) ve BB (%4.01) genotipine kıyasla daha yüksek bir süt yağ oranına sahip olduğunu tespit etmiştir. Konya ilindeki çalışma sonuçlarının literatür bildirişine benzer olduğu gözlenmiştir.

Çitek ve ark. (2019) tarafından sütçü sığırlar üzerinde yapılan çalışmada, bu çalışmanın Manisa, Diyarbakır ve tüm popülasyonun sonuçlarına benzer şekilde, CSN3 genine ait polimorfizmin süt yağ oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit edilmiştir. Literatür bildirişindeki CSN3 için süt yağ oranı ortalamalarına bakıldığında mevcut çalışmaya benzer şekilde (Manisa ve Diyarbakır) en yüksek yağ oranı AB (%4.22) genotipinde olduğu gözlenmiştir.

Çardak (2005) tarafından Almanya'da Siyah Alaca ve Simental inekler üzerinde yapılan çalışmada, bu çalışmanın Manisa, Diyarbakır ve tüm popülasyonun sonuçlarına benzer şekilde, CSN3 genine ait polimorfizmin süt yağ oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit edilmiştir. Literatür bildirişindeki Siyah Alaca ve Simental ineklerin CSN3 için süt yağ oranı ortalamalarına bakıldığında mevcut çalışmaya benzer şekilde (Konya ve tüm popülasyon) en yüksek yağ oranı AA (%4.25 ve %4.14) genotipinde olduğu gözlenmiştir.

Hristov ve ark. (2012) tarafından Bulgar Rhodopean Sığırları üzerinde yapılan çalışmada, CSN3 geninin homozigot AA genotipli (%4.70) hayvanların AB ve BB genotipli (%4.66 ve %4.66) hayvanlara göre en yüksek süt yağ oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın tüm popülasyon ve Konya ili sonuçları ile karşılaştırıldığında literatür bulgusu ile benzer olduğu gözlenmiştir.

Rachagani ve Gupta (2008) tarafından Hindistan’da Sahiwal sığırları üzerinde yapılan çalışmada, CSN3 geninin süt yağ oranına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmiştir. Ayrıca, AA ve BB genotipli (%4.92 ve %4.91) hayvanlarda süt yağ oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Literatür bildirilen CSN3 geninin süt yağ oranının etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucu bu çalışmanın Manisa, Diyarbakır ve tüm popülasyonlardaki sonucuna benzer olduğu saptanmıştır.

Süt protein oranı açısından bu çalışma değerlendirildiğinde; Diyarbakır, Konya, Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ve genel popülasyonda ortalama süt protein oranları sırasıyla %3.28, %3.14, %3.22 ve %3.21 olarak tespit edilmiştir.

Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek protein oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel popülasyonda ise BC genotipinde bulunmuş olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin protein oranı arasında istatistiksel farklılığın önemsiz olduğu ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Ardıçlı ve ark. (2018), Bursa’da Siyah Alaca sığırlar üzerinde yaptıkları araştırmada da bu çalışmaya benzer şekilde CSN1S1 genotiplerinin süt protein oranına etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada CSN1S1 için en yüksek süt protein oranına BB genotipinde görülürken, literatür bildirişinde ise BC (%3.21) genotipinde olduğu gözlenmiştir.

Çardak (2005) tarafından Almanya’da Siyah Alaca ve Simental inekler üzerinde yapılan çalışmada, CSN1S1 genotiplerinin süt protein oranına etkisinin önemli olduğu ve Siyah Alaca ve Simental ineklerde BC genotipinin (%3.43 ve %3.67) yüksek süt protein oranı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu literatür bildirişinin çalışma bulgusundan farklı olduğu gözlenmiştir.

Hristov ve ark. (2012) tarafından Bulgar Rhodopean Sığırları üzerinde yapılan çalışmada, CSN1S1 geninin homozigot CC genotipli (%3.72) hayvanların BB ve BC genotipli (%3.68 ve %3.63) hayvanlara göre en yüksek süt protein oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın tüm popülasyon sonuçları ile karşılaştırıldığında literatür bulgusu ile benzer olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada tek genotip tespit edilmesinden dolayı CSN1S2 genotiplerinin süt protein oranına etkisi hesaplanamamıştır. Ardıçlı ve ark. (2018) tarafından Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada ise iki genotip tespit edilmiştir. Literatür bildirişinde CSN1S2 genotiplerinin süt protein oranına etkisinin önemli olduğu ve heterozigot yapıdaki DA genotipi (%3.31) yüksek süt protein oranı ile ilişkili olduğu gözlenmiştir.

Araştırmada Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek protein oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde A2A2 genotipinde olmasına rağmen, her üç işletmede CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin protein oranı arasında istatistiksel farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ancak, genel sürüde, CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin protein oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olduğu ($P<0.05$), bu farklılığın en yüksek protein oranına sahip A2A2 genotipli ineklerin lehine olduğu gözlenmiştir.

Soyudal (2017) CSN2 polimorfizmlerinin süt protein oranı üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ve CSN2 için en yüksek protein oranı ortalaması A1A1 (%3.578) genotipinde gözlendiğini bildirmiştir. Konya, Manisa ve Diyarbakır illerinde elde edilen CSN2 polimorfizmlerinin süt protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucunun literatür bildirişi ile benzerlik göstermiştir. Ancak genel popülasyon değerlendirildiğinde mevcut çalışmanın literatür bildirişinin aksine CSN2 polimorfizmlerinin süt protein oranı üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir.

Çitek ve ark. (2019) tarafından sütçü sığırlar üzerinde yapılan çalışmada, bu çalışmaya benzer şekilde (Konya, Manisa ve Diyarbakır), CSN2 genine ait polimorfizmin süt protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Literatür bildirişindeki CSN2 için süt protein oranı ortalamalarına bakıldığında mevcut çalışmadan farklı olarak en yüksek protein oranı A1A1 (%3.47) genotipinde olduğu gözlenmiştir.

Çardak (2005) tarafından Almanya'da Siyah Alaca ve Simental ırkı inekler üzerinde yapılan çalışmada, Siyah Alaca ineklerde CSN2 polimorfizmlerinin süt protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı; Simental ırkı ineklerde ise

istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Siyah Alaca ve Simental ırkı ineklerde en yüksek protein oranı A1A1 (%3.35 ve %3.68) genotipinde olduğu bildirilmiştir. Bu literatür bildirişinin çalışma bulgusundan farklı olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada Siyah Alaca ineklerin CSN3 genine ilişkin en yüksek protein oranı, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, Konya ili işletmesinde AB genotipinde, genel sürüde ise AB ve BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin protein oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olmadığı ($P>0.05$) bulunmuştur.

Soyudal (2017), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptığı çalışma sonucunda, CSN3 genine ait polimorfizmin süt protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmiştir. En yüksek süt protein oranını BB (%3.138) genotipine sahip ineklerde olduğunu bildirmiştir. Literatür bildirişindeki CSN2 polimorfizmlerinin süt protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucu bu çalışmanın sonucu ile benzerlik göstermiştir.

Gürses ve Yuce (2012), Yerli Kara ve DAK sığırları üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN3 genine ait polimorfizmin Yerli Kara sığırlarında CSN3 geninin protein oranı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığını; ancak DAK sığırlarında CSN3 geninin yağsız kuru madde oranı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olduğunu ($P<0.05$) bildirmişlerdir. Doğu Anadolu Kırmızısı sığırlarında AB genotipine sahip hayvanların protein oranının (%3.548) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Siyah Alaca sığırlar üzerinde yapılan çalışmada CSN3 geninin protein oranı üzerine etkisinin önemsiz olması Yerli Kara sığırları üzerinde yürütölen literatür sonucu ile benzer olduğu fakat DAK sığırlarında elde edilen sonuçtan farklı olduğu gözlenmiştir.

Gürses ve ark. (2016), Siyah Alaca, Jersey ve İsviçre Esmeri ırkları üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, Siyah Alaca ve İsviçre Esmeri ırkı sığırlarda CSN3 genine ait polimorfizmin protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve Siyah Alaca ırkı sığırlarında AB genotipine sahip hayvanların protein oranının (%3.402) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Literatür bildirişinde CSN3 polimorfizmlerinin protein oranı üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı bulunurken bu çalışmada CSN3 polimorfizmlerinin protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Literatür bildirişinden farklı olarak bu çalışmada Manisa ve Diyarbakır illerinde BB genotipli hayvanların protein oranlarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Neamt ve ark. (2017) tarafından Roman Simental sığırları üzerinde yapılan çalışmada CSN3 polimorfizmlerinin süt protein oranı üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. CSN3 genine ait BB (%3.40) genotipi, AB (%3.29) ve AA (%3.27) genotipine kıyasla daha yüksek bir süt protein oranına sahip olduğunu tespit etmiştir. Literatür bildirişi ile çalışma sonuçlarının farklı olduğu gözlenmiştir.

Čitek ve ark. (2019) tarafından sütçü sığırlar üzerinde yapılan çalışmada, bu çalışmaya benzer şekilde, CSN3 genine ait polimorfizmin süt protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Literatür bildirişindeki CSN3 için süt protein oranı ortalamalarına bakıldığında mevcut çalışmadan farklı olarak en yüksek protein oranı AE (%3.60) genotipinde olduğu gözlenmiştir.

Çardak (2005) tarafından Almanya'da Siyah Alaca ve Simental ırkı inekler üzerinde yapılan çalışmada, Siyah Alaca ineklerde CSN3 polimorfizmlerinin süt protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı; Simental ineklerde ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Simental ineklerde en yüksek protein oranı AA (%3.62) genotipinde olduğu bildirilmiştir. Bu literatür bildirişinin çalışma bulgusundan farklı olduğu gözlenmiştir.

Hristov ve ark. (2012) tarafından Bulgar Rhodopean ırkı sığırlar üzerinde yapılan çalışmada, CSN3 geninin homozigot AA genotipli (%3.66) hayvanların AB ve BB genotipli (%3.63 ve %3.56) hayvanlara göre en yüksek süt protein oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunun literatür bulgusundan farklı olduğu gözlenmiştir.

Rachagani ve Gupta (2008), Hindistan'da Sahiwal ırkı üzerinde yaptıkları çalışmada, CSN3 geninin süt protein oranına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, BB genotipli (%3.67) hayvanlarda süt protein oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Literatür bildirilen CSN3 geninin süt protein oranına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucu bu çalışmanın sonuçlarına benzer olduğu saptanmıştır.

Süt laktoz oranı açısından bu çalışma değerlendirildiğinde; Diyarbakır, Konya, Manisa ili süt sığırcılığı işletmelerinde ve genel popülasyonda ortalama süt laktoz oranı sırasıyla %4.93, %4.71, %4.81 ve %4.81 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada Siyah Alaca ineklerin CSN1S1 genine ilişkin en yüksek laktoz oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, genel popülasyonda ise BC genotipinde bulunmuş olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN1S1 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktoz oranı arasında önemli istatistiki farklılığın olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Ardıçlı ve ark. (2018) Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları Araştırmada bu çalışmaya benzer şekilde, CSN1S1 genotiplerinin süt laktoz oranına etkisinin olmadığı tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada CSN1S1 için en yüksek süt laktoz oranına BB genotipinde görülürken, literatür bildirişinde ise BC (%4.84) genotipinde olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada tek genotip tespit edilmesinden dolayı CSN1S2 genotiplerinin süt laktoz oranına etkisi belirlenememiştir. Ardıçlı ve ark. (2018) tarafından Bursa'da Siyah Alaca sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada ise iki genotip tespit edilmiş ve CSN1S2 genotiplerinin süt laktoz oranına etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir.

Bu araştırmada Siyah Alaca ineklerin CSN2 genine ilişkin en yüksek laktoz oranı, Diyarbakır, Konya ve Manisa ili işletmelerinde A2A2 genotipinde olmasına rağmen, her üç işletmede CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktoz oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ancak, genel sürüde, CSN2 geninin farklı genotiplerine sahip ineklerin laktoz oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olduğu ($P<0.01$), bu farklılığın en yüksek protein oranına sahip A2A2 genotipli ineklerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Soyudal (2017) CSN2 polimorfizmlerinin süt laktoz oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmiştir. Konya, Manisa ve Diyarbakır illerinde elde edilen CSN2 polimorfizmlerinin süt laktoz oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucunun literatür bildirişi ile benzerlik göstermiştir. Ancak tüm popülasyon değerlendirildiğinde mevcut çalışmanın literatür bildirişinin aksine

CSN2 polimorfizmlerinin süt laktoz oranı üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir. Soyudal (2017)'ın yaptığı çalışmada CSN2 için en yüksek laktoz oranı ortalaması A1A1 (%4.931) genotipinde gözlenirken bu çalışmada A2A2 genotipinde gözlenmiştir.

Çalışmada CSN3 genine ilişkin en yüksek laktoz oranı, Diyarbakır ve Manisa ili işletmelerinde BB genotipinde, Konya ili işletmesinde AB genotipinde, genel sürüde ise BB genotipinde olmasına rağmen üç farklı işletmede ve genel sürü bazında CSN3 geninin farklı genotiplerini içeren ineklerin laktoz oranı arasında önemli istatistiksel farklılığın olmadığı ($P>0.05$) bulunmuştur.

Soyudal (2017), Bursa ilinde Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptığı çalışma sonucunda, CSN3 genine ait polimorfizmin süt protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmiştir. En yüksek süt laktoz oranını AA (%4.893) genotipine sahip ineklerde olduğunu bildirmiştir. Literatürde bildirilen CSN3 genine ait polimorfizmin süt protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bu çalışma ile benzerlik göstermektedir. Ancak mevcut çalışmada literatür bildirişinden farklı olarak en yüksek laktoz oranı BB genotipinde gözlenmiştir.

Gürses ve Yuce (2012), Yerli Kara ve DAK sığırları üzerinde yaptıkları çalışmada, her iki ırk için CSN3 genine ait polimorfizmin laktoz oranı üzerine etkisinin önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Literatür bildirişine benzer Şekilde mevcut çalışmada da CSN3 genine ait polimorfizmin laktoz oranı üzerine etkisinin önemli olmadığı gözlenmiştir.

Gürses ve ark. (2016), Siyah Alaca, Jersey ve İsviçre Esmeri ırkları üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, Siyah Alaca ırkı sığırlarda CSN3 genine ait polimorfizmin laktoz oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve Siyah Alaca ırkı sığırlarında AB genotipine sahip hayvanların laktoz oranının (%5.09) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Literatür bildirişinde CSN3 polimorfizmlerinin laktoz oranı üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı bulunurken bu çalışmada CSN3 polimorfizmlerinin protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Literatür bildirişinden farklı olarak bu çalışmada Manisa ve Diyarbakır illerinde BB genotipli hayvanların laktoz oranlarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Araştırmada üç farklı işletmedeki Siyah Alaca ırkı ineklerin laktasyon süresine ait genel ortalama 347.22 gündür. Bu çalışma sonucunda elde edilen laktasyon süresi, Siyah Alaca ırkı üzerinde yürütülen çalışmalarla karşılaştırıldığında; Alkoyak (2016) (352.68 gün), Mellado ve ark. (2011) (454 gün), Çak ve ark. (2018) (372.3 gün) tarafından bildirilen değerlerden daha kısa, Bayrıl ve Yılmaz (2010) (291.6 gün), Koçak ve ark. (2007) (325.62 gün), Sehar ve Özbeyaz (2005) (297.0 gün), Cilek (2009) (303.40 gün), Özyürek ve Tüzemen (2015) (304.12 gün), M'hamdi ve ark. (2012) (309.60 gün), Şahin ve Ulutaş (2010) (326.5 gün), Koç (2006) (323.6 gün), Arslan ve Çak (2013) (337.2 gün) tarafından bildirilen değerlerden daha uzun, Koç (2012) (349 gün) tarafından bildirilen değere benzer olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada ineklerin laktasyon süresine etki eden çevre faktörlerinden işletmenin etkisinin önemli ($P<0.001$) bulunması, Koç (2006) ($P<0.05$), Kaya ve Bardakçioğlu (2016)'nın ($P<0.05$) bildirişleri ile uyumlu; laktasyona giriş yılının etkisinin önemli ($P<0.001$) bulunması, Bayrıl ve Yılmaz (2010) ($P<0.001$), Kaya ve Bardakçioğlu (2016) ($P<0.001$), Cilek (2009) ($P<0.001$), M'hamdi ve ark. (2012) ($P<0.05$), Çak ve ark. (2018)'nin bildirişi ile uyumlu, Koçak ve ark. (2007), Sehar ve Özbeyaz (2005)'in bildirişi ile uyumsuz olduğu gözlenmiştir. Laktasyon mevsiminin etkisinin önemli ($P<0.001$) bulunması, Bayrıl ve Yılmaz (2010) ($P<0.01$), Kaya ve Bardakçioğlu (2016) ($P<0.001$), Cilek (2009) ($P<0.001$), M'hamdi ve ark. (2012) ($P<0.05$), Şahin ve Ulutaş (2010)'in bildirişiyle uyumlu, Alkoyak (2016) ve Orman (2003)'nin bildirişiyle uyumsuz; buzağılama yaşının etkisinin önemsiz bulunması, Sehar ve Özbeyaz (2005), Bayrıl ve Yılmaz (2010)'in bildirişleri ile uyumlu, Cilek (2009), M'hamdi ve ark. (2012), Orman (2003)'nin bildirişleriyle uyumsuz; laktasyon sırası etkisinin önemsiz bulunması, Kaya ve Bardakçioğlu (2016), Sehar ve Özbeyaz (2005), Çak ve ark. (2018), Alkoyak (2016)'in bildirişiyle uyumlu, Bayrıl ve Yılmaz (2010), Cilek (2009), M'hamdi ve ark. (2012)'nin bildirişiyle uyumsuz olduğu saptanmıştır.

Araştırmada üç farklı işletmedeki Siyah Alaca ırkı ineklerin laktasyon süt verimine ait genel ortalama 9039.09 kg olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen laktasyon süt verimi, Siyah Alaca ırkı üzerinde yürütülen çalışmalarla karşılaştırıldığında; Çak ve ark. (2018) (9042.4 kg) tarafından bildirilen değer ile benzer ancak, Bayrıl ve Yılmaz (2010) (7518.9 kg), Koçak ve ark. (2007) (7704.25 kg), Sehar

ve Özbeyaz (2005) (6400.3 kg), Özyürek ve Tüzemen (2015) (5126.1 lt), Şahin ve Ulutaş (2010) (7473.4 kg), Koç (2006) (5420.8 kg), Koç (2012) (8509 kg), Alkoyak (2016) (8986 kg), Kaya ve Bardakçioğlu (2016) (8140.73 lt), Arslan ve Çak (2013) (6516.4 kg) tarafından bildirilen değerlerden yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmada ineklerin laktasyon süt verimine etki eden çevre faktörlerinden işletmenin etkisinin önemli ($P<0.001$) bulunması, Koç (2006) ($P<0.05$)'un bildirişi ile uyumlu Kaya ve Bardakçioğlu (2016)'nin bildirişi ile uyumsuz; laktasyona giriş yılının etkisinin önemsiz bulunması, Koçak ve ark. (2007), Alkoyak (2016)'ın bildirişleri ile uyumlu, Bayrıl ve Yılmaz (2010), Kaya ve Bardakçioğlu (2016), Sehar ve Özbeyaz (2005), Şahin ve Ulutaş (2010), Koç (2012), Çak ve ark. (2018)'nin bildirişleriyle uyumsuz; laktasyon mevsiminin etkisinin önemli ($P<0.05$) bulunması, Bayrıl ve Yılmaz (2010), Kaya ve Bardakçioğlu (2016), Sehar ve Özbeyaz (2005), Şahin ve Ulutaş (2010), Koçak ve ark. (2007)'in bildirişleri ile uyumlu, Alkoyak (2016)'ın bildirişi ile uyumsuz; buzağılama yaşının etkisinin önemli ($P<0.01$) bulunması, Bayrıl ve Yılmaz (2010)'ın bildirişi ile uyumlu, Sehar ve Özbeyaz (2005), Alkoyak (2016)'ın bildirişleri ile uyumsuz; laktasyon sırası etkisinin önemli ($P<0.001$) bulunması, Bayrıl ve Yılmaz (2010), Şahin ve Ulutaş (2010), Koç (2012), Koç (2006), Alkoyak (2016)'ın bildirişleri ile uyumlu, Kaya ve Bardakçioğlu (2016), Sehar ve Özbeyaz (2005)'in bildirişi ile uyumsuz olduğu gözlenmiştir.

Araştırmada üç farklı işletmedeki Siyah Alaca ırkı ineklerin 305 günlük süt verimine ait genel ortalama 8389.98 kg olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen 305 günlük süt verimi, Siyah Alaca ırkı üzerinde yürütülen çalışmalarla karşılaştırıldığında; Çak ve ark. (2018) (8146.2 kg), Kaya ve Bardakçioğlu (2016) (7892.67 lt), Bayrıl ve Yılmaz (2010) (7460.5 kg), Şahin ve Ulutaş (2010) (6976.1 kg), Koç (2006) (5059.2 kg), Koç (2012) (7679 kg), Alkoyak (2016) (7004 kg), Cilek (2009) (5606.92 kg), M'hamdi ve ark. (2012) (5807.83 kg), Arslan ve Çak (2013) (6189 kg) tarafından bildirilen değerlerden yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmada ineklerin 305 günlük süt verimine etki eden çevre faktörlerinden işletmenin etkisinin önemli ($P<0.001$) bulunması, Kaya ve Bardakçioğlu (2016), Koç (2006)'un bildirişi ile uyumlu; laktasyona giriş yılının etkisinin önemsiz bulunması, Cilek (2009), M'hamdi ve ark. (2012), Alkoyak (2016), Bayrıl ve Yılmaz (2010), Kaya

ve Bardakçioğlu (2016), Şahin ve Ulutaş (2010), Koç (2012), Çak ve ark. (2018)'nin bildirişleriyle uyumsuz; laktasyon mevsiminin etkisinin önemsiz bulunması, Kaya ve Bardakçioğlu (2016), Alkoyak (2016)'ın bildirişleri ile uyumlu, Cilek (2009), M'hamdi ve ark. (2012), Şahin ve Ulutaş (2010), Bayrıl ve Yılmaz (2010)'nın bildirişi ile uyumsuz; buzağılama yaşının etkisinin önemli ($P<0.001$) bulunması, Cilek (2009), M'hamdi ve ark. (2012), Bayrıl ve Yılmaz (2010)'ın bildirişi ile uyumlu, Alkoyak (2016)'ın bildirişi ile uyumsuz; laktasyon sırası etkisinin önemli ($P<0.001$) bulunması, Bayrıl ve Yılmaz (2010), Şahin ve Ulutaş (2010), Koç (2012), Koç (2006), Cilek (2009), M'hamdi ve ark. (2012)'in bildirişleri ile uyumlu, Alkoyak (2016), Kaya ve Bardakçioğlu (2016), Çak ve ark. (2018)'nin bildirişi ile uyumsuz olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışma karşılaştırılan literatürler ile kısmen benzerlik gösterdiği; aradaki farklılıkların nedeninin, iklim, işletmelerde uygulanan bakım-besleme ve sürü yönetimi uygulamalarının yanı sıra genetik kökenli olabileceği düşünülebilir.

Araştırmada üç farklı işletmedeki Siyah Alaca ırkı ineklerin yağsız kuru madde oranına ait genel ortalama %8.76 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen yağsız kuru madde oranı, Siyah Alaca ırkı üzerinde yürütülen çalışmalarla karşılaştırıldığında; Önal ve Özder (2007)'in bildirdiği (%8.41), Çetin (2009)'in bildirdiği (%8.42) değerlerden daha yüksek ancak, Yılmaz (2010)'ın bildirdiği (%8.94, Kırmızı-Alaca) ve Koç (2008)'un bildirdiği (%9.78) değerlerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada, yağsız kuru madde oranına; işletmenin ($P<0.01$), hayvanın yaşının ($P<0.001$) ve laktasyon sırasının ($P<0.001$) etkisi önemli bulunurken laktasyon mevsimi önemsiz bulunmuştur. Yılmaz (2010) tarafından yapılan çalışmada, yağsız kuru madde oranına laktasyon sırasının ve laktasyon mevsiminin etkisinin önemli olduğu; Çetin (2009) tarafından yapılan çalışmada da, yağsız kuru madde oranına laktasyon sırasının ve işletmenin etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir.

Araştırmada üç farklı işletmedeki Siyah Alaca ırkı ineklerin süt yağ oranına ait genel ortalama %3.54 olarak belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen süt yağ oranı, Siyah Alaca ırkı üzerinde yürütülen çalışmalarla karşılaştırıldığında; Topaloğu ve Güneş (2005), Çetin (2009) (%3.86)'in bildirdiği değerlerden daha düşük, Koç ve ark. (2009) (%3.23)'nin bildirdiği değerden yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada, süt yağ oranına işletmenin ($P<0.001$), laktasyon mevsiminin ($P<0.001$), hayvanın yaşının

($P<0.001$) ve laktasyon sırasının ($P<0.01$) etkisi önemli bulunmuştur. Bu çalışmaya benzer şekilde; Topaloğu ve Güneş (2005)'in yaptığı çalışmada da işletmenin, laktasyon mevsiminin ve laktasyon sırasının etkisi önemli olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Çetin (2009) tarafından yapılan çalışmada süt yağ oranına işletmenin ve laktasyon sırasının etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir.

Araştırmada üç farklı işletmedeki Siyah Alaca ırkı ineklerin süt protein oranına ait genel ortalama %3.21 olarak belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen süt protein oranı, Siyah Alaca ırkı üzerinde yürütülen çalışmalarla karşılaştırıldığında; Topaloğu ve Güneş (2005)'in bildirdiği (%3.33) değerden daha düşük fakat Önal ve Özder (2007)'in bildirdiği (%3.06) ve Çetin (2009)'in bildirdiği (%2.81) değerden yüksek, Yılmaz (2010)'ın bildirdiği (%3.22, Kırmızı Alaca) değer ile benzer olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada, süt protein oranına; işletmenin ($P<0.001$), hayvanın yaşının ($P<0.001$) ve laktasyon sırasının ($P<0.01$) etkisi önemli bulunurken laktasyon mevsimi önemsiz bulunmuştur. Topaloğu ve Güneş (2005)'in yaptığı çalışmada da süt protein oranına işletmenin, laktasyon mevsiminin ve laktasyon sırasının etkisi önemli olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Çetin (2009) tarafından yapılan çalışmada süt protein oranına işletmenin ve laktasyon sırasının etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir.

Araştırmada üç farklı işletmedeki Siyah Alaca ırkı ineklerin süt laktoz oranına ait genel ortalama %4.81 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen süt laktoz oranı, Siyah Alaca ırkı üzerinde yürütülen çalışmalarla karşılaştırıldığında; Çetin (2009)'in bildirdiği (%4.72), Bland ve ark. (2015)'nin bildirdiği (%4.44), Bondan ve ark. (2018)'nin bildirdiği (%4.45), Ribas ve ark. (2004)'nin bildirdiği (%4.55) değerlerden yüksek fakat Sneddon ve ark. (2016)'nin bildirdiği değerden düşük olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada, süt protein oranına; işletmenin ($P<0.001$), hayvanın yaşının ($P<0.001$) ve laktasyon sırasının ($P<0.001$) etkisi önemli bulunurken laktasyon mevsiminin etkisi önemsiz bulunmuştur. Çetin (2009) tarafından yapılan çalışmada süt laktoz oranına, işletmenin ve laktasyon sırasının etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmaya benzer şekilde Yılmaz (2010) tarafından Kırmızı Alaca sığırlarda yaptığı çalışmada süt laktoz oranına, laktasyon mevsimi etkisi önemsiz bulunurken laktasyon sırasının ($P<0.01$) etkisi önemli olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, sütün yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz oranları açısından işletmeler arasındaki farklılıkların nedeni, iklim, işletmelerde uygulanan bakım-besleme ve sürü yönetim programlarından kaynaklanmış olabilir.

Sonuç olarak; bu çalışmada, Diyarbakır, Konya ve Manisa illerinde yetiştirilen Siyah Alaca ırkı ineklerinde, PCR-RFLP yöntemi ile tespit edilen CSN1S1, CSN1S2, CSN2 ve CSN3 genleri ile süt verimi ve süt bileşenleri arasındaki ilişki düzeyi araştırılmıştır.

İncelenen sığır popülasyonlarında;

CSN1S1 gen polimorfizminin BB, BC ve CC genotiplerine ait frekanslar Diyarbakır ilinde sırasıyla 0.926, 0.037 ve 0.037; Konya ilinde sırasıyla 0.85, 0.15 ve 0 ve Manisa ilinde ise sırasıyla 0.88, 0.12 ve 0 olarak tespit edilmiştir. CSN1S1 gen polimorfizmine ait B ve C allellerinin frekansları; Diyarbakır ilinde sırasıyla 0.944 ve 0.056; Konya ilinde sırasıyla 0.926 ve 0.074; Manisa ilinde sırasıyla 0.938 ve 0.062 olarak belirlenmiştir.

CSN1S1 genlerine ait polimorfizmleri ile süt yağı arasındaki ilişki sadece Konya ilindeki popülasyonda istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). İlişki düzeyi BC genotipli inekler lehine olduğu tespit edilmiştir.

CSN1S2 gen polimorfizminin AA, DA ve DD genotiplerine ait frekanslar Diyarbakır ilinde sırasıyla 1.0, 0.0 ve 0.0; Konya ilinde sırasıyla 1.0, 0.0 ve 0.0 ve Manisa ilinde ise sırasıyla 1.0, 0.0 ve 0.0 olarak tespit edilmiştir. CSN1S2 gen polimorfizmine ait A ve D allellerinin frekansları; Diyarbakır ilinde sırasıyla 1.0 ve 0.0; Konya ilinde sırasıyla 1.0 ve 0.0; Manisa ilinde sırasıyla 1.0 ve 0.0 olarak belirlenmiştir.

CSN1S2 geninin monomorfik olmasından dolayı, CSN1S2 geni ile süt verim özellikleri ve süt bileşenleri arasında bir ilişki kurulamamıştır.

CSN2 gen polimorfizminin A1A1, A1A2 ve A2A2 genotiplerine ait frekanslar Diyarbakır ilinde sırasıyla 0.20, 0.55 ve 0.25; Konya ilinde sırasıyla 0.11, 0.67 ve 0.22 ve Manisa ilinde ise sırasıyla 0.13, 0.63 ve 0.24 olarak tespit edilmiştir. CSN2 gen polimorfizmine ait A1 ve A2 allellerinin frekansları; Diyarbakır ilinde sırasıyla 0.474 ve

0.526; Konya ilinde sırasıyla 0.444 ve 0.556; Manisa ilinde sırasıyla 0.449 ve 0.551 olarak belirlenmiştir.

CSN2 geni polimorfizmine ait genotip frekansları Hardy-Weinberg eşitliğine göre değerlendirildiğinde; Diyarbakır ilinde uyumlu ($P>0.05$), Konya ($P<0.001$) ve Manisa ($P<0.01$) illerinde ise dengede olmadığı gözlenmiştir.

CSN2 genlerine ait polimorfizmleri ile 305 günlük süt verimi arasındaki ilişki sadece Diyarbakır ilindeki popülasyonda istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). İlişki düzeyi A1A2 genotipli inekler lehine olduğu tespit edilmiştir.

CSN2 genlerine ait polimorfizmleri genel popülasyon açısından değerlendirildiğinde; laktasyon süresi ($P<0.05$), protein oranı ($P<0.05$), yağsız kuru madde ($P<0.01$) ve laktoz oranları ($P<0.01$) arasındaki ilişki istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İlişki düzeyi; laktasyon süresi için A1A2 ve A2A2 genotipli, protein oranı için A2A2 genotipli, yağsız kuru madde oranı için A2A2 genotipli, laktoz oranı için ise A2A2 genotipli inekler lehine olduğu tespit edilmiştir.

CSN3 gen polimorfizminin AA, AB ve BB genotiplerine ait frekanslar Diyarbakır ilinde sırasıyla 0.66, 0.32 ve 0.02; Konya ilinde sırasıyla 0.624, 0.323 ve 0.054 ve Manisa ilinde ise sırasıyla 0.58, 0.34 ve 0.08 olarak tespit edilmiştir. CSN3 gen polimorfizmine ait A ve B allellerinin frekansları; Diyarbakır ilinde sırasıyla 0.826 ve 0.174; Konya ilinde sırasıyla 0.786 ve 0.214; Manisa ilinde sırasıyla 0.751 ve 0.249 olarak belirlenmiştir.

CSN3 genlerine ait polimorfizmler ile süt yağ oranı arasındaki ilişki sadece Konya ilindeki popülasyonda istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). İlişki düzeyi AA genotipli inekler lehine olduğu tespit edilmiştir.

Laktasyon süresi ve laktasyon süt verimi açısından, CSN1S1, CSN2 ve CSN3 genotipleri için genotip x çevre etkileşimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). Ancak, 305 günlük süt verimi açısından, CSN2 geni için genotip x çevre etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($P<0.05$); CSN1S1 ve CSN3 genleri için ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Yağsız kuru madde, protein ve laktoz oranları bakımından, CSN1S1, CSN2 ve CSN3 genotipleri için genotip x çevre interaksiyonlarının da istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). Ancak, süt yağ oranı bakımından, CSN1S1 ve CSN3 genleri için genotip x çevre interaksiyonu istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, CSN2 geni için ise genotip x çevre interaksiyonunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

- Genel popülasyon ortalamalarına bakıldığında:
 - Laktasyon süresi: 347.22 gün,
 - Laktasyon süt verimi: 9039.09 kg,
 - 305 günlük süt verimi: 8389.98 kg'dır.
 - Yağsız kuru madde: %8.76,
 - Süt yağı: %3.54,
 - Süt proteini: %3.21 ve
 - Laktoz oranı: %4.81 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, allel ve genotip frekans değerleri açısından görülen farklılıkların nedeninin, incelenen hayvanların farklı yetiştirme ve birleştirme sistemi ile sürüdeki hayvanların farklı genetik yapılarından kaynaklanmış olduğu söylenebilir. CSN1S2 geninin daha geniş popülasyonlarda çalışılması ve gene ait diğer gen bölgelerinin de taranarak; bu bölgelere ait genotiplerin verim ile ilişkisinin ortaya konulması faydalı olacaktır. Böylece CSN1S2 geninin seleksiyon çalışmalarında genetik marker olarak yer alıp almayacağı da tespit edilebilecektir.

Daha sağlıklı süt üretimi amacıyla, Siyah Alaca ırkı sığırların A2A2 genotipine sahip spermiler ile tohumlanması ve böylece sağlıklı süt olarak nitelendirilen A1A1 genotipine sahip bireylerdeki bu frekansın azalmasına sebep olacaktır.

Türkiye'de yoğun bir şekilde yetiştiriciliği yapılan Siyah Alaca ırkı sığırların kazein genlerinin genetik varyasyonunu belirleyen ve verimle ilişkilendiren çalışmaların sayısının artırılması ile CSN1S1, CSN2 ve CSN3 genleri marker destekli seleksiyon kriteri olarak erken seleksiyon çalışmalarında güçlü bir genetik marker olabilecektir.

KAYNAKLAR

Akçapınar H, Özbeyaz C. Hayvan Yetiştiriciliği Temel Bilgileri. Ankara: Kariyer Matbaacılık Ltd Şti; 1999.

Akman N, Özkütük K, Kumlu S, Yener S. Türkiye’de sığır yetiştiriciliği ve sığır yetiştiriciliğinin geleceği. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi; 17-21 Ocak 2000. Ankara; 2000. s. 741-64.

Akyüz B, Arslan K, Bayram D, İşcan KM. Allelic frequency of kappa-casein, growth hormone and prolactin gene in Holstein, Brown Swiss and Simmental cattle breeds in Turkey. Kafkas Univ Vet Fak Derg. 2013;19(3):439-44.

Aleandri R, Buttazzoni L, Schneider J, Caroli A, Davoli R. The effects of milk protein polymorphisms on milk components and cheese-producing ability. J Dairy Sci. 1990;73(2):241-55.

Alexander LJ, Stewart AF, Mackinlay AG, Kapelinskaya TV, Tkach TM, Gorodetsky SI. Isolation and characterization of the bovine k-casein gene. Eur J Biochem. 1988;178(2):395-401.

Alkoyak K. Farklı Orijinli Holştaynların Döl ve Süt Verimi Özellikleri. [Doktora Tezi] Konya: Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2016.

Alpan O, Aksoy A. Sığır Yetiştiriciliği ve Besiciliği. 7. Baskı. İstanbul: Favori Basım; 2015.

Ardıçlı S, Samli H, Soyudal B, Dincel D, Balci F. Evaluation of candidate gene effects and environmental factors on reproductive performance of Holstein cows. S Afr J Anim Sci. 2019;49(2):379-84.

Ardıçlı S, Soyudal B, Samli H, Dincel D, Balci F. Effect of STAT1, OLR1, CSN1S1, CSN1S2, and DGAT1 genes on milk yield and composition traits of Holstein breed. R Bras Zootec. 2018;47.

Arslan S, Çak B. Yozgat İli Boğazlıyan İlçesinde Özel Bir Süt İşletmesinde Yetiştirilen Holştayn İneklerin Süt Verim Özellikleri. Van Vet J. 2013;24(3):101-4.

Aygün T, Karakuş F, Yılmaz A, Ülker H. Van ili merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlığı. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi; 1-4 Eylül 2004; SDÜ Ziraat Fak. Isparta; 2004. s. 361-4.

Aytekin İ. Konuklar Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Esmer Sığırlarda Leptin ve Pit-1 Geni Polimorfizmleri ile Süt Verimi ve Kompozisyonu Arasındaki İlişkiler. [Doktora Tezi] Konya: Selçuk Üniversitesi; 2011.

Bakırcıoğlu Ö. Ankara, Kıl ve Kilis Irkı Keçilerde Leptin Geni 2. Ekzon ve 2. İntronda Bulunan Polimorfizmlerin Belirlenmesi. [Yüksek Lisans Tezi] İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 2014.

Bal O. Halk Elinde Yetiştirilen Holştayn, Doğu Anadolu Kırmızısı ve Yerli Kara Sığır Irklarında Diacylglycerol O-Acyltransferase 1(DGAT1) Gen Polimorfizminin PCR-RFLP Yöntemi İle Belirlenmesi. [Yüksek Lisans Tezi] Kayseri: Erciyes Üniversitesi; 2013.

Bâlteanu V, Vlaic A, Rusu AR, Creanga S, Pop F, Odagiu A, ve ark. Milk Proteins Polymorphism in Romanian Grey Steppe Cattle Studied by Isoelectric Focusing Technique (IEF). Identification of A New α S1-Casein Allele: α S1 I^{RV}. Bulletin UASVM. 2007;64(1-2).

Bayram D, Arslan K, Akyüz B, İşcan KM. Identification of pituitary-specific transcription factor-1 (PIT-1) and leptin gene (LEP) polymorphism of Holstein cattle reared in Turkey. Ankara Üniv Vet Fak Derg. 2017;64(4):337-43.

Bayrıl T, Yılmaz O. Milk Yield Traits of Holstein Cows Raised in Kazova Vasfi Diren Agriculture Farm. Van Vet J. 2010;21(2):113-6.

Becker RB. Dairy Cattle Breeds. Origin and Development. Florida: University of Florida Press; 1973.

Bengi Ç. Yerli Kara Sığır Irkında Leptin Geni Arg25Cys Mutasyonunun PCR-RFLP Metodu ile Belirlenmesi. [Yüksek Lisans Tezi] Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi; 2010.

Bińkowski J, Miks S. Gene-Calc [Internet]. 2018. [Erişim Tarihi 2 Eylül 2019], Erişim adresi: www.gene-calc.pl.

Bland J, Grandison A, Fagan C. Effect of blending Jersey and Holstein-Friesian milk on cheddar cheese processing, composition, and quality. J Dairy Sci. 2015;98(1):1-8.

Bondan C, Folchini JA, Noro M, Quadros DL, Machado KM, González FHD. Milk composition of Holstein cows: a retrospective study. Cienc Rural. 2018;48(12):1-8.

Botstein D, White RL, Skolnick M, Davis RW. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. Am J Hum Genet. 1980;32(3):314-31.

Brunner JR. Milk Proteins. Whitaker JR, Tannenbaum SR, editors. Food Proteins. Westport, CT: AVI Publishing Company; 1977.

Caroli A, Chessa S, Erhardt G. Invited review: Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. J Dairy Sci. 2009;92(11):5335-52.

Chung E, Kim W, Lee C. DNA polymorphism of κ -casein, β -lactoglobulin, growth hormone and prolactin genes in Korean cattle. Asian-Australas J Anim Sci. 1998;11(4):422-7.

Cilek S. Milk yield traits of Holstein cows raised at polatli state farm in Turkey. J Anim Vet Adv. 2009;8(1):6-10.

Čítek J, Hanusová L, Lískovcová L, Samková E, Hanuš O, Hasoňová L, ve ark. Polymorphisms in CSN3, CSN2 and LGB Genes and Their Relation to Milk Production in Dairy Cattle in the Czech Republic. *Acta Univ Agric Silvicae Mendel Brun.* 2019;67(1):19-24.

Creanga Ş, Chelmu S, Maciuc V, Balteanu V. Molecular characterization of Grey Steppe cattle breed for its genetic bio-preservation. *Rom Biotechnol Lett.* 2013;18(6):8893-900.

Çak B, Demirel AF. Physical and Chemical Properties of Milk with Excellent Nutritional Source for Humans. Arapgirlioglu H, Atik A, Hızıroglu S et al. *The Most Recent Studies in Science and Art.* Ankara: Gece Kitaplığı; 2018.

Çak B, Uslu BA, Demirel AF. Holstein sığırlarda süt verimi ve suni tohumlama zamanı arasındaki ilişkilerin araştırılması. VII. Ulusal Veteriner Zootekni Kongresi; 2-5 Mayıs 2018; Hatay. 2018. s. 55-6.

Çardak A. Effects of genetic variants in milk protein on yield and composition of milk from Holstein-Friesian and Simmentaler cows. *S Afr J Anim Sci.* 2005;35(1):41-7.

Çetin H. Aydın ilinde bazı işletmelerde yetiştirilen montbeliarde ve siyah-alaca ırkı sığırların çeşitli süt verim ve süt kalite özellikleri üzerine bir araştırma. [Yüksek Lisans Tezi] Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi; 2009.

Çetin O. Hayvan Islahı Ders Notları. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi. 2008.

De Noni I, FitzGerald RJ, Korhonen HJ, Le Roux Y, Livesey CT, Thorsdottir I, ve ark. Review of the potential health impact of β -casomorphins and related peptides. *European Food Safety Authority;* 2009. p. 1-107. Report No: 231.

Demirel AF, Çak B. Discussions of Effect A1 and A2 Milk Beta-Casein Gene on Health. *Appro Poult Dairy & Vet Sci.* 2018;3(2):216-21.

Deth R, Clarke A, Ni J, Trivedi M. Clinical evaluation of glutathione concentrations after consumption of milk containing different subtypes of β -casein: results from a randomized, cross-over clinical trial. *Nutr J.* 2016;15(1):82.

Dinç H. Genotyping of Beta-Casein, Kappa-Casein and Beta-Lactoglobulin Genes in Turkish Native Cattle Breeds and Efforts to Delineate BCM-7 on Human PBMC. [Doctora Thesis] Ankara: Middle East Technical University; 2009.

Dinçel D. Saanen İrki Keçilerde Önemli Verim Özelliklerini Etkileyen Çevre Faktörleri ve CSN3 Ve AGPAT6 Genlerinin Süt Verimi ve Bileşimine Etkisi. [Doktora Tezi] Bursa: Uludağ Üniversitesi; 2016.

Doğru Ü, Özdemir M. Genotyping of Kappa-casein locus by PCR-RFLP in brown Swiss cattle breed. *J Anim Vet Adv.* 2009;8(4):779-81.

Duifhuis Rivera T, Lemus-Flores C, Valdovinos A, Sanchez Chipres D, Galindo Garcia J, Mejia Martinez K, ve ark. Polymorphisms in beta and kappa-casein are not associated

with milk production in two highly technified populations of holstein cattle in Mexico. *J Anim Plant Sci.* 2014;24(5):1316-21.

Džidić A. Physiology of lactation and machine milking. *Mljekarstvo.* 1999;49(3):163-74.

EHRC. European Statistics [Internet]. 2019. [Erişim Tarihi 01 Temmuz 2019], Erişim adresi: <http://www.euholsteins.com/info/statistics.php>.

Eken M. Güney Anadolu Kırmızısı ve Doğu Anadolu Kırmızısı Irkı Sığırlarda Büyüme Hormonu Salgılatıcı Hormonu ve Reseptörü Genlerinin Polimorfizmlerinin Belirlenmesi. [Doktora Tezi] İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 2010.

Elliott R. Epidemiology of diabetes in Polynesia and New Zealand. Levy-Marchal C, Czernichow P, editors. *Epidemiology and Etiology of Insulin-Dependent Diabetes in the Young.* Paris: Karger; 1992.

Ensminger ME, Ensminger AH, Konlande JE, Robson JR. *The Concise Encyclopedia of Foods & Nutrition.* Florida: CRC press; 1995.

Eraslan A. A1 Tip İnek Sütü ve Süt Ürünlerinde Beta-kazomorfın-7 için HPLC'ye Dayalı Tayin Yöntemi Geliştirilmesi. [Yüksek Lisans] Kayseri: Erciyes Üniversitesi; 2012.

Ergin Ö. Peynir Altı Suyunda β -Kazomorfın-7 Ölçümü için Elisa'ya Dayalı Kantitatif Metot Tasarımı. [Yüksek Lisans Tezi] Kayseri: Erciyes Üniversitesi; 2013.

Eyduran E, Yılmaz İ, Tariq MM, Kaygısız A. Estimation of 305-d milk yield using regression tree method in Brown Swiss Cattle. *Pak J Agr Sci.* 2013;31(1):731-5.

Farrell H, Jimenez-Flores R, Bleck G, Brown E, Butler J, Creamer L, ve ark. Nomenclature of the proteins of cows' milk—sixth revision. *J Dairy Sci.* 2004;87(6):1641-74.

Fox PF, McSweeney PL. *Dairy Chemistry and Biochemistry.* London: Blackie Academic & Professional; 1998.

Gaiaschi A, Beretta B, Poiesi C, Conti A, Giuffrida M, Galli C, ve ark. Proteolysis of α s-casein as a marker of Grana Padano cheese ripening. *J Dairy Sci.* 2000;83(12):2733-9.

Gallinat J, Qanbari S, Drögemüller C, Pimentel E, Thaller G, Tetens J. DNA-based identification of novel bovine casein gene variants. *J Dairy Sci.* 2013;96(1):699-709.

Gambelli L. Milk and its sugar-lactose: a picture of evaluation methodologies. *Beverages.* 2017;3(3):35.

Gouda EM, Galal MK, Abdelaziz SA. Genetic variants and allele frequencies of kappa casein in Egyptian cattle and buffalo using PCR-RFLP. *J Agr Sci.* 2013;5(2):197.

Gül U, Yıldırım İ. Durum ve Tahmin Kırmızı Et. Ankara: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü; 2018. p. TEPGE Yayın No: 302.

Gürçan EK. Association between milk protein polymorphism and milk production traits in Black and White dairy cattle in Turkey. *Afr J Biotechnol.* 2011;10(6):1044-8.

Gürses M, Yuce H. Determination of kappa casein gene polymorphisms and their effects on milk composition in some native cattle breeds of Turkey. *J Anim Vet Adv.* 2012;11(7):1023-7.

Gürses M, Yüce H, Etem EÖ, Patir B. Polymorphisms of kappa-casein gene and their effects on milk production traits in Holstein, Jersey and Brown Swiss cattle. *Anim Prod Sci.* 2016;58(5):778-84.

Harju M, Kallioinen H, Tossavainen O. Lactose hydrolysis and other conversions in dairy products: Technological aspects. *Int Dairy J.* 2012;22(2):104-9.

Haug A, Høstmark AT, Harstad OM. Bovine milk in human nutrition—a review. *Lipids Health Dis.* 2007;6(1):25.

Haybis. Siyah Alaca ırkı sığır sayıları [Internet]. 2019. [Erişim Tarihi 4 Kasım 2019], Erişim adresi: <https://hbs.tarbil.gov.tr/Authentication.aspx>.

Holstein Association USA. History of the holstein breed [Internet]. 2019. [Erişim Tarihi 30 Haziran 2019], Erişim adresi: http://www.holsteinusa.com/holstein_breed/breedhistory.html.

Hristov P, Neov B, Sbirikova H, Teofanova D, Radoslavov G, Shivachev B. Genetic polymorphism of kappa casein and casein micelle size in the Bulgarian Rhodopean cattle breed. *Biotechnol Anim Husband.* 2014;30(4):561-70.

Hristov P, Teofanova D, Mehandzhiyski I, Zagorchev L, Radoslavov G. Application of milk proteins genetic polymorphism for selection and breeding of dairy cows in Bulgaria. Chaiyabutr N, editor. *Milk Production—Advanced Genetic Traits, Cellular Mechanism, Animal Management and Health.* IntechOpen Publisher; 2012.

Hurley WL. Milk composition milk fat [Internet]. 2009. [Erişim Tarihi 15 Şubat 2018], Erişim adresi: http://ansci.illinois.edu/static/ansc438/Milkcompsynth/milkcomp_fat.html.

Ibeagha-Awemu E, Prinzenberg E-M, Jann O, Lühken G, Ibeagha A, Zhao X, ve ark. Molecular characterization of bovine CSN1S2*B and extensive distribution of zebu-specific milk protein alleles in European cattle. *J Dairy Sci.* 2007;90(7):3522-9.

İnal Ş, Akmaz A, Garip M. *Zootekni I (Süt Sığırcılığı, Sığır Besiciliği, At Yetiştirme).* Konya: Atlas Akademi; 2016.

Jaiswal KP, De S, Sarsavan A. Review on bovine beta-casein (A1, A2) gene polymorphism and their potentially hazardous on human health. *International Journal of Environment & Animal Conservation.* 2014;03(01):1-12.

Jensen R. *Handbook of Milk Composition.* New York: Academic Press; 1995.

- Jinsmaa Y, Yoshikawa M. Enzymatic release of neocasomorphin and β -casomorphin from bovine β -casein. *Peptides*. 1999;20(8):957-62.
- Kaminski S. Bovine kappa-casein (CASK) gene-molecular nature and application in dairy cattle breeding. *J Appl Genet*. 1996;37(2):176-96.
- Kamiński S, Cieślińska A, Kostyra E. Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. *J Appl Genet*. 2007;48(3):189-98.
- Kang Y, Jimenez-Flores R, Richardson T. Casein genes and genetic engineering of the caseins. Evans JW, Hollaender A, editors. *Genetic Engineering of Animals*. New York: Plenum Pres; 1986.
- Kaştan Y. Atatürk Dönemi'nde Tarım Alanında Yapılan Yenileşme Hareketleri. Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi; 10-15 Eylül 2007; Ankara. Ankara: Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Yayınları; 2007. s. 1763-82.
- Kaya K, Sevinç G, Asoğlu V, Sevinç MR. Cumhuriyet Dönemi (1923-1950) Tarım Sektöründeki Gelişmelerin Günümüz Kırsal Kalkınma Anlayışı ile Karşılaştırılması. *Kamu-İş*. 2015;14(1):63-98.
- Kaya M, Bardakçioğlu HE. Denizli İli Özel İşletme Koşullarında Yetiştirilen Holştayn Irkı Sığırların Süt Verimi ve Döl Verimi Özellikleri Üzerine Bazı Çevresel Faktörlerin Etkisi. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg*. 2016;13(1):1-10.
- Keri Marshall N. Therapeutic applications of whey protein. *Altern Med Rev*. 2004;9(2):136-56.
- Kim JJ, Yu J, Bag J, Bakovic M, Cant JP. Translation attenuation via 3' terminal codon usage in bovine *csn1s2* is responsible for the difference in α s2-and β -casein profile in milk. *RNA Biol*. 2015;12(3):354-67.
- Klug WS, Cummings MR, Spencer CA. *Concepts of Genetics [Genetik Kavramlar]*. Ed. Çev. Öner C, Sümer S, Öner R, Ögüş A, Açık L. 8. Baskı. Ankara: Palme Yayınları; 2011.
- Koczan D, Hobom G, Seyfert H. Genomic organisation of the bovine alpha-S1 casein gene. *Nucleic Acids Res*. 1991;19(20):5591-6.
- Koczan D, Hobom G, Seyfert HM. Characterization of the bovine α s1-casein gene C-allele, based on a Mae III polymorphism. *Anim Genet*. 1993;24(1):74-.
- Koç A. Aydın İlinde Yetiştirilen Siyah-Alaca ve Esmer Irkı Sığırların Laktasyon Süt Verimleri ve Somatik Hücre Sayıları. *Hayvansal Üretim*. 2006;47(2):1-8.
- Koç A. Factors influencing daily yield, somatic cell count and non-fat dry matter content of milk. *Indian Vet J*. 2008;85:630-2.
- Koç A. Effects of some environmental factors and extended calving interval on milk yield of Red Holstein cows. *Span J Agric Res*. 2012;10(3):717-21.

- Koç A, Özdemir Z, Armağan G. Aydın'da bazı süt sığırı işletmelerinde çiğ süt kalitesi ve etkili faktörler üzerine bir araştırma. Pamukkale Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu; 21-23 Mayıs 2009; Denizli. 2009. s. 21-3.
- Koçak S, Yüceer B, Uğurlu M, Özbeyaz C. Bala Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Holştayn İneklerde Bazı Verim Özellikleri. Lalahan Hay Araşt Ens Derg. 2007;47(1):9-14.
- Kumlu S. Damızlık ve Kasaplık Sğır Yetiştirme. Ankara: Türkiye Damızlık Dığır Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayınları; 2000.
- Kumlu S, Akman N. Türkiye Damızlık Siyah Alaca Sürülerinde Süt ve Döl Verimi. Lalahan Hay Araşt Ens Derg. 1999;39(1):1-16.
- Kutlu H, Gül A, Görgülü M. Türkiye Hayvancılığı; Hedef 2023 -Sorunlar, Çözüm Yolları ve Politika Arayışları-. Adana: 2003. p.
- Laugesen M, Elliott R. Ischaemic heart disease, Type 1 diabetes, and cow milk A1 β -casein. N Z Med J. 2003;116(1168):1-19.
- Lin C, McAllister A, Ng-Kwai-Hang K, Hayes J. Effects of milk protein loci on first lactation production in dairy cattle. J Dairy Sci. 1986;69(3):704-12.
- Lin CS, Huang C, Choo B, Tseng H. Sequence Analysis and Comparison of Bovine α S1-Casein Genomic DNA. Asian-Australas J Anim Sci. 1993;6(4):541-7.
- Lindmark Månsson H. Fatty acids in bovine milk fat. Food Nutr Res. 2008;52(1):1-3.
- M'hamdi N, Bouallegue M, Frouja S, Ressaissi Y, Brar SK, Hamouda MB. Effects of environmental factors on milk yield, lactation length and dry period in Tunisian Holstein cows. Chaiyabutr N. Milk Production-An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health. InTech; 2012.
- MacGibbon A, Taylor M. Composition and structure of bovine milk lipids. Fox P, McSweeney P, editors. Advanced Dairy Chemistry. New York: Springer; 2006.
- Malarmathi M, Senthilkumar T, Parthiban M, Muthuramalingam T, Palanisammi A. Analysis Of β -Casein Gene For A1 And A2 Genotype Using Allele Specific PCR in Kangeyam And Holstein Friesian Crossbred Cattle in Tamil Nadu. Ind J Vet & Anim Sci Res. 2014;43(4):310-5.
- Martin P, Szymanowska M, Zwierzchowski L, Leroux C. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. Reprod Nutr Dev. 2002;42(5):433-59.
- McLachlan CNS. Breeding and milking cows for milk free of β -casein A1, U.S. Patent No: 7094949. United States; 2006.
- MEB. Çevre sağlığı (süt ve ürünleri). Ankara: Megep; 2011. p. 44.

- Mellado M, Antonio-Chirino E, Meza-Herrera C, Veliz F, Arevalo J, Mellado J, ve ark. Effect of lactation number, year, and season of initiation of lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and treated with recombinant bovine somatotropin. *J Dairy Sci.* 2011;94(9):4524-30.
- Mercier JC, Grosclaude F, Ribadeau-Dumas B. Structure primaire de la caséine α 1-bovine. *Eur J Biochem.* 1971;23(1):41-51.
- Metin M. Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. 5. Baskı. İzmir: Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları; 2003.
- Metin M. Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. 6. Baskı. İzmir: Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları; 2005.
- Miller GD, Jarvis JK, McBean LD. *Handbook of Dairy Foods and Nutrition*. Second Edition. Florida: CRC press; 2000.
- Miluchova M, Gabor M, Trakovicka A. Analysis Of genetic structure in Slovak Pinzgau cattle using five candidate genes related to milk production traits. *Genetika.* 2014a;46(3):865-75.
- Miluchová M, Gábor M, Trakovická A. Analysis of beta-casein gene (CSN2) polymorphism in different breeds of cattle. *Scientific Papers: Anim Sci Biotechnologies.* 2014b;47(2):56-9.
- Miluchova M, Trakovicka A, Gabor M. Analysis of polymorphism of Alpha S1 casein of Slovak Pinzgau cattle by PCR-RFLP. *Scientific Papers: Anim Sci Biotechnologies.* 2009a;42(2):284-7.
- Miluchova M, Trakovicka A, Gabor M. Analysis of polymorphism of beta casein of Slovak Pinzgau cattle by PCR-RFLP for alleles A1 and A2. *Scientific Papers: Anim Sci Biotechnologies.* 2009b;42(2):288-92.
- Mullis KB. The unusual origin of the polymerase chain reaction. *Scientific American.* 1990;262(4):56-65.
- Neamt RI, Saplacan G, Acatincai S, Czisztter LT, Gavojdian D, Ilie DE. The influence of CSN3 and LGB polymorphisms on milk production and chemical composition in Romanian Simmental cattle. *Acta Biochim Pol.* 2017;64(3):493–7.
- Ng-Kwai-Hang K, Grosclaude F. Genetic polymorphism of milk proteins. Fox PF, McSweeney PL, editors. *Advanced Dairy Chemistry—1 Proteins*. 3rd Edition. New York: Springer; 2003.
- O'Mahony J, Fox P. Milk proteins: Introduction and historical aspects. McSweeney P, Fox P, editors. *Advanced Dairy Chemistry*. 4th Edition. London: Springer; 2013.
- Oklahoma State University. Breeds of Livestock - Holstein Cattle [Internet]. 2019. [Erişim Tarihi 30 Haziran 2019], Erişim adresi: <http://afs.okstate.edu/breeds/cattle/holstein/>.

Orman A. Tahirova Tarım İşletmesi'ndeki Holştayn ineklerin başlıca verim özellikleri ve bu özelliklere etki eden bazı çevre faktörleri. [Doktora Tezi] Bursa: Uludağ Üniversitesi 2003.

Önal A, Özder M. Trakya'da Özel Bir Süt İşleme Tesisi Tarafından Değerlendirilen Çiğ Sütlerin Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Bileşenlerinin Tespiti. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2007;4(2):195-9.

Özdemir F. Simental ve İsviçre Esmeri Irkı Sığırlarda DNMT3a (DNA Metil Transferaz 3a) Gen Ekspresyonunun Kesim Ağırlığı, Sıcak ve Soğuk Karkas Ağırlığı ilişkisinin Araştırılması. [Yüksek Lisans Tezi] Kayseri: Erciyes Üniversitesi; 2015.

Özdemir M. Çeşitli Sığır Irklarında Süt Protein Polimorfizmi ve Verim Özellikleri ile İlişkisi. [Yüksek Lisans Tezi] Erzurum: Atatürk Üniversitesi; 2001.

Özdemir M, Doğru Ü. Sığırların verim özellikleri üzerine etkili önemli moleküler markörler. Atatürk Üniv Ziraat Fak Derg. 2008;39(1):127-35.

Özşensoy Y. Türkiye'de bulunan bazı yerli sığır ırklarının genetik yapılarının karakterizasyonu. [Doktora Tezi] Konya: Selçuk Üniversitesi; 2011.

Özşensoy Y, Kurar E. Markör Sistemleri ve Genetik Karakterizasyon Çalışmalarında Kullanımları. Journal of Cell and Molecular Biology. 2012;10(2):11-9.

Özyürek S, Tüzemen N. Erzurum İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye İşletmelerde Döl ve Süt Verim Özelliklerinin İncelenmesi. Iğdır Üni Fen Bilimleri Enst Der. 2015;5(1):89-98.

Patel RK, Chauhan JB, Singh KM, Soni KJ. Allelic frequency of kappa-casein and beta-lactoglobulin in Indian crossbred (Bos taurus x Bos indicus) dairy bulls. Turk J Vet Anim Sci. 2008;31(6):399-402.

Pereira PC. Milk nutritional composition and its role in human health. Nutrition. 2014;30(6):619-27.

Phadungath C. Casein micelle structure: a concise review. Songklanakarin J Sci Technol. 2005;27(1):201-12.

Popovski ZT, Tanaskovska B, Miskoska-Milevska E, Nestorovski T, Porcu K, Bandzo-Oreshkovikj K, ve ark. Application of molecular tools in animal breeding, crop science, food control and agrobiodiversity in the Republic of Macedonia. Contributions Sec Nat Math Biotech Sci. 2017;38(2):165-84.

Rachagani S, Gupta ID. Bovine kappa-casein gene polymorphism and its association with milk production traits. Genet Mol Biol. 2008;31(4):893-7.

Reese S, Budras K, Mülling C, Bragulla H, König H. Deri ve Eklentileri [İntegumentum commune]. Ed. König H, Liebich H. Çev. Kürtül İ, Türkmenoğlu İ. 6. Baskı. Malatya: Medipres; 615-66; 2015.

Reis C, Navas D, Pereira M, Cravador A. Growth hormone alui polymorphism analysis in eight portuguese bovine breeds. *Archivos de Zootecnia*. 2001;50(190):41-8.

Resmi Gazete. Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği. 2019; Sayı: 30699, Tebliğ No: 2019/12, Tarih: 27 Şubat 2019.

Ribas NP, Hartmann W, Monardes HG, Andrade UVCD. Milk total solids in bulk tank samples of Parana, Santa Catarina and São Paulo states. *R Bras Zootec*. 2004;33(6):2343-50.

Roginski H, Fuquay JW, Fox PF. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Volumes 1-4: Academic Press; 2003.

Sang D, Mazhar K, Heriz A, Tejedor M, Monteagudo L, Skidmore C, ve ark. Confirmation of the assignation of the bovine β -lactoglobulin gene and analysis of polymorphism by the PCR method. *ITEA Producing Animal*. 1994;90(3):155-65.

Sarathi MS. Genetic polymorphism of as1-and as2-Casein Genes and Their Association with Milk Production and Traits in Buffaloes. [Doctora Thesis] Izatnagar, India: Deemed University; 2006.

Schaafsma G. The protein digestibility–corrected amino acid score. *J Nutr*. 2000;130(7):1865S-7S.

Schroeder JW. *Dairy Cow Nutrition Affects Milk Composition: NDSU Extension Service*; 2012.

Sehar Ö, Özbeyaz C. Orta Anadoludaki bir işletmede Holştayn ırk sığırlarda bazı verim özellikleri. *Lalahan Hay Araşt Ens Derg*. 2005;45(1):9-19.

Sellier P. The future role of molecular genetics in the control of meat production and meat quality. *Meat Sci*. 1994;36(1-2):29-44.

Sharma V, Sharma N, Jawed B, Nautiyal SC, Singh R. High resolution melt curve analysis for the detection of A1, A2 β -casein variants in Indian cows. *J Microbiol Biotechnol Res*. 2013;3(1):144-8.

Sigl T, Meyer H, Wiedemann S. Gene expression of six major milk proteins in primary bovine mammary epithelial cells isolated from milk during the first twenty weeks of lactation. *Czech J Anim Sci*. 2012;57(10):469-80.

Sneddon N, Lopez-Villalobos N, Davis S, Hickson R, Shalloo L, Garrick D. Supply curves for yields of dairy products from first-lactation Holstein Friesian, Jersey and Holstein Friesian-Jersey crossbred cows accounting for seasonality of milk composition and production. *Proc New Zeal Soc An*. 2016;76:139-43.

Sodhi M, Kataria R, Niranjana SK, Parvesh K, Verma P, Swami SK, ve ark. Sequence Characterisation and Genotyping of Allelic Variants of Beta Casein Gene Establishes Native Cattle of Ladakh to be a Natural Resource for A2 Milk. *Def Life Sci J*. 2018;3(2):177-81.

Sodhi M, Mukesh M, Kataria RS, Mishra BP, Joshii BK. Milk proteins and human health: A1/A2 milk hypothesis. *Indian J Endocrinol Metab.* 2012;16(5):856.

Soller M, Beckmann J. Restriction fragment length polymorphisms and genetic improvement. *Proceedings of the 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*; 4-8 Ekim 1982. Madrid; 1982. s. 396-404.

Soyudal B. Holstein Irkı Sığırlarda Süt Verim Özelliklerinin İşaretleyici Yardımlı Seleksiyonu. [Doktora Tezi] Bursa: Uludağ Üniversitesi; 2017.

SPSS. IBM SPSS statistics version 13.0 for Windows. New York: IBM Corp.

Strucken EM, Laurenson YC, Brockmann GA. Go with the flow—biology and genetics of the lactation cycle. *Front Genet.* 2015;6:118.

Swaisgood H. Primary sequence of kappa-casein. *J Dairy Sci.* 1975;58(4):583-92.

Şahin A, Ulutaş Z. Fertility and milk yield traits of Holstein cattle raised in Polatli state farm. *Anadolu Tarım Bilim Derg.* 2010;25(3):202-12.

Şahin E. Siyah Alaca İneklerin Kappa Kazein (CSN3), B-Laktoglobulin (LGB), Prolaktin (PRL) ve DGAT1 (Diacylglycerol Acyltransferase1) Gen Lokusları Bakımından Genotipik Yapılarının ve Bu Özellikleriyle Süt Verimleri Arasındaki İlişkilerin Saptanması. [Doktora Tezi] Antalya: Akdeniz Üniversitesi; 2017.

Şenel E. Süt Proteinleri [Internet]. 2018. [Erişim Tarihi 03.10.2018], Erişim adresi: <http://cv.ankara.edu.tr/duzenleme/kisisel/dosyalar/12012015132355.pdf>.

Tailford KA, Berry CL, Thomas AC, Campbell JH. A casein variant in cow's milk is atherogenic. *Atherosclerosis.* 2003;170(1):13-9.

Tanaskovska BR, Srbinovska S, Andonov S, Trojancanec S, Nestoriovski T, Popovski ZT. Genotipization of κ - Casein in Holstein-Friesian Cattle in Macedonia and its Association With Some Milk Properties. *Int J Agric Res Innov Technol.* 2016;5(2):266-70.

Tekinşen OC. Süt Ürünleri Teknolojisi. 3. Baskı. Konya: Selçuk Üniversitesi Basımevi; 2000.

Tekinşen OC, Nizamlıoğlu M. Süt Kimya. 2. Basım. Konya: S.Ü Veteriner Fakültesi Yayınları; 2004.

Threadgill DW, Womack JE. Genomic analysis of the major bovine milk protein genes. *Nucleic Acids Res.* 1990;18(23):6935-42.

TİGEM. 2017 Yılı Hayvancılık Sektör Raporu. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü; 2017. p. 32.

Topaloğlu N, Güneş H. İngiltere'de Yetiştirilen Siyah-Alaca Sığırların Süt Verimi Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. *İstanbul Üniv Vet Fak Derg.* 2005;31(1):149-64.

Trakovická A, Gábor M. Genetic Structure of Alpha S1 Casein in Slovak Pinzgau Cattle. *Scientific Papers: Anim Sci Biotechnologies*. 2011;44(1):345-7.

Trakovická A, Moravčíková N, Kasarda R. Casein Polymorphism in Relation to the Milk Production Traits of Slovak Spotted Cattle. *Agric conspec sci*. 2017;82(3):255-8.

Truswell A. The A2 milk case: a critical review. *Eur J Clin Nutr*. 2005;59(5):623-31.

TÜİK. Hayvansal Üretim İstatistikleri [Internet]. 2019. [Erişim Tarihi 07 Kasım 2019], Erişim adresi: http://tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=hb_x.

Ulusal Süt Konseyi. 2018 Süt Raporu - Dünya ve Türkiye’de süt sektör istatistikleri. Ankara: Ulusal Süt Konseyi; 2019. p. 50.

Ün C, Wimmers K, Ponsuksili S, Schmoll F, Schellander K. Mikrosatellitler ve kullanım alanları. *Hayvansal Üretim*. 2000;41(1):9-14.

Ünal E. İneklerde Süt Kanalları’nın Anatomisi’nin Korrozyon Metoduyla İncelenmesi. [Yüksek Lisans Tezi] Kayseri: Erciyes Üniversitesi; 2011.

Van Arendonk J, Tier B, Kinghorn BP. Use of multiple genetic markers in prediction of breeding values. *Genetics*. 1994;137(1):319-29.

Velioğlu Ögünç A, Yalçın AS. Süt serumu proteinlerinin in vitro koşullardaki antioksidan etkileri. *Marmara Ecza Derg*. 2011;15:18-24.

Visentin G, Niero G, Berry D, Costa A, Cassandro M, De Marchi M, ve ark. Genetic (co)variances between milk mineral concentration and chemical composition in lactating Holstein-Friesian dairy cows. *Animal*. 2019;13(3):477-86.

Volkandari S, Indriawati I, Margawati E. Genetic polymorphism of kappa-casein gene in Friesian Holstein: a basic selection of dairy cattle superiority. *J Indones Trop Anim Agric*. 2017;42(4):213-9.

Vural H, Fidan H. Türkiye’de Hayvansal Üretim ve Hayvancılık İşletmelerinin Özellikleri. *Tarım Ekonomisi Dergisi*. 2007;13(1 ve 2):49-59.

Walstra P, Jenness R. *Dairy Chemistry & Physics*. New York: John Wiley & Sons; 1984.

Williams J. The use of marker-assisted selection in animal breeding and biotechnology. *Rev Sci Tech Off Int Epiz*. 2005;24(1):379.

Yazıcıtuñç G. Türkiye’de Bulunan Bazı Sığır Irklarının OLR1 Gen Polimorfizminin Araştırılması. [Yüksek Lisans Tezi] Konya: Selçuk Üniversitesi; 2011.

Yılmaz H. Kırmızı alaca sığırlarının süt verimi ve süt kalite özellikleri üzerine bir araştırma. [Yüksek Lisans Tezi] Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi; 2010.

Zakizadeh S, Prinzenberg E, Reissmann M, Miraei Ashtiani S, Reinecke P, Erhardt G. CSN1S1 Gene: Allele Frequency, and the Relationship with Milk Production Traits in Three Indigenous Cattle Breeds and Holstein. *Iran J Appl Anim Sci.* 2013;3(3):497-502.

Zepeda-Batista JL, Alarcón-Zúñiga B, Ruíz-Flores A, Núñez-Domínguez R, Ramírez-Valverde R. Polymorphism of three milk protein genes in Mexican Jersey cattle. *Electron J Biotechn.* 2015;18(1):1-4.



ÖZGEÇMİŞ


1987 yılında Konya’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Konya’da tamamladı. 2006 yılında Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesinde öğrenimine başladı ve 2011 yılında mezun oldu. 2012 yılında askerlik görevini yedek subay olarak tamamladı. Askerlik görevinden sonra bir yıl özel bir süt sığırcılığı işletmesinde Veteriner Hekim olarak çalıştı. 2014 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Anabilim Dalına Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP) kapsamında araştırma görevlisi olarak atandı. 2015 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı’nda Doktora eğitimine başladı.





EKLER

EK 1. İntihal Raporu

	<p style="text-align: center;">T.C. VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ Sağlık Bilimleri Enstitüsü</p>	
DOKTORA TEZİ ORJİNALLİK RAPORU		

Tarih: 11/11/2019
<p>Tez Başlığı / Konusu: Siyah Alaca Sığırlarda Alfa-Kazein, Beta-Kazein ve Kappa-Kazein Gen Polimorfizminin Süt Verimi ve Süt Bileşenlerine Etkisinin PCR-RFLP Yöntemiyle Araştırılması</p>
<p>Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 126 sayfalık kısmına ilişkin, 11/11/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %18 (on sekiz) dir.</p>
<p><u>Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Kabul ve onay sayfası hariç,- Teşekkür hariç,- İçindekiler hariç,- Simge ve kısaltmalar hariç,- Gereç ve yöntemler hariç,- Kaynakça hariç,- Alıntılar hariç,- Tezden çıkan yayınlar hariç,- 7 kelimededen daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)
<p>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.</p>
<p>Gereğini bilgilerinize arz ederim.</p>
<p>Öğrencinin Adı Soyadı: Ahmet Fatih DEMİREL İmza: </p>

Öğrencinin Adı Soyadı	:	Ahmet Fatih DEMİREL
Anabilim Dalı	:	Zootekni
Öğrenci No	:	149301045
Programı	:	<input type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora
DANIŞMAN ONAYI UYGUNDUR		ENSTİTÜ ONAYI UYGUNDUR
 Doç. Dr. Bahattin ÇAK		

EK 2. Etik Kurul Raporu



T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU
ONAY BELGESİ

YUZUNCU YIL UNIVERSITY (TURKEY)
ANIMAL RESEARCHES LOCAL ETHIC COMMITTEE
APPROVAL CERTIFICATE

Araştırmanın Adı / Title of the Research: Siyah Alaca Sığırlarda Alfa-Kazein, Beta-Kazein ve Kappa-Kazein Gen Polimorfizminin Süt verimi ve Süt Bileşenlerine Etkisinin PCR-RFLP Yöntemiyle Araştırılması / Investigation of the Effect of Alpha-Casein, Beta-Casein and Kappa-Casein Gene Polymorphism on Milk Production and Milk Components in Holstein Cattle with PCR-RFLP Method

Araştırmacı(lar) / Investigator(s): Yürütücü / Chief investigator: Yrd. Doç. Dr. Bahattin ÇAK / Yardımcı Araştırmacı(lar) / Co-investigator(s): Ahmet Fatih DEMİREL

Araştırmada kullanılacak hayvanlar / Animals to be used in the research:

Tür / species: Sığır

Sayı / Numbers: 600

Yaş / Age: 2-6 yaş

Cinsiyet / Sex: Dişi

Araştırmanın Öngörülen Başlama Tarihi / Proposed Research Starting Date: 01.03.2018

Araştırmanın Öngörülen Bitiş Tarihi / Proposed Research Completion Date: 01.03.2020

Dosya no / File no:

Karar:

Yukarıda bilgileri verilen planlanan araştırma projesi için Hayvan Deneyleti Etik Kurul Onayı gerekmektedir. Tarih: 25/01/2018 ; Karar no: 2018/01

Decision:

The proposed research project detailed above does not need Animal Researches Ethic Committee Approval. Date: 25/01/2018 Decision number 2018/01

	BASKAN V. Doç. Dr. Yıldırım BAŞBUĞAN	
ÜYE Prof. Dr. N. Tuğba BİNGÖL	ÜYE Prof. Dr. Sıddık KESKİN	ÜYE Prof. Dr. Suphi DENİZ
ÜYE Prof. Dr. Nalan ÖZDAL	ÜYE Doç. Dr. Atilla DÜRMÜŞ	ÜYE Yrd. Doç. Dr. Ferda KARAKUŞ
ÜYE Yrd. Doç. Dr. Hacer ŞAHİN AYDINYURT	ÜYE Yrd. Doç. Dr. Oruc ALLAHVERDİYEY	ÜYE Yrd. Doç. Dr. Canser Yılmaz DEMİR
ÜYE Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul KANKAYA	ÜYE Vet. Hek. İsmail Hakkı BEHÇET	ÜYE Zir. Müh. Kenan YILDIRIMOĞLU

EK 3. 10X TBE Hazırlanması

Kullanılan Malzemeler

108 gr Tris

55 gr Borik asit

9.3 gr EDTA

Distile su ile 1 litre son hacme tamamlandı.

Hazırlanması:

1 L'lik cam şişenin içerisine 500 ml distile su ve 108 gr borik asit ilave edilmiştir.

Cam şişe manyetik karıştırıcı ısıtıcının üstüne konulmuştur. 40°C ye ayarlanarak karıştırılmıştır.

Cam şişe içerisindeki karışım berraklaştıktan sonra 55 gr Borik asit ilave edilmiştir.

Borik asit ilavesinden sonra karışım tekrar berraklaşması beklenmiş ve 9.3 gr EDTA ilave edilmiştir. Manyetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Distile su eklenerek karışım 1 litreye tamamlanmıştır.

Son olarak pH metre ile ölçülmüş ve pH=8 olarak ayarlanmıştır.

EK 4. CSN1S1 Geni PCR Bölgesi Dizilimi

Bos taurus CSN1S1 gene for alpha-S1-casein

GenBank: X59856.2 Length: 30443

10021 taatgtaact tatttcacaa ggtaaataat tataataaat aatatggatt aactgagttt
10081 taaaaggtga aataaataat gaattcttct catggctctg tatgttaata aaaattgaaa
10141 aatthtgaag accccatttt gtcccaagaa tttcatttac aggtattgaa tttttcaaag
10201 gttacaaagg aaatthtatt gatataataa a **tgcatgttc tcataataac cataaatcta**
10261 **gggttttggt ggggtttttt tttgtttggt aatttagaac aatgccattc catttcctgt**
10321 **ataatgagtc acttctttgt tgtaaactct cttagaatt tcttgggaga ggaactgaac**
10381 **agaacattga tttcctatgt gagagaattc ttagaattta aataaacctg ttggttaaac**
10441 **tgaaccaca aaattagcat tttactaatc agtaggttta aatagcttgg aagcaaaagt**
10501 **ctgccatcac ctgatcatc aacccagctt gctgcttctt c**ccagtcttg ggttcaaggt
10561 attatgtata catataacaa aatttctatg attttctct gtctcatctt tcattcttca
10621 ctaatagca gttgtaactt ttctatgtga ttgcaagtat tggactttc ctatgatata
10681 ctgtagctt aaaaatata ttgcaaatgt tgatactatc tatctcagag ctataggtga
10741 aaaattaaat acttttataa agaccaaatt gatcattttt aaacgaaatt cttatatact
10801 gaaaatgtag atacataact tcagtataga tttatggtaa aataatttga atcatttttg
10861 tcaaattctg taaaagttg tcatacagaa taatttataa tatttttggt ttcatagaaa

PCR Ürünü

Forward primer; **Reverse primer;**

MaeIII Enzim kesim bölgesi

EK 5. CSN1S2 Geni PCR Bölgesi Dizilimi

Bovine alpha s2 casein type A protein (CASAS2) gene, exons 1-18

GenBank: M94327.1

8401 gcaaatgaag aggtgagaaa tttttataca tgtgaacatt ttttgttcat attaccaata
8461 tgtaatattc taaaattagt aatggcatat gggaacatgt ttaaatttcc ttttttagta
8521 aactgaaaaa tgatttataa gttgcttcaa aatgacagtt tttccctgtc cacttgagta
8581 atgtccacct aaatcactgt gtattctctt gagccactta catttaaata tatgatcatt
8641 tttatctctt ccacttattt gctaaagggtg atta **aaaaca agcagccaag aagcctgggt**
8701 **gcattgcttt tattttaatc cttttaactt atcatactaa tgatcatggt tgtaataaga**
8761 **gacatatcct gagtaaatat taacatgcaa agaataatgt ttgcatttct tctggtaacc**
8821 **agatttatat tgtatatatt atttttttca aggaatattc tatcggctca tctagtgagg**
8881 **taagagacct tttcttttaa catcaaatac caagttcatc caaaatagat tttcagcagt**
8941 **gtgtagtaat ttgttgtaa catcgcaaat agggtgagca atggagaaat catttacc**
9001 **aacttaatgt cactctggg agactgggaa** gtgactatct acaccctggg gtacataggt
9061 gttctttcac agagatatca aatatctgac gccagaggaa agaagtaaag acatgctctg
9121 gtattgatag aaatagccaa gcaatgagta caatgaggaa agctgtctgg gaaagggaga
9181 accatagcct tggctcagag ccttgaggca cagcctgaag acttctact taacatctag

PCR Ürünü

Forward primer; Reverse primer;

MnII Enzim kesim bölgesi

EK 6. CSN2 Geni PCR Bölgesi Dizilimi

Bovine beta-casein gene, complete cds

GenBank: M55158.1

7861 ttttactcat tagtcttcat atgaccccaa tttcttaacc aaaccaaag gaagattttc
7921 tttctctctc ttactgaat tatgttttaa aaagaggagg ataattcadc atgaataaca
7981 attataactg gattatggac tcaaagattt gttttc **cttc tttccaggat gaactccagg**
8041 **ataaaatcca ccctttgcc cagacacagt ctctagtcta tccttcctt ggaccatcc**
8101 **ataacagcct ccacaaaac atcctctc ttact**caaac ccctgtggtg gtgcccctt
8161 tccttcagcc tgaagtaatg ggagtctcca aagtgaagga ggctatggct cctaagcaca
8221 aagaaatgcc cttccctaaa tatccagttg agccctttac tgaaagccag agcctgactc
8281 tcaactgatg tgaaaatctg caccttctc tgcctctgct ccagtcttgg atgcaccagc
8341 ctaccagcc tcttctcca actgtcatgt ttctctctca gtccgtgctg tccctttctc
8401 agtccaaagt cctgctgtt cccagaaag cagtgccta tcccagaga gatatgccca
8461 ttcaggcctt tctgctgtac caggagcctg tactcggtcc tgtccgggga cccttccta

PCR Ürünü

Forward primer; Reverse primer;

DdeI Enzim kesim bölgesi

EK 7. CSN3 Geni PCR Bölgesi Dizilimi

Bos taurus partial k-casein gene for kappa-casein, exon 4, allele BB

GenBank: AJ841941.1

1 gtgctgagta ggtatcctag ttatggactc aattactacc aacagaaacc agttgcacta
61 attaataatc aatttctgcc ataccatata tatgcaaagc cagctgcagt taggtcacct
121 gcccaaattc ttcaatggca agttttgtca aatactgtgc ctgccaaagtc ctgccaaagcc
181 cagccaacta ccatggcagc tcacccacac ccacattt **at catttatggc cattccacca**
241 **aagaaaaatc aggataaaac agaaatccct accatcaata ccattgctag tggtagcct**
301 **acaagtacac ctaccaccga agcagtagag agcactgtag ctactctaga agcttctcca**
361 **gaagttattg agagcccacc tgagatcaac acagtccaag ttacttcaac tgcggtctaa**
421 **aaactctaag gagacatcaa agaagacaac gcaggtaaata aagcaaatg aataacagcc**
481 **aa **gattc**atg gacttattaa taaatcgta acatctaac tagcgtagat ggataaatta**
541 **aa **ctgttac agagaaggcg aaatgggc**ta attataactt acatttgctg gttctttatc**
601 atgtatatac tagattcttt cccaacaaga aagttttaaa atattttaca aaatgagtaa
661 aaattgcaga ttttattatt aaaccttttt caacaattgg tatactcctt gaatctatta
721 gttttatttt acttctgttc acacacaaaa acagtaaagt acagtgtcaa ctcatgattt
781 ttcttatctc aaaaatagt tttcttagaa aaaaatcata taggatatga gtttaaatat
841 attttaattg tataccagtg ttgttgact ctac

PCR Ürünü

Forward primer; **Reverse primer;**

HinfI Enzim kesim bölgesi