T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRK HOLSTEİN SIĞIRLARIN LEP GENİ 2. EKZON (E2JW, E2FB) VE TG GENİ 5' PROMOTOR BÖLGEDEKİ (TG5) MARKÖRLERİN ET KALİTESİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

GÜLDAN VAPUR

DOKTORA TEZİ

BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: DOÇ. DR. SÜLEYMAN KÖK

EDİRNE – 2019

Güldan VAPUR'un hazırladığı "Türk Holstein Sığırların Lep Geni 2. Ekzon (E2JW, E2FB) ve TG Geni 5' Promotor Bölgedeki (TG5) Markörlerin Et Kalitesine Etkilerinin Araştırılması" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalında bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Ünvan, Ad, Soyad):	İmza
Doç. Dr. Süleyman KÖK (Danışman)	.....
Prof. Dr. Ece ŞEN (Jüri Başkanı)	.....
Prof. Dr. Eser Kemal GÜRCAN (Üye)	.....
Prof. Dr. İsmail YILMAZ (Üye)	.....
Doç Dr. İsmail KILIÇ (Üye)	.....

Tez Savunma Tarihi: 02/05/2019

Bu tezin Doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Doç. Dr. Süleyman KÖK

Tez Danışmanı

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Murat Yurtcan

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK DOKTORA PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

02/ 05/ 2019

Güldan VAPUR

İmza

Gvapur

Doktora Tezi

Türk Holstein Sığırların LEP Geni 2. Ekzon (E2JW, E2FB) ve TG Geni 5' Promotor Bölgedeki (TG5) Markörlerin Et Kalitesine Etkilerinin Araştırılması

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalı

ÖZET

Sığır etlerinin, tüketicilerin istediği ölçüde kaliteli olmaması önemli bir sorundur. Bu sorun, çevre koşullarının yanı sıra hayvanın genotipi ile yakından ilişkilidir. Etin kalitesinin belirlenmesinde etkili olan en önemli özellikler etin gevrekliği ve etin mozaikleşmesidir. Et kalitesi üzerine çeşitli genetik çalışmalar yapılmış ve tek nükleotid polimorfizmi ile (SNP) doğrusal korelasyon ilişkileri saptanmıştır. Leptin (LEP) ile Tiroglobulin (TG) geni; mozaikleşme, sırt yağ kalınlığı, et tekstürü, et verimi ve et kalitesi ile ilişkilidir. Edirne'deki besi işletmelerinden 100 baş Türk Holstein sığır örneğinde LEP ile TG genlerinde çalışılmıştır. "Polimeraz Zincir Reaksiyonu–Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi (PCR-RFLP)" metodu ile LEP geni 2. Ekzon da iki (E2JW, E2FB) ve TG geni 5' Promotor bölgesinde bir (TG5) SNP markörü incelenmiştir. Çalışmamızda genotiplendirme "Gelişmiş Analitik Fragman Analizörü Kılcal (Kapiller) Elektroforezi" metoduyla yapılmıştır. Et kalitesini belirlemede etkili olan bu üç markörle, mozaikleşme, renk analizi, pH ve etin gevrekliği ile ilgili SNP allelleri belirlenmiştir.

Türk Holstein sığırlarında LEP E2JW'de 3 farklı genotip, LEP E2FB'de ise 2 farklı genotip gözlenmiştir. TG geni monomorfik bulunmuştur. Türk Holstein sığırının LEP ve TG geninde 3 SNP bakımından genetik karakterizasyonu belirlenmiştir. LEP E2JW'deki AA, AT ve TT genotipli sığırların frekansları sırasıyla 0,56, 0,38 ve 0,06 olarak gözlenmiştir. LEP E2FB'de CT ve TT genotipinde sığırlar gözlenmiştir ve frekansları sırasıyla 0,94 ve 0,06 olarak belirlenmiştir. TG5 (C422T) 'de CC genotipli

sığırların frekansı 1 olarak bulunmuştur. LEP E2JW'deki A ve T allel gen frekansları sırasıyla 0,75 ve 0,25 olarak gözlenmiştir. LEP E2FB'de C ve T allel gen frekansları sırasıyla 0,47 ve 0,53 olarak belirlenmiştir.

Türk Hostein ırkında LEP E2JW lokusunda pişmiş et rengi parlaklığı (L*) bakımından AA, AT ve TT genotipindeki sığır etlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiş olup farklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yedi gün boyunca bekletilip pişirilmiş etlerin parlaklıklığı, LEP E2JW lokusu AA ve AT genotipindeki sığır etlerin TT genotipindeki sığır etlerinden daha parlak ve farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). LEP E2JW lokusundaki genotipik farklar bakımından Türk Holstein sığırları çiğ et b* renk değeri önemli olup AA genotipindekiler AT ve TT genotipindekilere göre daha sarımtraktır ($p<0,05$). LEP E2JW lokusu 14. gün *Musculus Longissimus Dorsi* (MLD) pH ölçümleri bakımından genotipler arası fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek pH değeri AT genotipinde ve en düşük pH değeri ise AA genotipinde gözlenmiştir. Yedinci günde pişmiş etlerin tekstürü yani kesilme kuvveti (SF) bakımından, LEP E2JW lokusu AA ve AT genotipindeki Türk Holstein sığırların MLD etlerinin TT genotipindekilerden farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Türk Hostein sığırlarında LEP E2FB lokusunda L* a* b* renk uzayı, SF ve pH bakımından CT ve TT genotipindeki sığır etlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Türk Holstein sığırların CA, SKA ve MS ile LEP E2JW, E2FB ve TG5 markör genotipleri arasında olumlu bir ilişki kurulamamıştır ($p>0,05$). Yine TG TG5 lokusunda da L* a* b*, SF ve pH ile Türk Holstein sığırlarının genotipleri arasında olumlu bir ilişki kurulamamıştır.

Sonuç olarak; Türk Holstein sığırlarında et gevrekliği için LEP E2JW lokusu T allelinin diğer araştırmacıların aksine olumlu etkisinin olmadığı anlaşılmış ve MDS çalışmalarına A allelinin olumlu katkısı olacağı söylenebilir. TG5/LEP E2JW/E2FB markör lokusları bakımından sırasıyla CC/AA/CT veya CC/AT/CT genotipindeki Türk Holstein sığırların daha kaliteli et ürettiği belirlenmiştir.

Yıl: 2019

Sayfa Sayısı: 144

Anahtar Kelimeler: LEP geni, TG geni, SNP, Et kalitesi, Mozaikleşme, Tekstür, Renk, pH, Türk Holstein Sığır

Doctorate's Thesis

The investigation of the effects of the markers (E2JW, E2FB) of exon 2 in LEP gene and (C422T) in the 5 'promoter region in TG gene on the meat quality of Türkish Holstein cattle

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Biotechnology and Genetic

ABSTRACT

It is an important problem that beef does not have enough quality that consumers request want. This problem is closely related to the animal's genotype as well as to environmental conditions. The most important characteristics that are effective in determining the quality of meat are the tenderness of meat and the mosaicization of the meat. Various genetic studies on meat quality were made and linear correlation correlations with single nucleotide polymorphisms (SNP) were determined. Leptin (LEP) and the thyroglobulin (TG) gene; is associated with mosaicization, back fat thickness, meat texture, meat yield and meat quality. LEP and TG genes of cattle were investigated in 100 head of Turkish Holstein in the beef feedlots of Edirne. Two SNP markers (E2JW and E2FB) in exon 2 of the leptin gene and one SNP marker (TG5) in 5' promoter region of TG gene were investigated with 'Restriction Fragment Length Polymorphism (PCR-RFLP)' method. In our study, genotyping was performed by "Advance Analytical Fragment Analyzer Capillary Electrophoresis" method. The SNP alleles with regard to marbling, colour analysis, pH and tenderness of the meat were determined with these three markers which are effective on detecting quality of the meat.

Three different genotypes in LEP E2JW and 2 different genotypes in LEP E2FB were observed Turkish Holstein cattle. TG5 (C422T) was found monoforphic. Genetic characterization of 3 SNPs in LEP and TG gene of Turkish Holstein cattle were determined. The frequencies of AA, AT and TT genotyped cattle in LEP E2JW were observed as 0,56, 0,38 and 0,06, respectively. CT and TT genotypes were observed in LEP E2FB and their frequencies were determined as 0,94 and 0,06, respectively. The

frequencies of CC genotyped cattle were found in TG5 (C422T) as 1. The frequencies of A and T alleles in LEP E2JW were observed as 0,75 ve 0,25, respectively. The frequencies of C and T alleles in LEP E2FB were determined as 0,47 and 0,53, respectively.

In the LEP E2JW loci of the Turkish Holstein breed, with regard to cooked meat color brightness(L*) statistically significant correlation was found in the beef with AA, AT and TT genotype ($p<0,05$). On account of the brightness of cooked meat after waiting during seven days, LEP E2JW locus with AA and AT genotypes of beef is brighter than TT genotype and it was determined that the difference is significant ($p<0,05$). In point of the genotypic differences in LEP E2JW loci, uncooked meat b* color value of Turkish Holstein cattle is important ($p<0,05$) and with AA genotypes are more yellowish than with AT and TT genotypes. The difference between genotypes was found significant with regard to the fourteenth day pH measurements of *Musculus Longissimus Dorsi* (MLD) with LEP E2JW loci. The highest pH value was observed in AT genotype and the lowest pH was observed in AA genotype. In LEP E2JW loci, texture of cooked meats on seventh day that is with regard to shear force (SF) value, MLD meats of Turkish Holstein cattle with AA and AT genotype were found to be different from TT genotype ($p<0,05$). In LEP E2FB loci of theTurkish Hostein cattle, L*a*b* color space, SF and pH in CT and TT genotype was not found to be a statistically significant relationship ($p>0,05$). There was no positive relationship between CA, SKA and MS of Turkish Holstein cattle and LEP E2JW, E2FB and TG5 marker genotypes ($p>0,05$). Again, in the TG TG5 loci there was no positive relationship between L*a*b*, SF and pH and genotypes of Turkish Holstein cattle.

Concequently; It was understood that the T allele of the LEP E2JW loci for meat texture in Turkish Holstein cattle has no positive effect as opposed to other researchers and it can be said that the A allele will contribute to the MDS studies. It has been identified that Turkish Holstein cattles with the CC/AA/CT or CC/AT/CT genotypes produce higher quality meat for TG5 / LEP E2JW / E2FB marker loci.

Year: 2019

Number of page: 144

Keywords: LEP gene, TG gene, SNP, Meat quality, Marbling, Tenderness, Colour, pH, Holstein Cattle

TEŞEKKÜR

Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalı Genetik ve Biyomühendislik Bilim Dalı'nda gerçekleştirdiğim doktora eğitimim süresince bana emek vererek beni yönlendiren ve çok değerli katkıları olan danışmanım sayın Doç. Dr. Süleyman KÖK (T.Ü. Mühendislik Fakültesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü) başta olmak üzere sayın Doç. Dr. Semra HASANÇEBİ'ye (T.Ü. Mühendislik Fakültesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü), sayın Prof. Dr. Oğuzhan DOĞANLAR'a (T.Ü. Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı), sayın Dr. Öğretim üyesi Ufuk BAĞCI'ya (T.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü), sayın Dr. Öğretim üyesi Metin BUDAK'a (T.Ü. Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı), sayın Dr. Öğretim üyesi Çağatay OLTULU'ya (T.Ü. Eczacılık Fakültesi), Biyoteknoloji ve Genetik uzmanı Nebiye Pelin TÜRKER'e [T.Ü. Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (TÜTAGEM)], Öğretim görevlisi Sertaç ATALAY'a (Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi), Biyoteknoloji ve Genetik doktora öğrencilerinden Ayten DOĞAN, Emrah AKPINAR'a, Öğretim Görevlisi Deniz ŞUMNULU (TÜTAGEM), Öğretim Görevlisi Ayten BOSTANCI'ya (TÜTAGEM), Makine Mühendisi Güner TEZCAN'a, Veteriner Hekim Dr. Can ÖZCAN'a (Edirne Tarım İl Müdürlüğü), Veteriner Hekim Dr. Ayşegül GÜVEN'e (Kapıkule Veteriner Sınır Kontrol Noktası Müdürlüğü), Veteriner Hekim Ahmet GÜVEN'e, Veteriner Hekim Hakan ASLAN'a (Edirne Tarım İl Müdürlüğü), Veteriner Hekim Kenan SELVİ'ye (T.Ü. Tıp Fakültesi Deney Hayvanları Birimi), Veteriner Hekim Adem İZMİR'e (Edirne Tarım İl Müdürlüğü) ve Uzm. Biyolog Gülşen YILDIRIM'a, Kimyager Sevdar TARAUŞ'a, Fizikçi Birim TUNCEL'e, Laboratuvar Teknisyeni Fuat AKDAĞ'a (Edirne Sultan 1.Murat Devlet Hastanesi) tüm emekleri için çok teşekkür ederim.

Numune alım esnasında Veteriner Hekim Orhan KULA'ya (Et ve Et Ürünleri Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş), Edirne İli Merkez İlçesi Tarım Açık Cezaevi Müdürüne ve çalışanlarından Emre ŞAHİN ile MÜNİR EŞİYOK'a, Astürk Et Ürünleri Limited (Ltd.) Şirketi (Şti.) sahiplerinden Selman ASTÜRK ve Mustafa ASTÜRK İle çalışanlardan Mesut AY ve Gıda Mühendisi Gözde TÜRKANIL ile arkadaşım Orçun BİLEN ve Çiğdem Özgür ÖZENÇ'e teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmamın projeye dönüşmesine destek veren Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje numarası: TUBAP 2016-82)'ne ve proje birimindeki Aykut AY'a ve benden maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve bugünlere gelmeme vesile olan Babam Seyit VAPUR'a Annem Nurten VAPUR'a, Abim Levent VAPUR'a ve Yengelerim Serap VAPUR ile Seyhan VAPUR'a çok teşekkür ederim. Ayrıca manevi desteklerinden dolayı Edirne Sultan 1. Murat Devlet Hastanesi Biyokimya Laboratuvarında çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Uzm. Biyolog Güldan VAPUR,

Edirne, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	İ
ABSTRACT	İİİ
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER	Vİİ
SİMGELER DİZİNİ	Xİ
KISALTMALAR DİZİNİ	Xİİİ
ŞEKİLLER DİZİNİ	XVİ
ÇİZELGELER DİZİNİ	XVİİİ
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ VE AMAÇ	1
BÖLÜM 2	6
GENEL BİLGİLER	6
2.1. Ette pH:	22
2.2. Rigor-Mortis:	23
2.2.1. Rigor Mortis Çeşitleri:	24
2.2.1.1. Normal Rigor:	24
2.2.1.2. Alkali Rigor:	25
2.2.1.3. Asidik Rigor:	25
2.3. Et Rengi:	25
2.4. Et Muhafazasında Paketlemenin Önemi:	27
2.5. Pişmiş Etin Rengi:	28
2.6. Etin Su Tutma Kapasitesi:	29

2.7. Et Tekstürü: 30
2.8. Etin Mozaikleşmesi (MS): 32
2.9. LEP Geni 35
2.10. TG Geni 40
BÖLÜM 3 45
MATERYAL VE METOD 45
3.1. Materyal 45
3.1.1. Hayvan Materyali 45
3.1.2. Taze Kırmızı Et 45
3.2. Metod 46
3.2.1. Kesim Öncesi ve Sonrası Yapılmış Fenotipik Ölçümler 46
3.2.1.1. Canlı Ağırlık 47
3.2.1.2. Sıcak Karkas Ağırlığı 47
3.2.2. Et Kalitesinin Belirlenmesi 47
3.2.2.1. MLD Kasının MS Analizi 47
3.2.2.2. Tekstür Analizi 48
3.2.2.3. Renk Analizi 53
3.2.2.4. Et pH ‘sı ve Et Sıcaklığı 54
3.2.3. Moleküler Markör Analizleri 55
3.2.3.1. DNA İzolasyonu 55
3.2.3.2. DNA Miktar ve Kalite Tayini 59
3.2.3.3. Hedef DNA Bölgesini Çoğaltma 62
3.2.3.4. PCR-RFLP 66
3.2.3.5. İleri Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez İle Genotiplerin Belirlenmesi 67
3.2.3.5.1. PCR-RFLP Metodu ile E2JW, E2FB, C422T Markör Genotiplerinin Kapiller Elektroforez İle Belirlenmesi: 70
3.2.4. Verilerin İstatistiksel Analizi 72
BÖLÜM 4 73
SONUÇLAR 73

4.1. PCR-RFLP Metodu İle LEP E2JW, LEP E2FB, TG5 (C422T) Markör Genotiplerinin Gelişmiş Analitik Fragman Analizörü Kılcal (Kapiller) Elektroforez İle Belirlenmesi 73
4.2. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusuna Göre Genotip ve Fenotip İlişkisi 78
4.2.1.Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine Göre MLD Etleri İle pH Değişimi Arasındaki İlişki 78
4.2.1.1. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu AA Genotipindeki MLD Etleri ve pH İlişkisi 78
4.2.1.2.Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu AT Genotipindeki MLD Etleri ve pH İlişkisi 79
4.2.1.3. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu TT Genotipindeki MLD Etleri ve pH İlişkisi 79
4.2.2. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine Göre CA İlişkisi 81
4.2.3. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine Göre SKA İlişkisi 81
4.2.4. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine Göre MLD Kasındaki MS İlişkisi 81
4.2.5 Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine Göre MLD Etlerinin Tekstür Özelliklerinin İlişkisinin Belirlenmesi 84
4.2.5.1. LEP E2JW Lokusu AA Genotipi Türk Holstein Sığırların Et Tekstürü 84
4.2.5.2. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusundaki AT Genotipine Göre Et Tekstürü 84
4.2.5.3. LEP E2JW Lokusundaki TT Genotipine Göre Türk Holstein Sığırların Et Tekstürü 85
4.2.6. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine ve Hunter L*a*b* Renk Uzayına Göre Et Rengi İlişkisi 87
4.2.6.1. LEP E2JW Lokusu AA Genotipine Göre Sığırların Çiğ ve Pişmiş Et Renginin Belirlenmesi 87
4.2.6.2. LEP E2JW Lokusu AT Genotipine Göre Sığırların Çiğ ve Pişmiş Et Renginin Belirlenmesi 88
4.2.6.3. LEP E2JW Lokusu TT Genotipine Göre Sığırların Çiğ ve Pişmiş Et Renginin Belirlenmesi 88
4.3. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusuna Göre Genotip ve Fenotip İlişkisi 89

4.3.1. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotiplerine Göre MLD Etleri İle pH Değişimi Arasındaki İlişki 89
4.3.1.1. LEP E2FB Lokusu CT Genotipindeki Türk Holstein Sığırları MLD Etlerinin pH İle İlişkisi 89
4.3.1.2. LEP E2FB Lokusu TT Genotipindeki Türk Holstein Sığırları MLD Etlerinin pH İle İlişkisi 90
4.3.2. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotipleri İle CA Arasındaki İlişkisi 91
4.3.3. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotipleri İle SKA Arasındaki İlişkisi 91
4.3.4. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotipleri İle MLD Kasındaki MS Arasındaki İlişkisi 91
4.3.5. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotipleri İle MLD Etlerinin Tekstür Özellikleri İlişkisinin Belirlenmesi 92
4.3.5.1. LEP E2FB CT Genotipi Türk Holstein Sığırların Et Tekstürü 92
4.3.5.2 . LEP E2FB TT Genotipi Türk Holstein Sığırların Et Tekstürü 92
4.3.6. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotiplerine ve Hunter L*a*b* Renk Uzayına Göre Et Rengi İlişkisi 93
4.3.6.1. LEP E2FB Lokusu CT Genotipine Göre Sığırların Çiğ ve Pişmiş Et Renginin Belirlenmesi 93
4.3.6.2. LEP E2FB Lokusu TT Genotipine Göre Sığırların Çiğ ve Pişmiş Et Renginin Belirlenmesi 94
4.4. Türk Holstein Sığırların TG5 (C422T) Genotiplerine Göre Analizi 94
BÖLÜM 5 97
TARTIŞMA 97
5.1. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusuna Göre Tartışılması 97
5.2. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusuna Göre Tartışılması 99
5.3. Türk Holstein Sığırların TG5 (C422T) Lokusuna Göre Tartışılması 107
KAYNAKLAR 116
ÖZGEÇMİŞ 142

SİMGELER DİZİNİ

A: Adenin

BaO_2: Baryum peroksit

bp: baz çifti

C: Sitozin

Ca: Kalsiyum

cm: Santimetre

$cm^{2;}$ Santimetre kare

dk: Dakika

EtBr: Ethidium Bromür

Fe: Demir

g: gram

H_2O: Su

H_2O_2: Hidrojen peroksit

HCl: Hidroklorik asit

HF: Hidroflorik asit

$HNO_{3;}$ Nitrik asit

Kb: Kilo baz

Kg: Kilogram

kW: Kilowatt

Mm: mikrometre

mA: Miliamper

ml: mililitre

mm/sn: Milimetre/saniye

ng: nanogram

nm: Nanometre

O_2: Oksijen

pmol: Pikomol

Px: Pixel

T: Timin

T3: Triodotironin

T4: Tiroksin

U: ünite

V: Volt

ºC: Santigrat derece

% : Yüzde değer

µg: mikrogram

µL: mikrolitre

µM: Mikromolar

KISALTMALAR DİZİNİ

AATI: Advance Analytical Fragment Analyzer-İleri Analitik Fragman Analizörü

a* :Kırmızı renk indeksi

a.a: Aminoasit

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ACE: Anjiyotensin dönüştürücü enzim

AKIRIN2: Akirin 2

Ala: Alanin

arg: Arjinin

b* :Sarı renk indeksi

CA: Canlı ağırlık

CaM-K II: Kalsiyum / kalmodulin bağımlı protein kinaz II

CAPNI: Calpain 1

CAST: Calpastatin

CIE: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage)

CV: Varyasyon katsayısı

cys: Sistein

DAK: Doğu Anadolu Kırmızısı

DFD: Koyu, sert, kuru

DGAT1: Diasilgliserol O-Asiltransferaz 1

DNA: Deoksiribonükleik asit

EDG1: Endotel farklılaşması sfingolipid G-protein-bağlı reseptör 1

EEC: Avrupa Ekonomik Topluluğu

FABP4: Yağ asidi bağlayıcı protein

FAO: Dünya Gıda Tarım Örgütü

gDNA: Genomik DNA

Holstein: Siyah Beyaz Alaca Sığır

HSV: Ton, Doygunluk ve Yoğunluk

HW: Hardy- Weingberg

KKL: Kantitatif karakterli lokuslardaki

KLA: Konjuge linoleik asit

L* : Parlaklık

LEP: Leptin

MDS: Markör destekli seleksiyon

MFI: Miyofibriler Parçalanma İndeksi

MLD: Musculus Longissimus Dorsi

MS: Mozaikleşme skoru

NEB: Nebulin

NFW: Nuklear Free Water

OECD: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Ajansı

PCR: Polimeraz zincir reaksiyonu

PCR-RFLP: Polimeraz Zincir Reaksiyonu- Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi

pH: Hidrojen konsantrasyonu

phe: Fenilalanin

Pik-4: Fosfatidilinositol 4-kinaz alfa

PPARγ: Peroksizom Proliferatör Aktif Reseptör –γ

PSE: Soluk, yumuşak, sulu

r: Fenotipik korelasyon

RFLP: Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi

RFU: Relative Flourescence Unit ~ Bağıl Floresan Ünitesi

RGB: Kırmızı, yeşil, mavi renk uzayı

RPL27A: Ribozomal protein L27a

rpm: Her bir dakiakada ki devir dönüş sayısı

s: Standart sapma

SCD: Stearil CoA deraturaz

s_e : Standart hata

SF: Shear Force

SF: Warner Bratzler cihazının Kesme kuvveti

SKA: Sıcak karkas ağırlığı

SNP: Tek nükleotid polimorfizm

TBE: Tris Borat Edta

TG: Tiroglobulin

TSH: Tiroid hormonu

TTN: Titin

TÜRKVET: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının veri tabanı

TÜTAGEM: Trakya Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi

tyr: Tirozin

UV: Ultra viyole

Val: Valin

WBSF: Warner Bratzler Shear Force

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Sığır Resmi, Aurochs (*Bos Primigenius*) 6
Şekil 2.2. Hayvansal Üretim İstatistikleri 10
Şekil 2.3. Et Üretiminin Türlere Göre Dağılımı 12
Şekil 2.4. Dünya Büyükbaş Et Üretiminin Dağılımı 12
Şekil 2.5. Türkiye'de Et Üretiminin Türlere Göre Dağılımı 13
Şekil 2.6. Türkiye'de Kişi Başı Tüketim Payları 18
Şekil 2.7. Sığır Karkas ve Et Tüketici Fiyatları 19
Şekil 2.8. pH İle Rigor Mortis Arasındaki Değişim 24
Şekil 2.9. LEP Geninin NCBI'daki Diyagramı 36
Şekil 2.10. LEP Geninin 4. Kromozom (4q32) Üzerindeki Yeri 37
Şekil 2.11. TG Geninin NCBI'daki Diyagramı 40
Şekil 2.12. TG Geninin 14.Kromozom (BTA14q) 41
Şekil 3.1. Astürk Et Ürünleri Ltd.Şti. 46
Şekil 3.2. Tarım Açık Cezaevi 46
Şekil 3.3. Tüm Alan ve Antrikottaki Yağ Dağılım Alanı 48
Şekil 3.4. Tüm Alan ve Antrikottaki Yağ Dağılım Alanı 48
Şekil 3.5. Örneklerin Hazırlanması 49
Şekil 3.6. Örneklerin Poşetlenip Saklanması 49
Şekil 3.7. Etlerin Su Banyosunda Pişirilmesi 50
Şekil 3.8. Etlerin Vakumlanması 50
Şekil 3.9. Stable Micro Systems Texture Analyzer TA-HD Plus Tekstür Analiz Cihazında Etin Tekstürünü Belirleme Çalışması 51
Şekil 3.10. Tekstür Analizi Ölçümlerinin Yapılışı 51
Şekil 3.11. WBSF Bıçağı ile Tekstür 52
Şekil 3.12. WBSF Bıçağı ile (7.) Gün Pişmiş Et Tekstür Analizi Pik ve Ortalama (Average) Değerlerinin Grafikte Kesimini Gösteren Kuvvet (kg) × Zaman (sn) Grafiği 52
Şekil 3.13. Üç Parça Pişmiş Et Örneğinin Tekstür Analizi Ortalamasını Gösteren Kuvvet (kg) × Zaman (sn) Grafiği ve Pik Ortalama (Average) Değeri 53
Şekil 3.14. Konica Minolta Cihazında Renk Ölçümü 54
Şekil 3.15. L*a*b* Renk Uzayı 54
Şekil 3.16. Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü Biyoteknoloji Laboratuvarında Genetik Çalışmalar 55
Şekil 3.17. DNA İzolasyon Robotu 56
Şekil 3.18. DNA İzolasyonu 56

Şekil 3.19. Nanodrop Cihazı 59
Şekil 3.20. LEP Geni E2FB SNP'yi Kapsayan Hedef DNA PCR Ürününün Jel Elektroforezinde Görüntüsü 60
Şekil 3.21. TG Geni TG5 (C422T) SNP'yi Kapsayan Hedef DNA PCR Ürününün Jel Elektroforezinde Görüntüsü 60
Şekil 3.22. Gradient PCR 65
Şekil 3.23. TG5 (C422T) PCR-RFLP Jel Elektroforez Görüntüsü 66
Şekil 3.24. İleri Analitik Fragman Analizörü Kapiler Elektroforez Cihazı 68
Şekil 3.25. LEP E2JW Lokusu AT Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kılcal Elektroforez Görüntüsü 71
Şekil 3.26. Kapiller Elektroforezin Çalışma Metodolojisi 71
Şekil 4.1. LEP E2JW Lokusu AA Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü 74
Şekil 4.2. LEP E2JW Lokusu AT Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü 74
Şekil 4.3. LEP E2JW Lokusu TT Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü 75
Şekil 4.4. LEP E2FB Lokusu CT Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü 75
Şekil 4.5. LEP E2FB Lokusu TT Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü 76
Şekil 4.6. TG5 (C422T) Lokusu CC Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü 76

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Kırmızı Etin Ortalama Besin Bileşimi 2
Çizelge 2.1. Sığırın Taksonomisi 7
Çizelge 2.2. Türkiye'deki Kültür, Melez Ve Yerli Sığır Sayıları 9
Çizelge 2.3. Tür Ve Irklarına Göre Hayvan Sayıları 11
Çizelge 2.4. Türkiye'de 2013-2017 Yılları Arasındaki Hayvan Varlığı, Kesilen Hayvan Sayısının Türlere Göre Karkas Ağırlıkları 14
Çizelge 2.5. Dana Ve Sığır Eti Üretimi-Seçilen Ülkelerin Özeti 15
Çizelge 2.6. Dana Ve Sığır Eti Tüketimi-Seçilen Ülkelerin Özeti 16
Çizelge 2.7. Kişi Başı Tüketim Miktarları 17
Çizelge 2.8. Kişi Başı Et Tüketim Hesaplanması 18
Çizelge 2.9. Yıllık Ortalama Karkas Et Fiyatları 19
Çizelge 2.10. Türkiye'de Et Ve Et Ürünleri Tüketici Fiyatları 20
Çizelge 2.11. LEP Geninde SNP Ve Fenotipik Özellikler Arasındaki İlişkiler 39
Çizelge.2.12. TG Geninde SNP ve Fenotipik Özellikler Arasındaki İlişkiler 44
Çizelge 3.1. Hedef DNA Bölgelerinin 545 (C422T), 467 (E2JW), 94 (E2FB) bp'lik DNA Bölgelerinin Amplifikasyonu İçin Bir Örneğe İlişkin PCR Karışımı 62
Çizelge 3.2. Kullanılan Primer Sekansları ve Amplifikasyon Ürünleri 63
Çizelge 3.3. LEP E2JW Markör Touch-Down PCR Protokolü 65
Çizelge 3.4. LEP E2FB Markör Touch- Down PCR Protokolü 65
Çizelge 3.5. TG5 (C422T) Markör Touch- Down PCR Protokolü 66
Çizelge 3.6. Kullanılan Restriksiyon Endonukleazlar ve Kesim Yerleri 67
Çizelge 3.7. E2JW, E2FB, C422T Markörlerinin Restriksiyon Kesim Protokolü 67
Çizelge 3.8. Kapiller Elektroforezde Kullanılan Kitlerin İçeriği 68
Çizelge 4.1. LEP E2FB, LEP E2JW ve TG5 C422T Genotip ve Allel Gen Frekansları 77

Çizelge 4.2. Türk Holstein Populasyonunda Et Kalitesi Özelliklerinde LEP E2JW ve LEP E2FB'nin Etkisi.....80
Çizelge 4.3. Fenotipik Özelliklerde Genotiplere Göre Minimum ve Maksimum Değerler 83
Çizelge 4.4. Genotipik ve Fenotipik Korelasyon İlişkileri 96

BÖLÜM 1

GİRİŞ VE AMAÇ

Kırmızı et, işlenmemiş veya dondurulmuş olabilen ve genellikle pişirilen taze işlenmemiş memeli kas etini (örneğin, sığır eti, dana eti, domuz eti, kuzu eti, koyun eti, at veya keçi eti) ifade etmektedir. İnsanlarda dengeli beslenmenin ana unsurlarından biri olan kırmızı et proteini biyolojik değerliligi bakımından en iyi besin kaynağımızı oluşturan vazgeçilmez temel bir gıdadır (Lawrie ve Ledward, 2006). Hayvansal kaynaklı ürünler beslenme ve insan sağlığı açısından önemlidir (Tosun ve Hatırlı, 2006). Dengeli bir beslenmede günlük protein ihtiyacının minimum % 40-50'sinin hayvansal kaynaklı besinlerden alınması şarttır (Arık, 2010). Kırmızı et, çizelge 1.1.'de belirtildiği gibi 100 g başına 20–25g protein içerir. Proteinler yüksek oranda yaklaşık % 94 oranında sindirilebilmektedir (Williams, 2007). Yüz gram besin proteinin ne kadarından vücut proteininin elde edildiği biyolojik değer olarak tanımlanmaktadır (Gıda teknolojisi, 2016). Sağlıklı beslenmede etin yeri, kırmızı etin ise toplam et içerisindeki yeri, gelişme çağındaki kişiler için çok önemlidir. Proteinler vücutta depo edilemeyen besin öğeleri olduğundan dolayı en az 1/2' sinin hayvansal kaynaklı gıdalardan alınması gerekmektedir (Mutluer, 2005). Hayvansal proteinler içerdikleri dengeli aminoasitlerden (a.a.) dolayı insanın büyümesi ve sağlıklı kalabilmesine ek olarak beyin gücünün gelişmesi bakımından da büyük önem taşımaktadır. On adet esansiyel a.a. bitkisel proteinlerde bulunmayıp sadece hayvansal proteinlerde vardır (Kutlu, Gül ve Görgülü, 2005). İnsan beslenmesi için vazgeçilmez olan bu a.a.'ler triptofan, treonin, lösin, izolösin, lisin, metionin, fenilalanin, valin ve histidin'dir. Tirozin ve sistin ayrıca insan beslenmesinde kritik rolleri vardır. Çoğu et ve et ürünleri,

bu temel a.a.'lerin tirozin ve sistinin yüksek düzeylerini içermektedir (Williams, 2007). Et ve et ürünleri, yağ, protein, esansiyel a.a.'ler, vitaminler, mineraller ve diğer besinler için önemli kaynaklardır (Biesalski, 2005). Protein, omega-3, demir (Fe) ve B12 vitamini açısından zengin olan etin, besleme değeri oldukça fazladır (Young vd., 2013). Et, esansiyel a.a.'leri, kaliteli ve kullanılabilirliği yüksek besin ögelerini ve bazı bileşenleri içermesinden dolayı beslenmenin en önemli bütünleyici öğelerinden birisidir. Etin içerdiği bioaktif bileşenlerin ve a.a.'lerin faydalarından bazıları Anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) önleyici bileşenler arayıcılığı ile tansiyon homeostazı, metabolik bulguların önlenmesinde, kas kaybına neden olan hastalıkları önlemesi, et türevi nükleotidler ile bir bağırsak florası oluşturmasıdır.

Çizelge 1.1. Kırmızı Etin Ortalama Besin Bileşimi (100g başına) (Williams, 2007)

Besin	**Sığır eti**	**Dana eti**	**Kuzu**	**Koyun eti**
Nem (g)	73.1	74,8	72.9	73.2
Protein (g)	23.2	24.8	21.9	21,5
Yağ (g)	2.8	1.5	4.7	4.0
Enerji (kj)	498	477	546	514
Kolesterol (mg)	50	51	66	66
Tiamin (mg)	0.04	0,06	0.12	0.16
Riboflavin (mg)	0.18	0.20	0.23	0.25
Niasin (mg)	5.0	16.0	5.2	8
Vitamin B6 (mg)	0.52	0.8	0.10	0.8
Vitamin B12 (µg)	2.5	1.6	0.96	2.8
Pantotenik asit (mg)	0.35	1.50	0.74	1.33
A vitamini (µg)	<5	<5	8.6	7.8
Beta-karoten (µg)	10	<5	<5	<5
Alfa tokoferol (mg)	0.63	0.50	0.44	0.20
Sodyum (mg)	51	51	69	71
Potasyum (mg)	363	362	344	365
Kalsiyum (mg)	4.5	6.5	7.2	6.6
Demir (mg)	1.8	1.1	2.0	3.3
Çinko (mg)	4.6	4.2	4.5	3.9
Magnezyum (mg)	25	26	28	28
Fosfor (mg)	215	260	194	290
Bakır (mg)	0.12	0.08	0.12	0.22
Selenyum (µg)	17	<10	14	<10

Et; konjuge linoleik asit (KLA), fitanik asit ve antioksidanlar için önemli bir kaynaktır (Young vd., 2013). 2006 yılında Schmid, Collomb, Sieber ve Bee tarafından yapılan çalışmada; ızgara etten izole edilen KLA'nın anti-kanser etki gösterdiği bulunmuştur. Anti-kanser etkisine ilaveten, antioksidatif, anti-aterosklerotik ve immünomodülatör etkileri de mevcuttur (Azain, 2003). KLA hayvan çalışmalarında gözlemlenen anti-karsinojenik ve anti-aterojenik özelliklerinden dolayı dikkat çekmektedir (Lock, Corl, Barbano, Bauman ve Clement, 2004; Lock, Horne, Bauman ve Salter, 2005; Hargrave-Barnes, Azain ve Milner, 2008). Bunların yanı sıra KLA; diabet riskinin azaltılması, obezitenin kontrolü ve kemik metabolizmasının düzenlenmesinde de etkilidir (Young vd., 2013). Dengeli ve doğru beslenmenin bedensel ve zihinsel gelişmeyle birlikte iş verimliliğine de olumlu etkileri vardır. Bu sebeple etin yeterliliği kadar gerekli miktarlarda ve doğru bir şekilde tüketilmesi de son derece önemlidir (Dölekoğlu, 2003).

Ülkeler temel besin ihtiyaçlarını mümkün olduğunca öz kaynaklarından karşılamak isterler. Beslenme alışkanlıkları ülkelere ve kültürlere göre farklılık gösterse de kırmızı et her kültürün ana menüsünde yer almaktadır. Dünya et üretiminin yaklaşık % 30'u sığırlardan, % 5'i koyun-keçilerden karşılanırken, ülkemizde domuz eti tüketimi az olduğundan et üretiminin % 88'i sığırlardan, % 12'si ise koyun-keçilerden karşılanmaktadır (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE)-TAGEM, 2018a). Ülkemizde toplam büyükbaş hayvan sayısı TÜİK 2018'in Haziran verilerine göre 17 338 000 baş, toplam koyun-keçi sayısı ise 47 362 000 baş olmuştur. Toplam 47 362 000 baş koyun-keçi sayısından 36 177 000 başı koyun, 11 185 000 başı ise keçi sayısıdır (TÜİK, 2018a). Nüfus artışına bağlı olarak dünyada kırmızı et üretim ve tüketimi her yıl artış göstermektedir. 2015 yılında et üretiminde bir düşüş olsa da 2016 ve 2017 yılında et üretim ve tüketimi tekrar artmıştır (TEPGE- TAGEM, 2018a). USDA 2018 yılı ekim ayı raporuna göre dünyada toplam et üretimi 62 milyon 554 bin ton gerçekleşirken et tüketimi 60 milyon 550 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin 2018 Ekim ayı itibari ile üretimi ise 1 600 000 ton ve tüketimi 1 628 000 ton düzeyinde gerçekleşmiştir [Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA), 2018]. Türkiye'de kişi başı kırmızı et tüketimi gelişmiş ülkelere göre daha düşüktür. Ülkemizin son beş yıllık kırmızı et tüketimi incelendiğinde, 2016 yılına kadar bir artış olduğu, 2016 yılında da fiyatların artmasıyla birlikte tüketimin düştüğü tespit edilmiştir. Yine de

kişi başı yıllık tüketim 2012 yılında 11,2 kg iken 2016 yılında % 17'lik artışla 13, 20 kg olmuştur (TEPGE-TAGEM, 2018a).

Beslenme düzeyi nüfusun kalkınma ölçütlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Ülkelerin gelişmişliği açısından kişi başına düşen et ve hayvansal protein tüketimi oldukça önemlidir. Bu sebeple nüfusun dengeli ve sağlıklı beslenebilmesi bakımından et ve et ürünlerinin üretiminin ve tüketiminin artırılması ve kalitesinin iyileştirilmesi önem taşımaktadır (Demirkol, 2007). Ülkemizde yetiştirilen sığır sayısı ve sığırlardan elde edilen kırmızı et miktarları son yıllarda biraz artmasına rağmen tüketicilerin talebi tam olarak karşılanamamaktadır. Kişi başı kırmızı et tüketim miktarları incelendiğinde, Türkiye'deki yıllık et tüketiminin diğer ülkelerden daha düşük olduğu gözlenmektedir. Kırmızı etin diğer gıdalara göre daha pahalı olması, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kırmızı et tüketiminin düşük olmasının temel nedenlerinden biridir (Yaylak, Taşkın, Koyubenbe ve Koca, 2010). Sığırcılığın Türkiye'deki sorunları genel olarak; verim, hammadde yetersizliği, üretim düşüklüğü, yüksek fiyatlar ile beraber alım gücünün düşük olması, canlı hayvan arzındaki yetersizlik, işletme sayılarının azlığı ve küçük ölçekli oluşları, ırkların yeterince ıslah edilmemiş olması ve sığır etlerinin tüketicilerin istediği ölçüde kaliteli olmamasıdır. Sığır etlerinin, tüketicilerin istediği ölçüde kaliteli olmaması önemli bir sorundur.

Eti satın alma esnasında; tüketici beğenisi ve et kalitesini belirleyen en önemli özellikler arasında; etin hijyenik koşulları ve rengi, pişirme esnasında; etin pişirme kaybı, tüketim esnasında da; tesktürü yani etin gevrekliği yer almaktadır (Özdoğan, Önenç, Önenç ve Köknaroğlu, 2004). Et üretimi için yetiştirilen hayvanların bakım ve besleme koşulları, genetik yapısı, yaş, tür ve ırk gibi vb. faktörler, karkas kalitesi ve et kalitesi için oldukça önemlidir. Bu nedenle et ırkı sığır yetiştiriciliği bilimsel çalışmalarla yürütülmeli ve ülke genelinde özel projeler ile desteklenmelidir. Türkiye'nin kırmızı et üretimindeki belirsizlikleri ortadan kaldırılmalıdır. Gelişmiş ülkelerin tümünde var olan karkas sınıflandırma ve derecelendirme sisteminin ülkemizde de ivedilikle hayata geçirilmesi gerekir. Hayvancılık, et ve süt üretimi ve kalitesinin artırılması yanında, sanayiye hammadde sağlama, milli geliri artırma, istihdam olanakları yaratma gibi özellikler açısından da önemli bir alandır.

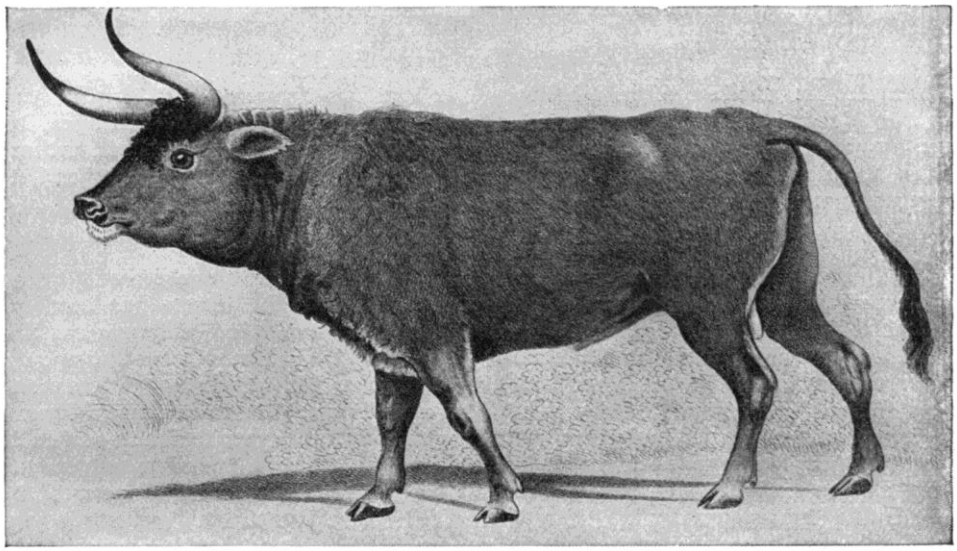
Etin kalitesine, sığırın genotipi ile çevre koşulları da etkilidir. Etçi sığırların genotipinde, SNP'leri üzerine yapılan çalışmalarda et kalitesi üzerine doğrusal

korelasyon ilişkisi gösterilmiştir (Zwierzchowski, Oprzadek, Dymnicki ve Dzierzbicki, 2001). Moleküler genetik teknikler ile kantitatif karakterli lokuslardaki (KKL) genetik varyasyonlar belirlenerek günümüzde sığır et kalite ıslahında kullanılmaktadır (Hocquette, Renand, Levéziel, Picard ve Cassar-Malek, 2006). Edirne ilinde kasaplık olarak yetiştirilen Holstein sığırlarda Leptin (LEP) ve Tiroglobulin (TG) genlerindeki bazı SNP'lerin et kalite özellikleri ile ilişkisi belirlenerek, bunların allel ve genotip frekansları ileride yapılacak genetik temelli ıslah çalışmaları için yol gösterici veri sağlayacaktır. Et kalitesine olumlu etkiye sahip genotipteki hayvanların sayısını arttırmaya yönelik seleksiyon çalışmalarına destek olacaktır. Sadece hayvanların sayısının arttırılması yeterli olmayıp, bu artışın birim hayvan başında olması gerekmektedir. Bu nedenle amacımız, Edirne bölgesinde et üretiminde kullanılan Türk Holstein sığır ırklarında, et kalitesine olumlu etkiye sahip genotipteki sığırların markör destekli seleksiyon (MDS) ile sürü içindeki sayılarının arttırılması sağlanarak, daha buzağı döneminde KKL ile et kalitesi iyi sığırların ayrımını yaparak kaliteli sığır eti üretimini arttırmaktır. Daha kaliteli et ürettiği bilinen genotipteki sığırların, hem damızlık hem de kasaplık olarak yüksek fiyattan satışını sağlayarak tüketicilerin de kaliteli sığır eti tüketimini sürdürülebilir kılmaktır. Trakya Bölgesi'nde ve Edirne'de yetiştirilen Türk Holstein sığırların et kalitesine ilişkin KKL'larında moleküler yöntemler ile şimdiye kadar bir araştırma yapılmadığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarımız, Edirne'de et üretimi için yetiştirilen Türk Holstein sığırlardan elde edilen et kalitesine ilişkin bilimsel verileri ile ilgili genotipik karakterizasyonları belirlenip, Türk Holstein ırkı ile besi sığırı yetiştiriciliği yapanlara ve kaliteli et tüketimine yönelik katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

Sığır; Et, süt veriminden ve iş gücü hizmetinden yararlanılan büyükbaş hayvanlara verilen isimdir (şekil 2.1.). Aşağıdaki çizelge 2.1.'de de gösterildiği gibi Latincesi *Bos primigenius taurus ile Bos primigenius indicus olan* sığırlar *(Bovinae*) alt familyasının *Bos* cinsinin *Taurus* alt cinsine ait *Bovidae* (boynuzlugiller) familyasından evcil memeli hayvanlardır (Veteriner CC., 2007; 'Sığır', 2016).



Şekil 2.1. Sığır Resmi, Aurochs (*Bos Primigenius*), 2007

Çizelge 2.1. Sığırın Taksonomisi ('Sığır', 2016)

Bilimsel sınıflandırma	
Alem	Animalia (Hayvanlar)
Şube	Chordata (Kordalılar)
Sınıf	Mammalia (Memeliler)
Takım	Artiodactyla (Çift toynaklılar)
Alt takım	Ruminantia (Geviş getirenler)
Familya	Bovidae (Boynuzlugiller)
Alt familya	Bovinae (Sığırlar)
Cins	*Bos*
Tür	*B. primigenius*
Binominal adı: *Bos primigenius*	
Trinominal adı: *Bos primigenius taurus,* *Bos primigenius indicus*	

Trakya Bölgesindeki sığır ırklarının % 99'unu Holstein, Esmer ve Simental sığırlar oluşturmaktadır. Edirne'deki Holstein sığırlar Avrupa kökenli *Bos Taurus Primigenius* alt grubuna giren kültür melezi sığırlardır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Türkvet, (2018); T.C. Gıda Tarım ve Orman Bakanlığı Edirne İli Tarımsal Yatırım Rehberi (2018), Kırklareli İli Tarımsal Yatırım Rehberi (2018), Tekirdağ İli Tarımsal Yatırım Rehberi (2018). *Bos primigenius*'tan köken alan Holstein sığırları; dünyadaki en yaygın sığır ırklarından birisidir. Hollanda'nın Batı Friesland ve Kuzey Hollanda bölgelerinde yetiştirildiği için bu ırk Holstein-Friesian adını almıştır. Bu ırk için bazı ülkelerde Siyah-Alaca ve Holstein-Friesian gibi isimler kullanılmaktadır. Ülkemizde bu ırk Holstein, Siyah-Alaca ve Hollanda isimleri ile anılmaktadır (T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Hayvancılık Genel Müdürlüğü (HAYGEM), 2019).

Türkiye'de de yetiştirilen Holstein sığırları; en çok anavatanı olan Hollanda, Almanya, Kanada, İngiltere ve ABD gibi ülkelerde yetiştirilmektedir (Özellikleri Nedir? Genel Kültür Sitesi, 2015). Holstein sığırları ülkemizde, 1958' de Amerika Birleşik Devletleri'nden Bursa'ya (Karacabey Harası) getirilen inek ve boğalarla yetiştirilmeye başlanmıştır (Boztepe, Karabacak, Cufadar, Yıldırım ve Aytekin, 2014). Daha sonraki

yıllarda devlet üretme işletmeleri ve bazı özel işletmelerin isteği üzerine, İngiltere, Danimarka, Almanya, İsrail ve tekrar Amerika Birleşik Devletleri'nden Holstein inek ve boğalar ithal edilmiştir (Erdoğdu Tatar, 2015). Türkiye'de kültür ırkı sığırlardan sayı bakımından en fazla Holstein sığırları bulunmaktadır. Ülkemizde birçok bölgede Holstein sığırları olsa da en yaygın kıyı kesimlerimizde yetiştirilmektedir. Holstein sığırları en fazla Ege Bölgesinde yetiştirilmesinin yanı sıra Akdeniz ve Marmara bölgelerinde de yetiştirilmektedir (Özellikleri Nedir? Genel Kültür Sitesi, 2015). Ege, Marmara ve Akdeniz Bölgesinin kıyılarında yetiştirilen bu ırk, zamanla İç ve Doğu Anadolu bölgelerine kadar gelmiştir (Akbulut, Tüzemen ve Yanar, 1992).

Dünyada çeşitli ülkelerde Holstein, Ayrshire, Guernsey, Esmer ve Jersey gibi sığır ırkları arasında kullanma melezlemeleri yapılırken ülkemizde de sığır yetiştiricileri tarafından Holstein sığırı ile farklı sığır ırkları arasında melezlemelerin yapıldığı görülmektedir (Cassell ve McAllister, 2009; Yaylak, Akbaş ve Özsoy, 2015). Kaygısız, Yılmaz ve Koşum (2017) da yaptıkları çalışmada kültür ırkları içerisinde Holstein ırkının o bölgede sığır yetiştiricileri tarafından daha fazla benimsendiğini bildirmişlerdir. Çevirme melezlemesi sonucu oluşan bu melez ırklar süt üretiminin yanı sıra et üretimi için de yetiştirilmektedir. Özellikle Avrupa ülkelerindeki Holstein yetiştiriciliğinde, tam anlamı ile kombine verimlidirler ve et verimi de süt verimi de önem taşımaktadır. Laktasyon döneminde süt verimi; 5.000 ile 7.000 litre arasında değişmektedir. Ancak ıslah yapılmış ve üstün olan ırklarla yapılmış seleksiyon sayesinde süt verimi 10.000 litreye kadar ulaşabilmektedir. Sütündeki yağ miktarı % 3 – 3.5 arasındadır. Holstein ırklarının erkekleri hızlı gelişmekte ve oldukça kaliteli karkas vermektedirler. Hızlı gelişmelerinden dolayı Holstein erkek buzağılar, et üretiminde kullanılmaktadır. Bu yüzden Holstein ırkının et üretiminde önemli bir yeri vardır (Et ve Süt Kurumu (ESK), 2019). Beslenen buzağılar takribi 14-16 haftalık yaşta 120-180 kg ağırlığa ulaştıklarında kesilmektedirler. Beside günlük canlı ağırlık (CA) artışı 1000-1400 g arasında değişmektedir ve bu ırkın erkekleri 12-15 aylık olduklarında kesim ağırlığına ulaşmaktadır (ESK, 2019; Göncü, 2019). Sığır karkas ağırlık ortalaması 274,13 kg'dır. (Anonim 2018b). Ergin canlı ağırlığı 600 - 1000 kg arasında değişmektedir. (ESK, 2019; Göncü, 2019).

Hastalıklara oldukça duyarlı olan Holstein sığır ırklarının, korunmasına ve bakımına özenle dikkat edilmesi gerekmektedir. İyi olmayan besleme ve bakım

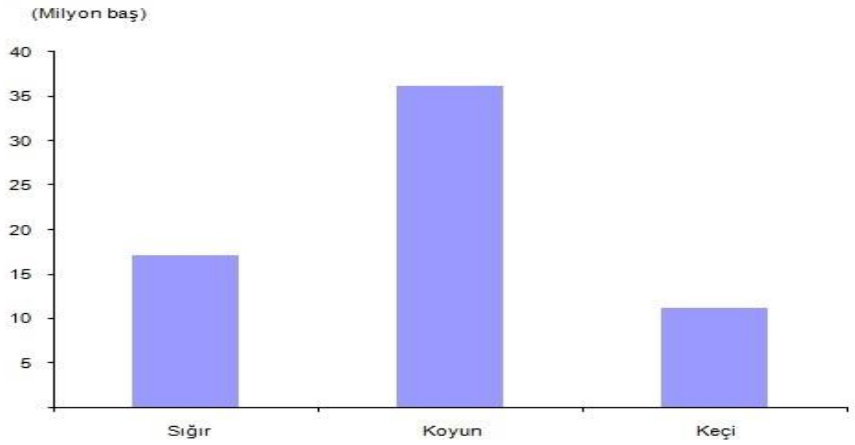
koşullarına ve sıcak iklim bölgelerine uyum sağlayamamaktadırlar. Tüm dünyada yaygın olarak bulunan Holstein sığırlarının birçok ırkla melezlemesi yapılarak sığırlar için belirleyici olmuştur. (Çiftlik Dergisi, 2016). Kültür ırkı ve melezlerinin sayısını artırmaya yönelik yapılan çalışmalarda Türkiye'de, suni tohumlama ve gebe düve ithalatı çalışmalarına önem verilmiştir. Türkiye'de et ve süt üretimini arttırmak amacıyla Türk Holstein kültür ırkı bir yandan saf olarak yetiştirilirken diğer yandan da yerli sığır ırkları ile melezlenmiştir (Yavuz, Akbulut ve Keskin, 2003). Türkiye'de entansif yetiştiricilik yapan işletmelerin büyük çoğunluğu kültür ırkı ve melezlerini beslemektedir. Yerli ırkların en düşük olduğu bölgeler Ege ve Marmara Bölgeleridir (Akman, Özkütük, Kumlu ve Yener, 2000).

Ülkemizde geçmişten bu zamana kadar geçen her yılda kültür ırkı ve melezi sığırların populasyondaki oranını artırmaya yönelik çalışmalar yapılmış olup çizelge 2.2.'den de anlaşıldığı gibi sığır populasyonu içerisinde kültür ırkı sığırların oranı % 48,5; melez genotiplerin oranı ise %41,8'e ulaşmıştır. Ülkemizdeki 2018 TUİK verilerine göre 17 338 000 baş sığır varlığının 8 323 488 başını kültür ırkları teşkil etmektedir. Holstein sığır ırkı ise kültür ırkları içindeki en fazla paya sahip olan ırktır (TÜİK, 2018b).

Çizelge 2.2. Türkiye'deki Kültür, Melez ve Yerli Sığır Sayıları [TÜİK, 2018b (Eylül)]

YIL	Sığır Sayıları (Baş)						
	KÜLTÜR	**%**	**MELEZ**	**%**	**YERLİ**	**%**	**TOPLAM**
2014	6 178 757	43,44	6 060 937	42,61	1 983 415	13,95	14 223 109
2015	6 385 343	45,63	5 733 803	40,97	1 874 925	13,4	13 994 071
2016	6 588 527	46,8	5 758 336	40,9	1 733 292	12,3	14 080 155
2017	7 804 588	48,9	6 536 073	40,9	1 602 925	10,1	15 943 586
2018 1. dönem	8 323 488	48,5	7 176 660	41,8	1 666 046	9,7	17 166 194

TÜİK 2018'in Haziran verilerine göre toplam sığır sayısı 17 338 000 baş, toplam koyun-keçi sayısı ise 47 362 000 baş olmuştur. Toplam 47 362 000 baş koyun-keçi sayısından 36 177 000 başı koyun, 11 185 000 başı ise keçi sayısıdır (şekil 2.2.) (TÜİK, 2018a).



Şekil 2.2. Hayvansal Üretim İstatistikleri [TÜİK, 2018a (haziran)]

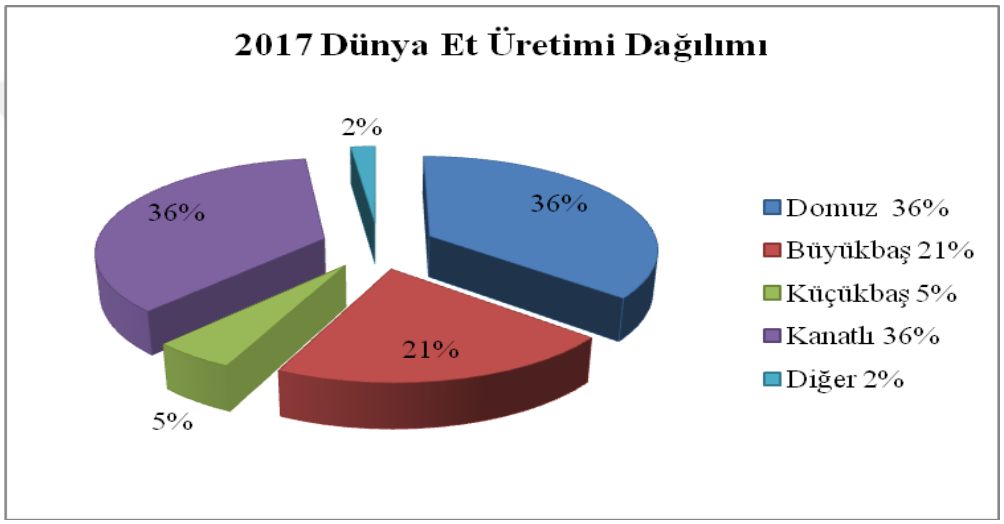
Gelişmekte olan ülkelerde her ülke ya da bölgenin kendine özgü koşullarına uygun olmaları nedeniyle yetiştirilen yerli ırkların yüksek verim elde etmek amacıyla kültür ırklarıyla melezlenmesi yapılmaktadır. Yani kültür ırkı ve melezi sığırların yerli ırklara göre besi performansı daha iyi olduğundan kısa vadede et üretimini arttırmak amacıyla etçi ırkların yerli ırklarla melezlenmesi et üretimi açısından oldukça önem teşkil etmektedir (Akbulut, Tüzemen ve Yanar, 2004). Bazı ülkelerde, sığır eti endüstrisi sadece özel sığır sürülerine dayanmaktadır, ancak Türkiye gibi birçok ülkede sığır çiftlikleri süt sığırcılığı ve çift amaçlı ırklardan oluşmakta ve sığır ırklarının sayısı sınırlıdır. Bunlar arasında, Holstein cinsi, 5,5 milyon safkan ve 856 000 melez olmak üzere, Türkiyenin en yaygın sığır cinsinden oluşmaktadır. Aşağıdaki çizelge 2.3.'te gösterildiği gibi yaklaşık 17 milyon toplam sığır sayımı göz önüne alındığında, Holstein ırkı Türk hayvancılığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (TÜİK, 2018c) Bu nedenle, Holstein etinin potansiyelinin değerlendirilmesi, ıslah programlarında ve et üretiminde stratejik olarak önemli bir nokta olarak düşünülmektedir (Ardıçlı, Şamlı, Dincel, Soyudal ve Balcı, 2017a). Özellikle süt ürünleri için yetiştirilen Holstein sığırları, sığır eti özellikleri için genetik değişkenlikleri nedeniyle sığır eti üretiminin geliştirilmesi

için bir potansiyel taşımaktadır. Holstein ırkı, süt ve et üretimindeki potansiyeli hayvansal kaynaklı protein ihtiyacını gidermek için birçok ülkede yetiştirilmektedir (Calo, McDowell, Dale Van Vleck ve Miller, 1973). Holstein sığırlarının dünyada yaygın olmasının başlıca nedenleri kaliteli et üretim özelliğinin olması, yüksek süt verimine sahip olması, adaptasyon yeteneğinin yüksek olması, fertilite sorunlarının olmaması, kolaylıkla doğum yapabilme özelliğine sahip olması ve uysal olmasıdır (Yetiştirici Teknik El Kitabı, 1991).

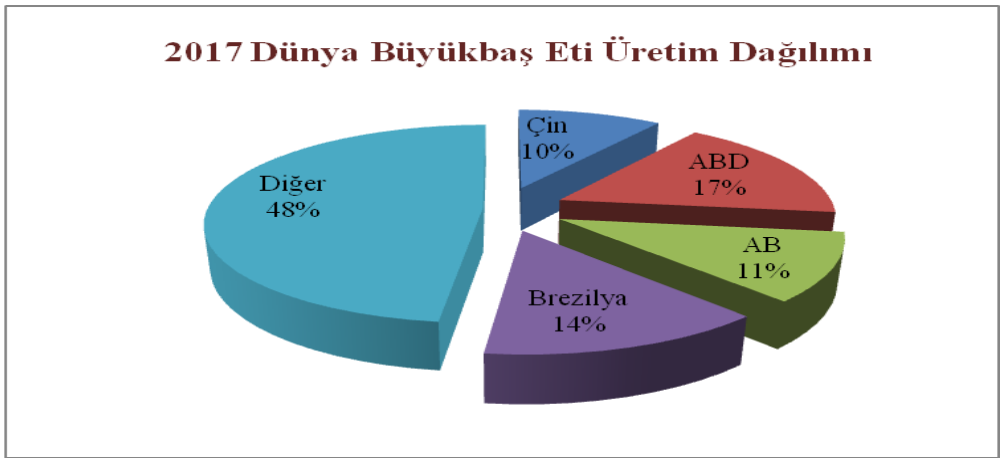
Çizelge 2.3. Tür ve Irklarına Göre Hayvan Sayıları [TÜİK, 2018c (Haziran)]

Hayvan Türleri	**Sayı (Baş)**	**Büyükbaş, küçükbaş ve diğer hayvan sayıları içerisindeki payı (%)**	**Toplam hayvan sayısı içerisindeki payı (%)**
Büyükbaş	17 338 375	100,0	26,7
Sığır	17 166 194	99,0	26,4
Kültür	8 323 488	48,0	12,8
Kültür melezi	7 176 660	41,4	11,0
Yerli	1 666 046	9,6	2,6
Manda	172 181	1,0	0,3
Küçükbaş	47 362 281	100,0	72,9
Koyun	36 177 028	76,4	55,7
Merinos	2 644 944	7,3	4,1
Yerli	33 532 084	92,7	51,6
Keçi	11 185 253	23,6	17,2
Kıl keçisi	10 963 460	98,0	16,9
Tiftik keçisi	221 793	2,0	0,3
Diğer	289 296	100,0	0,4
Deve	1 773	0,6	0,0
Domuz	1 638	0,6	0,0
At	112 757	39,0	0,2
Eşek	139 868	48,3	0,2
Katır	33 260	11,5	0,1
Toplam	64 989 952		100,0

Dünya et üretiminin FAO'ya göre 2017 yılında 324,8 milyon ton olarak tahmin edilmiştir. Toplam et üretiminde; domuz eti % 36 (117 milyon ton), kanatlı eti % 36 (118,2 milyon ton), % 21 (69,5 milyon ton) büyükbaş eti ve % 5 (14,5 milyon ton) küçükbaş eti olarak gerçekleşmiştir (şekil 2.3.). Toplam kırmızı et üretiminde; % 58 ile domuz eti en büyük payı alırken, % 35 ile büyükbaş eti ve %7 ile küçükbaş eti en az payı almıştır. Dünya büyükbaş eti (sığır ve manda) üretimi 2017 yılında 69,5 milyon tondur. Dünya üretiminin % 52'si Brezilya, Çin, ABD ve AB tarafından yapılmaktadır (şekil 2.4.) (Et ve Süt Kurumu (ESK) Sektör Raporu, 2017).

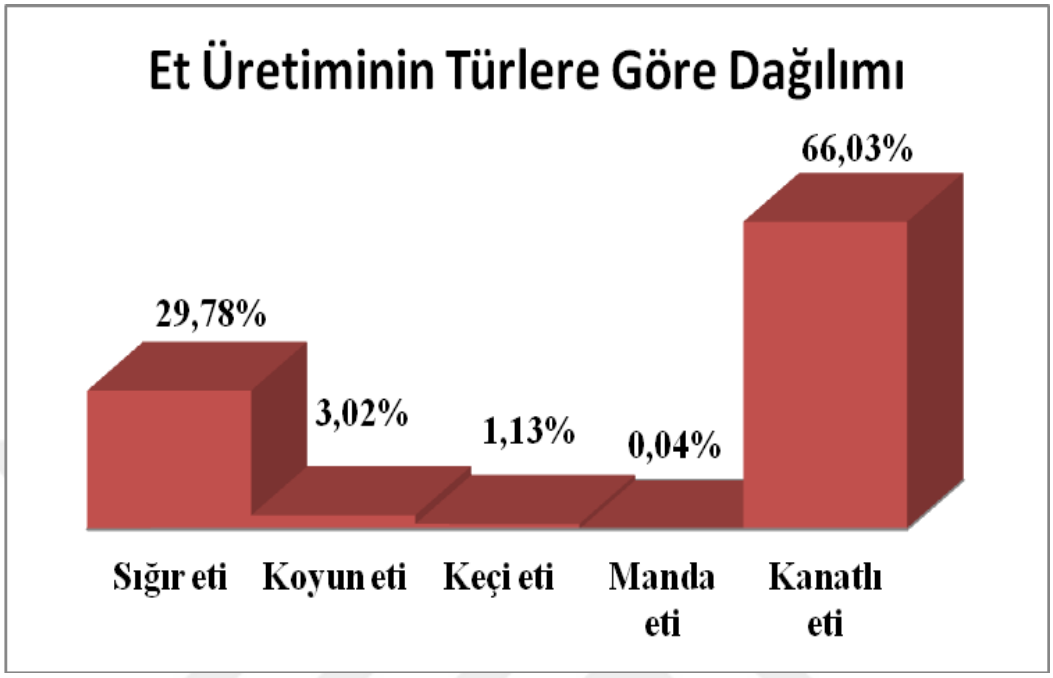


Şekil 2.3. Et Üretiminin Türlere Göre Dağılımı (Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), 2017)



Şekil 2.4. Dünya Büyükbaş Et Üretiminin Dağılımı (FAO, 2017)

Ülkemizdeki et üretim miktarları ele alındığında; 2017 yılı TÜİK verilerine göre toplam et üretimindeki kırmızı etin payı % 33,97'dir (şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Türkiye'de Et Üretiminin Türlere Göre Dağılımı (TÜİK, 2017)

2017 yılında kırmızı et üretiminde bir önceki yıla göre 1 126 000 ton ile % 4 oranında azalma meydana gelmiştir (çizelge 2.4.). Büyükbaş eti üretimi % 7 azalarak 988 000 ton olurken küçükbaş eti üretimi % 21 artarak 137 000 ton olmuştur. Kırmızı et üretiminde küçükbaş etinin payı % 12,2 olmuştur. 2017 yılında sığır eti üretimi % 6,7 azalarak 988 000 ton, manda eti üretimi % 281 artarak 1 339 000 ton, koyun eti üretimi % 21 artarak 100 000 ton ve keçi eti üretimi ise % 21 artarak 37 000 ton olmuştur (ESK, 2017).

Çizelge 2.4. Türkiye'de 2013-2017 Yılları Arasındaki Hayvan Varlığı, Kesilen Hayvan Sayısının Türlere Göre Karkas Ağırlıkları Ortalaması, Türlere Göre Et Üretim Miktarları (TÜİK, 2017)

Yıllar	Hayvan Türü	Hayvan varlığı (baş)	Toplam	Kesilen hayvan sayısı (baş)	Toplam	Karkas ortalaması (kg)	Et üretim miktarı (ton)	Toplam
2013	Sığır	14 415 257	14 532 848	3 430 723	3 433 126	253 38	869 292	996 155
	Manda	117 591		2 403		–	366	
	Koyun	29 284 247	38 509 795	4 958 226	6 299 135		102 943	
	Keçi	9 225 548		1 340 909			23 554	
2014	Sığır	14 223 109	14 345 223	3 712 281	3 714 457	237 58	881 999	1 008 272
	Manda	122 114		2 176		–	526	
	Koyun	31 140 244	41 485 180	5 197 289	6 767 528		98 978	
	Keçi	10 344 936		1.570.239			26 770	
2015	Sığır	13 994 071	14 127 837	3 765 077	3 766 468	269 56	1 014 926	1 149 262
	Manda	133 766		1 391		–	326	
	Koyun	31 507 934	41 924 100	5 008 411	7 007 652		100 021	
	Keçi	10 416 166		1 999 241			33 990	
2016	Sığır	14 080 155	14 222 228	3 900 307	3 901 806	271 56	1 059 195	1 173 042
	Manda	142 073		1 499		–	351	
	Koyun	30 983 933	41 329 232	4 083 620	5 839 980		82 485	
	Keçi	10 345 299		1 756 360			31 011	
2017	Sığır	15 943 586	16 105 025	3 602 115	3 608 238	274 13	987 482	1 126 403
	Manda	161 439		6 123		–	1 339	
	Koyun	33 677 636	44 312 308	5 134 338	7 203 204		100 058	
	Keçi	10 634 672		2 068 866			37 525	

USDA 2018 yılı ekim ayı raporuna göre çizelge 2.5. ve çizelge 2.6.'da belirtildiği gibi dünyada toplam et üretimi 62 milyon 554 bin ton gerçekleşirken et tüketimi 60 milyon 55 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin 2018 Ekim ayı itibari ile sığır eti üretimi 1 600 000 ton ve tüketimi 1 628 000 ton düzeyinde olduğu tahmin edilmiştir (USDA, 2018). Türkiye'de son zamanlarda et üretiminin dolayısıyla et miktarının artmasının temel nedenlerinden bir tanesi hayvan sayılarındaki artışın yanı sıra nitelikli besilik hayvan seçilmesi de son derece önemlidir.

Çizelge 2.5. Dana ve Sığır Eti Üretimi-Seçilen Ülkelerin Özeti (1000 Ton Karkas Ağırlık Eş Değeri) (USDA, 2018)

Üretim	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Brezilya	9,675	9,723	9,425	9,284	9,45	9,7
Avrupa Birliği	7,388	7,443	7,684	7,881	7,89	7,9
Çin	6,73	6,89	6,7	7	7,07	7,11
Hindistan	3,8	4,1	4,1	4,2	4,25	4,3
Arjantin	2,85	2,7	2,72	2,65	2,76	2,9
Avusturalya	2,359	2,595	2,547	2,125	2,125	2,25
Meksika	1,807	1,827	1,85	1,879	1,915	1,96
Pakistan	1,63	1,685	1,71	1,75	1,78	1,8
Türkiye	**1,217**	**1,245**	**1,423**	**1,484**	**1,515**	**1,6**
Rusya	1,385	1,375	1,355	1,335	1,315	1,3
Diğerleri	9,943	10,157	9,368	9,348	9,194	9,286
Toplam yabancı	48,784	49,74	48,882	48,936	49,264	50,106
Amerika	11,751	11,075	10,817	11,507	12,109	12,448
Toplam	60,535	60,815	59,699	60,443	61,373	**62,554**

Çizelge 2.6. Dana ve Sığır Eti Tüketimi-Seçilen Ülkelerin Özeti (1000 Ton Karkas Ağırlık Eş Değeri) (USDA, 2018)

Tüketim	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Brezilya	7,885	7,896	7,781	7,652	7,745	7,935
Avrupa Birliği	7,52	7,514	7,744	7,906	7,83	7,84
Çin	7,112	7,277	7,342	7,765	7,985	8,14
Hindistan	1,919	2,018	2,294	2,436	2,425	2,45
Arjantin	2,664	2,503	2,534	2,434	2,48	2,55
Japonya	1,232	1,225	1,186	1,215	1,26	1,265
Meksika	1,873	1,839	1,797	1,809	1,84	1,875
Pakistan	1,576	1,627	1,636	1,685	1,711	1,726
Türkiye	**1,222**	**1,25**	**1,457**	**1,496**	**1,523**	**1,628**
Rusya	2,398	2,297	1,966	1,847	1,824	1,77
Diğerleri	11,733	12,062	10,806	10,791	10,548	10,847
Toplam yabancı	47,134	47,508	46,543	47,036	47,171	48,026
Amerika	11,608	11,241	11,276	11,678	12,191	12,524
Toplam	58,742	58,749	57,819	58,714	59,362	**60,55**

2017 yılı Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD)-FAO verilerine göre aşağıdaki çizelge 2.7.'de de belirtildiği gibi dünyada kişi başı et tüketimi 34,4 kg/kişi olup Türkiye'de kişi başı toplam et tüketimi 30,4 kg/kişidir. Uruguay sığır eti tüketiminde 43,2 kg/kişi değeriyle liderdir. Uruguay'ı 41,2 kg/kişi ile Arjantin takip etmektedir. Domuz eti tüketiminde AB ülkeleri ve Çin başı çekerken Kore ve ABD takip etmektedir. Koyun eti tüketiminde ise Avustralya 8,5 kg/kişi değeriyle birinci sıradadır. Uruguay 6,6 kg/kişi değeriyle Avustralya'yı takip etmektedir. Ülkemiz de 4,1 kg/kişi miktarı ile koyun eti tüketiminde önde gelen ülkelerden biridir. Yıllık kişi bazında en çok kanatlı etini ise 56,9 kg ile İsrail tüketmektedir (ESK, 2017). Türkiye'de kişi başı kırmızı et tüketimi gelişmiş ülkelere göre daha düşüktür. Kişi başı kırmızı et tüketimi 2012-2016 yılları arasında incelendiğinde 2012 yılında 11,2 kg;

2013 yılında 12,1 kg; 2014 yılında 12,4 kg; 2015 yılında 14,2 kg ve 2016 yılında 13,2 kg olmuştur. 2012 yılından 2015 yılına kadar bir artış söz konusu iken 2016 yılında fiyatların artmasıyla tüketim bir nebze düşmüştür. Yine de 2012 yılında 11,2 kg olan kişi başı yıllık tüketim 2016 yılında % 17'lik artışla 13,20 kg olmuştur. Ancak 2015 ile 2016 yılları arasında % 7,3'lük bir düşüş gözlenmiştir (TEPGE- TAGEM, 2018a).

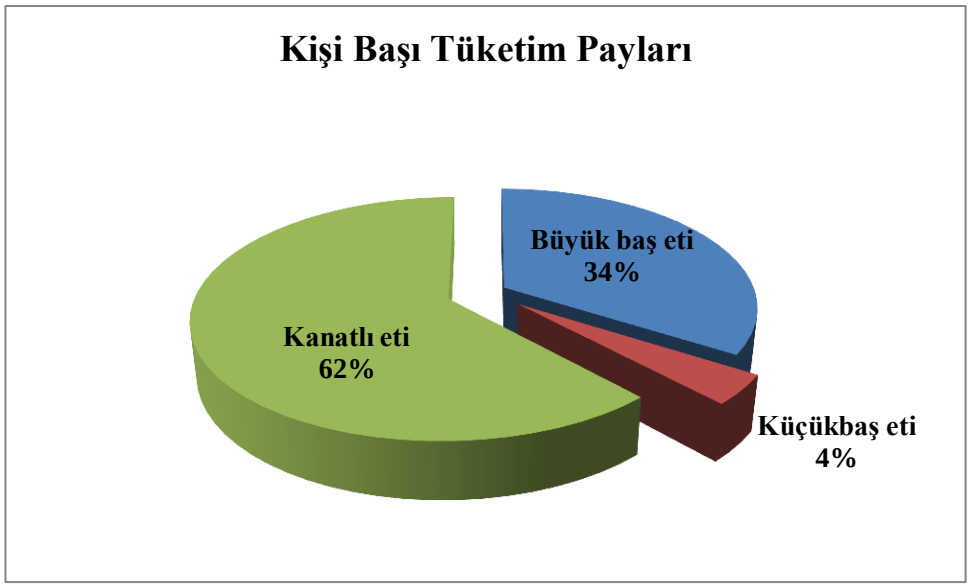
Çizelge 2.7. Kişi Başı Tüketim Miktarları (kg/kişi) (OECD, 2017; FAO, 2017)

Ülke	**Sığır eti**	**Domuz eti**	**Kanatlı eti**	**Koyun eti**	**Toplam**
ABD	25,8	23,6	48,8	0,4	98,6
Avustralya	20,9	20,7	44,5	8,5	94,6
Arjantin	41,2	8,8	37,5	1,2	88,8
Uruguay	43,2	14,9	16,3	6,6	81
İsrail	20	1,6	56,9	1,8	80,4
Brezilya	26,5	11,8	39,9	0,4	78,6
Yeni Zelanda	13	18,1	37,9	3,2	72,1
Şili	18,1	18,6	34,8	0,4	72
Kanada	18,4	15,9	34,9	0,9	70
AB-28	11	32,5	24,2	1,9	69,6
Rusya	10,1	20,7	28,7	1,2	60,7
Kore	10,3	28,7	16,7	0,2	55,9
Suudi Arabistan	3,9	0,2	44,7	5,3	54
Çin	4,1	30,8	12,3	3,1	50,2
Güney Afrika	11	3,4	32,8	3	50,2
Meksika	8,6	12	26,6	0,5	47,7
Ukrayna	5,8	12,3	23,2	0,4	41,7
Japonya	6,6	15,4	14,3	0,1	36,4
Dünya	**6,5**	**12,3**	**13,9**	**1,7**	**34,4**
Türkiye	**8,3**	**0,1**	**17,9**	**4,1**	**30,4**
Filipinler	2,9	14,2	12	0,5	29,6
İran	3,3	0	22,4	3,2	29
Mısır	9,3	0,2	9,2	1,3	19,9
Pakistan	6,3	0	4,4	2,1	12,8
Endonezya	1,9	2,2	6,8	0,4	11,3
Hindistan	0,5	0,2	2	0,5	3,2

TÜİK verilerinden yola çıkarak çizelge 2.8.'de belirtildiği gibi kişi başı tüketim= üretim + ithalat – ihracat / nüfus formülündeki hesaba göre; 2017 yılındaki kişi başı toplam et tüketimi 36,98 kg'dır ve kanatlı eti % 61,7'sini (22,81 kg), büyükbaş eti % 33,7'sini (12,47 kg) ve küçükbaş eti % 4,6'sını (1,70 kg) oluşturmaktadır (şekil 2.6.). 2012 yılı baz alınarak yapılan değerlendirmeye göre 2012-2017 yılları arasındaki kişi başı toplam et tüketiminde % 14,2 oranında bir artış olmuştur. Büyükbaş eti tüketimi % 14,1, kanatlı eti tüketimi % 14,6, küçükbaş eti tüketimi % 12,1 oranında artmıştır. Toplam et tüketiminde 2016 yılına kıyasla 2017 yılında % 2,33 oranında bir artış söz konusudur. % 7,82 oranıyla büyükbaş eti tüketimi azalırken küçükbaş eti tüketimi % 18,1 oranıyla artmıştır. Kanatlı eti tüketiminde ise % 7,7'likbir artış olmuştur (ESK, 2017).

Çizelge 2.8. Kişi Başı Et Tüketim Hesaplanması (ESK, 2017)

2017 TÜİK verileriyle TÜRKİYE	
Üretim+İthalat-İhracat	2,988 657
Nüfus	80,81 milyon kişi
Kişi başı et tüketimi	36,98 kg (22,81 kg'ı beyaz et)

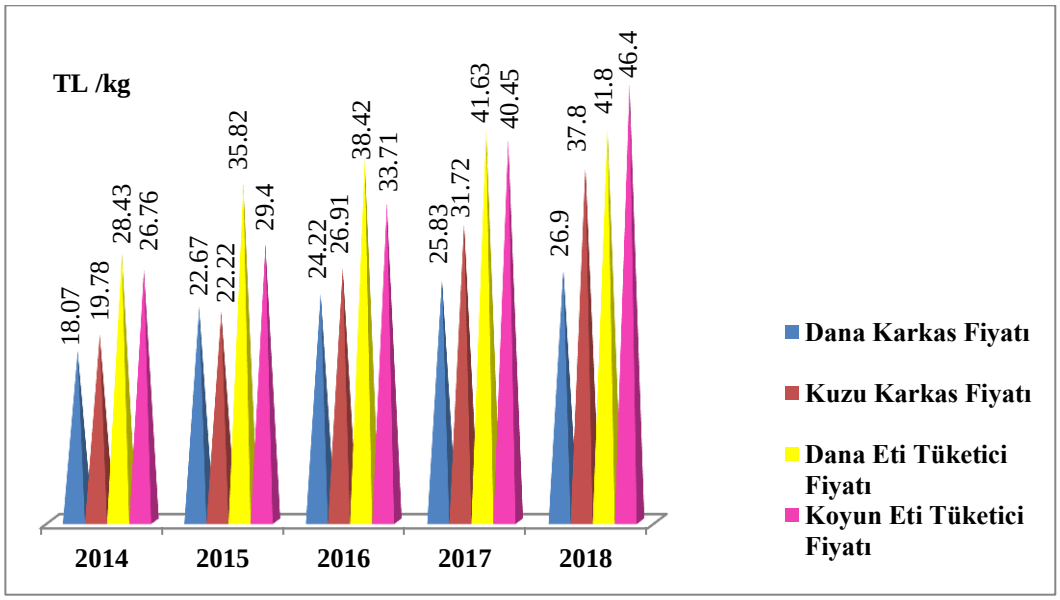


Şekil 2.6. Türkiye'de Kişi Başı Tüketim Payları (TÜİK, 2017)

2017 yılında USDA, Avrupa komisyonu ve Boardbia'dan alınan verilere göre AB sığır karkas fiyatları 2016 yılına kıyasla % 1,3 artarak ortalama 3,99 €/kg olmuştur. Avustralya için ortalama karkas fiyatı yaklaşık % 2,9 oranında düşerek 3,47 €/kg olurken Brezilya fiyatlarındaki % 1,5'luk azalmayla ortalama karkas fiyatları 2,34 €/kg seviyesine düşmüştür. ABD için karkas fiyatı ise bir önceki yılın ortalamasına göre % 1 düşerek 3,79 €/kg düzeyinde gerçekleşirken Türkiye için ise ortalama karkas fiyatı 6 €/kg olarak gerçekleşmiştir (çizelge 2.9.) (ESK, 2017).

Çizelge 2.9. Yıllık Ortalama Karkas Et Fiyatları (ESK, 2017)

Sığır Karkas	2014 ort.		2015 ort.		2016 ort.		2017 ort.	
	€/kg	TL/kg	€/kg	TL/kg	€/kg	TL/kg	€/kg	TL/kg
AB	4	11,64	4,32	13,06	3,93	13,16	3,99	16,47
Türkiye	7,79	22,67	8,01	24,22	7,67	25,67	6	24,75
Brezilya	2,44	7,1	2,41	7,28	2,39	8	2,34	9,65
ABD	4,08	11,86	4,68	14,17	3,82	12,79	3,78	15,58
Avustralya	2,29	6,65	3,14	9,51	3,58	11,97	3,46	14,28
Ortalama kur €/TL	2,91		3,03		3,35		4,13	



Şekil 2.7. Sığır Karkas ve Et Tüketici Fiyatları (TEPGE- TAGEM, 2018b)

Yukarıdaki şekilde (2.7.) gösterildiği gibi Ankara Ticaret Borsasının verilerine göre, 2014 yılı dana eti karkas fiyatı 18,07 TL/kg iken, 2018 yılının ilk altı aylık dönemde 26,9 TL/kg olarak gerçekleşmiştir. Aynı dönemde kuzu eti karkas fiyatları da artış göstermiş ve 2018 ilk 6 aylık dönemde 37,8TL/kg düzeyine ulaşmıştır. Dana eti tüketici fiyatı 2014 yılında 28,4 TL/kg iken, 2017 yılında % 46 artarak 41,6 TL/kg seviyesine, koyun eti tüketici fiyatı ise aynı dönemde % 51 artarak 40,5 TL/kg olarak gerçekleşmiştir. 2018 yılı haziran ayında 43,8 TL/kg olan dana eti mayıs ayına göre % 1,1, 2017'nin haziran ayına göre de % 0,7 artmıştır. Koyun eti fiyatında ise sırayla % 0,92 ve % 14,7 oranlarında artış meydana gelmiştir (çizelge 2.10.) (TEPGE- TAGEM, 2018b).

Çizelge 2.10. Türkiye'de Et ve Et Ürünleri Tüketici Fiyatları (TL/Kg) (TEPGE-TAGEM, 2018b)

Ürünler	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	*2018
Dana eti	15,32	17,36	24,14	23,27	23,8	24,66	28,43	35,82	38,42	41,63	41,77
Koyun eti	12,75	17,12	23,79	26,16	25,43	25,21	26,76	29,4	33,71	40,45	46,38
Sucuk	24,87	26,5	32,93	33,45	34,8	37,76	43,84	51,05	53,68	57,66	61,47
Salam	20,21	21,46	25,35	27,59	27,59	29,21	33,64	40,16	38,52	37,19	38,40
Sosis	19,63	20,17	22,45	25,73	27,83	29,25	32,88	33,1	34,55	37,96	40,06

*6 aylık veri

Türkiye'deki et tüketiminin diğer ülkelerle kıyaslandığında daha düşük olmasının temel nedeni et fiyatlarının pahalı olması ve halkın alım gücünün zayıf olmasıdır. Tüketim talebi ve dolayısıyla fiyatların artışı ülkelerin nüfus artışı ve gelişmişlik düzeyleriyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle sığır besiciliği özellikle gelişmiş ülkelerde yeni çalışmaların yapıldığı ve yoğunlaştığı alanlardan birisi olup sığır besiciliğinin nitelikli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Besiciliğin ekonomik ve nitelikli olması kaliteli ve ekonomik et üretimi için olmazsa olmazıdır. Bu da daha kaliteli et ürettiği bilinen genotipteki sığırların, teknolojik ve moleküler genetik yöntemlerle KKL'daki genetik varyasyonları belirlenerek günümüzde sığır et kalite ıslahında kullanılmalıdır. Bir etin kaliteli olmasındaki en önemli özelliklerin başında tüketici istekleri gelmektedir. Tüketici istekleri ise; et ve yağ rengi, yağsız et ve kemik

oranı, mozaikleşme skoru (MS), et ve yağ oranı ile gevreklik gibi kalite özellikleridir. Bir tüketici et almaya karar verirken önce gözüne hoş gelen ürünü seçmektedir. Etin aroması ve sululuğu, çeşitli baharatlar ve pişirme yöntemleriyle arttırılabilmektedir ancak etin gevrekliği ve rengi gibi karakterler kalıtımsal olarak gelmekte ve değiştirilememektedir (Thu, 2006; Girolami, Napolitano, Faraone ve Braghieri, 2013). Bu nedenle de etin gevrekliği oldukça önemli bir özellik olarak göze çarpmaktadır. Et gevrekliğinin yanı sıra pişirme kaybı, su tutma kapasitesi, renk, Hidrojen konsantrasyonu (pH)-sıcaklık ölçümleri gibi gıda analizleri de tüketime sunulan etlerin kalitesini belirlemede esas alınmaktadır (Mullen, 2002; Kahraman, Bayraktaroğlu, Issa ve Aksu, 2010). Etin gevrekliği ve lezzeti üzerinde karkas yağlanmasının da olumlu bir etkisinin olduğu bilinmektedir. Sığır besisinde, karkas yağlanmasını arttıracağı ve koyu renkli karkas oluşumunu azaltacağı için kesimden önceki son aylarda enerji bakımından zengin rasyonlar kullanılması önerilmektedir (Önenç ve Kaya, 2003). Yaşlı hayvanlardan elde edilen etler düşük aromalı, lezzetsiz, sert, sarı yağ rengine ve koyu et rengine sahip etler olarak değerlendirilmektedir. Bundan dolayı koyu renkli etler düşük fiyattan alıcı bulup zor pazarlanmaktadır (Özdoğan vd., 2004).

Koyu renkli sığır karkaslarından elde edilen etlerin tüketiciler tarafından tercih edilmemesinin temel nedenlerinden biri etin lezzetli olmadığı ve raf ömrünün kısa olmasıdır. Bu yüzden de karkasların koyu renkli olması et endüstrisinde ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Koyu renkli karkas görülme olasılığı kesimden önce yeterli derecede kas glikojen düzeyine sahip olan sığırlarda daha azdır (Immonen, 2000; Viljoen, De Kock ve Webb, 2002). Kesimden önce hayvanın strese girmesinden kaynaklı kas glikojeninin tükenmesi ve kastaki pH'nın istenen seviyeye düşememesinden dolayı karkasların koyu renkli olduğu gözlenmiştir (Apple vd., 1995). Kasta bulunan glikojenin yetersiz olması kesimden hemen sonra soğuk hava deposuna alınan etlerin dinlendirilmesi esnasında pH değerinin 6,2 ve daha da üstünde olmasına neden olmaktadır (Keyvan, 2010). Yüksek pH'ya sahip kasların daha koyu, sert, kuru olduğu ve gevreklik değerinin de düşük olduğu belirtilmiştir (Maltin, Balcerzak, Tilley ve Delday, 2003).

2.1. Ette pH:

Et ve et ürünlerinin kalitesini belirleyen en önemli özelliklerden biri kesim anında kaslarda bulunan glikojen düzeyi ve asitlik derecesi olarak adlandırılan Hidrojen konsantrasyonudur (pH). Hidrojeni temsil eden "H" kimyasal bir semboldür. pH ise "pondus hydrogeny" kelimelerinin kısaltılmış şeklidir ve hidrojen konsantrasyonu olarak hidrojen miktarıdır (Sarıcan, 2006). Kas glikojen düzeyi birçok faktöre bağlı olsa da, kesim öncesi stresten çok etkilenmektedir. Kesimden önce uygulanan bayıltmada, yalnızca refleks hareketleri, solunum ve kalp faaliyetleri devam etmektedir. Hayvanların beyin fonksiyonları devre dışı kalarak duyma, görme ve acı hissetme ortadan kalkmaktadır (Arslan, 2002). Kesim öncesi stres önlendiğinden stres yüzünden meydana gelebilecek kılcal kanamalar engellenmiş olmaktadır. Kesim anında strese bağlı glikojen yıkımı olmadığı için ette ölüm sertliği (rigor mortis) daha iyi şekillenmekte ve daha kaliteli et elde edilmiş olmaktadır. Kesimden önce uygulanan bayıltma, aynı zamanda kesim işlemini gerçekleştiren personelin de yaralanma riskini azaltıp kesimde kanamanın kolay olmasına ve etin dayanma süresine olumlu etki etmesine neden olan bir uygulamadır (Arslan, 2002). Kanın pH'sının 7-7,5 dolaylarında olup protein bakımından zengin olması nedeniyle etin çabuk bozulmasına neden olacağından kesilmiş olan hayvanların kanının iyice akıtılması önemlidir (Gıda Teknolojisi, 2016). Çünkü karkasta kalan kan miktarı arttıkça etin muhafaza süresi de kısalmaktadır (Gıda Teknolojisi, 2016). Sığırların kesimi birçok ülkede bayıltma yapılmadan, dini veya geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinde ise hayvanların, kanamayla acı hissetmeden ölmesini sağlayacak yasal düzenlemeler [(Avrupa Ekonomik Topluluğu (EEC) 1993)] vardır. Ülkemizde ise birkaç mezbaha dışında bayıltma yapılmadan, geleneksel yöntemlerle kesim işlemi gerçekleştirilmektedir (Önenç ve Kaya 2004).

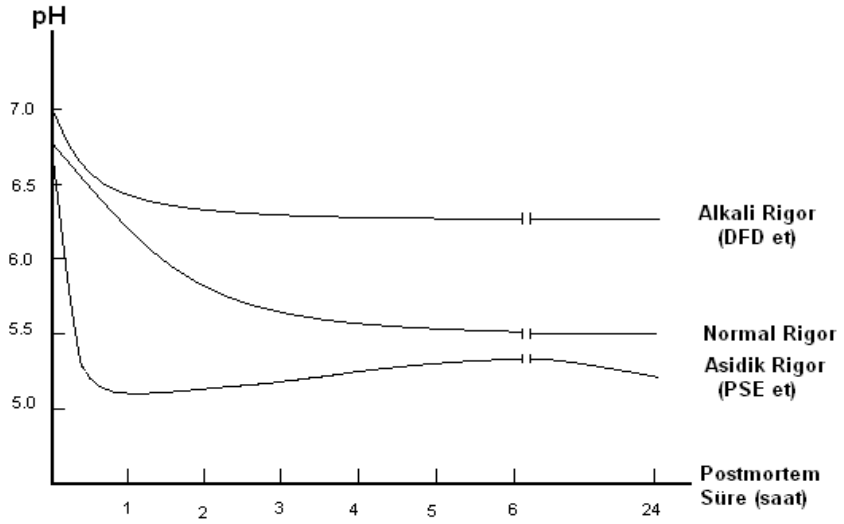
Kesimden önce kaslarda bulunan ATP ve karbonhidrat düzeyi, post-mortem kas metabolizmasını önemli ölçüde etkilemektedir. Kastaki pH'da ve et rengindeki meydana gelen değişimlerin ana sebebi kasta meydana gelen bir dizi yapısal ve enzimatik olaylardır. Kesim sonrası pH, glikoliz boyunca glikojenden meydana gelen

laktik asit miktarına baglı olarak değisim göstermektedir (Karaca, 2013). Glikojen kaynakları tükenip, kesim öncesi ve özellikle kesim sonrası oluşan şartlardan dolayı et içerisinde laktik asit birikmesi, ette asitlilik oluşumuna ve dolayısıyla pH‟nın düşmesine neden olmaktadır. Kaslardaki laktik asit birikimine bağlı olarak ta, kesim öncesinde canlı hayvanda pH 7,3 dolaylarında iken, kesim anında 7,0'a, ve daha sonra kesimden yaklaşık 24 saat sonra 5.4–5.3 düzeyine kadar düşmektedir. Bu düşüş glikojenin tükenmesiyle ilişkili olup glikojen tüketimine bağlı olarak ta ATP düşmektedir. pH'nın düşmesiyle kas kasılması gerçekleşip kas esnekliğini kaybetmeye başlar, gittikçe sertleşir ve gevşeyemez. Böylece kas ölüm katılığına ulaşmış olmaktadır (Sarıcan, 2006; Keyvan, 2010; Gıda Teknolojisi, 2016). İdeal kas pH'sına ulaşılması glikoliz hızlandığı zaman olmaktadır. (O' Halloran, Troy ve Buckley, 1997). pH değeri, kesimden yaklaşık bir saat sonra düşerek en düşük noktaya erişir ve daha sonra tekrar yükselmeye başlar. Etin olgunlaşması, yumuşaklığı, şişme özelliği, üründe renk oluşumu, su tutma kapasitesi, ürünün dayanıklılığı, renk stabilitesi ve ürün randımanı gibi teknolojik özellikler pH'nın 24 saatte ulaşacağı son değer ile yakından ilgilidir. Etin kalite ve görünümünü önemli ölçüde etkileyen postmortem safhadaki etin pH değerindeki değişimleridir. Etin pH ölçümlerinde sıcaklık değeri de bazı kaynaklara göre et kalitesinin belirlenmesinde önemli rol oynarken, bazı kaynaklara göre de herhangi bir etkisinin olmadığını göstermektedir (May, Dolezal, Gill, Ray ve Buchanan, 1992; Jones ve Tatum, 1994; Hwang ve Thompson, 2001; Mullen, 2002;). Et kalitesini belirleyen önemli faktörlerden biri kesim sırasında kaslarda bulunan glikojen seviyesidir. Glikojen seviyesi birçok faktöre bağlıdır ancak kesimden önceki stresten önemli ölçüde etkilenmektedir

2.2. Rigor-Mortis:

Kaslarda oluşan fiziksel değişimlere rigor-mortis denir ve kaslardaki sertliği ifade etmektedir. Rigor-mortisin tamamlanması kaslardaki enerji düzeyine ve türlere göre değişiklik göstermektedir (Greaser ve Pearson 1999). Rigor motris sürecinde etteki proteinlerin su tutma kapasitesi azalarak vücuttaki karbonhidratlar ve glikojen laktik asite kadar parçalanırken bu esnada vücuttaki ATP'de enzimatik olarak parçalanmaktadır ve etin başlangıç sıcaklığı yaklaşık 37º C'den 39º C'ye kadar

çıkmaktadır. Ette pH ile rigor motris arasındaki ilişki aşağıdaki şekil 2.8.'de görülmektedir (Soysal, 2012; Gıda Teknolojisi, 2016)



Şekil 2.8. Ph İle Rigor Mortis Arasındaki Değişim (Soysal, 2012)

2.2.1. Rigor Mortis Çeşitleri:

2.2.1.1. Normal Rigor:

Kaslarda yeterli miktarda glikojen bulunursa ve hayvan kesim öncesi strese girmezse normal rigor şekillenmektedir. Etin pH'sı kesimden yaklaşık 6 – 8 saat sonra istenilen düzeye (pH 5,5) düşer ve rigor mortis tam olarak şekillenmektedir. Normal rigor mortis, domuzlarda 0,5 – 3, sığır ve koyunlarda 6 – 12, hindide 1 saatten az, tavuklarda ise 1/4 – 1 saatlik bir sürede oluşmaktadır (Hedric vd., 1994; Cassens, 1994; Arslan, 2002; Soysal, 2012).

2.2.1.2. Alkali Rigor:

Kesimden önce hayvanların strese maruz kalması ve yeterli derecede dinlenememesi sonucunda glikojen düzeyi düşmektedir ve buna bağlı olarak ta kaslarda laktik asit oluşmaktadır. Laktik asit oluşumundan dolayı koyu renkli, sert ve kuru (DFD) etler meydana gelmektedir. Tüketiciler tarafından, DFD etlerinin tercih edilmemesinin başlıca sebebi, etlerin koyu renkli olmalarının yaşlı hayvanlardan alınmış olmalarıyla ilişkilendirilmiş olmasıdır (Monin, 2004). Kaslarda glikojen az miktarda olduğunda alkali rigor oluşumu gözlenmektedir. pH'da düşüş (pH 6,0) görülür ve rigor mortis yaklaşık bir saat sonra tamamlanmaktadır (Hedric, Aberle, Forrest, Judge ve Merkel, 1994; Cassens, 1994; Arslan, 2002; Young, West, Hart, Van Otterdijk, 2004).

2.2.1.3. Asidik Rigor:

Asidik rigor hayvanların genotip ve türlerine bağlı olarak daha çok strese karşı hassas olan hayvanlarda (kanatlı hayvanlar ve domuz) şekillenmektedir. Kesim öncesine strese duyarlılık gösteren hayvanların kaslarında, yeterli depo glikojen bulunmaktadır. Ancak kesim sırasında hayvanlar aşırı strese girdiklerinden glikoliz hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Bunun sonucunda; pH, yaklaşık bir saat içinde normalden daha fazla (5,3'e kadar) düşer ve rigor mortis şekillenmektedir. Bu etler soluk renkli, yumuşak ve sulu (PSE) etler olarak tanımlanmaktadır. Su tutma kapasitesi düşük olan PSE etlerin, pH-değeri düşük olmasına karşın su aktiviteleri yüksek olmasından dolayı etlerin bozulması bakımından risklidir. (Hedric vd., 1994; Cassens, 1994; Arslan, 2002; Woelfel, Owens, Hirschler, MartinezDowsen, Sams, 2002).

2.3. Et Rengi:

Enzimatik aktivasyonla rigor mortisin kaybolmasına ya da rigorun çözünmesine etin olgunlaşması denir. Proteinlerin yumuşamasına neden olan bu olayda proteinlerde denatürasyon meydana gelmektedir. Etin Olgunlaşmasında Kalsiyum (Ca) ile aktif hale gelen eriyebilir sarkoplazmik enzimler, bazı lizozomal

enzimler ve katepsinler (katepsin B, D, H ve L) son derece önemlidir. Ayrıca olgunlaşma esnasında etin içerdiği flora tarafından salgılanan lipolitik enzimler de et yağını hidrolize ederek karbonil bileşikleri, serbest yağ asitleri ve gliserini ortaya çıkarmaktadır. Bunun sonucunda da etin olgunlaşmasıyla birlikte et kendine has aroma, lezzet ve yapı kazanmaktadır (Arslan, 2002; Fuente vd., 2006; Soysal, 2012; Taşçı, 2017). Kesimden sonra karkaslar soğuk muhafazaya alınmazsa, karkas sıcaklığı ve buna bağlı olarak pH'sı yükselmektedir. Kaslardaki oksidatif nitelikteki enzimlerin aktiviteleri artarak oksimiyoglobin için gerekli olan oksijeni (O_2) kullanarak kaslarda metmyoglobin meydana gelmektedir. Bu nedenle bu enzimlerin aktivitelerinin azalması için, kesimden sonra muhakkak karkaslar soğuk muhafazaya alınarak o ortamda parçalanmalıdır. Hava ile temas eden et kendiliğinden şekillenerek kendine has kırmızı renge sahip olur ki buna Oksimyoglobin denir. Ancak etler havadaki O_2'le yeteri kadar temasa geçemezse myoglobin az miktardaki O_2'le tepkimeye girerek metmyoglobine oksitlenmektedir. Kahverengi bir pigment olan Metmyoglobin ette istenmeyen bir renk pigmenti olarak etin rengini bozmaktadır. Pigment miktarı et renginin oluşmasında etkileyici bir öneme sahiptir (Young ve West, 2001). Metmyoglobin oluşumunu engellemek amacıyla etler parçalandıktan sonra yaklaşık kırk dakika O_2'le temas ettirilmelidir (Arslan, 2002).

Et myoglobin ve hemoglobin renk pigmentlerini içermektedir. Hemoglobin kan, myoglobin ise kas pigmentidir. Bu pigmentler, protein olan kısmı globulin ve protein olmayan kısmı ise 'heme' olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. 'Heme' renkte etkili olan kısımdır. Çünkü heme'de bulunan demir'in (Fe) oksidasyon durumuna göre etin rengi değişkenlik göstermektedir. Heme grubunun Fe bağlayan altı tane bağlantı bölgesi bulunmaktadır. Birisi apoproteine bağlıdır, dördü protoporphyrine bağlanmak için kullanılmaktadır ve birisi de bağlanmaya hazır bir şekilde boştadır. Myoglobinin kastaki görevi O_2 depolamaktır. Myoglobin bakımından zengin olan etler koyu kırmızı renkte, fakir olan etler ise soluk ya da açık kırmızı renktedir. Myoglobinin verdiği tepkimelerden dolayı et yüzey rengi değişkenlik göstermektedir (Girolami vd., 2013). Myoglobuline O_2 bağlanarak oximyoglobine dönüşür ve renk kiraz kırmızısı halini almaktadır. Bunlar taze et olarak değerlendiril mektedir (Cassens, 1994; Öztan, 2008). Mikrobiyel enzim aktivitesi sonucunda myoglobin parçalanarak et yeşil bir renge dönüşmektedir. Bu da laktobasiller

sayesinde olmaktadır. Heme'nin myoglobinden ayrılmasına neden olarak et rengini yeşil renge dönüştürmektedir. Mikrobiyel üreme sonucu meydana gelen yeşil renk daha sonraki aşamalarda oksidasyon sebebiyle kahverengiye hatta sarıya dönüşebilir ki, bu da etin kokuşmasına neden olmaktadır. (Arslan, 2002; Lawrie, 2006; Öztan, 2008).

2.4. Et Muhafazasında Paketlemenin Önemi:

Et örneklerinin fizikokimyasal özellikleri üzerine vakum paketleme yöntemi satış ve depolama esnasında kalite özellikleri üzerinde korumada etkilidir (Çiçek vd., 2013). Mikroorganizma gelişimini engellemek ve endojen enzim aktivitesini azaltmak için taze ete donmuş ve soğuk muhafaza gibi düşük sıcaklık uygulamaları geleneksel muhafaza yöntemleridir (Zhou, Xu ve Liu, 2010).

Etlerin içerdiği myoglobin miktarı cinsiyete, türe, yaşa, beslenmeye, kesim faktörlerine, bedensel aktiviteye ve vücut bölgelerine göre değişiklik gösterir (Arslan, 2002; Suman ve Joseph, 2013). Domuz eti ve kanatlıların göğüs etleri, daha açık renkli iken sığır eti ve kanatlıların butları daha koyu renklidir. Kuzu ve koyun eti açık kırmızıdan koyu tuğla kırmızısına kadar, sığır eti parlak kiraz kırmızısı, dana eti pembe-kırmızı, at eti koyu kırmızı, domuz eti grimsi pembe, balıketi ve tavuk eti de gri beyazdan donuk kırmızıya, kadar değişmektedir. Ayrıca dişi ve genç hayvan etleri erkek ve yaşlı hayvan etlerine kıyasla daha açık renklidir (Arslan, 2002; Çiftçioğlu, 2015). Renk tüketici tercihlerini etkileyen en önemli taze et özelliklerinden birisidir (Font-i-Furnols ve Guerrero, 2014). Bu nedenle et rengi tüketicinin ürünü satın alıp almayacağını belirlemede önemli bir kalite yaklaşımıdır (Suman, Rentfrow, Nair ve Joseph, 2014).

Et renginin ölçülmesinde kullanılan birçok metot vardır ve bunlardan doğruluğu ve kesinliği en yüksek olanlar spektrofotometreler ve kolorimetrelerdir (Mancini ve Hunt, 2005; Larraín, Schaefer, Reed, 2008). Güvenilir sonuçlara ulaşmak için renk değerlendirmelerinin tutarlı ve objektif bir şekilde yapılması önemlidir (Wu ve Sun, 2013). Amaç, çok çeşitli örneklerde gerçek renk değişimini tanımlayabilecek bir yönteme ulaşmaktır (Trinderup, Dahl, Carstensen, Jensen, ve Conradsen, 2013). Ette renk analizlerinin gerçekleştirilmesinde Uluslararası Aydınlatma Komisyonu

[(Commission Internationale de l'Eclairage, (CIE)] 'nun oluşturduğu matematiksel bazlı renk tanımlama sistemi kullanılmaktadır (Larraín vd., 2008). Yani renk, etin içeriğinde bulunan pigmentlerin belirli dalga boyundaki ışığı absorbe etmesi ve bu ışığı yansıtmasından kaynaklanmaktadır. İnsan gözündeki ışık algılama hücreleri üç tiptedir ve bu hücreler mavi, yeşil ve kırmızı ışıklara karşı duyarlıdır. Sistemde renkler buna göre tanımlanmıştır. Murray (1995) et renginin ölçümünde L*= parlaklık, a*= kırmızı renk indeksi, b*= sarı renk indeksi (L*a*b*) renk koordinatlarını içeren kolorimetrelerin kullanılabileceğini bildirmiştir. Yapılan renk ölçümlerinde 3 ana renk parametresi L*a*b* sayısal olarak tespit edilmektedir. L* için ölçüm aralığı 0 ile 100 arasında değişmekte olup 0 değeri siyahı, 100 değeri ise beyazı göstermektedir. a* ve b* için ise ölçüm aralığı –60 ile +60 arasında değişkenlik göstermektedir. a* 'da düşük değerler daha yeşil rengi, yüksek değerler daha kırmızı rengi ifade ederken, b* 'de düşük değerler daha mavi rengi, yüksek değerler daha sarı rengi ifade etmektedir (Trinderup, Dahl, Jensen, Carstensen, Conradsen, 2015; Broadbent, 2017; Hunt ve King, 2012). Renkli görüntü segmentasyonu araştırması için L*a*b* ve Ton, Doygunluk ve Yoğunluk (HSV) seçilen iki renk alanıdır. Bir görüntü pikselinin HSV değerlerinde varyasyonun görsel algısına vurgu yaparak HSV renk uzayının özellikleri analiz edilmiştir. Bir pikselin doygunluk değerine dayalı dominant özellik olarak ton veya yoğunluğu seçilerek piksel özellikleri belirtilmiştir. Bu yöntemi kullanan bölünmede Kırmızı, yeşil, mavi renk uzayı (RGB) renk alanı kullanılarak oluşturulanlara kıyasla bir görüntüdeki nesnelerin daha iyi tanımlanmasını sağlamaktadır (Sural, Qian, Pramanik, 2002). (Bora, Gupta, Khan, 2015) 'te L*a*b* ve HSV ile ilgili bir çalışma yapıp HSV renk uzayının L*a*b* renk uzayından daha iyi performans gösterdiğini bildirmişlerdir. Et renginin değerlendirilmesinde birçok ülkede MLD referans alınmakta ve etin renk standardı bu kas üzerinden değerlendirilmektedir (Taşçı, 2017).

2.5. Pişmiş Etin Rengi:

Pişirme ısıya bağlı olarak değişebilmektedir. Denatürasyona bağlı olarak pişirme esnasında etlerin rengi bulanık kırmızıdan kahverengiye kadar değişebilmektedir. Doğal olarak sıcaklık et içerisindeki pigmentlerde renk değişimine

sebep olmaktadır. İç sıcaklığı 60ºC olan pişirilen etlerin renkleri canlı kırmızı, 60 – 70ºC'lerde pişirilenlerde pembe, 70ºC ve daha yüksek ısıda pişirilenlerde ise grimsi kahverengi renk olmaktadır (Brooks, 1938; Cassens, 1994; Arslan, 2002; Lawrie, 2006).

2.6. Etin Su Tutma Kapasitesi:

Et içeriğinin büyük çoğunluğunu, diğer gıdalarda da olduğu gibi yüksek oranda su oluşturmaktadır. Etteki su miktarı, kasın yaşına, yapısına ve türüne bağlı olarak % 70–80 arasında değişmektedir. Suyun mümkün olduğu kadar etin içerisinde kalması ekonomik açıdan arzu edilen bir özelliktir. Etin su tutma kapasitesi, sahip olduğu suyu bünyesinde tutabilme becerisidir ve bu da etin en önemli kalite özellikleri arasındadır. Su tutma kapasitesi yüksek olan etler ekonomik açıdan daha çok tercih edilen etler arasındadır. Su tutma kapasitesi post-mortem proteolizis, genetik, pH ve protein oksidasyonu gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Ergezer ve Serdaroglu, 2008; Swatland, 2002). Kaslardaki suyun büyük bir kısmı kas hücrelerinin ve kas demetlerinin (miyofibril topluluğu) arasında, kas hücrelerinin membranlarında (sarkolem) ve miyofibrillerde bulunmaktadır (Offer ve Cousins, 1992). Kasın sahip olduğu suyun bir kısmı, kasın ete dönüşümü veya işlenmesi sırasında kayba uğramaktadır. Pişirme işlemi esnasında et doğal olarak yapısında bulunan suyun bir kısmını kaybetmektedir. Pişirmeyle su kaybı arttıkça etin gevrekliliği ve sululuğu bundan dolayı da lezzetliliği azalmaktadır. Etlerin pişirilmesi esnasında iç sıcaklığının 70ºC ye ulaşması etin pişme ölçütü olarak kabul edilmektedir. İç sıcaklık 70ºC nin üzerine çıktıkça etin su kaybı artmaktadır. Hayvanın cinsiyeti ve yaşı, kas yapısı, etin pişirme şekli ve süresi gibi faktörler etin pişirme kaybı üzerine etkilidir. Etlerin pişirilmesinde birçok pişirme yöntemi kullanılmaktadır (George-Evins, Unruh, Waylan, Marsden, 2004).

Sığırlarda et kalitesi yönünden yapılan çalışmalar, erkek hayvanlardaki et veriminin dişi hayvanlara göre daha yüksek olması ve doğurganlıklarının olmamasından dolayı özellikle erkek hayvanlar üzerinde yapılmaktadır. Et kalitesi ile ilgili makro ve mikro düzeyde birçok çalışma yapılmıştır. Makro düzeyde yapılan çalışmalar et gevrekliği, MS, et rengi, pişirme kaybı ve su tutma kapasitesi analizleri ile pH-sıcaklık ölçümlerini kapsayan analizlerdir (Bayraktaroğlu ve Kahraman, 2011)

Sığırlarda et kalitesine ilişkin araştırmalarda ilk olarak 1990 yılında McDonald ve Chen MLD örneklerinde yağ ve et arasındaki yansıma farklılığından yararlanarak çalışmalara öncülük etmişlerdir. (Gerrard, Gao,Tan, 1996) yılında McDonald ve Chen'i takiben sığır etlerinde MS ve renk tanımlama üzerinde çalışmışlar, akabinde Li,Tan, Martz, 'de 1997'de et gevrekliğinin görüntü tekstür analizi ile belirlenebileceğini göstermişlerdir. Benzer şekilde sığır etlerinde, tekstür analizi, mozaikleşmenin belirlenmesi, yağ tayini, MLD alanının hesaplanması ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır (Newman, 1984; Shackelford, Wheeler, Koohmaraie, 1998; Shiranita, Miyajima, Takiyama, 1998; Basset, Buquet, Abouelkaram, Delachartre, Culioli, 2000; Kuchida vd., 2000; Karnuah vd., 2001; Cannell vd., 2002; Teira, Tinois, Lotufo, Felício, 2003).

2.7. Et Tekstürü:

Et ve et ürünlerinde, etin gevrekliği ve etin mozaikleşmesi etin kalitesini etkileyen en önemli özelliklerden biridir. Et tüketicileri, yedikleri etlerin kolay yutulabilir, gevrek ve aynı zamanda lezzetli bir aroma içermesini isterler. Etin tadını alabilmek için et kolay parçalanır ve gevrek olması gerekmektedir. Bu durum hayvanın yaşı, beslenme durumu ve genotipi ile ilgilidir (Kök, Vapur, Özcan, 2015; Kök ve Atalay, 2018). Tüketici istatistiklerine göre sığır eti ürünlerinde tüketiciler için en büyük sorun etin gevrekliğidir. Etin tekstürü özellikle sululuk ve yumuşaklığını, müşteriler tarafından kabul edilebilirliğini belirleyip değerini arttırmaktadır (Miller, Huffman, Gilbert, Hammon, Ramsey, 1995; Miller, Carr, Ramsey, Crockett, Hoover, 2001). Tekstür, etin çiğnenmesi sonucu ağızda kalan sertlik veya yumuşaklık derecesi olarak tanımlanmaktadır. Etlerdeki sertlik ve yumuşaklık, etteki yağ oranı ile bağlantıldır. Bundan dolayı kas içerisindeki yağ dağılımı da et tekstürünü etkilemektedir. Gevreklik ile ilgili önemli bir faktör bağ dokuların yoğunluğu ve kas içindeki dağılımıdır. Genç hayvanlarda bu yoğunluk daha az iken, yaşlı hayvanlarda daha fazladır. Bu nedenle genç hayvanların kas yapısının daha gevrek olduğu gözlemlenmektedir (Gerrard ve Grant, 2003).

Et tekstürü, tüketiciler için özellikle parça etlerde çok büyük bir öneme sahiptir. Et tekstürü çiğ ve pişmiş etlerde ayrı ayrı yorumlanıp değerlendirilmektedir. Ancak etler pişirilerek değerlendirilmektedir ve bu nedenle de pişmiş et tekstürü önem kazanmaktadır. Pişirilmiş et, yeterince gevrek olmalıdır fakat çok fazla da yumuşak olmamalıdır. Etin tekstürü yani yumuşaklığı içermiş olduğu kas, demet ve liflerin büyüklüğüne, sayılarına, kas fibrillerinin yapısına, kas fibrillerindeki değişikliklere, kas dokusundaki yağın dağılımına ve miktarına, kasın su içeriğine, bağ dokunun tipi ve miktarına bağlı olarak değişmektedir (Arslan, 2002; Kerr, 2004).

Yaşlı hayvanlara göre genç hayvanlarda kas fibrilleri daha incedir. Kas liflerinin büyüklüğü yaşla birlikte artmakta ve sertleşmektedir. Etin tekstürü pişirme ısısı gibi faktörlerle değişebilmektedir. Isı artışı ile birlikte etlerdeki bağ doku (kologen tip) ve yağ çözündüğü için kollogen jelatinize olur ve buna bağlı olarak ta etlerin yumuşaklığı artmaktadır. Elastin bağ doku, kasların arasında ve ligamentlerde bulunur. Elastinin kas dokusunda çok fazla bulunması, etin daha sert yapıda olmasına neden olmaktadır. Su kaybı ve fazla pişirme de etin sertleşmesine neden olduğu gibi etlerdeki sertlik ve yumuşaklık özelliği de etteki yağ oranıyla ilişkilidir. Dolayısıyla kas içerisindeki yağın dağılımı da etin tekstürünü önemli ölçüde etkilemektedir (Smulders, 1986; Yıldırım, 1996; George-Evins vd., 2004; Ertaş ve Doğruer 2010).

Pişmiş et tekstürü yani gevrekliliği ölçmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Et kalitesinin genotipleri, kas liflerini kesen cihazlarla da ilişkilendirilmiştir. Etin gevrekliğini belirleme çalışmalarında, tek ve çok iğneli özel problu penetrometreler, Warner Bratzler Shear Force (WBSF) ile miyofibriler parçalanma indeksi (MFI) gibi metodlar kullanılmaktadır (Gill, Bishop, McCorquodale, Williams, Wiener, 2009; Soysal, 2012; Mateescu vd., 2014). Ancak bunlar içerisinde en önemli ölçüm insanın eti yeme ve çiğneme özelliğine en yakın et gevrekliğini ölçen ve pişmiş etlerin tekstür analizini belirleyen WBSF aleti ile yapılan ölçümdür (Gökalp, Kaya, Tülek, Zorba, 1995, Mateescu vd., 2014;Vergara, Linares, Berruga, Gallego, 2005; Purchas, 2014). Et örneğine uygulanan mekanik kuvveti ölçmek için yani bir numuneyi kesmek için gerekli olan tepe kuvvetinin özel aletler (tenderometreler) kullanılarak belirlenmesine Shear Force (SF) denir (Purchas, 2014).

SF, duyusal panellere nispeten ucuz, hızlı ve tekrarlanabilir bir alternatiftir (Hopkins, Lamb, Kerr, Van de Ven, 2013).

Etlerin tekstür analizini belirleyen mikro düzeyde yapılan analizler; genetik, histolojik ve biyokimyasal analizlerdir. Moleküler çalışmalar ise genellikle SNP ve gen ifadesi analizleri gibi genetik analizleri kapsamaktadır (Aslan vd., 2012). Konuya ilişkin genom analizlerine ait çalışmalar da 1990'lı yıllarda başlamış ve çeşitli genom ve kromozom taramalarıyla sığır genomunun anlaşılması sağlanmıştır (Elmacı ve Öner, 2007).

2.8. Etin Mozaikleşmesi (MS):

Etin kalitesini, etteki MS da etkilemektedir. Yüksek mozaikleşme düzeyleri, etin gevrekliğini etkileyerek sığır etinin lezzetini ve talebini arttırmaktadır (Busboom vd., 1993; Boylston vd., 1995; Matsuishi, Fujimori, Okitani, 2001). Mozaikleşme, göz kası MLD liflerinin arasında mozaik şeklinde yağ depolanmasıdır (Cameron vd., 1994; Barendse, 1999; Barendse vd., 2004). Kas içi yağ olarak karakterize edilen mozaikleşme, yağ hücrelerinin çoğalmasını başlatan ve sürdüren, preadipositlerin yağ hücrelerine farklılaşması ve MLD kasında yağ hücresi olgunlaşmasını sağlayan bir dizi olayın sonucu olarak gelişmektedir (Smith, Lunt, Zembayashi, 2000). Mozaikleşme, bağ dokunun gücünü ve kütle yoğunluğunu azaltarak et gevrekliğini geliştirir (Fiems vd., 2000). Mozaikleşme görünümü et fiyatları ve tüketici alışkanlıklarını destekleyen kas lifleri arası yağ birikmesiyle ilişkilidir. Sığırların yeterince beslendiğine dair fiziksel bir değerlendirme ölçütü olarak sırt yağ birikiminin kontrol edilmesi önemlidir, çünkü karkas kalitesi ve sırt yağ kalınlığı ölçümleri satılan etin yüzdesiyle kuvvetle ilişkilidir (Killinger, Calkins, Umberger, Feuz, Eskridge, 2004).

MS için et dilimleri dijital kamera kullanılarak fotoğraflanıp görüntü işleme sistemleriyle yağlanma oranı ve yağ dağılımına bakılarak derecelendirilme yapılabilmektedir (Soysal, 2012; Li, Ekerljung, Lundström, Lunden, 2013). Bu yöntemlerin hepsi zaman alan uzun süreli ve pahalı test yöntemleridir. Pratikte

uygulanılabilirliği gen markörlerine göre daha zordur. Gen makörleri, sığırların genetik değerini belirlemede ve dolaylı seleksiyonla popülasyonlarda genetik ilerlemeyi arttırmada kullanılmaktadır. Genetik markör teknolojisi çiftlik hayvanlarının genetik gelişimi için gelecek vaad etmektedir (Corva vd., 2007). Amerika Birleşik devletlerinde (ABD) et gevrekliği üzerine genetik markörlerle yapılacak bir seleksiyon programının 20 yıl içinde 7,6 milyar dolar ekonomik fayda sağlayacağı belirtilmiştir (Weaber ve Lusk, 2010). Sığır eti üretim ekonomisi üzerine mozaikleşmenin önemi nedeniyle, mozaikleşmenin moleküler mimarisinin daha iyi anlaşılması ve daha etkili markör destekli yetiştirme programlarına büyük ilgi vardır (Eggen ve Hocquette 2004; Gao, Zhang, Hu, Li, 2007; Hocquette, Lehnert, Barendse, Cassar-Malek, Picard 2007; Allan ve Smith, 2008). MDS, cinsiyete bağlı kalmadan, genç yaştaki sığırların seleksiyonuna olanak sağlayan ve çevre koşullarından etkilenmeyen KKL'den yararlanılarak yapılmaktadır. Sığırlarda MLD'nin mozaikleşmesi üzerine KKL'ın haritalaması yaygınlaşmıştır (Andersson, 2001; Yamada, Taniguchi, Miyake, Sasaki, 2003; Andersson ve Georges 2004). Bu KKL haritalama araştırması, aday gen çalışması ile birlikte, her biri küçük bir etki sergileyen çok sayıda faktörden kaynaklanan, mozaikleşmenin çok karmaşık olduğunu açıkça ortaya koymuştur. Sığır eti mozaikleşme çalışmalarında KKL sonuçları, 2006'da Polineni, Aragonda, Xavier, Furuta, Adelson ile 2007'de Hu, Fritz ve Reecy tarafından KKL hayvan veri tabanında derlenmiştir. KKL analizleri, markörler ve KKL arasındaki bağlantıya dayanmaktadır (Knott ve Haley 1992) ve KKL haritalamanın ana amacı, kantitatif özelliklerde varyasyona neden olan genleri veya mutasyonları tanımlamaktır (Eggen ve Hocquette 2004; Gao vd., 2007; Hocquette vd., 2007; Allan ve Smith, 2008). Mozaikleşme çoklu genlerin etkilediği niceliksel ve karmaşık bir özelliktir, bireyler ve ırklar arasında belirgin farklılıklar gösterebilmektedir. Çeşitli sığır ırkları arasında mozaikleşme gelişiminin farklılığı ve mozaikleşmenin kalıtlanabilirliği üzerine yapılan çalışmalarda belirtildiği gibi, beslenme ve çiftçilik gibi çevresel faktörler de mozaikleşmeye etki etmesine rağmen, genetik yatkınlık mozaikleşme için oldukça önemli bir faktördür (Andersson, 2001; Andersson ve Georges 2004; Yamada vd., 2003; Moriya, Dohogo, Sasaki, 1994; Zembayashi, Nishimura, Lunt, Smith, 1995).

Mozaikleşme özelliklerini düzenlemek için öne sürülen biyolojik yolaklarda yer alan genler, fonksiyonel aday genler olarak kabul edilmiştir. Genotipik olarak farklı bireylerde aday genlerin dizilişi, çoğu SNP olan polimorfizmlerin belirlenmesine yol açmıştır. Et kalitesi ile ilişkili genler tanımlanmış ve birçok aday genin SNP'si spesifik olarak belirlenmiştir (Li vd., 2013). Bu SNP'ler, genin transkripsiyon düzeyini veya kopyalanan proteinin a.a. yapısını etkileyebilmektedir. Fonksiyonel aday gen yaklaşımı, mozaikleşme ile ilişkili polimorfizmleri ya da mozaikleşme özellikleri içerisinde varyasyonları kontrol eden nedensel polimorfizmleri belirlemek için kullanılmıştır (Georges, 2007; Pannier, Mullen, Hamill, Stapleton, Sweeney, 2010). Genetik polimorfizmi tespit etmek için Polimeraz zincir reaksiyonu- Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi (PCR-RFLP) metodunun uygun bir araç olduğu belirtilmiştir (Ahani Azari vd., 2012). Mozaikleşmenin moleküler temelini ortaya çıkarmak amacıyla aday gen çalışmaları bir dizi gen üzerine odaklanmıştır. Mozaikleşme ile et kalitesi üzerine çeşitli genlerde çalışmalar yapılmıştır. Bu genlerden bazıları Stearil CoA deraturaz (SCD), Peroksizom Proliferatör Aktif Reseptör –γ (PPARγ), Nebulin (NEB), Fosfatidilinositol 4-kinaz alfa (Pik-4), Kalsiyum / Kalmodulin Bağımlı Protein Kinaz II (CaM-K II), yağ asidi bağlayıcı protein (FABP4), Titin (TTN) (Lee vd., 2008), Calpain 1 (CAPNI) (Cheong vd., 2008), Calpastatin (CAST), Diasilgliserol O-Asiltransferaz 1 (DGAT1) (Giusti vd., 2013), Ribozomal protein L27a (RPL27A), TTN, Akirin 2 (AKIRIN2) (Watanabe vd., 2011), endotel farklılaşması sfingolipid G-protein-bağlı reseptör 1 (EDG1) (Sukegawa vd., 2010), LEP (Lagonigro, Wiener, Pilla, Woolliams, Williams, 2003; Da Silva vd., 2012; De Oliveira vd., 2013; Kaplan, 2018) ve TG'dir (Casas vd., 2005; Shin ve Chung, 2007; Fortes vd., 2009).

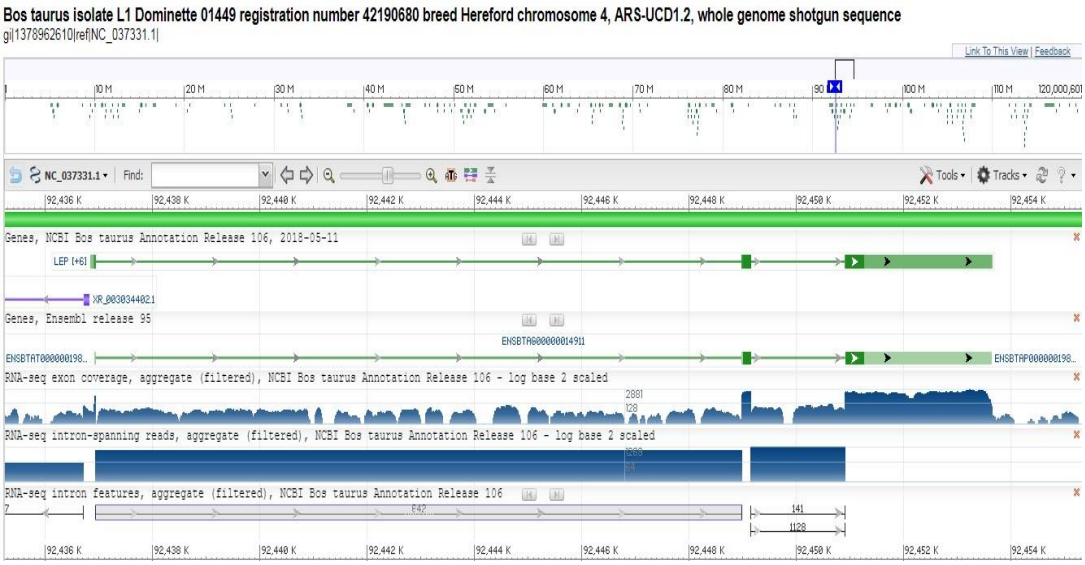
LEP ve TG geni, sığır ırklarının et kalitesi ıslahı için KKL dayalı seleksiyon programlarında potansiyel birer aday gen olarak değerlendirilmektedir. Seçilmiş aday genlerdeki SNP'lerin olumlu ve ya olumsuz etkilerini daha iyi kavrayabilmek için kantitatif özelliklerle ilişkileri test edilebilmekte ve MDS programlarında kullanılabilmektedir (Meuwissen, Hayes, Goddard, 2001; Wu, MacNeil, De, Xiao, 2005; Hocquette, Renand, Levéziel, Picard, Cassar-Malek, 2006; Guo vd., 2016). Bu durum damızlık seçimini kolaylaştırarak generasyonlar arası süreyi azaltmaktadır. LEP ile TG geninin; et verimi, et kalitesi, et tekstürü, sırt yağ kalınlığı ve

mozaikleşmeyle bağlantılı olduğu bilinmekte ve bu nedenle potansiyel aday genler olarak değerlendirilmektedir (Buchanan vd., 2002; Gill vd., 2009; Lagonigro, Wiener, Pilla, Woolliams, Williams, 2003; Nkrumah vd., 2005; Da Silva vd., 2012; De Oliveira vd., 2013; Barendse vd., 2001; Thaller vd., 2003; Casas vd., 2005; Wood, Moser, Burrell, Mengersen, Hetzel, 2006; Gan vd., 2008). Et kalitesini arttırmak için etin mozaikleşmesi; Kuzey Amerika, Avustralya, Kanada, Asya, Avrupa ve Japonya' da bir ıslah karakteri olarak kullanılmaktadır (Hocquette vd., 2006; Sukegawa vd., 2010). Mozaikleşme ile ilgili genetik varyasyonun belirlenmesi ve mozaikleşmenin biyolojik ağının anlaşılması ıslah programlarında sığır eti kalitesini arttırmaya yönelik önemli bir adımdır (Yamada; 2014). Dünyanın en pahalı meşhur Japon Kobe bifteği ülkenin yerli Japon Siyah Sığırı (Wagyu) etinden yapılmaktadır (Sukegawa vd., 2010). Wagyu sığırı, karkas yağ miktarının yüksek olması, aşırı yağ oranı ve etindeki mozaik yapıda görüntüsü ile tanınmaktadır (Watanabe vd., 2011).

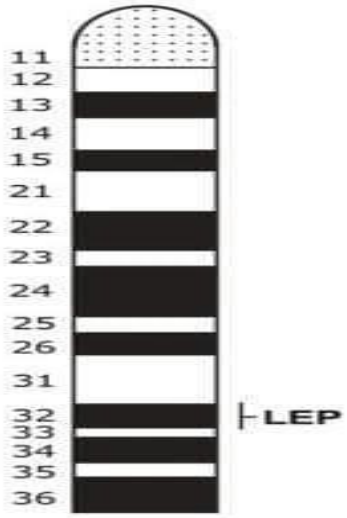
2.9. LEP Geni

LEP proteini; hayvanların büyüme ve metabolizmasında görevli olan immun fonksiyonların yanı sıra, fertilite, süt üretimi, karkas özellikleri, enerji metabolizması, vücut ağırlığı, yem tüketimi ve yağ deposunu düzenleyen adipoz dokudan sentezlenmektedir. Adipositler tarafından üretilen LEP daha fazla yağ yakmak için hayvanın metabolik hızını arttıran ve hipotalamusta doyma sinyallerine neden olan serebrumdaki reseptörlere bağlanarak besin alımını kontrol eden bir hormon gibi davranmaktadır. (Auwerx ve Staels,1998; Barsh, Farooqi, O'Rahilly, 2000; Fruhbeck, 2001; Pannier vd., 2009; Houseknecht, Baile, Matteri, Spurlock, 1998; Clarke ve Henry, 1999; Mácajová, Lamosova, Zeman, 2004; Nkrumah vd., 2005; Van Der Lende, Te Pas, Veerkamp, Leifers, 2005). LEP, adipoz dokuda yağ oluşumunu kontrol altına alan bir proteindir (Ceddia, William, Lima, Carpinelli, 1998). Besi sığırlarındaki LEP konsantrasyonunun et verimi, et kalitesi, sırt yağ kalınlığı ve mozaikleşmeyle ilişkisi görülmüştür (McFadin, Keisler, Schmidt, Lorenzen, Berg, 2003).

LEP geni üzerine ilk çalışma 1994 yılında Zhang vd., tarafından yapılmıştır. LEP geni 1996 yılında Stone, Kappes ve Beattie tarafından haritalandırılmıştır. Sığırlarda 4. kromozom (4q32) üzerinde yer alan LEP geni, 3 ekzon ve 2 intron bölgesi olan 16,735 kilo baz (Kb) uzunluğundadır (şekil 2.9. ve şekil 2.10.) (Taniguchi, Itoh, Yamada, Sasaki, 2002). LEP proteini 167 a.a.'ten oluşur. Pomp, Zou, Clutter ve Barendse 1997'de *Sau*3AI restriksiyon enzimini kullanarak PCR-RFLP ile intron bölgesindeki polimorfizmleri belirlemiştir. Konfortov, Licence ve Miller, 1999) de LEP geninin hem intron hem de ekzon bölgerini sekanslamışlardır. Ekzon 1 çok kısa olup [34 baz çifti (bp)] 5' UTR'nin bir parçasıdır. LEP geninin 2. ekzonunda "*Cla*I" ve "*Kpn*2I" şeklinde 2 farklı Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizminden (RFLP) "*Cla*I" tirozin (tyr) a.a.'nin fenilalanin (phe) a.a'ne dönüşmesine neden olan Adenin/Timin (A/T) baz değişikliğini ve "*Kpn*2I"ise arjinin (arg) a.a.'nin sistein (cys) a.a.'ne dönüşmesine neden olan Sitozin/Timin (C/T) baz değişikliğini belirtmektedir. Üçüncü ekzonda ise "*Nru*I" ve "*Hph*I" şeklinde 2 farklı RFLP tespit edilmiştir: Bunlardan "*Nru*I" valin (val) a.a.'nin alanin (ala) a.a.'ne dönüşmesine neden olan C/T baz değişikliğini, "*Hph*I*"ise* ala a.a.'nin val a.a.'ne dönüşmesine neden olan C/T baz değişikliğini göstermektedir. Ayrıca 2. İntronda da bir *Sau*3AI polimorfizmi tespit edilmiştir.



Şekil 2.9. LEP Geninin NCBI'daki Diyagramı (NCBI, 2019a)



Şekil 2.10. LEP Geninin 4. Kromozom (4q32) Üzerindeki Yeri (Perucatti vd., 2006)

Et kalitesine etkili olduğundan dolayı LEP geni üzerine araştırmalar artmıştır (Shin ve Chung, 2007; Corva vd., 2009). Çizelge 2.11.'de de bahsedildiği gibi farklı sığır ırkları arasında LEP geninde 2. ve 3. Ekzon, Promotor Bölge ve 2. İntronda çeşitli SNP'ler mozaikleşme ve kas yağlanması ile ilişkilendirilmiştir (Lien, Sundvold, Klungland, Vage, 1997; Buchanan vd., 2002; Lagonigro vd., 2003; Nkrumah vd., 2005; Gill vd., 2009; Öztabak, Toker, Ün, Akış, 2010; Da Silva vd., 2012; De Oliveira vd., 2013; Silva vd., 2014; Trakovicka, Moravčikova, Kasarda, 2013; Moravčikova, Trakovicka, Navratilova, 2013; Aslaminejad vd., 2010). Birçok araştırmacı et kalitesi üzerine LEP genindeki SNP'lerde çalışmış ve LEP geninin 2. Ekzonundaki (E2JW, E2FB) SNP'leri etin mozaikleşmesiyle ilişkilendirmiş ve bunları markör olarak tanımlamışlardır (Buchanan vd., 2002; Lagonigro vd., 2003; Schenkel vd., 2005; Da Silva vd., 2012; De Oliveira vd., 2013). Ayrıca mozaikleşmenin yanı sıra sırt yağ kalınlığı, kas yağlanması, süt verimi, Canlı ağırlık (CA) ve yem tüketimi gibi özelliklerle de ilişkilendirmişlerdir (Buchanan vd., 2002, 2003; Nkrumah vd., 2004; Shin ve Chung, 2007; Souza vd., 2010; De Oliveira vd., 2013). Kore sığırlarının LEP geninde 36 yeni ve 21 bilinen SNP dahil olmak üzere 57 SNP tanımlanmıştır (Yoon vd., 2005). Şimdiye kadar sığır LEP geninde toplam 658 SNP belirlenmiştir (NCBI, 2015). LEP genindeki bu SNP'lerin ayrıca yem tüketimi, karkas yağı, göğüs çevresi,

süt verimi (Bengi, 2010) gibi çok sayıda kantitatif özelliklerle de doğrusal ilişkileri belirlenmiştir.

LEP geninin 3 ekzonundaki A80V Markörü 80. pozisyonda Alanin yerine Valin kodlanmasına neden olan bir a.a. polimorfizmi olup (C/T) değişimini ifade etmektedir. (Haegeman vd., 2000). Ekzon 3'teki A80V polimorfizminin süt verimi ve bileşim özellikleri için bir aday markör olduğu bildirilmiş olup et kalitesi özellikleri ile olan ilişkisi tam olarak belirtilmemiştir (Liefers vd., 2003; Kulig, 2005; Kulig, Kmiec, Wojdak-Maksymiec, 2010). LEP geninin A80V polimorfizmi, ağırlık ve ortalama günlük vücut ağırlığı kazancı, mozaikleşme ve karkas özellikleri üzerinde de etkili bir markör olduğu bildirilmiştir (Kulig ve Kmie´c, 2009, Geary vd., 2003; Silva vd., 2014). Sığır LEP geninde bildirilen bu SNP, 80. pozisyonunda Alanin yerine Valin kodlamaktadır (Nkrumah vd., 2007; Giblin vd., 2010). A59V olarak da bilinen bu polimorfizmin karkas ve et kalite özellikleri için aday bir markör olduğu Friedman ve Halaas (1998) ile Yazdani, Rahmani, Edris, Dirandeh, (2010) tarafından bildirilmiştir.

Kısaca KKL çalışmalarında, LEP geni sığırlarda performans, et kalitesi, mozaikleşme, karkas özellikleri ve kas yağlanması için potansiyel bir aday gen olmuştur. Bu nedenle MDS programlarına dahil edilmesi önerilmiştir (Buchanan vd., 2002; Gill vd., 2009).

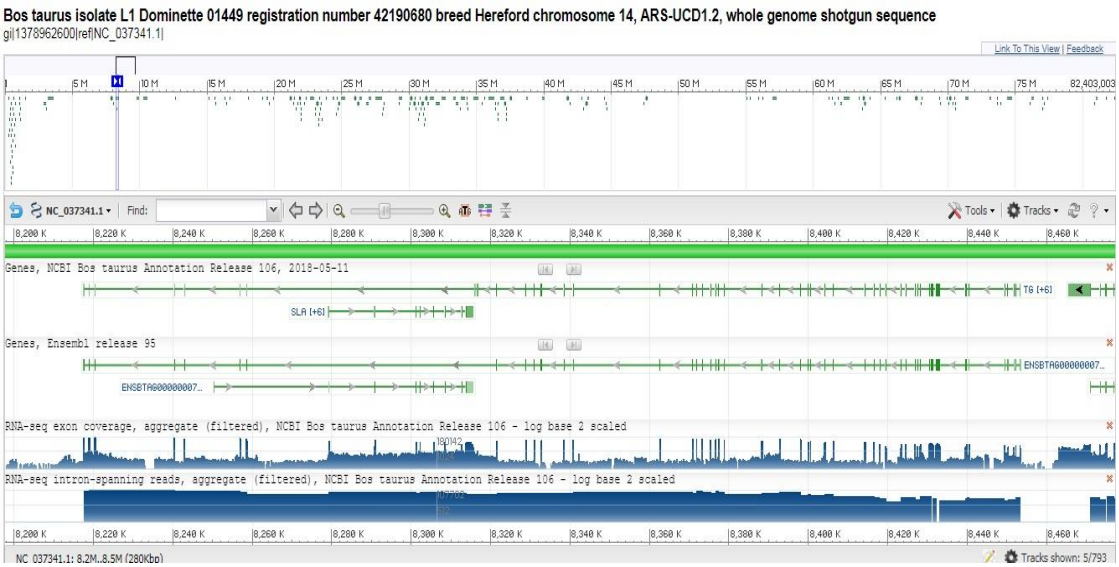
Çizelge 2.11. LEP Geninde SNP ve Fenotipik Özellikler Arasındaki İlişkiler (Kök vd., 2015)

SNP Adı	Lokasyon/ Pozisyon	SNP	A.A. Değişimi	Metot	Fenotipik Özellik	Literatür
E2FB	2. ekzon 305	C/T	Arg/Cys	K*pn2I*	Karkas yağı, Yem tüketimi	Buchanan vd., 2002, Nkrumah vd., 2004, Kononoff ve ar. 2005
E2FB	2. ekzon 305	C/T	Arg/Cys	K*pn2I*	Süt verimi	Buchanan ve ark., 2003
E2FB	2. ekzon 305	C/T	Arg/Cys	K*pn2I*	-	Öztabak vd., 2010
E2JW	2. ekzon 252	A/T	Tyr/Phe	*Cla*I	Karkas yağı	Lagonigro vd., 2003
E2FB	2. ekzon	C/T	Arg/Cys	*Bsp 13I*	-	Nassiry vd., 2008
E2FB	2.ekzon 305	C/T	Arg/Cys	*DNA kütle spektrometresi*	*DL*: Damlama kaybı (Su tutma kapasitesi)	Pinto vd., 2011
SNP2	2.ekzon (118026)	C/T	Arg/Cys	*ARMS-PCR*	Karkas verimi, Sırt yağ kalınlığı	Corva vd., 2009
C1180T (E2FB) A1127T (E2JW)	2. ekzon (877-1342) (1008-1201)	C/T A/T	Arg/Cys Tyr/Phe	K*pn2I* *Cla*I	Sırt yağı kalınlığı, Mozaikleşme	Sihn ve Chung, 2007
E2JW	2. ekzon 252	A/T	Tyr/Phe	*Cla*I	Mozaikleşme, Yağlanma derecesi, Sırt yağ kalınlığı	Schenkel vd., 2005; Da Silva vd., 2012; De Oliveira vd., 2013, Souza vd., 2010 Konfortov vd., ,1999
E2FB	2. ekzon 305	C/T	Arg/Cys	K*pn2I*		
A59V A80V	3. ekzon	C/T	Ala/Val	H*ph*I	Mozaikleşme, Kaslar arası yağ, Karkas ağırlıkları, Renk (kızarıklık ve sarılık)	Heageman vd., 2000, Yazdani vd., 2010, Kulig ve Kmie´c, 2009, Geary vd., ., 2003; Silva vd., 2014; Ardıçlı vd., 2017b
-	3. ekzon 140	C/T	Ala/Val	N*ru*I	Kaslar arası yağ	Lagonigro vd., 2003
C3100T	3. ekzon (2961-3456)	C/T	Ala/Val	SSCP	-	Shin ve chung, 2007
-	3. ekzon	A/T	-	M*sp*I	Mozaikleşme	Kong vd., 2006
UASMS1	Pro.B*207	-	-	-	Mozaikleşme, Karkas yağı, Et kalitesi	Gill vd., 2009
UASMS2	Pro.B*528	-	-	-		
E2FB	2. ekzon 305	A/T	Tyr/Phe	*Cla*I		
UASMS1	Pro.B*207	C/T	-	-	Mozaikleşme, Sırt yağı, canlı ağırlık, SLK**	Nkrumah vd., 2005
UASMS2	Pro.B*528	C/T	-	-		
UASMS3	Pro.B*1759	C/G	-	-		
A59V	3. ekzon	C/T	Ala/Val	*Hph*I	Sırt yağ kalınlığı	Silva ve ark., 2014
BM1500	MS***	-	-	MS***		
A59V	3. ekzon	C/T	Ala/Val	MS***	Mozaikleşme, Sırt yağ kalınlığı	Da Silva vd., 2012
C963T	Pro.B*	C/T	-	-		
UASMS1	Pro.B*207	C/T	-	-		

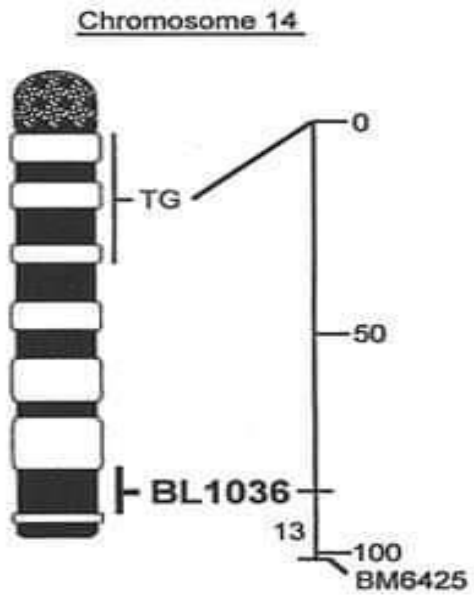
* Promotor bölge ** Serum LEP konsantrasyonu *** Mikrosatellit metodu

2.10. TG Geni

TG, tiroid bezinde tiroid foliküler hücrelerden sentezlenen glikoprotein yapıda bir hormondur. TG hem tiroksin (T4) hem de triodotironin (T3) için taşıyıcı olup tiroid bezinde depolanmaktadır (Ailhaud, Grimaldi, Negrel, 1992). TG, Tiroid hormonları (TSH) için moleküler bir depodur. Bu hormonlar enerji metabolizmasını düzenlemede rol oynar ve adipoz büyümesini, farklılaşmasını ve yağ deposunun dengesini etkilemektedir (Ailhaud vd., 1992; Casas vd., 2005; Darimont, Gaillard, Aihaud, Negrel, 1993; Smas ve Sul, 1995; Gan vd., 2008). TG, KKL bölgesine haritalanmıştır ve TSH için öncü olan ve TG kodlayan bu gen verim derecesi, sütten kesme, ortalama günlük CA kazancı, doğum ağırlığı ve sütten kesim özellikleri, yağ kalınlığı ve yağ deposunu etkilemesiyle KKL çalışmalarında markör aday gen olarak düşünülmüştür. TG, pozisyonel bir aday genin yanı sıra fonksiyonel bir aday gen olarak da kabul edilmiştir. Lipit metabolizmasını etkileyen önemli genlerden biridir (Barendse vd., 2001; Thaller vd., 2003; Casas vd., 2005; Wood vd., 2006; Gan vd., 2008; Casas vd., 2003; Kneeland vd., 2004; Maltecca, Weigel, Khatib, Cowan, Bagnato, 2009; McClure vd., 2010, Yardibi vd., 2013). Sığırlarda 14. kromozom (BTA14) üzerinde yer alan TG geni, 47 ekzon ve 47 intron bölgesi olan 8235 bp uzunluğundadır (şekil 2.11. ve şekil 2.12.). TG geni 2769 aminoasiti kodlar. Şimdiye kadar bu gen üzerinde 1030 SNP tanımlanmıştır (NCBI, 2019b).



Şekil 2.11. TG Geninin NCBI'daki Diyagramı (NCBI, 2019c)



Şekil 2.12. TG Geninin 14.Kromozom (BTA14q) Üzerindeki Yeri (Smith, Corrales, Grosz, Beattie ve Kappes, 1997)

TG geninde SNP'ye odaklanan çalışmalar çeşitli sığır ırkları ve bufalolar üzerine yapılmış ve mozaikleşme ile ilişkisi gösterilmiştir (Pannier, Mullen, Hamill, Stapleton, Sweeney, 2010; Yardibi vd., 2013; Dubey vd., 2014; Dubey vd., 2015). Farklı sığır ırklarında kas içi yağlanmayı etkilediği kanıtlanmıştır (çizelge 2.12.) (Barendse, 2004; Bonilla vd., 2010; Anton vd., 2012; Savaşçı ve Atasoy, 2016). TG, T allelinin kaliteli kırmızı et üretimi için Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) yerli ırkında potansiyel taşıdığı tespit edilmiştir (Savaşçı ve Atasoy, 2016). Barendse vd., (2004), Wood vd., (2006), ve Bonilla vd., (2010)'da mozaikleşme ile T alleleli arasındaki ilişkinin önemli olduğunu bulmuşlardır. Ancak Johnston ve Graser (2010), McClure vd., (2010), Pannier vd., (2010) mozaikleşme ile T alleleli arasında doğrusal ilişkili bir kanıt bulamamışlardır. TG geninin 5' promotör bölgesinde genetik varyasyon meydana gelmekte ve sığırlarda yem tüketimi ve mozikleşme düzeyinin tahmin edilebilirliğini arttırmak için MDS programlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. TG geninin bir allelinin, mozaikleşme skoru ile önemli bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Barendse, 2001; Burrell vd., 2004). Mears, Mir, Bailey, 2001 yılında hem T3 hem de T4'ün Japon yerli kara sığırlarında mozaikleşme ile ilişkili olduğunu kanıtlamıştır. Hou vd., 2011 yılında TG geninin 3′ flanking bölgesinde 6 yeni SNP belirlemişlerdir. Bunlardan T354C, G392A, A430G ve T433G SNP'lerini MLD'deki mozaikleşme ile ilişkilendirmişlerdir. TG geni 3'UTR bölgesinde meydana gelen bir SNP'nin

mozaikleşme üzerine etkisi olduğu gösterilmiştir (Gan vd., 2008). Fakat Fortes vd., (2009) tarafından gen polimorfizmi ile yağ birikimi ve et hassasiyeti arasındaki korelasyon eksikliği olduğu bildirilmiştir. TG geni 5' Promotor bölgesinde 422. (C422T) pozisyonlarında çalışılmış C allelinin mozaikleşme skoru ile önemli bir ilişkisinin olduğu bildirilmiştir (Shin ve Chung, 2007). Shin ve Chung'un aksine CC ve CT genotipli sığırlara göre TT genotipli sığırların daha yüksek MS sahip olduğunu bildiren araştırma sonuçları vardır (Barendse, 1999; Barendse vd., 2001; Thaller vd., 2003; Burrell vd., 2004).

Kore sığırlarında TG geninin 257. (C257T), 335. (A335G) ve 422. (C422T) pozisyonlarında çalışılmış ve mozaikleşme ile olumlu ilişkisi belirlenmiştir (Shin ve Chung, 2007). TG genindeki SNP'lerin farklı sığır ırklarında kas içi yağlanma dışında süt performansıyla da olumlu ilişkisi belirlenmiştir (Kowalewska-Łuczak, Kulig, Szewczyk, 2010; Anton vd., 2012). Kowalewska-Luczak vd. (2010)'da C422T lokusuna ilişkin CC genotipli jersey sığırlarında, süt yağ içeriğini daha yüksek bulurken oysa Anton vd., (2012) ise süt yağ içeriğini daha yüksek homozigot TT genotipli Jersey ve simental sığırlarda bulmuştur. Kaczor vd., (2017) ise Polonya Holstein-Friesian ırklarında süt performansı açısından C422T polimorfizmiyle bir ilişki bulamamışlardır. TG5 markörleri ile mozaikleşme ya da diğer yağ birikimi özelliklerini ilişkilendirmeye yönelik girişimler sonucunda TG5 polimorfizmleri ticari panellere dahil edilmiştir (Barendse, 1999; Thaller vd., 2003; Barendse vd., 2004). Ancak çeşitli çalışmalarda mozaikleşme markörleri ve karkas mozaikleşme ölçümleri arasında herhangi bir ilişki olmadığı da bildirilmiştir (Casas vd., 2005; Rincker vd. 2006). GeneSTAR, tüm sığır ırklarında kalite ve üretim özellikleri için bir DNA testidir. Yem verimi, mozaikleşme ve et gevrekliği ile ilişkili olduğu bilinen DNA markörlerini test eder. Sığır et kalitesi ve mozaikleşme düzeyinin tahmin edilebilirliğini geliştirmek için özellikle 422. (C422T) pozisyondaki SNP, TG5 markörü olarak GeneSTAR firması tarafından onaylanarak 2000 yılında piyasa sürülmüştür. GeneSTAR mozaikleşme, TG geni için bir DNA tanı testidir ve karkas kalitesi özellikleri için mevcut ticari bir markör olup MDS programlarında kullanılması önerilmektedir (Van Eenennaam vd., 2007; Pfizer, 2013). Bu DNA testleri Amerika, Japonya, Kanada, Arjantin ve Avustralya'da kullanılmaktadır (Shin

ve Chung, 2007). Thaller vd., de 2003 yılında Alman Holstein sığırlarda TG5 markörünü MLD kasını yağ içeriyle ilişkilendirmiştir. 3 farklı melez populasyonda TT genotipinin sayıca en yüksek MS sahip olduğu Casas vd., (2007) tarafından da bildirilmiştir.

Sonuç olarak, LEP ve TG genlerinde mevcut olan ve mozaikleşme ile et gevrekliği üzerine olumlu etkileri bildirilmiş olan SNP'ler sığırlarda et kalitesinin iyileştirilmesine yönelik MDS çalışmalarında kullanılmaktadır. Edirne'de Türk Holstein sığırları kırmızı et üretiminde en yaygın kullanılan ırktır. Araştırmamız bu ırkın en fazla kesildiği 16-17 aylık yaştaki erkeklerin et üretim potansiyelleri ve kaliteleri üzerine yapılmıştır. CA, Sıcak karkas ağırlığı (SKA), etin pH ve sıcaklığı, etin rengi, MLD kası MS ve et tekstürü ile LEP genindeki iki ve TG genindeki bir olmak üzere üç KKL arasındaki ilişki araştırılmıştır. Amacımız çevre koşullarından etkilenmeden KKL aracılığı ile üreticilere endirek seleksiyon yöntemlerini kullanarak damızlık Türk Holstein sığırların seçimini ve et kalitesine göre canlı iken hayvanların sınıflandırmasını yaparak değerinde satılmasına katkı sağlamaktır.

Çizelge.2.12. TG Geninde SNP ve Fenotipik Özellikler Arasındaki İlişkiler

SNP Adı	**Lokasyon/ Pozisyon**	**SNP**	**Metot**	**Fenotipik Özellik**	**Literatür**
C422T	5'Promotor Bölge	C/T	MboI	Yem tüketimi, Mozaikleşme	Burrell vd., 2004
T354C G392A A430G T433G	3′Flanking bölgesi Dizi analizi	T/C G/A A/G T/G	Dizi analizi	Mozaikleşme	Hou vd., 2011
G133C G156A C220T A506C	3'Flanking bölgesi Dizi analizi	G/C G/A C/T A/C	Dizi analizi	Mozaikleşme	Gan vd., 2008
C422T C257T A335G	5' Promotor Bölge	C/T C/T A/G	*MflI*	Mozaikleşme	Shin ve Chung, 2007
C422T	5' Promotor Bölge	C/T	*Psu*I	Kas içi yağlanma	Thaller vd., 2003
C422T	5' Promotor Bölge	C/T		Süt yağ içeriği	Kowalewska-Luczak ve ark 2010
C422T	5' Promotor Bölge	C/T	MboI	MLA kas yağ yüzdesi, Süt yağ içeriği	Anton vd., 2008, 2012
C422T	5' Promotor Bölge	C/T	MboI	Mozaikleşme, Yağ birikimi, kas içi Yağlanma	Barendse, 1999, Barendse, 2001; Barendse vd., 2004
C422T	5' Promotor Bölge	C/T	MboI	Mozaikleşme Yağ kalınlığı ve*LMA	Casas vd., 2005, 2007
T1355C G1356A	5'-flanking bölge Dizi analizi	T/C G/A	Dizi analizi	Et yüzdesi, CA, *LMA	Zhang vd., 2015a
G275A G277C G280A C281G	5'-flanking bölge Dizi analizi	G/A G/C G/A C/G	Dizi analizi	Ortalama günlük kazanç	Zhang vd., 2015b
C422T	5'Promotor Bölge	C/T	*Psu*I	Et verimi	Ağaoğlu vd., 2015
TG1696	5'Promotor Bölge	C/T	*Psu*I	Et rengi (a *, b *)ve **DL	Ribeca vd., 2014
C422T	5'Promotor Bölge	C/T	*Psu*I	Et kalitesi	Savaşçı ve Atasoy, 2016
C422T	5'Promotor Bölge	C/T	BstYI	Deri altı sırt yağ kalınlığı	Wu vd., 2005

*LMA *Loin Muscle Area* ** *DL: Su tutma kaybı*

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan Materyali

Çalışmanın hayvan materyalini, Edirne'deki Avrupa kökenli *Bos Taurus Primigenius* alt grubuna giren kültür melezi 16-17 aylık yaşta 100 baş Türk Holstein sığır ırkı erkek danalar oluşturmuştur. Çalışma sonuçların istatistiksel olarak daha güvenilir olması açısından hayvanların aynı cinsiyet, yaş ve ırk olmasına, mümkün olduğunca uzak akraba olmalarına dikkat edilmiştir. Çalışma materyali, Edirne ili Merkez ilçesinde bulunan Tarım Açık Cezaevi ve Havsa İlçesinde bulunan ticari bir besi işletmesi olan Astürk Et Ürünleri Limited (Ltd.) Şirketinden (Şti.) temin edilmiştir (şekil 3.1., şekil 3.2.). Kesimler Edirne Et ve Et Ürünleri Entegre Tesisleri San.ve Tic. A. Ş'de gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Taze Kırmızı Et

Fortes vd., 2009 yılında yaptıkları çalışmadan yola çıkarak 2016-2017 yılında Edirne Et ve Et Ürünleri Entegre Tesislerine farklı iki işletmeden getirilip 16-17 ay arası kesilen 100 baş erkek Türk Holstein ve bunların 12. -13. kaburgaları kapsayacak şekilde MLD yani Belgözü kasından alınan et örnekleri üzerinde çalışılmıştır. Her bir hayvanın MLD kasından en az 1 kilogram (kg) antrikot alınmıştır. Temizkan'ın (2018) çalışmasında antrikot kasının gevrek olduğu gözlenip 1. kalite sığır eti arasında yer

almaktadır. Birinci kalite kaslar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı olan farklar sebebi ile gevreklik değerinin et kalitesinin belirlenmesinde en önemli değer olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu nedenle çalışmada antrikot tercih edilmiştir.



Şekil 3.1. Astürk Et Ürünleri Ltd.Şti.



Şekil 3.2. Tarım Açık Cezaevi

3.2. Metod

3.2.1. Kesim Öncesi ve Sonrası Yapılmış Fenotipik Ölçümler

Bu çalışmadaki sığırların; ırkının Holstein olması, babalarının aynı olmaması, 16-17 ay yaş aralığında olması, cinsiyetinin erkek olması, klinik olarak sağlıklı olması, beslenme şartlarının ve sürelerinin benzer olması gibi özellikler göz önünde bulundurularak örnek alımı yapılmıştır. Her kesim gününde hayvanların Holstein erkek ve 16-17 aylık yaş aralığı gibi kriterlere uygun olup olmadıkları küpe numaraları Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının veri tabanından (TÜRKVET) kontrol edildikten sonra uygun olan Holstein sığırlar çalışmaya dahil edilmiştir. Küpe numaralarına göre sığırların kesim öncesi CA tespit edilmiştir. Kesimden öncesi ve sonrası mezbaha veteriner hekimi tarafından hayvanların klinik muayenesi yapılmıştır. Kesilen örnek hayvanların iç organları çıkartıldıktan sonra SKA ölçülmüştür. Fortes vd. (2009) göre; karkaslar kesim sonrası +4 ºC sıcaklığa sahip soğuk depoda 24 saat dinlendirildikten sonra kasap yardımıyla dinlenilmiş etten 12. -13. kaburgalar arası

MLD kasının da dahil olduğu 1 Kg antrikot çıkartılarak pH değeri ve sıcaklığı ölçülmüştür.

3.2.1.1. Canlı Ağırlık

Hayvanların kesilmeden önce kulak numaralarına göre belirlenen ağırlığıdır. Danaların büyümesi, doğumdan standart yaşam evrelerine kadar canlı ağırlıktaki artışla temsil edilir (Forni vd., 2007). CA, varyasyonun genetik ve çevresel kaynaklarından etkilenir (Krupa, Oravcová, Polák, Huba, Krupova, 2005). CA özelliklerinde varyasyonu düzenleyen genlerin tam sayısı ve kimliği bilinmemektedir; ancak Deoksiribonükleik asit (DNA) teknolojisi sayesinde sığırlarda CA özellikleriyle ilişkili birçok gen tanımlanmıştır (Dekkers ve Hospital, 2002; Widmann vd., 2013).

3.2.1.2. Sıcak Karkas Ağırlığı

Kollar ve butlardan oluşan takım halindeki kemikli etin soğuk hava deposuna koyulmadan önceki tartımı.

3.2.2. Et Kalitesinin Belirlenmesi

Et kalitesinin belirlenmesinde, örnek olarak alınan sığır antrikotlarının pH ölçümlerinin yapılması, MS değerlendirilmesi, etin renk değerlendirilmesinin yapılması ve WBSF cihazında tekstür analizlerinin yapılması için örnekler Trakya Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (TÜTAGEM) laboratuvarına getirilmiştir ve analizler burada gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1. MLD Kasının MS Analizi

Teira vd., (2003); Li vd.,'ne (2013) göre yapılmıştır. Öncelikli olarak MS analizi için TÜTAGEM'e getirilen her bir örnekten (1 kg antrikottan) 2,5 cm kalınlığında antrikot kası enine kesilmiştir. Kas liflerinin enine kesilen et örneği 16 megapiksel çözünürlüğünde SONY XA-ULTRA marka telefon ile fotoğrafı çekilmiştir. 100 adet örneğin çekilen fotoğrafları üzerinde Digimizer yazılım programı kullanılarak MLD kasının 12. ve 13. kaburgalar arası kesit alanı ve antrikottaki yağ dağılımı oranı hesaplanmıştır (şekil 3.3., şekil 3.4.).

Measurement	Area	Unit
Total Area	142505,6819	px
Area	3012,620027	px
Area	5480,239694	px
Area	1955,281207	px
Area	2890,260631	px
Area	3896,021948	px
Area	969,2729767	px
Area	320,1646091	px
Area	488,340192	px
Area	341,2894376	px
Area	677,6406036	px
Area	307,2702332	px
Area	208,5048011	px
Area	436,7626886	px
Area	165,7064472	px
Area	225,5144033	px
Area	513,5734072	px
Total Fat	21888,46331	



Şekil 3.3. Tüm Alan ve Antrikottaki Yağ Dağılım Alanı [Pixel (Px)]

Measurement	Area	Unit
Total Area	272471,8545	px
Area	4328,355969	px
Area	757,4872447	px
Area	1079,843477	px
Area	3984,043585	px
Area	30256,57549	px
Area	1250,502658	px
Area	1674,655595	px
Area	619,7622911	px
Area	1705,593809	px
Area	477,047303	px
Total Fat	46133,86742	

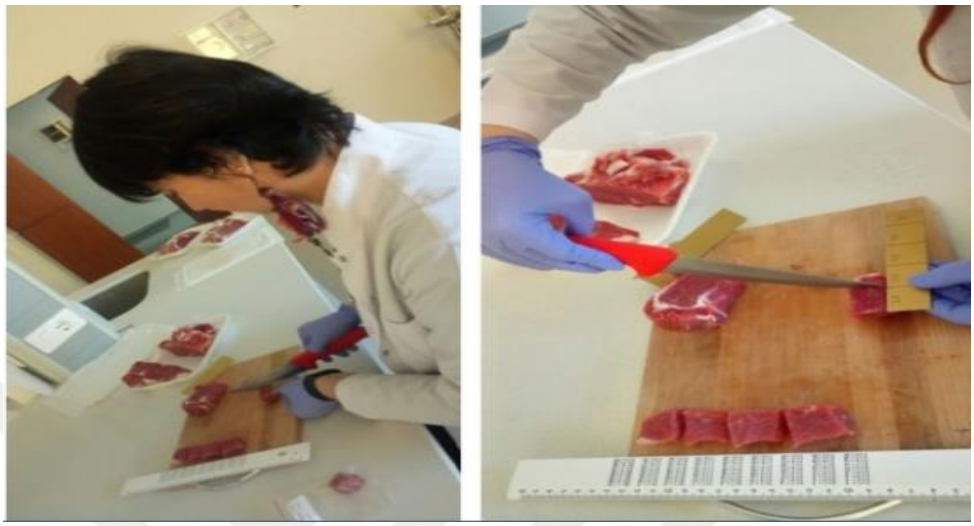


Şekil 3.4. Tüm Alan ve Antrikottaki Yağ Dağılım Alanı [Pixel (Px)]

3.2.2.2. Tekstür Analizi

Casas vd. (2005); Fortes vd. (2009); Giusti vd., (2013); Mateescu vd., (2014), Kök ve Atalay (2018) göre yapılmıştır. Tekstür analizi için her bir örnekten 3'er adet 7. gün çiğ ve 7. gün pişmiş ile 14. gün çiğ ve 14. gün pişmiş et örneği koymak için 12 adet poşet hazırlanmıştır. Şekil 3.5.'te gösterildiği gibi her bir örnekten 2,5 cm'lik küp şeklinde 3'er adet parça et kesilip bu etler etiketlenmiş poşetlere konulmuştur (şekil 3.6.). Tekstür analizleri için MLD örnekleri 7 gün boyunca buzdolabında +4 ºC'de olgunlaştırılarak 7. gün analizlerine uygun hale getirilmiştir. pH değeri 6,02'nin üstündekiler değerlendirilmeye alınmamıştır. Yedi gün süreyle etlerin olgunlaşması

beklendikten sonra 14. gün analizleri için örnekler -20 ºC'de dondurularak saklanmıştır. 14. gün analizleri için örnekler bir gün önceden +4 ºC'ye alınarak çözündürülmüş ve gerekli analizlere hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.5. Örneklerin Hazırlanması



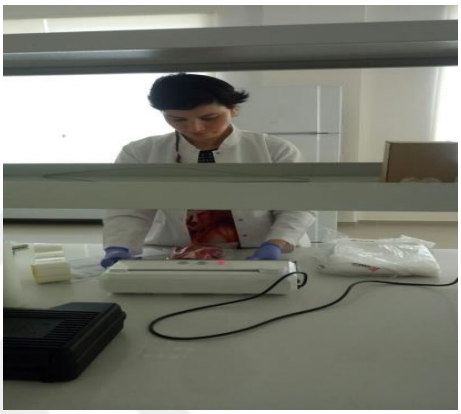
Şekil 3.6. Örneklerin Poşetlenip Saklanması

Tekstür cihazında, WBSF bıçağı ile 7. gün çiğ ve pişmiş et tekstür analizleri için her bir örnekten alınan 3'er adet 2,5 cm'lik küp şeklindeki örnekler buzdolabında +4 ºC'de 7 gün boyunca bekletilerek etin olgunlaşması sağlanmıştır (Parra-Bracamonte vd., 2014). Yedinci gün çiğ ve pişmiş et analizlerinde öncelikle pişmiş et

tekstürü için +4 ºC'de bekletilen etler İSOLAB marka su banyosunda 80 ^{o}C' de 45 dakika pişirilip oda ısısında (20-22 ºC) içi su dolu bir beherde bekletilmiştir (şekil 3.7.). Etler Cho vd.'ne (2017) göre pişirilmiş ve etler soğutulmadan önce iç sıcaklığı 72ºC olarak ölçülmüştür. Normal oda ısısı suyunda bekletildikten sonra 3 adet pişmiş et örneği ve 3 adet çiğ et örnekleri tekstür cihazında WBSF bıçağı kullanılarak tekstür analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.7. Etlerin Su Banyosunda Pişirilmesi

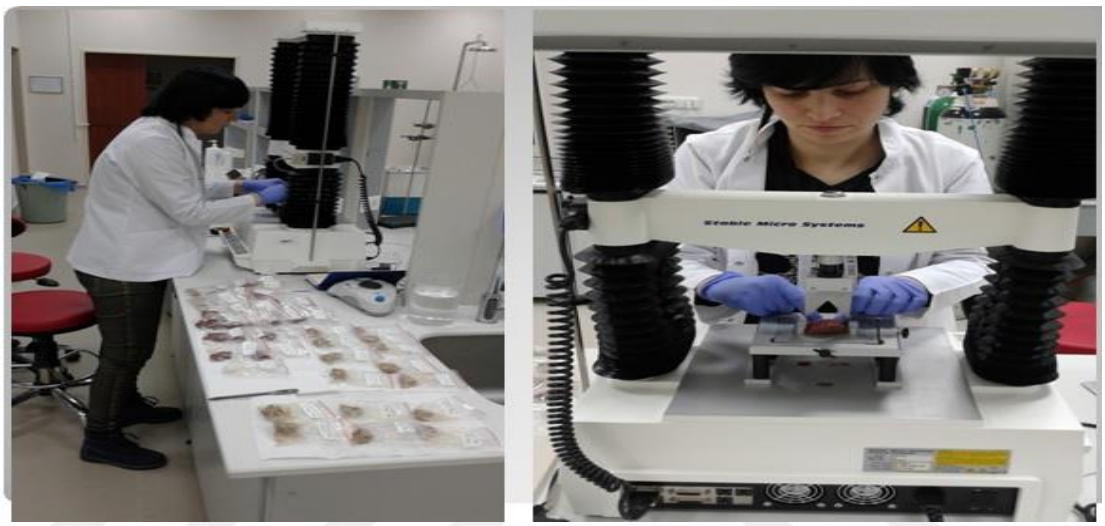


Şekil 3.8. Etlerin Vakumlanması

Aynı şekilde 14. günde de benzer analizlerin tekrarını yapmak için et örnekleri analiz gününe kadar -20 ºC' de dondurularak bekletilmiştir. Yukarıdaki şekil 3.8.'te gösterildiği gibi vakumlanıp dondurulmuş et örneklerinin her biri analiz gününden bir gün önce (13. günde) +4 ºC' ye alınarak çözündürülmesi sağlanarak analizler yapılmıştır. Dondurma işlemi hızlı bozunan gıdaların uzun süre korunması amacıyla kullanılan en başarılı ve eski yöntemlerden bir tanesidir. Dondurma, kimyasal reaksiyonları yavaşlatarak dokulardaki mikrobiyal aktiviteyi azaltmaktadır. Buna bağlı olarak ta gıdanın raf ömrü artmaktadır. Donmuş gıdaların görünümü, doku, aroma ve besin değeri taze gıdaya yakın olduğu için dondurma işlemi tüketiciler tarafından tercih edilmektedir (Pérez-Chabela ve Mateo-Oyagüe, 2004; Venugopal, 2006).

Şekil 3.9. ve 3.10.'da belirtildiği gibi MLD kası liflerinin kesilme direnci, Stable Micro System Texture Analyser TA-HD Plus tekstür analiz cihazı ve Exponent 32 yazılımı kullanılarak ölçülmüştür. Ölçüm başlığı olarak Warner-Bratzler V-şekil kesme bıçağı kullanılarak kesme kuvveti ölçülmüştür (şekil 3.11.). 250 kg kapasiteyle

10 mm/sn ilerleme hızı ile et örnekleri kesilmiştir. MLD kasından alınan 3 örnek (çiğ ve pişmiş örnekler), her bir örnek için WBSF bıçağının kesmesi sırasında uygulanan en yüksek kuvvet (kg/cm^2) ve kuvvet×zaman grafiği bilgisayara kaydedilmiştir. Bir hayvanın bir kasına ait pik kesme kuvveti değeri (peak shear force) 3 örnekten elde edilen ölçümlerin ortalaması alınarak belirlenmiştir. Kesme sırasında uygulanan kuvvet etin sertliği olarak kaydedilmiştir (şekil 3.12., şekil 3.13.).



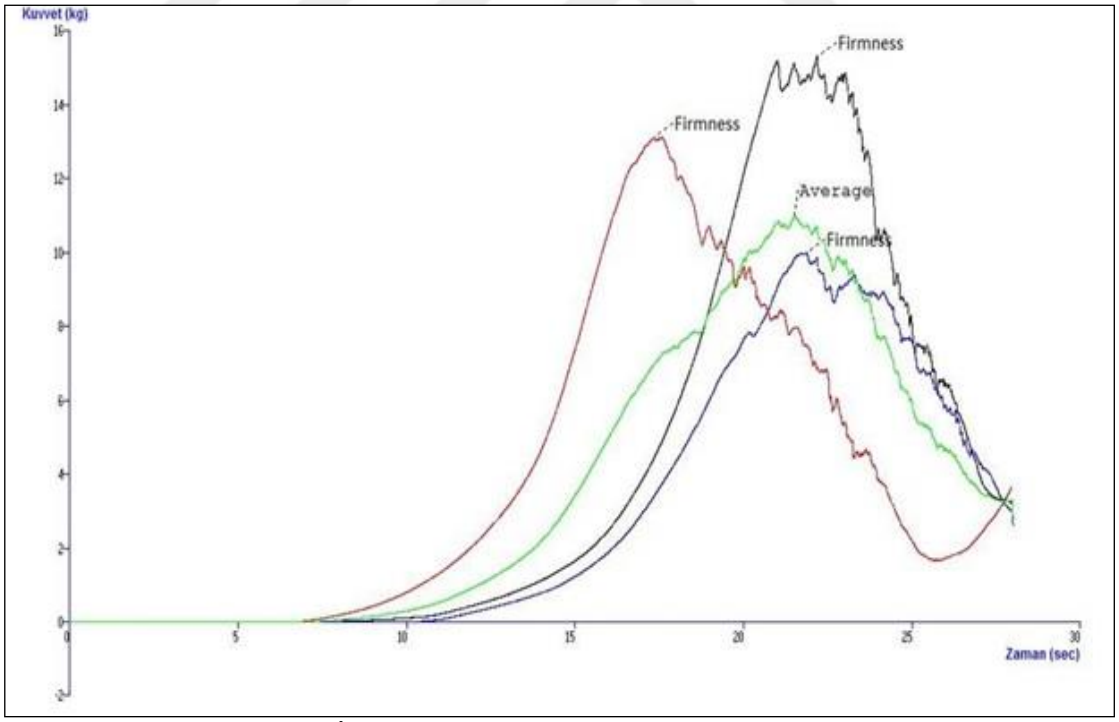
Şekil 3.9. Stable Micro Systems Texture Analyzer TA-HD Plus Tekstür Analiz Cihazında Etin Tekstürünü Belirleme Çalışması



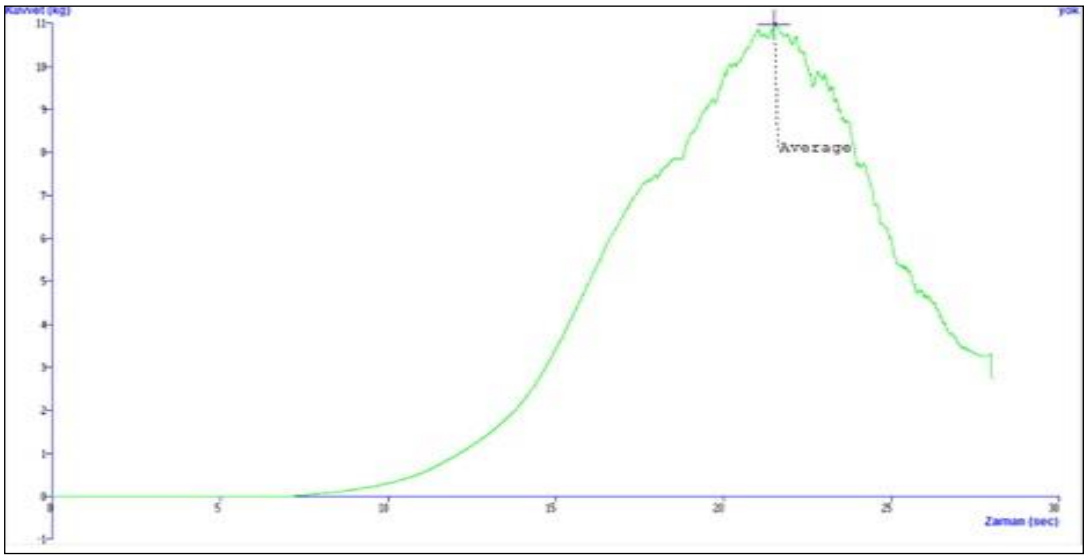
Şekil 3.10. Tekstür Analizi Ölçümlerinin Yapılışı



Şekil 3.11. WBSF Bıçağı İle Tekstür



Şekil 3.12. WBSF Bıçağı İle (7.) Gün Pişmiş Et Tekstür Analizi Pik ve Ortalama (Average) Değerlerinin Grafikte Kesimini Gösteren Kuvvet (Kg) × Zaman (Sn) Grafiği



Şekil 3.13. Üç Parça Pişmiş Et Örneğinin Tekstür Analizi Ortalamasını Gösteren Kuvvet (Kg) × Zaman (Sn) Grafiği ve Pik Ortalama (Average) Değeri

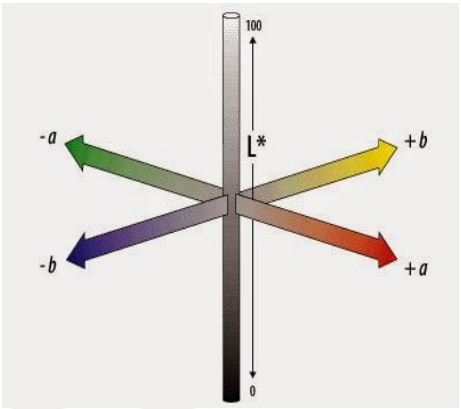
3.2.2.3. Renk Analizi

Renk ölçümü için 3 adet poşet hazırlanıp her bir hayvanın küpe numarası ile kesim tarihi etiketlere yazılarak bu poşetlere yapıştırılmıştır. Hazırlanan poşetlere 2,5 cm'lik küp şeklinde kesilen parça etler konularak 7 gün boyunca +4 ºC'de bekletilerek analize hazır hale getirilmiştir. Et rengine ait ölçümler, + 4 ºC' de olgunlaşması için 7 gün boyunca bekletilen her bir et örneğinden alınan 3'er adet 2,5 cm'lik küp şeklindeki çiğ ve pişmiş et örnekleri üzerinde yapılmış ve bu üç ölçümün ortalaması alınmıştır. Et renginin ölçümünde L*a*b* sistemi ile ölçüm yapan Konica Minolta Spektrofotometre CM 5 marka cihaz kullanılmıştır (şekil 3.14.) (Pinto vd., 2011; Li vd., 2013; Cho vd., 2017; Ardıçlı vd., 2018). Etlerin renk ölçümleri Hunter Renk Sistemine göre ölçülmüştür. Hunter-Lab Renk Sitemine göre ölçüm yapılan cihazda L* (100:Beyaz, 0:Siyah), a* [(+):Kırmızılık, (-):Yeşillik], b* [(+):Sarılık, (-): Mavilik] renk parametreleri elde edilmiştir. Yani bu sistemde yapılan ölçümlerde üç temel renk parametresi L*a*b* sayısal verilerle belirlenmektedir. L* için ölçüm aralığı 0 ile 100 arasında değişmekte olup 0 değeri siyahı, 100 değeri ise beyaza karşılık gelmektedir. a* ve b* için ise ölçüm aralığı –60 ile +60 arasında değişmektedir. a*'da değerler düştükçe renk yeşile yaklaşırken, değerlerin yüksek olması rengin kırmızıya doğru yaklaştığını ifade etmektedir. Diğer taraftan b*'de düşük değerler daha maviyi, yüksek değerler ise daha sarıya karşılık gelmektedir (Murray, 1995; Kayaardi ve Gök, 2003).

CIELAB (D65/10°) renk sisteminde okuma Honikel'e göre (1998) yapılmıştır. L*a*b* renk uzayı şekil 3.15. te gösterilmiştir.



Şekil 3.14. Konica Minolta Cihazında Renk Ölçümü



Şekil 3.15. L*a*b* Renk Uzayı (Technical Guides, 2019)

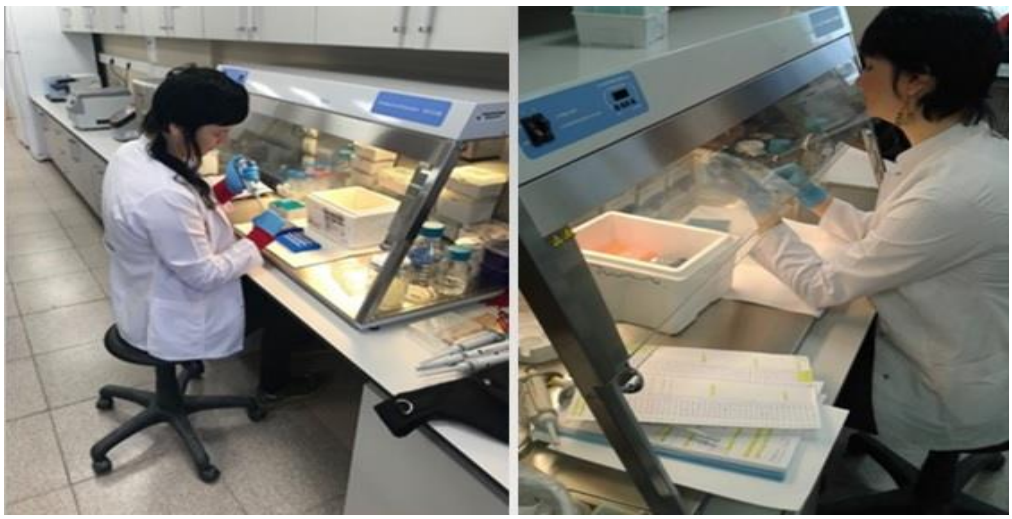
3.2.2.4. Et pH 'sı ve Et Sıcaklığı

Li vd., göre (2013) ette pH ölçümleri HANNA instruments HI 91 24 marka portatif pH metre yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Her ölçüm öncesinde pH metre pH 7.01 ve pH 4.01 tampon çözeltisine göre kalibre edilmiştir. Kesimden sonra +4 ºC 'de 24 saat dinlenmeye bırakılan örneklerimizden 24 saat sonra kasap yardımıyla dinlenilmiş ve olgunlaşmış örnek karkasın 12. ve 13. kaburgalar arası MLD kasının da dâhil olduğu 1 kg antrikot örneği çıkartılmıştır. İlk pH ölçümü, bu çıkarılan antrikot üzerine cam elektrot ve sıcaklık probu saplanarak pH değeri ve sıcaklığı ölçülmüştür. Örnekler 7. gün pH analizi için Takaje marka vakum cihazı ve 20 × 30 cm'lik kabartmalı vakum poşetleriyle vakumlanarak 7 gün boyunca +4 ºC'de bekletilmiştir. İkinci pH ölçümü 7. günde +4 ºC'de 7 gün boyunca bekletilmiş örneklerde yapılmıştır. İkinci bir ölçüme geçilmeden önce pH metrenin elektrodu ve sıcaklık probu % 96'lık etil alkol ile silinerek temizlenip distile suyla yıkanmıştır. Örneklerin 7. gün pH analizi için vakum cihazıyla vakumlanarak 7 gün boyunca +4 ºC'de bekletilip pH ölçümleri yapıldıktan sonra tekrar vakumlanarak -20 ºC'de 14. gün pH analizlerine hazır hale getirilmiştir. Üçüncü pH ölçümü ise 14. günde -20 ºC'de dondurulup bir gün öncesi çözündürülen MLD örneklerinde yapılmıştır. İkinci ve üçüncü pH ölçümleri de yine

aynı şekilde cam elektrot ve sıcaklık probu ete saplanarak ölçüm yapılmıştır. pH değeri 6,02'nin üstünde olan örnekler değerlendirmeye alınmamıştır.

3.2.3. Moleküler Markör Analizleri

Tüm moleküler analizler, Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümünün Biyoteknoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir (şekil 3.16.).



Şekil 3.16. Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü Biyoteknoloji Laboratuvarında Genetik Çalışmalar

3.2.3.1. DNA İzolasyonu

DNA izolasyonu için 1 adet poşet hazırlanıp her bir hayvanın küpe numarası ile kesim tarihi etiketlere yazılarak bu poşete yapıştırılmıştır. Hazırlanan bu poşete 2,5 cm'lik küp şeklinde kesilen 3 adet parça et konularak 7 gün boyunca +4 ºC'de bekletildikten sonra genetik temelli çalışmalar için -20 ºC'ye alınarak saklanmıştır. Kök ve Atalay'a (2018) göre her bir sığır örneği dokusundan alınan örnekler doku kitleriyle parçalandıktan sonra elde edilen ürün, Bioneer ExiPrep^{TM} 16Plus Genomik DNA inovation robotu ve DNA izolasyon kartuşundaki (K-3225) kitler kullanılarak genomik DNA'sı izole edilmiştir (şekil 3.17.).



Şekil 3.17. DNA İzolasyon Robotu



Şekil 3.18. DNA İzolasyonu

Yukarıdaki şekilde (3.18.) gösterildiği gibi,

-Hayvan dokusundan 40 mikrogram (µg) doku ince bir şekilde bistüri bıçağı ile kazınarak 1,5 mililitre (ml) santrifüj tüplerine konmuştur.

-Her kazıma işlemi sonunda bistrü % 3'lük hidrojen peroksit (H_2O_2) içine daldırılıp peçeteyle silinmiştir. Daha sonra distile sudan geçirilmiştir.

-1000 cc RNase Water 20 µg proteinaz K içine konup Biosan Vorteks V-1 plus marka vorteks ile karıştırılarak çözündürüldü ve 40 µg örnek dokuların bulunduğu her bir tüpe 20 µL proteinaz K çözeltisinden konmuştur.

-Daha sonra her bir örnek tüpe 200 mikrolite (µL) Lysis Buffer ilave edildi ve tüplerin kapakları sıkı bir şekilde kapalı olup olmadığı kontrol edilerek vorteks cihazında doku örneği ile karıştırılmıştır.

-Vorteksleme işleminden geçirilen örnekler HERMLE (Z 216 MK) marka santrifüjde 13 000 rpm'de oda sıcaklığında (20 ºC -25 ºC) 5 dakika (dk) santrifüj edilmiştir.

-Santrifüjden sonra dokuların parçalanması için 60 ºC' de 2 saat THERMO SHAKER'da inkübe edilmiştir.

-Thermo shakerdan sonra örneklerimiz tekrar 13 000 rpm'de 5 dk santrifüj edilerek substratlar tüplerin dibine çöktürülmüştür.

-Çalışmaya başlamadan önce Bioneer Exiprep™ 16Plus marka DNA izolasyon Robotuna boş DNA izolasyon tüpleri, tek kullanımlık filtreli pipetler ve atık kutusu yerleştirildi ve ultra viyole (UV) lambasına basılarak sterilizasyon sağlanmıştır.

-Santrifüjden çıkan parçalanmış doku örnekleri DNA izolasyon robotunun 1 numaralı kartujlarına yüklenmeden önce kartujlar delme aletiyle delindi ve örnekler 1 numaralı kartujda örnek yükleme kuyularına 1. sırada A1-A8 ve 2. Sırada B1-B8 sırasına göre 200 µL yüklenmiştir. DNA izolasyon robotu bir defada 16 örneğin DNA'sını izole etmektedir.

-Sterilizasyon sağlandıktan sonra DNA izolasyon robotuna 1 ve 2 numaralı kartujlar yerleştirildi ve gerekli kontroller yapıldıktan sonra hayvan doku koduna göre start verilerek DNA izolasyonu otomatik olarak aynı standartlarda çalışılmıştır.

Yüzde üçlük H_2O_2 Hazırlama:

H_2O_2'i ilk kez 1818 yılında Thennard yaş kimyasal metotla yani Baryum peroksitle (BaO_2) nitrik asidin (HNO_3) tepkimesinden üretmeyi başarmıştır. BaO_2 takiben hidroklorik asit (HCl), hidroflorik asit (HF) gibi asitlerle de aynı tepkimeler denenerek H_2O_2 üretilmiştir. Daha sonraki yıllarda da suyun elektrolizi üzerinden H_2O_2 üretimi denenmiş ve 1878 yılında ilk üretim gerçekleşmiştir (İnovatif Kimya Dergisi, 2018; Terem, 1968). H_2O_2'in antimikrobiyel etkisi yaklaşık yüz yıldan beri bilinmektedir. Bu sebeple tıbbi alet ve ekipmanların dezenfeksiyonu amacıyla kullanılmaktadır (Klapes ve Vesley, 1990; Simons, Smilanick, John, Margosan, 1997). H_2O_2 konsantrasyon ve sıcaklığı uygulama süresine bağlı olarak özellikle % 3'ün altındaki konsantrasyonlarda kalıntı bırakmadığı ve birçok gıdanın renk ve tekstürünü olumsuz etkilemediği ortaya konmuştur (Fallık, Ahoroni, Grinberg, Copel, Clein, 1994; Sapers ve Simmons, 1998). Geniş spektrumludur. % 3' lük H_2O_2 çözeltisi düşük düzey dezenfektan olarak cansız yüzeylerde efektif ve kalıcı bir dezenfeksiyon sağlar ve H_2O_2 sudaki % 3'lük solüsyonları tıpta uzun yıllar antiseptik olarak kullanılmıştır Bu nedenle doku kazımada kullanılan bistürinin dezenfeksiyonu için % 3'lük H_2O_2 tercih edilmiştir. H_2O_2 ile dezenfeksiyonu gerçekleştirilen bistüri saf su ile çok iyi durulanmıştır (Dağlı, Özyurt ve Canbazoğul Akalın, 2010; Günaydın, Perçin, Esen ve Zenciroğlu, 2015).

100 ml'de	3ml H_2O_2
250 ml'de	X

X= 7,5 ml H_2O_2

100 ml ⟶ 97 ml saf su +3 ml H_2O_2

250 ml ⟶ 242,5 ml saf su + 7,5 ml H_2O_2 olacak şekilde % 3 'lük konsantrasyonda H_2O_2 hazırlanmıştır.

3.2.3.2. DNA Miktar ve Kalite Tayini

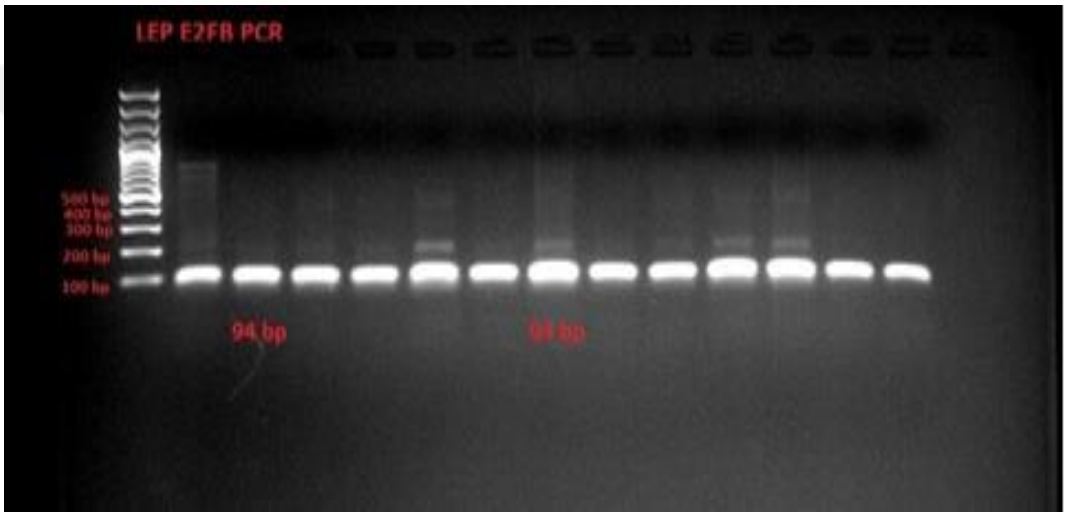
DNA izolasyon robotundan çıkan örnekler Optizen marka NanoQ Nanodrop cihazında 260/280 absorbans değerleri ölçülmüştür (şekil 3.19.). İlk önce cihazın okuma bölgesine 2µL Nuklear Free Water (NFW) konularak 3 tekerrürlü ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra her bir örnekten 2 µL DNA alınıp okuma bölgesine yerleştirilmiş ve 260 nm dalga boyunda ölçümü yapılarak örneğin µl'sinde bulunan ng cinsinden DNA miktarı belirlenmiştir. Protein kontaminasyonu olup olmadığı OD_{260}/OD_{280} oranına bakılarak belirlenmiştir. OD_{260}/OD_{280} oranı yaklaşık 1,8 olan örneklerin protein kontaminasyonu içermediği varsayılmıştır. Örnek ölçümleri bittikten sonra tekrar 2µL NFW konularak 3 tekerrürlü ölçümleri yapılıp cihaz kapatılmıştır (Ardıçlı vd., 2018).



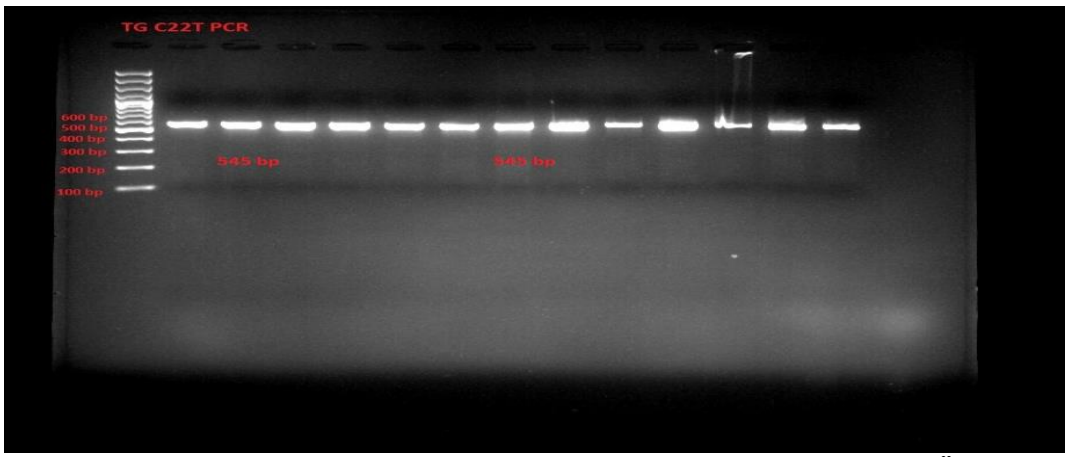
Şekil 3.19. Nanodrop Cihazı

İzole edilen genomik DNA'ların (gDNA) kalite tayinini yapmak için Thermo sciencitific marka agaroz jel elektroforezi kullanılmıştır. Her örnekten yaklaşık 50-100 ng gDNA, distile su ve 6x DNA Loading Dye yükleme boyası ilavesi ile son hacim 35µl olacak şekilde 0,2 µl'lik tüplere hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler % 0,8 konsantrasyonlu ve 6 µl Ethidium Bromür (EtBr) içeren 200 ml agaroz jele yüklemesi yapılarak JUNYI JY300C marka elektroforez cihazıyla 120 Volt (V), 80 miliamper (mA) akımda 30 dk yürütülmüştür. Elektroforez işlemi tamamlandıktan sonra DNR

marka BioImaging Systems Minibis Pro jel görüntüleme cihazı kullanılarak jele yüklü gDNA'lar UV ışığı altında görüntülenmiştir. Görüntülenen gDNA Image Source from Spectronics Corporation programı ile fotoğraflama işlemi gerçekleştirilmiştir. Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ürünleri için, 3 µl 6x DNA Loading Dye yükleme boyası ilavesi ile son hacim 15µl olacak şekilde % 2 konsantrasyonlu ve 6 µl EtBr içeren 200 ml agaroz jele yüklemesi yapılarak 120V, 80mA akımda 60 dk yürütülmüştür. Elektroforez işlemi tamamlandıktan sonra jel görüntüleme cihazı kullanılarak UV ışığı altında PCR ürünleri görüntülenmiştir (şekil 3.20., şekil 3.21.).



Şekil 3.20. LEP Geni E2FB SNP'yi Kapsayan Hedef DNA PCR Ürününün Jel Elektroforezinde Görüntüsü



Şekil 3.21. TG Geni TG5 (C422T) SNP' yi Kapsayan Hedef DNA PCR Ürününün Jel Elektroforezinde Görüntüsü

10X Tris Borat Edta (TBE) ‘den % 5’lik (0,5X) TBE Hazırlanması:

Elektroforez tankı haznesini doldurmak ve jeli hazırlamak amacıyla 10X TBE tamponu uygun miktarda 0,5X TBE tamponu elde etmek için seyreltilmiştir. 200 ml jel dökmek için 1000 ml’lik % 5’lik TBE hazırlanmıştır.

100 ml saf suda	5 ml TBE varsa
1000 ml saf suda	X

X=50 ml TBE

950 ml saf su + 50 ml TBE ⟶ 1000 ml’ye tamamlanarak % 5 konsantrasyonlu TBE (0,5X TBE) hazırlanmıştır.

Jelin hazırlanması ve dökülmesi:

200 ml % 2’lik bir agaroz jel hazırlamak için; toz halindeki agarozdan 4 gram (g) agaroz tartılıp bir erlen içerisine dökülmüştür. Üzerine 200ml 0,5X TBE ilave edilerek mikrodalga fırında agaroz tamamen çözülünceye kadar kaynatılmıştır. Mikrodalga fırın örnek kaynamaya başlayana kadar 250 ºC’de çalıştırılmıştır. Aralıklarla erlen mikrodalgadan çıkarılıp çalkalanmıştır. Kaynama başladıktan sonra mikrodalganın ısısı düşürülmüştür. Tamamen eriyene kadar çalkalanarak ısıtılmıştır. Agaroz tamamen çözündükten sonra katılaşmamasına dikkat edilerek oda sıcaklığında (20 ºC’de) soğuması için beklenmiştir. 200 ml jel için 6 µL EtBr eklenmiştir. EtBr çalkalanarak tüm çözeltiye dağılması sağlanmıştır. Temiz, kuru ve plastik WEALTEC (Wealtec Corp model: GES) marka jel elektroforez tankının kenarları uygun bloklarla kapatıldıktan sonra agaroz jelde yükleme kuyucuklarının oluşması için 200 ml'lik jel için 15 kuyucuk oluşturan tarak yerleştirilmiştir. Jel tankında tarakların doğru olarak yerleştirilip yerleştirilmediği kontrol edildikten sonra jel üzerinde herhangi bir kabarcık kalmamasına dikkat edilerek jel yavaşça dökülmüştür. Oluşan kabarcıklar bir pipet ucuyla jelin içinden tankın kenarlarına doğru çekilmiştir. Agaroz jelin katılaşması için oda ısısında 15–30 dk bekletildikten sonra tankın kenarlarındaki bloklar ve tarak dikkatlice çıkarılıp, jel tankında elektroforez haznesine yerleştirilmiştir. 0,5X TBE Elektroforez tamponu (agarozu hazırlamak için

kullanılan aynı tampon) jelin üstünü kapatana kadar yani tampon kuyucukların üstüne 1-2 cm çıkana kadar TBE ile doldurularak kullanıma hazır hale getirilmiştir.

3.2.3.3. Hedef DNA Bölgesini Çoğaltma

De Oliveira vd., (2013) göre toplam 25 µL hacimli PCR amplifikasyon çözeltisi kullanılmıştır. Reaksiyon çözelti içeriğinde; 12,5 µL master mix 2X [(Thermo Scientific Dream Taq Hot Start Green PCR Master Mix (2X)], 5,5 µL distile edilmiş su (H_2O), 1 µL forward primerden (10pmol/ µL), 1 µL reverse primerden (10pmol/ µL) ve 5 µL DNA kalıbından (~75ng/ µL) alınarak 25 µL'ye tamamlanmıştır (çizelge 3.1.). PCR ürünleri Bioneer (My Genie 96 Thermal Block) marka cihazında TG geninin 5' Promotor bölgesinden 545 (C422T) bp'lik, LEP geninin ekzon 2 bölgesinden 94 (E2FB) ve 467 (E2JW) bp'lık hedef DNA'lar çoğaltılmıştır (çizelge 3.2.). Dehidre olarak teslim alınan primerleri Sentegen -TR 100 µM stok haline getirebilmek için firmanın primer kullanım kılavuzunda '100 µM stok- µL TE' başlıklı sütunda belirtilen miktar kadar alınan NFW ile pipetaj yaparak çözündürülmüştür. Çözündürülmüş forward ve reverse primerleden 10 µL alınıp üzerine 90 µL NFW 0,5'lik ependorf tüplerinde pipetajla sulandırılarak 10pmol/ µL konsantrasyon elde edilmiştir.

Çizelge 3.1. Hedef DNA Bölgelerinin 545 (C422T), 467 (E2JW), 94 (E2FB) Bp'lik DNA Bölgelerinin Amplifikasyonu İçin Bir Örneğe İlişkin PCR Karışımı

Materyaller	Reaksiyon karışımındaki konsantrasyon
Kalıp DNA	5 µL (~75ng/ µL)
PCR master mix (2X)	12,5 µL
Primer- Forward	1 µL (10pmol/ µL)
Primer- Reverse	1 µL (10pmol/ µL)
Distile su	5,5 µL
Toplam	25 µL

Çizelge 3.2. Kullanılan Primer Sekansları ve Amplifikasyon Ürünleri

Gen	Markör	Primerlerin Sekansları (5'-3')	Ürün (bç)	Referans alınan kaynak
LEP	E2JW	Forward: GATTCCGCCGCACCTCTC	467	Konfortov vd., 1999; Laganigro vd., 2003; Schenkel vd., 2005;De Oliveira vd., 2013
		Reverse: CCTGTGCAAGGCTGCACAGCC		
	E2FB	Forward: ATGCGCTGTGGACCCCTGTATC	94	Buchanan vd., 2002; Schenkel vd., 2005; De Oliveira vd., 2013
		Reverse: TGGTGTCATCCTGGACCTTCC		
TG	C422T	Forward: GGGATGACTACGAGTATGACTG	545	Barendse, 1999; Shin ve Chung, 2007
		Reverse: GTGAAAATCTTGTGGAGGCTGTA		

Hedef DNA Bölgesi Primer Sekansları ve Restriksiyon enzimleri:

Markör**:** LEP geni Ekzon 2'de 252. pozisyonundaki SNP (A/T) Tyr/Phe a.a. polimorfizmine de neden olmaktadır (Konfortov vd., 1999; Lagonigro vd., 2003; Schenkel vd., 2005, De Oliveira vd., 2013).

SNP Adı: E2JW

Aminoasit değişimi: Tyr/Phe

Restriksiyon enzimi: *BSU15I*

Restriksiyon yeri: TT^CGAT (erişim no: AY138588)

Primerler:

Forward (5'- GATTCCGCCGCACCTCTC -3')

Reverse (5'- CCTGTGCAAGGCTGCACAGCC -3')

Markör: LEP geni Ekzon 2'de 305. pozisyonundaki SNP (C/T) Arg/Cys a.a. polimorfizmine de neden olmaktadır (Buchanan vd., 2002; Schenkel vd., 2005, De Oliveira vd., 2013)

SNP Adı: E2FB

Aminoasit değişimi: Arg/Cys

Restriksiyon enzimi: K*pn2I*

Restriksiyon yeri: TT^CCGG (erişim no: U50365)

Primerler:

Forward 5'- ATGCGCTGTGGACCCCTGTATC - 3'

Reverse 5' - TGGTGTCATCCTGGACCTTCC -3'

Markör: TG Genindeki Markör 5' Promotor bölge 422. Pozisyondaki C/T polimorfizmidir (Barendse, 1999, Shin ve Chung, 2007)

SNP Adı: C422T

Aminoasit değişimi: C/T polimorfizmi

Restriksiyon enzimi: *MBOI*

Restriksiyon yeri: G ^GATC (erişim no: X05380)

Primerler:

Forward 5'- GGGATGACTACGAGTATGACTG -3'

Reverse 5'- GTGAAAATCTTGTGGAGGCTGTA -3'

Hedef DNA bölgesini çoğaltabilmek için uygun primer bağlanma sıcaklıklarını belirlemede şekil 3.22.'de gösterildiği gibi Prime marka gradient-PCR ısı derecelendirmesi yapılmıştır. Sıcaklık optimizasyonu sağlandıktan sonra referans aldığımız makalelerdeki protokolden de yola çıkarak çizelge 3.3, çizelge 3.4 ve çizelge 3.5'te belirtildiği protokoldeki gibi Touch-Down PCR yapılarak hedef DNA bölgesi çoğaltılmıştır. -20 ºC' de saklanan izole DNA'lardan ilk önce 14 örneğin, PCR 'da hedef gen bölgeleri çoğaltılarak jel elektroforezine yüklenmiştir. Hedeflenen bölgede bant oluşumunu gözlemledikten sonra geriye kalan 86 örneğin de PCR işlemi yapılmıştır. Böylece 100 adet örneğin hedef gen bölgelerinin çoğaltılması tamamlanmıştır. Bu işlemler LEP Geni 2. Ekzon (E2FB, E2JW) ve TG Geni 5' Promotor Bölge (TG5) için ayrı ayrı tekrarlanmıştır.



Şekil 3.22. Gradient PCR

Çizelge 3.3. LEP E2JW Markör Touch-Down PCR Protokolü

	Sıcaklık	**Süre**	**Döngü**
Denatürasyon	94 ºC	2 dk	1
Bağlanma	94 ºC	20 sn	5
	58 ºC	20 sn	
	72 ºC	1 dk	
	94 ºC	20 sn	5
	54 ºC	20sn	
	72 ºC	1 dk	
	94 ºC	20 sn	25
	52 ºC	20 sn	
	72 ºC	1 dk	
Sentez	72 ºC	5 dk	1

Çizelge 3.4. LEP E2FB Markör Touch- Down PCR Protokolü

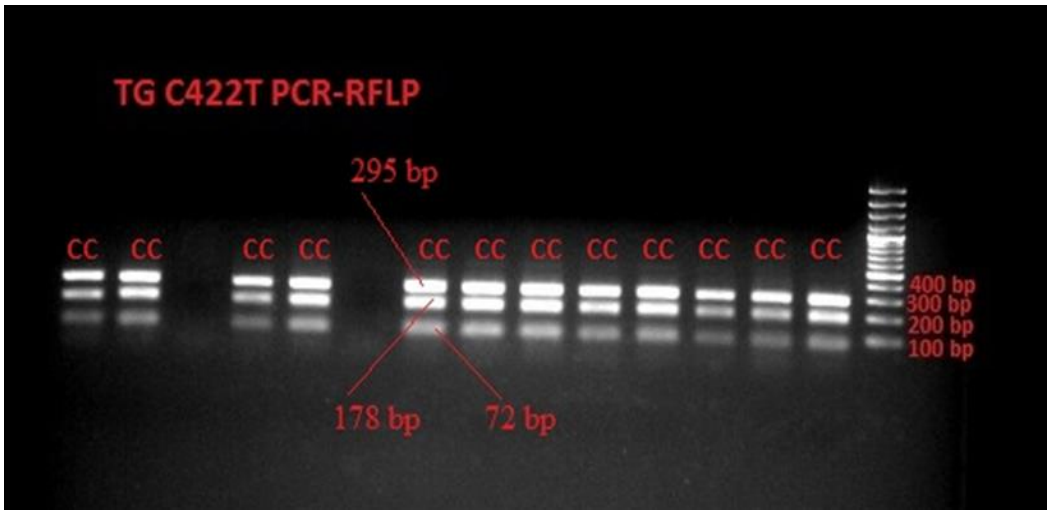
	Sıcaklık	**Süre**	**Döngü**
Denatürasyon	94 ºC	2 dk	1
Bağlanma	94 ºC 52 ºC 72 ºC	45 sn 45 sn 55 sn	35
Sentez	72 ºC	3 dk	1

Çizelge 3.5. TG5 (C422T) Markör Touch- Down PCR Protokolü

	Sıcaklık	**Süre**	**Döngü**
Denatürasyon	94 ºC	5 dk	1
Bağlanma	94 ºC 55 ºC 72 ºC	1 dk 1 dk 1 dk	35
Sentez	72 ºC	7 dk	1

3.2.3.4. PCR-RFLP

Aşağıdaki şekil 3.23.'te gösterildiği gibi Kök ve Atalay'a (2018) göre PCR-RFLP metodu çalışılmıştır. PCR ürünleri restriksiyon endonukleazlar tarafından invitrogen restriksiyon protokolüne göre polimorfik bölgelerinden kesilmiştir. Hedef DNA bölgelerinin kesme işlemi için konsantrasyon içeriği; 2 µL distile H_2O, 2 µL Anza 10X Beyaz restriksiyon buffer, 1 µL LEP geni için 1600 ünite K*pn2I (20 U/* µL) veya 1500 ünite *BSU15I (20 U/* µL) restriksiyon endonukleaz, TG geni için 800 ünite *MBOI (5U/* µL) restriksiyon endonukleaz kullanılmış ve üzerlerine 15 µL PCR ürünü eklenerek 20 µL'ye tamamlanmıştır (çizelge 3.6.). Kesme işlemi 37˚C'de 3 saat (My Genie 96 Thermal Block Bioneer appliance) sürmüştür (çizelge 3.7.).



Şekil 3.23. TG5 (C422T) PCR-RFLP Jel Elektroforez Görüntüsü

Çizelge 3.6. Kullanılan Restriksiyon Endonukleazlar ve Kesim Yerleri

Restriksiyon Endonukleazlar	**Restriksiyon Endonukleazlar Kesim Yeri (5'-3')**	**Izoşimerleri**
Kpn2I	5' T↓ CCGG A 3' 3' A GGCC↑ T 5'	AccIII, Aor13HI, BlfI, BseAI, BsiMI, BspEI, BspMII, Bsp13I, MroI
BSU15I	5' AT↓CG AT 3' 3' TA GC ↑TA 5'	BanIII , Bsa29I, BseCI, BshVI, Bsp106I, BspDI, BspXI, ClaI, BsuTUI, BsiXI, ZhoI
MBOI	5' (A/G) ↓GATC (T/C) 3' 3' (T/C) CTAG↑(A/G) 5'	BstYI, BstX2I, PsuI, XhoII, MflI

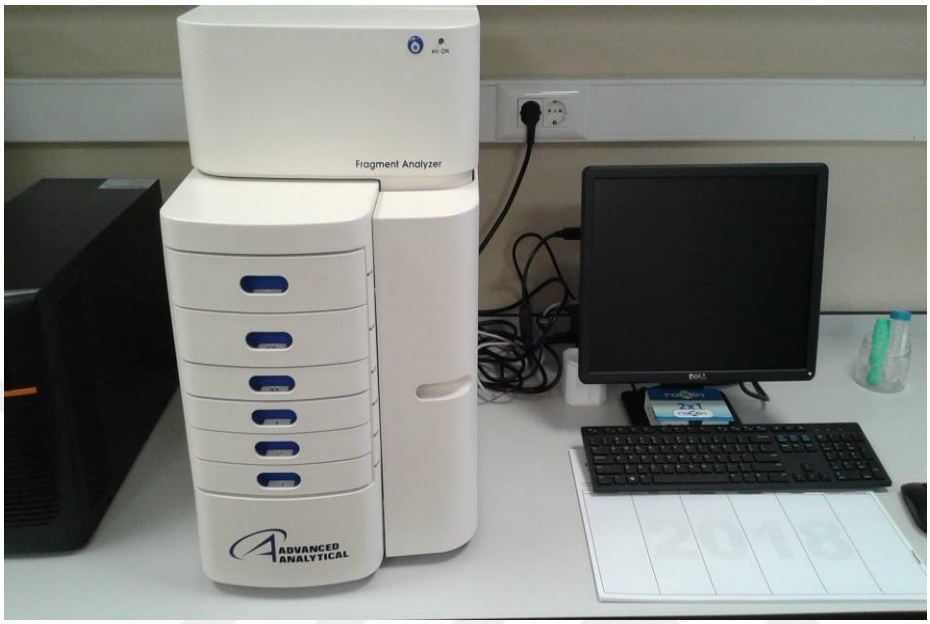
Çizelge 3.7. E2JW, E2FB, C422T Markörlerinin Restriksiyon Kesim Protokolü

Restriksiyon endonukleazlar	**Sıcaklık**	**Süre (saat)**	**Bekleme sıcaklığı**
Kpn2I	37 ºC	3	+8 ºC
BSU15I	37 ºC	3	+8 ºC
MBOI	37 ºC	3	+8 ºC

3.2.3.5. İleri Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez İle Genotiplerin Belirlenmesi

Kapiler elektroforez, temel ilkesi jel elektroforezine dayanan kılcal silika borucuklar içinde yüksek voltaj altında, yüklü DNA fragmentlerinin boyutlarına göre, hızlı ve yüksek çözünürlükte ayırımını sağlayan bir elektroforez tekniğidir. Bu tez çalışmasında PCR ile çoğaltılan DNA fragmentlerinin ve restriksiyon enzimiyle kesilmiş PCR ürünlerinin daha hassas (±3 baz) ve kesin bir şekilde ayrımı için Advance Analytical Fragment Analyzer (AATI) kapiller elektroforez cihazı kullanılmıştır (şekil 3.24.) (Agilent Technologies, Agilent-formerly Advanced Analytical (AATI) 2018a; AATI, 2018b; AATI, 2018c; AATI, 2018d). 1-500bp arasındaki DNA fragmentlerinin analizi için DNF-905-55 dsDNA Reagent Kit (reaktif

kiti), 1-1500bp arasındaki DNA fragmentlerinin analiz içinse DNF-910-55 dsDNA Reagent Kit (reaktif kiti) kullanılmıştır (çizelge 3.8.).



Şekil 3.24. İleri Analitik Fragman Analizörü Kapiler Elektroforez Cihazı

Çizelge 3.8. Kapiller Elektroforezde Kullanılan Kitlerin İçeriği

Kit içeriği
dsDNA Separation Gel (Ayırma jeli) DNF-905-55 dsDNA Reagent Kit (Reaktif kiti) DNF-910-55 dsDNA Reagent Kit (Reaktif kiti)
Intercalating Dye (ara boya)
5x dsDNA Inlet Buffer (Giriş tamponu)
5x Capillary Conditioning Solution (Kapiler koşullandırma çözeltisi)
Upper/Lower Markers (Üst/Alt markörler)
DNA Ladder
Mineral Oil (Mineral yağ)

Tez kapsamında çoğaltılan PCR ürünlerinin ve restriksiyon enzimiyle kesilmiş DNA fragmentlerinin analizi, kitlerin kullanım protokolüne göre hazırlıkları yapılarak kapiler elektroforez cihazında yapılmıştır. Ayırma jeli, seyreltme tamponu, giriş tamponu, koşullandırılmış çözelti ve üst/alt markör, kit kullanım kılavuzunda önerildiği gibi aşağıda detaylandırılarak cihaza uygun bir şekilde yerleştirilmiştir.

Ayırma jelinin hazırlanması:

Bir plate (96 kuyucuklu) için 50 ml'lik falkon tüpüne hangi kit kullanılacaksa o kittin içeriğinde sunulan, AATI sistemi için özel geliştirilmiş ve DNA fragmentlerinin boyutuna göre konsantrasyonu ayarlanmış jelden 50 ml aktarılmıştır. Üzerine her 10 ml jel için 1 µl olacak şekilde flüoresan boya ilave edilmiştir.

Koşullandırılmış çözelti hazırlanması:

Bir plate için 50 ml olacak şekilde 1X Koşullandırılmış çözelti hazırlanmıştır. Bunun için 5X konsantrasyondaki Koşullandırılmış çözelti 0,45 (mikrometre) µm lik filtreden geçirilmiş distile su kullanılarak 1/5 oranında seyreltilmiştir.

Giriş tamponunun hazırlanması:

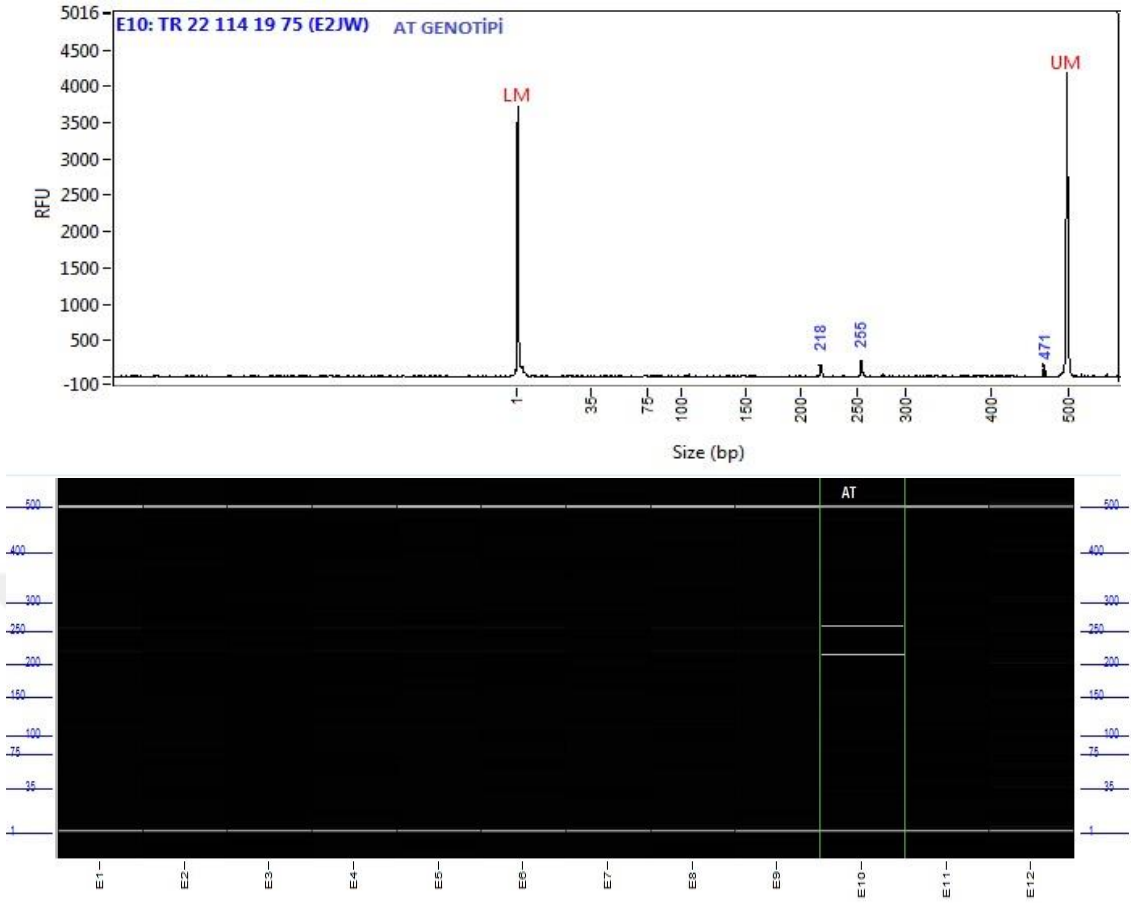
Falkon tüpü içerisinde 5X giriş tamponu, 0,45 µm'lik filtreden geçirilmiş distile su kullanılarak 1/5 oranında seyreltilerek hazırlanmıştır.

PCR ürünleri her kuyucukta 24µl son hacim olacak şekilde Seyreltme tamponu kullanılarak 1/5 oranında sulandırılmış ve 96'lık plate'lere yerleştirilmiştir. PCR ürünlerinin yer aldığı her 12 kuyulu sıraların sonundaki 12. kuyucuğa 24 µl ladder (1-500 bp veya 35-1500 bp) konulmuştur. Leptin E2JW ve Leptin E2FB için 1-500 bp ladder, TG C422T için 35-1500 bp ladderlar kullanılmıştır. Laboratuvarımızda bulunan 12 kapillere sahip olan AATI Fragment Analizörü cihazı her sırada yer alan 12 kuyudaki her bir örneği aynı anda elektroforez yapmaktadır. Bu nedenle her sırada analiz edilecek DNA fragmentlerinin boyutuna uygun bir ladder da PCR ürünleri ile birlikte cihaza yüklenmiştir. Böylece her sırada yer alan örneklerin elektroforez sonucu boyutunun hesaplanması için bir standart eğri elde edilmiştir. PCR ürünleri ve ladder plate'e konulduktan sonra iyice karıştırılmış ve üzerlerine buharlaşmayı engellemek amacıyla mineral yağ damlatılmıştır. Hazırlanan plate cihaza yerleştirilip gerekli komutlar verildikten sonra örneklerin elektroforez işlemi başlatılmıştır. 55 cm'lik 0,5 µm'lik kapiller içinde 9,0 kW elektrik akımı uygulanmış ve 80 dk boyunca

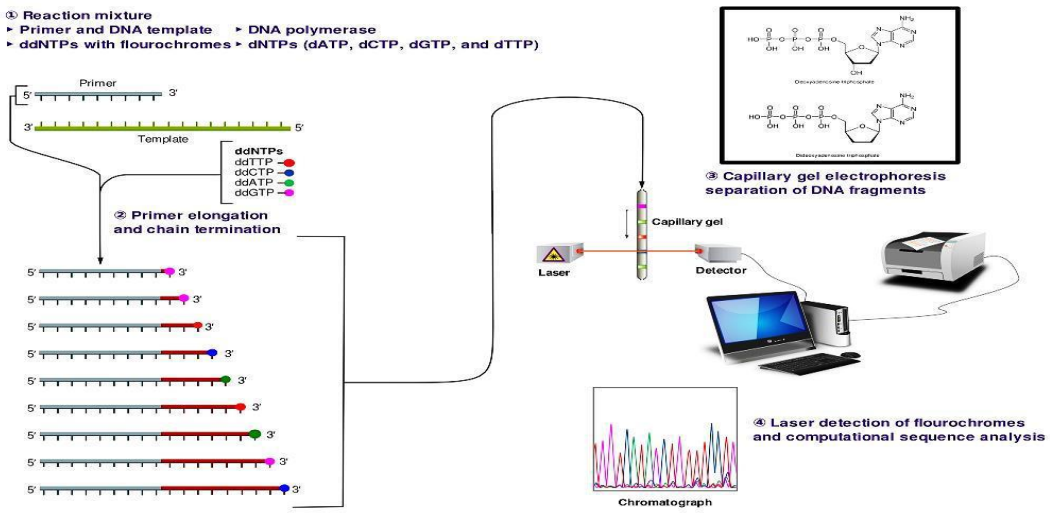
sürdürülen elektoforez işlemiyle DNA fragmentleri birbirlerinden ayrılmıştır. Kapiller elektroforez sonuçları, sisteme özgün olarak geliştirilen "ProSize" yazılım programı kullanılarak analiz edilmiştir (AATI, 2018b; AATI, 2018e).

3.2.3.5.1. PCR-RFLP Metodu ile E2JW, E2FB, C422T Markör Genotiplerinin Kapiller Elektroforez İle Belirlenmesi:

Literatürde incelenen çalışmalarda bireysel PCR/RFLP metodunda, şekil 3.25.'teki gibi LEP E2JW markörü genotipleri; T alleli için 467 bp, A alleli için 252 ve 215 bp uzunluktaki DNA fragmentleri ortaya koyarken, LEP E2FB markörü genotipleri; T alleli için 94 bp, C alleli için 75 ve 19 bp uzunluktaki DNA fragmentlerini ve TG C422T markörü genotipleri ise; T alleli için 72 ve 473 bp, C alleli için 72, 178 ve 295 bp uzunluktaki DNA fragmentlerini göstermektedir (Laganigro vd., 2003; De Oliveira vd., 2013; Barendse, 1999). Bu çalışmalarda PCR/RFLP ürünleri agaroz jel elektroforezinde gözlenmiş ve allel DNA boyutları hakkında sunulan değerler agaroz jel elektroforezinin doğası gereği yaklaşık değerlerdir. Oysa çalışmamızda kullanılan kapiler elektroforezde DNA fragmentlerinin daha hassas bir şekilde ayrımı yapılmakta ve gözlenen DNA fragmentlerinin boyutu ±3 baz hassasiyetle net olarak belirlenebilmektedir. Kapiller elektroforez cihazlarında gözlenebilen bir kaç bazlık sapma genel olarak kabul edilebilir hassasiyettir (Gülçiçek, 2017; AATI, 2018c; AATI, 2018d). Dolayısıyla elde ettiğimiz sonuçlarla literatürde sunulan değerler arasında karşılaşılan farkların, kullanılan elektroforez tekniklerinin farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz.



Şekil 3.25. LEP E2JW Lokusu AT Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kılcal Elektroforez Görüntüsü



Şekil 3.26. Kapiller Elektroforezin Çalışma Metodolojisi (Sanger Sequencing, 2019).

3.2.4. Verilerin İstatistiksel Analizi

Türk Holstein sığırlar 3 SNP bölgesine (E2JW, E2FB, TG5) göre genotiplendirildikten sonra elde edilen fenotipik veriler CA, SKA, WBSF, MS, pH analizi ve et rengi değerleri $L^*a^*b^*$ ile ilişkileri istatistiki olarak karşılaştırılarak önem seviyeleri tartışılmıştır. Allel ve genotipik frekanslar (Yeh, Yang, Boyle, Ye, Mao, 2000) ile Rousset (2008) göre pop Gene 32 yazılım programı kullanılarak Hardy-Weinberg kuramına göre x^2 testinden sapmaları hesaplanarak çalışılan genetik gruplar arasında allel frekansları içindeki farklar *P* olasılık tabloları kullanılarak değerlendirilmiştir. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA), Duncan testi ve İki kuyruklu *t* testi yapılmış ve ortalamaların girdiği gruplar % 5 önem seviyesine göre belirlenmiştir (Kawaguchi, Okura, Oyama, Mannen, Sasazaki, 2017). Yapılan analizlerin tamamında SPSS 20 (Trakya Üniversitesi lisanslı), XLSTAT demo version istatistik paket programları kullanılmıştır. Örneklere ait fenotipik verilerin standart sapmaları (s), standart hataları (s_e), varyasyon katsayıları (CV) ve fenotipik korelasyonları (r) SPSS programıyla yaş, CA, SKA, PH ölçümleri, sıcaklık, MS, WBSF ve renk ortalamaları hesaplanıp istatistiki yönden ilişkileri karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR

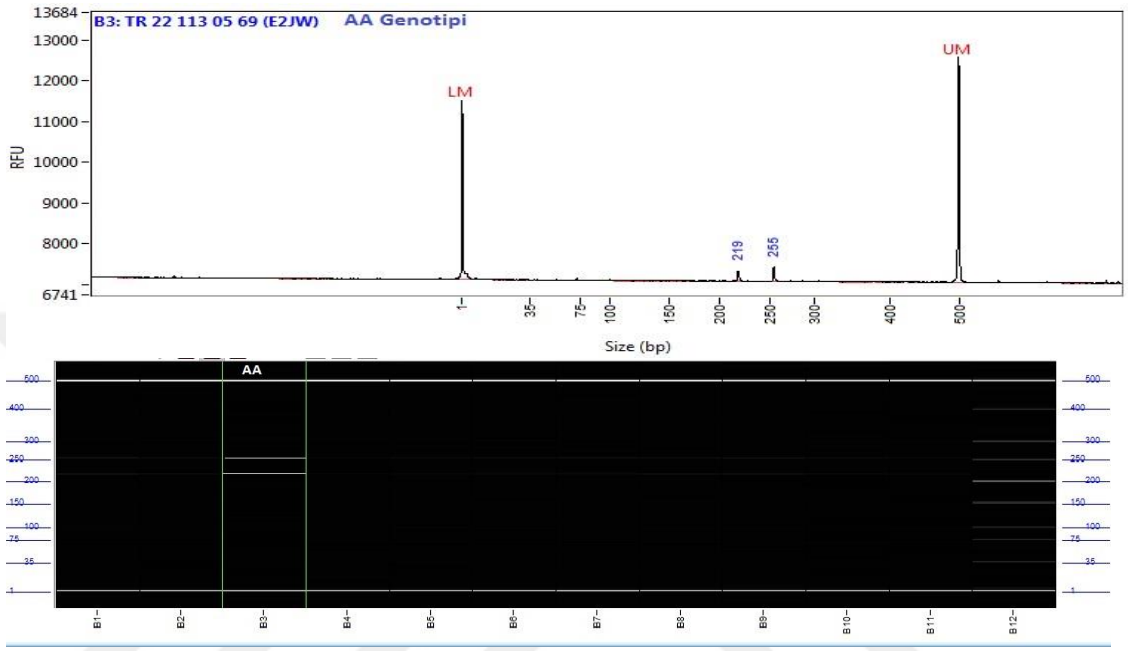
4.1. PCR-RFLP Metodu İle LEP E2JW, LEP E2FB, TG5 (C422T) Markör Genotiplerinin Gelişmiş Analitik Fragman Analizörü Kılcal (Kapiller) Elektroforez İle Belirlenmesi

Araştırmamıza konu olan Türk Holstein sığır LEP E2JW ve E2FB ile TG C422T markörlerin polimorfik lokuslarındaki genotipik farklılıkları, PCR/RFLP yöntemiyle oluşturulan fragmentlerini ve bunların bp uzunluklarını daha hassas ayıran ve belirleyen gelişmiş Analitik Fragman Analizörü Kılcal (Kapiller) Elektroforez cihazıyla belirlenmiştir.

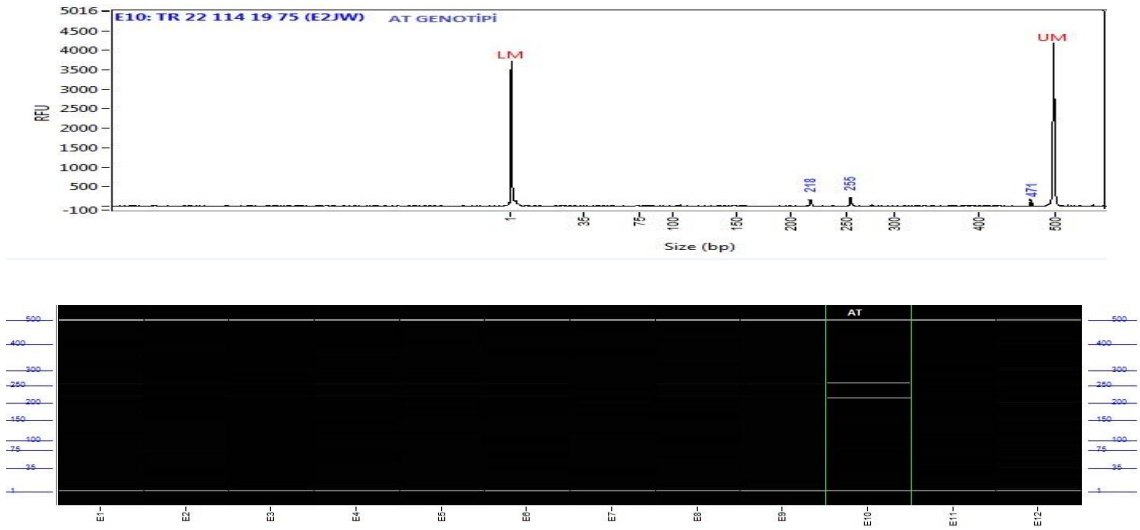
Türk Holstein sığırı LEP E2JW markörü genotiplerini belirlemede kullanılan kapiller elektroforez yöntemine göre homozigot AA genotipi 218,53±0,70 bp ve 254,96±0,43 bp olmak üzere 2 farklı Relative Flourescence Unit ~ Bağıl Floresan Ünitesi (RFU) (Şekil 4.1.), heterezigot AT genotipi 217,79±0,87 bp; 254,93±0,60 bp ve 470,95±17,07 bp olmak üzere 3 farklı RFU (Şekil 4.2.), homozigot TT genotipi ise 466,75±22,32 bp'de tek RFU gözlenmiştir (Şekil 4.3.).

Türk Holstein sığır LEP E2FB markörü genotiplerinden heterezigot CT genotipi 18,47±1,8 bp; 71,69±1,91 bp ve 99,32±1,24 bp olmak üzere 3 farklı RFU (Şekil 4.4.), homozigot TT genotipi 99,50±0,55 bp'de tek RFU gözlenmiştir (Şekil 4.5.). Türk holstein sığır örneklerinin LEP E2FB marköründe homozigot CC genotipte örneklere

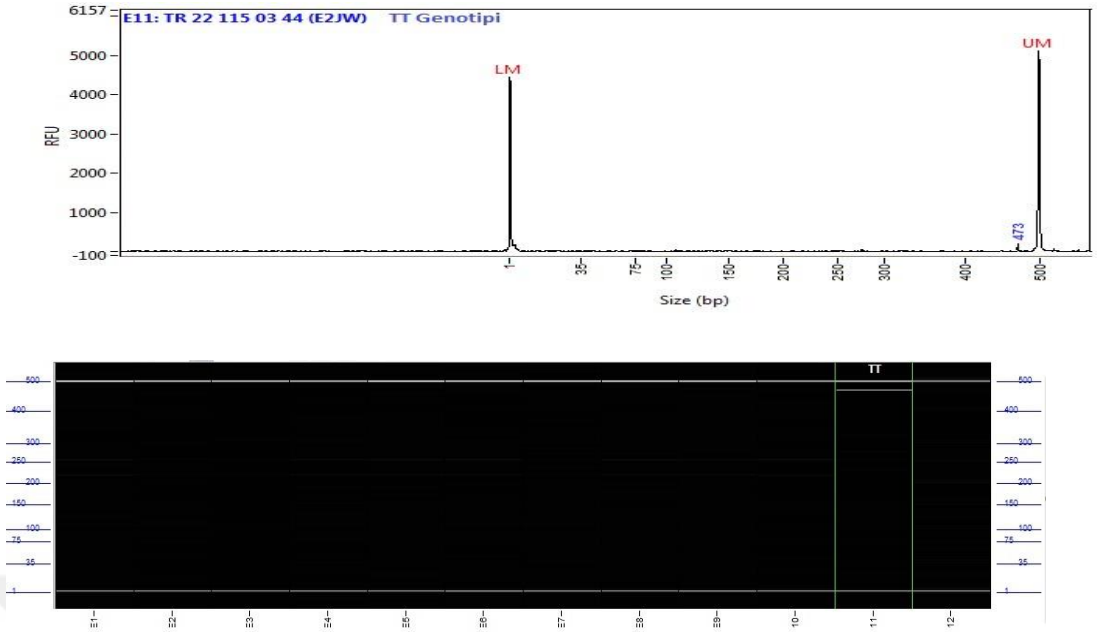
rastlanmamıştır. Türk Holstein sığırı TG C422T markörünün monomorfik olduğu ve yalnız homozigot CC genotipini tanımlayan 78,52±1,36 bp; 176,46±2,58 bp ve 281,41±3,8 bp'de tek RFU belirlenmiştir (Şekil 4.6.).



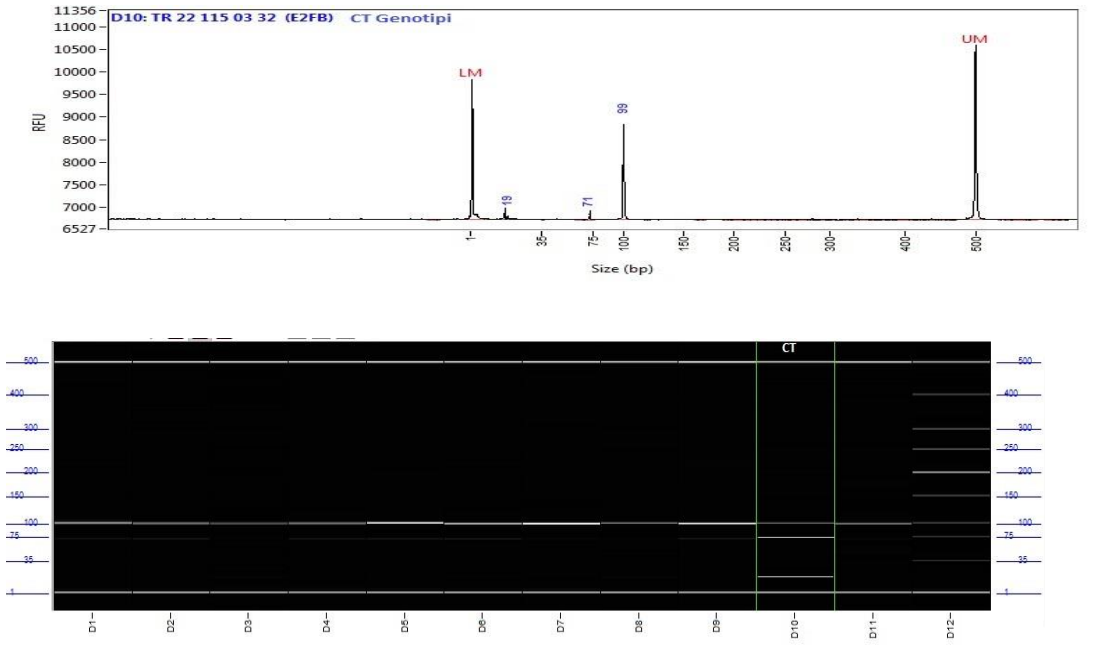
Şekil 4.1. LEP E2JW Lokusu AA Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü



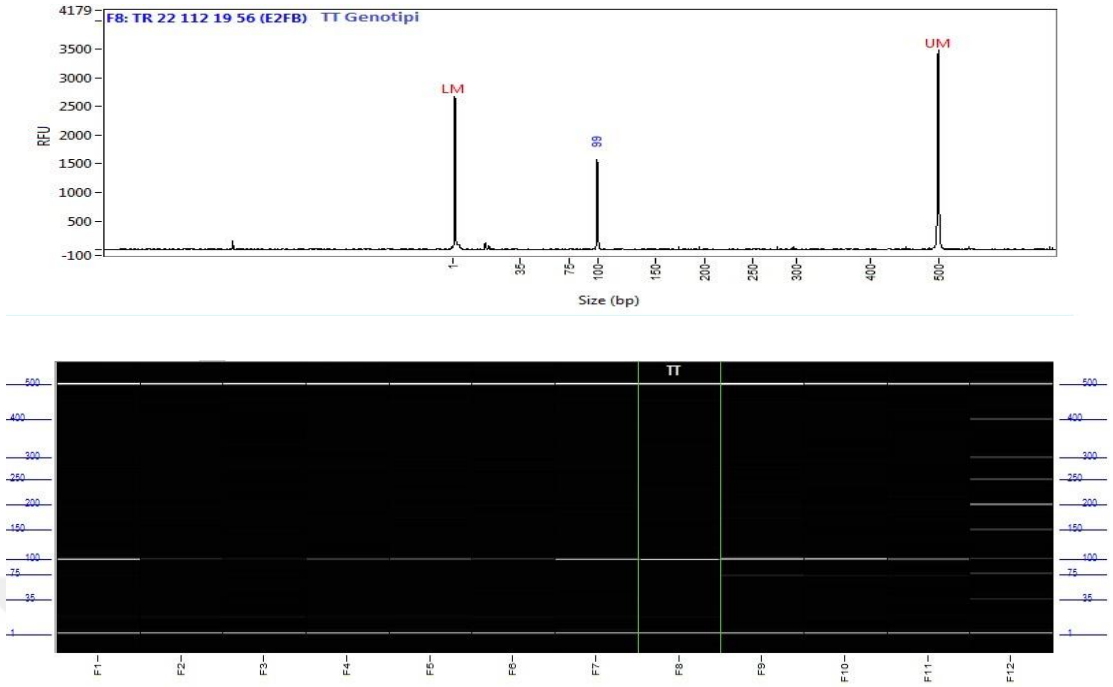
Şekil 4.2. LEP E2JW Lokusu AT Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü



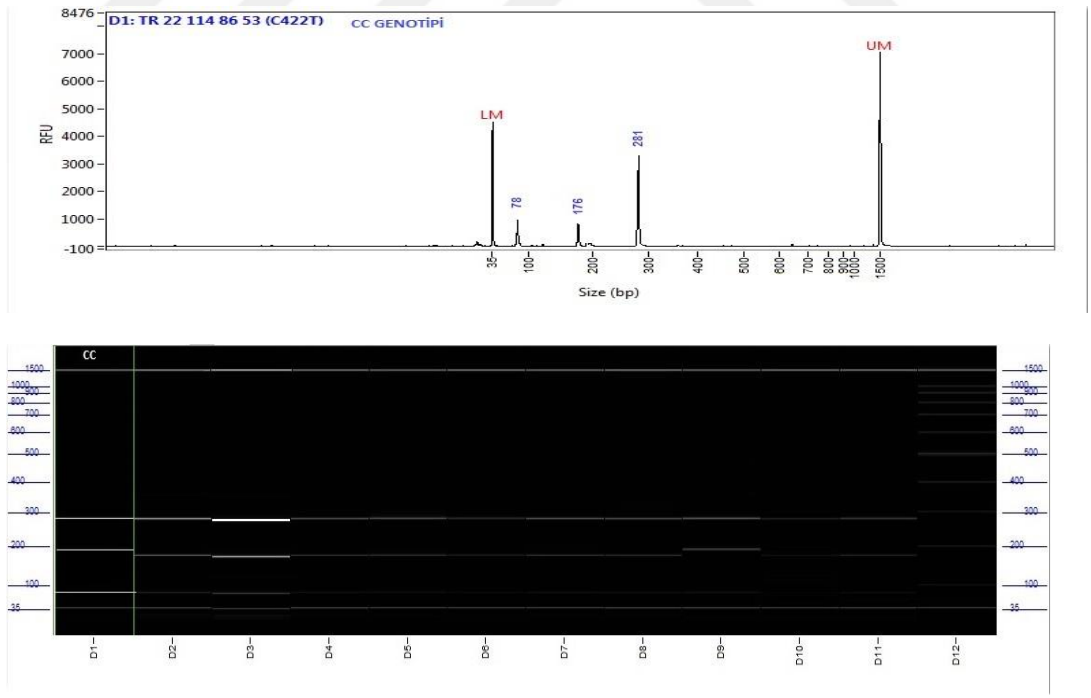
Şekil 4.3. LEP E2JW Lokusu TT Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü



Şekil 4.4. LEP E2FB Lokusu CT Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü



Şekil 4.5. LEP E2FB Lokusu TT Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü



Şekil 4.6. TG5 (C422T) Lokusu CC Genotipi Analitik Fragman Analizörü Kapiller Elektroforez Görüntüsü

Çizelge 4.1. LEP E2FB, LEP E2JW ve TG5 C422T Genotip ve Allel Gen Frekansları

Sığır Irkı	**Hayvan Sayısı**	**LEP E2FB allel gen frekansı**		***LEP E2FB genotip frekansı**			**Ki Kare(χ^2)**
Türk Holstein	100	C	T	CT	TT		77,75 (p<0,001)
		0,47	0,53	0,94	0,06		
		***LEP E2JW allel gen frekansı**		***LEP E2JW genotip frekansı**			
		A	T	AA	AT	TT	52,56 (p<0,001)
		0,75	0,25	0,56	0,38	0,06	
		TG5 allel gen frekansı		**TG5 genotip frekansı**			
		C		CC			1
		1		1			

**LEP E2JW allel frekansı ile LEP E2FB ve E2JW Hardy- Weingberg kuramına göre genotipik yöndende populasyon dengede değildir (p<0,001). TG5 markörSNP bakımından da populasyon monomorfiktir*

Lep geninde çalışılan Türk Holstein sığırlarda LEP E2FB polimorfizmde her iki genetik (C ve T) varyant gözlenmiştir. Bu varyantlara bağlı olarak Holstein sığırların LEP E2FB lokusunda CT ve TT genotipleri belirlenmiştir. Homozigot CC genotipi gözlenmemiştir. Holstein sığır populasyonunda belirlenen T allel frekansı (0,53); C alleline (0,47) göre daha yüksek frekansta tespit edilmiştir. LEP E2FB lokusunda CT ve TT genotip frekansları; sırasıyla 0,94 ve 0,06 olarak (Çizelge 4.1.) tespit edilmiştir. Türk Holstein sığırlarda genotip frekansların dağılım farkı istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir yani LEP E2FB Hardy-Weinberg denge (HW) kuramına göre populasyon dengede değildir (p<0,001).

Türk Holstein LEP lokusunda LEP E2JW polimorfizminin her iki alleli (A ve T) ve üç genotipik (AA, AT, TT) yapısı bulunmuştur. Çizelgede 4.1.'de belirtildiği gibi incelenen Türk Holstein sığır populasyonunda allel frekansları sırasıyla, A allelinin frekansının 0,75 ve T allelinin frekansının 0,25 olduğu gözlenmiştir. A allelinin T alleline göre daha yüksek frekansta olduğu tespit edilmiştir. Genotip frekansları ise AA genotipinin frekansı 0,56; AT genotipinin frekansı 0,38 ve TT genotipinin frekansı ise 0,06 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda, LEP E2JW polimorfizminin allel frekansları ve genotipik frekansları HW kuramına göre populasyon dengede değildir (p<0,001).

TG geni araştırılan Türk Holstein sığırların TG C422T polimorfizminde tek allel (C alleli) belirlenmiştir ve buna bağlı olarak sığır populasyonunun tamamı homozigot

CC genotipinde olduğundan TG C422T lokusu bakımından örnek populasyon monomorfiktir (Çizelge 4.1.)

4.2. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusuna Göre Genotip ve Fenotip İlişkisi

4.2.1.Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine Göre MLD Etleri İle pH Değişimi Arasındaki İlişki

Türk Holstein erkek sığırlar kesim sonrası MLD et örnekleri +4 ºC'de 24 saat ve 7 gün bekletildikten ve daha sonra ayrıca 8. günde -20 ºC'de 6 gün süreyle dondurulup 13. günde +4 ºC'de 24 saat bekletilip çözündürülmüş ve tekrar 14. günde MLD et içi ısısı ve buna bağlı pH ortalamaları belirlenmiştir. Türk Holstein sığırlarından alınan MLD örneklerinin ısısına göre pH ortalamaları ve genotiplerine göre yapılan değerlendirilmeler aşağıda verilmiştir.

4.2.1.1. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu AA Genotipindeki MLD Etleri ve pH İlişkisi

Türk Holstein erkek sığırların MLD kasından (antrikotundan) alınan pH ölçüleri; LEP E2JW Lokusu AA genotipindeki sığırların MLD et içi ısısı 24 saat +4 ºC'de bekledikten sonra örneklerin ısısı 9,48± 3,76 ºC'de iken pH değeri 5,25±0,22 olduğu, aynı koşullarda 7 gün süreyle +4 ºC'de olgunlaşması bekletilen örneklerin 7. gün kas içi ısısı 10,28±3,87 ºC'de iken pH'sı 5,28±0,25 olarak ölçülmüştür. Sekizinci günde -20 ºC'de 6 gün süreyle dondurulan MLD et örnekleri, 13. günde +4 ºC'de 24 saat bekletilerek çözündürülmüş ve 14. günde MLD et içi sıcaklık 8,65±4,52 ºC iken pH'sı 5,23±0,24 olduğu tespit edilmiştir. İlk 24 saatlik pH ölçümünde maksimum pH değeri 6,08 iken minimum değeri 4,97'dir. Yedinci gün pH ölçümünde maksimum değer 6,24 iken minimum değer 4,83'tür. On dördüncü gün maksimum pH değeri 6,14 iken minimum değer 4,10 olarak ölçülmüştür.

4.2.1.2.Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu AT Genotipindeki MLD Etleri ve pH İlişkisi

Kesimden sonra 24 saat boyunca +4 ºC'de bekleyen örneklerde LEP E2JW Lokusu AT genotipindeki MLD et içi ısısı 9,02±3,78 ºC'de iken pH değeri 5,35±0,44'ten 7 gün daha +4 ºC ısıda bekletilen örneklerde kas içi ısısı 9,50±3,27 ºC'ye ve pH'sı 5,42±0,36 yükselmiştir. -20 ºC'de dondurulan MLD et örnekleri 13. günde +4 ºC'de 24 saat bekletildikten sonra 14. günde MLD et içi ısısı 8,83±5,69 ºC olup ölçülen pH değeri 5,41±0,40 olarak belirlenmiştir. İlk 24 saatlik pH ölçümünde maksimum değer 7,08 iken minimum değer 4,62 olarak ölçülmüştür. Yedinci gün pH ölçümünde ise maksimum değer 6,64'e düşerken ölçülen minimum değer 5,0' a çıkmıştır. 14. gün pH ölçümünde ise maksimum değerin 7,02 olduğu minimum değerin de 4,99 olduğu tespit edilmiştir.

4.2.1.3. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu TT Genotipindeki MLD Etleri ve pH İlişkisi

İlk aşamada 24 saat boyunca +4 ºC'de bekletilen MLD et örneklerinde LEP E2JW Lokusu TT genotipindeki MLD et içi ısısı 9,25±5,82 ºC'de iken ölçülen pH değeri 5,31±0,17 olup yedinci gün kas içi ısısı 10,65±3,19 ºC'deyken de pH'sı (5,30±0,21) benzer ölçülmüştür. Daha sonra dondurulup çözündürülmüş et örneklerinin sıcaklık 9,72±3,63 ºC iken pH'sının bir miktar artarak 5,33±0,15 olduğu tespit edilmiştir. İlk 24 saatlik pH ölçümünde maksimum değer 5,44 iken minimum değer 5,08 olarak belirlenmiştir. Yedinci gün pH ölçümünde ise maksimum değer 5,50'ye çıkarken minimum değer 5,01'a düşmüştür. On dördüncü gün pH ölçümünde ise maksimum değer 5,47 minimum değer 5,13 olarak ölçülmüştür.

LEP E2JW Lokusu AA, AT ve TT genotipindeki etlerin MLD et içi ortalaması 8-11 ºC aralığında iken ilk 24 saatteki pH değerini, etin 7. ve 14. günde de koruduğu gözlenmiştir. Yani antrikot örneklerinden alınan sonuçlara göre her üç genotipte de etin olgunlaşma süreci ilk 24 saatte tamamlanmış olup 7 gün boyunca normal +4 ºC'deki dolap ısısında da etin pH değerini koruduğu belirlenmiştir. Fakat 14. günde pH değerleri bakımından genotipler arası fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek pH değeri AT genotipinde en düşük pH değeri ise AA genotipinde gözlenmiştir(Çizelge4.2.).

Çizelge 4.2. Türk Holstein Populasyonunda Et Kalitesi Özelliklerinde LEP E2JW ve LEP E2FB'nin Etkisi

Fenotipik Özellik (X±xs)	LEP E2JW			LEP E2FB	
	AA	AT	TT	CT	TT
CA (kg)	499,76±69,30	527,55±91,16	509,00±71,81	512,14±79,78	506,50 ±85,97
SKA (kg)	278,48±41,35	293,45±48,69	307,75±57,02	286,25 ± 45,89	281,00 ±42,13
MS (%)	11 ±4	12 ±6	10 ± 2	11± 4	13 ± 7
Sıcaklık (24 saat) °C	9,48 ± 3,76	9,02 ± 3,78	9,25 ± 5,82	9,34 ± 3,82	8,27 ± 3,88
pH (24 saat)	5,25 ±0,22	5,35 ± 0,44	5,31 ± 0,17	5,28 ±0,33	5,52 ± 0,31
Sıcaklık (7. gün) °C	10,28 ± 3,87	9,50 ± 3,27	10,65 ±3,19	9,91 ±3,65	10,77 ± 2,67
pH (7.gün)	5,28 ± 0,25	5,42 ± 0,36	5,30 ± 0,21	5,33 ± 0,29	5,48 ± 0,43
Sıcaklık (14. gün) °C	8,65 ±4,52	8,83 ±5,69	9,72 ± 3,63	8,87 ± 5,05	7,15± 3,61
pH (14.gün)	5,23 ± 0,24 *[a]	5,41 ±0,40 *[a]	5,33 ± 0,15*[b]	5,31 ± 0,32	5,41 ± 0,41
7.gün çiğ et SF (kg/cm^2)	7,30 ±2,07	7,81 ± 2,33	9,01 ± 1,62	7,65 ± 2,20	6,42 ± 1,71
7.gün pişmiş et SF (kg/cm^2)	7,85 ± 3,49 [a]	7,60 ± 4,12 [a]	11,53 ± 4,18 [b]	7,83 ± 3,91	8,81 ± 2,28
14.gün çiğ et SF (kg/cm^2)	7,60 ± 1,94	7,78 ± 2,99	7,93 ± 2,16	7,68 ± 2,45	7,86 ± 2,06
14.gün pişmiş et SF (kg/cm^2)	7,02 ± 2,88	6,79 ± 3,52	8,64 ± 4,78	6,99 ±3,28	6,96 ±2,36
Çiğ et rengi - L* (parlaklık)	41,19 ± 4,43	38,98 ± 4,53	39,54 ± 4,91	40,10 ± 4,53	41,78 ± 5,46
Pişmiş et rengi- L* (parlaklık)	56,56 ± 2,58*[a]	57,05 ± 2,67*[a]	53,40 ±5,53 *[b]	56,55 ± 2,87	58,13 ± 1,18
Çiğ et rengi- a* (kırmızılık-yeşillik)	10,53 ± 2,91	9,89 ± 2,75	8,87 ± 1,86	10,16 ±2,85	10,76 ± 2,43
Pişmiş et rengi - a* (kırmızılık-yeşillik)	5,66 ± 0,83	6,04 ± 0,95	6,01 ± 0,81	5,84 ± 0,90	5,72 ± 0,80
Çiğ et rengi - b* (mavilik -sarılık)	12,04 ± 2,23 *	10,84 ± 2,44 *	10,73 ± 2,39 *	11,43 ± 2,39	12,31 ± 2,25
Pişmiş et rengi - b*(mavilik -sarılık)	16,66 ± 0,79	16,85 ±0,68	16,89 ± 0,74	16,76 ± 0,75	16,61 ± 0,58

Varyans analizine göre; *Anova testine göre genotipi farklar istatistiki olarak anlamlıdır ($p<0,05$), Duncan testine göre a,b arası genotipik farklar önemlidir ($p<0,05$)

4.2.2. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine Göre CA İlişkisi

Yüz baş sığır örneğimizin 54 tanesi AA genotipinde, 42 tanesi AT genotipinde ve 4 tanesi TT genotipinde olup genotiplere göre CA ortalamaları (kg) sırasıyla 499,76±69,30; 527,55±91,16 ve 509±71,81 olarak belirlenmiştir. Örnek sığırların tümünün CA 511,80±79,71 kg olarak bulunmuştur. AA genotipindeki sığırların CA'nın maksimum 690 kg olduğu minimum 380 kg olduğu tespit edilmiştir. AT genotipindeki sığırların CA maksimum değeri 790 kg iken minimum değeri 349 kg'dır. TT genotipindeki sığırların ise maksimum değeri 590 kg iken minimum değeri 433 kg olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3.).

4.2.3. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine Göre SKA İlişkisi

Yüz baş sığır örneğimizden genotiplerine göre SKA ortalamaları (kg) AA genotipinde 278,48±41,35; AT genotipinde 293,45±48,69 ve TT genotipindeki sığırlarda ise 307,75±57,02 olduğu tespit edilmiştir. AA genotipindeki sığırların SKA'nın maksimum değerinin 375 kg olduğu minimum değerinin 206 kg olduğu belirlenmiştir. AT genotipindeki sığırların SKA'nın maksimum 386 kg iken minimum değeri 189 kg'dır. TT genotipindeki sığırların ise maksimum değeri 357 kg iken minimum değeri 227 kg olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.).

4.2.4. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine Göre MLD Kasındaki MS İlişkisi

Türk Holstein ırkı sığır MLD et örnekleri +4 ºC'de 24 saat olgunlaşması beklendikten sonra MLD'nin 12.-13. kaburgalar arası kısmı kas liflerine yatay olarak kesildikten sonra çekilen fotoğraflardan mozaikleşme skoru (MS- %) yani kas lifleri arası yağlanma oranı belirlenmiştir. AA genotipindeki sığırlarda MS ortalaması % 11±4, AT genotipi için % 12±06 ve TT genotipi için ise % 10±2 olarak değerlendirilmiştir. MS oranı en yüksek AT genotipli sığırlarda belirlenmiştir. En

düşük MS oranı ise TT genotipindeki sığırlarda belirlenmiştir. Genotipler arası fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Genotipik fark gözetilmeksizin tüm sığırların MS oranının % 11±5 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). AA genotipindeki sığırlarda yağlanma oranı maksimum % 24 iken minimum % 3 olarak gözlenmiştir. AT genotipindeki sığırların yağlanma oranı maksimum % 31 olup minimum % 2 olarak belirlenmiştir. TT genotipindeki sığırların ise maksimum MS değerinin % 12, minimum MS değeri ise % 7 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Fenotipik Özelliklerde Genotiplere Göre Minimum ve Maksimum Değerler

Fenotipik Özellik	E2JW Genotipi	Sayı	Minimum Değer	Maksimum Değer
CA (kg)	AA	54	380	690
	AT	42	349	790
	TT	4	433	590
SKA (kg)	AA	54	206	375
	AT	42	189	386
	TT	4	227	357
MS (%)	AA	54	3	24
	AT	42	2	31
	TT	4	7	12
Sıcaklık (24 saat) ºC	AA	54	2,4	17,5
	AT	42	3,7	17,6
	TT	4	5,4	17,9
pH (24 saat)	AA	54	4,97	6,08
	AT	42	4,62	7,08
	TT	4	5,08	5,44
Sıcaklık (7. gün) ºC	AA	54	2,1	18,7
	AT	42	2,8	15,7
	TT	4	7,3	14,8
pH (7. gün)	AA	54	4,83	6,24
	AT	42	5	6,64
	TT	4	5,01	5,5
Sıcaklık (14. gün) ºC	AA	54	1,4	19,5
	AT	42	1,1	21,6
	TT	4	4,3	12
pH (14. gün)	AA	54	4,1	6,14
	AT	42	4,99	7,02
	TT	4	5,13	5,47
7.gün çiğ et SF (kg/cm²)	AA	54	4,22	12,57
	AT	42	3,46	12,86
	TT	4	6,58	9,98
7.gün pişmiş et SF (kg/cm²)	AA	54	2,43	18,76
	AT	42	2,3	19,31
	TT	4	5,84	15,34
14.gün çiğ et SF (kg/cm²)	AA	54	4,12	13,14
	AT	42	3,41	20,12
	TT	4	5,51	10,75
14. gün pişmiş et SF (kg/cm²)	AA	54	2,62	14,98
	AT	42	2,81	20,08
	TT	4	4,52	14,74
Çiğ et rengi - L* (parlaklık)	AA	54	31,48	53,25
	AT	42	31,68	47,61
	TT	4	32,89	43,85
Pişmiş et rengi -L * (parlaklık)	AA	54	49,1	63,21
	AT	42	51,35	62,05
	TT	4	46	59,22
Çiğ et rengi - a* (kırmızılık-yeşillik)	AA	54	5,13	19,23
	AT	42	4,94	16,68
	TT	4	6,74	10,9
Pişmiş et rengi -a * (kırmızılık-yeşillik)	AA	54	4,26	8
	AT	42	4,36	8,55
	TT	4	4,97	6,92
Çiğ et rengi - b* (mavilik-sarılık)	AA	54	6,87	16,95
	AT	42	5,79	16,08
	TT	4	7,18	12,37
Pişmiş et rengi -b* (mavilik-sarılık)	AA	54	13,68	18,65
	AT	42	15,32	18,07
	TT	4	16,03	17,82

4.2.5 Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine Göre MLD Etlerinin Tekstür Özelliklerinin İlişkisinin Belirlenmesi

4.2.5.1. LEP E2JW Lokusu AA Genotipi Türk Holstein Sığırların Et Tekstürü

Çizelge 4.2. incelendiğinde, AA genotipindeki örnek sığırlarımızın 7. günde olgunlaşmış çiğ etlerine uygulanan kesme kuvveti (SF) 7,30±2,07 kg/cm² iken etler pişirildikten sonra uygulanan SF 7,85±3,49 kg/cm²'ye çıkmıştır. Ortalama 0,55 kg/cm² kesilme direncinde bir artış gözlenmiştir. Et dondurulup çözündürüldükten sonraki çiğ etlerin kesilme direnci ortalaması aynı genotipteki sığırlarda 7,60±1,94 kg/cm²'den pişirildikten sonra uygulanan kesilme direncinde 7,02±2,88 kg/cm²'ye düşmüştür. Ortalama 0,58 kg/cm² bir düşüş gözlenmiştir. Dondurulup çözünmenin etkisiyle çiğ etteki kesilme direnci arasındaki fark 0,30 kg/cm² artmıştır. Dondurma işlemi çiğ ette et tekstüründe sertleşmeye neden olmuştur. Aynı genotipin pişmiş etindeki kesilme direnci arasındaki fark ise 0,83 kg/cm² azalma gözlenmiştir. Yani çiğ ette dondurulmanın etkisiyle et tekstüründe sertleşme gözlenirken aynı etin pişirildikten sonra ise 7. günde pişirilmiş olandan daha da yumuşadığı gözlenmiştir.

Tekstür analizinde, AA genotipteki sığırlarda 7. gün çiğ ette belirlenen kesilme direnci maksimum 12,57 kg/cm² iken minimum 4,22 kg/cm² olarak tespit edilmiştir. Aynı genotipteki sığırların MLD et örneklerinin pişirilmiş olanlarında, ölçülen maksimum kesilme direnci 18,76 kg/cm², minimum SF değeri 2,43 kg/cm² 'dir. Ondördüncü gün çiğ etteki tespit edilen kesilme direnci ise maksimum 13,14 kg/cm², minimum 4,12 kg/cm² dir. Ondördüncü günde tüm pişirilmiş MLD et örneklerinde en yüksek SF değeri 14,98 kg/cm², en düşük SF değeri de 2,62 kg/cm² olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3.).

4.2.5.2. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusundaki AT Genotipine Göre Et Tekstürü

AT genotipli sığırların +4ºC'de 7 gün boyunca olgunlaşması beklenen örnek MLD çiğ etlerine uygulanan SF 7,81±2,33 kg/cm² iken etler piştikten sonra uygulanan SF 7,60±4,12 kg/cm²'ye düşmüştür. Ortalama 0,21 kg/cm²'lik kesilme direncinde bir azalma meydana gelmiştir. Etler dondurulup çözündürüldükten sonraki çiğ etlerin

kesilme direnci aynı genotipteki sığırlarda 7,78±2,99 kg/cm²' den pişirildikten sonraki kesilme direnci ise 6,79±3,52 kg/cm²'ye düşmüştür. AT genotipindeki Türk Holstein sığır etleri piştikten sonra sığırların ortalama 0,99 kg/cm²'lik SF'ta düşüş gözlenmiştir. Yani AT genotipli sığırların MLD etleri +4 ºC'de 7 gün olgunlaştırılmışlar ile 6 gün dondurulup çözündürülmüş örnek MLD çiğ etleri pişmiş etlere göre daha serttir. Dondurmanın etkisiyle de çiğ etteki kesilme direnci, dondurulmamış çiğ MLD etine göre 0,03 kg/cm² azalmıştır. AT genotipteki sığırların etlerine uygulanan dondurma işlemi çiğ ette yumuşamaya neden olmuştur. Aynı genotipin dondurulup çözündürüldükten sonraki pişmiş etinde kesilme direnci arasındaki farkta da 0,81 kg/cm² azalma gözlenmiştir. Bu genotipteki sığırların hem çiğ hem de pişmiş etlerinde dondurmanın et tekstüründe yumuşamaya yani gevrekliğin artmasına neden olduğu tespit edilmiştir.

LEP E2JW lokusunda AT genotipindeki sığırların çiğ MLD etlerinin 7. gündeki kesilme direnci maksimum 12,86 kg/cm² ve minimum 3,46 kg/cm² gözlenirken pişmiş etteki maksimum kesilme direncinde artış 19,31 kg/cm² ve minimum SF'ta (2,30 kg/cm²) ise düşüş gözlenmiştir. 14. gün çiğ MLD etinde belirlenen kesilme direnci ise maksimum 20,12 kg/cm² ve minimum 3,41 kg/cm² olup bu değerler sırasıyla pişirilmiş MLD et örneklerinde 20,08 kg/cm² ve 2,81 kg/cm² olduğu tespit edilmiştir.

4.2.5.3. LEP E2JW Lokusundaki TT Genotipine Göre Türk Holstein Sığırların Et Tekstürü

LEP E2JW lokusunda TT genotipindeki sığırlarımızın MLD eti örnekleri, 7 gün boyunca +4ºC'de olgunlaştıktan sonraki çiğ etlerine uygulanan SF ortalaması 9,01±1,62 kg/cm² iken etler pişirildikten sonra uygulanan SF 11,53±4,18 kg/cm²'ye çıkmıştır. Kesilme direncinde ortalama 2,52 kg/cm²'lik bir artış gözlenmiştir. 14. gün analizi için örnek MLD etleri dondurulup çözündürüldükten sonraki çiğ etlerin kesilme direnci, aynı genotipteki sığırlarda ortalama 7,93±2,16 kg/cm²'den pişirilme sonrası 8,64±4,78 kg/cm²'ye çıkmıştır. Ortalama 0,71 kg/cm²'lik bir artış gözlenmiştir. Muhtemelen MLD etlerinde pişirilme sırasında kas liflerinde büzülmeden kaynaklı kısalıp kalınlaşma ve su kaybı meydana gelmiştir. Dolayısıyla kas liflerinin kesilme

direncinde artış olmuştur. Yani LEP E2JW lokusundaki TT genotipindeki sığırların çiğ etleri, +4 ºC'de olgunlaştırılmış olanlar da dondurulup çözündürülmüş örnekler de pişmiş etlere göre daha yumuşaktır.

LEP E2JW lokusunda TT genotipindeki dondurulmamış çiğ MLD et örnekleri, dondurulmanın etkisiyle SF 1,08 kg/cm² azalmıştır. Yani dondurma işlemi TT genotipteki sığırların çiğ MLD etinde yumuşamaya neden olmuştur. Aynı genotipin 14. gündeki pişmiş etinde de 7. günkü pişmiş etlere göre kesilme direncinde 2,89/cm² kg azalma meydana gelmiştir. Başka bir deyişle, TT genotipindeki çiğ MLD et örneklerinde dondurulmanın etkisiyle yumuşama gözlendiği ve pişirildikten sonra ise daha da yumuşadığı ve gevrek hale geldiği belirlenmiştir.

Aynı örnek sığırların LEP E2JW lokusu TT genotipinde de 7. gündeki çiğ et tekstür analizinde kesilme direncinde en yüksek değer 9,98 kg/cm² iken en düşük değer 6,58 kg/cm² olarak ölçülmüştür. Yedinci günde pişirilmiş MLD et örneklerinin kesilme direncindeki ölçümlerin maksimum değeri ise 15,34 kg/cm² minimum değeri 5,84 kg/cm² olarak belirlenmiştir. Ondördüncü gündeki belirlenen MLD çiğ et örneklerinin kesilme direncinin maksimum 10,75 kg/cm² iken minimum 5,51 kg/cm² olduğu ve yine 14. gün pişmiş et örneklerinin kesilme direncinin maksimum 14,74 kg/cm² minimum 4,52 kg/cm² olduğu gözlenmiştir. Yedinci ve 14. Gün MLD pişmiş et örneklerinde maksimum SF değerlerinde aynı genotipin çiğ et örneklerine göre önemli bir artış olmuştur.

Duncan testine göre; LEP E2JW'de 7 gün boyunca bekletilip pişirilmiş LEP E2JW lokusu AA ve AT genotipindeki Türk Holstein sığır etlerinin TT genotipindekilerden tekstür (SF) bakımından farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4.2.) .

4.2.6. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusu Genotiplerine ve Hunter L* a* b* Renk Uzayına Göre Et Rengi İlişkisi

4.2.6.1. LEP E2JW Lokusu AA Genotipine Göre Sığırların Çiğ ve Pişmiş Et Renginin Belirlenmesi

+4 ºC'de 7 gün boyunca olgunlaşması beklenen MLD etinin Hunter L* a* b* renk uzayında çiğ et analiz parlaklık değeri (L*) AA genotipinde 41,19±4,43 olup piştikten sonra L* değeri 56,56±2,58' çıkmıştır. Kırmızılık-yeşillik Hunter (a*) renk skalasına göre çiğ etlerde AA genotipli sığırların 10,53±2,91 olup piştikten sonra a* renk değeri 5,66±0,83'e düşerek etlerin rengi yeşile doğru kaymıştır. LEP E2JW lokusu AA genotipteki çiğ etlerin mavilik-sarılık Hunter (b*) renk skalası 12,04±2,23 olup piştikten sonra 16,66±0,79'a yükselerek et rengi sarı renge doğru kaymıştır. Hunter skalasına göre, LEP E2JW lokusu AA genotipindeki sığırların çiğ etleri aynı lokusun diğer genotiptekilerin (AT, TT) çiğ etlerinden daha parlak olduğu, kırmızıya daha yakın olduğu ve daha sarımtrak olduğu belirlenmiştir. AA genotipindeki sığırların pişmiş MLD etlerin rengi ise AT ve TT genotipindeki pişmiş MLD etlerinden daha fazla yeşil renge yaklaştığı gözlenmiştir.

Türk Holstein LEP E2JW lokusu AA genotipindeki çiğ MLD etlerin aynı lokusun diğer genotipteki (AT, TT) sığırların etlerine nazaran Hunter L* a* b* renk uzayında daha olumlu özellik gösterdiği belirlenmiştir. Ancak pişmiş MLD etleri bakımından aynı şeyi genellemek mümkün değildir. Pişmiş LEP E2JW lokusu AT genotipindeki sığır etlerinin aynı lokusun diğer iki genotipinden (AA, TT) renk skalası bakımından daha olumlu özellik gösterdiği belirlenmiştir. Hunter L* a* b* renk uzayında, LEP E2JW lokusu AA genotipteki sığırlarda 7 gün boyunca olgunlaşması için beklenen MLD çiğ etinde belirlenen L* renk değeri maksimum 53,25 ve minimum 31,48 birim iken aynı genotipteki sığırların pişmiş MLD etinin L* renk değeri, sırasıyla 63,21 ve 49,10 birime yükselmiştir.

Hunter L* a* b* renk skalası bakımından, AA genotipindeki sığırlarda 7 gün boyunca olgunlaştırılan MLD etinin çiğ etinde belirlenen a* renk değeri maksimum 19,23 birim ve minimum 5,13 birim iken yine bu genotipteki sığırların pişirilmiş MLD etinin a* renk değeri maksimum 8,00 birim ve minimum 4,26 birime indirgenmiştir.

Hunter L* a* b* renk analizinde, LEP E2JW lokusu AA genotipindeki sığırların 7 gün bekletilerek olgunlaştırılmış MLD çiğ etindeki b* renk değeri maksimum 16,95 birim ve minimum 6,87 birim iken yine aynı genotipteki sığırların pişmiş MLD etinin b* renk değeri, sırasıyla 18,65 ve 13,68 birime yükselmiştir.

4.2.6.2. LEP E2JW Lokusu AT Genotipine Göre Sığırların Çiğ ve Pişmiş Et Renginin Belirlenmesi

Kesimden sonra 7 gün boyunca +4 ºC dolap ısısında olgunlaşması beklenen LEP E2JW lokusu AT genotipindeki sığırların MLD etinin Hunter L* a* b* renk uzayında çiğ et L* değeri, AT genotipinde ortalama 38,98±4,53 iken piştikten sonraki parlaklık değeri 57,05±2,67'ye birime yükselmiştir. Kırmızılık ve yeşilliğine göre a* renk skalası, LEP E2JW lokusu AT genotipli sığırların çiğ etlerinde 9,89±2,75 olup, etler piştikten sonra 6,04±0,95'e düşerek renk kırmızıdan yeşile doğru yaklaşmıştır. Mavilik ve sarılık bakımından b* renk skalası, LEP E2JW lokusu AT genotipteki sığır çiğ etlerinde 10,84±2,44 olup piştikten sonra b* renk değeri 16,85±0,68'e yükselerek renk maviden sarı renge doğru kaymıştır. Türk Holstein sığırların LEP E2JW lokusu AT genotipteki MLD et örnekleri Hunter L* a* b* renk uzayında incelendiğinde, sığırların pişmiş etleri aynı lokusun diğer genotipteki (AA, TT) sığır etleri bakımından parlaklığının daha fazla olduğu gözlenmiştir. Ancak çiğ ette parlaklığın, en az AT genotipindeki sığır etlerinde iken en fazla olanı ise AA genotipli sığır etlerinde gözlenmiştir. Pişmiş ette ise parlaklığı en fazla olduğu etler AT genotipli sığırlarda iken en mat renkli etler TT genotipli sığırlarda belirlenmiştir.

4.2.6.3. LEP E2JW Lokusu TT Genotipine Göre Sığırların Çiğ ve Pişmiş Et Renginin Belirlenmesi

Olgunlaşması için +4 ºC'de bekletilen ve 7. gün Hunter L* a* b* renk skalasına göre LEP E2JW lokusu TT genotipindeki sığırlarda çiğ MLD etin parlaklığı (L*) 39,54±4,91 iken piştikten sonra 53,40±5,53'e çıkmıştır. En mat etlerin, TT genotipindeki sığırlarda olduğu gözlenmiştir. Aynı lokusun AA ve AT genotipindeki sığırların etleri TT genotipindeki sığır etlerinden daha parlaktır. E2JW lokusu AA ve

AT genotipindeki sığır etleri arasındaki parlaklık değeri bakımından fark istatistiki olarak önemsizdir (p>0,05).

Hunter Kırmızılık-yeşillik renk (a^*) skala değeri, E2JW lokusu TT genotipindeki sığırların çiğ etleri için 8,87±1,86 olup etler piştikten (6,01±0,81) sonra et regi kırmızıdan yeşile doğru kaymıştır. Mavilik- sarılık rengi bakımından Hunter renk uzayına (b^*) göre ise E2JW lokusu TT genotipindeki sığırların çiğ etleri 10,73±2,39 iken pişmiş etlerinde 16,89±0,74 birime çıkarak renk sarımtrak bir hal almaktadır. LEP E2JW lokusundaki genotipik farklar bakımından Türk Holstein sığırları çiğ etlerdeki fark, b^* renk değeri bakımından ve p<0,05 önem seviyesine göre istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Yine LEP E2JW lokusundaki genotipler ile ilişkili pişmiş etler arası, L^* renk skalası et parlaklıklığı bakımından da farklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (p<0,05). Duncan testine göre; LEP E2JW lokusundaki genotip ile ilişkili Hunter a^* ve b^* renk skalası bakımından çiğ veya pişmiş etler arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>0,05). Fakat yalnız 7 gün boyunca bekletilip pişirilmiş etlerin L^* skalası yani parlaklıklığı bakımından, LEP E2JW lokusu AA ve AT genotipindeki sığır etlerin TT genotipindeki sığır etlerinden istatistiki olarak farklı olduğu tespit edilmiştir (p< 0,05).

4.3. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusuna Göre Genotip ve Fenotip İlişkisi

4.3.1. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotiplerine Göre MLD Etleri İle pH Değişimi Arasındaki İlişki

LEP E2FB lokusu CT ve TT genotipteki çiğ MLD etleri ile bu etlerin pH'sı arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir (p>0,05).

4.3.1.1. LEP E2FB Lokusu CT Genotipindeki Türk Holstein Sığırları MLD Etlerinin pH İle İlişkisi

İlk 24 saat +4 ºC'de bekleyen et örneklerinde LEP E2FB CT genotipindeki sığırların MLD içi ısısı 9,34±3,82 ºC'de iken pH değeri 5,28±0,33'tür. 7 gün süreyle +4 ºC'de bekletilen et örneklerinde 7. gün MLD et içi ısısı 9,91±3,65 ºC'de iken pH

değeri 5,33±0,29 ve 8. günde -20 ºC'de 6 gün dondurulan MLD et örnekleri 13. günde +4 ºC'de 24 saat bekletildikten sonra 14. günde MLD et içi ısısı 8,87±5,05 ºC iken pH'sı 5,31±0,32 olarak tespit edilmiştir.

4.3.1.2. LEP E2FB Lokusu TT Genotipindeki Türk Holstein Sığırları MLD Etlerinin pH İle İlişkisi

Kesimden sonra 24 saat +4 ºC'de bekletilen örneklerde LEP E2FB TT genotipindeki sığırların MLD et içi ısısı 8,27±3,88 ºC iken pH değeri 5,52±0,31'dir. Yedi gün +4 ºC'de bekledikten sonra MLD et örneklerin iç ısısı 10,77±2,67 ºC'de iken pH'sı 5,48±0,43 ve 8. gün -20 ºC'de 6 gün süreyle dondurulan MLD örnekleri 13. günde +4 ºC'ye alınıp 24 saat bekletildikten sonra 14. gündeki MLD iç ısısı 7,15±3,61 olup pH'sı 5,41±0,41 olarak belirlenmiştir. LEP E2FB'de belirlenen en düşük sıcaklık 14. günde ve en yüksek sıcaklık 7. günde yapılan ölçümlerde TT genotipindeki sığırlarda gözlenmiştir. LEP E2FB lokusunda en yüksek pH, kesim sonrası 24. saatte ölçülen TT genotipindeki sığırların etlerinde belirlenirken en düşük pH ise aynı zaman diliminde ölçülen CT genotipindeki sığır etlerinde gözlenmiştir.

LEP E2FB lokusu CT ve TT genotipindeki sığırların MLD et içi ısısı 7-11 ºC iken pH ölçümleri karşılaştırıldığında ilk 24 saatteki pH değerini ile etin olgunlaşmasının 7. ve 14. gündeki etlerinde de pH 5,52 ile 5,41 aralığında korunduğu gözlenmiştir. Yani antrikot örneklerinden alınan sonuçlara göre LEP E2FB lokusu CT ve TT genotipindeki sığır etlerinde etin olgunlaşması ilk 24 saatte tamamlanmış olup 7 gün boyunca +4 ºC'deki dolap ısısında da, etin pH değerini koruduğu ve 6 gün boyunca dondurulmuş etlerin de ilk 24 saatlik süre içindeki olgunluğunu (tazeliğini) koruduğu belirlenmiştir. pH değerleri bakımından genotipler arası fark istatistiki olarak anlamsız bulunmuş olup fark önemsizdir ($p>0,05$).

4.3.2. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotipleri İle CA Arasındaki İlişkisi

Türk Holstein sığırların 100 baş sığır örneğinden 94 başı LEP E2FB lokusu CT genotipinde ve 6 başı TT genotipinde olup sığırların genotiplerine ilişkin CA ortalamaları (kg) sırasıyla 512,14±79,78 ve 506,50±85,97 olarak tespit edilmiştir. Örneklerde CC genotipi gözlenmemiştir (Çizelge 4.2.) LEP E2FB lokusu CT ve TT genotiplerine göre Türk Holstein sığırların CA ortalamaları arası ilişki istatistiki olarak farklar önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.3.3. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotipleri İle SKA Arasındaki İlişkisi

Türk Holstein sığırların 100 sığır örneğinde LEP E2FB lokusu genotiplerine göre SKA ortalamaları (kg) CT genotipindeki sığırlarda 286,25±45,89 ve TT genotipindekilerde 281,00±42,13 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2.). LEP E2FB lokusu CT ve TT genotiplerine göre Türk Holstein sığırların SKA ortalamaları arası ilişki istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.3.4. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotipleri İle MLD Kasındaki MS Arasındaki İlişkisi

Kesimden sonra +4 ºC'de 24 saat boyunca etin olgunlaşması beklendikten sonra MLD'nin 12.-13. kaburgalar arasını içeren kas liflerine yatay olarak kesim yapılarak çekilen fotoğraflardan MS (%) değerlendirilmiştir. Mozaikleşme skoru LEP E2FB lokusu CT genotipindeki Türk Holstein sığırlarda % 11±4,7 ve TT genotipi sığırlar için ise % 13±7,1 olarak bulunmuştur. Mozaikleşme skoru en yüksek TT genotipli sığırlardadır. Genotipler arası fark ise istatistiki açıdan önemsizdir ($p>0,05$).

4.3.5. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotipleri İle MLD Etlerinin Tekstür Özellikleri İlişkisinin Belirlenmesi

4.3.5.1. LEP E2FB CT Genotipi Türk Holstein Sığırların Et Tekstürü

Türk Holstein sığırların LEP E2FB lokusu CT genotipindeki sığırların 7. günde olgunlaşmış çiğ etlerine uygulanan SF 7,65±2,20 kg/cm² iken aynı genotipteki sığır etleri piştikten sonra uygulanan SF 7,83±3,91 kg/cm²'ye çıkmıştır. Ortalama 0,18 kg/cm²'lik kesilme direncinde bir artış olmuştur. Aynı genotipteki sığırların çiğ etine göre pişmiş etine daha fazla kuvvet uygulanmıştır. Etler pişirildiği için kas lifleri arasındaki büzülmeden dolayı kas lifleri sertleşmiştir. Yine aynı genotipteki sığırların çiğ etleri 6 gün süreyle dondurulmuş ve SF analizden 24 saat öncesi çözündürülüp SF değeri 7,68±2,45 kg/cm² olduğu ve pişirildikten sonra ise 6,99±3,28 kg/cm² 'ye düştüğü belirlenmiştir. CT genotipteki sığırların dondurma işlemi yapılan etlerinde çiğ ve pişmiş etler arasında ortalama 0,69 kg/cm²'lık SF düşüşü olmuştur. Dondurma işlemi gören ve dondurulmayan çiğ etler arasındaki kesilme direnci farkı 0,03 kg/cm² dir. Yani CT genotipteki sığırlarda dondurma işlemi çiğ etin tekstüründe sertleşmeye neden olmuştur. Fakat aynı sığır genotipin MLD etleri dondurulup çözündürüldükten sonra pişirilmiş etlerindeki kesilme direncinde ise ortalama 0,84 kg/cm² düşüş gözlenmiştir. Yani çiğ ette dondurmanın etkisiyle et tekstüründe sertleşme gözlenirken aynı etin pişirildikten sonra ise yumuşadığı ve daha gevrek hale geldiği gözlenmiştir.

4.3.5.2 . LEP E2FB TT Genotipi Türk Holstein Sığırların Et Tekstürü

Türk Holstein sığırların LEP E2FB lokusu TT genotipindeki sığırların 7. günde olgunlaşmış çiğ etlerine uygulanan kesme kuvveti 6,42±1,71 kg/cm² iken pişirilmiş olan etlere uygulanan kuvvet 8,81±2,28 kg/cm² 'ye yükselmiştir. Ortalama 2,39 kg/cm² bir artış olmuştur. Yedinci Günden sonra 6 gün -20 ºC'de dondurulup çözündürülmüş çiğ etlerin kesilme direnci ise yine aynı genotipteki sığırlar için 7,86±2,06 kg /cm² iken pişirildikten sonra uygulanan kuvvet 6,96±2,36 kg/cm² 'ye düşmüştür. Yani ortalama 0,90 kg/cm² kesme kuvvetinde azalma olmuştur. Çiğ MLD etleri 7 gün süreyle olgunlaştırılanlarla ile dondurulanlar karşılaştırıldığında dondurmanın etkisiyle

çiğ ette kesilme direnci 1,44 kg/cm² artmıştır. TT genotipteki sığırların çiğ etlerinde dondurma işlemi, çiğ etin tekstüründe sertleşmeye neden olmuştur. Ancak aynı TT genotipinki sığır etleri dondurulup çözündürüldükten sonra pişmiş etindeki kesilme direncinde 1,85 kg/cm²'lık azalma olmuştur. Yani dondurulup çözündürülen etlerin pişirilmesinin yumuşamaya neden olduğu ve etlerinin gevrekleştiği gözlenmiştir. Kısacası, TT genotipindeki çiğ ette dondurmanın etkisiyle sertleşme gözlenirken aynı genotipteki sığır eti pişirildikten sonra yumuşadığı gözlenmiştir. Et tekstürü pişmiş ete göre değerlendirildiği için etin yumuşaması olumlu bir özellik olmuştur. Genotipler arası fark istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.3.6. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusu Genotiplerine ve Hunter L* a* b* Renk Uzayına Göre Et Rengi İlişkisi

LEP E2FB lokusundaki genotip ile ilişkili Hunter L*, a* ve b* renk skalası bakımından çiğ veya pişmiş etler arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki yoktur ($p>0,05$). LEP E2FB TT genotipindeki sığırların MLD etinin, hem çiğ hem de pişmiş etlerinde LEP E2FB CT genotipindeki sığırlarınkinden daha parlak et rengine sahip olduğu tespit edilmiştir.

4.3.6.1. LEP E2FB Lokusu CT Genotipine Göre Sığırların Çiğ ve Pişmiş Et Renginin Belirlenmesi

Yedi gün boyunca +4 ºC'de olgunlaşması için bekletilen çiğ MLD etlerin parlaklığa (L*) göre, CT genotiplerin 40,10±4,53 birim olup piştikten sonra 56,55±2,87 yükselmiştir. Piştikten sonra LEP E2FB lokusundaki CT genotipindeki Türk Holstein sığır etleri parlaklığında 16,45 birimlik bir artış olmuştur. Türk Holstein sığır MLD çiğ etlerinde kırmızılık-yeşillik renk uzayında a* değeri, LEP E2FB lokusu CT genotipindeki sığırlarında 10,16±2,85'tir. Aynı genotipteki sığır etleri piştikten sonra a* renk değeri 5,84±0,90'a düşerek et renginin kırmızıdan yeşile doğru yaklaştığı gözlenmiştir. Mavilik-sarılık için Hunter L* a* b* renk uzayında b* renk değeri, LEP E2FB lokusu CT genotipindeki Türk Holstein sığırların çiğ etlerinde 11,43±2,39 olan birim, piştikten sonra 16,76±0,75'e yükselerek et rengi maviden sarıya doğru kaymıştır.

4.3.6.2. LEP E2FB Lokusu TT Genotipine Göre Sığırların Çiğ ve Pişmiş Et Renginin Belirlenmesi

LEP E2FB lokusu TT genotipteki Türk Holstein sığırların MLD eti, buz dolabında +4 ºC'de 7 gün boyunca bekletildikten sonraki çiğ etin parlaklığı 41,78±5,46 iken aynı MLD etin parlaklık değeri pişirildikten sonra 58,13±1,18'e yükselmiştir. Yani LEP E2FB lokusu TT genotipli pişmiş etler, aynı genotipli çiğ etlere göre daha parlaktır. Hunter a^* kırmızılık-yeşillik renk skalasında, LEP E2FB lokusu TT genotipindeki çiğ etlerde a^* renk değeri 10,76±2,43 olup piştikten sonraki ette a^* renk değeri 5,72±0,80'e düşerek renk kırmızıdan yeşile doğru kaymıştır. Hunter b^* mavilik-sarılık renk skalasına göre ise çiğ etlerin LEP E2FB lokusu TT genotipindeki ortalaması 12,31±2,25 birim olup aynı MLD etleri pişirildikten sonra b^* renk değeri 16,61±0,58'e yükselmiş ve et rengi maviden sarıya doğru kaymıştır.

4.4. Türk Holstein Sığırların TG5 (C422T) Genotiplerine Göre Analizi

Yüz baş Türk Holstein sığırımızın MLD et örneklerinde, yapılan moleküler analiz çalışmaları sonucunda örneklerin tümü homozigot CC genotipinde gözlendiği için hepsi monomorfik bulunmuştur. Genotipik varyasyon gözlenmediğinden genotipler açısından tartışılamamıştır. TG C422T lokusu CC genotipindeki Türk Holstein sığırların CA ortalaması (kg) 512,16±79,39, SKA ortalaması (kg) 286,30±45,40 ve MS ortalaması % 11±5 olarak tespit edilmiştir. Türk Holstein sığırlarından alınan MLD örneklerinin ısısına göre pH ortalamaları kesimden sonra +4 ºC'de 24 saat bekletildikten sonraki sıcaklık ortalaması 9,33±3,79 ve buna bağlı olarak pH ortalaması 5,29±0,33 iken +4 ºC'de 7 gün boyunca bekletildikten sonraki sıcaklık değerinin ortalaması 10,01±3,61 ve ölçülen pH ortalamasının 5,33±0,30 olduğu belirlenmiştir. Yine aynı örneklerin 8. günde -20 ºC'de 6 gün süreyle dondurulup 13. günde +4 ºC'de 24 saat bekletilip çözündürülmüş ve tekrar 14. günde MLD et içi ısısı ortalama 8,84±4,93 ve buna bağlı pH ortalaması 5,31±0,32 olarak ölçülmüştür. Ortalama 8-10 ºC arasındaki sıcaklıktaki pH ortalama değerlerinde gerek +4 ºC'de bekletilerek olgunlaştırılan gerek dondurulup çözündürüldükten sonra ölçümleri

yapılan et örneklerinin tazeliğini koruduğu gözlenmiştir. Türk Holstein sığırların CC genotipindeki çiğ et örneklerinin renk ortalamasındaki L* değer ortalaması 40,22±4,55, a* renk ortalaması 10,16±2,83, b* renk ortalaması 11,46±2,39 iken pişmiş et örneklerinin L* ortalaması 56,62±2,81, a* renk ortalaması 5,83±0,89, b* renk ortalaması 16,76±0,75 olduğu tespit edilmiştir.

CC genotipteki Türk Holstein sığırların 7. günde olgunlaşmış çiğ etlerine uygulanan kesme kuvveti ortalama 7,58±2,19 kg/cm² iken pişirilmiş olan etlere uygulanan kuvvet ortalama 7,89±3,83 kg/cm² 'ye yükselmiştir. Ortalama 0,31 kg/cm² bir artış olmuştur. Yedinci günden sonra 14. gün analizleri için 6 gün -20 ºC'de dondurulup çözündürülmüş çiğ etlerin kesilme direnci ise yine aynı genotipteki sığırlar için ortalama 7,69±2,42 kg /cm² iken pişirildikten sonra uygulanan kuvvet ortalama 6,98±3,23 kg/cm² 'ye düşmüştür. Yani ortalama 0,7 kg/cm² kesme kuvvetinde azalma olmuştur. Çiğ MLD etleri 7 gün süreyle olgunlaştırılanlar ile dondurulanlar karşılaştırıldığında dondurmanın etkisiyle çiğ ette kesilme direnci 0,11 kg/cm² artmıştır. CC genotipteki sığırların çiğ etlerinde dondurma işlemi, çiğ etin tekstüründe sertleşmeye neden olmuştur. Fakat aynı CC genotipinki sığır etleri dondurulup çözündürüldükten sonra pişmiş etindeki kesilme direncinde 0,91 kg/cm²'lık azalma olmuştur. Yani dondurulup çözündürülen etlerin pişirilmesinin yumuşamaya neden olduğu ve etlerinin gevrekleştiği gözlenmiştir. Kısacası, CC genotipindeki çiğ ette dondurmanın etkisiyle sertleşme gözlenirken aynı genotipteki sığır eti pişirildikten sonra dondurulmamış etlere göre daha faza yumuşadığı gözlenmiştir. Et tekstürü pişmiş ete göre değerlendirildiği için etin yumuşaması olumlu bir özellik olup gevrekleşmeye neden olmuştur.

Çizelge 4.4. Genotipik ve Fenotipik Korelasyon İlişkileri

KORELASYON KATSAYILAR MATRİSİ																						
	YAŞ	LEP E2JW	LEP E2FB	CA (kg)	SKA (kg)	SIC_{24sa} (°C)	pH_{24sa} (pH)	SIC7.G (°C)	pH7.G (pH)	SIC14.G (°C)	pH14.G (pH)	SF 7.G Çiğ (kg/cm^2)	SF 7.G Pişmiş (kg/cm^2)	SF 14.G Çiğ (kg/cm^2)	SF 14.G Pişmiş (kg/cm^2	Çiğ Et L*	Çiğ Et a*	Çiğ Et b*	Pişmiş Et L*	Pişmiş Et a*	Pişmiş Et b*	MS (%)
YAŞ																						
LEP E2JW	,035																					
LEP E2FB	-,044	-,220*																				
CA (kg)	,099	,140	-,017																			
SKA (kg)	,268**	,188	-,028	,604**																		
SIC_{24sa} (°C)	,062	-,050	-,067	-,205*	,203*																	
pH_{24sa} (pH)	-,023	,129	,172	,083	-,142	-,186																
SIC7.G (°C)	,145	-,068	,057	-,043	,276**	,427**	,035															
pH7.G (pH)	-,033	,179	,119	,052	-,199*	-,259**	,857**	-,123														
SIC14.G (°C)	,026	,037	-,082	-,321**	,031	,336**	-,174	,096	-,172													
pH14.G (pH)	-,091	,232*	,080	,084	-,049	-,016	,671**	,072	,628**	-,040												
SF 7.G Çiğ (kg/cm^2)	-,005	,167	-,135	,080	,062	-,007	-,065	-,094	-,048	-,010	,026											
SF 7.G Pişmiş (kg/cm^2)	-,259**	,076	,061	,051	-,168	-,274**	-,132	-,394**	-,089	-,207*	-,186	,210*										
SF 14.G Çiğ (kg/cm^2)	,073	,040	,018	,021	-,109	-,144	,181	-,089	,151	,029	,183	,466**	,148									
SF 14.G Pişmiş (kg/cm^2)	-,326**	,027	-,002	-,087	-,347**	-,279**	-,026	-,428**	,026	-,110	-,081	,208*	,763**	,283**								
Çiğ Et L*	-,052	-,215*	,088	,136	-,084	-,400**	-,331**	-,275**	-,375**	-,317**	-,332**	,171	,216*	,042	,154							
Çiğ Et a*	,061	-,146	,051	,117	-,090	-,271**	-,139	-,465**	-,077	-,042	-,105	,115	,228*	,257**	,152	,211*						
Çiğ Et b*	,009	-,243*	,088	,042	-,149	-,295**	-,381**	-,368**	-,404**	-,167	-,364**	,167	,271**	,097	,142	,695**	,694**					
Pişmiş Et L*	,064	-,052	,134	,028	-,074	-,333**	,099	-,081	,113	-,164	-,039	-,149	-,275**	-,102	-,301**	,394**	-,063	,213*				
Pişmiş Et a*	-,139	,198*	-,030	,007	-,092	,076	,390**	,132	,405**	-,013	,447**	-,007	,036	,097	,148	-,414**	-,222*	-,458**	-,406**			
Pişmiş Et b*	,083	,126	-,048	-,151	,081	,344**	,014	,232*	,077	,320**	,050	,029	-,126	-,150	-,133	-,432**	-,302**	-,278**	-,094	,335**		
MS (%)	,079	,064	,122	,130	,030	-,147	,073	-,184	,112	-,170	,090	,063	-,098	,073	-,118	,156	,215*	,153	,083	,050	-,150	

LEP E2JW ve E2FB gen markörleri, CA; Canlı ağırlık, SKA; Sıcak karkas ağırlığı, $SIC_{24\ sa}$;24.saatteki etin ısısı, pH_{24sa} ; 24.saatteki etin pH değeri, SIC7.G ; 7.gündeki etin ısısı, pH7.G ; 7.gündeki etin pH değeri, SIC14.G; 14. Gündeki etin ısısı, pH14.G; 14. Gündeki etin pH değeri, SF 7.G Çiğ / Pişmiş; 7. Gün çiğ/ pişmiş ete uygulanan kesme gücü (kg/cm^2), SF 14.G Çiğ / Pişmiş; 7. Gün çiğ/ pişmiş ete uygulanan kesme gücü (kg/cm^2), L^* ; Etin parlaklığı, a^*; Etin kırmızılık-sarılık rengi, b^*; Etin mavilik-yeşillik rengi, MS; Etin yağlanma oranı,
* $p<0,05$ ** $p<0,001$

BÖLÜM 5

TARTIŞMA

5.1. Türk Holstein Sığırların LEP E2JW Lokusuna Göre Tartışılması

LEP geninin 2. Ekzon (252.) pozisyon E2JW lokusunda her iki varyant (A ve T) ve üç genotip (AA, AT, TT) gözlenmiştir. Çizelgede 4.1.'de belirtildiği gibi incelenen Türk Holstein sığır populasyonunda allel frekansları sırasıyla, A allelinin frekansının % 75 ve T allelinin frekansının % 25 olduğu gözlenmiştir. A allelinin T alleline göre daha yüksek frekansta olduğu tespit edilmiştir. Genotip frekansları ise AA genotipinin frekansı % 56; AT genotipinin frekansı % 38 ve TT genotipinin frekansı ise % 6 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda, Türk Holstein sığırların LEP E2JW SNP lokusu allel ve genotip frekansların dağılım farkı istatistiki olarak önemli ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir. Yani HW kuramına göre populasyonun dengede değildir (Çizelge 4.1).

Schenkel vd. (2005) farklı sığır populasyonlarının melezlerinde (Angus, Charolais, Limousin ve Simmental) inceledikleri E2JW polimorfizminin örnek sığırların E2JW T alleli en yüksek (% 9,1) ile Charolais ırkında gözlenirken en düşük (% 2,2) Simental ırkında gözlenmiştir. Bizim Türk Hostein ırkı örnek sığırlarda gözlediğimiz gibi araştırdıkları 4 farklı ırkın E2JW lokusunda ortalama A alleli (% 96) gen frekansını T alleline (% 4) göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. E2JW T allelinin; yağ, yağsız et ve etteki yağlanma oranının gevreklik üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. MLD'nin kesme kuvveti ile E2JW SNP arasında önemli bir etkileşim olduğunu belirtmişlerdir. Yağlanma dereceleri bakımından AA ve AT genotipleri arasında fark

önemli olup AA genotipindekiler (10,1± 0,46) daha yağlı ete sahiptirler. Schenkel vd. (2005) çalıştığı ırklarda AT genotipindekiler (% 8,9±0,59) en az yağlanma oranı gösterirken bizim araştırmamızdaki Türk Holstein sığırlarında ise AT genotipindeki sığırlar en yağlı (% 12±6) MLD'ye sahiptirler. Genotipler arası fark önemsizdir.

De Oliveira vd. (2013) Nellore sığırlarında E2JW (SNP 252) üzerine yapılan çalışmada, örnek sığırlarda LEP E2JW TT genotipte sığır gözlememiş, örnek Nellore sığırların % 20'si AA ve % 80'ni AT genotiptedir. Gen frekansları; A % 60 ve T % 40 olarak belirlenmiştir. Türk Hostein ırkı örnek sığırlarda gözlediğimiz gibi LEP E2JW AT genotipindeki sığırların karkas yağlanması ve MS ile olumlu yönde ilişkisinin olduğu bildirilmiştir. Ancak tekstür açısından genotipik farklılık gözlenmediği tespit edilmiştir. Da Silva vd. (2012) Nellore sığırlarında yaptıkları araştırmada LEP E2JW SNP'ye bağlı A alleli (% 99,9) ve T alleline (% 0,1) göre oluşmuş olan örnek sığırların genotip frekansları; % 99,8 AA ve % 0,2 AT genotipinde belirlemiştir. TT genotipinde Nellore sığırlara rastlamamışlardır. Nellore sığırlarında LEP E2JW SNP'nin allel frekansı çok düşük olduğu için yem tüketimi, belgözü kası (MLD) alanı ve sırt yağ kalınlığı ile ilişkisi değerlendirmeye almamışlardır.

Shin ve Chung (2007) Kore sığırlarının LEP geni A1127T (E2JW) SNP'ye göre Kore sığırlarının genotip frekansları ise % 98 AA, % 2 AT olmak üzere iki genotip gözlenmiş olup ilgili lokusun A allel frekansı % 99 ve T allel frekansı % 1 olduğu tespit edilmiştir. LEP E2JW TT genotipi tespit edilemediğinden ve ayrıca AT genotipli % 2 frekansta az sayıda sığır gözlendiği için etkisi analiz edilmemiştir. Bu yüzden Türk Holstein sığırlar ile genotipik yönden karşılaştırması yapılamamıştır. Lagonigro vd. (2003) çalıştıkları İngiliz Holstein, Aberdeen Angus, Hereford ve Charolais örnek sığır popülasyonunda T allel frekansını sırayla; % 4,08, % 3,57, % 12 ve % 15,18 bulmuşlardır. T allel frekansı bakımından İngiliz Holstein ırkı sığırlar Türk Hostein ırkı örnek sığırlara göre çok düşük frekansa sahiptirler. Çalışmalarında, LEP E2JW AT genotipli sığırlar AA genotiplilere göre % 19 daha fazla yem tüketimi ve karkas yağlanması göstermiştir. LEP E2JW SNP'nin yağ biriktirme özellikleri üzerinde bağımsız etkiler göstermediğini ancak bazı belirli haplotiplerle karkas yağlanmasına ilişkin etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmamızda Türk Holstein sığır ırkı LEP E2JW polimorfizmi T alleli frekansı (% 25), De Oliveira vd.'nın (2013) çalıştığı Nellore sığır örnekleri ortalama T allel frekansından (% 40) düşük olup Lagonigro vd. (2003), Schenkel vd. (2005), Shin ve Chung'un (2007) çalıştıkları *Bos taurus* sığır örnekleri ve Da Silva vd.'nın (2012) çalıştıkları Nellore (*Bos indicus*) sığır örneklerinden daha düşüktür.

Türk Hostein ırkının LEP E2JW lokusundaki genotipler ile ilişkili pişmiş MLD etleri arası, L^* renk skalası bakımından farklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yedi gün boyunca bekletilip pişirilmiş MLD etlerin parlaklıklığı, LEP E2JW lokusu AA ve AT genotipindeki sığır etleri TT genotipindeki sığır etlerinden istatistiki olarak farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). LEP E2JW lokusundaki genotipik farklar bakımından Türk Holstein sığırları MLD çiğ etlerdeki fark, b^* renk değeri bakımından da istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). On dördüncü günkü pH ölçümleri bakımından MLD etlerinin genotipler arası farkı anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek pH değeri AT genotipinde en düşük pH değeri ise AA genotipinde gözlenmiştir. Yedi gün boyunca +4 ^{0}C'de olgunlaşması için bekletilip pişirilmiş MLD etleri, LEP E2JW lokusu SNP genotiplerine göre karşılaştırıldıklarında da AA ve AT genotipindeki Türk Holstein sığır MLD etlerinin TT genotipindekilerden tekstür (SF) bakımından daha gevrek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4.2.). Türk Holstein sığırların E2JW SNP genotipleri ile kesim sırasındaki CA ve karkas ağırlıkları ile anlamlı bir ilişki kurulamamıştır ($p>0,05$).

5.2. Türk Holstein Sığırların LEP E2FB Lokusuna Göre Tartışılması

Türk Holstein sığırlarda LEP geninin 2. Ekzon (305. Pozisyon) E2FB polimorfizmde her iki alleli (C ve T) ve iki genotipik (CT ve TT) yapısı bulunmuştur. Homozigot CC genotipi gözlenmemiştir. LEP E2FB lokusunda CT ve TT genotip frekansları; sırasıyla % 94 ve % 6 olarak Çizelge 4.1'de gösterildiği gibi tespit edilmiştir. Türk Holstein sığırlarda genotip frekansların dağılım farkı istatistiki olarak önemli ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir yani LEP E2FB Hardy-Weinberg denge (HW) kuramına göre populasyon dengede değildir. İncelenen Türk Holstein sığırlarda T allel frekansının (% 53) yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda E2FB polimorfizminin

allel frekansları Hardy-Weinberg denge kuralına uygun olarak hesaplanmıştır. T allel frekansı (% 53), C alleline (% 47) göre biraz yüksek tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Sığırlarda mozaikleşme ve kas yağlanması için olumlu etkisi olan LEP E2FB markörlerini *Bos indicus* (Hariana, Sahiwal, Gir ve Nimari sığırları), *Bos taurus* (Holstein Friesian (HF) ve Jersey sığırı), *Bos taurus* x *Bos indicus* melezleri (½ HF x ½ Hariana)'nde çalışan (Choudhary, Kumar, Bhattacharya, Bhushan, Sharma, 2005), *Bos indicus*lar da sadece CC genotipi sığırlar gözlemiş ve örnek sığır populasyonu monomorfik bulmuştur. Fakat *Bos taurus* sığır ve (½ HF x ½ Hariana) melezlerinde LEP E2FB polimorfizminin polimorfik olduğu gözlenmiştir. Holstein Fresian, Jersey ve melez sığırlarda üç genotip gözlenmiştir. CC, CT ve TT genotipleri olmak üzere frekansları sırasıyla Holstein Friesian sığırlarında % 25; % 69 ve % 6; Jersey sığırlarında % 18; % 52 ve % 30 ve melez sığırlarda % 68; % 27 ve % 5 olarak bildirmişlerdir. CT heterozigotların frekansı en yüksek Holstein Fresian sığırlarında gözlenirken CC genotipi de en yüksek melez sığırlarda gözlenmiştir. TT genotipi, melez ve Holstein Friesian sığırlarında çok düşük frekanstadır ancak Jersey sığırlarında nispeten daha yüksektir. C ve T alel frekansı sırasıyla Holstein Friesian sığırları için % 60 ve% 40, Jersey sığırları için % 4 ve % 56 ve Holstein Friesian x Hariana melezleri için % 82 ve % 18. Bizim çalışmamızda ki Türk Holstein CT genotipi frekansı Choudray vd. (2005)'nin örneklerindeki Holstein Friesian CT genotipi sonuçlarına benzerlik göstermiştir.

Fortes vd. (2009) Nellore (*Bos indicus*), Canchim (5/8 *Bos taurus* + 3/8 *Bos indicus*), Rubia Gallega X Nelore (1/2 *Bos taurus* + 1/2 *Bos indicus*), (9/16 *Bos taurus* + 7/16 *Bos indicus*) ve (3/4 *Bos taurus* + 1/4 *Bos indicus*) ırkları arasında LEP E2FB'nin iki allelik formunu (C ve T) gözlemiştir. *Bos indicus* etkisinin daha yüksek olduğu genetik gruplarda (Nellore ve Rubia Gallega X Nelore) TT genotipli hayvan gözlenmemiştir. Dolayısıyla T alleli frekansı (sırasıyla % 4,3 ve % 7,7) daha düşük belirlenmiştir. (9/16 *Bos taurus* + 7/16 *Bos indicus*) ve (3/4 *Bos taurus* + 1/4 *Bos indicus*) melezlerde benzer T frekansları (sırasıyla % 26,3 ve % 20) göstererek Canchim ırkından (% 39) farklıdır ve hepsinde TT genotipli hayvanlar gözlenmiştir. Nelore ırkında CC ve CT Genotip frekansları sırasıyla % 91,3 ve % 8,7, Rubia Gallega X Nelore melez ırkında sırasıyla % 84,6 ve % 15,4, Canchim ırkında CC, CT ve TT genotipik frekanslar sırasıyla % 41,5, % 39 ve % 19,5, Brangus melezlerinde sırasıyla

% 52,6, % 42,1 ve % 5,3 iken Braunvieh melezlerinde ise sırasıyla % 66,7, % 26,7 ve % 6,7 olarak belirlenmiştir. Tüm çalışılan örnek sığırların LEP E2FB polimorfizmi için ortalama allel frekansı % 81 C ve % 19 T dir. Elde edilen sonuçlara göre, LEP E2FB genotipleri ile MS, Sırt yağ kalınlığı ve/veya SF arasında herhangi bir ilişki olmadığını gözlemişlerdir. Türk Holstein sığırlarında LEP E2FB CT genotipindeki sığırların dondurulup çözünmüş etlerinin pişirildikten sonraki SF ortalaması 6,99±3,28 kg/cm^2 iken Fortes vd. (2009) *Bos taurus* ve *Bos indicus* melezlerinde SF ortalaması 3,70±0,88 kg/cm^2 olup bizim örneklerimizin daha sert olduğu belirlenmiştir. Gevreklik değerleri bakımından çalışmamızda (CT ve TT) ve Fortes vd. (2009)'nin çalışmasında (CC ve CT) gözlenen genotipler arası istatistiki fark önemsizdir.

Brezilya'da örnek alınan Nellore sığırının LEP E2FB marköründe yapılan bir çalışmada ise (Souza vd., 2010) C allel frekansının % 88 ve T allel frekansının % 12 olduğu ve Nellore sığırının CC, CT ve TT genotip frekansları sırasıyla % 76, % 22 ve % 2 olarak belirlenmiştir. Bu araştırma da Nellore sığırı LEP E2FB markörün, sığır sırt yağ kalınlığı üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirtilmiştir. Pinto vd. (2011) Nellore sığırlarında LEP E2FB markörüne göre üç farklı genotipte (CC, CT ve TT) sığırlar gözlemiş ve bunların frekanslarını sırasıyla % 86,83, % 12,85 ve % 0,31 olduğunu, C allel frekansını % 93,26 ve T allel frekansını % 6,74 olarak tespit etmişlerdir. Nellore sığırlarında LEP E2FB TT genotipini çok düşük bir frekansta bulmuşlardır. LEP E2FB ile etin olgunlaşmasının 7. günündeki pişme kaybı (su tutma kapasitesinin bir ölçüsü) arasında önemli bir ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Da Silva vd. (2012) Nellore sığırlarında yaptıkları araştırmada E2FB polimorfizmine ilişkin genotip frekanslarını; CC genotipini % 87,6, CT genotipini % 11,9 ve TT genotipini % 0,5 olarak, C allel geni frekansını % 93,6 ve T allel geni frekansını % 6,4 olarak tespit emiştir. Nellore sığırlarında LEP E2FB SNP'nin yem tüketimi, belgözü kası (MLD) alanı ve sırt yağ kalınlığı ile ilişkisini önemli bulmuşlardır. De Oliveira vd. (2013) Nellore (*Bos indicus*) sığırlarında LEP E2FB (SNP 305) üzerine yapılan çalışmada, E2FB SNP ait CC (% 62) ve CT (% 38) genotip frekansları tespit edilmiş olup TT genotipte sığır gözlememiştir. C ve T allellerine ilişkin gen frekansları sırasıyla % 81 ve % 19'dur. LEP E2FB CC genotipindeki sığır kasındaki kırmızı renk yoğunluğu CT genotipindekinden daha yüksektir. Oysa Türk

Holstein sığırlardaki çalışmamızda a* renk değerleri TT (10,76 ± 2,43) genotipindekiler de CT genotiplilerden daha fazladır. Ancak etler pişirildikten sonra yeşile (5,72 ± 0,80) kaymıştır. Örnek Nellore sığırlarda LEP E2FB SNP ile sığırların karkas yağ dağılımı, kırmızı kas renginin yoğunluğu, pH, mozaikleşme ve kesim sonrası yağ kalınlığı özellikleri arasında önemli bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Corva vd. (2009) da Arjantin Brangus (5/8 Angus ve 3/8 Brahman) sığırlarında LEP E2FB (2. Ekzondaki SNP2)'nin C allel frekansı % 50,4 ve T alleli % 49,6 olarak belirlemişlerdir. Genotiplerin frekanslarını da % 21,6 CC, % 57,6 CT ve % 20,8 TT olarak tespit etmişlerdir. LEP E2FB polimorfizmini karkas verimi ve sırt yağ kalınlığı ile ilişkilendirmişlerdir. Karkas ağırlığı ile genotipler arası Türk Holstein sığırlarda olduğu gibi herhangi bir anlamlı ilişki kurulamamıştır ($p>0,05$).

Yedi farklı Brezilya melezlerinde (Nellore, Angus, Canchim, Valdostana, Caracu ve Kırmızı Angus) yapılan çalışmada LEP E2FB allel geni frekansları % 56,7 (C) ve % 43,3 (T) tespit edilmiştir. Valdostana sığırları hariç CC, CT ve TT olmak üzere her üç genotip gözlenmiş olup ortalama frekansları sırasıyla % 29,4; % 54,7 ve % 15,9 dur. Valdostana melezlerinde TT genotipi gözlenmemiştir. *Bos taurus* melezleri *Bos indicus* melezlerinden daha yüksek T allel frekansına sahiptir ve LEP E2FB polimorfizmi karkas yağ kalınlığı ile ilişkilendirilmiştir. Carvalho vd. (2012) Brezilya melezlerinde yapılan fenotipik ölçümlerden CT ve TT genotipleri için kesim sırasındaki ortalama CA sırasıyla 408,65±4,85 kg ve 398,4±7,09 kg, ortalama SKA sırasıyla 223,83±3,06 kg ve 217,61±4,41 kg'dır. Aynı genotiplerin Türk Holstein sığırlarındaki ortalama CA sırasıyla 512,14±79,78 kg ve 506,50±85,97 kg iken ortalama SKA sırasıyla 286,25±45,89 ve 281,00±42,13 kg olup her iki çalışmada da genotipik farklar istatistiki olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Gevreklik bakımından Carvalho vd.'nin (2012) CC (5,22±0,32) genotipinin CT ve TT genotiplerinden SF değerleri bakımından farkın önemli olduğu ($p<0,05$), CT (6,02±0,26) ve TT (5,75±0,37) genotipler arası farkın önemsiz olduğu ve bizim Türk Holstein sığırlardaki çalışmamızla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Carvalho vd.'nin (2012) MLD'nin mozaikleşmesi üzerine yaptığı çalışmada, LEP E2FB markör genotipleri (CC, CT, TT) arası fark olmadığını belirtilmiştir. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da CT ve TT genotipleri arası fark olmadığı gözlenmiştir.

LEP E2FB T allelinin frekansını; Buchanan vd. (2002) *Bos Taurus* sığırlarından Angus için % 58, Charolais için % 34, Hereford için % 55 ve Simmental için % 32 olarak tespit etmişlerdir. Tüm *Bos Taurus* sığırların E2FB markörü C (% 54) ve T (% 46) alel frekansı ortalama sonuçları, bizim Türk Holstein sığırların da bulduğumuz frekansa yakındır. Buchanan vd. (2002) araştırmasında LEP E2FB T allelini yağlı karkaslarla, C allelini ise daha az yağlı karkaslarla ilişkilendirmiştir. Yine Buchanan vd. (2003) Holstein, Ayrshire, Brown Swiss, Canadienne, Guernsey, Jersey gibi 6 sütçü sığır ırkın LEP geninin E2FB markörü üzerine çalışmışlar ve T allel frekansını süt sığır ırklarında sırasıyla % 46, % 62, % 45, % 11, % 6, % 53 bulmuşlar ve sütçü sığır ırklarında T allelinin süt yağ verimine etki etmediği ancak süt ve süt protein verimine olumlu etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Schenkel vd. (2005) farklı *Bos Taurus* sığır ırkı melezlerinde (Angus, Charolais, Limousin ve Simmental) LEP genin de araştırdıkları E2FB markörü T allelini en yüksek (% 54,6) Angus ırkında, en düşük (% 41,2) Simental ırkında gözlemişlerdir. Çalıştıkları örnek sığırlar da E2FB markörü ortalama C allelinin (% 57,6) T alleli (% 42,4) frekansına göre daha büyük bulmuşlardır. E2FB polimorfizminin; yağ, yağsız et ve etteki yağlanma oranına yani etin gevrekliği üzerine etkili olduğunu, MLD'nin SF ile E2FB SNP'leri arasında önemli bir etkileşim olduğunu belirtmişlerdir. Dört farklı sığır ırkında ortalama 336± 49,23 kg SKA'daki E2FB CC genotipindekilerde yağlanma derecesinin % 8,7±0,69 ile en düşük CT genotiplerde ise % 10,2±0,54 ile en yüksek olduğu gözlenmiştir. Oysa Türk Holstein sığırların E2FB CT genotipindekilerin (ortalama 286,25 ± 45,89 kg SKA'dakilerde) MS ortalaması % 11±4 ile TT genotipindekilerden (% 13±7) daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Nkrumah vd. (2004) *Bos taurus* sığırlarından; Angus, Hereford, Limousin, Gelbvieh ve Charolais gibi ırklarda LEP 2. Ekzonun (LEP E2FB) üzerine yaptıkları araştırmada, LEP E2FB SNP C/T değişiminde üç genotip (CC, CT ve TT) gözlemiştir. T allel frekansları sırasıyla Angus için % 71, Hereford için % 55, Limousin ile Gelbvieh için % 47 ve Charolais için % 42 olarak bulunmuştur. *Bos taurus* sığırlarında çalışılan tüm örnek ırklardaki LEP E2FB T (% 52) ve C (% 48) allel frekansı ortalaması bizim çalışmamızda ki Türk Holstein sığır örnekleri gen frekansları ile benzerlik göstermiştir. Sitozin (C) aleli taşıyan sığırların, daha yüksek oranda sırt yağ kazanımı ve düşük

yağsız et verimleri ile önemli ölçüde ilişkili olduğu, Timin (T) aleli taşıyan sığırlarda ise daha ziyade yüksek yem tüketimi ve yemden yararlanma etkinliği ile olan olumlu ilişkiyi gözlemişlerdir. Ancak kesim sırası CA ve MS ile genotipler arası ilişki olmadığı belirtilmiştir. Aynı şekilde Türk holstein sığırlarında da kesim yaşındaki CA ve MS ile LEP E2FB markör genotipleri arası ilişki kurulamamıştır.

Papaleo Mazzucco vd. (2016)'nın araştırmasında, Angus, Hereford ve melezleri (3/4 Angus–1/4 Hereford, 1/2 Angus–1/2Hereford, 1/4 Angus–3/4 Hereford) ile Angus, Hereford ve Limousin 3'lü melezlerinin LEP E2FB T allel frekansları sırasıyla; % 73, % 68, % 70, % 73, % 57 ile % 76 olduğu bildirilmiştir. İlgili ırklar ve melezlerinde CC, CT ve TT olmak üzere üç genotip gözlenmiştir. Genotip frekansları sırasıyla CC genotipi için % 7, % 8, % 7, % 8, % 22, % 10; CT genotipi için % 41, % 48, % 47, % 40, % 44, % 29 ve TT genotipi için % 52, % 44, % 47, % 53, % 35, % 61 olduğu belirlenmiştir. LEP E2FB T allelli Sırt yağ ve yağ kalınlığı ile ilişkilendirilmiş olup kas içi yağlanma ile anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0,05$). En düşük sırt yağ kalınlığı ve kas içi yağ içeriğini Limousin melezleri göstermiştir. 1/2-Angus'tan elde edilen et, Limousin melezinden daha fazla a* vermiştir. Yani 1/2-Angus'tan elde edilen etler daha kırmızıdır. Diğer genetik gruplar pH, kesme kuvveti, pişirme kaybı, L* ve b* değerleri bakımından benzerlik göstermişlerdir. Bizim çalışmamızdaki örnek Türk Hostein ırkının LEP E2FB lokusu CT ve TT genotipindeki sığır etlerinin pişmiş et rengi L* skalası yani et parlaklığı bakımından genotiplere göre istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ($p>0,05$). LEP E2FB TT genotipli sığırların et rengi CT genotipindeki sığır etlerinden daha parlaktır.

Kaplanová, Dvořák, Urban, (2009) Czech Spotted Cattle, Holstein, Kırmızı Holstein, Ayshire melezlerinde yaptıkları çalışmada LEP E2FB C allel frekansını % 83, T allel frekansını % 17 olarak tespit etmişlerdir. LEP E2FB'de T alelli'nin daha yüksek yağ birikmesinden sorumlu olduğunu belirterek böbrek ve pelvik yağ birikimi ile anlamlı ($p<0,05$) bir ilişkisi olduğu gösterilmiştir. Homozigot TT genotipindeki sığırlar diğer iki genotipe nazaran yüksek böbrek ve pelvik yağ birikimine sahiptirler. (Tyul'kin, Akhmetova, Valiullinaa, Vafin, 2013) tarafından Tataristan Holstein boğaları LEP E2FB SNP ile ilgili çalışmada sığırların % 32,9 CC, % 52,8 CT ve % 14,3 TT genotipinde gözlemiştir. C ve T alellerinin frekansları sırasıyla % 59 ve % 41 olarak

tespit edilmiştir. De vd. (2004) Wagyu x Limousin melezleri LEP geni SNP üzerine yaptıkları çalışmada, LEP E2FB C allel frekansını % 68 ve T allel frekansını % 32 olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı ırkların (Wagyu x Limousin) melezlerinde Wu vd. (2005) yaptıkları çalışmada LEP E2FB CC, CT ve TT genotip frekansları sırasıyla % 44, 71, % 46,34 ve % 8,94. LEP E2FB C allel frekansını % 67,89 ve T allel frekansı % 32,11 olarak ve De vd. (2004) ile benzer bulmuşlardır. Ayrıca LEP E2FB SNP'nin Kabuk yağ kalınlığı üzerine önemli bir etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Anton vd. (2012) göre Macar Angus boğalarının, MLD ve musculus semitendinosus'ta (ST) en yüksek yağ yüzdesi LEP E2FB TT genotipli boğalar da oluştuğu, CC ve TT genotipli sığırlar ile arasındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Kononoff, Deobald, Stewart, Laycock, Marques, (2005) tarafından da LEP E2FB SNP'in Hereford, Angus, Charolais, Simental ve Limousin ırklarında karkas yağ verim seviyeleri ile ilişkili olduğu tespit edilmiş ve popülasyondaki sığır genotip frekansları; CC % 24,9, CT % 50,5 ve TT % 24,6 olarak bildirilmiştir. Karkas ağırlığı bakımından CT ve TT genotipteki sığırlar arasında anlamlı bir fark gözlememiştir. Benzer şekilde bizim çalıştığımız Türk Holstein sığırların LEP E2FB SNP genotipleri bakımından da karkas ağırlıkları ile anlamlı bir ilişki kurulamamıştır.

Gill vd. (2009) tarafından Aberdeen angus melezlerinde araştırılan LEP E2FB polimorfizminde. C allel frekansı % 55 ve T allel frekansı % 45 olarak belirlenmiştir. CC, CT ve TT genotip frekansları sırasıyla % 29, % 50 ve % 20 olarak bulmuşturlar. Yaptıkları çalışmada LEP E2FB genotipleri ile test edilen fenotipik özellikler (SF, SKA, pH_{24}) arasında herhangi bir ilişki kuramamışlardır. Madeja vd. (2004) Polonya Holstein boğalarında LEP E2FB polimorfizminde CC, CT ve TT genotiplerini ve bunların C (% 54) ve T (% 46) allel frekansını belirlemişlerdir. LEP E2FB SNP ile Süt üretim özellikleri arasında istatistiki bir ilişki kuramamışlardır. Woronuk vd. (2011) LEP E2FB (p.Arg25Cys) polimorfizmi CC, CT ve TT genotipli hayvanların sırt yağ kalınlığını sırasıyla 6,28±0.01, 6,49±0,01 ve 6,79±0,02 mm olarak hesaplamışlar ve E2FB T allel frekansı ile hayvan sırt yağı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Homozigot TT genotipli hayvanlar en yüksek sırt yağ kalınlığına sahiptir. E2FB CC, CT ve TT genotipindeki sığırların kesim sırasındaki CA'ları sırasıyla 487,3±0,6, 488,0±0,5 ve 484,2±0,7 kg olduğu ve genotip ile kesim sırasındaki CA arası ilişkinin önemli olduğunu da belirlemişlerdir. Homozigot CC ve CT genotipindeki sığırlar vücut

ağırlığına göre TT genotipindeki sığırlardan anlamlı derecede daha ağırdırlar. Bizim çalışmamızda ise Türk Holstein sığırların LEP E2FB CT ve TT markör genotipleri ile CA veya SKA arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki kurulamamıştır ($p>0,05$).

Shin ve Chung (2007) Kore sığırlarının LEP geni C1180T (E2FB) SNP genotip frekansları % 29,2 CC, % 55,4 CT ve % 15,4 TT olup bu lokusun T allel frekansının % 36 olduğunu hesaplamışlardır. LEP E2FB CC genotipli hayvanlar, TT genotipli hayvanlara göre daha yüksek sırt yağ kalınlığına ve CT ile TT genotiplerine göre de daha yüksek MS'na sahip olduklarını bulmuşlardır. LEP E2FB C aleli, sırt yağ kalınlığı ve MS da anlamlı bir artışa neden olduğu bildirilmiştir. Yani LEP E2FB markörünü, sırt yağ kalınlığı ve mozaikleşme skoru (MS) ile ilişkilendirmişlerdir ($p<0,05$). Kore sığırlarının LEP E2FB SNP sonuçlarına göre E2FB SNP'nin Kore sığırında karkas ve et kalitesi özellikleri için genetik bir markör olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Oysa bizim Türk Holstein sığırlarındaki çalışmamızda karkas ağırlığı ve et kalite özellikleri (MS, SF) ile CT ve TT genotipleri arasında herhangi bir ilişki kurulamamıştır.

Nassiry, Moussavi, Alashawkany (2007) İran yerli sığırlarında (Golpayegani ve Taleshi) LEP E2FB de yaptıkları araştırmada Golpayegani ırkı sığırlarda iki genotip (% 42 CC, % 58 CT) gözlemiş ve T allel frekansı % 29, Taleshi ırkı sığırlarda ise CC, CT ve TT olmak üzere üç genotip gözlemiş ve frekanslarını sırasıyla % 36, % 36 ve % 27 olarak, T allel gen frekansını da % 45 olarak belirlemişlerdir. Yine Nassiry, Shahroudi, Mousavi, Sadeghi, Javadmanesh (2008) İran sığır ırkları için LEP E2FB T allel frekansını Sarabi, Taleshi, Sistani, Golpayegani, Holstein, Brown Swiss ırkları için sırasıyla % 32, % 45, % 31, % 29, % 43, % 45 olarak bildirmişlerdir. CC ve CT genotipleri altı ırkta, TT genotipi ise sadece Taleshi, Sistani ve Holstein sığır ırklarında gözlemişlerdir.

Ülkemizin yerli sığır ırklarından Güneydoğu Anadolu Kırmızısı (GAK), Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) ve Bozırk'ın LEP E2FB lokusun da yapılan çalışmada, MS üzerine olumlu etkisi olan T allel frekansı; GAK için % 58, DAK için % 51 ve Bozırklar için % 45 olarak belirlenmiştir. CC, CT ve TT genotip frekansı da sırasıyla GAK için; % 10, % 65 ve % 25, DAK için % 15, % 67 ve % 18 ve Boz ırk için % 20, % 70 ve % 10 olarak tespit edilmiştir E2FB polimorfizmi için verimle ilişkili T allel frekansı en yüksek GAK sığırlarında belirlenmiştir (Öztabak vd. (2010).

5.3. Türk Holstein Sığırların TG5 (C422T) Lokusuna Göre Tartışılması

Türk Holstein sığırların MLD et örneklerinde yapılan moleküler analiz çalışmalar sonucunda, örneklerin tümünün TG C422T (TG5) polimorfizminde tek alleli (C alleli) olmasından dolayı homozigot CC genotipinde sığırlardan oluştuğu gözlenmiştir. Araştırma örneklerinde genetik varyasyon gözlenmediğinden yani hepsi monomorfik olduğundan diğer (CT ve TT) genotipik ölçüler ile ilişkisi değerlendirmeye alınamamıştır (çizelge 4.1.).

Barendse (1999), TG geninin promotöründeki C422T polimorfizmini sığır etlerinde yağlanma üzerine artışla ilişkilendirmiştir. Sığırlarda mozaikleşme için gen markörü olarak kullanılan TG5 markörü TT genotipine sahip hayvanlar CC ve CT genotipine göre daha yüksek mozaikleşme skoruna sahiptirler. Barendse vd. (2001) Angus ve Shorthorn sığırlarında yaptıkları başka bir çalışmada da TG5 polimorfizmini, mozaikleşme skoruyla istatistiksel olarak anlamlı derecede ilişkili bulmuşlardır. Thaller vd.'na (2003) göre Alman Holstein ve Charolais hayvanlarında yapılan çalışmada da homozigot TT genotipli hayvanların CT veya CC genotipli hayvanlara göre MLD'de daha fazla yağa sahip olduğu bildirilmiştir. Alman Holstein sığırlarında Charolais'e kıyasla daha yüksek kas içi yağlanma gözlenmiş ve Mozaikleşme genellikle Holstein sığırlarda Charolais sığırlarından daha yüksektir (Marschall, 1999). TG5 T allel frekansı Alman Holstein'de % 25 iken Charolais'te % 24,1 olarak bulunmuştur. Barendse vd. (2004) tarafından TG5 T allelinin kas içi yağlanma için elverişli bir allel olduğu bildirilmiştir. TG5 genotipleri, Aberdeen Angus, Shorthorn ve Wagyu sığırları gibi sığır ırklarında mozaikleşme skoru ile ilişkilendirilmiştir. Burrell vd. (2004) TG geninin TG5 marköründe, TT genotipli hayvanların, CC ve CT genotipli hayvanlara göre anlamlı derecede yüksek mozaikleşme skorlarına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Casas vd. (2007) Wagyu sığırı ile melezlenmiş farklı sığır ırklarında yapmış olduğu çalışmada TT (599 ± 20) genotipindeki sığırların CC (540 ± 10) ve CT (541 ± 11) genotipindekilere göre daha fazla mozaikleşme skoruna sahip olduklarını ve sonuçların, tiroglobülin genindeki markörlerin, Wagyu kanı taşıyan sığır ırkı yetiştiriciliği yapan üreticiler için mozaikleşme performansının belirlenmesinde faydalı bir gösterge olabileceğini belirtmektedirler. Wagyu sığırlarında C allel frekansı (% 69) T allel frekansından (%31)

yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde Holstein sığırlarda da C allel frekansı (% 80) T allel frekansından (% 20) yüksek olduğu tespit edilmiştir. TT genotipindeki sığırlar diğer iki genotipe göre her iki popülasyonda da yüksek mozaikleşme skoruna sahiptir. Tyul'kin vd. (2013) Tataristan Holstein boğalarında TG5 geni C alel frekansı % 81 ve T alel frekansı % 19 olarak bulunmuştur. Sığırların genotipik frekanslarını % 62,9 CC, % 35,7 CT ve % 1,4 TT olduğunu gözlemiştir.

Casas vd. (2005) Brahman ırkı sığırlarda CC, CT ve TT olmak üzere üç genotip gözlenmiştir ve frekansları sırasıyla % 94,6, % 3,9 ve % 1,5 olarak belirlenmiştir. TG5 SNP'nin allel frekansları, Brahman ırkı sığırlarda *Bos taurus* popülasyonlarında bildirilen alel frekanslarından farklıdır. Ortalama mozaikleşme skoru CC genotipindekiler de 324 ± 5, CT genotipindekiler de 301 ± 13 ve TT genotipinde 295 ± 20 olarak tespit edilmiştir. *Bos indicus* sığırlar da TG5 markörü ile sırt yağ kalınlığı ve antrikot kesit alanı (LMA) üzerine anlamlı bir ilişki ($p<0,05$) olduğu ancak, TG5 markörünün mozaikleşme skoru ile ilişkilindirilemediğini bildirmişlerdir. Fakat her ne kadar TG5 markörü ve mozaikleşme skoru ile yeterli düzeyde ilişki kurulamasa da *Bos taurus* sığır ırklarından farklı olarak Brahman ırkında TG5 C allelli taşıyan sığırların yüksek mozaikleşme skoruna sahip olduğunu belirtmiştirler. Brahman ırkı sığırlarda kesim ağırlığı ortalaması 442,7±55,8 kg iken bunların SKA ortalaması 282,9±37,9 kg olup bizim araştırmamızdaki örnek Türk Holstein sığırlardan daha düşük kesim sırası CA ve SKA ortalamasına sahiptirler. Brahman sığırların 7. ve 14. gün çiğ etlerindeki SF değerleri sırasıyla 5,59±1,93 kg/cm^2 ve 5,28±1,72 kg/cm^2'dir ve bizim sığır örneklerimizin aynı günkü değerlerinden daha düşüktür.

Royer, Shivers, Riley, Elzo, Garcia (2016) Brahmanlarda TG'de 4 farklı SNP'yi karkas kalite özellikleriyle (mozaikleşme skoru ve kalite derecesi) ve yapısal özellikleri ile anlamlı şekilde ilişkilendirmişlerdir ($p<0,001$). Carvalho vd. (2012) altı farklı Brezilya melezlerinde (Nellore, Angus, Canchim, Valdostana, Caracu ve Red Angus) yapılan çalışmada TG5 polimorfizmi ortalama allel geni frekanslarını % 83,8 (C) ve % 16,2 (T) olduğunu ve *Bos taurus* melezlerinin *Bos indicus* melezlerinden daha yüksek T allel frekansına sahip olduğunu belirlemişlerdir. CC, CT ve TT genotipite sığırların genotipik frekanslarını sırasıyla % 70,6, % 26,4 ve 3,0 olarak tespit etmişlerdir. Fakat TG5 markörünü herhangi bir fenotipik özellik ile ilişkilendirememiştirler. *Bos taurus* ve

Bos indicus melezleri TG5 CC genotipindeki sığırların kesimdeki CA ortalaması 408,06±4,45 iken SKA ort. 223,38±2,79 kg olarak tespit etmişlerdir. Türk Holstein TG5 CC genotipindeki sığırlarda kesimdeki CA ortalaması 512,16 kg iken SKA ort. 286, 30 kg olup Carvalho vd.'nin sonuçlarından daha yüksektir. *Bos taurus* ve *Bos indicus* melezleri TG5 CC genotipindeki sığırların SF verileri ort. 5,69±0,24 olarak belirlenmişken çalışmamızda Türk holstein sığırlarında 7. Gün çiğ etteki 7,58 kg/cm^2 olup TG5 CC genotipindeki Türk holstein sığır etlerinin daha sert olduğu düşünülmektedir.

Fortes vd. (2009) Rubia Gallega X Nelore ile Brangus melezlerinde T allelinin C allelinden daha düşük frekansta olduğu, sırt yağ kalınlığı ve SF ile allel genler arasında bir ilişkinin olmadığını gözlemiştir. Nellore (*Bos indicus*) sığırlarda TG5 markör polimorfizminde ise yalnız CC genotipde sığırlar gözlemiştir. Bizim çalışmamızda da örnek Türk Holstein (*Bos taurus*) sığırların TG5 polimorfizminde yalnız homozigot CC genotipi sığırlar belirlenmiştir. Türk Holstein (*Bos taurus*) sığır örnekleri ile saf Nelore ırkı grubun TG5 lokusları benzerlik göstermiştir. Bos taurus ve Bos indicus melezleri TG5 CC genotipindeki sığırların dondurulup çözünmüş etlerinin pişirildikten sonraki SF ortalamaları 3,41±0,53 kg iken bizim de dondurulup çözündürülmüş ve pişirilmiş Türk Holstein MLD et örneklerimizin ortalama SF değeri 6, 99±3,22 kg/cm^2 olup daha sert olduğu belirlenmiştir.

Anton vd. (2008) tarafından Kırmızı Angus, Charolais, Limousin ve Macar Fleckvieh sığırlarında TG5 lokusuna göre CC, CT ve TT genotipindeki sığırların frekansları sırasıyla % 66,6; % 28,3 ve % 5 olarak tespit edilmiştir. CC, CT ve TT genotiplerine göre MLA kası yağ yüzdeleri de sırasıyla 11,723±0,78, 14,345±1,00 ve 17,040±2,10 olarak belirlenmiş olup TT genotipindeki sığırlar en yüksek yağ yüzdesi değerlerini göstermiştir. Türk Holstein sığır örnekleri TG5 CC genotipindekilerin MS % 11±4 olup Anton vd. (2008) çalıştığı sığır örnekleri TG5 CC ortalamasına benzerdir. CT ve TT genotipinde yağ % farkı anlamlı olduğu kanıtlanmıştır ($p<0,05$). Bonilla vd. (2010) ise Meksika sığırlarında (Mexicali, Hermosillo, Varacruz ve Guadalajara) yapmış olduğu çalışmada T allel frekansını % 14, C allel frekansını ise % 86 olarak tespit etmişlerdir. Buna bağlı olarak CC genotipi sığırlar frekansı % 73, CT genotipi sığırlar frekansı % 26 ve TT genotiptekileri için % 1 olarak belirlemişlerdir. TG5

markörünün, Kas içi yağlanma (IMF) ve sığır eti kalitesi özellikleri ile anlamlı (P <0,05) ilişkisi olduğu belirtilmiştir. TG5 CC genotipindeki sığırların SF ortalaması 3,93±0,3 kg/cm^2 olup bizim örneklerimizin (7,58±2,19) çok altında kalmıştır.

Ripoli vd. (2013) TG5 polimorfizmi C ve T allel frekanslarını *Bos taurus* ırklarında sırasıyla; Angus (% 84,48 ve % 15,52), Hereford (% 98,72 ve % 1,28), Holstein (% 77,78 ve % 22,22), Wagyu (% 32,35 ve % 67,65) ve Arjantin Creole (% 75 ve % 25) ile *Bos indicus* ırkları Brahman (% 89,29 ve % 10,71) ile Nellore (% 90 ve % 10) de tespit etmişlerdir. Diğer ırklarla kıyaslandığında Wagyu sığırlarında T allel frekansı en yüksektir. Horecký ve Knoll (2013) da Galloway ve Highland sığırlarındaki TG5 markör geni C ve T allel frekansını sırasıyla % 94,2 ve % 5,8 olarak bulmuşlardır. Wagyu x Limousin melezleri üzerine yapılan çalışmada De vd. (2004) TG5 markör geninin C ve T allel frekansını % 61 ve % 39 olduğunu bildirilmiştir. TG geninin, sığır etlerinde mozaikleşme üzerine önemli bir etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir. Wu vd. (2005) da Wagyu x Limousin melezlerinde, TG5 polimorfizminin C allel frekansı % 60,95 ve T allel frekansı % 39,05 olduğunu ve sığırların CC, CT ve TT genotip frekanslarını da sırasıyla % 38,84, % 44,21 ve % 16,94 olduğunu belirlemişlerdir. TT genotipindeki sığırlar da Deri altı sırt yağ kalınlığının diğer genotiptekilere göre daha önemli etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Shin ve Chung'un (2007) Kore sığırlarında TG5 markörü C ve T allel frekansları sırasıyla % 64,1 ve % 35,9 olduğunu, Kore sığırların genotiplerinin % 41,1'nin CC, % 45,9'nun CT ve % 13'ünün TT genotipinde olduğunu gözlemiştir. TG5 CC genotipindeki Kore sığırlarının kesimdeki CA ortalaması 543,26±4,54 kg iken bizim araştırmamızdaki Türk Holstein sığırların kesimdeki CA ortalamasının (512,16 kg) daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Anton vd. (2012) tarafından TG5 markör genin TT genotipinin arzu edilen bir özellik olarak daha yüksek kas içi yağ içeriği için markör destekli seleksiyonda (MAS) kullanılabileceği bildirilmiştir. Macar Angus ırkı boğalarında, MLD ve musculus semitendinosus'ta (ST) kası etlerinde en yüksek yağ yüzdesi değerleri, TG5 markörü TT genotipindeki sığırlarda gözlenmiştir ve CC ve TT genotipindeki boğalar arasındaki fark anlamlıdır (p<0,05).

De vd. (2004) ile Shin ve Chung (2007) da Kore sığırlarında TG5 markörünün MS ile anlamlı şekilde ilişkili olduğunu (p<0,05) göstermişlerdir. Ancak Casas vd.

(2005) ile Chin ve Chung (2007) ‘un araştırma sonuçları diğer araştırmacıların sonuçlarından farklı olarak CC ve CT genotipli hayvanların, TT genotipine sahip olanlardan daha yüksek mozaikleşme skoruna sahip olduğunu ve C allelinin mozaikleşme skoru ile önemli bir ilişkisinin olduğunu bildirmiştirlerdir. Bildirilen bu sonuçlar TG5 markör C allellini mozaikleşme ile olumlu ilişkilendirerek diğer literatürden farklılık göstermektedir.

Çek benekli sığır, Holstein, Kırmızı Holstein, Ayshire melezlerinde TG5 markörünü C (% 77) ve T (% 23) allel frekansı belirlenen araştırmada, Kaplanová vd. (2009) da TG5 markörünü ile sığırların herhangi bir fenotipik özelliği arasında istastiki olarak anlamlı bir ilişki belirleyememişlerdir.

Ribeca vd. (2014) Piemontese genç boğalarında yaptıkları araştırmada, TG5 T ve C alleli ile a*, b* ve artan DL (pişme kaybı) karşılaştırıldığında, TG5 T alleli ile a*, b* ve DL arasında olumlu bir ilişki bulmuşturlar. Kesim sonrası 24. saatteki pH değeri 5,52 iken bizim aynı zamanda ölçülen pH değerimiz 5,29 olarak bulunmuştur.

Ardıçlı vd. (2018) da Türk Holstein sığırlarında TG5 SNP’de bizim örneklerimizden farklı olarak CC ve CT olmak üzere iki genotip gözlemiş ve frekansları da sırasıyla % 90 ve % 10 olduğunu belirtmiştir. Pişme kaybı, et gevreklik ve pH’sı ile ilgili herhangi bir genetik ilişki kuramamışlardır. Fakat renk parametrelerinden L* yani parlaklık ve a* kırmızılık-yeşillik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulmuşlardır. Türk Holstein sığırların CC genotipindekileri CT genotipindekilere kıyasla daha yüksek L* değeri gösterirken daha düşük a* değeri göstermişlerdir.

Ağaoğlu, Akyüz, Kul, Bilgen, Ertuğrul (2015)’de ülkemizdeki yerli sığırlarda (Zavot, Yerli Kara, Güney Anadolu Kırmızısı, Doğu Anadolu Kırmızısı, Boz ırk) yaptıkları çalışmada 5 ırkın her birinde TG5 polimorfizmin üç farklı genotipini gözlemlemişlerdir. Irklara göre T allel frekansları sırasıyla % 20, % 14, % 9, % 23, % 16 olarak bulunmuştur. Gözlenen genotip frekansları da Zavot için % 61,7 CC, % 36,7 CT, % 1,6 TT, Yerli Kara için % 78 CC, % 16,9 CT, % 5,1 TT, GAK için % 83 CC, % 15,1 CT, % 1,9 TT, DAK için % 61,2 CC, % 30,6 CT, % 8,2 TT ve Boz ırk için % 75 CC, % 18,3 CT, % 6,7 TT olarak belirlemiştirler. Beş yerli ırkta da TG5-T allel frekansının C alel frekansından daha düşük olduğu ve dolayısıyla TT sığır genotip frekansının da diğer (CC ve TT) genotiplerin frekansından daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ülkemizin yerli sığır ırklarında Savaşçı ve Atasoy’un (2016) yaptığı

çalışmada da, mozaikleşme skoru üzerine olumlu etkisi olan TG5 markörü T allelinin popülasyonda düşük (% 23) ve C allelinin (% 77) daha yüksek frekansta olduğu belirtilmiştir. Yerli Irklara göre T allel frekansları; Yerli Kara da % 27, Doğu Anadolu Kırmızı (DAK) sında % 35, Boz Irk'ta % 6 olarak tespit edilmiştir. Yerli ırklardan TG5 SNP'de CC, CT ve TT genotipi gözlenmiş olan Yerli Kara'nı genotip frekansları sırasıyla % 56, % 36 ve % 8 ile Doğu Anadolu Kırmızısının da % 45, % 41 ve % 14 olarak belirlenmiştir. Bozırk ta homozigot TT genotipi gözlenmemiştir, CC ve CT olmak üzere iki genotip gözlenmiş olup frekansları % 88 ve % 12'dir. Tüm sığırların genotipik frekansları arasında gözlenen farklar istatistiki olarak anlamlı olduğu ($P<0,05$) ve popülasyonların HW dengesinde olmadığı belirlenmiştir. Yerli sığırlarda, homozigot TT genotipte en fazla sığırlar DAK ırkında görülmüştür. Yerli sığır ırklarının özellikle DAK sığırların kaliteli kırmızı et üretimi için genetik potansiyel taşıdığı ifade edilmiştir. Türkiye'deki yerli sığır ırklarında TG5 gen polimorfizlerinin tespit edilmesi, sığır eti kalitesi özelliklerini geliştirme çabaları ve sığırlarımızın moleküler karakterizasyonlarını belirleme adına çok önemlidir.

Sığırlarda MLD kasında mozaikleşme ile olumlu ilişkisi olan TG5 markörü T allel geni frekansını; Holstein sığırlarında Ripoli vd. (2013) % 22,2, Casas vd. (2007) % 20, Kaplonova vd. (2009) Holstein ve Kırmızı Holstein melezlerin de % 23, Tyulkin vd. (2013) Tataristan Holstein'lar da %19, Thaller vd. (2003) ise Alman Holstein da % 25 olarak belirlemişlerdir. Sığırların TG5 markör lokusunda T allel frekansını bazı araştırmacılar ; % 39,05 (Wu vd., 2005), % 39 (De vd., 2004), % 35,9 (Shin ve Chung 2007) olarak diğer araştırmacılardan daha yüksek bulmuşlardır. TG5 markör T allel frekansı literatürde değişkenlik gösterirken bizim örnek aldığımız Türk Holstein (*Bos taurus*) sığırlarında görülmeyip monomorfik olması nedeniyle, sonuç literatürden tamamen farklılık göstermektedir. Türk Holstein (*Bos taurus*) sığırlarından alınan örnekler iki farklı ilden (Edirne ve Kırklareli) ve iki farklı işletmeden gelen ve Edirne Ticaret Borsası Mezbahasında kesilen sığır örneklerinden oluşmaktadır. Buna rağmen TG5 markör polimorfizmi T allel geninin gözlenmemesinin nedeni olarak tüm işletmeler de ithal spermaların kullanılmış olması olasılığı ve buna bağlı aynı babadan kaynaklı olan bir homozigotlaşma tehtidi olabilir.

Horecký ve Knoll (2013) da Galloway and Highland sığırları TG5 polimorfizmini yağ asitleriyle ilişkilendirmişlerdir ve miristik asit içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir ($p < 0,05$).

Sonuç olarak,

Kırklareli ve Edirne ilindeki köy işletmelerinden toplanılan Türk Holstein sığırları danaların entansif besiciliğini yapan Edirne'deki iki işletmeden 16-17 aylık kesim yaşındaki 100 baş erkek Türk Holstein sığırların kesim sonrası örneklerinde çalışılmıştır. Genotipik çeşitliliğin oluşabilmesi için küpe numaralarındaki işletme numaralarına bakılarak, örnek sığırların farklı işletmelerden oluşmasına özen gösterilerek çalışılmıştır. Buna rağmen, örnek Türk Holstein sığırların TG5 SNP sonuçlarının monomorfik olması çalışmaya dahil edilen örnek sığır sayısının yetersizliğinden veya baba hatlarının birkaç boğadan elde edilen ithal spermaların kullanılmasından kaynaklı olabileceği ve genetik çeşitliliğin Türk Holstein sığırlarda azalmış olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Türk Holstein sığırların moleküler genotipik karakterizasyonunu belirlemeye yönelik çalışmada, Türk Holstein sığırların LEP E2FB markörü T alleli frekansı (% 53) bakımından Nkrumah vd. (2004) ile Corva vd.'nın (2009) sığır örneklerindeki sonuçlara yakınlık göstermektedir. Diğer araştırmacılardan; Buchanan vd. (2002), Madeja vd. (2004), Gill vd. (2009), Carvalho vd. (2012), Schenkel vd. (2005) ve Tyulk'in vd. (2013), Shin ve Chung (2007), Wu vd. (2005), De vd. (2004), Fortes vd. (2009), De Oliveira vd. (2013), Kaplanova vd. (2009), Souza vd. (2010), Pinto vd. (2011) ve Da Silva vd. (2012)'nin araştırdıkları sığır ırklarının hepsinde T allel frekansını bizim Türk Holstein sığır ırkı örneklerinden düşük bulunmuştur.

Önceki araştırmacıların çalıştıkları örnek Holstein sığırlarında LEP E2FB lokusu T allel frekansını; Buchanan vd. (2003) % 46, Choudray vd. (2005) Holstein Fresian'da % 40 ve Holstein X Hariana melezlerinde % 18, Kaplanova vd. (2009) Holstein X Kırmızı Holstein melezlerinde % 17, Tyulkin vd. (2013) Tataristan Holsteinlerde % 41, Nassiry vd. (2008) İran Holstein'inda % 43 bildirmişlerdir. Çalıştığımız örnek Türk Holstein sığırlarda LEP E2FB lokusu T allel frekansı (% 53), önceki araştırıcıların Holstein ırkı için bildirdiğinden daha yüksek bulunmuştur.

Kasaplık olarak kesilen TG5 markörü CC genotipindeki erkek Türk Holstein sığırların 512,16±79,39 kg CA'da iken SKA ortalamaları 286,30±45,40 kg olduğu, MLD kasındaki MS ortalamasının % 11±5 olduğu belirlenmiştir. MLD eti, kesim sonrası +4 ºC'de 24 saat bekletilip ölçülen iç sıcaklığı 9,33±3,79 C iken pH 5,29±0,33'tür. MLD eti, +4 C'de 7 gün bekletildikten sonraki iç sıcaklığı 10,01±3,61 ºC çıktığındaki pH ortalaması ise 5,33±0,30 olduğu ve etin özelliğini koruduğu belirlenmiştir. Ayrıca 7. günden sonra MLD etleri 6 gün dondurulup saklanmış ve 13. günde çözündürülüp 14. günde iç ısısı 8,84±4,93 ºC iken pH ortalaması 5,31±0,32 olarak ölçülmüştür. Belirtilen saklama koşullarına göre et örneklerinden 24. saat, 7. ve 14. gündeki alınan pH ölçüleri bize etin tazeliğinin korunduğunu göstermiştir.

Türk Holstein LEP E2JW (AA, AT, TT) genotipindeki sığırların MLD etlerinin 14. gün pH ortalaması bakımından birbirinden istatistiki olarak farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ancak, Türk Holstein sığırların CA, SKA ve MS ile LEP E2JW ve E2FB markör genotipleri arasında herhangi bir ilişki kurulamamıştır ($p>0,05$). MLD'nin mozaikleşmesi üzerine E2FB CT ve TT genotipleri arası fark olmadığı gözlenmiştir.

TG5 CC genotipindeki erkek Türk Holstein sığırların MLD çiğ et örneklerinde ortalama L^* değeri 40,22±4,55, a^* renk değeri 10,16±2,83, b^* renk değeri 11,46±2,39 iken pişmiş et örneklerinde; L^* ortalaması 56,62±2,81, a^* renk ortalaması 5,83±0,89, b^* renk ortalaması 16,76±0,75 olduğu tespit edilmiştir. LEP E2JW lokusu AA ve AT genotipindeki sığır etleri de TT genotipindeki sığır etlerinden daha parlak olduğu ve istatistiki olarak L* değerleri bakımından farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Türk Holstein sığırların MLD pişmiş etlerinin L* değeri bakımından, LEP E2FB TT genotipli sığırların et rengi CT genotipindeki sığır etlerinden daha parlaktır. Ancak LEP E2FB CT ile TT genotipleri arası farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Ayrıca a* renk değerleri, E2FB TT (10,76±2,43) genotipindekilerin CT genotiplilerden daha fazladır.

Yedi gün süreyle +4 ºC'de bekletilen TG5 CC genotipindeki MLD çiğ etlerine 7,58±2,19 kg/cm² SF uygulanmış iken pişirilmiş etlere uygulanan kuvvet 7,89±3,83 kg/cm² 'ye yükselmiştir. On dördüncü gün analizleri için dondurulup çözündürülmüş MLD çiğ etlerin kesilme direnci ise ortalama 7,69±2,42 kg/cm²'den pişirildikten sonra uygulanan kuvvet 6,98±3,23 kg/cm² 'ye düşmüştür. Yani etler daha gevrek hale

gelmiştir. Çiğ MLD ette, dondurmanın etkisiyle sertleşme gözlenirken, pişirildikten sonra etin gevrekliği artmıştır. LEP E2JW TT genotipindeki pişmiş MLD etlerin, diğer iki genotipteki (AA, AT) etlerden tekstür (SF) bakımından daha sert olduğu ($p<0,05$) belirlenmiştir.

Türk Holstein sığırlarında et gevrekliği için LEP E2JW lokusu T allelinin diğer araştırmacıların aksine olumlu etkisinin olmadığı anlaşılmış ve MDS çalışmalarına LEP E2JW A allelinin et tekstürüne olumlu katkısı olacağı belirlenmiştir. Et tekstürü dikkate alınmadığı takdirde, LEP E2JW TT genotipindeki Türk Holstein sığırların SKA (307,75±57,02 kg) yani kemikli et verimi bakımından en iyi genotipteki sığırlar olduğu belirlenmiştir. Eğer Türk Holstein sığırların et verimi arttırmak isteniyorsa LEP E2JW TT ve AT genotipindeki sığırların MDS yöntemiyle damızlık olarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

Çalışmamız da Türk Holstein sığırların LEP E2FB, LEP E2JW, TG5 markör genotipleri sonuçları ile fenotipik sonuçlar arası ilişki Türkiye'deki farklı sürülerde de araştırmaya devam edilmelidir. Et kalitesine göre karkas ve parça etlerin sınıflandırılmasına geçme kararı alınan ülkemizde, kaliteli et üreten kasaplık sığırlar aynı CA ve/veya SKA'daki hayvanlardan daha fazla gelir getireceklerdir. Bunun için TG5/LEP E2JW/E2FB markör lokusları bakımından sırasıyla CC/AA/CT veya CC/AT/CT genotipindeki Türk Holstein sığırların MDS yöntemiyle genç yaşta iken genotipleri belirlenerek damızlık olarak seçilmesi veya kasaplık olarak kaliteli et üretimi için besi işletmelerinde diğer genotipteki sığırlardan ayrılarak besiye alınması gerekir. Kaliteli et üreten Türk Holstein sığırlar, Türkiye'de de et kalitesine göre karkas ve parça etlerin sınıflandırılma işlemine geçildikten sonra diğer genotipteki Türk Holstein sığırlardan daha pahalıya satılacaktır.

KAYNAKLAR

Agilent Technologies. Inc., Agilent-formerly Advanced Analytical (AATI) (2018a). Capillary Electrophoresis Instruments. 22 Aralık 2018 tarihinde https://www.aati-us.com/instruments/ adresinden erişildi.

Agilent Technologies, Inc., Agilent-formerly Advanced Analytical (AATI) (2018b). Fragment Analyzer. 22 Aralık 2018 tarihinde https://www.aati-us.com/instruments/fragment-analyzer/ adresinden erişildi.

Agilent Technologies, Inc., Agilent-formerly Advanced Analytical (AATI) (2018c). Fragment Analyzer Automated CE System. 22 Aralık 2018 tarihinde https://www.aati-us.com/documents/brochures/fragment-analyzer-brochure.pdf adresinden erişildi

Agilent Technologies, Inc., Agilent-formerly Advanced Analytical (AATI) (2018d). PCR Fragments. 22 Aralık 2018 tarihinde https://www.aati-us.com/applications/pcr-fragments/ adresinden erişildi

Agilent Technologies, Inc., Agilent-formerly Advanced Analytical (AATI) (2018e). ProSize Data Analysis sofware 22 Aralık 2018 tarihinde https://www.aati-us.com/instruments/fragment-analyzer/prosize-data-analysis-software/ adresinden erişildi

Ağaoğlu, Ö. K., Akyüz, B., Kul, B. Ç., Bilgen, N., & Ertuğrul, O. (2015). Genetic Polymorphism of Five Genes Associated with Meat Production Traits in Five Cattle Breeds in Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 21*(4), 489-497.

Ahani Azarı, M., Hasanı, S., Heıdarı, M., & Yousefı, S. (2012). Genetıc Polymorphısm Of Leptın Gene Usıng Pcr-Rflp Method In Three Dıfferent Populatıons. *Slovak Journal of Animal Science, 45*(2), 39-42.

Ailhaud, G., Grimaldi, P., & Negrel, R. (1992). Cellular and molecular aspects of adipose tissue development. *Annual Review of Nutrition, 12*, 207-233.

DOI: 10.1146/annurev.nu.12.070192.001231

Akbulut, Ö., Tüzemen, N., & Yanar, M. (1992). Erzurum Şartlarında Siyah Alaca Sığırların Verimi : 1. Döl ve Süt Verim Özellikleri. *DOĞA. Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 16, 523-533.

Akbulut, Ö., Yanar, M., Tüzemen, N., & Bayram, B. (2004). Türkiye'de et üretiminin artırılması için kültür ırkı sığırlardan yararlanma imkânları. *4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Zootekni Bölümü. Sözlü Bildiri.

Akman, N., Özkütük., K., Kumlu, S., & Yener, S. M. (2000). Türkiye' de Sığır Yetiştiriciliği ve Sığır Yetiştiriciliğinin Geleceği. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisligi V. Teknik Kongresi,* 741-764.

Allan, M. F.,& Smith, T. P. (2008). Present and future applications of DNA technologies to improve beef production. *Meat Science, 80*(1),79–85.https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.023

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) (2018). Kırmızı Et Ve Kanatlı Sektöründe Dünya Pazarları Ve Ticaret. 20 Aralık 2018 tarihinde http://www.etb.org.tr/media/raporlar/USDA_Rapor_Ekim_2017_TR.pdf adresinden erişildi.

Andersson, L. (2001). Genetic dissection of phenotypic diversity in farm animals. *Nature Reviews Genetics, 2*(2),130–138. DOI: 10.1038/35052563.

Andersson, L.,& Georges, M. (2004). Domestic-animal genomics: deciphering the genetics of complex traits. *Nature Reviews Genetics, 5*(3),202–212. DOI:10.1038/nrg1294.

Anton, I., Kovács K., Fésüs, L., Várhegyi, J., Lehel, L., Hajda, Z., Polgár, J. P., Szabó, F., & Zsolnai, A. (2008). Effect of DGAT1 and TG Gene Polymorphisms on Intramuscular Fat and on Milk Production Traits in Different Cattle Breeds in Hungary. *Acta Veterinaria Hungarica, 56*(2), 181–186.

Anton, I., Kovacs, K., Hollo, G., Farkas, V., Szabo, F., Egerszegi, I., Ratky, J., Zsolnai, A., & Brussow, K. P. (2012). Effect of DGAT1, leptin and TG gene polymorphisms on some milk production traits in different dairy cattle breeds in Hungary. *Archiv Tierzucht,55*(4), 307–314.

Apple, J. K., Dikeman, M. E., Minton, J. E., McMurphy, R. M. Fedde, M. R., Leith, D. E. & Unruh, J. A. (1995). Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism and incidence of dark-cutting longissimus muscle of sheep. *Journal of Animal Science,73*(8), 2295-2307.

Ardıçlı, S., Şamlı, H., Alpay, F., Dinçel, D., Soyudal, B., Balcı, F. (2017). Association of single nucleotide polymorphisms in the FABP4 gene with carcass characteristics and meat quality in Holstein bulls. *Annals of Animal Science, 17*(1), 117–130.

Ardıçlı, S., Şamlı, H., Dincel, D., Soyudal, B., Balci, F. (2017a). Individual and combined effects of CAPN1, CAST, LEP and GHR gene polymorphisms on carcass characteristics and meat quality in Holstein bulls.*Archives Animal Breeding, 60,* 303–313. https://doi.org/10.5194/aab-60-303-2017.

Ardıçlı, S., Dinçel, D., Şamlı, H., & Balcı, F. (2017b). Effects of polymorphisms at LEP, CAST, CAPN1, GHR, FABP4 and DGAT1 genes on fattening performance and carcass traits in Simmental bulls.*Archives Animal Breeding, 60,* 61–70. DOI: 10.5194/aab-60-61-2017.

Ardıçlı, S., Şamlı, H., Dinçel, D., Ekiz, B., Yalçıntan, H., Vatansever, B., & Balcı, F. (2018) Relationship Of The Bovine *Igf1, Tg, Dgat1* And *Myf5* Genes To Meat Colour, Tenderness And Cooking Loss. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *69*(3), 1077-1087.

Arık, M. (2010). Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi. 2 Ocak 2018 tarihinde www.infovetdergi.com adresinden erişildi.

Arslan, A. (2002). Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. ISBN 975-6676-07-8 Özkan Matbacılık. Ankara.

Aslan, O., Hamill, R. M., Mullen, A. M., Davey, G. C., Gil, M., Gladney, C. D., & Sweeney, T. (2012). Association between promoter polymorphisms in a key cytoskeletal gene (Ankyrin 1) and intramuscular fat and water-holding capacity in porcine muscle. *Molecular Biology Reports,39*(4), 3903-14. DOI: 10.1007/s11033-011-1169-4.

Aslaminejad, A.A., Nassiry, M.R., Farajollahi, H., Mahdavi, M., Abbasi, H., & Javadmanesh, A. (2010). Polymorphism in Exon 3 of Leptin Gene in Iranian Native Cattle Breeds. *Journal of Applied Animal Research.* 37(2): 225-228 DOI: 10.1080/09712119.2010.9707129

Auwerx, J., & Staels, B. (1998). Leptin. *Lancet, 351*(9104), 737-42.

Avrupa Ekonomik Topluluğu .(EEC) (1993). Council Directive 93/119/EC of 22 December 1993 on the protection of animals at the time of laughter or killing. *Official Journal of the European Communities, 340*, 21–34.

Azain, M. J. (2003). Conjugated linoleic acid and its effects on animal products and health in single-stomached animals. *Proceedings of the Nutrition Society*, *62*(2), 319–328.

Banos, G., Woolliams, J., Woodward, B., Forbes, A., & Coffey, M. (2008). Impact of single nucleotide polymorphisms in leptin, leptin receptor, growth hormone receptor, and diacylglycerol acyltransferase (DGAT1) gene loci on milk production, feed, and body energy traits of UK dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *91*(8), 3190–3200. DOI: 10.3168/jds.2007-0930.

Barendse, J.W. (1999). Assessing lipid metabolism. *United States Patent*. Patent No, US 6,383,751 B1 Uluslararası Yayın No, WO 99/23248.

Barendse, J.W., Bunch, R., Thomas, M., Armitage, S., Baud, S., & Donaldson, N. (2001). The TG5 DNA marker test for marbling capacity in Australian feedlot cattle. *Marbling Symposium.* 5 Şubat 2018 tarihinde www.beef.crc.org.au/Publications/MarblingSym/Day1/Tg5DNA adresinden erişildi.

Barendse, J.W., Bunch, R., Thomas, M., Armitage, S., Baud, S., & Donaldson, N. (2004). f. *Australian Journal of Experimental Agriculture, 44*(7), 669 – 674.

Barsh, G. S., Farooqi, I. S., & O'Rahilly, S. (2000). Genetics of body-weight regulation. *Nature 2000, 404*(6778), 644–651. DOI: 10.1038/35007519

Basset, O., Buquet, B., Abouelkaram, S., Delachartre, P., & Culioli, J. (2000). Application of texture image analysis for the classification of bovine meat. *Food Chemistry. 69*(4), 437-445.https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00057-1

Bayraktaroğlu, A.G.,& Kahraman, T. (2011). Effect of muscle stretching on meat quality of biceps femoris from beef. *Meat Science, 88*(3),580–583.https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.021

Bengi, Ç. (2010). *Yerli Kara Sığır Irkında Leptin Geni Arg25Cys Mutasyonunun PCR-RFLP Metodu İle Belirlenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Biesalski, H. K. (2005). Meat as a component of a healthy diet — Are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, *70*(3), 509−524. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.07.017.

Bonilla, C. A., Rubio, M. S., Sifuentes, A. M., Parra-Bracamonte, G. M., Arellano, V. W., Méndez, M. R. D., Berruecos J. M., & Ortiz, R. (2010). Association of CAPN1 316, CAPN1 4751 and TG5 markers with bovine meat quality traits in Mexico. *Genetics and Molecular Research, 9*(4), 2395–2405. DOI: 10.4238/vol9-4gmr959.

Bora, D. J., Gupta A. K., & Khan F. A. (2015). Comparing the Performance of L*A*B* and HSV Color Spaces with Respect to Color Image Segmentation, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 5*(2), 192-203.

Boylston, T. D., Morgan, S. A., Johnson, K. A., Busboom, J. R., Wright, R. W. J., & Reeves, J. J. (1995). Lipid content and composition of Wagyu and domestic breeds of beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43*(5),1202–1207.DOI: 10.1021/jf00053a015.

Boztepe, S., Karabacak, S., Cufadar, Y., Yıldırım, İ., & Aytekin, İ. (2014). *Genel Hayvan Yetiştirme*. Konya: Zmo.

Broadbent, A. D. (2017). Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry. 3th Edition. *Elsevier,* 321-327.

Broadbent, A. D. (2017). Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry. 3th Edition. *Elsevier,* 321-327.

Brooks, J. (1938). Color of meat. *Journal of Food Science, 3*(1-2), 75-78.

Buchanan, F. C., Fitzsimmons, C. J., Van Kessel, A. G., Thue, T. D., Winkelman-Sim, D. C., & Schmutz, S. M. **(**2002). Association of a missense mutation in bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. *Genetics Selection Evolution,34*(1), 105-116. DOI: 10.1051/gse:2001006

Buchanan, F. C., Van Kessel, A. G., Waldner, C. D., Christensen, A., Laarveld, B., & Schmutz S. M. (2003). Hot Topic: An Association Between a Leptin Single Nucleotide Polymorphism and Milk and Protein Yield. *Journal of Dairy Science,86*(10), 3164–3166. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73918-6.

Burrell, D. N., Moser, G. H. D., Hetzel, J., Mizoguchi, Y .S. S., Hirano,T. K. S., Sugimoto, Y. S. K. Z., & Mengersen, K. R. **(**2004). Meta analysis confirms associations of the TG5 thyroglobulin polymorphism with marbling in beef cattle. *29th International Conference on Animal Genetics* ISAG 2004/TOKYO P.135.

Busboom, J. R., Jeremiah, L. E., Gibson, L. L., Johnson, K. A., Gaskins, C. T., Reeves, J. J., & Wright, R. W. (1993). Effects of biological source on cooking and palatability attributes of beef produced for the Japanese market. *Meat Science. 35*(2), 241-58. DOI: 10.1016/0309-1740(93)90054-L.

Calo, L. L., McDowell, R. E., Dale Van Vleck, L., & Miller, P. D. (1973). Genetic aspects of beef production among Holstein-Friesians pedigree selected for milk production. *Journal of Animal Science,37*(3), 676–682.https://doi.org/10.2527/jas1973.373676x

Cameron, P. J., Zembayashi, M., Lunt, D. K., Mitsuhashi, T., Mitsumoto, M., Ozawa, S., & Smith, S. B. (1994). Relationship between Japanese beef marbling standard and intramuscular lipid in the M. longissimus thoracis of Japanese Black and American Wagyu Cattle. *Meat Science*, *38*(2), 361-4. DOI: 10.1016/0309-1740(94)90125-2.

Cannell, R. C., Belk, K. E., Tatum, J. D., Wise, J. W., Chapman, P. L., Scanga, J. A., & Smith, G. C. (2002). Online evaluation of a commercial video image analysis system (Computer Vision System) to predict beef carcass red meat yield and for augmenting the assignment of USDA yield grades. *Journal of Animal Science, 80*(5), 1195-1201.

Carvalho, T. D., Siqueira, F., Júnior, R. A. A. T., Medeiros, S. R., Feijó, G. L. D., Junior, M. D. S., Blecha, I. M. Z., & Soares, C. O. (2012). Association of polymorphisms in the leptin and thyroglobulin genes with meat quality and carcass traits in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *41*(10), 2162-2168.

http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012001000004.

Casas, E., Shackelford, S. D., Keele, J. W., Koohmaraie, M., Smith, T. P., Stone, R. T. (2003). Detection of quantitative trait loci for growth and carcass composition in cattle. *Journal of Animal Science, 81(12),* 2976-2983. DOI: 10.2527/2003.81122976x

Casas, E., White, S. N., Riley, D.G., Smith, T. P. L., Brenneman, R. A., Olson, T. A., Johnson, D. D., Coleman, S. W., Bennett, G. L., & Chase Jr. C. C. (2005). Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. *Journal of Animal Science, 83*(1), 13–19.

Casas, E., White, S. N., Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., Koohmaraie, M., Bennett, G. L., & Smith, T. P. L. (2007). Assessing the association of single nucleotide polymorphisms at the thyroglobulin gene with carcass traits in beef cattle. *Journal of Animal Science, 85*(11), 2807–2814. https://doi.org/10.2527/jas.2007-0179

Cassens, RG. **(**1994). Meat Preservation; Preventind Losses and Assuring Safety. *Food & Nutrition Pres*. INC.Trumbull, Connecticut 06611 USA.

Cassell, B. ve McAllister, J. (2009). Dairy Guidelines Dairy Crossbreeding: Why and How. *Virginia Cooperative Extension Publication, 404-093.* https://pubs.ext.vt.edu/404/404-093/404-093.html (Erişim tarihi: 25.11.2018)

Ceddia, R. B., William, W. N. Jr., Lima, F. B., & Carpinelli, A. R. (1998). Pivotal role of leptin in insulin effects. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 31*(6), 715-722. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X1998000600001.

Cheong, H. S., Yoon, D. H., Park, B. L., Kim, L. H., Bae, J. S., Namgoong, S., Lee H. W., Han, C. S., Kim, J. O., Cheong, C., & Shin, H. D. (2008). A single nucleotide polymorphism in CAPN1 associated with marbling score in Korean cattle. *BMC Genetics, 9*, 33. https://doi.org/10.1186/1471-2156-9-33

Cho, S. H., Kang, G., Seong, P., Kang, S., Sun, C., Jang, S., Cheong, J. H., Park, B. & Hwang, I. (2017). Meat quality traits as a function of cow maturity. *Animal Science Journal, 88*, 781–789. DOI: 10.1111/asj.12635.

Choudhary, V., Kumar, P., Bhattacharya, T. K., Bhushan, B., & Sharma, A. (2005). DNA polymorphism of leptin gene in *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. *Genetics and Molecular Biology, 28*(4), 740-742. http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572005000500014

Clarke, I. J., & Henry, B. A. (1999). Leptin and reproduction. *Reviews of Reproduction, 4*(1), 48-55.

Clempson, A., Pollott, G., Brickell, J., Bourne, N., Munce, N., & Wathes, D. (2011). Evidence that leptin genotype is associated with fertility, growth, and milk production in Holstein cows. *Journal of Dairy Science, 94*(7), 3618–3628. DOI: 10.3168/jds.2010-3626.

Corva, P., Soria, L., Schor, A., Villarreal, E., Cenci, M. P., Motte, M., Mezzadra, C., Melucci, L., Miguel, C., Pavan, E., Depetris, D., Santini, F., & Naon, J.G. (2007) Association of CAPNI and CAST gene polymorphisms with meat tenderness in Bos Taurus beef cattle from Argentina. *Genetics and Molecular Biology, 30*(4), 1064-1069. http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572007000600006

Corva, P. M., Fernandez Macedo, G. V., Soria, L. A., Papaleo Mazzucco, J., Motter, M., Villarreal, E. L., Schor, A., Mezzadra, C. A., Melucci, L. M., & Miquel, M.C. (2009). Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers. *Genetics and molecular research: GMR, 8*(1), 105-16. DOI: 10.4238/vol8-1gmr556.

Çiçek, Ü., Karabıyıklı, Ş., Çabuk, D., İyiekmekçi, B., Kurbandurdiyev, H., & Cevahiroğlu, H. (2013). Dana Etinin Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Farklı Ambalajlama Yöntemleri ve Depolama Süresinin Etkisi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University (JAFAG), 30*(2), 62-70. DOI: 10.13002/jafag575

Çiftlik Dergisi. (2016). Dünyada en yaygın sığır ırkı Holstein. 17 Ekim 2018 tarihinde https://www.ciftlikdergisi.com.tr/?p=91462 adresinden erişildi.

Çiftçioğlu, G. (2015). Et Muayenesi ve Teknolojisi Ders notları. Karkas Kalite ve Sınıflandırması. 14 Kasım 2018 tarihinde file:///C:/Users/G%C3%BClden/Downloads/Et%20Muayenesi%20ve%20Teknolojisi%20(555)%20Prof.%20Dr.%20G%C3%BCrhan%20%C3%87%C4%B0FT%C3%87%C4%B0O%C4%9ELU%20KONU_%20Karkas%20Kalite%20ve%20S%C4%B1n%C4%B1fland%C4%B1rma.pdf adresinden erişildi.

Dağlı, G., Özyurt, M., Canbazoğlu Akalın, M. (2010) Merkezi Sterilizasyon Ünitesi (Msü) Ve Uygulamaları. 24 Kasım 2018 tarihinde file:///C:/Users/G%C3%BClden/Downloads/MERKEZ%C4%B0%20STER%C4%B0L%C4%B0ZASYON%20%C3%9CN%C4%B0TES%C4%B0%20(MS%C3%9C)%20VE%20UYGULAMALARI.%20Prof.%20Dr.%20G%C3%BCner%20DA%C4%9ELI%20Do%C3%A7.%20Dr.%20Mustafa%20%C3%96ZYURT%20Y%C3%BCk.Hem.%20Meral%20CANBAZO%C4%9ELU%20AKALIN%20(1).pdf adresinden erişildi.

Da Silva, R. C. G., Ferraz, J. B. S., Meirelles, F. V., Eler, J. P., Balieiro, J. C. C., Cucco, D. C., Mattos, E. C., Rezende, F. M., & Silva, S. L. (2012). Association of single nucleotide polymorphisms in the bovine leptin and leptin receptor genes with growth and ultrasound carcass traits in Nellore cattle. *Genetics and Molecular Research, 11*(4), 3721-3728. DOI: 10.4238/2012

Darimont, C., Gaillard, D., Aihaud, G., & Negrel, R. (1993). Terminal differentiation of mouse preadipocyte cells: adipogenisis and antimitogenic role of triiodothyronine. *Molecular and Cellular Endocrinology, 98*(1), 67-73. DOI: 10.1016/0303-7207(93)90238-F

De, S., M. D. MacNeil, X. L. Wu, J. J. Michal, Q. J. Xiao, M. D. Garcia, K. B. Griffin, C. T. Gaskins, J. J. Reeves, J. R. Busboom, R. W. Wright Jr. and Z. Jiang. (2004). Detection of quantitative trait loci for marbling and backfat in Wagyu× Limousin F2 crosses using a candidate gene approach. In: Proceedings of the Western Section, American Society of Animal Science, 55: 95-98.

Dekkers, J. C. M.,& Hospital, F. (2002). The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations. *Nature Reviews. Genetics, 3*(1), 22-32. http://dx.doi.org/10.1038/nrg701

Demirkol, C. (2007). *Türkiye' de Kırmızı Et Sektörünün Sanayici ve Tüketici Düzeyinde Analizi*. (Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

De Oliveira J. A., da Cunha C. M., Crispim Bdo A, Seno Lde O, Fernandes A. R., Nogueira Gde, P., & Grisolia A. B. (2013). Association of the leptin gene with carcass characteristics in *Nellore* cattle. *Animal Biotechnology, 24*(3), 229-242. DOI: 10.1080/10495398.2013.770008.

Dubey, P. K., Goyal, S., Yadav, A. K., Sahoo, B. R., Kumari, N., Mishra, S. K., Niranjan, S. K., Arora, R., Mukesh, M., & Kataria, R. S. (2014). Genetic diversity analysis of the thyroglobulin gene promoter in buffalo and other bovines. *Livestock Science, 167*, 65–72. http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.06.007.

Dubey, P. K., Goyal, S., Mishra, S. K., Yadav, A. K., Kathiravan, P., Arora, R., Malik, R., & Kataria, R. S. (2015). Association analysis of polymorphism in thyroglobulin gene promoter with milk production traits in riverine buffalo (Bubalus bubalis). *Meta Gene, 5*, 157-161. https://doi.org/10.1016/j.mgene.2015.07.005

Eggen, A., & Hocquette, J. F. (2004). Genomic approaches to economic trait loci and tissue expression profiling: application to muscle biochemistry and beef quality. *Meat Science, 66*(1), 1–9. DOI: 10.1016/S0309-1740(03)00020-2.

Elmacı, C., & Öner, Y. (2007). Et Sığırcılığında Moleküler Genetik Yaklaşımlar. *Hayvansal Üretim, 48*(2), 45-48.

Erdoğdu Tatar, G. (2015). Irklarımızı Tanıyalım Holstein- Siyah Alaca. *Türkiye Damızlık Sığır Yetiştirici Merkez Birliği, Damızlık Sığır Yetiştiricileri Dergisi, Mart-Nisan Sayısı,* 42-43.

Ergezer, H., & Serdaroğlu, M. (2008). Et ve Et Ürünlerinde Su Tutma Kapasitesi ve Ölçüm Yöntemleri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi.* 493-496.

Ertaş, N., & Doğruer, Y. (2010). Besinlerde Tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 7*(1), 35-42.

Et ve Süt Kurumu (ESK) Genel Müdürlüğü (2019). Hosltein Sığır Irkı (Siyah Alaca). 15 Ocak 2019 tarihinde https://www.esk.gov.tr/tr/10887/HOLSTEIN-SIGIR-IRKI-SIYAH-%20ALACA adresinden erişildi.

Et ve Süt Kurumu (ESK) Genel Müdürlüğü (2017). 2017 Yılı Sektör Değerlendirme Raporu. 15 Kasım 2018 tarihinde https://www.esk.gov.tr/upload/Node/10255/files/Et_ve_Sut_Kurumu_2017_SektorRaporu.pdf adresinden erişildi.

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) (2017). 15 Kasım 2018 tarihinde https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/data/oecd-agriculture-statistics/oecd-fao- agricultural-outlook-edition-2017_d9e81f72-en adresinden erişildi.

Fallık, E., Ahoroni, Y., Grinberg, S., Copel, A., & Clein, J. D. (1994). Postharvest hydrogen peroxide treatment inhibits decay in eggplant and sweet red pepper. *Crop Protection, 13*(6), 451- 545. https://doi.org/10.1016/0261-2194(94)90094-9

Fiems, L. O., de Campeneere, S., de Smet, S., Van de Voorde, G., Vanacker, J. M., & Boucque, Ch.V. (2000). Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. *Meat Science, 56*(1), 41-47.

Forni, S., Piles, M., Blasco, A., Varona, L., Oliveira, H. N., Lobo, R. B., & Albuquerque, L. G. (2007). Analysis of beef cattle longitudinal data applying a

nonlinear model. *Journal of Animal Science, 85*(12), 3189-3197. http://dx.doi.org/10.2527/jas.2006-677

Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: an overview. *Meat Science, 98*(3), 361-371. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025

Fortes, M. R. S., Curi, R. A., Chardulo, L. A. L., Silveira, A. C., Assumpção, M., Visintin, J. A., & Oliveira, H. N. (2009). Bovine gene polymorphisms related to fat deposition and meat tenderness. *Genetics and Molecular Biology*, *32*(1), 75–82. DOI: 10.1590/S1415-47572009000100011

Friedman, J. M., & Halaas, J. L. (1998). Leptin and the regulation of body weight in mammals. *Nature*, *395*(6704), 763–770. DOI: 10.1038/27376

Fruhbeck, G. (2001). A heliocentric view of leptin. *The Proceedings and the Nutrition Society*, *60*(3), 301-318.

Fuente, J. D. L., Perez, C., Vieira, C., Sanchez, M., Chavarri, E. G., Garcia, M. D., Alvarez, I., & Diaz, M. T. (2006). The effect of transport on pH evolution of different muscles in suckling lambs.*52th International Congress of Meat Science and Technology*. 177-178.

Gan, Q. F., Zhang, L. P., Li, J. Y., Hou,G. Y., Li, H. D., Gao, X., Ren, H. Y., Chen, J. B., & Xu, S. Z. (2008). Association analysis of thyroglobulin gene variants with carcass and meat quality traits in beef cattle *Journal of Applied Genetics, 49*(3), 251–255.

Gao, Y., Zhang, R., Hu, X., & Li, N. (2007). Application of genomic technologies to the improvement of meat quality of farm animals. *Meat Science*, *77*(1), 36–45. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.03.026.

Geary, T., McFadin, E., MacNeil, M., Grings, E., Short, R., Funston, R., & Keisler, D. (2003). Leptin as a predictor of carcass composition in beef cattle. *Journal of Animal Science, 81*(1), 1–8.

George-Evins, C. D., Unruh, J. A., Waylan, A. T., & Marsden, J. L. (2004). Influence of quality classification, aging period, blade tenderization, and endpoint cooking temperature on cooking characteristics and tenderness of beef gluteus medius steaks. *Journal of Animal Science*, *82*(6), 1863–1867. DOI: 10.2527/2004.8261863x

Georges, M. (2007). Mapping, fine mapping, and molecular dissection of quantitative trait loci in domestic animals. *Annual Review of Genomics and Human Genetics, 8*, 131–162. DOI: 10.1146/annurev.genom.8.080706.092408

Gerrard, D. E., Gao, X., & Tan, J. (1996). Beef marbling and colour score determination by image processing. *Journal Of Food Science. 61*(1), 145-148.

Gerrard, D.E., Grant, A.L. (2003). Principles of Animal Growth and Development. *Kendall/Hunt Publishing.* Chapter 5.

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) (2017). Crops and Livestock Products 15 Ekim 2018 tarihinde http://www.fao.org/faostat/en/#data adresinden erişildi.

Gıda Teknolojisi. (2016). Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. 15 Ocak 2019 tarihinde http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Et%20ve%20Et%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Teknolojisi.pdf adresinden erişildi.

Giblin, L., Butler, S. T., Kearney, B. M., Waters, S. M., Callanan, M. J., & Berry, D. P. (2010). Association of bovine leptin polymorphisms with energy output and energy storage traits in progeny tested Holstein-Friesian dairy cattle sires. *BMC Genetics, 11*, 73–82. DOI: 10.1186/1471-2156-11-73.

Gill J. L., Bishop, S. C., McCorquodale, C., Williams, J. L., & Wiener, P. (2009). Association of selected SNP with carcass and taste panel assessed meat quality traits in a commercial population of Aberdeen Angus-sired beef cattle. *Genetics Selection Evolution, 41*, 36. doi: 10.1186/1297-9686-41-36

Girolami, A., Napolitano, F., Faraone, D., & Braghieri, A. (2013). Measurement of meat color using a computer vision system. *Meat Science*, *93*(1), 111-118. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.08.010

Giusti, J., Castan, E., Pai, D. M., Arrigoni, M. D. B., Baldin, S. R., & Oliveira, H. N. D. (2013). Expression of genes related to quality of *Longissimus dorsi* muscle meat in Nellore (*Bos indicus*) and Canchim (5/8 *Bos taurus*×3/8 *Bos indicus*) cattle. *Meat Science, 94*(2), 247–252. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.02.006

Guo, P., Zhao, Z., Yan, S., Li, J., Xiao, H., Yang, D., Zhao, Y., Jiang, P., & Yang, R. (2016). PSAP gene variants and haplotypes reveal significant effects on carcass and meat quality traits in Chinese Simmental-cross cattle. *Archives Animal Breeding, 59*, 461–468. https://doi.org/10.5194/aab-59-461-2016

Günaydın, M., Perçin, D., Esen, Ş., & Zenciroğlu, D., Rehber hazırlık komitesi (2015). Sterilizasyon Dezenfeksiyon Rehberi. *Arvin yayınevi*, Yayın No: 13 ISBN: 978-605-84584-4-4

Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., & Zorba, Ö. (1995). Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu. *Atatürk Üniversitesi Yayınları,* No: 751. Erzurum.

Göncü, S. (2019). Siyah Alaca Süt Sığırı Özellikleri. 17 Ocak 2019 tarihinde http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/on6nR3e8-1422013-35.pdf adresinden erişildi.

Greaser, M.L. ve Pearson, A.M. (1999): Flesh foods and their analogues. 228–251. In: AJ Rosenthal (Ed.), Food Texture. Aspen Publishers, England.

Haegeman, A., Van, Z.A., Peelman, L.J. (2000). New mutation in exon 2 of the bovine leptin gene. *Animal Genetic.*, 31(1): 79. https://doi.org/10.1111/j.1365- 2052.2000.579-14.x

Hargrave-Barnes, K. M., Azain, M. J., & Milner, J. L. (2008). Conjugated linoleic acidinduced fat loss dependence on delta 6-desaturase or cycolooxygenase. *Obesity, 16*(10), 2245–2252.

Hedric, H. B., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Judge, M. D., & Merkel, R. A. (1994). Principles of Meat Science. Third Edition. Kendall/Hunt Publishing Company. USA.

Hocquette, J. F., Renand, G., Levéziel, H., Picard, B., & Cassar-Malek, I. (2006). The potential benefits of genetics and genomics to improve beef quality. *Animal Science Papers and Reports, 24*(3), 173-189.

Hocquette, J. F., Lehnert, S., Barendse, W., Cassar-Malek, I., & Picard, B. (2007). Recent advances in cattle functional genomics and their application to beef quality. *Animal, 1*(1), 159-173. DOI: 10.1017/S1751731107658042.

Honikel, K. (1998). Reference methods for assessment of physical characteristic of meat**.** *Meat Science, 49*(4), 447-457. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5

Hopkins, D. L., Lamb, T. A., Kerr, M. J., & Van de Ven, R. J. (2013). The interrelationship between sensory tenderness and shear force measured by the G2 Tenderometer and a Lloyd texture analyser fitted with a Warner–Bratzler head. *Meat Science, 93*(4), 838–842. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.11.052

Hou, G. Y., Yuan, Z. R., Zhou, H. L., Zhang, P. L., Li, J. Y., Gao, X., Wang, D. J., Gao, H. J., & Xu, Z. S. (2011). Association of thyroglobulin gene variants with carcass and meat quality traits in beef cattle. *Molecular Biology Reports, 38*(7),4705-4708. DOI: 10.1007/s11033-010-0605-1.

Houseknecht, K. L., Baile, C. A., Matteri, R. L., & Spurlock, M. E. (1998). The biology of leptin: a review. *Journal of Animal Science, 76*(5), 1405-1420.

Hu, Z., Fritz, E. R., & Reecy, J. M. (2007). AnimalQTLdb: a livestock QTL database tool set for positional QTL information mining and beyond. *Nucleic Acids Research, 35*, D604–D609. DOI: 10.1093/nar/gkl946

Hunt, M.C., King, D.A. (2012). Meat Color Measurement Guidelines. *The American Meat Science Association*, 15-17.

Hwang, I. H.,& Thompson, J. M. (2001). The interaction between pH and temperature decline early postmortem on the calpain system and objective tenderness in electrically stimulated beef longissimus dorsi muscle. *Meat Science, 58*(2), 167–174.

Immonen, K. (2000). Bovine muscle glycogen concentration in relation to diet, slaughter and ultimate beef quality. *University of Helsinki, Department of Food Technology*. EKT series 1203, 38.

İnovatif Kimya Dergisi (2018). Louis Jacques Thénard. 22 Aralık 2018 tarihinde https://inovatifkimyadergisi.com/louis-jacques-thenard adresinden erişildi.

Johnston, D. J., & Graser, H. U. (2010). Estimated gene frequencies of GeneSTAR markers and their size of effects on meat tenderness, marbling, and feed effi ciency in temperate and tropical beef cattle breeds across a range of production systems. *Journal of Animal Science, 88(6),* 1917–1935. DOI: 10.2527/jas.2009-2305.

Jones, B. K., & Tatum, J. D. (1994). Predictors of beef tenderness among carcasses produced under commercial conditions. *Journal of Animal Science, 72*(6), 1492–1501.

Kaczor, U., Famielec, M., Dudziak, P., Kaczor, A., Kucharski, M., & Mandecki, M. (2017). Fatty Acıd Bındıng Proteın 4 (Fabp4) And Thyreoglobulın (Tg) Polymorphısms In Relatıon To Mılk Performance Traıts In The Holsteın-Frıesıan Cattle. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica, 16*(4), 11–16. DOI: 10.21005/asp.2017.16.4.02

Kahraman, T., Bayraktaroğlu, A.G., Issa, G., & Aksu, F. (2010). Bazı Organik Asitlerle Yapılan Marinasyon işleminin Sığır Et Kalitesi Üzerine Etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 36*(2), 25-31.

Kaplanová, K., Dvořák, J., & Urban, T. (2009). Association of single nucleotide polymorphisms in TG, LEP and TFAM genes with carcass traits in cross-breed cattle. *MendelNet Agro*, 139.

Kaplan, S. (2018). Characterization of bubaline leptin gene polymorphism in Anatolian Buffaloes by using PCR-RFLP Method.*Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 33*(1), 93-97. DOI: 10.28955/alinterizbd.402760.

Karaca, S. (2013). *Çiftlik Hayvanlarında Et Kalitesi Analiz Teknikleri.* (Yüksek Lisans Ders Notları, basılmamış, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Karnuah, A. B., Moriya, K., Nakanishi, N., Nade, T., Mitsuhashi, T., & Sasaki, Y. **(**2001). Computer image analysis for prediction of carcass composition from cross sections of Japanese Black steers. *Journal of Animal Science, 79*(11), 2851-2856.

Kawaguchi, F., Okura, K., Oyama, K., Mannen, H., & Sasazaki, S. (2017). Identification of leptin gene polymorphisms associated with carcass traits and fatty acid composition in Japanese Black cattle. *Animal Science Journal, 88*(3), 433–438. DOI: 10.1111/asj.12672.

Kaygısız, A., Yılmaz, İ., & Koşum, S. (2017) Şanlıurfa İlinde Siyah Alaca Irkı Sığırların Yetiştirici Şartlarında Bazı Adaptasyon Özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, *20*(2), 133-136. DOI: http://dx.doi.org/10.18016/ksujns.52295

Kayaardı, S., & Gök, V. (2003). Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). *Meat Science, 66*(1), 249-257. DOI: 10.1016/S0309-1740(03)00098-6.

Kerr, W. L. **(**2004). Texture in frozen foods. *In Handbook of Frozen Foods, 8,* 149-168.

Keyvan, E. (2010). Sığır Karkaslarında Post-Mortem Değişiklikler. *Veteriner Hekim Dergisi, 81*(2), 43-46.

Kılıç, G.Ç. (2017). *Buğdayda Kahverengi Pas Dayanıklılık Genlerinin (Lr9, Lr19 ve Lr24) Seleksiyonunda Kullanılacak Moleküler Markırların Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Killinger, K. M., Calkins, C. R., Umberger, W. J., Feuz, D. M., & Eskridge, K. M. (2004). Consumer visual preference and value for beef steaks differing in marbling level and color. *Journal of Animal Science, 82*(11), 3288-3293. DOI: 10.2527/2004.82113288x

Klapes, N. A., & Vesley, D. (1990) Vapor phase hydrogen peroxide as a surface decontamination and sterilant. *Applied and environmental microbiology, 56*(2), 503-506.

Kneeland, J., Li, C., Basarab, J., Snelling, W. M., Benkel, B., Murdoch, B., Hansen, C., & Moore, S. S. (2004). Identification and fine mapping of quantitative trait loci for growth traits on bovine chromosomes 2, 6, 14, 19, 21, and 23 within one commercial line of *Bos taurus*. *Journal of Animal Science, 82*(12), 3405-3414. DOI: 10.2527/2004.82123405x

Knott, S. A., & Haley, C. S. (1992). Aspects of maximum likelihood methods for the mapping of quantitative trait loci in line crosses. *Genetics Research, 60*(2), 139–151. https://doi.org/10.1017/S0016672300030822.

Konfortov, B. A., Licence, V. E., & Miller, J. R. (1999). Re-sequencing of DNA from a diverse panel of cattle reveals a high level of polymorphism in both intron and exon. *Mammalian Genome, 10*(12), 1142-5.

Kononoff, P. J., Deobald, H. M., Stewart, E. L., Laycock, A. D., & Marques, F. L. S. (2005). The effect of a leptin single nucleotide polymorphism on quality grade, yield grade and carcass weight on beef cattle. *Journal of Animal Science, 83*(4), 927–932. DOI: 10.2527/2005.834927x

Kowalewska-Łuczak, I., Kulig, H., & Szewczyk, K. (2010). Polimorfizm w genie tyreoglobuliny u bydła rasy Jersey [Thyroglobulin gene polymorphism in cattle breeds jersey]. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica, 9*(4), 129–134.

Kök, S., Vapur, G., & Özcan, C. (2015). Sığır Etlerinde Mozaikleşme ile İlişkili Leptin (LEP) Geni Polimorfizmleri. *Türk tarım ve Doğa bilimleri Dergisi, 2*(4), 297-302.

Kök, S., & Atalay, S. (2018). The Use of Various SNPs in CAST and CAPN1 Genes to Determine the Meat Tenderness in Turkish Grey Cattle. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 24* (1), 1-8. DOI: 10.9775/kvfd.2017.17617

Krupa, E., Oravcová, M., Polák, P., Huba, J., & Krupova, Z. (2005). Factors affecting growth traits of beef cattle breeds raised in Slovakia. *Czech Journal of Animal Science, 50*(1), 14-21. DOI: 10.17221/3990-CJAS.

Kuchida, K., Kono, S., Konishi, K., Van Vleck, L. D., Suzuki, M., & Miyoshi, S. (2000). Prediction of crude fat content of longissimus muscle of beef using the ratio of fat are calculated from computer image analysis: Comparison of regression equations for prediction using different input devices at different stations. *Journal of Animal Science, 78*(4), 799–803. DOI: 10.2527/2000.784799x.

Kulig, H. (2005) Association between leptin combined genotypes and milk performance traits of Polish Black-and-White cows. *Archiv fur Tierzucht*, *48*(6), 547-554. DOI: 10.5194/aab-48-547-2005.

Kulig, H., & Kmiec, M. (2009). Association between leptin gene polymorphisms and growth traits in Limousin cattle. *Genetika*, *45*(6), 838-41.

Kulig, H., Kmiec, M., & Wojdak-Maksymiec, K. (2010). Associations between leptin gene polymorphisms and somatic cell count in milk of Jersey cows. *Acta Veterinaria Brno, 79*(2), 237-242. DOI: 10.2754/avb201079020237.

Kutlu, H. R., Gül, A., & Görgülü, M. (2005). *Türkiye Hayvancılığı; Hedef 2023-Sorunlar, Çözüm Yolları ve Politika Arayışlar.* Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. ziraat.cu.edu.tr

Lagonigro, R., Wiener, P., Pilla, F., Woolliams, J. A., & Williams, J. L. (2003). A new mutation in the coding region of the bovine leptin gene associated with feed intake. *Animal Genetics, 34*(5), 371–374.

Larraín, R., Schaefer, D., & Reed, J. (2008). Use of digital images to estimate CIE color coordinates of beef. *Food Research International*, *41*(4), 380–385. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.01.002

Lawrie, R. A. (2006). *Lawrie"s meat science*. Seventh English edition, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. s, 281–285, Cambridge England.

Lawrie, R. A., & Ledward, D. A. (2006). Meat and human nutrition. *Lawrie's Meat Science*, Boca Raton , CRC Press , 342 – 357.

Lee, S. H., Cho, Y. M., Kim, B., Kim, N., Choy, Y., Kim, K., Yoon, D., Im, S., Oh, S., & Park, E. (2008). Identification of marbling-related candidate genes in *M. longissimus dorsi* of high-and low marbled Hanwoo (Korean Native Cattle) steers. *BMB reports, 41*(12), 846-851. DOI: 10.5483/BMBRep.2018.41.12.846.

Li, J., Tan, J., & Martz, F. A. (1997). Predicting beef tenderness from image texture features. 1997 ASAE annual international meeting technical papers, paper no. 973124, ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085-9659, USA.

Li, X., Ekerljung, M., Lundström, K., & Lunden, A. (2013). Association of polymorphisms at DGAT1, leptin, SCD1, CAPN1 and CAST genes with color, marbling and water holding capacity in meat from beef cattle populations in Sweden. *Meat Science, 94*(2), 153-158. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.01.010.

Liefers, S. C., te Pas, M. F., Veerkamp, R. F., Chilliard, Y., Delavaud, C., Gerritsen, R., & van der Lende, T. (2003). Association of leptin gene polymorphisms with

serum leptin concentration in dairy cows. *Mammalian Genome, 14*(9), 657-63. DOI: 10.1007/s00335-003-2275-y.

Lien, S., Sundvold, H., Klungland, H., & Vage, D. I. (1997). Two novel polymorphisms in the bovine obesity gene (OBS). *Animal Genetics, 28*, 238-246.

Lock, A. L., Corl, B. A., Barbano, D. M., Bauman, D. E., & Clement, I. P. (2004). The anticarcinogenic effect of trans-11 18:1 is dependent on its conversion to cis-9, trans-1 CLA by delta-9-desaturase in rats. *Journal of Nutrition*, *134*(10), 2698–2704. DOI: 10.1093/jn/134.10.2698

Lock, A. L., Horne, C. A. M., Bauman, D. E., & Salter, A. M. (2005). Butter naturally enriched in conjugated linoleic acid and vaccenic acid alters tissue fatty acids and improves the plasma lipoprotein profile in cholesterol-fed hamsters. *Journal of Nutrition, 135*(8), 1934–1939. DOI: 10.1093/jn/135.8.1934

Lusk, J. L. (2007). Association of single nucleotide polymorphisms in the leptin gene with body weight and backfat growth curve parameters for beef cattle. *Journal of Animal Science*, *85*(8), 1865–1872. DOI: 10.2527/jas.2006-665

Mácajová, M., Lamosova, D., & Zeman, M. (2004). Role of leptin in farm animals: a review. *Journal of veterinary medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine. 51*(4), 157-66. DOI: 10.1111/j.1439-0442.2004.00619.x

Madeja, Z., Adamowicz, T., Chmurzynska, A., Jankowski, T., Melonek, J., Switonski, M., & Strabel, T. (2004). Short Communication: Effect of Leptin Gene Polymorphisms on Breeding Value for Milk Production Traits. *Journal of Dairy Science*, *87*(11), 3925–3927. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73531-6

Maltecca, C., Weigel, K. A., Khatib, H., Cowan, M., & Bagnato, A. (2009). Whole-genome scan for quantitative trait loci associated with birth weight, gestation length and passive immune transfer in a Holstein x Jersey crossbred population. *Animal Genetics, 40*(1), 27-34. DOI: 10.1111/j.1365-2052.2008.01793.x

Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R., & Delday, M. (2003). Determinants of meat quality: tenderness. *The Proceedings of the Nutrition Society, 62*(2), 337-347.

Mancini, R. A.,& Hunt, M. C. **(**2005). Current research in meat color, *Meat Science, 71*(1), 100–121. DOI: 10.1016/j.meatsci.2005.03.003.

Marschall, D.M. (1999) Genetics of meat quality. In: The Genetics of Cattle (Ed. by R. Fries, A. Ruvinsky), pp. 605–636. CABI Publishing, Wallingford.

Mateescu, R. G., Garrick, D. J., Garmyn, A. J., VanOverbeke, D. L., Mafi G. G., & Reecy J. M. (2014). Genetic parameters for sensory traits in *longissimus muscle* and their associations with tenderness, marbling score, and intramuscular fat in Angus cattle. *Journal of Animal Science, 93*(1), 21-7. DOI: 10.2527/jas.2014-8405.

Matsuishi, M., Fujimori, M., & Okitani, A. (2001). Wagyu beef aroma in Wagyu (Japanese Black cattle) beef preferred by the Japanese over imported beef. *Animal Science Journal, 72*(6), 498–504. https://doi.org/10.2508/chikusan.72.498

May, S. G., Dolezal, H. G., Gill, D. R., Ray, F. K., & Buchanan, D. S. (1992). Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. *Journal of Animal Science, 70*(2), 444–453.

Mears, G. J., Mir, P. S., Bailey, D. R. C., & Jones, S. D. M. (2001). Effect of Wagyu genetics on marbling, backfat and circulating hormones in cattle. *Canadian Journal of Animal Science, 81*(1), 65–73. DOI: https://doi.org/10.4141/A99-128

McClure, M. C., Morsci, N. S., Schnabel, R. D., Kim, J. W., Yao, P., Rolf, M. M., McKay, S. D., Gregg, S. J., Chapple, R. H., Northcutt, S. L., & Taylor, J. F. (2010). A genome scan for quantitative trait loci infl uencing carcass, post-natal growth and reproductive traits in commercial Angus cattle. *Animal Genetics, 41*(6), 597–607. DOI: 10.1111/j.1365-2052.2010.02063.x.

McDonald, T., & Chen, Y. R. (1990). Separating connected muscle tissues in images of beef carcass rib eyes. *Transactions of the ASAE, 33*(6), 2059-2065.

McFadin, E. L., Keisler, D. H., Schmidt, T. B., Lorenzen, C. L., & Berg, E. P. (2003). Correlations between serum concentrations of leptin and beef carcass composition and quality. *Journal of Muscle Foods,14*(1), 81-87. https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2003.tb00347.x

Meuwissen, T. H. E., Hayes, B. J., & Goddard, M. E. (2001). Prediction of total genetic value using genome-wide marker maps. *Genetics, 157*(4), 1819-1829.

Miller, M. F., Huffman, K. L., Gilbert, S. Y., Hammon, L. L., & Ramsey, C. B. **(**1995). Retail consumer acceptance of beef tenderized with calcium chloride. *Journal of Animal Science, 73*(8), 2308–2314.

Miller, M. F., Carr, M. A., Ramsey, C. B., Crockett, K. L., & Hoover, L. C. (2001). Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science, 79*(12), 3062-8.

Monin, G., 2004. Chemıcal and Physıcal Characterıstıcs of Meat/Color and Texture Deviations. *Encyclopedia of Meat Sciences.* Vol. 3 (Editors:, W. Jensen, C.Devine, M. Dikeman). Academic Press, London. 323-329.

Moriya, K., Dohogo, T., & Sasaki, Y. (1994). Restricted maximum likelihood estimation of heritabilities for carcass traits in the base and current populations of Japanese Black cattle. *Animal Science Technology, 65*(8), 720–725. https://doi.org/10.2508/chikusan.65.720

Moravčikova, N.,Trakovicka, A., Navratilova,A. (2013). Genetic diversity in populations of Slovak Spotted cattle based on single nucleotide polymorphisms analyses. *Acta Biochimica Polonica.* 60(4): 807-810
on-line at: www.actabp.pl

Mullen, A. M. (2002). New Techniques for Analysing Raw Meat Quality. *Meat Processing: Improving Quality. Woodhead Publishing Limited.* Chapter 19.

Murray, A. C. (1995). The Evaluation of Muscle Quality. In: Quality and Grading of Carcasses of Meat Animals. *CRC press, Inc. London*, 83-108.

Mutluer, B. (2005). Zorunlu Gıda Maddesi Olarak Kırmızı Et. *A Kalite Dergisi*, *1*, 54.

Nassiry, M. R., Moussavi, A. H., & Alashawkany, A. R. (2007). Leptin Gene Polymorphism in Iranian Native Golpayegani and Taleshi Cows. *Pakistan Journal of Biological Sciences, 10*(20), 3738-3741. DOI: 10.3923/pjbs.2007.3738.3741

Nassiry, M. R., Shahroudi, F. E., Mousavi, A. H., Sadeghi, B., & Javadmanesh, A. (2008). The diversity of leptin gene in Iranian native, Holstein and Brown Swiss cattle. *African Journal of Biotechnology, 7*(15), 2685-2687.

Newman, P. B. (1984). The use of video image analysis for quantitative measurement of fatness in meat: Part 2 Comparison of VIA, visual assessment and chemical fat estimation in a commercial environment. *Meat Science*, *10*(3), 161–166. https://doi.org/10.1016/0309-1740(84)90019-6

Nkrumah, J. D., Li, C., Basarab, J. B., Guercio, S., Meng, Y., Murdoch, B., Hansen, C., & Moore, S. S. (2004). Association of a single nucleotide polymorphism in the bovine leptin gene with feed intake, feed efficiency, growth, feeding behaviour, carcass quality and body composition. *Canadian Journal Animal Science*, *84*(2), 211-219. DOI: 10.4141/A03-033.

Nkrumah, J. D., Li, C., Yu, J., Hansen, C., Keisler, D. H., & Moore, S. S. **(**2005). Polymorphisms in the bovine leptin promoter associated with serum leptin concentration, growth, feed intake, feeding behavior, and measures of carcass merit. *Journal of Animal Science, 83*(1), 20-28.

Nkrumah, J. D., Keisler, D. H., Crews, D. H., Basarab, J. A., Wang, Z., Li, C., Price, M. A., Okine, E. K., & Moore, S. S. (2007). Genetic and phenotypic relationships of serum leptin concentration with performance, efficiency of gain, and carcass merit of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, *85*(9), 2147-55. DOI: 10.2527/jas.2006-764

NCBI, (2019a). 17 Ocak 2019 tarihinde https://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/sviewer/?id=NC_037331.1&tkey=dlAYb%20X1aTn94SUR7V0Zrf0UG3qt83SLEAcsm7xbAMvE_SSiHRrlTNVi2IqKBzvnG%205_6Ywuei&app_context=GDV_nucleotide&assm_context=GCF_002263795.1%20&v=92435249:92455326&c=null&select=null&slim=0 adresinden erişildi.

NCBI, (2019b). 21 Ocak 2019 tarihinde

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/NP_776308.1 adresinden erişildi.

NCBI, (2019c) 21 Ocak 2019 tarihinde https://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/sviewer/?id=NC_037341.1&tkey=HDpy%20BxcwJB

USIy4RPSwBFS9stMadsMOp4KbHgvet05zeJMnqqBS96mUy7yZ0n_%20Kn7J-To- % 20%%2020zD&app_context=GDV_nucleotide&assm_context=GCF_002263795.1&v=%2 08193903:8477029&c=null&select=null&slim=0 adresinden erişildi.

NCBI, (2015). 17 Ekim 2018 tarihinde http://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp?LinkName=gene_snp&from_uid=280836 adresinden erişildi.

Offer, G., & Cousins, T. (1992). The Mechanisms of Drip Production: Formation of two compartments of extracellular space in muscle *Post mortem. Journal Science Food and Agriculture, 58*(1), 107-116. https://doi.org/10.1002/jsfa.2740580118

O'Halloran, G. R., Troy, D. J., & Buckley, D.J. (1997). The relationship between early post-mortem pH and the tenderisation of beef muscles. *Meat Science, 45*(2), 239-251.

Önenç, A. & Kaya, A. (2003). Sığır Karkaslarında Etlenme ve Yağlanma Durumunun Koyu Renkli Karkas Oluşumuna Etkisinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40*(3), 73-80, ISSN 1018-8851.

Önenç, A., & Kaya, A.(2004). The effects of electrical stunning and percussive captive bolt stunning on meat quality of cattle processed by Turkish slaughter procedures. *Meat Science, 66*(4), 809–815. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00191-8

Özellikleri Nedir? Genel Kültür Sitesi (2015). Holstein (Siyah Alaca) ineği özellikleri nelerdir? 17 Ekim 2018 tarihinde https://www.ozelliklerinedir.com/holstein-siyah-alaca-inegi-ozellikleri-nelerdir/ adresinden erişildi.

Özçiçek Dölekoğlu, C. (2003). *Tüketicilerin İşlenmiş Gıda Ürünlerinde Kalite Tercihleri, Sağlık Riskine Karşı Tutumları ve Besin Bileşimi Konusunda Bilgi Düzeyleri (Adana Örneği)* (Yayın No: 105). Ankara: *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü.*

Özdoğan, M., Önenç, A., Önenç, S. S., & Köknaroğlu, H. (2004). *Sığır eti kalitesi üzerine beslemenin etkisi*. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. Cilt 1. Sözlü Bildiriler, 517-523. Süleyman Demirel Üniversitesi/Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Isparta.

Öztabak, K., Toker, N. Y., Ün, C., & Akış, I. (2010). Leptin gene polymorphisms in native Turkish cattle breeds. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *16*(6), 921-924. DOI: 10.9775/kvfd.2010.1883.

Öztan, A., 2008. Et bilimi ve teknolojisi. *TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları,* 1: 526.

Pannier, L., Sweeney, T., Hamill, R. M., Ipek, F., Stapleton, P. C., & Mullen, A. M. (2009). Lack of an association between single nucleotide polymorphisms in the bovine leptin gene and intramuscular fat in *Bos taurus* cattle. *Meat Science*, *81*(6), 731–737. DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.11.014

Pannier, L., Mullen, A. M., Hamill, R. M., Stapleton, P. C., & Sweeney, T. (2010). Association analysis of single nucleotide polymorphisms in DGAT1, TG and

FABP4 genes and intramuscular fat in crossbred Bos taurus cattle. *Meat Science, 85*(3), 515–518. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.02.025

Papaleo Mazzucco, J., Goszczynski, D. E., Ripoli, M. V., Melucci, L. M., Pardo, A. M., Colatto, E., Rogberg-Muñoz, A., Mezzadra, C. A., Depetris, G. J., Giovambattista, G., & Villarreal, E. L.(2016). Growth, carcass andmeat quality traits in beef fromAngus, Hereford and cross-breed grazing steers, and their association with SNPs in genes related to fat deposition metabolism. *Meat Science, 114*, 121–129. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.12.018

Parra-Bracamonte, G. M., Sifuentes-Rincón, A. M., Arellano-Vera, W., Magaña-Monforte, J. G., Ramírez-De León, J. A., & Velázquez, G. (2014). Tenderness and taste qualification of red Brangus beef in Mexico. *Tenderness of Red Brangus beef, 1*(1), 41-48.

Pérez-Chabela, M. L.,& Mateo-Oyagüe, J. **(**2004). Frozen Meat: Quality and Shelf Life. *InHandbook of Frozen Foods, 12,* 201-214. DOI: 10.1201/b15995-129

Perucatti, A., Di Meo, G. P., Vallinoto, M., Kierstein, G., Schneider, M. P. C., Incarnato, D., Caputi Jambrenghi, A., Mohammadi, G., Vonghia, G., Silva, A., Brenig, B., & Iannuzzi, L. (2006). FISH-mapping of LEP and SLC26A2 genes in sheep, goat and cattle R-banded chromosomes: comparison between bovine, ovine and caprine chromosome 4 (BTA4/OAR4/CHI4) and human chromosome 7 (HSA7). *Cytogenetic and Genome Research, 115*(1), 7–9. DOI: 10.1159/000094794

Pinto, L. F. B., Ferraz, J. B. S., Pedrosa, V. B., Eler, J. P., Meirelles, F. V., Bonin, M. N., Rezende, F. M., Carvalho, M. E., Cucco, D. C., & Silva, R. C. G. (2011). Single nucleotide polymorphisms in CAPN and leptin genes associated with meat color and tenderness in Nellore cattle. *Genetics and Molecular Research, 10* (3), 2057-2064. DOI: 10.4238/vol10-3gmr1263

Polineni, P., Aragonda, P., Xavier, S. R., Furuta, R., & Adelson, D. L. (2006). The bovine QTL viewer: a web-accessible database of bovine quantitative trait loci. *BMC Bioinformatics, 7*, 283. DOI: 10.1186/1471-2105-7-283

Pomp, D., Zou, T., Clutter, A. C., & Barendse, W. (1997). Rapid communication: mapping of leptin to bovine chromosome 4 by linkage analysis of a PCR- based polymorphism. *Journal of Animal Science, 75*(5), 1427.

Purchas, R.W. (2014). Encyclopedia of Meat Science. C. Devine, M. Dikeman (Ed.), *Tenderness measurement*. *2*(3), 452–459. Academic Press.

Pfizer Animal Genetics Technical Reports (2013). Technıcal Summary: GeneSTAR MVPs — Molecular Value Predictions for beef feed efficiency, marbling and tenderness. Animal Health-Animal Genetics (Rapor No: 57-59).

Ribeca, C., Bonfatti, V., Cecchinato, A., Albera, A., Gallo, L., & Carnier, P. (2014). Effect of polymorphisms in candidate genes on carcass and meat quality traits in double muscled Piemontese cattle. *Meat Science, 96*(3), 1376-1383. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.11.028

Rincker, C. B., Pyatt, A. N., Berger, L. L., & Faulkner, D. B. (2006). Relationship among GeneSTAR marbling marker, intramuscular fat deposition, and expected progeny differences in early weaned Simmental steers. *Journal of Animal Science, 84*(3), 686-693. https://doi.org/10.2527/2006.843686x

Ripoli, M. V., Wei, S., Rogberg-Muñoz, A., Guo, B. L., Goszczynski, D. E., Fernandez, M. E., Mellucci, L., Lirón, J. P., Villarreal, E., Wei, Y. M., & Giovambattista, G. (2013). Evaluation of Six Single Nucleotide Polymorphisms for Bovine Traceability in the Context of the Argentine Chinese Beef Trade. *Journal of Basic & Applied Genetics. 24*(2), 31-45.

Rousset, F. (2008). Genepop'007: A complete reimplementation of the Genepop software for Windows and Linux. *Molecular Ecology Resources, 8*, 103–106. http://dx.doi.org/ 10.1111/j.1471-8286.2007.01931.

Royer, A. M., Shivers, C., Riley, D. G., Elzo, M. A., & Garcia, M. D. (2016). Single nucleotide polymorphisms associated with carcass traits in a population of Brahman and Brahman-influenced steers. *Genetics and Molecular Research, 15*(2). doi: 10.4238/gmr.15028280.

Sanger Sequencing (2019). Wikipedia, The Free Encyclopedia 10 Şubat 2019 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Sanger_sequencing#/media/File:Sanger-sequencing.svg adresinden erişildi.

Sapers, G. M., & Simmons, G. F. (1998). Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. *Food technology*, *52*(2), 48-52.

Sarıcan, C. (2006). *Üretici ve Tüketici Gözü ile Et*. (2. Baskı). İstanbul: Pınar Yayınları.

Savaşçı, M., & Atasoy, F. (2016). The investigation of calpastatin and thyroglobulin gene polymorphisms in some native cattle breeds. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 63*, 53-59.

Schenkel, F. S., Miller, S. P., Ye, X., Moore, S. S., Nkrumah, J. D., Li, C., Yu, J., Mandell, I. B., Wilton, J. W., & Williams, J. L. (2005). Association of single nucleotide polymorphisms in the leptin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. *Journal of Animal Science, 83*(9), 2009–2020. DOI: 10.2527/2005.8392009x

Schmid, A., Collomb, M., Sieber, R., & Bee, G. (2006). Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. *Meat Science, 73*(1), 29–41. DOI: 10.1016/j.meatsci.2005.10.010.

Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., & Koohmaraie, M. **(**1998). Coupling of image analysis and tenderness classification to simultaneously evaluate carcass cutability, longissimus area, subprimal cut weights, and tenderness of beef. *Journal of Animal Science, 76*(10), 2631-2640.

Shin, S. C., & Chung, E. R. (2007). Association of SNP Marker in the Thyroglobulin Gene with Carcass and Meat Quality Traits in Korean Cattle. *Asian-Australasian*

Journal of Animal Sciences, 20(2), 172-177. DOI: https://doi.org/10.5713/ajas.2007.172

Shiranita, K., Miyajima, T., & Takiyama, R. (1998). Determination of meat quality by texture analysis. *Pattern Recognition Letters, 19*, 1319-1324.

Silva, D. B. S., Crispim, B. A., Silva, L. E., Oliveira, J. A., Siqueira, F., Seno, L. O., & Grisolia, A. B. (2014). Genetic variations in the leptin gene associated with growth and carcass traits in Nellore cattle. *Genetics and Molecular Research, 13*(2), 3002-3012. DOI: 10.4238/2014

Simons, G. F., Smilanick, J. L., John, S., & Margosan, D. A. (1997). Reduction of microbial populations on prunes by vapor-phase hydrogen peroxide. *Journal of Food Protection, 60*(2), 188-191. DOI: 10.4315/0362-028X-60.2.188

Sığır (2016). Wikipedia, The Free Encyclopedia 17 Ekim 2018 tarihinde https://ipfs.io/ipfs/QmT5NvUtoM5nWFfrQdVrFtvGfKFmG7AHE8P34isapyhCxX/wiki/Bos_taurus.html adresinden erişildi.

Smas, C. M.,& Sul,H. S. (1995). Control of adipocyte differentiation**.** *The Biochemical journal, 309*(3), 697-710.

Smith, T. P. L., Lopez-Corrales, N., Grosz, M. D., Beattie, C. W., & Kappes, S. M. (1997). Anchoring of bovine Chromosomes 4, 6, 7, 10, and 14 linkage group telomeric ends via FISH analysis of lambda clones. *Mammalian Genome, 8*(5), 333-336. DOI: 10.1007/s003359900434

Smith, S. B., Lunt, D. K., & Zembayashi, M. (2000). Intramuscular fat deposition: the physiological process and the potential for its manipulation. *Plains Nutrition Council Spring Conference*, 1–12.

Smulders, F. J. M. (1986). Sensory meat quality and its assessment. *The Veterinary Quarterly*, *8*(2), 158–167.

Souza, F. R., Mercadante, M. E., Fonseca, L. F., Ferreira, L. M., Regatieri, I. C., Ayres, D. R., Tonhati, H., Silva, S. L., Razook, A. G., &Albuquerque, L. G. (2009). Assessment of DGAT1 and LEP gene polymorphisms in three Nellore (Bos indicus) lines selected for growth and their relationship with growth and carcass traits. *Journal of Animal Science, 88*(2), 435-41. DOI: 10.2527/jas.2009-2174.

Soysal, D. (2012). *Bozırk sığırlarda besi performansı, karkas özellikleri ve et kalitesinin belirlenmesi.* (Doktora tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Sukegawa, S., Miyake, T., Takahagi, Y., Murakami, H., Morimatsu, F., Yamada, T., & Sasaki, Y. (2010). Replicated association of the single nucleotide polymorphism in EDG1 with marbling in three general populations of Japanese Black beef cattle. *BMC Research Notes, 3*, 66. DOI: 10.1186/1756-0500-3-66

Swatland, H. J. (2002). Meat Processing: Improving Quality. Joseph P. Kerry, John F. Kerry, David Ledward (Ed.) *On-Line Monitoring of Meat Quality*. (Chapter 10). Woodhead Publishing Limited.

Suman, S. P., & Joseph, P. (2013). Myoglobin chemistry and meat color. *Annual Review of Food Science and Technology, 4*, 79-99. DOI: 10.1146/annurev-food-030212-182623.

Suman SP, Rentfrow G, Nair MN., & Joseph P. (2014). 2013 Early Career Achievement Award- Proteomics of muscle- and species-specificity in meat color stability. Journal of Animal Science 92, 875–882.

Sural, S., Qian, G., & Pramanik, S. (2002). Segmentation and histogram generation using the HSV color space for image retrieval. *Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing*, 589-592.

Stone, R.T., Kappes, S.M., Beattie, C.W. (1996). The bovine homologue of the obese gene maps to chromosome 4. *Mammalian Genome,* 7(5):399-400

Taniguchi, Y., Itoh, T., Yamada, T., & Sasaki, Y. (2002). Genomic structure and promoter analysis of the bovine leptin gene. *Life, 53*(5), 131–135.

Taşçı, F. (2017). Etlerde meydana gelen renk değişikliği. *Göller Bölgesi Ekonomi ve Kültür Dergisi, 4*(47), 53-58.

Teira, G. A., Tinois, E., Lotufo, R. A., & Felício, P. E. (2003). Digital-image analysis to predict weight and yields of boneless subprimal beef cuts. *Scientia Agricola, 60*(2), 403-408.

Temizkan, M. C. (2018). Sığır Karkasının Farklı Kas Bölgelerinin Et Kalitesi İle İlişkili Önemli Gen İfadeleri Açısından Karşılaştırılması. *(Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).*

Terem,H,N.,(1968). Oksijen Ve Oksijen Veren Maddeler. Anorganik Sınai Kimya 2. Baskı Bölüm 4:

Thaller, G., Kuhn, C., Winter, A., Ewald, G., Bellmann, O., Wegner, J., Zuhlke, H., & Fries, R. (2003). DGAT1, a new positional and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle. *Animal Genetics,* 34, 354-357.

Thu, D. T. N. (2006). Meat Quality: Understanding Of Meat Tenderness And Influence Of Fat Content On Meat Flavor. Science & Technology Development, *9*(12), 65-70.

Tosun, Ö., & Hatırlı, S.A. (2006). Tüketicilerin Kırmızı Et Satın Alım Yerleri Tercihlerinin Analizi: Antalya İli Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14*(2), 433-445.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Haber Bülteni (2018a). Hayvansal Üretim İstatistikleri (Haziran) Sayı: 27705 21 Kasım 2018 tarihinde http://tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27705 adresinden erişildi.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2018b). Hayvancılık İstatistikleri. 21 Aralık 2018 tarihinde http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002 adresinden erişildi.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2018c). Hayvansal Üretim İstatistikleri (Haziran). Tür ve Irklarına göre Hayvan Sayıları. 21 Kasım 2018 tarihinde

http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002 adresinden erişildi.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2017). Hayvancılık İstatistikleri. 15 Ekim 2018 tarihinde http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002 adresinden erişildi.

Trakovicka, A., Moravčikova, N., Kasarda, R. (2013).Genetic polymorphisms of leptin and leptin receptor genes in relation with production and reproduction traits in cattle. *Acta Biochimica Polonica.* 60(4): 783-787
on-line at: www.actabp.pl

Trinderup, C. H., Dahl, A. L., Carstensen, J. M., Jensen, K., & Conradsen, K. (2013). Utilization of multispectral images for meat color measurements. *Technical University of Denmark (DTU) Compute — Technical Report*, 42–48.

Trinderup, C. H., Dahl, A., Jensen, K., Carstensen, J. M., & Conradsen, K. (2015) Comparison of a multispectral vision system and a colorimeter for the assessment of meat color. *Meat Science, 102*, 1–7.

Tyul'kin, S. V., Akhmetova, T. M., Valiullinaa, E. F., f Vafin, R. R. (2013). Polymorphism of Somatotropin, Prolactin, Leptin, and Thyreoglobulin Genes in Bulls. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, *3*(3), 222–224.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Türkvet (2018). Hayvan Bilgi Sistemi. 22 Aralık 2018 tarihinde https://hbs.tarbil.gov.tr/ adresinden erişildi.

T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Tarımsal Yatırımcı Danışma Ofisi, Kırklareli İli Tarımsal Yatırım Rehberi (2018). 22 Aralık 2018 tarihinde https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/k%C4%B1rklareli.pdf adresinden erişildi.

T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Tarımsal Yatırımcı Danışma Ofisi, Edirne İli Tarımsal Yatırım Rehberi (2018). 22 Aralık 2018 tarihinde https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/edirne.pdf adresinden erişildi.

T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Tarımsal Yatırımcı Danışma Ofisi, Tekirdağ İli Tarımsal Yatırım Rehberi (2018). 22 Aralık 2018 tarihinde https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/tekirdag.pdf adresinden erişildi.

T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Hayvancılık Genel Müdürlüğü (HAYGEM) (2019). Damızlık Sığır Seçimi. 15 Ocak 2019 tarihinde https://www.tarimorman.gov.tr/HAYGEM/Belgeler/Hayvanc%C4%B1l%C4%B1k/B%C3%BCy%C3%BCkba%C5%9F%20Hayvanc%C4%B1l%C4%B1k/2017%20Y%C4%B1l%C4%B1/Damizlik_Sigir_Secimi.pdf adresinden erişildi.

T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, TAGEM Arge& İnovasyon, Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) (2018a). Tarım Ürünleri Piyasaları, Kırmızı Et. Ürün No: 21. 4 Haziran 2018 tarihinde

https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2018-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/2018-Ocak%20K%C4%B1rm%C4%B1z%C4%B1%20Et.pdf adresinden erişildi.

T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, TAGEM Arge& İnovasyon, Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) (2018b). Tarım Ürünleri Piyasaları, Dana Eti. Ürün No: 21. 4 Kasım 2018 tarihinde https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2018-Temmuz%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/2018-Temmuz%20Dana%20Eti.pdf adresinden erişildi.

Van Der Lende, T., Te Pas, M. F., Veerkamp, R. F. & Leifers, S. C. (2005). Leptin gene polymorphisms and their phenotypic associations. *Vitam Horm, 71*, 373-404.

Van Eenennaam, A. L., Li, J., Thallaman, R. M., Quaas, R. L., Dikeman, M. E., Gill, C. A., Franke, D. E., & Thomas, M. G. (2007). Validation of commercial DNA tests for quantitative beef quality traits. *Journal of Animal Science, 85* (4), 891-900. DOI: 10.2527/jas.2006-512

Venugopal, V. **(**2006). Quick Freezing and Individually Quick Frozen Products, in *Seafood Processing: Adding Value Through Quick Freezing, Retortable Packaging and Cook-Chilling*, 4, 95-139.

Vergara, H., Linares, M. B., Berruga, M. I., & Gallego, L. (2005). Meat quality in suckling lambs: effect of preslaughter handling. *Meat Science, 69*, 473-478.

Veteriner CC. (2007). Sığırların Zoolojik Kökeni. 17 Ekim 2018 tarihinde http://www.veteriner.cc/sigir/sigir_taksonomisi.asp adresinden erişildi.

Viljoen, H. F., De Kock, H. L., & Webb, E.C. (2002). Consumer acceptability of dark, firm and dry and normal pH beef steaks. *Meat Science, 61*, 181-185.

Watanabe, N., Satoh, Y., Fujita, T., Ohta, T., Kose, H., Muramatsu, Y., Yamamoto, T., & Yamada, T. (2011). Distribution of allele frequencies at TTN g.231054C > T, RPL27A g.3109537C > T and AKIRIN2 c.*188G > A between Japanese Black and four other cattle breeds with differing historical selection for marbling. *BMC Research Notes, 4*, 10.

Weaber, R. L., & Lusk, J. (2010) The Economic Value of Improvements in Beef Tenderness by Genetic Marker Selection. *American Journal of Agricultural Economics, 92*(5), 1456–1471, https://doi.org/10.1093/ajae/aaq062.

Widmann, P., Reverter, A., Fortes, M.R., Weikard, R., Suhre, K., Hammon, H., Albrecht, E., & Kuehn, C. (2013). A systems biology approach using metabolomic data reveals genes and pathways interacting to modulate divergent growth in cattle. *BMC Genomics, 14*, 798. http://dx.doi. org/10.1186/1471-2164-14-798

Williams P. (2007). Nutritional composition of red meat. *Nutrition & Dietetics, 64*(4), 113-119.

Woelfel RL, Owens CM, Hirschler EM, MartinezDowsen R, Sams AR (2002): The characterization and incidence of pale, soft and exudative broiler meat in a commercial processing plant. Poultry Science, 81(4): 579–584 https://doi.org/10.1093/ps/81.4.579

Wood, I. A., Moser, G., Burrell, D. L., Mengersen, K. L., & Hetzel, D. J. S. (2006). A meta-analytic assessment of a Thyroglobulin marker for marbling in beef cattle. *Genetics Selection Evolution, 38*, 479-494.

Woronuk, G. N., Marquess, F. L., James, S. T., Palmer, J., Berryere, T., Deobald, H., Howie, S., & Kononoff, P. J. (2011). Association of leptin genotypes with beef cattle characteristics. *Stichting International Foundation for Animal Genetics, 43*(5), 608-10. doi: 10.1111/j.1365-2052.

Wu, X. L., MacNeil, M. D., De, S., & Xiao, Q. J. (2005). Evaluation of candidate gene effects for beef backfat via Bayesian model selection. *Genetica, 125*, 103-113.

Wu, D., & Sun, D. (2013). Colour measurements by computer vision for food quality control — A review. *Trends in Food Science and Technology*, *29*(1), 5–20.

Yamada, T., Taniguchi, Y., Miyake, T., & Sasaki, Y. (2003). Aspects and prospects of QTL analysis for marbling gene. *Journal of Animal Genetics, 30*, 21–28.

Yamada, T. (2014). Genetic dissection of marbling trait through integration of mapping and expression profiling. *Animal Science Journal*, *85*, 349–355.

Yardibi, H., Gürsel, F. E., Ates, A., Akıs, I., Hosturk, G. T., & Oztabak, K. (2013). BTN1A1, FABP3 and TG genes polymorphism in East Anatolian red cattle breed and South Anatolian red cattle breed. *African Journal of Biotechnology, 12*(20), 2802–2807.

Yavuz, F., Akbulut, Ö., & Keskin, A. (2003). Türkiye sığırcılık sektöründe ıslah ve destekleme politikalarının etkinliği üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 27*, 645-650.

Yaylak, E., Taşkın, T., Koyubenbe, N., & Koca, Y. (2010). İzmir İli Ödemiş İlçesinde Kırmızı Et Tüketim Davranışlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Hayvansal Üretim, 51*(1), 21-30.

Yaylak, E; Akbaş, Y; Özsoy, A.N. (2015). Siyah Alaca ile Bazı Süt Sığır Irkları Arasında Yapılan Melezlemeler ve Melez İneklerin Performansları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 10 (1):97-106.

Yazdani, H., Rahmani, H., Edris, M., & Dirandeh, E. (2010). Association between A59V polymorphism in exon 3 of leptin gene and reproduction traits in cows of Iranian Holstein. *African Journal of Biotechnology, 9*(36), 5997-6000.

Yeh, F. C., Yang, R. C., Boyle, T. B., Ye, Z., & Mao, J. X. (2000). POPGENE, the user-friendly shareware for population genetic analysis, Molecular biology and biotechnology centre, University of Alberta, Canada, 2000.

Yetiştirici Teknik El Kitabı. (1991). Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Proje ve

Uygulama Genel Müdürlüğü, *(Türk- ANAFI Projesi).* Ankara.

Yıldırım, Y. (1996). *Et Endüstrisi*. Dördüncü baskı. Bursa: Kozan Ofset, ss. 157–178, 379–396.

Yoon, D. H., Cho, B. H., Park, B. L., Choi, Y. H., Cheong, H. S., Lee, H. K., Chung, E. R., Cheong, I. C., & Shin, H. D. (2005). Highly polymorphic bovine leptin gene. Asian-Aust. *Journal of Animal Science, 18*, 1548-1551.

Young, J. F., Therkildsen, M., Ekstrand, B., Che, B. N., Larsen, M. K., Oksbjerg, N., & Stagsted, J. (2013). Novel aspects of health promoting compounds in meat. *Meat Science*, *95*(4), 904-11. doi: 10.1016/j.meatsci

Young, O.A., West, J., Hart, A.L., Van Otterdijk, F.F.H. (2004). A method for early determination of meat ultimate pH. Meat Sci, 66(2): 493–498 https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00140-2

Young, O. A., West, J., 2001. Meat Color. *Meat Science and Applications* (Editors: Y. H. Hui, R. W. Wai-Kit Nip, Rogers, O. A. Young). Marcel Dekker Inc., U.S.A. 704.

Zembayashi, M., Nishimura, K., Lunt, D. K., & Smith, S. B. (1995). Effect of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. *Journal of Animal Science*, *73*, 3325–3332.

Zhang, Y., Proenca, R., Maffei, M., Barone, M., Leopold, L., & Friedman, J. M. (1994). Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature, 372*, 425-432.

Zhang, L. P., Gan, Q. F., Hou, G. Y., Gao, H. J., Li, J. Y., & Xu, S. Z. (2015a). Investigation of *TG* gene variants and their effects on growth, carcass composition, and meat quality traits in Chinese steers. *Genetics and Molecular Research, 14* (2), 5320-5326.

Zhang, L., Ren, H., Yang, J., Gan, Q., Zhao, F., Gao, H., & Li, J. (2015b). Effect of thyroglobulin gene polymorphisms on growth, carcass composition and meat quality traits in Chinese beef cattle. *Molecular Biology Reports, 42*(9), 1403-7. doi: 10.1007/s11033-015-3919-1

Zhou, G. H., Xu, X. L., & Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat. A review. *Meat Science, 86*, 119-128.

Zwierzchowski, L., Oprzadek, J., Dymnicki, E., & Dzierzbicki, P. **(**2001). An association of growth hormone, k-kazein, B-lactoglobulin, leptin and Pit-1 loci polymorphism with growth rate and carcass trait in beef cattle. *Animal Science Papers and Reports, 19*, 65-78.

ÖZGEÇMİŞ

05.01.1982 tarihinde Edirne'de doğdum. İlköğrenimimi Karakasım Köyü İlkokulu, orta öğrenimimi Yüksel Yeşil İlk Öğretim okulunda tamamladım. 2000 yılında da Edirne Lisesini bitirdim. 2001 yılında girdiğim Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden, 2001-2002 yarıyılında Şeref Öğrencisi Belgesi, 2004-2005 yıllarında ise Yüksek Şeref Öğrencisi Belgeleri alarak 2005 yılında mezun oldum. 2010 yılında Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı Toksikoloji Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimimi tamamladım. Yüksek lisans eğitimim esnasında Trakya üniversitesi Tıp Fakültesi Besin Hazırlama Ünitesi Parenteral Sıvı Hazırlama'da öğrenci kontenjanından biyolog olarak çalıştım. 2014 yılı Şubat ayında Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalı Genetik ve Biyomühendislik Bilim Dalı'nda doktora öğrenimime başladım. 2015 yılı Mayıs ayında atanmış olduğum Edirne Sultan 1. Murat Devlet Hastanesi Biyokimya Laboratuvarında Biyolog olarak görev yapmaktayım.

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

KÖK,S., VAPUR,G., ÖZCAN,C. Sığır Etlerinde Mozaikleşme ile İlişkili Leptin (LEP) Geni Polimorfizmleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 2(4): 297–302 (Ekim 2015)

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Özeti Basılan Bildiriler (Proceedings)

KÖK, S., VAPUR, G., 2018. "Türk Siyah-Beyaz Alaca Sığırlarda Leptin Geni (E2JW, E2FB) ve Tiroglobulin Geni (C422T) Polimorfizmleri" Uluslararası Ziraat, Biyoloji ve Yaşam Bilimleri Konferansı, 02-05.09.2018, Edirne, Türkiye, Kongre kitabı 810 sayfa, Bildiri 786. sayfada (Eylül 2018)

Katıldığım Eğitim Projeleri

19-21 Ekim 2018 tarihinde Marmara Üniversitesi Epilepsi Araştırma ve Uygulama Merkezi (EPAM) tarafından gerçekleştirilen TÜBİTAK destekli Epilepsi ve Deneysel Modelleri: "Teorik ve Uygulamalı Bilimsel Eğitim Etkinliği Programı".

Proje Türü: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)
Görev: Katılımcı
Kurum: Marmara Üniversitesi Epilepsi Araştırma ve Uygulama Merkezi (EPAM)

Siyah-Beyaz Alaca Sığırların LEP Geni 2. Ekzon (E2JW, E2FB) ve TG Geni 5' Promotor Bölgedeki (TG5) Markörlerin Et Kalitesine Etkilerinin Araştırılması
Proje Türü: Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (TÜBAP) Görev: Doktora öğrencisi ve yardımcı araştırmacı Proje no: 2016/82
Kurum: Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji ve Genetik AbD.

Katıldığım Hizmet İçi Eğitim

14-15 Kasım 2018 tarihinde T.C. Sağlık Bakanlığı İl Sağlık Müdürlüğü Edirne Sultan 1. Murat Devlet Hastanesi tarafından gerçekleştirilen İş sağlığı ve Güvenliği Eğitimi

Katıldığım Sempozyumlar

19 Nisan 2019 tarihinde Trakya Üniversitesi Genetik ve Biyoteknoloji Topluluğu tarafından gerçekleştirilen III. Genetik ve Biyoteknoloji Bilim Şenliği

7 Nisan 2018 tarihinde Trakya Üniversitesi Genetik ve Biyoteknoloji Topluluğu tarafından gerçekleştirilen II. Genetik ve Biyoteknoloji Bilim Şenliği

26-27 Ekim 2017 tarihlerinde Türk immünoloji Derneği ve Trakya Üniversitesi tarafından gerçekleştirilen ‘İmmünoloji Okulu’ temalı XII. Bölgesel Sempozyumu

21 Nisan 2017 Trakya Üniversitesi Genetik ve Biyoteknoloji Topluluğu tarafından gerçekleştirilen Genetik ve Biyoteknoloji Bilim Şenliği

13 Nisan 2017 Trakya Üniversitesi Genetik ve Biyoteknoloji Topluluğu tarafından gerçekleştirilen 'Hayvan Klonlama' Geçmişte, Günümüzde, Gelecekte

22 Ekim 2016 tarihinde İstanbul Üniversitesi Kök Hücre Öğrenci Kulübü tarafından gerçekleştirilen Kök Hücreye Giriş Sempozyumu

25.12.2009 tarihinde Trakya Üniversitesi Rektörlüğü tarafından gerçekleştirilen Bilimsel Araştırma ve Yayınlarda Etik İlkeler Sempozyumu

18.06.2009 tarihinde Trakya Üniversitesi Rektörlüğü tarafından gerçekleştirilen Bilimsel Araştırma ve Yayınlarda Etik İlkeler Sempozyumu

Aldığım Eğitimler Ve Sertifikalar

(21.03.2009- 03.04.2009) tarihleri arasında Trakya Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından gerçekleştirilen Deney Hayvanı Kullanma Eğitimi ve Sertifikası

(07.06.2008 - 08.06.2008) tarihleri arasında Kimyagerler Derneği (KİMDER) Ve Yıldız Teknik Üniversitesi tarafından gerçekleştirilen GMP (İyi Üretim Uygulamaları) Eğitimi ve Sertifikası

(09.05.2008 - 10.05.2008) tarihleri arasında Kimyagerler Derneği (KİMDER) Ve Trakya Üniversitesi tarafından gerçekleştirilen TS EN ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi Eğitimi ve Sertifikası

(03.05.2008 - 04.05.2008) tarihleri arasında Kimyagerler Derneği(KİMDER) Ve Trakya Üniversitesi tarafından gerçekleştirilen TS 18001:2005 OHSAS (İş Sağlığı Ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi) Eğitimi ve Sertifikası