



**ULUSLARARASI HAYVANCILIK
ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜ
Mamak - ANKARA**

LALAHAN HAYVANCILIK ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

**JOURNAL OF LALAHAN LIVESTOCK RESEARCH INSTITUTE
ANKARA – TURKEY**

ISSN 1016-877X
eISSN 2667-4106

Cilt/Volume 59 ♦ Sayı/Number 2 ♦ 2019

Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi

Cilt/Volume 59 ♦ Sayı/Number 2 ♦ 2019

Journal of Lalahan Livestock Research Institute

Yılda iki kez yayımlanır (Haziran-Aralık)

Published two times per year (June-December)

ISSN 1016-877X

eISSN 2667-4106

Sahibi

Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü Adına

Dr. Muharrem SATILMIŐ

Enstitü Müdürü

Yazı İşleri Müdürü

Ezgi ODABAŞ

Editörler Kurulu / Editorial Board

Baş Editör / *Editor-in Chief*

Prof.Dr. Ceyhan ÖZBEYAZ

Ankara Üniv. Veteriner Fakültesi

Editör Yardımcısı / *Co-Editor*

Dr. Öğr. Üyesi Banu YÜCEER ÖZKUL

Ankara Üniv. Veteriner Fakültesi

Dr. Hasan Hüseyin ŞENYÜZ

Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve
Eğitim Merkezi Müdürlüğü

Adres / Address

Uluslararası Hayvancılık
Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü

Lalahan Mah. S. Sırrı İçöz Cad.
Mamak - Ankara / TÜRKİYE

E-posta : lalahanhmae@tarimorman.gov.tr

Web : <http://arastirma.tarimorman.gov.tr/lalahanhmae>

Tel : +90 312 865 14 18

+90 312 865 11 96

Faks : +90 312 865 11 12

YAYIN KURULU*

Dr. Engin ÜNAY
 Dr. Hasan Hüseyin ŞENYÜZ
 Ezgi ODABAŞ

DANIŞMA KURULU

Prof.Dr. Ömer AKBULUT (Atatürk Üniversitesi)
 Prof.Dr. Arif ALTINTAŞ (Ankara Üniversitesi)
 Prof.Dr. Metin BAYRAKTAR (Fırat Üniversitesi)
 Prof.Dr. Behiç COŞKUN (Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi)
 Prof.Dr. Halil GÜNEŞ (İstanbul Üniversitesi)
 Prof.Dr. Aytekin GÜNLÜ (Selçuk Üniversitesi)
 Prof.Dr. İ. Safa GÜRCAN (Ankara Üniversitesi)
 Prof.Dr. Orhan KARACA (Adnan Menderes Üniversitesi)
 Prof.Dr. Mustafa KAYMAZ (Ankara Üniversitesi)
 Prof.Dr. Serhat PAPUÇCUOĞLU (İstanbul Üniversitesi)
 Prof.Dr. Mustafa SAATÇİ (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
 Prof.Dr. İhsan SOYSAL (Namık Kemal Üniversitesi)
 Prof.Dr. Adnan ŞEHU (Ankara Üniversitesi)
 Prof.Dr. Mustafa TEKERLİ (Afyon Kocatepe Üniversitesi)
 Prof.Dr. Zafer ULUTAŞ (Niğde Üniversitesi)
 Prof.Dr. Necmettin ÜNAL (Ankara Üniversitesi)
 Prof.Dr. Ender YARSAN (Ankara Üniversitesi)

BU SAYININ HAKEM LİSTESİ

Prof.Dr. Bilal AKYÜZ (Erciyes Üniversitesi)
 Doç.Dr. Metin ERDOĞAN (Afyon Kocatepe Üniversitesi)
 Prof.Dr. Şeref İNAL (Selçuk Üniversitesi)
 Prof.Dr. Mehmet Akif KARSLI (Kırıkkale Üniversitesi)
 Doç.Dr. Selim KUL (Fırat Üniversitesi)
 Prof.Dr. Seher KÜÇÜKERSAN (Ankara Üniversitesi)
 Doç.Dr. Hasan MEYDAN (Akdeniz Üniversitesi)
 Doç.Dr. Cemal ORHAN (Fırat Üniversitesi)
 Prof.Dr. Mustafa SAATÇİ (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
 Dr. Öğr. Üyesi Büşra YARANOĞLU (Balıkesir Üniversitesi)
 Prof.Dr. Gültekin YILDIZ (Ankara Üniversitesi)
 Prof.Dr. Alper YILMAZ (İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa)

Danışma Kurulu ve Hakem Listesindeki isimler soyada göre alfabetik dizilmiştir.

**Yayın Kurulu üyeleri Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü personeldir.*

Bu dergi yaygın süreli ve hakemli bir dergidir. Dergi ULAKBİM-TÜBİTAK Yaşam Bilimleri veri tabanı kapsamındadır. ULAKBİM, FAO AGRIS, CAB Abstract, CABI full text, Google Scholar, Dergipark ve Türkiye Atıf Dizin'inde indekslenmektedir

Copyright© Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi 2019, Her hakkı saklıdır / All rights reserved

Basım Tarihi / Publishing Date: Aralık / December 2019, Baskı adedi / Circulation: 100

Tasarım ve Baskı / Printing



Medisan Yayınevi Ltd.Şti.

Çankırı Cad. 45 / 347 Ulus - Ankara, Türkiye

Tel : +90 312 311 24 26 - 311 00 57 medisanyayinevi@gmail.com

İçindekiler

Araştırma Makalesi / Research Article

Mısır Silajına Katılan Farklı Düzeylerdeki İnulinin Gaz Üretimi ve Sindirilebilir Organik Madde Üzerine Etkisi

Effects of Inulin Addition on Gas Production and Digestible Organic Matter at Different Levels of Corn Silage

Buğra Genç, Mustafa Salman, Nurcan Çetinkaya, Zehra Selçuk, Mustafa Açıcı51

Muğla İlinde Süt Sığırı Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu, Bazı Verim ve Yapısal Özellikleri

Current Status, Some Yield and Structural Characteristics of Dairy Cattle Production in Muğla Province

Mustafa Kemal Aydın, Mahmut Keskin57

Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) Sığır Irkının Yöresel Durumu ve Yetiştirme Yöntemlerinin Bazı Irk Karakterlerine Etkisi Üzerine Bir Çalışma

An Analysis on the Regional Status and Effect on Some Breed Characteristics of Rearing Methods in Eastern Anatolian Red Cattle (EARC)

Sadrettin Yüksel.....64

Variability of CAPN1 g.5709 C>G and MYF5 g.1911 A>G Polymorphisms in Beef Cattle Imported from Brazil to Turkey

Brezilya'dan Türkiye'ye İthal Edilen Besi Sığırlarında CAPN1 g.5709 C>G ve MYF5 g.1911 A>G Polimorfizmlerine Ait Varyasyonlar

Sena Ardıçlı, Hakan Ustüner, Öznur Arslan, Oğuz Kandazoğlu72

Derleme / Review Article

Ruminant Hayvanların Beslenmesinde Guar Fasulyesi Küspesinin Kullanımı

Use of Guar Meal in the Feeding of Ruminant Animals

Arzu Erol Tunç, Yusuf Cufadar.....79

Sığırlarda Kalpain ve Kalpastatin Gen Polimorfizmlerinin Et Tekstürünün İyileştirilmesi Çalışmalarında Kullanımı

The Use of Calpain and Calpastatin Gene Polymorphisms in the Improvement of Meat Texture in Cattle

Süleyman Kök, Sertaç Atalay, Güldan Vapur, M. İhsan Soysal.....87

DERGİ YAZIM KURALLARI

1. Bu dergi Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü'nün hakemli bilimsel yayın organı olup 6 ayda bir yayımlanır. Derginin kısaltılmış adı "**Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.**" dir.

2. Derginin yayın dili **Türkçe** ve **İngilizce**'dir. Özetler Türkçe ve İngilizce yazılmalıdır. Başlıklar özetlerden önce verilmelidir. Dergide, tamamı veya bir kısmı başka bir yerde yayınlanmamış bilimsel araştırmalar ve derlemeler, kısa bilimsel çalışmalar ve orijinal araştırma özetleri yayımlanır. Derlemeler yazarın o konuda orijinal yayın ve araştırmalar yapmış olması ve yenilikleri içermesi durumunda kabul edilir.

3. Metin kısmı, Microsoft Word ile A4 (210 x 297 mm) beyaz kağıda, 1.5 satır aralıklı; üst, alt ve sol kenarlarda 3 cm, sağ kenarda 2 cm boşluk bırakılarak; 11 punto ve Times New Roman karakteri ile tek sütun halinde hazırlanmalı, şekil ve çizelgeler dahil makaleler en fazla 15, derlemeler en fazla 10 sayfa olmalıdır.

4. Yazılar elektronik ortamda e-posta ile gönderilmelidir. Ancak "**Yayın Dilekçesi**", yazarlar tarafından imzalanan "**Yayın Hakkı Devri Sözleşmesi**" ve "**Etik Kurul Onayı**" posta ile gönderilmelidir. Yayın dilekçesi ve yayın hakkı devir sözleşmesi ıslak imzalı olmalıdır.

5. Araştırma makalesi, Türkçe **başlıktan** sonra Türkçe **özet**; İngilizce **başlıktan** sonra İngilizce **özet**, yazar/yazarların adları (Adı ve soyadı küçük harflerle), çalıştıkları kuruma ait bilgiler, **Türkçe özet** ve anahtar kelimeler, **İngilizce özet** ve anahtar kelimeler, **Giriş**, **Materyal ve Metot**, **Bulgular**, **Tartışma ve Sonuç**, **Kaynaklar** şeklinde hazırlanmalıdır.

- **Başlık**; kısa ve açık olmalı, başlıkta geçen kelimelerin ilk harfleri büyük harfle yazılmalı, çalışmaya ilişkin açıklama ve dipnot sayfanın alt kısmında gösterilmelidir.
- **Yazar/yazarlar**; ad ve soyadları ile belirtilmeli, ünvan kullanılmamalı, yazar/yazarların çalıştıkları kuruma ait bilgiler soyadlarından hemen sonra numaralandırılarak belirtilmelidir.
- **Türkçe ve İngilizce özet**; en fazla 200 kelime olmalı, alt kısımlarına **Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeler** yazılmalıdır.
- **Giriş**; çalışma ile doğrudan ilgili kısa literatür bilgileri verilmeli ve son paragrafta çalışmanın amacı belirtilmelidir.
- **Materyal ve Metot**; anlaşılır biçimde kısa ve öz yazılmalı, istatistik analizler hakkında bilgi verilmelidir.
- **Bulgular**; kısaca açıklanmalı, mümkün olduğunca bulgular çizelge ve şekillerle belirtilmeli ve çizelgeler sayfanın alt kısmında yer almalı, kullanılan ondalık sayılar nokta ile ayrılmalı (1.23 gibi), çizelgelerde verilen rakamların metin içinde tekrarından kaçınılmalıdır. Çizelge başlıkları çizelgelerin üst kısmında, şekil-resim başlıkları şekil-resimlerin alt kısmında yer alacaktır.
- **Tartışma ve sonuç**; bulgular kendi içinde ve konuyla ilgili diğer kaynaklardaki bulgular ile tartışılmalı ve yorumlanmalıdır.
- **Kaynaklar** bölümünde, kaynaklar listesi alfabetik ve kronolojik olarak sıralanmalı ve numaralanmalıdır. Metin içerisindeki kaynak, yazar soyadı yazılıp sıra numarası ile; cümle sonunda ise sadece sıra numarası ile köşeli parantez [] içerisinde yazılmalıdır. Cümle sonunda birden çok kaynak belirtilecek ise kaynak numaraları küçükten büyüğe doğru sıralanmalıdır. Metin içerisinde ikiden çok yazarlı kaynak kullanımlarında ilk yazarın soyadı yazılmalı diğer yazarlar ise "ve ark." (İngilizce metinlerde "et al.") kısaltması ile belirtilmelidir. Dergi ad-

larının kısaltılmasında "Periodical Title Abbreviations: By Abbreviation" son baskısı esas alınmalıdır. Kaynaklar listesinde yazar(lar)ın aynı yıla ait birden fazla yayını varsa, yayın tarihinin yanına "a" ve "b" şeklinde belirtilmelidir.

Kaynak yazımı ve sıralaması aşağıdaki gibi yapılmalıdır;

Makale

1. Akçapınar H, Ünal N, Özbeyaz C (2001): Kuzu eti üretimine uygun ana ve baba hatlarının geliştirilmesinde Akkaraman, Sakız ve Kıvırcık ırklarından yararlanma imkânları II. Kuzularda bazı vücut ölçüleri ve toklularda bazı verim özellikleri. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 41(1): 25-34.
2. Tawell HZ, Tas BM, Smith HJ, Elgersma A, Dijkstra J, Tamminga S (2005): Effects of feeding perennial ryegrass with an elevated concentration of watersoluble carbohydrates on intake, rumen function and performance of dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 121: 243-256.

Kitap ve kitap içinde bir bölüm

1. Hartung J (2002): Environment and Animal Health. p: 25-48. In: Livestock Housing, Edit.: CM Wahhes, DR Charles, 2nd Publishing, CAB International, ISBN: 0 85198 774 5, Wallingford, United Kingdom.
2. Mason IL (1967): Sheep Breeds of The Mediterranean. p: 133-144. In: Fat-Tailed Sheep, T&A Constable Ltd., Edinburgh, Great Britain.
3. Yalçın BC (1981): Genel Zootečni. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, Nazım Terzioğlu Matematik Araştırma Enstitüsü Baskı Atölyesi, İstanbul, s: 12-15.

Özet yayımlayan dergiler

1. Turner RM (2005): Current techniques for evaluation of stallion fertility. Clinical Techniques in Equine Practice, 4(3): 257-268 (Animal Breeding Abstracts, 2006, 74(5): 2854).

Bildiri

1. Özbeyaz C, Koçak S, Yüceer B (2005): At Islah Prensipleri. ss: 37-39. Ulusal Atçılık Sempozyumu, Sempozyum Özetleri, 18-20 Eylül, Ankara.

Tezler

1. Yüceer B (2008): Kolostrum Almış Buzağlarda Bağışıklığın, Büyüme, Hastalık İnsidansı ve Yaşama Gücü Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
6. Dergide yayımlanan yazılarda her türlü sorumluluk yazarlara aittir. Yayımlanması uygun görülmeyen makaleler hakkında yazarına bilgi verilir.
7. Dergide bir örnekligi sağlayacak diğer şartların temin ve tertibinde Yayın Komitesi yetkilidir.
8. Yazılar posta ve internet yoluyla aşağıdaki adreslere gönderilmelidir.

Posta Adresi:

Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Lalahan Mah. S. Sırrı İçöz Cad. Mamak/ANKARA

E-posta: lalahanhmae@tarimorman.gov.tr

ULUSLARARASI HAYVANCILIK ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜ
Mamak/ANKARA

Ekte sunmuş olduğum “.....” adlı makalenin/derlemenin Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü dergisinde yayınlanması için gereğini arz ederim. /.... /20

Adı-Soyadı
İmza

Eki :

Makale (E-posta ile gönderilmiştir.)
Sözleşme (1 adet)
Etik Kurul Onayı (1 adet)

Açık Adres :

Telefon No :

E-mail :

ORCID :

YAYIN HAKKI DEVRİ SÖZLEŞMESİ
Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi

Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisinde yayınlanmak üzere göndermiş olduğumuz
“.....” adlı makale/derleme ile ilgili olarak;

Aşağıdaki maddeleri onayladığımızı belirtiriz.

- 1- Bu makalenin/derlemenin bir kısmı ya da tamamı başka bir dergide yayınlanmamıştır.
- 2- Bu makale/derleme yayınlanmak üzere başka bir dergiye gönderilmemiştir.
- 3- Makale/derleme yayımlandıktan sonra tüm hakları Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisine devredilmiştir.
- 4- Tüm yazarlar makaleyi okumuş ve onaylamıştır. Yayınlanmak üzere dergiye gönderildiğinden haberdardır.

Yazarlar

İmza

Tarih

.....
.....
.....
.....

Mısır Silajına Katılan Farklı Düzeylerdeki İnulinin Gaz Üretimi ve Sindirilebilir Organik Madde Üzerine Etkisi

Buğra Genç¹, Mustafa Salman², Nurcan Çetinkaya², Zehra Selçuk², Mustafa Açıcı³

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Laboratuvar Hayvanları A.D Samsun Türkiye.

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A.D Samsun Türkiye

³Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji A.D Samsun Türkiye

Geliş Tarihi / Received: 20.06.2018, Kabul Tarihi / Accepted: 02.10.2019

Özet: Bu araştırmada, mısır silajına farklı düzeylerde ilave edilen inulinin rumen fermantasyonu üzerine olan etkileri *in vitro* gaz üretim yöntemi ile araştırılmıştır. *In vitro* gaz üretim sistemi için çalışma dizaynı; kontrol grubu %0 ve deneme grupları %0.4 ve %0.8 düzeyinde inulin farklı modül Őişelerine ilave edilecek şekilde oluşturulmuştur. Gruplar dörder tekrarlı olacak şekilde planlanmıştır. Meydana gelen gaz miktarı inkübasyonun 3, 6, 12, 24, 48, 72. ve 96. saatlerinde kaydedilmiştir. İnulinin mısır silajına %0.4 ve %0.8 oranlarında katılması ile inkübasyon sonunda gruplar arasında kümülatif gaz üretimi, sindirilebilir organik madde düzeyi (%SOM) ve metabolize olabilir enerji değerleri (ME_{GP}) istatistikî anlamda farklılık (P<0.05) göstermiştir. Araştırma sonucu olarak; mısır silajına değişen oranlarda inulin katkısının gaz üretimi, %SOM ve ME_{GP} değerleri üzerine önemli bir etkisi olduğu belirlenmiş, ancak inulinin bu etkilerinin *in vivo* etkilerinin de araştırılması gerektiği kanısına varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *In vitro* gaz üretimi, inulin, , mısır silajı, sindirilebilirlik

Effects of Inulin Addition on Gas Production and Digestible Organic Matter at Different Levels of Corn Silage

Abstract: The aim of this study was to investigate the effects on rumen fermentation of addition of inulin to corn silage with *in vitro* gas production methods. Study design for *in vitro* gas production system; corn silage (CS), respectively, the control group, 0% and the experimental group 0.4% and 0.8% at the level of inulin to each jar was formed so as to be added. Each group was planned to be four replications. *In vitro* gas production was recorded at 3, 6, 12, 24, 48, 72, 84 and 96 h of incubation. *In vitro* cumulative gas production, digestible organic matter level (DOM, %) and metabolizable energy values (ME_{GP}) for corn silage of the inulin addition in 0.4% and 0.8% levels at the end of the incubation period were statistically significant in comparison with control groups (P<0.05). In conclusion, our result showed that inulin addition at different levels were a significant impact on the amount of gas production, digestible organic matter level and metabolizable energy value. However, further studies are required to investigate the effects of inulin constituents on *in vivo*.

Key words: Corn silage, digestibility, *in vitro* gas production, inulin

Giriş

Ruminant besleme alanında kaliteli kaba yem temini oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bu alanda yemlerin kalitelerinin artırılması, yem katkı maddeleri ile muamelelerinde yeni alternatif kaynakların arayışı, rumen ekosistemi üzerine yapılan modifikasyonlar [35] son zamanlarda araştırmalarda sıkça yer almaktadır. Bu doğrultuda prebiyotik ve probiyotiklerin kullanımı antibiyotiklerin büyümeyi geliştirici faktör olarak kullanılmalarının yasaklanmasının ardından birçok araştırmada dikkati çekmektedir.

Prebiyotiklerin etki mekanizmaları *in vitro* ve *in vivo* yöntemlerle, insan, laboratuvar hayvanları,

karnivor ve ruminantlarla yapılan birçok çalışmada halen ortaya konmaya çalışılmaktadır [27]. Bu etkileri ortaya koymak adına prebiyotiklerin, trofi, immun modülasyon, mukus, lipid metabolizması, intestinal flora, mineral metabolizması ve karsinogenezis üzerine olan etkileri en çok çalışılan araştırma konularını oluşurmaktadır.

Araştırmalarda en çok incelenen ve kullanılan prebiyotikler inulin tip fruktanlar ve galaktooligosakkaritlerdir [36]. İnulinler metabolizmada hidrolizasyon sonucunda fruktoza ve sonrasında fruktozaya dönüşürler. Kolay eriyebilen inulinler iyi bir fruktoz kaynağı olarak da bilinir [8]. Prebiyotik

maddeler içinde inulin en uzun fermentasyon süresine sahiptir. Buna neden olarak da uzun zincir yapısında olması gösterilmektedir. İnulin tipi fruktanlar, bitkilerden ekstrakte edilebildiği gibi, inülinin kısmi hidrolizinden üretilen veya sükrozdan enzimatik sentez yoluyla elde edilebilmektedir [36]. İnulinler takriben 36.000 bitki türünde depo karbonhidrat ürünü ve fruktan zincir karması olarak teşkil eden ve β -(2→1) fruktosil-fruktoz bağları içeren [34] kimyasal bir yapıya sahiptir. Ekonomik anlamda avantajlı ticari inulin eldesi için doğal kaynak olarak en çok hindiba bitkisinin kökü [9] kullanılmakta olup kimyasal polimerizasyon dereceleri 11-65 ve 3-10 değerlerinde fruktan ve oligofruktoz zincirleri bulundurmaktadır [17].

Ruminant beslenmesinde kullanılan kaba yemlerin besleme değerinin belirlenmesinde; yemin bileşimi, sindirim derecesi ve yemin hayvan tarafından tüketilmesi en önemli unsurları oluşturur. Yemlerin kimyasal kompozisyonunun belirlenmesi, o yemin potansiyel besleme değerini belirlemeye yönelik çalışmalar olup, yemin gerçek besleme değeri hakkında yeterince bilgi vermez. Yemlerin sindirim derecesi ve yem tüketimi klasik *in vivo* sindirim deneme yöntemleri ile belirlenmektedir. Bir yemin gerçek sindirim derecesini belirlemede kullanılan en doğru metot olmasına rağmen bu yöntemin iş gücü gereksiniminin fazla ve pahalı olması, ayrıca pratikte karşılaşılan bütün koşullarda uygulanmasının zor olması gibi sebeplerden dolayı *in-vivo* yöntemlere alternatif olarak *in vitro* ve *in situ* yöntemler geliştirilmiştir. Araştırmamızda kullandığımız gaz üretim tekniği yemlerde *in vitro* parçalanma miktar ve hızı, %SOM ve ME_{GU} tespitleri için diğer bazı araştırmalarda [19, 20] da kullanılmıştır. Bu teknik fermentasyon sonucu meydana gelen CO_2 gazı ölçümünü esas alan indirekt bir yöntemdir. Açığa çıkan CO_2 gazı miktarına dayalı parametreler ile hayvan performansı, yem tüketimi [3], mikrobiyal protein sindirimi [14] ve yemlerin *in vivo* sindirim derecesi [13] arasında önemli ve yüksek bir korelasyon bulunmuştur.

Fermentasyon sonucunda kısa zincirli uçucu yağ asitleri, CO_2 ve CH_4 gazı açığa çıkar. Temel olarak gaz üretimi, karbonhidratların asetik, propiyonik ve butirik aside fermente olmasıyla gerçekleşir. Proteinlerin fermentasyonu sonucu açığa çıkan gaz

miktarı, karbonhidratların fermentasyonu sonucu açığa çıkan gaz miktarından daha azdır. Yemlerde bulunan yağlar ise gaz üretimine neden olmamaktadır [37]. Bir mol uçucu yağ asidinin ürettiği CO_2 miktarı 0.8–1.0 mmol arasında değişmekte olup [2,3] üretilen gaz miktarı ile uçucu yağ asitleri arasında pozitif bir ilişki olduğu gösterilmiştir [3,18].

Metan rumende bulunan anaerobik mikrobiyal komünitenin bir parçası olan metanojenik arkeler tarafından oluşturulur. Bu canlılar ruminal bakterilerden daha az olmasına rağmen, metan sentezleme yeteneklerinden dolayı araştırmalarda büyük ilgi kaynağı olmuşlardır [30]. Rumende oluşan metanogenez, bilinen üç metabolik yolla meydana gelebilir, ancak H_2 'in CO_2 ile hidrojenotrofik indirgenmesi yolu en baskın olanıdır [4]. Ruminantlarda metan oluşumu hayvanın enerji kaybına neden olabileceği gibi [5] 3.6 milyar evcil büyük ruminant ve 1.1 milyar küçükbaş ruminant hayvandan emisyonu gerçekleşen metan salınımı insan ve hayvan hareketleriyle gerçekleşen sera gazı emisyonundaki artışta büyük rol oynamaktadır [21]. Ruminal fonksiyon neticesinde oluşan metan, hayvanların bireysel üretim miktarları bakımından oldukça az olup bir süt ineği başına yıllık değeri 80-110 kg arasında değişmektedir [22] ancak dünyada ruminant sayısının yaklaşık 1 milyarı bulması [6] nedeniyle yüksek metan emisyonu tablosu ortaya çıkmaktadır. Kötü kaliteli kaba yeme bağlı olarak yapılan yanlış besleme uygulamaları besin madde miktarı ve dengesini bozar ve enterik metan üretimini artıran bir etki gösterir. Buna bağlı olarak ruminantlarda sindirilebilir enerji kaybı görülür.

Suni rumen kullanılarak sindirilme derecesinin tespit edilmesi Czerkawski ve Breckendridge [6] tarafından tanımlanmıştır. Laboratuvar şartlarında rumen ortamı oluşturularak yemlerin sindirilme derecesi belirlenmektedir. Bu metodun kullanılmasının kolay olması ve yöntemde alışılmış ruminant yemlerinin kullanılması bu tekniğin en önemli avantajını oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, küresel anlamda ruminant besleme alanında yaygın olarak tercih edilen mısır silajının, inulin ile muamele edilerek rumen fermentasyonu üzerine etkisinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Araştırmada ruminant besleme alanında yoğun olarak tercih edilen kaba yemlerden biri olan mısır silajı kullanılmıştır. Silajı yapılacak mısır hasatları, ½ süt çizgisinin olduğu dönemde yapılmıştır. Hasat edilen materyal 1 litre hacimli (V) cam kavanozlara her bir grup için 5 kavanoz olacak şekilde sıkıştırılarak konulmuş ve ışık almayan bir ortamda muhafaza edilmiştir. Hazırlanan silaj materyali 60 gün sonra açılarak analizlerde kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir. Analizler için kullanılan rumen sıvısı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme Ünitesinde bulunan rumen kanüllü 3 adet Karayaka ırkı koçtan alınmıştır. Rumen sıvısı sabah yemlemesinden önce toplanmıştır. Hayvanlara günlük olarak 650 g yonca kuru otu (2320 kcal/kg metabolik enerji; %18.9 ham protein) ve 350 g konsantre yem (2500 kcal/kg metabolik enerji; %13 ham protein) içeren rasyon verilmiştir. Hayvanlara su taze ve *ad-libitum* olarak sağlanmıştır. Yemlerin kimyasal kompozisyonunun belirlenmesi için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarındaki mevcut cihazlardan faydalanılmıştır. Yemlerin *in vitro* gaz üretim değerlerinin belirlenmesi için Ankom Gaz Üretim sistemi (Ankom^{RF} Gas Production System, Ankom Technology, NY, USA) kullanılmıştır.

Yemlerin Kimyasal Analizleri

Kavanozlara yerleştirildikten 60 gün sonra açılan silajlar 65 °C'de 48 saat kurutma dolabında sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Kurutulan silajın doğal haldeki kuru madde (KM) miktarı %28.4 olarak tespit edilmiştir. Daha sonra silaj örnekleri 1 mm çaplı gözlerle sahip değirmende öğütülmüştür. Örnekler KM tayini için 105°C'de 4 saat etüvde kurutulmuştur. Ham kül (HK) içeriği 550°C'de 4 saat kül fırınında yakılarak belirlenmiştir. Azot (N) miktarı Kjeldahl metodu ile saptanmış, ham yağ analizi AOAC [1] de bildirilen yöntemle gerçekleştirilmiştir. Nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) miktarı tespiti için Van Soest ve ark. [33] tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) cihazı kullanılmıştır.

In Vitro Gaz Üretim Miktarının Belirlenmesi

Gruplardaki ham maddelerin *in vitro* koşullardaki sindirilebilirlik özellikleri Menke ve Steingass [20] tarafından bildirilen Gaz Üretim Tekniği ile saptanmıştır. Yaklaşık 1 g kuru yem örnekleri dört tekerürlü olarak 250 ml hacimli modüller cam şişeler içerisine konulmuştur. Kontrol grubuna inulin katılmazken MS_04 ve MS_08 gruplarına yem örneğinin kuru maddesi esas alınarak sırasıyla %0.4 ve %0.8 oranında inulin (Sigma-Aldrich) rumen sıvısı ve çözeltilerin bulunduğu cam şişelere ilave edilmiştir. Gaz oluşumu ve devamlılığı için Goering ve Van Soest [10]'e göre çözeltiler hazırlanıp rumen sıvısıyla birlikte tüplere konularak 39°C'deki su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. Fermantasyon etkisiyle oluşan gazların 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerde ölçümleri kaydedilmiş ve üretilen gaz miktarlarından yararlanılarak Menke ve Steingass [20] tarafından önerilen eşitlikler kullanılarak mısır silajının metabolize olabilir enerji değeri (ME) ve organik madde sindirilebilirliği (SOM) hesaplanmıştır.

Formül:

$$ME \text{ (MJ/kg KM)} = 2.2 + 0.136 \text{ GÜ (ml/1 g KM)} + 0.057 \text{ HP (g/kg KM)} + 0.0029 \text{ HY (g/kg KM)}$$

$$SOM \text{ (\%)} = 57.2 + 0.365 \text{ GÜ} + 0.304 \text{ HP} - 1.98 \text{ ADL}$$

GÜ: Gaz üretimi, KM: Kuru madde, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, ADL: Asit Deterjan Lignin

İstatistik Analiz

Araştırma sonunda elde edilen verilerde Kolmogorov-Smirnov Testi sonuçlarına göre tüm değişkenler normal dağılım göstermiştir. Varyans homojenliği testi için Levene Testi yapılmıştır. Tüm değişkenlerde varyansların homojen olduğu belirlenmiştir. Grupların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi, gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için de Duncan Testi kullanılmıştır. Tanıtıcı istatistiklerden ortalama ve standart hatalar hesaplanmıştır. Bu amaçlar için SAS [29] istatistik paket programı kullanılmıştır.

Bulgular

Mısır silajına farklı seviyelerde inulin ilavesinin *in vitro* gaz oluşumu üzerine etkileri Tablo 1'de verilmiştir. Gaz üretim miktarları, inkübasyon periyodunun 96. saatinde kontrol (MS_K) ve deneme (MS_04

ve MS_08) gruplarında sırasıyla 174.06±1.80 ml, 256.75±17.89 ml ve 326.02±10.38 ml olarak bulunmuştur (Tablo 1). İnulinin artan düzeylerde kullanımının gaz üretim miktarını istatistiki olarak önemli düzeyde artırdığı görülmektedir (P<0.05). İnulinin her iki düzeydeki kullanımı gaz üretim miktarını 6. saatten sonra önemli düzeyde artırmıştır (P<0.05).

Mısır silajına farklı seviyelerde inulin ilavesinin sindirilebilir organik madde (SOM,%) ve metabolik enerji (ME_{GU}, kcal /kg KM) üzerine etkileri ise Tablo 2’de verilmiştir. Sindirilebilir organik madde miktarları inkubasyon periyodunun

96. saatinde kontrol (MS_K) ve deneme (MS_04 ve MS_08) gruplarında sırasıyla %65.66±0.16, %73.20±1.63 ve %78.50±1.08 olarak bulunmuştur (Tablo 2). Metabolik enerji değerleri inkubasyon periyodunun 96. saatinde kontrol (MS_K) ve deneme (MS_04 ve MS_08) gruplarında sırasıyla 8.64±0.06 kcal/kg, 11.46±0.60 kcal/kg ve 13.81±0.35 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. İnulinin artan düzeylerdeki kullanımı inkubasyon periyodunun 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerinde SOM ve ME değerlerini istatistiki olarak önemli düzeyde artırmıştır (P<0.05).

Tablo 1. Mısır silajına değişen seviyelerde inulin katkısının *in vitro* gaz oluşumu üzerine etkileri (ml).

İnkübasyon (saat)	MS_K	MS_04	MS_08	P
3	3.08±0.28	9.05±0.42	10.61±0.86	ÖS
6	19.48±0.64b	37.32±5.07b	68.99±2.25a	*
12	64.17±1.25c	123.16±6.39b	200.94±1.85a	*
24	120.11±2.00c	181.57±10.26b	269.67±3.33a	*
48	161.65±5.42c	236.02±15.95b	306.08±7.58a	*
72	166.44±3.41c	249.09±17.13b	318.92±8.54a	*
96	174.06±1.80c	256.75±17.89b	326.02±10.38a	*

* Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir (P<0.05); ÖS:Önemsiz

Tablo 2. Mısır silajına değişen seviyelerde inulin katkısının sindirilebilir organik madde (SOM,%) ve metabolik enerji (ME_{GU},kcal /kg KM)üzerine etkileri

	İnkübasyon (saat)	MS_K	MS_04	MS_08	P
SOM	12	55.63±0.11c	61.92±1.10b	67.08±1.02a	*
	24	60.73±0.18c	67.21±1.40b	73.36±1.06a	*
	48	64.52±0.49c	71.31±1.45b	76.68±0.98a	*
	72	64.96±0.31c	72.50±1.56b	77.85±0.98a	*
	96	65.66±0.16c	73.20±1.63b	78.50±1.08a	*
ME _{GU}	12	4.91±0.04c	7.25±0.41b	9.56±0.06a	*
	24	6.81±0.06c	9.22±0.52b	11.90±0.11a	*
	48	8.22±0.18c	10.75±0.54b	13.13±0.25a	*
	72	8.39±0.11c	11.20±0.58b	13.57±0.29a	*
	96	8.64±0.06c	11.46±0.60b	13.81±0.35a	*

* Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir (P<0.05); ÖS:Önemsiz

Tartışma ve Sonuç

Mısır silajına farklı seviyelerde (%0.4 ve %0.8) katılan inulinin, inkübasyon süresinin 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerde *in vitro* gaz oluşumu üzerine önemli bir etkisi olmuştur. İnkübasyon periyodunun sonunda MS_K, MS_04 ve MS_08 gruplarında *in vitro* gaz üretim miktarları sırasıyla 174.06 ± 1.80 ml,

256.75 ± 17.89 ml ve 326.02 ± 10.38 ml olarak bulunmuştur. Umucalılar ve ark. [32] rumen fermentasyonu üzerine inulinin potansiyel rolünü ortaya çıkarmak amacıyla yaptıkları çalışmada yem materyali olarak kaba konsantre yem karması kullanmışlardır. İnulin miktarı (%0, %2 ve %4) ile uçucu yağ asitleri oluşumunun doğru orantılı olduğu, yine inu-

linin gaz oluşumunu önemli derecede artırdığını ve inulinin düzeyi ile birlikte sindirilen organik madde miktarının da arttığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar sunulan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

İnulinin gaz üretimine etkisinin araştırıldığı farklı materyallerde yapılan çalışmalarda da [11, 16, 24] diğer prebiyotiklerden, pektin ve arabinoksilanlardan daha fazla gaz üretimine neden olduğu bildirilmiş olup bu etkiye neden olarak da inulinin çok daha iyi çözünebilir bir yapıya sahip olması gösterilmiştir. Bu araştırmalarda da 24 saatlik inkübasyonda inulin katkısının yüksek gaz oluşumuna neden olması mevcut araştırmamızla uyum içerisindedir.

Gaz üretim tekniğindeki temel işleyiş, anaerobik mikrobiyal sindirim yoluyla karbonhidratlardan uçucu yağ asiti ve gaz çıkışıdır. Bu gazlar başlıca CO₂ ve CH₄ olarak görülmektedir [15]. Çavdar, buğday ve yulaf kepeği gibi konsantre yemlerin inulinin polisakkaritlerinin gaz üretimi üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada [11] inulin kullanılan grupta daha hızlı pH düşmesi, daha fazla propilenik asit ve daha az propiyonik asit üretimi görüldüğü ve bunun inulinin çok daha hızlı tüketilmesi ile doğru orantılı olduğu saptanmıştır. Benzer bulgular Umucalı ve ark.[32]'nin çalışmasında da bildirilirken inulinin diğer rumen parametreleri üzerine önemli bir etki göstermediğine dikkat çekilmiştir. İnulinin gaz üretimine etkisi fekal materyal kullanılan bir çalışmada [31] da vurgulanmaktadır. Araştırmada inulin, buğday dekstrini ve psyllium kullanılmış olup ilk 4 saat üretilen gaz değerleri arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Ancak 8, 12, 24. saatlerdeki gaz üretimindeki artış inulin kullanılan grupta önemli derecede yüksek bulunmuştur. Ölçülen gaz değerlerinde ise H₂ gazının tüm saatlerde inulin kullanılan grupta en fazla üretilen gaz olduğu görülmüştür. İnulin kullanılan bir başka araştırmada da [12] aynı saatler için benzer bulgulara rastlanmıştır.

Sindirilebilir organik madde (%) ve metabolik enerji (MJ/kg KM) değerleri inkübasyon periyodunun sonunda sırasıyla MS_K grubu için; 65.66±0.16, 8.64±0.06; MS_04 grubu için 73.20±1.63, 11.46±0.60, ve MS_08 grubu için 78.50±1.08 ve 13.81±0.35 olarak belirlenmiştir.

Mısır silajı üzerinde *in vitro* yapılan bir çalışmada [7] sindirilebilir organik madde ve metabolik enerji değerleri sırasıyla %70.02 ve 10.57 MJ/kgKM olarak belirlenmiştir. Sunulan çalışma ile karşılaştırıldığında sindirilebilir organik madde ve metabolik enerji değerleri MS_K grubuna göre yüksek, MS_04 ve MS_08 inulin kullanılan gruba göre ise düşük belirlenmiş olup bu farklılığın inulin etkinliği ile ortaya çıktığı düşünülmektedir. Yine inulinin rumen metabolizması üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada [23] inulin kaynağı olarak *Helianthus tuberosus L.* kullanılmış olup rumen pH, uçucu yağ asit üretimi ve organik madde sindirimi üzerine önemli bir etkinin olmadığı sadece rumen amonyak konsantrasyonunun azaldığı görülmüştür. Bu etkiye neden olarak polimerik fruktanların fruktoza mikrobiyal yıkımlarının yavaş olması gösterilmiştir. Kullanılan inulinin saflaştırılmamış olması, metabolize olma sürecini uzatmada etkili olabileceği ve bu nedenle etkisinin azalabileceği düşünülmektedir. İnulin gibi prebiyotik özellikteki maddelerin etkinliklerini göstermeleri için saf olarak kullanılmasının etkileri daha farklı olabilir.

Araştırmamızdaki organik madde sindiriminin inulin düzeyindeki artışla doğru orantılı oluşu inulin tip fruktooligosakkaritlerin rasyona %0.5 ve %1 düzeylerinde katılımıyla organik madde ve kuru madde sindirimini önemli düzeyde artırdığını bildiren bir çalışma [26] ile uyum içerisindedir. Bu farkın inulinin rumen metabolik profili üzerine yaptığı etkiden kaynaklandığı bildirilmiştir. Benzer şekilde bu etki prebiyotik katkılarının kuru madde tüketimini etkilememesine rağmen mikrobiyal protein sentezi üzerine olumlu etkileri nedeniyle nitrojen retensiyonunu artırıcı rol oynamaları [28] ile de açıklanabilir. Benzer şekilde *in vitro* yapılan bir başka çalışmada [25] da mısır silajına inulin ilavesinin kuru madde bazında gerçek organik madde sindirimi üzerine etkisinin olmadığı gösterilmiştir.

Sonuç olarak; bu araştırmada mısır silajına değişen düzeylerde inulin uygulanması ile gaz üretimi, sindirilebilir organik madde ve metabolize olabilir enerji değerlerinin önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Ancak, benzer etkilerin *in vivo* çalışmalarla, ruminal fermentasyon ve hayvan performansı üzerine de araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- AOAC (2006): Official Methods of Analysis, 18th edn. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA.
- Beuvinck JMW, Spoelstra SF, Hogendorp RJ (1992): An automated method for measuring time-course of gas production of feedstuff incubated with buffered rumen fluid. *Neth. J. Agric. Sci.*, 40: 401-407.
- Blummel M, Ørskov ER (1993): Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting of food intake in cattle. *Animal Feed Science and Technology* 40: 109-119.
- Cavicchioli R (2011): Archaea - timeline of the third domain. *Nature Rev Microbiol* 9: 51-61.
- Czerkawski JW (1969): Methane production in ruminants and its significance. *World Rev Nutr Diet* 11: 240-282
- Czerkawski JW, Breckenridge G (1977): Design and development of long-term rumen simulation technique (RUSITEC). *Br J Nutr*, 38: 271-384.
- Denek N, Deniz S (2004): Ruminant Beslemede Yaygın Olarak Kullanılan Kimi Kaba Yemlerin Sindirilebilirlik ve Metabolik Enerji Düzeylerinin *in vitro* Metotlarla Belirlenmesi. *Turk J Vet Anim Sci* 28: 115-122.
- Ergün A (2014): Yem katkı maddeleri. In: *Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi (Düzeltilmiş 2. baskı)*. Ed. Tuncer ŞD, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükersan K, Küçükersan S, Sehu A. Pozitif Matbaacılık. Ankara
- Flickinger EA, Van Loo J, Fahey GC (2003): Nutritional responses to the presence of inulin and oligofructose in the diets of domesticated animals: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 43 (1): 19-60, 2
- Goering HK, Van Soest PJ (1970): Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA Agricultural Handbook No. 379.
- Karppinen S, Luukkonen K, Aura AM, Forssell P, Poutanen K (2000): *In vitro* fermentation of polysaccharides of rye, wheat and oat brans and inulin by human faecal bacteria. *J. Sci. Food Agric.*, 80: 1469-1476
- Khan KM, Edwards CA (2005): *In vitro* fermentation characteristics of a mixture of raffinose and guar gum by human faecal bacteria. *Eur J Nutr* 44:371-376.
- Khazaal K, Markantonatos X, Nastis A, Ørskov ER (1993): Changes with maturity in fibre composition and levels of extractable polyphenols in Greek browse: effect on *in vitro* gas production and in sacco dry matter degradation. *Journal of the science of Food and Agriculture*, 63: 237-244,
- Krishnamoorthy U, Soller H, Steingass H, Menke KH (1991): A comparative study on rumen fermentation of energy supplements *in vitro*. *J Anim Physiol and Anim Nutr*. 65 (1): 28-35
- Lanzas C, Fox DG, Pell AN (2007): Digestion kinetics of dried cereal grains. *Anim. Feed Sci. Technol.* 136: 265-280.
- Lee MRF, Merry RJ, Davies DR, Moorby JM, Humphreys MO, Theodorou MK, Macrae JC, Scollan ND (2003): Effect of increasing availability of water-soluble carbohydrates on *in vitro* rumen fermentation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 104: 59-70.
- Macfarlane S, Macfarlane GT, Cummings JH (2006): Review article: Prebiotics in the gastrointestinal tract. *Alim Pharmacol Ther*, 24 (5): 701-714.
- Makkar HPS, Blummel M, Becker K (1995): Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility *in vitro* techniques. *Brit. J. Nutr.*, 73: 897-913.
- Menke, KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, Schneider W (1979): The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *Journal of Agricultural Science* 93: 217-222.
- Menke KH, Steingass H (1988): Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Devel. Separate Print*, 28: 7-55.
- Moss AR, Jouany JP, Newbold J (2000): Methane production by ruminants: Its contribution to global warming. *Ann Zootech* 49: 231-253.
- O'Mara F (2004): Greenhouse gas production from dairying: reducing methane production. *Advances in Dairy Technology* 16:295-309.
- Öztürk H (2008): Effects of inulin on rumen metabolism *in vitro*. *Ankara Üniv Vet Fak Derg.* 55: 79-82.
- Rycroft CE, Jones MR, Gibson GR, Rastall RA (2019): A comparative *in vitro* evaluation of the fermentation properties of prebiotic oligosaccharides. *J. Appl. Microbiol.*, 9: 878-887.
- Salman M, Cetinkaya N, Selcuk Z, Genç B, Acici M (2017): Effects of various inulin levels on *in vitro* digestibility of corn silage, perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and common vetch (*Vicia sativa* L.) oat (*Avena sativa* L.) hay. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 47:5.
- Samanta AK, Senani S, Kolte AP, Sridhar Manpal Bhatta R, Jayapal Natasha (2012): Effect of prebiotic on digestibility of total mixed ration. *Indian Vet J* 89:41-42.
- Samanta AK, Jayapal N, Senani S, Kolte AP, Sridhar M (2013): Prebiotic inulin: Useful dietary adjuncts to manipulate the live-stock gut microflora. *Brazilian Journal of Microbiology* 44 (1): 1-14.
- Santoso B, Kume S, Nonaka K, Gamo Y, Kimura K, Takashi J (2003): Influence of beta galactooligosaccharide supplementation on nitrogen utilization, rumen fermentation, and microbial nitrogen supply in dairy cows fed silage. *Asia Austr J Anim Sci* 26:1137-1142
- SAS Statistical Software (2007): SAS Compusdrive, Carry, NC 27513, USA.
- Snelling TJ, Genç B, McKain N, Watson M, Waters SM, Creevey CJ, Wallace RJ (2014): Diversity and Community Composition of Methanogenic Archaea in the Rumen of Scottish Upland Sheep Assessed by Different Methods. *PLoS ONE* 9(9): e106491. doi:10.1371/journal.pone.0106491
- Timm DA, Stewart ML, Hospattankar A, Slavin JL (2010): Wheat dextrin, psyllium and inulin produce distinct fermentation patterns, gas volumes and short-chain fatty acids profiles *in vitro*. *J Med Food* 13 (4): 961-966.
- Umucalı HD, Gülşen N, Hayırlı A, Alataş MS (2010): Potential role of inulin in rumen fermentation, *Revue Méd. Vét.* 161: 3-9.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991): Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583.
- Waterhouse AL, Chatterton NJ (1993): Glossary of fructan terms. In: *Suzuki M, Chatterton NJ (Eds): Science and Technology of Fructans*. pp. 2-7. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Weimer PJ (1998): Manipulating ruminal fermentation: a microbial ecological perspective. *J. Anim. Sci.*, 76: 3114-3122.
- Wilson B, Whelan K (2017): Prebiotic inulin-type fructans and galacto-oligosaccharides: definition, specificity, function, and application in gastrointestinal disorders. *Journal of Gastroenterology and Hepatology* 32 (1): 64-68
- Wolin MJ (1960): A theoretical rumen fermentation balance. *J. Dairy Sci.*, 43: 1452- 1459.

Muğla İlinde Süt Sığırı Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu, Bazı Verim ve Yapısal Özellikleri

Mustafa Kemal Aydın, Mahmut Keskin

Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı, Hatay

Geliş Tarihi / Received: 31.01.2019, Kabul Tarihi / Accepted: 21.03.2019

Özet: Bu çalışma Muğla ili genelinde süt sığırı yetiştiriciliğinin mevcut yapısının ve sorunlarının tespiti ile çözüm önerileri geliştirilmesi amacı ile yapılmıştır. Çalışmada bütün ilçeleri kapsayacak şekilde 50 yetiştirici ile anket yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, bölgede süt sığırı yetiştiriciliğinin genellikle orta yaş ve üzeri bireyler tarafından yapıldığı ve yetiştiricilerin eğitim seviyelerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Muğla ili ve ilçelerinde süt sığırı yetiştiriciliğinde Holştayn, İsviçre esmeri ve Simental ırklarının tercih edildiği görölmektedir. Süt sığırı işletmelerinde entansif üretim tercih edilmektedir. Yetiştiriciler ürün pazarlama, meraların yetersizliği, hayvan sağlığı ve damızlık temininde sorunları olduğunu belirtmektedirler.

Anahtar kelimeler: Muğla, süt sığırı, anket, sorunlar

Current Status, Some Yield and Structural Characteristics of Dairy Cattle Production in Muğla Province

Abstract: This study was carried out to identify the current structure and problems of dairy cattle breeding in Muğla province and to find out the ways how to solve their problems. Fifty questionnaires with breeders from all the districts of Muğla were conducted for the study. According to the obtained results, dairy cattle husbandry in the region is mostly performed by adults with low education level. At the end of the study, it is seen that dairy cattle breeders prefer Holstein, Brown Swiss and Simmental cattle. Intensive production is preferred in dairy cattle enterprises. The dairy cattle enterprises are mostly face with some problems such as lack of selling their products properly, insufficient pasture, animal health problems and obtaining cows with high genetic capacity.

Key words: Muğla, dairy cattle, questionnaire, problems

Giriş

Türkiye’de hayvancılığın tarım ekonomisi içerisindeki payı 2017 yılında %29 iken bu oran gelişmiş ölkelerde yaklaşık %50 seviyelerindedir [3]. Sığır yetiştiriciliği hayvansal üretimden sağlanan gelir içerisinde, birim hayvandan sağlanan verimin daha yüksek olması nedeni ile önemli yer tutmaktadır. Sığırın hayvansal üretim içerisindeki payı Türkiye’de yaklaşık %58’ken Avrupa Birliğinde bu pay %51 civarındadır. Bir başka ifadeyle sığır yetiştiriciliği, toplam tarımsal gelirin Türkiye’de %20’sini, Avrupa birliğinde ise %23’ünü gerçekleştirmiştir [2].

Sığır yetiştiriciliğinin baskın olduğu Türkiye hayvancılığında, tür tercihi hayvansal üretimde kullanılan sistem (ekstansif, yarı entansif veya entansif üretim sistemi), üreticinin hayvancılık deneyimi, bölgenin arazi yapısı, mera durumu, bitkisel üretim

deseni, pazar şartları gibi değişik faktörlerin tesiri altında şekillenmektedir.

İlerleyen yıllarda gelişmiş ölkelerde hayvansal kaynaklı gıdalara olan talepte önemli bir artış beklenmezken, 1993-2020 yılları arasında nüfusu hızla artan gelişme olan ölkelerde et ve süte olan talebin iki kat artacağı tahmin edilmektedir [15]. Bu nedenle ölkemizin geç kalmadan hayvancılıkta yeni politikalar üretmesi gerekmektedir.

Türkiye’nin hayvansal üretim düzeyini gelişmiş ölkelerin seviyesine çıkartmak için her türlü hayvan varlığımızı en yüksek verimi alabilecek ya da en karlı üretimi yapabilecek şekilde yönetmemiz, bu arada özellikle sağlık koruma uygulamalarını gelişmiş ölkelerin seviyesine çıkartmamız gerekmektedir. Bu amaç ile de uygun ırkların uygun çevre şartlarında yönetilmesi önemlidir. Türkiye’de ırk tercihleri bölgelere göre değişebilmektedir.

Erzurum'da %65 oranında yerli sığır ırkları tercih edilirken [14], Orta Anadolu bölgesi, Karadeniz bölgesi, Ege bölgesi, Doğu Anadolu bölgesinin bazı illerinde kültür ırkı yada melezlerinin daha fazla yetiştirildiği görülebilmektedir [10, 14, 29, 30]. Hayvan beslemede kaba yem kaynağı olarak hâlâ samanın tercih edildiği ülkemizde [6, 9, 12, 27, 35] bu alanda yapılacak eğitim çalışmaları da en az ıslah çalışmaları kadar önem arz etmektedir. Bu nedenle bir taraftan hayvanlarımızın yetiştirildiği şartlar iyileştirilirken diğer taraftan her tür için bölgesel ıslah planlamaları yapılmalıdır. Islah çalışmalarında ilk aşama mevcut durumun tespit edilmesidir. Bu aşamadan sonra hedef belirlenmeli ve bu hedefe nasıl ulaşılabileceğine karar verilmelidir. Bu nedenle hayvancılıkta bölgesel durum tespit çalışmalarına önem verilmelidir.

Bu çalışmada Muğla ilinde süt sığırı yetiştiriciliğinin mevcut durumunun belirlenmesi ve eksiklik ya da sorun olarak tespit edilen hususların iyileştirilmesine yönelik önerilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Muğla Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'ne üye olan ve en fazla 50 baş hayvanı olan, küçük ve orta ölçekli büyükbaş hayvan işletmelerinden anket yöntemi ile toplanan veriler çalışmanın materyalini oluşturmuştur.

Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü Muğla ilinde, yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Kıyıda içeriye gidildikçe kara ikliminin tesiri görülür ve sıcaklık düşer. Kıyılarda kar yağışı görülmez. İç kısımlarda ise senede 1-2 gün kar görülebilir. Sıcaklık +43,7°C ile -12,6°C arasında seyreder. Yağış miktarı 1180 mm ile 775 mm arasında bölgelere göre değişir [4].

Çalışma, Muğla ili merkez ilçeleri ile Milas, Seydikemer, Yatağan, Fethiye, Kavaklıdere, Ortaca, Köyceğiz, Ula ve Bodrum ilçelerinde doğal faktörler, hayvan varlığı, üretim tekniği bakımından bu ilçeleri en iyi şekilde temsil eden 50 işletmede anket yapılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma bölgesini en iyi şekilde temsil eden köylerin belirlenmesinde bölgede uzun yıllardır görev yapan kişilerin ve birlik çalışanlarının görüşlerine başvurulmuştur.

Çalışmada her bir işletmede işletme sahibi ile sürü ve yetiştirme koşullarını tanıttıcı bilgiler hem araştırmacının gözlemleri hem de yüz yüze yapılan anketler ile kayıt altına alınmıştır. Anket çalışması 1 Şubat–15 Mayıs 2016 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. İşletmelerin genel özellikleri, yapısal durumu, barınak özellikleri, yetiştiricilik bilgileri, besleme ve yem temini, sürü yönetimi, döl verimi ölçütleri, sağlık koruma ile işletmelerin genel sorunları ve beklentileri ortaya konmuştur.

Elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Analizlerde tanımlayıcı istatistikler ve frekanslar belirlenmiş, grupların istatistik olarak karşılaştırılmasında Ki-kare testi kullanılmıştır.

Bulgular

Muğla ilinde süt sığırı yetiştiricilerinin yaş dağılımları Tablo 1'de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi yetiştiriciler çoğunlukla 36-65 yaş arasında olup ortalama yaş 51,2±1,45 olarak hesaplanmıştır. Aynı yetiştirici grubunun ortalama mesleki deneyim süreleri 22,3 yıl olarak belirlenmiştir. Bu yetiştiricilerin sadece %4'ü üç yıldan daha az deneyime sahip olduğundan bölgedeki süt sığırı işletmecilerinin yeterli deneyime sahip oldukları ifade edilebilir. Çoğunlukla ilkokul mezunu (%72) olan yetiştiricilerin (P<0,01), çoban ya da bakıcı bulundurmadan aile iş gücü ile üretim yapmayı (%94) tercih ettikleri (P<0,01) ve kayıt tutarak yetiştiricilik yaptıkları (P<0,01) belirlenmiştir.

Süt sığırı işletmelerine ait yapısal durum, barınak özellikleri ve yetiştiricilik bilgileri ile ilgili veriler Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 2'den de görüldüğü üzere sığırcılık işletmelerinde bitkisel ve hayvansal üretimin bir arada yapılma oranı %80 olup, sadece hayvansal üretim yapan işletmelerin oranı %12, ek gelir sağlamak amacı ile hayvancılık yapanların oranı ise %8'dir (P<0.01). Bölgedeki işletmelerin anaç hayvan sayısının çoğunlukla 6 ile 20 baş arasında olduğu görülmektedir. İşletmelerin %88 oranında yarı açık ahır tercih ettiği bölgede göçer hayvancılığın büyükbaş işletmeleri için düşük seviyede olduğu (%6) belirlenmiştir. Turizm bölgesi olan Muğla ilinde büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde %6 seviyesinde de olsa göçer hayvancılığın sürdürülüyor olması önemli bir tespittir.

Tablo 1. Bölgedeki süt sığırı yetiştiricilerinin sosyal ve arazi sahiplik durumları ile iş gücü kullanımları ve kayıt tutma oranları

Yetiştiricilerin yaşı	%	Çocuk sayısı**	%
25-35	4	1	0
36-45	28	2	10
46-55	26	3	20
56-65	36	4	52
66+	6	5+	18
Mesleki deneyim (yıl)	%	Arazi sahiplik durumu**	%
< 3	4	Kendi malı	46
4-20	50	Kıralık	6
21-40	42	Kendi+Kira	46
41+	4	Devlet arazisi	2
Eğitim düzeyi**	%	Çoban/bakıcı bulunduranlar**	%
Okur-yazar değil	2	Var	6
İlkokul	72	Yok	94
Ortaokul	14	Kayıt tutma**	%
Lise	8	Evet	100
Yüksekokul	4	Hayır	0

**, P<0,01

Tablo 2. İşletmelere ait yapısal durum, barınak özellikleri ve yetiştiricilik bilgileri

Gelir çeşitliliği**	%	Barınak tipi**	%
Bitkisel ve hayvansal üretim	80	Kapalı	12
Sadece hayvansal üretim	12	Yarı açık	88
Hayvancılık ek gelir	8	Açık	0
Anaç hayvan sayıları	%	Erkek hayvan sayıları*	%
0-5 (baş)	6	0	14
6-10(baş)	32	1-5	50
11-20 (baş)	38	6-10	32
21-30 (baş)	14	11'den fazla	4
31-50 (baş)	10	Göçer hayvancılık**	%
		Var	6
		Yok	94

*, P<0.05; **, P<0,01

Tablo 3'te görüldüğü üzere Muğla ilinde süt sığırcılığı işletmelerinde en fazla Holştayn ırkı ve melezleri tercih edilmektedir. Sadece süt sığırı işletmeleri ile anket yapıldığından et üretimi için yetiştiricilik yapan işletmelerin oranı %0 olarak belirlenmiştir. İşletmelerde süt üretimi ile birlikte et üretimi de karlılık için dikkate alınmakta (%88), doğan erkek hayvanlar besi materyali olarak kullanılmaktadır. Yetiştiricilerin hem üretim amaçları hem de ırk tercihleri bakımından farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01)

Tablo 3. Yetiştiricilerin ırk tercihleri, üretim amaçları

Tercih edilen ırk**	%	Üretim amacı**	%
Holştayn ve melezleri	58	Et üretimi	0
Holştayn, Simental ve melezleri	12	Süt üretimi	10
Holştayn, İsviçre esmeri ve melezleri	14	Et ve süt üretimi	88
Holştayn, Monbeliar ve melezleri	4	Damızlık üretimi	2
Diğer	12		

**, P<0,01

Tablo 4. Süt sığırı yetiştirme işletmelerinde yetiştirme sistemleri ve yem temini

Yetiştirme sistemi**	%	Mera olanakları**	%
Ekstansif	0	Özel	26
Yarı entansif	20	Köy ortak malı	8
Entansif	80	Orman içi	2
		Mera yok	64
Kesif yem kullanımı**	%	Kaba yem kullanımı**	%
Veren	98	Veren	100
Vermeyen	2	Vermeyen	0
Kesif yem çeşidi*	%	Kaba yem çeşidi	%
Arpa	37	Saman	30
Buğday	12	Silaj	30
Mısır	19	Kuru ot	14
Pamuk tohumu küspesi	23	Saman ve kuru ot	26
Kepek	6		
Diğer	3		

*, P<0.05; **, P<0,01

Çalışma bölgesindeki süt sığırı işletmelerinde hayvan besleme uygulamaları ve yem teminindeki farklılıklar Tablo 4'te görülmektedir. Entansif ve yarı entansif üretim yapan işletmelerin oranının sırası ile %80 ve %20 olduğu (P<0.01) bölgede, üretimde kesif yem kullandığını ifade eden işletmelerin oranı %98 olarak belirlenmiştir. Tüm işletmelerde kaba yem kullanıldığı görülmekle beraber kaba yem olarak en fazla saman ve silajın tercih edildiği belirlenmiştir.

Tablo 5. Süt sığırcılığı işletmelerinde üreme ve buzağı büyütme bilgileri

Çiftleştirme yöntemi**	%	İlk buzağılama yaşı**	%
Doğal aşım	2	21-24 ay	12
Yapay tohumlama	98	25-26 ay	42
Payet alırken bilinçlilik*	%	27-28 ay	%
Bilinçli	32	29-30 ay	10
Bilinçsiz	68	31-32 ay	4
Kullanım sonrası payet kontrolü**	%	Buzağılama aralığı (ay)**	%
Evet	28	11-12	58
Hayır	70	13-14	30
Zaman zaman	2	15 ve üzeri	12
Gebelik başına tohumlama sayısı**	%	Süt emme süresi**	%
1	2	45-60 gün	28
2	54	60-90 gün	58
3	40	90-120 gün	12
4	4	120 günden fazla	2
Göbek bakımı uygulaması**	%	Buzağı büyütme alanı zemini**	%
Yapılıyor	80	Beton	14
Yapılmıyor	20	Toprak	26
Buzağı besleme uygulaması**	%	Beton + Altlık	%
Süt ikame yemi	3	Toprak + Altlık	4
Emiştirme	21	Beton +Tahta	10
Biberon ile anne sütü	76	Özel kabin	2

*, P<0.05; **, P<0,01

Muğla ili süt sığırcılığı işletmelerinde bazı üreme ve buzağı büyüme uygulamalarına ait bilgiler Tablo 5'te belirtilmiştir. Söz konusu tablodan da görülebileceği gibi bölge yetiştiricileri, hayvanların çiftleştirilmesinde %98 oranında yapay tohumlamayı ve %2 oranında doğal aşımı tercih etmektedirler ($P<0.01$). Ancak ineklerine yapay tohumlama yaptıran yetiştiricilerin %68'inin kullanılan spermanın üretildiği boğanın genotipik ya da fenotipik özellikleri ile ilgili olarak yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve %70 oranında da yapay tohumlama sonrası pa-yet kontrolü yapmadıkları belirlenmiştir. İneklerin gebe kalmaları için çoğunlukla 2 ya da 3 defa tohumlandıklarının tespit edildiği çalışmada, ilk buzağılama yaşı işletmelerin %42'sinde 25-26 ay ve %32'sinde de 27-28 ay olarak belirlenmiştir. İki buzağılama arasında geçen süreyi 11-14 ay olarak belirten işletmelerin oranı %88 olarak hesaplanmıştır. İşletmelerin %80'inde doğumdan sonra buzağılara göbek bakımı yapılmaktadır. Buzağı büyümede süt ikame yemi kullanımının %3 olduğu işletmelerde, %76 oranında buzağılara anne sütü biberon ile verilmektedir. İşletmelerin %21'inde de buzağı annesini emerek beslenmektedir. Bölgedeki işletmelerin %58'inde, buzağılar 60-90 gün süre ile anne sütü tüketmektedirler.

Tablo 6. İşletmelerde bazı süt verim özellikleri

Sağım yöntemi**	%	Süt değerlendirme yöntemi**	%
Makine ile	94	Çiğ süt	98
El ile	6	Yoğurt	0
		Peynir	2

*, $P<0.05$; **, $P<0,01$

Bölge süt sığırcılığı işletmelerinde süt verim özellikleri Tablo 6'da verilmiştir. Söz konusu tablodan da görüldüğü gibi, işletmelerin %94'ünde makinele sağım yapılmaktadır. Muğla ilinde, üreticilerin %98'i hayvanlarından sağdıkları sütü çiğ süt olarak pazarlamaktadırlar.

Süt sığırcılığı işletmelerinde sağlık koruma hizmetlerine ilişkin veriler Tablo 7'de verilmiştir. Tablo 7'de görüldüğü üzere, süt sığırcılığında koruyucu hekimlik uygulaması olan aşılamanın işletmelerin tamamında bir programa göre yapıldığı, iç ve dış parazit mücadelesi yapan işletmelerin oranının ise %80 olduğu belirlenmiştir. Bölgede en fazla görülen hastalıkların üst solunum yolu enfeksiyonları ile paraziter hastalıklar (sırası ile %24 ve %26) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7. İşletmelerdeki sağlık koruma hizmetleri ve görülen hastalıkları

Aşı uygulama zamanı**	%	İç ve dış parazit mücadelesi**	%
Rastgele	0	Yapanlar	80
Programa göre	100	Yapmayanlar	20
Aşılama yapılmayan	0		
...aşısını yaptıran işletmelerin oranı	%	...hastalığı görülen işletmelerin oranı	%
Çiçek	94	Brucella	4
Brucella	100	Şap	2
Şap	96	Solunum yolu enfeksiyonu	24
Ektima	2	Dış parazit	26
Diğer (karma, mavi dil vs)	24	Diğer	6

** , $P<0,01$

Tablo 8. Devletten yardım beklenen ve sorun olarak ifade edilen konu başlıklarının işletmelere göre dağılımı

Devletten yardım beklenen konular	%	Sorun olarak ifade edilen konular	%
Pazarlama	64	Sağlık	94
Mera	14	Pazarlama	98
Sağlık	12	Kredi	4
Kredi	8	Yem fiyatları	100
Damızlık	2	Mera	16

Yetiştiricilerin sorunları ve devletten beklentilerinin verilmiş olduğu Tablo 8'den de görüldüğü gibi yetiştiricilerin tamamı yem fiyatlarının yüksek olmasını hayvancılık uygulamasındaki en önemli sorun olarak ifade etmiştir. Bölgedeki süt sığırcılığı yetiştiricileri tarafından ifade edilen diğer sorunlar ise, pazarlama, hayvan sağlığı, mera ve kredi temininde karşılaşılan zorluklardır. Diğer taraftan yetiştiricilerin %64'ü elde ettikleri ürünlerin pazarlanması konusunda devletten yardım beklemektedir. Bunu meraların düzenlenmesi ve iyileştirilmesi, sağlık hizmetleri kredi ve damızlık temini hususlarındaki beklentiler takip etmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Çalışma alanını oluşturan Muğla ili genelinde, sığırcılık yetiştiricileri içerisinde okur-yazar olmayan veya ilköğretim mezunu olanların oranlarının çok yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Bölgedeki koyun ve keçi yetiştiricileri için de ilköğretim mezunu olanların oranı, %80 ve 82 olarak bildirilmiştir [5]. Değişik araştırmalarda hayvancılık ile uğraşanların, Doğu Anadolu bölgesinde %95'inin ortaokul veya altında bir okul mezunu olduklarını, Giresun'da %73'ünün okuma yazma bilmediğini veya ilköğretim mezunu olduklarını bildirilmiştir [19, 35]. Yani eğitim sorunu hayvancılık sektörü için ülke genelinde önemli bir sorundur. Aynı tabloda yetiştiricilerin ortalama çocuk sayılarının 3 ve üzeri olduğu görülmektedir.

İslah kayıt tutma ile başlar. Bu nedenle anket yapılan işletmelerin tamamında kayıt tutuluyor olması ilerde yapılacak çalışmalar için avantaj sağlayan bir durumdur. Kayıt tutma kültürüne sahip yetiştiricilerin tuttukları kayıtların iyileştirilmesi hiç kayıt tutmayan kişilere kayıt tutmayı öğretmekten daha kolay bir uygulama olacaktır. Tabloda yetiştiricilerin kendi arazilerini kullandıkları ya da kiralama yolu ile arazi sorununa çözüm buldukları ve genellikle aile iş gücü ile hayvancılık yaptıkları belirlenmiştir. İşletmelerin küçük ve orta ölçekli olmaları (Tablo 2) bu durumun en önemli sebebidir. Küçük ya da orta ölçekli işletmeler için benzer bildiriş Önal ve Özder [28] tarafından da yapılmıştır. Bölgedeki süt sığırcılığına anaç hayvan sayısının en fazla 6 ile 20 baş arasında, değiştiği görülmektedir. Türkiye’de süt sığırcılığında işletmelerdeki hayvanların sayısının ilden ilden hatta işletmeden işletmeye değişebildiği değişik araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [11, 12, 16, 21, 26, 29, 30, 33, 34]. Bu değişimde ilin nüfusu, büyük kentlere olan mesafe, mera durumu, uygulanan teşvikler rol oynayabilmektedir.

Çalışmada, Muğla ili sığırcılık işletmelerinde, %80 oranında bitkisel ve hayvansal üretimin bir arada yapıldığı belirlenmiştir. Bir süt sığırcılığı işletmesinin en azından kaba yemini kendisinin üretmesinin sürdürülebilirlik açısından önemli olduğu düşünüldüğünde bu durum bir avantaj teşkil etmektedir. Sektörde dikkat çeken bir diğer husus da başka sektörlerden (memur, işçi, muhtar, esnaf vs) ana gelirini sağlayan bazı vatandaşların ek gelir olarak süt sığırcılığı (%8) yapmaları olmuştur. Benzer bildirişler başka araştırmacılar tarafından da yapılmıştır. Şöyle ki, Edirne ili sığır yetiştiricilerinin %53’ünün, Denizli bölgesinde ise %78,8’inin ek gelir sağlamak için hayvancılık yaptıkları bildirilmiştir [20, 28].

Hayvan barınaklarının tipi ile iklimin yakın ilişkisi bulunmaktadır. Muğla ilinde süt sığırcılığına yetiştiriciliğinde, genellikle, yarı açık barınak tipinin tercih edildiği belirlenmiştir. Her ne kadar iklim şartlarının kış aylarında sert olduğu Doğu Anadolu Bölgesi’nde daha çok kapalı ahırlar tercih edilse de [19, 32], Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü Muğla ilinde, diğer bazı Ege bölgesi illeri için de bildirildiği gibi [8, 25], yarı açık ya da açık ahırların kullanılması hayvan refahı ve inşaat masrafları açısından da tavsiye edilmelidir.

Muğla ili süt sığırcılığına işletmelerinde en fazla Holştayn ırkı ve melezleri yetiştirilmektedir. (Tablo 3). Süt sığırcılığına ırklarının tercih edilmesi bölgenin özellikleri ve üreticinin alışkanlıklarına bağlı olarak değişebilmektedir [11, 14, 18, 23]. Erzincan’da %45,4 oranında Esmer sığır ve %47,8 oranında Sarı alaca sığır tercih edildiğini [29], İç Anadolu bölgesi illerinde %87 ya da %95 gibi oranlarda Kültür ırkı sığırların tercih edildiğini [10, 30], buna karşılık Erzurum’da %35 oranında Kültür ırkı sığırların tercih edildiğini [14] bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Süt sığırcılığına işletmelerinde süt ve et üretimini birlikte yapan yetiştiricilerin oranının %88 olması, doğan erkek hayvanların besisini tamamladıktan sonra satılmasından kaynaklanmaktadır. Bazı yetiştiriciler uygun fiyata bulduklarında erkek hayvanları satın alarak beslediklerini de ifade etmişlerdir. Yani üretim amacı üreticinin alışkanlıklarına ve pazar olanaklarına bağlı olarak değişebilmektedir. Örneğin Muğla’ya yakın olan Denizli yöresinde işletmelerin % 87,8’inin süt üretimi, %12,2’sinin ise hem süt hem de et üretimi için faaliyet gösterdiğini belirtmiştir [20]. İki doğum arası sürenin işletmelerde 12 ya indirilmesi hem süt üretimi hem de et üretimi için önemli bir husustur. Bu nedenle iki doğum arası sürenin 12 aydan daha fazla olduğu işletmelerde sürü yönetiminin değerlendirilmesinde yarar bulunmaktadır [7, 30, 31].

Muğla ilinde süt sığırcılığında entansif işletmelerin çoğunlukta olması (%80) mera kullanılmadan sığırcılık yapılma oranının fazla olmasına sebep olmaktadır (Tablo 4). Aynı bölgede küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde meraya dayalı üretimin çok daha yaygın olduğu Aydın ve Keskin [5] tarafından ifade edilmektedir. Çalışmada kaba ve kesif yem veren işletmelerin oranının yüksek olması da üretimde entansif ya da yarı entansif yetiştirme sisteminin tercih edilmesinin bir sonucudur. Ancak yetiştiriciler, hayvanlarını verim seviyesi ve fizyolojik dönemlerine göre besleme konusunda bilgilendirilmelidirler. Bu konuda eksiklikler olduğu belirlenmiştir. Muğla ilinde hazırlanan rasyonlar enerji içeriği bakımından yüksek, protein içeriği bakımından düşük seviyededir. Bu da süt verimi ve döl verimini olumsuz etkileyen bir faktördür. Dengeli ve yeterli beslenme, işletmelerin istikrarlı bir şekilde büyümeleri için önem arz etmektedir. Bölgedeki süt sığırcılığına yetiştiricileri %86 oranında hayvanlarına

yedirdikleri kesif yemi hazır olarak aldıklarını ifade etmişlerdir. Kesif yemi işletmesinde hazırlayan yetiştiriciler en fazla arpa kullanmakta bunu mısır, buğday ve pamuk tohumu küspesi takip etmektedir. Önemli miktarda zeytin üretim alanlarına sahip olan bölgede alternatif ve daha ucuza mâl edilecek zeytin posası gibi yem hammaddelerinin hayvan beslemede kullanımı ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Gül ve ark. [13] yapmış olduğu çalışmasında zeytin posasının rasyonda kullanılabilirliğini belirtmiştir. Yetiştiricilerin hayvan beslemede kaba yem olarak en fazla samanı tercih etmeleri de üzerinde durulması gereken bir konudur. Saman yerine kuru ot ve silaj kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Süt sığırcılığında yetiştirme sistemleri ve besleme uygulamaları, bölgenin tarım desenine, bölgedeki sığır ırklarına, verim miktarına, pazar şartlarına, sürü büyüklüğüne, yetiştiricinin eğitim durumuna göre değişmekle birlikte, hayvan beslemede saman tercihinin ülke genelinde de yaygın olduğu söylenilebilir [6, 11, 12, 17, 27, 34, 35].

Türkiye'nin diğer bölgelerinde olduğu gibi [22, 24, 29, 30] Muğla bölgesinde de süt sığırcılığında yapay tohumlama çok büyük bir oran ile tercih edilmektedir (Tablo 5). Buna karşılık yapay tohumlama uygulanan işletmelerde yetiştiricilerin payet alımı ve kontrolü konusunda yeterli bilince sahip olmadıkları belirlenmiştir. Ayrıca, gebelik başına tohumlama sayısının ikinin üzerinde olması da ekonomik üretimi zorlayan diğer bir durumdur. Bu sorun daha doğru kızgınlık takibi ve tekniğine uygun yapılacak yapay tohumlama ile giderilebilir. Ayrıca, doğum sonrası basit bir şekilde uygulanabilecek olan yeni doğan buzağılarda göbek bakımı uygulaması oranının da %100'e çıkarılması il genelinde buzağı sağlığı açısından son derece önemlidir. Değişik araştırmacılar Tekirdağ ve Erzincan'da işletmelerin sırası ile %85 ve % 85,7'sinde doğum sonrası buzağılarda göbek bakımı yapıldığını belirtmişlerdir [1, 29]. Bölgede buzağı büyütmede %97 oranında biberon ile ya da emiştirme ile anne sütü kullanımı tercih edilmektedir. Buzağuların emiştirme süresinin 75 günü geçmeyecek şekilde planlanması işletme ekonomisi ve buzağı rumen gelişimi için önem arz etmektedir. Süt ikame yemlerinin yeterince kullanılmaması, ekonomik sebeplerden kaynaklanmaktadır. Süt değer fiyattan satıldığı takdirde buzağı büyütmede ikame yem kullanımı da artacaktır.

Süt sığırcılığı işletmelerinde sağlıklı ve daha fazla süt üretiminin sağlanmasının yanı sıra hayvanların meme sağlığı açısından mutlaka makinele sağım yapılmalıdır. Bölgedeki işletmelerde makinele sağımın %94 oranında yapıldığı belirlenmiştir (Tablo 6). Makinele sağım ülkemizde bölgelere göre değişen oranlarda yapılmaktadır. Önal ve Özder [28] Edirne'de sağımın makine ile yapıldığını ifade ederken, Özyürek ve ark. [29] elle sağım oranını Erzincan'daki işletmelerde %81, Başhozman [9] ise Sivas'taki işletmelerde %23,3 olarak bildirmişlerdir.

Tablo 7'de görüldüğü üzere bölgede süt sığırcılığında Brucella, Şap ve Çiçek aşılı yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu aşılar genel olarak Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yapılmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığının aşı programında olmasa da özellikle Şap, Çiçek ve Brucella için aşı yaptırma konusunda yetiştiricilerin duyarlı oldukları ifade edilmiştir. Muğla ilinde süt sığırcılığında iç ve dış parazit mücadelesinin işletmelerin %80'inde yapıldığı, %20'sinde yapılmadığı; bu mücadelenin Nisan ve Mayıs ayları ile Eylül ayında yapıldığı belirlenmiştir.

Muğla ilindeki süt sığırcılığı yetiştiricileri ürün pazarlama konusunda devletten yardım beklemektedirler (Tablo 8). Bu amaçla yetiştirici örgütlerinin güçlendirilmeleri teşvik edilmelidir. Yem fiyatlarının yüksekliği ve süt satış fiyatının düşük olması nedeni ile süt inekçiliğinin olumsuz etkilendiğini ifade eden yetiştiricilerin %76'sı her şeye rağmen hayvancılık yapmaktan memnun olduklarını belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, bölgede (1) Yetiştiricilerin eğitim seviyeleri yükseltilmelidir. (2) Bölge yetiştiricilerine hayvancılık konusunda eğitimler verilerek bilimsel hayvancılık yapmaları sağlanmalı ve gençlerin süt sığırcılığına yetiştiriciliğinde daha fazla yer almaları sağlanmalıdır. (3) Saman yerine kuru ot kullanımı teşvik edilmelidir. (4) Hayvan beslemede verime göre yem tüketimi konusunda yetiştiriciler bilinçlendirilmelidir. (5) İşletmecilerin yapay tohumlama için payet alımında kullandıkları damızlık hayvanın özelliklerine dikkat etmeleri sağlanmalıdır. (6) Servis periyodunun 60-90 güne indirilmesi için önlemler alınmalıdır. (7) Doğru zamanda ve tekniğine uygun yapay tohumlama uygulamaları ile gebelik: tohumlama oranı artırılabilir. (8) Doğum sonrası

buzağının göbek bakımının tüm sürülerde uygun şekilde yapılması sağlanmalıdır. (9) Buzağların 60 gün süt içmeleri ve 15 günden itibaren kuru ot ve kesif yeme alışmaları sağlanmalıdır. (10) Bölgede kurulacak modern süt işleme tesisleri ile süt pazarlama sorunu çözümlenmelidir.

Teşekkür

Bu çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından (Proje no: 14822) desteklenmiştir. Yazarlar Komisyona maddi desteklerinden dolayı teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Akman N, Özder M (1992). Tekirdağ İlinde İthal İneklerle Çalışan İşletmelerin Durumu ve Sorunları. ss: 51-61. Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu, 8-9 Ocak-1992, Tekirdağ.
- Akman N, Yener SM, Cedden F, Şen AÖ (2015). Türkiye'de büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde; durum, değişimler ve anlayışlar. ss: 781-808. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, 12-16 Ocak 2015, Ankara.
- Anonim (2017). 2017 Yılı Hayvancılık sektör Raporu. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara. 32 s.
- Anonim (2019). Coğrafya Dünyası. <http://www.cografya.gen.tr/tr/mugla/iklim.html>. Erişim Tarihi: 04.03.2019
- Aydın MK, Keskin M (2018). Muğla ilinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin yapısal özellikleri. Mediterranean Agricultural Sciences, 31(3):317-323.
- Bakır G, Demirel M (2001). Van ili ilçelerindeki sığırcılık işletmelerinde kullanılan yem çeşitleri ve hayvan besleme alışkanlıkları. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 11(1): 29-37.
- Bakır G (2002). Van ilinde özel süt sığırcılığında tercih edilen kültür ırkları. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12(2): 11-20.
- Bardakçıoğlu HE, Türkyılmaz MK, Nazlıgül A (2004). Aydın ili süt sığırcılık işletmelerinde kullanılan barnakların özellikleri üzerine bir araştırma. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 30 (2): 51-62.
- Başhozman, S (2014). Sivas İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Hayvan Besleme Uygulamaları. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Ceyhan A, Serbest U, Çınar M, Ünal A, Akyol E, Şekeroğlu A (2013). İç Anadolu bölgesinde büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve yönelimleri. Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1(2): 62-66.
- Çalış E (1999). Çanakkale İli Merkez İlçe Köylerinde Holstein Irkı İthal Damızlık Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerinin Mevcut Durum ve Sorunları. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Ersoy K (1994). Bursa ili Merkez İlçede Bulunan ve İthal İneklerle Çalışan İşletmelerde Bakım Besleme, Yönetim ve Ahır İçi Koşullarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Bursa.
- Gül S, Keskin M, Kaya Ş (2010). Olive cake usage as an alternative to cotton seed meal in dairy goat feeding. African Journal of Agricultural Research, 5(13): 1643-1646.
- Günlü A, Atasever M, Karakaya Y (2006). Erzurum ili hayvancılığının yapısal özellikleri ve yakın gelecekteki durumu üzerine genel değerlendirme. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 1(3-4): 55-68.
- Hocquette JF, Gigli S (2005). The challenge of quality. In. Indicators of milk and beef quality. EAAP Publication, 112, Wageningen Academic Publishers. Wageningen, Netherlands.
- İldız F (1999). Tokat İli Merkez İlçesinde İthal Sığır Yetiştiren Tarım İşletmelerinin Yapısı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- İnan H (1992). Tekirdağ ili süt sığırcılığı işletmelerinin doğrusal programlama yöntemi ile planlanması ve planlı çalışmanın işletme gelirine etkisi. ss: 261-275. Trakya Bölgesi I. Hayvancılık Sempozyumu, 8-9 Ocak-1992, Tekirdağ.
- İnan H (1998). Tekirdağ ili süt sığırcılığı işletmelerinde optimum işletme planlarının saptanması üzerine bir araştırma. Doğa Veteriner ve Hayvancılık Dergisi, 13(2): 15-17.
- Karademir B, Saatçi M, Karademir G (2005). Kuzey-Doğu Anadolu'da kış mevsimi süresince sağlık ve verimle ilişkili sığırların bakım koşulları. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 52: 39-43.
- Kayar Y (2011). Denizli Yöresi Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Barnakların Yapısal Yönünden Değerlendirilmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Kayıoğlu B, Ülger P, Eker B, Tan F (1994). Tekirdağ ilinde hayvancılıkta mekanizasyon düzeyinin saptanması üzerine bir araştırma. Tekirdağ Ziraat Fak. Dergisi, 3(1-2): 125-130.
- Kılıç F (1993). İthal Edilen Damızlık Süt İneklerinin Kocaeli Yöresindeki Adaptasyonları Ve Mevcut Durumun İncelenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Koçyiğit R, Aydın R, Diler A (2015). Erzurum ili büyükbaş hayvancılığının durumu ve gelişmesine yönelik öneriler. Alinteri Zirai Bilimler Dergisi, 29 (2): 34-46.
- Koyubenbe N (2005). İzmir ili Ödemiş ilçesinde süt sığırcılığının geliştirilmesi olanakları üzerine bir araştırma. Hayvansal Üretim Dergisi, 46 (1): 8-13
- Murat H (2011). Ege ve Orta Anadolu Bölgesi Damızlık Sığır Yetiştirici Birliklerine Bağlı Süt Sığırcılık İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Öğün S, Gümüşdağ H (1999). Edirne İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Uygulanan Bakım ve Besleme Yöntemleri. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Öğün S, Kaya A (1999). Gaziantep Yöresindeki Süt Sığırlarının Beslenme Şekilleri. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Önal AR, Özder M (2008). Edirne ili Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine üye işletmelerin yapısal özellikleri. Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2): 197-203.
- Özyürek S, Koçyiğit R, Tüzemen N (2014). Erzincan ilinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısal özellikleri: Çayırılı ilçesi örneği. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 11 (3): 19-26.
- Şahin O (1994). Ayaş İlçesine Bağlı Köylerdeki Süt Sığırcılığının Yapısı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Tahtacıoğlu E (2008). Tekirdağ Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Kayıtlı Bazı İşletmelerde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Süt Verim Özelliklerini Etkileyen Çevre Faktörlerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Tilki M, Sarı M, Aydın E, Işık S, Aksoy AR (2013). Kars ili sığır işletmelerinde barnakların mevcut durumu ve yetiştirici talepleri: I. Mevcut durum. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19(1): 109-116.
- Tutkun M (1999). Diyarbakır İli Merkez İlçeye Bağlı Köylerdeki Süt Sığırcılığının Yapısı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Tümer S, Ağmaz A (1989). Ege bölgesi süt ve besi sığırcılığı işletmelerinin çeşitli verim özellikleri üzerinde bir araştırma. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları, 4: 60-66.
- Tugay A (2004). Giresun Yöresindeki Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Genel Değerlendirmesi. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Van.

Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) Sığır Irkının Yöresel Durumu ve Yetiştirme Yöntemlerinin Bazı Irk Karakterlerine Etkisi Üzerine Bir Çalışma

Sadrettin Yüksel

Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Aziziye/Erzurum

Geliş Tarihi / Received: 07.03.2019, Kabul Tarihi / Accepted: 07.05.2019

Özet: Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nin yerli bir sığır ırkıdır. Nesli tükenme riski altında olduğundan, *in-situ* ve *ex-situ* yetiştiricilik yöntemleriyle koruma altına alınmıştır. Morfolojik ve fizyolojik bazı ırk karakterleri uygulanan koruma yöntemlerine ve yetiştirme dönemlerine göre bazı değişimler göstermiştir. Irka ait renk tonları, yetiştirme yöntemleri arasında kısmi olarak, yetiştirme dönemleri arasında ise genel olarak farklılıklar göstermiştir. Araştırmada cinsiyet bakımından koruma yöntemleri arasındaki doğum ağırlık farklılıkları istatistiksel olarak önemsiz, göğüs çevresi ölçüleri ise önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Sütten kesim döneminde *in-situ* ve *ex-situ* yetiştirme sürüleri arasındaki ağırlık ve göğüs çevresi farklılıklarının, her iki cinsiyet bakımından da, istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.01$). Ergin yaş göğüs çevresi cinsiyetler bakımından koruma yöntemleri arasında istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($P<0.01$). DAK ırkı bölgede sayısal anlamda azalmış olsa da yetiştiricinin %93.3' lük bir dilimi bu ırkı milli bir değer olarak kabul etmektedir. Yetiştiricilerin %90'ı ırka verilen destekten haberdar olmadığını bildirmiştir. Kültür ırkı hayvanlarla verim bakımından rekabet edemese de, bu ırkın %93.3 oranında korunması istenmektedir.

Anahtar kelimeler: Doğu anadolu kırmızısı, *in-situ* yetiştiricilik, *ex-situ* yetiştiricilik

An Analysis on the Regional Status and Effect on Some Breed Characteristics of Rearing Methods in Eastern Anatolian Red Cattle (EARC)

Abstract: Eastern Anatolian Red is a native cattle breed of Northeast Anatolia Region. Since its generation is at under extinction risk, it has protected by *in-situ* and *ex-situ* rearing methods. Some morphological and physiological breed characters showed some changes according to conservation methods and rearing periods. The coat color of this race had partially differed between rearing methods, however, general differences were observed between rearing periods. In this study, while the differences between birth weight in point of sex protection methods were statistically significant and chest girth measurements were significant ($P<0.05$). The differences in weight and chest girth between *in-situ* and *ex-situ* flocks during the weaning period were found to be statistically significant in both sexes ($P<0.01$). Chest girth in adult showed statistically significant differences in the protection methods in bothsexes ($P<0.01$). Although the number of EARC has decreased in the region, 93.3% of the farmers accept this race as a national value. 90% of the rearers reported that they were not aware of the support given to the breed. Although, it cannot compete with exotic breed of cattle in terms of yield, protection of this race was demanded by farmers at a rate of 93.3%.

Key words: East anatolian red, *in-situ* rearing, *ex-situ* rearing

Giriş

Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK), yapılan son araştırmalara göre 3000 yıldan fazla geçmişi olan Anadolu coğrafiyasının en eski hayvan ırklarından biridir [18]. Orijin almış olduğu bölge Anadolu'nun Kuzeydoğu kesimleri olsa da, Avrupa'nın bazı bölgelerinde de bu ırkın genlerine rastlandığı bildirilmiştir [18]. Neolitik Çağ'daki evcilleştirme sürecinden bu yana ticari faaliyetler, göçler ve savaşlar gibi sosyal olaylar nedeniyle bölgeler, hatta kıtalar arasında yayılım gösteren bu ırk, bulunduğu bölgenin beşeri ve fiziki şartlarına uyum sağlayabilme

özelliğindedir. Son dönemlerde sosyal, kültürel ve özellikle ekonomik nedenlerle sayısal olarak azalan DAK ırkı, geleneksel işleyişin devam ettiği küçük ölçekli işletmelerde sınırlı sayıda kalmıştır. Benzer durumun dünyanın bazı yerlerinde de görölmesi yerli hayvan ırklarının faaliyet alanına dikkatleri çekmektedir [17].

Küresel olarak, tüm ırkların yaklaşık % 20'sinin "risk altında" olduğu gerçeğinden hareketle, bazı Avrupa ülkelerinde yerli sığır ırklarının sosyal, kültürel ve kamu değerlerinin kabulüne yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir [7,12]. Türkiye'de de,

bu tür çalışmaya eşdeğer bir biçimde DAK sığırının farklı yöntemlerle korunması planlanış, doğal ortamında, yetiştirici şartlarında (*in-situ*), doğal ortamı dışında, kontrollü şartlarda (*ex-situ*) ve organizma dışı ortamda biyoteknolojik imkanlarla (*in-vitro*) koruma uygulamaları başlatılmıştır. Kamu destekli yürütülen koruma işlemlerinde belli bir ivme kazanılmış olsa da, henüz istenilen seviyeye ulaşılamamıştır. Zira özelde, yetiştirici talebi ve pazar sorunu, genelde ise biyoçeşitlilikte yaşanan erozyon [11, 17] mono-üretim sistemi ve sınırsızca yürütülen sanayileşmenin sonucunda oluşan iklimsel değişiklikler önemli tehditler olarak devam etmektedir. Marjinal alanların değerlendirilmesi, kalitesiz yemlerin ürüne çevrilmesi, hastalık ve zararlılara karşı mukavemetli oluşu ve ekonomik yetiştiriciliğe uygunluk göstermesi gibi bazı özelliği nedeniyle Doğu Anadolu Kırmızısı sığırının ileri ıslah çalışmaları için önemli bir materyal oluşturmaktadır [19] .

Erzurum ve Kars yöresinden orijin almış olmasına rağmen Bayburt, Erzincan, Ağrı, Muş, Artvin, Bingöl ve Van gibi civar iller, hatta Sivas, Konya gibi iç bölgelerde de yaygınlık gösteren DAK sığırını [10] birçok nedenle ırk karakterlerinin yanı sıra yayılım alanı bakımından da daralma göstermeye başlamıştır.

Bu çalışmada, DAK sığırında yetiştiricilik yöntemlerinin bazı ırk karakterleri üzerine etkisi ve ırkın yöresel durumu hakkında bir analizin yapılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada 2005 yılından itibaren Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) koordinatörlüğünde, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü (DATAE) tarafından yürütülen Evcil Hayvan Genetik Kaynaklarının Korunması ve Sürdürülebilir Kullanımı Projesi kapsamında farklı yöntemlerle korunan DAK ırkı sığırlar kullanılmıştır. DATAE bünyesinde bulunan sürü *ex-situ*, Erzurum/Olur/Kekikli ve Artvin/Arduç/Güleş Köylerinde bulunan sürüler ise *in-situ* koruma sürülerini oluşturmuşlardır.

Metot

Sürü yönetimi ve veri toplama

Ex-situ sürü, işletmeye ait merada yaklaşık 5 ay otlatıldıktan sonra kış dönemini kapalı ahırlarda bağlı olarak, 3 kg/gün konsantre, *ad libitum* düzeyde kuru çayır otu, ve buğday samanından oluşan kaba yemle beslenerek geçirmişlerdir. Sürüde doğumlar şubat ayı itibarıyla başlamakta, doğan her buzağının ilk 24 saat içinde ağırlığı ve vücut ölçüleri alınmaktadır. Sürü, her mera başı döneminde tartılmakta ve 3+ yaş grubunda olanlar ergin yaş kayıtlarına alınmaktadır. *In-situ* korunan sürüler ise yaklaşık 8 ay mera ve yaylada otlatıldıktan sonra kış dönemini kapalı ahırlarda bağlı olarak kuru yonca ve kuru çayır otundan oluşan kaba yemlerle sınırlı düzeyde beslenerek geçirmektedir. Bu sürülerde doğumlar *ex-situ* sürüyle eş zamanlı olarak başladığından ölçüm ve tartımlar aynı yaş döneminde yapılmaktadır. Doğum ve süttten kesim döneminde buzağılara ait ağırlık ve vücut ölçüleri, örneğin popülasyonu doğru olarak temsil edebileceği ilkesine göre, sürünün %35-40'ını oluşturacak şekilde alınmaktadır. Ergin yaş döneminde ise sürünün %20-25'lik diliminden ölçüm ve tartım yapılabilmektedir.

İstatistik analizler

Araştırmada *In-situ* ve *ex-situ* yöntemle korunan sürülerin vücut rengi ve vücut kısımlarına göre renk değişimi tespiti doğrudan gözleme dayalı olarak belirlenmiştir. Sürüler arasında ki renk değişim durumu geçmiş dönemlerde aynı şekilde belirlenmiş araştırma sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. Sürülerin bazı fizyolojik özelliklerine ait değerler Deskriptif Analizle Yıldız ve ark [24] belirlenmiş ve bu sonuçlar geçmiş dönemdeki bazı araştırmaların aynı değerlendirme sonucuna göre tespit edilmiş sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. Sürülerin farklı fizyolojik dönemlerine ait bazı karakterlerin *in-situ* ve *ex-situ* yetiştirme yöntemleri arasındaki farklılıkları, cinsiyetlere göre çift yönlü ANOVA testi ile belirlenmiştir. Irkın yöresel durumunu tespit için sosyal etki analizinden Vanclay [21] istifade edilmiştir. Bu maksatla bölgeyi temsil edecek biçimde ova, ova-dağ ve dağlık yerleşim yerlerinden şansa bağlı olarak seçilen 210 yetiştirici ile yapılan yüz yüze anket sonuçları kullanılmıştır.

Bulgular

Vücut renk yapısına göre değerlendirme

Farklı yöntemlerle korunan sürülere ait vücut rengi durumu ve renk tonlarındaki farklılaşmaların literatürle kıyası çizelge 1’te verilmiştir. Halihazırdaki sürülerde vücut rengi kırmızı ve kırmızı-mor tonun-

da yoğunlaşmış durumdadır. Ana hatları ile belirlenecek olursa, vücut rengine göre baş, boyun ve omuz bölgelerinin *ex-situ* koruma sürülerinde yoğun yada yoğunu yakın, *in-situ* sürülerde ise orta seviye veya biraz daha yoğun kırmızı-mor tona sahip oldukları görülmüştür. Her iki koruma sürüsünde de bacaklar ve karın altı çok az kırmızı-mor tondadır.

Çizelge 1. DAK sürülerde doğrudan gözleme dayalı vücut renk tonu durumu

Vücut Kısımları	Kırmızı-mor			Koyuluk			Açık renk-beyaz leke		
	Ex-situ 2018	In-situ 2018	Y.Güven 1972*	Ex-situ 2018	In-situ 2018	Y.Güven 1972*	Ex-situ 2018	In-situ 2018	Y.Güven 1972*
Baş	÷,+	÷	+	÷	≠	≠	-	-	-
Boyun	÷,+	÷	+	÷	≠	÷	-	-	-
Omuz Bölgesi	÷,+	÷	+	≠	-	÷	≠	-	-
Göz Çevresi	-	-	-	÷	÷	+	-	-	-
Bacaklar	≠	≠	÷	≠	-	÷	≠,÷	÷	≠
Karın altı	≠	≠	-	-	-	-	≠,÷	÷	÷
Meme Çevresi	-	-	-	-	-	-	÷	÷	+
Kuyruk Ucu	-	-	-	÷	÷,+	+	÷,+	÷,+	-

Hiç yok (-), çok az (≠), orta seviye veya biraz daha fazla (+), yoğun miktarda (+), *: araştırmacının doktora çalışması

Ex-situ sürüde baş ve boyunda ki koyuluk orta seviye veya biraz daha fazla, *in-situ* sürülerde ise bu bölgelerin çok az derecede koyuluk tonuna sahip oldukları görülmüştür. Omuz bölgesi *ex-situ* sürüde çok az düzeyde koyuluk tonunu gösterirken, *in-situ* sürüde bu tona rastlanmamıştır. Her iki koruma sürüsünde de göz etrafı orta seviye yada biraz daha fazla koyuluğa sahiptir. Bu renk tonu *ex-situ* sürünün bacak bölgesinde çok az seviyede, aynı koruma sürüsünün omuz bölgesinin ise çok az seviyede açık renk yapısına sahip olduğu görülmüştür. Her iki koruma sürüsünde de bacaklar, karın altı, meme çevresi ve kuyruk ucu bölgelerinin çok az ile orta seviye veya biraz daha fazla açık renk-beyaz leke yapısına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Irka ait bazı fizyolojik karakterlere göre değerlendirme

Irka ait bazı fizyolojik karakterlere göre istatistik analiz sonuçları çizelge 2’de verilmiştir. Araştırmada her iki cinsiyet için de koruma yöntemleri arasındaki doğum ağırlık farklılıkları istatistiksel olarak önemsiz, göğüs çevresi ise önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Erkek buzağuların doğum ağırlıkları *in-situ* ve *ex situ* koruma yöntemi sırasına göre 20.60 kg ve 20.09 kg, dişi buzağulara ait değerler ise aynı sıraya göre 19.15 kg ve 18.88 kg olarak tespit edilmiştir. Sürülerinin doğum dönemine ait göğüs çevresi erkeklerde koruma yöntemi sırasına göre 67.58 kg, 65.44 kg, dişilerde ise sırasıyla 67.75 kg ve 64.49 kg bulunmuştur.

Çizelge 2. Farklı yöntemlerle yetiştiriciliği yapılan DAK sığırların bazı fizyolojik dönemlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları, en küçük kareler ortalaması ve standart hataları

Fizyolojik Dönemler	Karakterler	Cinsiyet	In-situ		Ex-situ		ÖD
			N	X±Sx	N	X±Sx	
Doğum	Ağırlık (kg)	Erkek	84	20.60±0.42	208	20.09±0.23	ös
		Dişi	116	19.15±0.47	214	18.88±0.24	ös
	Göğüs çevresi (cm)	Erkek	84	67.58±1.45	208	65.44±0.39	*
Sütten Kesim	Ağırlık (kg)	Dişi	116	67.75±1.49	214	64.49±0.51	*
		Erkek	71	66.0±0.12	191	49.78±1.31	**
	Göğüs Çevresi (cm)	Dişi	92	60.7±0.77	178	50.04±1.48	**
		Erkek	84	86.1±0.86	191	91.80±0.99	**
Ergin Yaş	Ağırlık (kg)	Dişi	102	85.9±0.63	178	91.95±1.01	**
		Erkek	21	278.0±5.10	89	307.47±10.1	**
	Göğüs Çevresi (cm)	Dişi	76	259.16±7.28	299	289.91±3.13	**
		Erkek	72	147.95±1.76	89	173.83±3.28	**
		Dişi	261	154.00±1.43	299	163.00±1.91	**

öd:önem derecesi, ös: istatistiksel olarak önemsiz, *: $P<0.05$, **: $P<0.01$

Sütten kesim döneminde *in-situ* ve *ex-situ* koruma sürüleri arasındaki ağırlık ve göğüs çevresi farklılıklarının, her iki cinsiyet bakımından da, istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğu bulunmuştur. Bu dönemde erkek buzağuların ağırlıkları yetiştiricilik yöntemleri olan *in-situ* ve *ex-situ* sırasına göre 66.0 kg, 49.78 kg, dişilerin ağırlıkları ise aynı sırasıyla 60.7 kg ve 50.04 kg olarak tespit edilmiştir. Bu dönemde erkeklere ait göğüs çevresi ölçüsü koruma yöntemi sırasına göre 86.1 cm ve 91.80 cm, dişilerininki ise sırasıyla 85.9 cm, 91.95 cm olarak bulunmuştur. Ergin yaş göğüs çevresi iki cinsiyet bakımından da koruma yöntemleri arasında varyasyon göstermiş, bu farklılığın istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğu görülmüştür. Yapılan analizlerde erkek hayvanların göğüs çevresi *in-situ*, *ex-situ* sırasına göre 147.95 cm, 173.83 cm, dişilerin ölçüleri ise sırasıyla 154.0 cm ve 163.0 cm olarak tespit edilmiştir.

Araştırmada bazı fizyolojik karakterler için elde ettiğimiz bulguların farklı araştırmacılar tarafından, farklı dönemler arasında (1940-2018) yapılan çalışma sonuçlarıyla kıyası çizelge 3'te verilmiştir. *In-situ* ve *ex-situ* yöntemlerle yetiştiricilik yapılan sürülere ait doğum ağırlığı her iki yöntem için de 19 kg, sütten kesim ağırlıkları ise sırasıyla 61 ve 50 kg olarak bulunmuştur. Ayrıca yetiştirme yöntemleri için tespit edilen ergin dönem canlı ağırlıkları yöntem sırasına göre 269 kg, 257 kg, ergin dönem vücut uzunluğu sırasıyla 121 cm, 135 cm, ergin dönem cidago yüksekliği sırasıyla 108 cm, 118 cm ve aynı dönem göğüs çevresi ise 148 cm, 151 cm olarak tespit edilmiştir. *In-situ* ve *ex-situ* metotlarla yetiştirilen ve farklı yaşlarda olan ineklerden müteşekkil sürülerin süt verimleri, laktasyon süresince ayda bir defa sabah ve akşam sağımlarında tartılarak elde edilen verilerle Güven [10] tespit edilmiştir. Buna göre elde edilen laktasyon süt veriminin koruma yöntemi sırasına göre 1620 kg ve 1170 kg olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. Farklı yöntemlerle korunan DAK sığırların bazı fizyolojik karakterlere ait ortalamalar ve standart hataları ve farklı dönemlere ait değerlerle karşılaştırılması

Fizyolojik Karakterler	Dönemler ve Yetiştiricilik Yöntemleri				
	X±Sx				
	SY-2018 In-situ	SY-2018 Ex-situ	YG-1972 In-situ	ME-1953 Ex-situ	KB-1940 Ex-situ
Doğum ağırlığı, kg	19±0.3	19±0.2	14±0.4	19±0.5	-
*Canlı ağırlık, kg	269±3.3	257±4.3	328±23	372±3.8	-
*Vücut uzunluğu, cm	121±0.2	135±1.8	123±1.0	131±0.5	123±0.6
*Cidago yüksekliği, cm	108±0.6	118±0.8	109±0.8	117±0.3	117±0.5
*Göğüs çevresi, cm	148±0.2	151±3.2	149±1.1	168±0.8	164±0.9
Laktasyon süt verimi, kg	1620±0.0	1170±0.1	800±0.0	965±32.7	-

*: Ergin yaş dönemine ait değerler, SY: Sadrettin Yüksel, YG:Yılmaz Güven 1972, ME: Macit Eker 1953, KB: Kadri Bilgemre 1940

DAK Irkının yöresel durumu

İrkin yöresel durumunu tespiti yönelik yapılan sosyal etki analiz sonuçları çizelge 4'te verilmiştir. Yapılan analizlerde katılımcıların %93.3 lük dilimi bu ırkı tanıdıklarını ve milli bir değer olarak kabul ettiklerini bildirmişlerdir. Diğer yandan yöre şartlarına uygun bir hayvan olduğunu kabul edenlerin oranı %90, kültür ırkı hayvanlarla arasındaki Pazar-fiyat farkı dikkate alınarak destekleme yapılması, yani eşit fırsat verilmesi halinde, bu ırkı tercih edilebileceğini bildirenlerin oranı ise % 80'dir. Ancak bu pozitif yaklaşımlara rağmen yetiştiricinin %46.6'sı verim düşüklüğü, %90'ı da verilen desteklerden haberdar olmadığı için bu ırkı elinde

tutmadığını belirtmiştir. DAK ırkının korunması gerekliliği hususunda olumlu görüş bildirenlerin oranı toplamda %93.3'dür. Yerleşim yeri şartlarından dolayı işletmesinde bulunduranların oranı %50'dir.

Tartışma

Çiftlik hayvanlarında vücut rengi, genellikle, çevresel faktörler [8, 9], işletme koşulları, genetik yapı [5, 16, 20] ve benzeri unsurlara bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Bu araştırmada vücut rengi bakımından, *in-situ* ve *ex-situ* yöntemle yetiştiriciliği yapılan sürülerin kendi aralarında kısmi, ancak literatür bildirişleriyle [4, 10, 22, 23], bariz bir fark-

lılaşma olduğu gözlemlenmiştir. Irkın tanımlayıcı karakteri olan vücut rengi için belli bir varyasyon daralması yaşandığı kanaatine varılmıştır. Daha çok baş, boyun, omuz ve kuyruk ucu bölgelerinde gözlemlenen bu farklılaşmaların, *in-situ* sürülerde daha fazla dalgalanma gösterdikleri görülmüştür. Ancak göz ve meme çevresi bölgeleri bakımından Güven [10] ve Yarkın [23]'ün bildirişleriyle benzerlikler gözlemlenmiştir. Bu durumun ivme kazanmasına, pazar şartlarının, materyal temin kolaylığının ve işletme imkanlarının, kısacası yetiştirici tercihlerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Zira, yetiştirici, dönemler içinde ticari önemi ön plana çıkan renk tonlarına sahip hayvanları elinde tutup diğerlerini çıkarmıştır. Böylece ırkın varlığı bulunduğu işletmenin gelir seviyesi, mera varlığı, coğrafik ve de-

mografik yapısı gibi koşullarına büyük oranda bağlı kalmaktadır [2].

Irkın bazı fizyolojik dönemlerine ait karakterler bakımından *in-situ* ve *ex-situ* yetiştirme yöntemleri verilerine yapılan varyans analizi sonuçları ile literatür bildirişleri değerlendirilmiştir. Cinsiyetler bazında, her iki yetiştirme yöntemine ait doğum ağırlıkları *ex-situ* sürüler için yapılan bildirişlere [6, 19,] yakın, *in-situ* yetiştiricilik yapılan sürülere ait bildirişlerden [10] ise yüksek bulunmuştur. Doğuma ait göğüs çevresi ölçüsü erkekler ve dişiler arasında *in-situ* yöntemin lehine görülmüştür. Her iki cinsiyet için de, *in-situ* yöntemine ait bulgularımız Özlütürk ve ark [19]'ün bildirişlerinden yüksek, *ex-situ* sürü değerleri ise aynı araştırmacı ile yakın seviyede bulunmuştur.

Çizelge 4. DAK ırkının yöresel durumuna ait etki analizi

Sıra no	Konu	Görüş	Frekans (%) (n:210)
1	DAK ırkı hayvanları tanıyorsunuz, hakkında bilgin varmı?	Evet	93.3
		Hayır	06.6
2	DAK ırkı hayvanlar bu yöreye uygunmu?	Evet	90.0
		Hayır	10.0
3	DAK ırkının kendine özgü özellikleri hakkında bilgin varmı ?	Evet	93.3
		Hayır	06.6
4	DAK ırkına verilen destekler hakkında bilgin varmı ?	Evet	06.6
		Hayır	90.0
5	Eşit fırsat verilirse işletimde DAK ırkını çoğaltmak istermisin ?	Evet	80.0
		Hayır	20.0
6	DAK ırkını milli bir değer olarak kabul ediyormusun ?	Evet	93.3
		Hayır	06.6
7	Bu yörede kalmanda en önemli etken nedir ?	Şehirde yapacak bir işim yok	46.6
		Arazi varlığımı değerlendiriyorum	33.3
		Hayvan ırkını bu şartlara uygun	13.3
8	İşletimde DAK ırkı hayvan varmı?	Verimi düşük	46.6
		Yok Hayvanı tanımıyorum	03.3
		Entansif şartlara sahibim	-
		Şartlar gereği	50.0
		Var Belli bir amaç olmaksızın	-
9	DAK ırkının korunmasını istermisin?	Destekleme nedeniyle	-
		Devlet işletmelerinde	10.0
		Yetiştirici elinde	83.3
		Hayır	06.6

Bu araştırmada *in-situ* sürülerin sütten kesim ağırlıklarının *ex-situ* yöntemine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bu şartlarda yetiştirilen erkek buzağılara ait bulgularımız Özlütürk ve ark [19]'ün bildirişlerine yakın, dişiler ve *ex-situ* şartlardaki her iki cinsiyetin ise aynı araştırmacının bildirişlerinden düşük olduğu tespit edilmiştir. Sütten kesim döneminde, ağırlıkların değerlerinin aksine, her iki cinsiyete ait göğüs çevresi ölçüsü *ex-situ* ko-

ruma sürüsünde daha yüksek bulunmuştur. *In-situ* sürülere ait sonuçlar Özlütürk ve ark [19]'ün erkek ve dişi hayvanlar için tespit ettikleri değerlerden düşük, *ex-situ* sürüye ait değerler ise söz konusu araştırmacının bildirişlerinden yüksek bulunmuştur.

Ergin yaş canlı ağırlıklarda erkekler ve dişiler için *ex-situ* sürülerin lehine sonuçlar gözlemlenmiştir. Bulgularımız *in-situ* [10] ve *ex-situ* [6] yetiştiricilik yapılan sürülere ait ortalamalarının gerisinde

kalmıştır. Diğer yandan *in-situ* koruma sürülerine ait erkek hayvanların göğüs çevresi ölçüsü aynı yöntemle yetiştirilen [10] sürü ortalamasına yakın, ancak *ex-situ* [6] sürü değerlerinden düşük bulunmuştur. Bu araştırmada *ex-situ* sürüsüne ait erkek hayvanların göğüs çevresi aynı yöntem için Eker [6]'nin, *in-situ* yöntem için ise Güven [10]'un bildirişlerinden yüksek bulunmuştur. *Ex-situ* sürülerdeki dişi hayvanlara ait göğüs çevresi bulgularımız, aynı yönteme göre Eker [6]'ın bulgularından düşük, ancak Güven [10]'un *in-situ* yetiştiricilik için yaptığı bildirişlerden yüksek bulunmuştur. Ergin yaş göğüs çevresi ölçülerinde de her iki cinsiyet bakımından, *ex-situ* sürülerin lehine sonuçlar gözlemlenmiştir. *Ex situ* koruma yönteminde bazen düşük mukavemet seyri gözlemlense de, çoğu zaman *in-situ* yönteme göre yüksek performansın sergilendiği gözlemlenmektedir [13].

Çiftlik hayvanları çevresel [14] ve ekonomik koşullar başta olmak üzere zamanla birçok faktörün etkisiyle karakter ve dolayısıyla verim [15] değişimine uğrayabilmektedir. Bu değişimlerden kar marjı bakımından egzotik ırklarla rekabet problemi yaşayan yerli ırklar daha çok etkilenmektedir. Bölgesinin çok eski ırkı olan DAK [4, 23] uzun yıllar bulunduğu bölgenin çevresel şartlarına uyum sağlamış ve yetiştiricisinin geçim kaynağı olmuştur da zaman içinde, melezlemeler, yetiştirme tekniğindeki farklılaşma, tarımda makineleşme gibi bazı faktörlerin etkisiyle morfolojik ve fizyolojik karakterler bakımından değişimler sergilemiştir. Bu değişimlerin ölçüsü dönemler (1940-2018) bazında değerlendirilmiş ve farklılıklar görülmüştür. Orta cüsseli ve yavaş büyüme hızına sahip olan bu ırkın doğum ağırlığı, özellikle *ex-situ* yetiştiricilikte dönemler bazında herhangi bir dalgalanma göstermemiştir (Çizelge 3). *Ex-situ* yetiştiricilik şartlarına sahip göle inekhanesinde araştırmalar yapan Eker [6]'in bildirişleri bu iddiayı doğrular niteliktedir. Ancak *in-situ* yetiştiricilik şartlarındaki hayvanların doğum ağırlıklarının, bu araştırma sonuçlarına göre, daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Bu sonuç ırkın geçmiş dönemlerde bakım, besleme, barınma gibi faktörler bakımından özellikle kış döneminde çok çetin şartlarda yetiştirildiği fikrini güçlendirmektedir.

Araştırma sonuçlarımız ile önceki dönemlerde yürütülen araştırma sonuçlarının değerlendirmesi

ergin yaş canlı ağırlıkların dönemler içinde bariz bir azalma gösterdiği, böylece en fazla değişim gösteren karakter olduğunu göstermiştir (Çizelge 3). *Ex-situ* şartlarda yetiştirilen sürüye ait bulgularımızın (257 kg), aynı şartlardaki sürüye ait bildirişlerin [6] çok gerisinde (372 kg) kaldığı gözlemlenmiştir. Benzer durum *in-situ* sürülerde de görülmüştür. Bu durumun, popülasyondaki ciddi daralma, var olan sürülerde hayvan yaşının aşağı çekilmesi, erkek hayvan sayısının çok ciddi oranda azalması, olanlarında geç gelişen bir ırk olması dikkate alınmaksızın erken dönemde elden çıkarılması gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Oysaki geçmiş dönemlerde geçim kaynağı ve çeki materyali olan hayvanlar 9-10 yaşlarına, hatta daha yukarı yaşlara, kadar sürüde tutulmaktadır. Böylece dişiler 350-400 kg erkekler ise 500-600 kg [4] kadar ulaşabilmekte, nihayetinde ergin yaş ağırlık ortalamaları yükselmektedir.

Vücut uzunluğu bakımından aynı yetiştirme yöntemine göre dönemler arasında (1940-2018) bariz bir farklılık oluşmamış, ancak yetiştirme yöntemleri arasında *ex-situ* sürülerin lehine bir durum gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Ancak Bilgemre [3]'ün *ex-situ* şartlara yönelik bildirişinin daha düşük olduğu görülmüştür. Cidago yüksekliği *ex-situ* yetiştirme yöntemine göre dönemler bazında çok yakın değerlerde olup, 2018, 1953, 1940 dönemleri için 118 cm, 117 cm ve 117 cm olarak sıralanmıştır. Bu karakter bakımından farklı yılların aynı yetiştirme yöntemi arasında benzerlik, ancak farklı yetiştirme yöntemleri arasında, *in-situ* yetiştiriciliğin aleyhine, değişimin olduğu görülmüştür.

Göğüs çevresi ölçülerinde, gerek *ex-situ*, gerekse *in-situ* sürülerde, yıllar itibarıyla belli bir azalmanın olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Nitekim Bilgemre [3] ve Eker [6]'ın, bu karakter için bildirişleri, sırasıyla 164 cm, 168 cm bulgularımızdan bariz olarak yüksek görülmüştür. Sonuçlar üzerinde hayvan gücüne olan ihtiyacın zamanla azalmasının etkin olduğu düşünülmektedir. Zira gücünden istifade edilen hayvanların göğüs bölgesinin gelişmiş olmasının önemi büyüktür. Bu öneme istinaden yetiştirici gelişmiş göğüslü hayvanları elde tutma gibi, adeta kısmi bir seleksiyon, yoluna gitmiştir. Laktasyon süt verimi hem dönemler arasında, hem de yetiştirme yöntemleri arasında farklılık göstermiştir. *In-situ* yetiştirme sürüsüne ait bulgula-

rimızın (1620 kg), aynı yöntemle tespit edilen bildirişlerden [1, 10], *ex-situ* sürüsü bulgularımızın ise yine aynı yöntemle yapılan bildirişlerinden [6] yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlar üzerinde, hayvanların gereksinimleri ölçüsünde beslenebilmesi, buzağı beslemenin, ek yem vermeden, tamamen anaya bağlı olması, hastalık ve zararlılarla mücadele imkanları gibi faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir.

DAK ırkı uzun yıllar yetiştiricisinin en etkin üretim materyali olmaya devam etmiştir. Yöre yetiştiricisinin bu ırka fiziki manada uzak olmadığı ve en genç generasyonun dahi en azından duygusal bir bağının bulunduğu açıktır. Ayrıca yöre halkının aklına ilk olarak bu ırkı getirmesi ve kendisini bu ırkın potansiyel yetiştiricisi olarak görmesi bu bağı daha da kuvvetlendirmektedir. Ancak son zamanlarda yetiştiricilik modelinde yaşanan değişiklikler, kentel yaşamın cazibesi, teknolojik gelişmeler sonucu engeli arazilerde bile makineli tarımın uygulanması ve farklı bir fiyat politikasının olmayışı bu ırkın azalmasına doğrudan etki etmiştir. İşletme büyüklüğü ve nüfus yoğunluğu ile arasında zıt bir bağlantı bulunan yerli ırklardan [17], DAK sığırlarının varlığı önemli ölçüde darboğaza girmiştir. Verim bakımından egzotik ırklarla rekabet edememesi de bu konuda alternatif zorunlulukları gerektirmiştir. Coğrafik koşullar, yem kaynakları ve besleme şartları ile bu ırk arasındaki ilişkiyi yeterince bilen ve bu ırkın yöredeki geçmişini de kabul eden yetiştirici, özellikle, ekonomik sebeplerle egzotik ırklar ve melezlerini tercih etmiştir.

Sonuç

Sayıcı ciddi bir azalış gösteren DAK ırkının tanımlayıcı karakterlerinden vücut rengi bakımından gerek dönemler arasında, gerekse yetiştirme yöntemleri arasında bariz bir farklılaşma olduğu gözlemlenmiştir. Böylece bu tanımlayıcı karakter bakımından belli bir varyasyon daralması yaşandığı kanaatine varılmıştır. Doğum ağırlığı, geçmiş dönemler ve yetiştirme yöntemlerinde benzer bir seyir izlemişse de, ergin yaş canlı ağırlık bakımından geçmiş dönemlere göre önemli ölçüde düşüş oluşmuştur. Diğer yandan vücut uzunluğu ve cida-go yüksekliği belli oranda dalgalanma göstermiştir. Ancak özellikle laktasyon süt verimi bakımından tüm yetiştirme yöntemlerine göre dönemler arasında önemli farklılıklar görülmüştür.

Yerel halk ve yetiştirici tarafından tartışılmazca bölgenin şartlarına uygun olarak kabul edilen bu hayvanın *in-situ* olarak korunması birçok yönden kazanım sağlamıştır. Ancak bu yetiştiricilikte ticari yaklaşımlar daha ön plandadır. Görkemli ve albenisi yüksek olan hayvanların elde tutulup diğerlerinin çıkarılması ırkın sahip olduğu bazı karakterlerin yok olmasına yol açmakta, böylece varyasyonda daralmaya neden olmaktadır. *Ex-situ* yetiştiricilikte varyasyon biraz daha geniş tutulmuş ve ırkın bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri korunmuştur.

Kaynaklar

1. Akyüz N (1984): Doğu Anadolu Kırmızısı ineklerin süt verimleri ile sütlerinin bileşimi, süt yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Basımevi.
2. Anonim (2002): İl tarım ve kırsal kalkınma master planlarının hazırlanmasına destek projesi. Erzurum Tarım Master Planı.
3. Bilgemre K (1940): Doğu Anadolu sığırlarında vücut yapısı. Ziraat Dergisi, Yıl ., Sayı. 4,5,7,8,9,10, Ziraat Mühendisleri Birliği yayını, Ankara.
4. Bilgemre K (1946): Sığır yetiştirmek, Türk Yüksek Ziraat Mühendisleri Birliği, İş Kitapları sayı:8, Ankara.
5. Brenig B, Beck J, Florem C, Bornemann-Kolatzki K (2013): Molecular genetics of coat colour variations in White Galloway and White Park cattle. *Animal Genetics*, 44: (4).
6. Eker M (1953): Göle ve Kazova inekhanelerinde yetiştirilen Doğu Anadolu Kırmızısı sığırlarının yetiştirme, vücut yapılışı ve çeşitli verimleriyle, bunların birbirleriyle ve Yerli Karalarla mukayesesi. Doktora, A.Ü. Ziraat Fakültesi.
7. FAO (2007): The State of the World's Animal Genetic Resources.
8. Finch VA, Western D (1977): Cattle colors in pastoral herds: Natural Selection or Social Preference. *Ecology* 58(6):1384-1392
9. Finch VA R, Dmi'el R, Boxman A, Shkolnik Taylor CR (1980): Why black goats in hot deserts? Effects of coat color on heat exchanges of wild and domestic goats. *Physiol. Zool.* 53: 19-25.
10. Güven Y (1972): Göle ve çıldır yöresinde yetiştirilen Doğu Anadolu Kırmızısı sığırlarının yetiştirme şartları ve ırk karakterleri. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Asistanı, Doktora Tezi.
11. Hanotte O, Tawah CL, Bradley DG (2000): Geographic distribution and frequency of a taurine *Bos taurus* and an indicine *Bos indicus* Y specific allele amongst subSaharan African cattle breeds. *Mol Ecol*, 9:387-96.
12. Hiemstra SJ, Haas Y, Maki-Tanila A, Gandini G (2010): Local cattle breeds in Europe, development of policies and strategies for self-sustaining breeds. Chapter 1. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
13. Jensen HR, Dreiseitl A, Sadiki M, Schoen DJ (2012): The Red Queen and the seed bank: pathogen resistance of ex situ and in situ conserved barley. *Evolutionary Applications*, 5 (4): 353-367.
14. Kiplagat SK, Limo MK, Kosgey IS (2012): Genetic improvement of livestock for milk production. <http://dx.doi.org/10.5772/50761>.
15. Lamy E, Van Harten S, Sales-Baptista E, Guerra MMM, Almeida AM (2012): Factors influencing livestock productivity. Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production, DOI: 10.1007/978-3-642-29205-7_2,
16. Meszaros E, Petautschnig G, Schwarzenbacher H, Sölkner J (2014): Genomic regions influencing coat color saturation and facial markings in Fleckvieh cattle. *Animal Genetics*, 46 (1).

17. Nyamushamba GB, Mapiye C, Tada O, Halimani TE, Muchenje V (2017): Conservation of indigenous cattle genetic resources in Southern Africa's small holder areas: turning threats into opportunities- A review, *Asian-Australas J Anim Sci*, 30:603-621.
18. Özdemir M, Dogru U (2009): Determination of phylogenetic relationships of turkish native cattle breeds with other cattle breeds using mitochondrial DNA D-loop sequence polymorphism. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 22, No. 7 : 955 – 961.
19. Özlütürk A, Güle, O, Yanar M, Akbulut Ö, Tüzemen N, Kopuzlu S, Küçüközdemir A, Yüksel S (2007): Doğu Anadolu Kırmızısı sığırlarında büyüme ve gelişme özellikleri üzerine etkili bazı çevre faktörleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1):17-26.
20. Park JH, Lee HL, Kim YS, Kim JG (2012): MC1R Genotypes, coat color, and muzzle phenotype variation in Korean native brindle cattle. *J. Animal Sci. and Tech.*, 54:(4) 255-265.
21. Vanclay F (2003): International principles for social impact assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 21(1), 5–11
22. Üresin ER (1936): Kars sütçülüğü hakkında tetkikler, Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmalarından, Sayı 14, Ankara.
23. Yarkın İ (1961): Sığır yetiştirilmesi, Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 18, Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Serisi No: 3, Erzurum.
24. Yıldız N, Akbulut Ö, Bircan H (2005): İstatistiğe giriş. Aktif Yayınevi, Ankara.

Variability of *CAPNI* g.5709 C>G and *MYF5* g.1911 A>G Polymorphisms in Beef Cattle Imported from Brazil to Turkey

Sena Ardıçlı¹, Hakan Ustüner², Öznur Arslan², Oğuz Kandazoğlu³

¹Department of Genetics, Faculty of Veterinary Medicine, Bursa Uludag University, Gorukle/Bursa, Turkey

²Department of Animal Science, Faculty of Veterinary Medicine, Bursa Uludag University, Gorukle/Bursa, Turkey

³Tabiat Agriculture Limited Company, Yenisehir/Bursa, Turkey

Geliş Tarihi / Received: 08.03.2019, Kabul Tarihi / Accepted: 11.06.2019

Abstract: The objective of the present study was to determine genotypic/allelic frequencies and population genetic indices of *CAPNI* g.5709 C>G and *MYF5* g.1911 A>G polymorphisms in beef cattle imported from Brazil to Turkey. Single nucleotide polymorphisms were carried out using the Polymerase Chain Reaction-Restriction Fragment Length Polymorphism (PCR-RFLP) analysis. A total of 108 bulls, including Angus, Angus×Hereford×Nellore, Brahman, Hereford, Limousine, and Charolais breeds, were genotyped. Concerning the *CAPNI*, CC genotype was not found in this study. Besides, the G allele frequency was quite high (0.75). Regarding the *MYF5*, frequency of AA genotype was rather low (4.63%) compared to the other two genotypes, AG and GG. Therefore, the frequency of A allele was quite low (0.21). On the basis of breed-specific evaluation, the highest frequency of GG genotype of the *CAPNI* was found in Brahman breed (88.24%) whereas the highest frequency of heterozygous genotype was determined in Charolais breed (85.71%). The frequency of *MYF5* GG genotype was found to be very high in Limousine breed (75.00%). Moreover, *MYF5* AA genotype was absent in Angus, Brahman, Limousine, and Charolais breeds. The present study may be useful for further genetic analyses conducted on beef cattle imported into Turkey.

Key words: Beef cattle, *CAPNI*, *MYF5*, single nucleotide polymorphism

Brezilya'dan Türkiye'ye İthal Edilen Besi Sığırlarında *CAPNI* g.5709 C>G ve *MYF5* g.1911 A>G Polimorfizmlerine Ait Varyasyonlar

Özet: Sunulan bu çalışmanın amacı Brezilya'dan Türkiye'ye ithal edilmiş olan ticari besi sığırlarında, *CAPNI* g.5709 C>G ve *MYF5* g.1911 A>G polimorfizmlerine ait genotipik/allelik frekansların ve populasyon genetiği parametrelerinin belirlenmesidir. Tek nükleotit polimorfizmlerine ait genotiplendirme işlemi, Polimeraz Zincir Reaksiyonu-Restriksiyon Parça Uzunluğu Polimorfizmi (Polymerase Chain Reaction-Restriction Fragment Length Polymorphism: PCR-RFLP) analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, Angus, Angus×Hereford×Nellore, Brahman, Hereford, Limuzin ve Şarole ırklarını içeren toplam 108 baş erkek sığır genotiplendirilmiştir. Bu çalışmada, *CAPNI* ile ilgili olarak CC genotipinin bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca, G allel frekansının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (0,75). *MYF5* için AA genotip frekansının (%4,63) AG ve GG olan diğer iki genotip ile karşılaştırıldığında oldukça düşük olduğu ve dolayısıyla A allel frekansının (0,21) da düşük olduğu görülmüştür. İrk özelinde yapılan değerlendirmede, en yüksek *CAPNI* GG genotip frekansı Brahman ırkında (%88,24) bulunurken; en yüksek heterozigot genotip frekansı ise Şarole ırkı sığırlarda (%85,71) belirlenmiştir. *MYF5* GG genotip frekansının Limuzin ırkında çok yüksek olduğu (%75,00) görülmüştür. Buna ek olarak, *MYF5* AA genotipinin Angus, Brahman, Limuzin ve Şarole ırklarında bulunmadığı belirlenmiştir. Bu çalışma, Türkiye'ye ithal edilen besi sığırları üzerinde ileride yapılacak genetik analizlere faydalı olabilecektir.

Anahtar kelimeler: Etçi sığır, *CAPNI*, *MYF5*, tek nükleotit polimorfizmi

Introduction

In recent years, molecular genetics and biotechnological innovations have provided new insights into the identification of genes and gene markers associated with quantitative traits, and hence, investigation of molecular markers and evaluation of their influences on phenotypic measurements have become widely used applications in animal breeding [11].

Many candidate genes associated with quantitative traits have been identified in livestock. Among these, one of the most favourable gene markers for meat production traits is bovine micromolar calcium-activated neutral protease 1 (*CAPNI*). This gene has been mapped to chromosome 29 and it encodes a cysteine protease (μ -calpain) that seems to be the primary enzyme in the postmortem tenderization process [7]. Thus, it has been suggested that *CAPNI*

(GenBank accession number: AF252504) acts as a major gene affecting meat quality [7, 12, 25]. On the other hand, there is evidence to indicate that this gene may influence growth, fattening, and carcass traits [2, 19, 22]. Myogenic factor 5 (*MYF5*), which is a member of the *MRF* gene family (muscle regulatory factors), has been shown to be an important muscle-specific factor which is associated with determination of the myoblast lineage [13]. Previous studies have indicated that *MYF5* (GenBank accession number: M95684) is a strong candidate gene that influence growth traits in cattle [16, 28].

Recently, importation of living animals and/or carcasses has become one of the most frequent applications to regulate meat supply and demand in Turkey. In addition, farms generally do not perform genotypic analyses on animals to be imported. There is limited information about the genotypic structure of the cattle imported to Turkey with respect to candidate genes associated with economically important traits. Evaluations for imported cattle with genotypic information will provide significant insights into the variation in major genes influencing the economically important traits in Turkey's livestock. Moreover, these genomic evaluations may affect the importation strategies in order to achieve more profitable breeding management in Turkey. Therefore the aim of this study was to evaluate the genotypic/allelic frequencies and population genetic indexes of *CAPNI* g.5709 C>G and *MYF5* g.1911 A>G polymorphisms in commercial beef cattle imported from Brazil to Turkey.

Material and Method

Animals

A total of 108 bulls, including Angus (n=27), Angus×Hereford×Nellore (n=12), Brahman (n=17), Hereford (n=29), Limousine (n=16), and Charolais (n=7) breeds, were genotyped. The cattle were transported from Brazil to Tabiat Agricultural Farm located in Bursa province (40°15'28.04"N 29°30'50.18"E), Turkey. All animals were housed for fattening in semi-open pens for approximately nine months. Cattle were slaughtered by means of exsanguination and dressed using standard commercial practices. At the same time, 4 mL of blood sample was obtained from flowing blood.

Genomic DNA extraction and genotyping

Genomic DNA was isolated from peripheral blood, obtained from slaughterhouse, using the phenol-chloroform method as described by Sambrook and Russell [23]. The amount (ng/μL) and purity (the ratio 260/280) were measured with a spectrophotometer (NanoDrop 2000c, Thermo Scientific, Wilmington, DE, USA). Genotyping of the SNP markers was carried out using PCR-RFLP analysis. All PCR reactions were performed in 200 μL PCR tubes (Axygen Scientific, USA) on a thermal cycler (Bioneer, MyGenie 96 Thermal Block, Korea). Reagents were purchased from Biomatik (Cambridge, Canada). Reactions were performed in a total volume of 50 μL containing 2 μL of genomic DNA (approximately 100 ng), 5 μL of 10×PCR buffer, 3 μL of MgCl₂ (25 mM), 1 μL of Taq polymerase (2.50 U), 1 μL of dNTPs (2.50 mM), and 1 μL of each primer (0.025 μM). The primer sequences (5' to 3') used for a 415 bp fragment of the *CAPNI* gene were as follows:

Forward primer:

5'-GACTGGGGTCTCTGGACTT-3'

Reverse primer:

5'-GGAACCTCTGGCTCTTGA-3'

Concerning *CAPNI* g.5709 C>G polymorphism, thermal cycling conditions were as follows: initial denaturation step at 95°C for 5 min, 35 cycles of denaturation at 95°C for 45 sec, annealing at 63°C for 45 sec and extension at 72°C for 45 sec, followed by a final extension step at 72°C for 5 min. The reaction was held at 4°C [18]. The specific primer sequences (5' to 3') for a 445 bp of the *MYF5* locus were as follows:

Forward primer:

5'-ACAGCGTCTACTGTCCTGATG-3'

Reverse primer:

5'-CGTGGTATATACTAAGGACAC-3'

The amplification reactions with respect to *MYF5* g.1911 A>G polymorphism were as follows: initial denaturation step at 94°C for 4 min, 38 cycles of denaturation at 94°C for 30 sec, annealing at 58°C for 1 min, and extension at 72°C for 1 min, followed by a final extension step at 72°C for 4 min. Finally, the reaction was kept at 4°C [13]. The PCR products for *CAPNI* and *MYF5*, respectively, were then digested using *BtgI* and *TaqI* restriction enzymes

(New England Biolabs, Beverly, MA, USA) by incubation at 37°C for 16 h. For gel electrophoresis, 8 μ L of the amplified product was mixed with 4 μ L of 6 \times gel loading dye (analytical grade water containing 30% glycerol, 0.25% bromophenol blue, 0.25% xylene cynole) and resolved on 3% agarose gel in 1 \times TBE buffer, stained using ethidium bromide (2 μ g/mL) as an intercalated reagent, at 90 volts for 1 h. The genotype of each animal was determined based on the fragment profile. In this sense, 100 bp DNA ladder (New England Biolabs, Beverly, MA, USA) was run with the amplified products as reference. Visualisation of the gels was performed by a gel imaging system (DNr-Minilumi, DNR Bio-Imaging Systems, Israel).

Evaluation of the genotypic data

The allelic and genotypic distributions were determined by equations stated by Falconer [10]. The Hardy–Weinberg equilibrium (HWE) test were performed using Popgene v1.32 [27]. Formulas described by Nei and Roychoudhury [20] and Botstein et al [5] were used to calculate population genetic

indexes, including gene heterozygosity-homozygosity (He-Ho), polymorphism information content (PIC), the effective allele numbers (Ne).

Results

The electrophoresis patterns of PCR amplifications for the *CAPNI* and *MYF5* genes are shown in Figures 1 and 3. The cleavage of a 415 bp PCR product by *BtgI* indicated that genotype GG of the *CAPNI* polymorphism g.5709 C>G was identified by the presence of one restriction fragment of 415 bp (undigested). The heterozygous (GC) genotype had three fragments (415, 272, and 143 bp). The CC genotype is characterized by two fragments including 272 and 143 bp. However, the CC genotype was not present in this study (Figure 2). Concerning the *MYF5* polymorphism, g.1911A>G genotype AA of was identified by the presence of one fragment with 445 bp. The genotype GG showed two fragments (352 and 93 bp), whereas heterozygous (AG) genotypes showed three (445, 352, and 93 bp) when digested with the restriction enzyme *TaqI* (Figure 4).

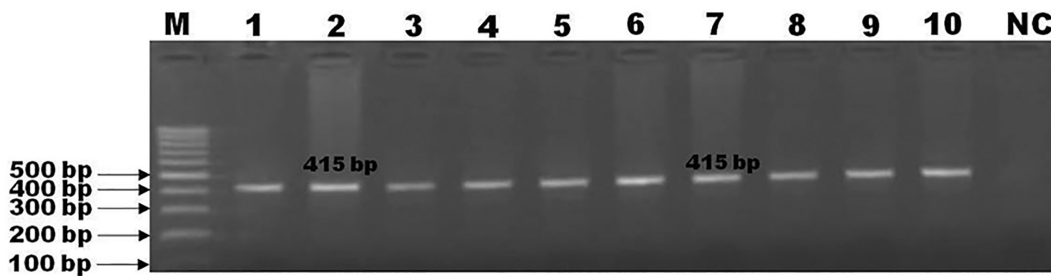


Figure 1. Agarose gel electrophoresis (2%) pattern of g.5709 C>G polymorphism within the bovine *CAPNI* gene for PCR amplification (M: marker 100–1000 bp, NC: negative control).

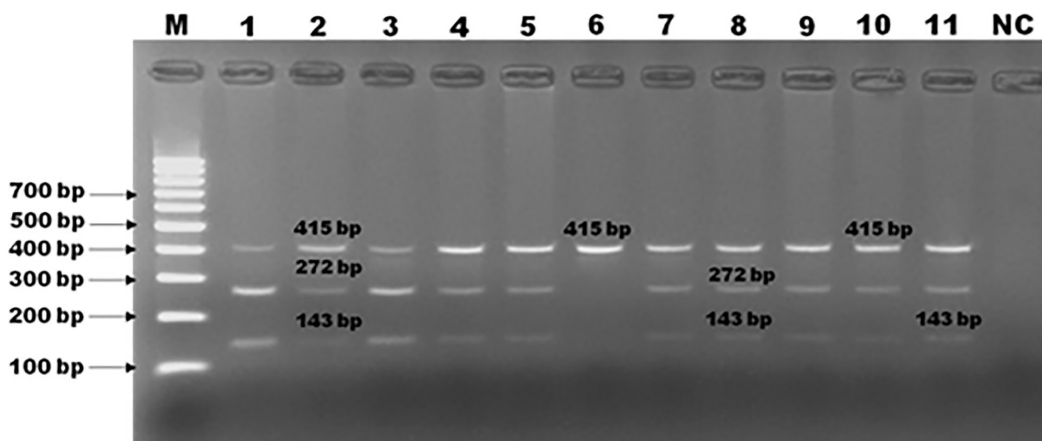


Figure 2. Agarose gel electrophoresis (3%) of PCR fragment (415 bp) of *CAPNI* gene digested with *BtgI*. Genotype GC is in lanes 1–5 and 7–11, genotype GG is in lane 6, genotype CC was not present (M: marker 100–1000 bp, NC: negative control).

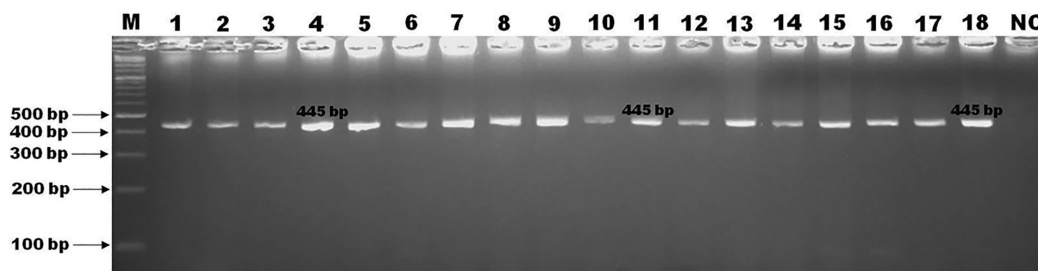


Figure 3. Agarose gel electrophoresis (2%) pattern of g.1911A>G polymorphism within the bovine *MYF5* gene for PCR amplification (M: marker 100–1000 bp, NC: negative control).

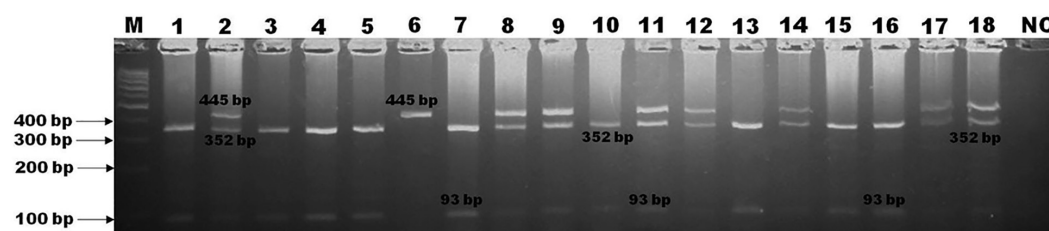


Figure 4. Agarose gel electrophoresis (3%) of PCR fragment (445 bp) of *MYF5* gene digested with *TaqI*. Genotype AG is in lanes 2, 8, 9, 11, 12, 14, 17, and 18, genotype GG is in lanes 1, 3-5, 7, 10, 13, 15, and 16, genotype AA is in lane 6 (M: marker 100–1000 bp, NC: negative control).

The genotypic and allelic frequencies in the different breeds and in the total sample of animals, with respect to *CAPNI* g.5709 C>G polymorphism, are shown in Table 1. Concerning the *CAPNI* g.5709 C>G, the genotype CC was not present in this study. Besides, the G allele frequency was quite high (0.75). Regarding the *MYF5* g.1911 A>G polymorphism, the frequency of AA genotype was rather low (4.63%) compared to the other two genotypes, AG and GG, and accordingly, the frequency

of A allele was quite low (0.213). On the basis of breed-specific evaluation, the highest frequency of GG genotype of the *CAPNI* was found in Brahman breed (88.24%) whereas the highest frequency of heterozygous genotype was determined in Charolais bulls (85.71%). The frequency of GG genotype in *MYF5* gene was found to be very high in Limousine breed (75.00%). Moreover, AA genotype was absent in Angus, Brahman, Limousine, and Charolais breeds (Table 2).

Table 1. Genotype and allele frequencies of the SNP g.5709 C>G of the bovine *CAPNI* gene in the different genetic groups and in the total sample of animals

Breed	Individuals	Genotype frequencies (%)*			Allele frequencies	
		GG	GC	CC	G	C
Angus	27	62.96 (17)	37.04 (10)	0	0.8148	0.1852
Angus×Hereford×Nellore	12	33.33 (4)	66.67 (8)	0	0.6667	0.3333
Brahman	17	88.24 (15)	11.76 (2)	0	0.9412	0.0588
Hereford	29	27.59 (8)	72.41 (21)	0	0.6379	0.3621
Limousine	16	50.00 (8)	50.00 (8)	0	0.7500	0.2500
Charolais	7	14.29 (1)	85.71 (6)	0	0.5714	0.4286
Total	108	49.07 (53)	50.93 (55)	0	0.7454	0.2546

*The number of animals per genotype is presented in parentheses.

As shown in Table 3, the HWE test evidenced that the analysed population was not in equilibrium at the *CAPNI* locus ($P<0.001$). The values of four population genetic indices including H_e , H_o , N_e , and PIC to evaluate the genetic diversity in the different genetic groups and in the total sample of ani-

mals are also presented in Table 3. Results revealed that, H_o was higher than 0.50 for both *CAPNI* and *MYF5* markers in all breed groups. Regarding the *CAPNI*, H_e values ranging from 0.1107 (in Brahman bulls) to 0.4898 (in Charolais bulls) and N_e values ranging from 1.1245 (in Brahman bulls)

to 1.9600 (in Charolais bulls) were observed. The PIC values were 0.3075 and 0.2791 for *CAPNI* and *MYF5* markers, respectively, in the total sample of cattle (Table 3).

Table 2. Genotype and allele frequencies of the SNP g.1911 A>G of the bovine *MYF5* gene in the different genetic groups and in the total sample of animals

Breed	Individuals	Genotype frequencies (%)*			Allele frequencies	
		AA	AG	GG	A	G
Angus	27	0	33.33 (9)	66.67 (18)	0.1667	0.8333
Angus×Hereford×Nellore	12	16.67 (2)	16.67 (2)	66.67 (8)	0.2500	0.7500
Brahman	17	0	35.29 (6)	64.71 (11)	0.1765	0.8235
Hereford	29	10.34 (3)	37.93 (11)	51.72 (15)	0.2931	0.7069
Limousine	16	0	25.00 (4)	75.00 (12)	0.1250	0.8750
Charolais	7	0	57.14 (4)	42.86 (3)	0.2857	0.7143
Total	108	4.63 (5)	33.33 (36)	62.04 (67)	0.2130	0.7870

*The number of animals per genotype is presented in parentheses.

Table 3. Genetic diversity at the *CAPNI* and *MYF5* genes in the different genetic groups and in the total sample of animals

Breed	Genes	He	Ho	Ne	PIC	Locus equilibrium HWE test
Angus	<i>CAPNI</i>	0.3018	0.6982	1.4323	0.2563	-
	<i>MYF5</i>	0.2778	0.7222	1.3847	0.2392	-
Angus×Hereford×Nellore	<i>CAPNI</i>	0.4444	0.5556	1.7999	0.3457	-
	<i>MYF5</i>	0.3750	0.6250	1.6000	0.3047	-
Brahman	<i>CAPNI</i>	0.1107	0.8893	1.1245	0.1046	-
	<i>MYF5</i>	0.2907	0.7093	1.4098	0.2484	-
Hereford	<i>CAPNI</i>	0.4620	0.5380	1.8586	0.3553	**
	<i>MYF5</i>	0.4144	0.5856	1.7076	0.3285	-
Limousine	<i>CAPNI</i>	0.3750	0.6250	1.6000	0.3047	-
	<i>MYF5</i>	0.2188	0.7812	1.2800	0.1948	-
Charolais	<i>CAPNI</i>	0.4898	0.5102	1.9600	0.3699	*
	<i>MYF5</i>	0.4082	0.5918	1.6896	0.3249	-
Total	<i>CAPNI</i>	0.3796	0.6204	1.6118	0.3075	***
	<i>MYF5</i>	0.3353	0.6647	1.5044	0.2791	-

HWE: Hardy–Weinberg equilibrium; He: gene heterozygosity; Ho: gene homozygosity; Ne: effective allele number; PIC: polymorphism information content.

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

Discussion and Conclusion

In the current study, a genotypic evaluation of the SNPs at the *CAPNI* and *MYF5* genes was performed in commercial beef cattle imported from Brazil to Turkey. Bovine *CAPNI* gene has been shown to be a strong candidate for meat production traits. Polymorphism g.5709 C>G is a cytosine/guanine (C/G) substitution in exon 9 of the *CAPNI* gene that produces a glycine/alanine amino acid alteration [7]. Several studies have indicated that C allele in this gene marker is associated with meat quality, especially the tenderness [7, 12, 19]. Bovine *CAPNI* is located on the telomeric end of chromosome 29 and this genomic region involves quantitative trait loci related not only to meat tenderness but also growth and feed efficiency [6, 21, 22]. Thus, determination of the genotypic and allelic distributions corresponding to *CAPNI* g.5709 C>G poly-

morphism may provide economic benefits in commercial cattle to be raised and in cattle to be imported as well. Previous studies have reported that CC genotype was absent or the frequency was quite low in various cattle populations [1, 8, 17]. This knowledge was substantiated by the current study, indicating that there was no animal with the CC genotype. Moreover, the frequency of C allele (~0.26) was rather low in all breeds included in this study. Present results revealed that there was a deviation from HWE for the *CAPNI* marker with respect to Hereford and Charolais breeds and total sample of animals. Deviations from HWE may be explained by population characteristics such as inbreeding and stratification [14].

The *MYF5* gene influences myogenic lineage determination and myocyte differentiation. Thus, this gene plays a role in the control of carcass and

growth traits [24]. *MYF5* g.1911A>G polymorphism is a adenine to guanine substitution in intron 2 [16]. Although genomic alterations in the intronic regions do not change the amino acid sequence, they have been shown to be associated with gene splicing, regulation of proteins during transcription, mRNA stability, and translation [15]. In the literature, there are contrasting results with respect to genotypic distribution evaluation of the *MYF5* g.1911 A>G polymorphism. Curi et al [9] has suggested that a lower frequency of the A allele of the *MYF5* g.1911A>G was observed in *Bos indicus* (Nelore) cattle when compared to crossbreds (*Bos indicus* × *Bos taurus*), and moreover, the A allele is more common in *Bos taurus* cattle. Bhuiyan et al [4] reported that the A allele was ranging from 0.04 to 0.06 in *Bos indicus* breeds including Brahman and Red Chittagong, and from 0.21 to 0.39 in *Bos taurus* breeds including Angus, Hereford, Hanwoo, Simmental, and Shorthorn. In addition, Kisacova et al [13] suggested that heterozygous genotype was the most frequent in Charolais breed. In the present study, comparisons among groups indicated that the G allele had a high frequency in all breeds but the highest value was observed in Limousine breed (0.875). The A allele was rather low in Angus, Brahman, Limousine, and Charolais, and moreover, there was no animal with the AA genotype in these breeds. However, genotypic evaluations should be conducted on larger cattle populations.

Regarding genetic studies, evaluation of population genetic indices including H_e/H_o , N_e , and PIC may provide valuable clues about population characteristics. These indices express the breeding properties, such as eventual inbreeding, or the effectiveness and usefulness of loci allele impact [3, 26]. In this study, high H_o values were observed for both *CAPNI* g.5709 C>G and *MYF5* g.1911A>G polymorphisms in Brahman bulls resulting in low genetic variabilities of H_e , N_e , and PIC. According to Botstein et al [5], PIC values are classified into three categories including very informative ($PIC > 0.50$), mildly or moderately informative ($0.25 < PIC < 0.50$), low or not informative ($PIC < 0.25$). In this respect, *CAPNI* g.5709 C>G can be considered as moderately informative in all breeds, except Brahmans. Concerning *MYF5* g.1911A>G, PIC values ranged from 0.1948 (in Limousine breed) to 0.3285 (in

Hereford breed). Furthermore, the marker seemed to be low informative for Angus, Brahman, and Limousine, whereas, moderately informative for Angus×Hereford×Nelore, Hereford, and Charolais.

Consequently, the present study focused on the genotypic evaluation regarding *CAPNI* g.5709 C>G and *MYF5* g.1911A>G polymorphisms in beef cattle imported to Turkey. Importation of beef cattle and/or carcasses stands out in relief in Turkey's livestock industry. Molecular biological techniques have rapidly gained pace in recent years and they have enabled us to determine frequencies and population genetic parameters of the genes that are associated with economically important traits in cattle breeding. Selecting animals with the favourable genotypes may result in production of animals with higher performance. This is a crucial point not only for raising farm animals in Turkey conditions but also for selecting the individuals with superior performance before importation. Consequently, the genotypic evaluations on the cattle to be imported may be required to achieve sustainable and profitable production in livestock.

Acknowledgment

The authors gratefully thank Tabiat Agriculture Farm (Bursa) for their assistance. This study does not contain any invasive procedures in animals performed by any of the authors. Thus, no ethics statement is required for this work because the samples were obtained from flowing blood in the slaughterhouse.

References

- Allais S, Journaux L, Leveziel H, Payet-Duprat N, Raynaud P, Hocquette JF, Lepetit J, Rousset S, Denoyelle C, Bernard-Capel C, Renand G (2011): Effects of polymorphisms in the calpastatin and mu-calpain genes on meat tenderness in 3 French beef breeds. *Journal of Animal Science*, 89: 1-11.
- Ardıçlı S, Samli H, Dincel D, Soyudal B, Balci F (2017): Individual and combined effects of *CAPNI*, *CAST*, *LEP* and *GHR* gene polymorphisms on carcass characteristics and meat quality in Holstein bulls. *Archives Animal Breeding*, 60: 303-313.
- Ardıçlı S, Samli H, Vatansever B, Soyudal B, Dincel D, Balci F (2019): Comprehensive assessment of candidate genes associated with fattening performance in Holstein-Friesian bulls. *Archives Animal Breeding*, 62: 9-32.
- Bhuiyan MSA, Kim N, Cho Y, Yoon D, Kim KS, Jeon JT, Lee JH (2009): Identification of SNPs in MYOD gene family and their associations with carcass traits in cattle. *Livestock Science*, 126: 292-297.

5. Botstein D, White RL, Skolnick M, Davis RW (1980): Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American Journal of Human Genetics*, 32: 314-331.
6. Casas E, Shackelford SD, Keele JW, Koohmaraie M, Smith TP, Stone RT (2003): Detection of quantitative trait loci for growth and carcass composition in cattle. *Journal of Animal Science*, 81: 2976-2983.
7. Casas E, White SN, Riley DG, Smith TP, Breneman RA, Olson TA, Johnson DD, Coleman SW, Bennett GL, Chase CC (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: 13-19.
8. Curi RA, Chardulo LAL, Giusti J, Silveira AC, Martins CL, de Oliveira HN (2010): Assessment of GH1, CAPN1 and CAST polymorphisms as markers of carcass and meat traits in *Bos indicus* and *Bos taurus*-*Bos indicus* cross beef cattle. *Meat Science*, 86: 915-920.
9. Curi RA, Krauskopf MM, Hadlich JC, Fortes MRS, Vankan DM, Augusto J, Silva V, de Oliveira HN, da Mota MDS (2012): Candidate SNPs for carcass and meat traits in Nelore animals and in their crosses with *Bos taurus*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47: 294-301.
10. Falconer DS (1960): Introduction to quantitative genetics. Oliver and Boyd Ltd, Edinburgh, Great Britain, p: 58.
11. 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: 36-45.
12. Gill JL, Bishop SC, McCorquodale C, Williams JL, 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: 36-47.
13. Kisacova J, Kubek A, Melus V, Canakyova Z, Rehout V (2009): Genetic polymorphism of Myf-5 and myostatin in Charolais breed. *Journal of Agrobiolology*, 26: 7-11.
14. Lacorte G, Machado M, Martinez M, Campos A, Maciel R, Verneque RS, Teodoro RL, Peixoto MGCD, Carvalho MRS, Fonseca CG (2006): DGAT1 K232A polymorphism in Brazilian cattle breeds. *Genetics and Molecular Research*, 5: 475-482.
15. Le Hir H, Nott A, Moore MJ (2003): How introns influence and enhance eukaryotic gene expression. *Trends in Biochemical Sciences*, 28: 215-220.
16. Li C, Basarab J, Snelling W, Benkel B, Murdoch B, Hansen C, Moore SS (2004): Assessment of positional candidate genes myf 5 and igf 1 for growth on bovine chromosome 5 in commercial lines of *Bos taurus*. *Journal of Animal Science*, 82: 1-7.
17. Li X, Ekerljung M, Lundstrom 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: 153-158.
18. Lisa C, Di Stasio L (2009): Variability of μ -calpain and calpastatin genes in cattle. *Italian Journal of Animal Science*, 8: 99-101.
19. Miquel MC, Villarreal E, Mezzadra C, Melucci L, Soria L, Corva P, Schor A (2009): The association of CAPN1 316 marker genotypes with growth and meat quality traits of steers finished on pasture. *Genetics and Molecular Biology*, 32: 491-496.
20. Nei M, Roychoudhury A (1974): Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. *Genetics*, 76: 379-390.
21. Page BT, Casas E, Heaton MP, Cullen NG, Hyndman DL, Morris CA, Crawford AM, Wheeler TL, Koohmaraie M, Keele JW, Smith TPL (2002): Evaluation of single-nucleotide polymorphisms in CAPN1 for association with meat tenderness in cattle. *Journal of Animal Science*, 80: 3077-3085.
22. Pintos D, Corva PM (2011): Association between molecular markers for beef tenderness and growth traits in Argentinian angus cattle. *Animal Genetics*, 42: 329-332.
23. Sambrook J, Russell DW (2006): Isolation of high-molecular-weight DNA from mammalian cells using formamide, chapter 6.13. In *Cold Spring Harbor protocols*, 3rd ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY. doi:10.1101/pdb.prot3225.
24. Seong J, Oh JD, Cheong IC, Lee KW, Lee HK, Suh DS, Jeon GJ, Park KD, Kong HS (2011): Association between polymorphisms of Myf5 and POU1F1 genes with growth and carcass traits in Hanwoo (Korean cattle). *Genes & Genomics*, 33: 425-430.
25. Smith T, Thomas M, Bidner T, Paschal J, Franke D (2009): Single nucleotide polymorphisms in Brahman steers and their association with carcass and tenderness traits. *Genetics and Molecular Research*, 8: 39-46.
26. Trakovicka A, Moravcikova 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: 783-787.
27. Yeh FC, Yang RC, Boyle TB, Ye Z, Mao JX (2000): POPGENE, the user-friendly shareware for population genetic analysis. Molecular biology and biotechnology centre, University of Alberta, Canada.
28. Zhang RF, Chen H, Lei CZ, Zhang CL, Lan XY, Zhang YD, Zhang HJ, Bao B, Niu H, Wang XZ (2007): Association between polymorphisms of MSTN and MYF5 genes and growth traits in three Chinese cattle breeds. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20: 1798-1804.

Ruminant Hayvanların Beslenmesinde Guar Fasulyesi K syesinin Kullanımı

Arzu Erol Tun¹, Yusuf Cufadar²

¹Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Lalahan/ANKARA

²Seluk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Selçuklu/KONYA

Geliş Tarihi / Received: 12.09.2018, Kabul Tarihi / Accepted: 17.05.2019

 zet: Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*); kuraklığa dayanıklı, yazlık olarak yetiştirilen, tek yıllık bir baklagil olup insan ve hayvan tüketime yönelik olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Guar fasulyesinin birincil ürünü guar sakızı olup, sakız çıkarıldıktan sonra kalan guar k syesi yan ürün olarak üretildiği için nispeten ucuz ve yüksek protein içeriğine sahip bir yem hammaddesidir. Guar fasulyesi k syesi, yüksek protein içeriği sebebi ile genellikle soya fasulyesi k syesi yerine kullanılmakta olup galaktomannan ve saponin içeriğinden dolayı antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Bu derlemede guar fasulyesinin yan ürünü olan ve ruminant hayvanların beslenmesinde yüksek protein içeriği ile soya fasulyesi k syesine alternatif olabilecek guar fasulyesi k syesi üretimi, besin madde içeriği, antinurisyonel faktörleri ve ruminant hayvanların beslenmesinde kullanımına yönelik yapılan çalışmalar hakkında bilgiler verilecektir.

Anahtar kelimeler: Guar, guar fasulyesi k syesi, ruminant besleme, alternatif yem hammaddesi

Use of Guar Meal in the Feeding of Ruminant Animals

Abstract: Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) is a single-year-old leguminous, drought-tolerant, summer-growing, and cultivated for human and animal nutrition. The primary product of guar bean is guar gum and the guar meal which is a feed ingredient having a relatively inexpensive and high protein content since it is produced as a residual by-product after the gum has been removed. The guar bean meal also has antimicrobial activity due to the content of galactomannan and saponin which is usually used instead of soybean meal because of its high protein content. In this review, information on the production, nutrient content, anti-nutritional factors and the utilization of guar bean meal that can be an alternative to soybean meal with high protein content in the feed of ruminant animals and is a by-product of the guar bean will be given for ruminant animals.

Key words: Guar, guar bean meal, ruminant nutrition, alternative feed

Giriş

Guar fasulyesi (*Cyamopsis tetragonoloba*), kuraklığa dayanıklı yazlık olarak yetiştirilen tek yıllık bir baklagil bitkisi olup, insan ve hayvan tüketime yönelik olarak yetiştirilmektedir [1, 2]. Guar fasulyesi, yaygın olarak Hindistan ve Pakistan başta olmak üzere, ABD, Avustralya ve Afrika'nın yüksek düzlüklerinde ve yarı kurak bölgelerde de yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dünya çapındaki üretim yaklaşık % 90'ı Hindistan ve Pakistan'da gerçekleşmektedir [3].

Guar fasulyesi kuraklığa karşı dayanıklı dolayısıyla su ihtiyaı d şuk ve birçok toprak tipinde yetiştirilmeye uygun bir bitkidir. Bitkinin en iyi gelişimi sağlaması için; tam güneş işiği, hafif sıklıkta yağan yağmurlar ve iyi drene edilmiş toprak gerekmektedir. Yapılan bir çalışmada guar fasulyesinin 20 cm sıra aralığında belirlenen en yüksek yeşil ot verimi 2323,7 kg da⁻¹ olup kuru ot verimi ise 714,1

kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir [4]. Farklı bir çalışmada farklı dönemlerde ekimi yapılan guar fasulyeleri tane verimi 381 - 1399 kg ha⁻¹ arasında verim tespit edilmiştir [5]. Baklagil yem bitkilerinden olan soya fasulyesinin yeşil ot verimi ve kuru madde verimi ise farklı bir araştırmada sırasıyla 522- 2101 kg/da ve 204-805 kg/da olarak tespit edilirken [6] bir başka çalışmada ele alınan hat ve çeşitlerin tane verimleri dekara 281 kg ile 498 kg arasında tespit edilmiştir [7]. Ot verimleri yönünden guar ve soya fasulyeleri karşılaştırıldığında birbirlerine yakın değerlere sahip oldukları, tohum verimleri yönünden karşılaştırıldıklarında ise soya bitkisinin daha yüksek verime sahip olduğu gözlenmektedir. Fakat bahsi geçen çalışmalar farklı ekolojik Şartlarda yürütülmüş olup aradaki verim farkının daha iyi anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç vardır. Guar fasulyesi baklagiller familyasından olması sebebi ile kendisi ve kendisinden sonraki ürün için

toprağa azot bağlayarak verimliliğinin sürdürülmesine yardımcı olmaktadır [2].

Guar fasulyesinin birincil ürünü olan guar sakızı; gıda ve yağ endüstrilerinde emülgatör, koyulaştırıcı ve stabilizatör olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır [8]. Sakız çıkarıldıktan sonra kalan küspe yüksek sıcaklıkta işlenir. Isıl işlem ile tripsin inhibitörleri inaktif hale gelir böylece guar fasulyesi küspesinin (GFK) besleyici değeri ve sindirilebilirliği artırılır. Guar fasulyesi küspesi, guar sakızı üretiminin yan ürünü olarak üretilen nispeten ucuz ve yüksek proteinli bir yem hammaddesi olup [8] genellikle soya fasulyesi küspesi (SFK) yerine sığırların beslenmesinde kullanılmaktadır [9]. Ayrıca, guar bitkisi ruminant hayvanlarının beslenmesinde kaba yem kaynağı olarak taze, kurutulmuş ya da silajı yapılarak da kullanılabilir. Kaba yem kaynağı olarak yetiştiriciliği yapılan guar bitkisi; yem bitkilerinin önemini ve kaliteli kaba yem ihtiyacının gün geçtikçe arttığı ülkemizde, bir alternatif kaba yem kaynağı olarak, dikkati çekebilecek yazlık baklagil yem bitkisi de olabilecek durumdadır [10].

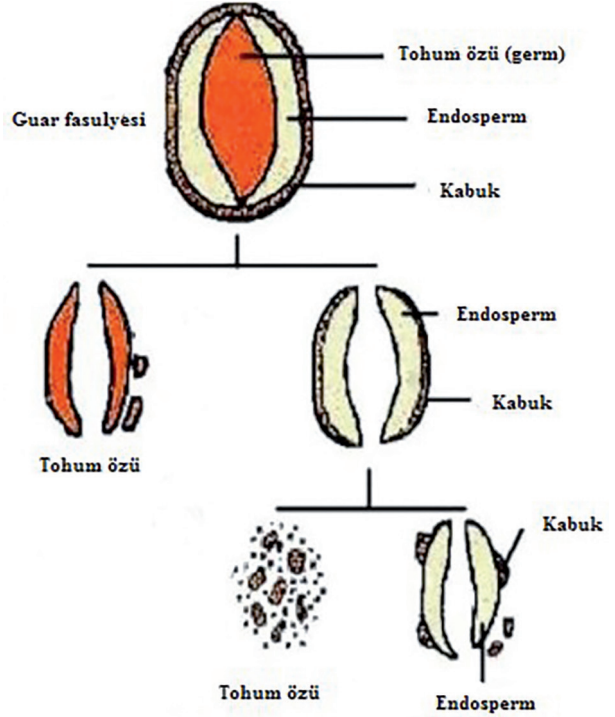
Bu derlemede guar fasulyesinin yan ürünü olan ve ruminant hayvanların beslenmesinde yüksek protein içeriği ile SFK'ne alternatif olabilecek GFK'nin üretimi, besin madde içerikleri, antinutrisyonel faktörleri ve ruminant hayvanların beslenmesinde kullanımı ile ilgili bilgiler verilecektir.

Guar Sakızı ve Guar Fasulyesi Küspesi Üretimi

Guar fasulyesi üç fraksiyondan oluşmakta olup bu fraksiyonlar endosperm, kabuk ve tohum özü (germ)'dür. Bu fraksiyonlar guar fasulyesinin sırasıyla, %35-42, % 14-17 ve % 43-47'sini oluşturmaktadırlar [11].

Guar sakızı üretmek amacıyla ham guar fasulyesi yıpratma değirmenlerine dökülerek fasulyelerin kırılması sağlanır ve daha sonra 14 gözlü bir elekten geçirilir. Elekten geçirilen kırık guar fasulyesinin tohum özü fraksiyonu, elekten geçebilecek partikül boyutuna sahip olduğu için ayrılır. Kalan fraksiyonlar 93.3 °C ile 105 °C arasında sıcaklığa sahip bir döner fırın içinden geçirilir. Isı, guar endospermının ve kabuk fraksiyonlarının ayrılmasına yardımcı olur. Endosperm ve kabuk fraksiyonu mikro değirmenler olarak bilinen ikinci bir değirmen takımından geçirilerek kabuk kısmının parçalanması ve daha iri halde kalan endosperm kısmı 18

gözlü bir elekten daha geçirilerek guar endospermi ve kabuk fraksiyonları birbirinden ayrılır (11).



Resim 1. Guar sakızı üretimi [12]

Guar sakızı akışkan olup, soluk kirli beyaz renklidir. İri taneli veya toz formlarda üretimi yapılmaktadır. Guar sakızı üretimi ile yan ürün olarak guar tohum özü ve kabuk fraksiyonları ortaya çıkmaktadır. Guar fasulyesi küspesi guar tohumunun tohum özü ve kabuk kısımlarından oluşur. Guar fasulyesinin tohum özü ve kabuk miktarları sabit değildir, küspe elde edilirken bu miktarlar değişiklik gösterir. Ayrıca, tohum özü ve kabuk fraksiyonlarının guar sakızı ile kontaminasyon derecesi de farklı olup ticari GFK içinde bulunan guar sakızı miktarı da farklılık gösterir [8]. Guar fasulyesi ağırlıklı olarak guar sakızı elde etmek amacıyla üretilmektedir. Guar sakızı; bir galaktomannan polisakaridi olup danenin endosperm kısmında bulunmaktadır. Guar sakızı, guar fasulyesinin ağırlığının yaklaşık % 13-18'ini oluşturmaktadır [13]. Ticari olarak satışa sunulan guar sakızı yaklaşık % 8-14 nem, % 75-85 galaktomannan, % 5-6 ham protein (HP), % 2-3 ham selüloz (HS) ve % 0.5-1.0 ham kül (HK) içermektedir [14]. Guar sakızı, gıda ürünlerinde bağlayıcı veya kıvam artırıcı olarak çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Şeker, dondurma, konserve et, makarna, puding, gazlı içecek üretimi ve peynir üretiminde

stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Guar sakızının bu tip gıdaların üretiminde tekstürü iyileştirdiği ve nem dağılımını kontrol ederek lezzetini arttırdığı bildirilmiştir [2]. Boya, kozmetik ve ilaçlarda koyulaştırma ajanı olarak kullanılan guar sakızının aynı zamanda petrol, bez ve kağıt, patlayıcı madde üretimleri ile maden gibi çeşitli endüstriyel kullanım alanları da mevcuttur [11].

Ülkemizde guar sakızı üretimi dolayısıyla GFK üretimi yapan tesis bulunmamasıyla birlikte guar bitkisinin üretimi ile ilgili girişimler özel sektör, bazı kamu kurumları ve üniversitelerde başlatılmış olup çalışmaların yaygınlaşması ve hayvan besleme açısından alternatif yem bitkisi olarak öneminin anlaşılmasıyla önümüzdeki yıllarda GFK üretiminin ülkemiz sınırları içerisinde de yapılabileceği öngörülmektedir.

Guar Fasulyesi KÜspesinin Besin Madde İçeriği

Guar fasulyesi küspesinin besin madde içeriğini belirlemek amacıyla farklı araştırmacılar tarafından yapılmış çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre; GFK'nin minimum HP içeriği %50 olarak tespit edildiği bildirilmiştir [8]. Yapılan bir başka çalışmada ise GFK'nin HP seviyesinin %62.33 olarak bulunduğu bildirilmiştir [15]. Konuyla ilgili olarak yapılmış diğer çalışmalarda ise GFK'nin HP seviyesinin % 43.60 [16], % 45.37 [17], % 48.07 [18] ve % 39.67 [3] olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonuçlarında bulunan değerlerin GFK'nin HP içeriği açısından SFK'nin yerine kullanılabilir alternatif bir protein kaynağı olabileceğini göstermektedir. Guar fasulyesi küspesi aminoasit (aa) içerikleri bakımından incelendiğinde ise; %3.22 lizin, %0.79 sistin, %1.94 treonin, %3.62 arginin, %3.7 lösin, %0.73 metiyonin, %1.51 metiyonin+sistin, %0.68 triptofan, %2.31 izölösün ve %2.35 valin içerdiği bildirilmiştir [19]. GFK'nin aa içeriği SFK ile kıyaslandığında; metiyonin ve lizin içeriğinin SFK'ya göre daha düşük olduğu bildirilmiş olmasına rağmen [20], düşük maliyet ve daha düşük tripsin inhibitörü içermesi gibi avantajlara sahip olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir [21, 22].

Guar fasulyesi küspesine ait ham yağ (HY) içeriği farklı araştırmacılar tarafından %5 [8], %7.22 [15], %5.5 [16], %4.52 [17], %5.21 [18] olarak belirlenmiş olup aynı çalışmalarda SFK'nin HY içerikleri ise; %1 [8], %7.19 [15], %2.3 [16], %1.60

[17] olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları incelendiğinde GFK'nin HY içeriğinin SFK'dan daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kuru madde (KM) ve HK içeriklerine dair araştırma sonuçları incelendiğinde ise GFK'ne ait değerler sırası ile %97.40-%6.92 [15], %93.6-%5.9 [16], %93.30-%5.60 [18] olarak tespit edilmiş olup bir başka çalışmada GFK'nin HK içeriği %5.87 [18] olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmalarda SFK'ne ait KM ve HK değerleri sırasıyla %95.77-%6.42 [15], %91.5-%9.9 [16], %90-%8.50 [18] olduğu bildirilmiştir. Araştırma sonuçları incelendiğinde KM ve HK değerlerinin GFK'de bir miktar daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

Bir hayvanın canlı ağırlığının %'si olarak, tüketileceği yem miktarının tahmin edilmesine dayanan kuru madde tüketiminin (KMT) hesaplanmasında kullanılan nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ile o yemin hayvan tarafından sindirilebilirliğinin belirlenmesinde kullanılan asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) içeriklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalardan elde edilen verilere göre GFK sırasıyla ; %31.22-%17.77 [17], %31.22-%17.77 [3] NDF ve ADF değerlerine sahiptir. Bir başka çalışmada ise GFK'nin %18.93 oranında NDF içerdiği belirtilmiştir [15]. SFK'ne ait veriler incelendiğinde ise NDF ve ADF miktarları sırası ile; % 13.64-% 8.80 [17] olarak belirlenmiş olup farklı bir çalışmada ise SFK'nin NDF içeriği %9.28 olarak tespit edilmiştir [15].

Guar fasulyesi küspesi ve SFK HS içerikleri açısından karşılaştırıldığında; yapılan çalışma sonuçlarına göre sırasıyla; %6.8-%3 [8], %12.54-%8.54 [17] HS içerdiği farklı bir çalışmada [18] ise GFK'nin HS içeriği %7.1 olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde SFK'nin HS içeriğinin GFK'den daha düşük olduğu gözlenmektedir.

Guar fasulyesi küspesinin makro-mineral ve mikro-mineral içeriklerinin incelendiği bir çalışmada Ca, P, Mg ve K içerikleri ise sırasıyla % 1.14, % 3.0, % 2.5 ve % 0.91; Zn, Cu ve Mn gibi mikro-mineral içerikleri ise sırasıyla 35 ppm, 21 ppm ve 15 ppm olarak belirlenmiştir [18]. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışma sonuçlarından elde edilen bilgiler ışığında GFK'nin besin madde içerikleri Tablo 3.1' de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlara göre GFK'nin besin madde içerikleri

Araştırmacılar	Besin Madde İçerikleri, %						
	KM	HK	HP	HY	NDF	ADF	HS
Sharif et al., (2014)	-	-	39.67	-	31.22	17.77	-
Salehpour and Qazvinian, (2011)	-	-	50	5.0	-	-	6.8
Soleimani et al., (2015)	97.40	6.92	62.33	7.22	18.93	-	-
Habib et al., (2013)	93.6	5.9	43.6	5.5	-	-	-
Garg et al., (2012)	93.30	5.60	45,37	4,52	31.22	17.77	12.54
Logaranjanai, (2015)	-	5.87	48.07	5.21	--		7.1

KM: Kuru madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, NDF: nötr deterjanda çözünemeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünemeyen lif, HS: Ham selüloz

Antinutrisyonel Faktörleri

Yapılan çeşitli çalışmalarda GFK'de saponin, β -mannan ve tripsin inhibitörü gibi antinutrisyonel faktörlerin varlığı kanıtlanmıştır. [23].

Araştırmacılar tarafından; GFK'nin yüksek HP içeriği ve yüksek lisin ve arjinin içeriği ile iyi bir protein kaynağı olarak kabul gördüğü bildirilmiş [24] bununla birlikte GFK'nin, broylerlerde yem değerlendirme katsayısı ile ve büyüme performansını etkileyen tripsin inhibitörü ve galaktomannan gibi bazı antinutrisyonel faktörleri içerdiği de belirtilmiştir [25]. Guar sakızında bulunan β -mannan, saponinler ve tripsin önleyiciler gibi beslenmeyi olumsuz etkileyen bileşenler, broyler rasyonlarında GFK kullanımını sınırladığı tespit edilmiş olup ısıtılmanın antinutrisyonel bileşen konsantrasyonunun azaltılmasında pozitif etkisi olduğu görülmüştür [9]. Avrupa'da, Milano merkezli bir şirket tarafından, GUAR 50PF (Pro-Fat) ve Guar 60PF (Pro-Fat) gibi bir dizi GFK ürününün üretildiğini, küspe üretme işleminin ardından bir ısıtılma işlemi (3 dakika 120-130°C) uygulanırsa Guar 70PFR'nin elde edildiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [26]. Araştırmacılar Guar 60PF ile Guar 70PFR'nin sırasıyla 3.36-3.15 mg/g tripsin inhibitörü, %1.71-%1.35 tanen, %0.38-%0.32 saponin ile %1.62-%1.23 fitik asit içerdiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar GFK'nin antinutrisyonel faktörleri inhibe etmek için ısıtılma tabii tutulduğunu ve bu işlemin ürünün sindirilebilirliğini ve lezzetini önemli ölçüde artırdığını belirtmişlerdir [27].

Guar fasulyesi küspesi ruminantlar için galaktomannan ve saponin içeriğinden dolayı antimikrobiyal aktiviteye sahip olabilecek faydalı bir besin maddesi olma özelliğine de sahip olabileceği bildirilmiştir [11].

Yem katkı maddeleri olarak antibiyotik kullanımı ile ilgili olası sorunların farkındalığının artması, alternatif kullanımları belirleme çabalarını harekete geçirmiştir. Probiyotikler, prebiyotikler [27], organik asitler [28] ve tıbbi ve aromatik bitkiler [29, 30] hastalıkları tedavi etmek veya önlemek için kullanılmıştır. Bu bitkiler arasında, hayvan sağlığı üzerinde birçok yararlı etkiye sahip olan quillaja ve yucca saponinleri bulunmaktadır [31]. Bu bitkilerin dışında GFK %13-18 oranında galaktomannan sakızı [13], %5-13 oranında ise saponin içermektedir [11].

Son yıllarda yapılan birçok çalışmada saponinlerin rumen fermantasyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Rumende anaerobik fermentasyon sırasında yaklaşık %2-12 arasında metan (CH₄) üretilmesi [32] brüt enerji kaybına, çevrede sera gazı emisyonlarının artmasına ve küresel ısınma gibi ekolojik problemlere neden olmaktadır [33]. Yem katkı maddesi olarak kullanılan saponinlerin metan emisyonunu baskılayıcı özelliklerinin olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [34, 35]. Saponinlerin aynı zamanda rumen ciliata protozoalarını inhibe edici [36, 37] bağırsak geçirgenliğini artırarak besinlerin emilim oranlarını artırıcı [38], rumenden bağırsağa mikrobiyal protein akışını artırıcı ve yemden yararlanmayı olumlu yönde etkileyici özelliklerinin olduğu bildirilmiştir [31].

Guar fasulyesi küspesinin ruminant beslemede kullanımı

Guar fasulyesi küspesinin ruminant hayvanlarda kullanımı ile ilgili yapılan bazı çalışmaların sonuçları incelenmiş olup çalışma sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Mısır maddelerinde rasyonda GFK'nin yeni bir protein kaynağı olarak kullanılmasının etkile-

rini değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmalarının ilk aşamasında araştırmacılar [9]; konsantre yem karışımında ayçiçeği küspesi proteininin yerine %0, %15, %30, %45, %60 ve %75 oranında GFK kaynaklı proteinin ikame edildiği çalışmada in vitro gaz üretiminde, in vitro KM ile in vitro OM sindirilebilirliğinde artış olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise; ortalama 450 kg CA ve aynı laktasyon döneminde bulunan 20 manda ile oluşturulan dört grup ile çalışılmış, ilk çalışmanın sonuçlarına bağlı olarak konsantre yemin içerisinde ATK yerine %0, %6, %8 ve %10 GFK içeren yem karması ile yemlenmişlerdir. Gerçek süt verimi ve düzeltilmiş süt verimi rasyonda artan GFK seviyesi ile artış göstermiş olup konsantre yem karışımında %0, 6, 8 ve 10 oranında GFK ile beslenen mandaların süt verimleri sırası ile 8.29, 12.26, 13.59 ve 14.11 kg/gün olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonunda ise araştırmacılar rasyonda GFK düzeyinin artmasıyla her kg süt verimi başına ortalama yem maliyetinin düştüğünü bildirmişlerdir.

Laktasyondaki Holstein ineklerde farklı seviyelerde GFK kullanmanın performans ve kan metabolitleri üzerine etkilerini belirlemek için yapılan bir çalışmada araştırmacılar [8], rasyonda %0, 50, 75 ve 100 düzeylerinde bulunan pamuk tohumu küspesi (PTK) GFK ile ikame edilerek rasyonlar izokalorik ve izonitrojenik olarak dengelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; KM tüketimi ve süt verimleri, % 0 oranında GFK ile beslenen grupta daha yüksek olup, en düşük grup ise %100 PTK yerine GFK tüketen grupta gözlenmiştir. Düzeltilmiş süt veriminde ise istatistiksel açıdan önemli farklılıklara rastlanmamıştır. Sütteki yağ ve protein yüzdesi ile süt verimi % 50 PTK yerine GFK içeren grupta en yüksek olurken, sütteki laktoz miktarı ile Ca miktarı arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Süt üre azotu ve kan üre azotu denemede kullanılan rasyonlardan önemli ölçüde etkilenmemiştir. Laktasyondaki süt ineklerinde, rasyonda % 5'ten fazla GFK kullanıldığında lezzet sorunları bildirilmiş olup % 10-15 GFK içeren rasyonlarla beslenen süt inekleri ve düvelerin, birkaç gün sonra GFK'nin kokusu ve tadını tanımış oldukları bildirilmiştir. Araştırmacılar yapmış oldukları bu çalışmanın neticesinde, PTK'nın % 50'sinin GFK ile ikame edilmesinin performans üzerinde en iyi etkisinin olduğu sonucuna vardıklarını bildirmişlerdir.

Sahiwal ırkına ait buzağılarda PTK yerine kısım veya tamamen GFK kullanımının besin madde tüketimi, sindirilebilirlik, büyüme performansı ve ekonomi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yürütülen çalışmada araştırmacılar [3]; %15 PTK, %15 GFK ve %7.5 PTK + %7.5 GFK içeren üç farklı rasyon ile besleme yapmışlar, yem tüketimi ve sindirilebilirlik açısından istatistiksel açıdan önemli farklılıklara rastlanmadığını bildirmişlerdir. Kan şekeri, kan proteini ve kan üre azotu konsantrasyonlarında herhangi bir değişime rastlanmadığını, canlı ağırlık artışının da rasyondaki PTK'nın GFK ile değiştirilmesinden etkilenmediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar; GFK içeren rasyonun PTK temelli rasyondan daha ucuza mal edildiğini, yürütülen çalışmanın rasyondaki PTK'nın GFK ile değiştirilmesinin, buzağılarda büyüme performansı üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmaksızın ekonomik rasyon formülasyonuna yardımcı olabileceğini bildirmişlerdir.

GFK'nin 30 adet Sudan çöl koyununda besi performansı ve sindirilebilirlik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada [39]; rasyonlarda yer fıstığı kabukları yerine farklı seviyelerde (%0, %10, %20, %30 ve %40) GFK kullanılmıştır. Kuru madde tüketiminde (g/kg CA), rasyona % 20 veya % 30 düzeyinde GFK dahil edildiğinde önemli ölçüde artış gözlenirken, diğer seviyelerde belirgin şekilde düşüş gözlenmiştir. Organik madde ve HP sindirilebilirliği rasyonda GFK'nin artan oranıyla önemli ölçüde artış göstermiştir. Naylon torba tekniğine göre KM sindirilebilirliklerinin de belirlendiği çalışmada 24. saat sonunda GFK tamamen sindirilmiştir. Araştırmacılar rasyona GFK ilavesiyle (tüm seviyelerde) CA'larda bir miktar artış olduğunu, rasyona ilave edilecek en uygun oranın %30 olduğu sonucuna varmışlardır.

Ruminant rasyonlarında SFK yerine GFK ikamesine ilişkin son yıllarda yapılan bazı çalışmalar [39, 40] sonuçlarına göre özellikle düşük seviyelerde GFK içeren rasyonla beslenen hayvanlar için [8,41] daha yüksek performans değerlerinin görüldüğü bildirilmiştir. Bu çalışmalarda rasyonda artan GFK'nin hayvanlarda meydana getirdiği düşük performansın sebebinin GFK proteininin SFK'ya kıyasla daha yüksek rumen parçalanabilirliğine sahip olmasından kaynaklanıyor olabileceği kanısına varılmıştır [42].

Pakistan'da içerisinde GFK'nın da bulunduğu 15 farklı bitkisel protein kaynağının, rumen kanüllü NiliRavi mandaları kullanılarak in situ teknik ile rumen parçalanabilirlik özellikleri açısından değerlendirildiği bir çalışmada araştırmacılar; SFK'nın kolay çözünebilen fraksiyonu a, rumen mikroorganizmaları tarafından parçalanmış fraksiyonu b, parçalanma hız sabiti c ile rumenden geçiş hız sabiti (k) değerlerinin 0.02, 0.05 ve 0.08 olarak baz alındığı bu çalışmada, etkin rumen protein parçalanabilirlik değerleri sırası ile %16.45, %71.77, 0.1776h⁻¹, %80.51, %71.72 ve %65.60 olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada GFK için bu değerler ise sırası ile; %22.74, %72.54, 0.1523 h⁻¹, %86.82, %77.26, %70.20 olarak hesaplanmıştır [42]. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde GFK'nın SFK'ya göre rumende daha yüksek protein parçalanabilirliğine sahip olduğu görülmektedir.

Farklı bir çalışmada ise; SFK'nın kolay çözünebilen fraksiyonu a, rumen mikroorganizmaları tarafından parçalanmış fraksiyonu b, parçalanma hız sabiti c ile rumenden geçiş hız sabiti (k) 0.02, 0.05 ve 0.08 olarak baz alındığında etkin rumen protein parçalanabilirlik değerleri sırası ile %16.8, %81.4, 0.129h⁻¹, %86.9, %75.0 ve %66.5 olarak belirlenmiş olup aynı değerler sırası ile GFK için ise; %18.4, %73.5, 0.109h⁻¹, %81.5, %71.7 ve %61.3 olarak tespit edilmiştir [16]. Bu çalışmada ise bir önceki çalışmada bildirilen değerlerin aksine GFK'nın etkin rumen parçalanabilirlik değerleri SFK'dan daha düşük bulunmuştur. Yayınlanan çalışma sonuçları arasındaki farklılıkların sebebinin; yem numunelerinin kimyasal kompozisyonundan [43] kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. SFK yerine farklı düzeylerde (% 0, 33, 67 ve 100) GFK kullanımının etkilerini değerlendirmek amacı ile yapılan çalışmada [15]; araştırmacılar SFK'dan gelen proteinin yerine %67'ye kadar olan seviyelerde GFK'nın kuzu besi rasyonlarında kullanılabileceği kanaatine varılmıştır. Ancak araştırmacılar SFK'nın rumen sindirilebilirliği ve fermentasyon üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle GFK'nın % 33 oranında ikamesinin daha uygun olabileceğini bildirmişlerdir.

Guar tohumundan sakız (galaktomannan) izolasyonu ile % 55 - 60 HP içeren yüksek bir protein yan ürünü elde edildiğini, elde edilen bu yan ürünün, geviş getiren hayvanlarda ve geviş getirmeyen monogastrik hayvan rasyonlarında protein kaynağı

olarak kullanılabileceğini belirten araştırmacılar [44] GFK kullanarak ile bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada ısıtılmış (HP: 566 ve 580 g/kgKM; sırasıyla GM566 ve GM580) ve ısıtılmamış (HP: 594 g/kg KM; GM594P) GFK numunelerini kullanmışlardır. Araştırmacılar; GM566 ve GM580'in KM'sinin, in vitro inkübasyonun 24. saatinden sonra tamamen sindirildiğini, GM594P'nin ise yaklaşık % 7'sinin sindirilmeden kaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, GM566'nın yani ısıtılmış uygulanmamış GFK'nın KM sindirilebilirlik oranının diğer numunelerden daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

GFK'nın yüksek mannan içeriğine rağmen yüksek HP içeriği ve in vitro KM sindirilebilirliğine sahip olması nedeniyle ruminant hayvanlar için iyi bir alternatif yem hammaddesi olma potansiyeli sahip olabileceğini ifade eden araştırmacılar GFK'nın 24. ve 48. saatlerdeki in vitro KM sindirilebilirlikleri sırasıyla % 35 ve % 47; toplam uçucu yağ asidi üretimlerini ise 43.7 mmol ve 44.5 mmol olarak bildirmişlerdir [18]. Araştırmacılar çalışmalarının sonucunda rumendeki amonyak konsantrasyonu ile mikrobiyal protein sentezi arasında yüksek korelasyon olduğu kanaatine varmışlardır.

GFK'nın rumen parçalanabilirliğinin azaltılmasının verim üzerine etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada [45], GFK'nın %68-70 aralığında rumen parçalanabilirliğine sahip olduğu bildirilmiş olup, GFK'nın aldehid ile muamele edilmesi sonucu by-pass protein oranı % 72-75 değerlerine çıkarılmıştır. Çalışma sonucunda günlük hayvan başına 1 kg aldehid ile muamele edilmiş GFK tüketen süt sığırların aldehit ile muamele edilmemiş GFK tüketen süt sığırlarından 0,9 kg daha fazla süt, verdiği ve süt proteinin ise %0,2 oranında artış gösterdiği ifade edilmiştir.

Farklı seviyelerde guar tohum özü olarak bilinen guar germ ile beslenen Sudan Çöl Kuzularının besi performansının incelendiği bir çalışmada [46]; kuzular %0, % 15, %25 ve % 32 GG içeren 4 farklı rasyon ile beslenmiştir. Kuru madde tüketimleri ile deneme sonu canlı ağırlıklar açısından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklara rastlanmamış olup (P>0.05), günlük canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme katsayısı (YDK), rasyonda GG'nin değişen seviyelerinden önemli derecede (P

<0.05) etkilenmiştir. Araştırmacılar; GG'nin koyun yemlerine protein kaynağı olarak eklenebileceğini, rasyonda % 15 GG kullanılması ile canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme katsayısı açısından en iyi sonuçların elde edildiğini ve rasyonda GG'nin hayvan performansını etkilemeden % 25'e kadar kullanılabilirliği belirtmişlerdir.

Sonuç

Konuyla ilgili bilgi kısıtlı olmakla birlikte yapılan bazı çalışma sonuçlarına dayanarak guar fasulyesi küspesi; ruminant hayvanların rasyonlarına ilave edilebilecek alternatif bir yem hammaddesi olabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle kaba yem kaynağı olarak da kullanılabilir olan bu gibi yeni yem bitkilerinin ekiminin yaygınlaştırılması temel hedef olmalıdır. Bunun yanında besleme değerinin daha iyi anlaşılabilmesi açısından özellikle yüksek protein içeriği ile SFK'ne alternatif olabileceği düşünülen GFK ile ilgili sindirilebilirlik çalışmalarına öncelik verilmesinin faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Rahman M and Shafivr M (1967): Guar meal in dairy cattle rations. PhD Diss. Texas A&M Univ., College Station, TX.
- Whistler RL and Hymowitz T (1979): Guar: Agronomy, Production, Industrial Use and Nutrition. Purdue Univ., Press, West Lafayette, IN.
- Sharif M, Nazar M, Sultanji Bilal MQ, Shahid M and Hussain A (2014): Effect of replacing cotton seed cake with guar meal on growth performance and economics in sahiwal calves. The Journal of Animal & Plant Sciences, 24(Suppl. 1): 2014, Page: 28-32 ISSN: 1018-7081.
- Cebeci G, Gökkuş A ve Alatürk F (2016): Farklı ekim sıklığının sakız fasulyesinde (*Cyamopsis tetragonoloba*) ot verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi. Alnteri, Araştırma/Research Article, 30 (B) – 2016 53 - 59 ISSN:1307-3311.
- Sudhir S, Kulbhushan G, Sangamesh V A, Sultan H B, Brian S and Dawn VL (2016): Growth and (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes under different planting dates in the semi-arid southern high plains. American Journal of Plant Sciences, 7, 1246-1258.
- Erdoğan İ (2004): Farklı sıralara ekilen mısır ve soya bitkisinde ekim oranlarının bazı bitkisel özellikler ve yem verim etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Mert M ve İlker E (2016): Ana ürün koşullarında bazı soya (*Glycine max* (L.) Merrill) hat ve çeşitlerinin Aksaray bölgesine adaptasyonu üzerine çalışmalar. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2016, 25 (2):176-181.
- Salehpour M ve Qazvinian K (2011): Effects of feeding different levels of guar meal on performance and blood metabolites in Holstein lactating cows. Lucrări Ştiinţifice - vol. 55, Seria Zootehnie Page: 196-200.
- Walaa M Abdel-Wahab, Salah K Sayed, Reda AM Sabek, Mohamed S. Abbas and Hassan M. Sobhy (2016): Research article effect of

- using guar korma meal as a new source of protein on productive performance of buffalos. Asian J. Anim. Sci., 10 (6): 300-306.
- Açıkgöz E, Uzun A, Bilgili U and Sıncık M (2004): Yield and quality performances of forage type pea strains contrasting leaf types. European J. Agronomy, 22: 85-94.
 - Hassan SM (2008): Antimicrobial activities of saponin-rich guar meal extract. Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy.
 - Srivastava S, ANEES K. and Ramani R (2011): Promose of guar meal, Science reporter, November 2011, <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/13016/1/SR%2048%2811%29%2038-39.pdf>, Erişim Tarihi: 14.12.2018.
 - Lee JT, Connor-Appleton S, Haq AU, Bailey CA, and Cartwright AL (2004): Quantitative measurement of negligible trypsin inhibitor activity and nutrient analysis of guar meal fractions. J. Agric. Food Chem. 20:6492-6495.
 - Maier H., Anderson M, Karl C, Magnuson K, and Whistler RL (1993): Guar, locust bean, tara and fenugreek gums. Pages 81–1221 in Industrial Gums: Polysaccharides and Their Derivatives. R. L. Whistler, and J. N. BeMiller, eds. Acad. Press, London, UK.
 - Soleimani N, Malecky M, Aliarabi H, Zamani P and Dehghan-Banadaky M, (2015): In vitro evaluation of different substitution levels of soybean meal by guar meal in a fattening diet for lambs. Iranian Journal of Applied Animal Science 5(3), 615-621.
 - Habib G, Khan NA, Ali M and Bezabih M (2013a): In situ ruminal crude protein degradability of by-products from cereals, oilseeds and animal origin. Livest. Sci. 153, 81-87.
 - Garg MR, Kannan A, Shelke SK, Phondba BT and Sherasia PL (2012): Nutritional evaluation of some ruminant feedstuffs by in vitro gas production technique. Indian Journal of Animal Sciences 82 (8): 898–902.
 - Logaranjanai G, Banupriya S and Kathirvelan C (2015): Nutritional evaluation of guar meal by in vitro digestibility. International Journal of Science, Environment ISSN 2278-3687 (O) and Technology, Vol. 4, No 4, 2015, 1232 – 1235.
 - Heo P S, Lee SW, Kim D H, Lee G, Kim KH and Kim YY (2009): Various levels of guar meal supplementation on growth performance and meat quality in growing-finishing pigs. J. Anim. Sci., 87, E-Suppl. 2: 144.
 - Verma SVS and McNab JM (1984): Chemical, biochemical and microbiological examination of guar meal. Indian J. Poult. Sci. 19, 165-170.
 - Verma SVS and McNab JM (1982): Guar meal in diets for broiler chicks. Br. Poult. Sci. 23, 95-105.
 - Conner S (2002): Characterization of guar meal for use in poultry ration. PhD Thesis, Texas A&M Univ., College Station, Texas.
 - Acamovic T (2001): Commercial application of enzyme technology for poultry production. Worlds Poult. Sci. J. 57(3): 225-242.
 - Ahmed MB, Hamid RA, Ali ME and Hassan AB (2006): Proximate composition, antinutritional factors and protein fractions of guar gum seeds as influenced by processing treatments. Pakistan J. Nutr. 5(5): 481-484.
 - Saxena UC and Pradhan K. (1974): Effect of high protein level on the replacement value of guar meal in layer ration. Ind J Anim Sci. 44: 190-193.
 - Bençea MI and Şara A (2015): Nutritive traits and the use of guar meal in the nutrition of farm animals. Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies 72(2) / 2015 Print ISSN 1843-5262; Electronic ISSN 1843-536X DOI: 10.15835/buasvmcn-asb:11357.
 - Murry Jr AC, Hinton, Jr A and Morrison H (2004): Inhibition of growth of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, and *Clostridia perfringens* on chicken feed media by *Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus plantarum*. Int. J. Poult. Sci. 3:603-607.

28. Van Immerseel F, Russell JB, Flythe MD, Gantois I, Timberront L, Pasmans F, Haesebrouck F and Ducatelle R [2006]: The use of organic acids to combat *Salmonella* in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. *Avian Pathol.* 35:182-188.
29. Du A and Hu S (2004): Effects of herbal complex against *Eimeria tenella* infection in chickens. *J. Vet. Med.* 51:194-197.
30. Arab HA, Rahbari S, Rassouli A, Moslemi MH and Khosravirad F (2006): Determination of artemisinin in *Artemisia sieberi* and anticoccidial effects of the plant extract in broiler chickens. *Trop. Anim. Heal. Prod.* 38:497-503.
31. Sen S, Makkar HPS, Muetzel S, and Becker K (1998): Effect of *Quillaja saponaria* saponins and *Yucca schidigera* plant extract on growth of *Escherichia coli*. *Lett. Appl. Microbiol.* 27:35-38.
32. Johnson KA and Johnson DE (1995): Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 1995, 73: 2483-2492.
33. Hristov AN, McAllister TA, Van Herk FH, Cheng KJ, Newbold CJ and Cheeke PR (1999): Effect of *Yucca schidigera* on ruminal fermentation and nutrient digestion in heifers. *Journal of Animal Science*, 1999, 77: 2554-2563.
34. Santoso B, Mwenya B, Sar C and Takahashi J (2006): Ruminal fermentation and nitrogen metabolism in sheep fed a silage-based diet supplemented with *Yucca schidigera* or *Yucca schidigera* and nisin. *Animal Feed Science and Technology*, 2006, 129: 187-195.
35. Holtshausen L, Chaves AV, Beauchemin KA, McGinn SM, McAllister TA, Odongo NE, Cheeke PR and Benchaar C (2009): Feeding saponin-containing *Yucca schidigera* 73 and *Quillaja saponaria* to decrease enteric methane production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92: 3543-3543.
36. Teferedegne B (2000): New perspectives on the use of tropical plants to improve ruminant nutrition. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2000, 59: 209-214.
37. Hu WL, Liu JX, Ye JA, Wu YM and Guo YQ (2005): Effect of tea saponin on Rumen fermentation *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*, 2005, 120: 333-339.
38. Oleszek W, Junkuszew M and Stochmal A (1999): Determination and toxicity of saponins from *Amaranthus cruentus* seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999, 47: 3685-3687.
39. Ahmed Muna MM, El Hag FM and Awouda Manahil M (2000): The use of guar meal in the diet of sheep. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 9, 2000, 91 – 98.
40. Turki IY, Elkadier OA, El-Amin M, El. Zuber D and Hassabo AA (2011): Effect of Guar meals and oilseed cakes on carcass characteristics and meat quality attributes of beef cattle. *Bio. Res. Commun.* 1, 66-75.
41. Mahdavi M, Torbatinejad NM, Moslemipur F and Samiei R (2010): Evaluation of guar meal replacement potential instead of some conventional meals for feedlot lambs. Pp. 11-15 in *Proc. 28nd ASAP Biennial Conf.*, Armidale, Australia.
42. Marghazani B, Jabbar MA, Pasha TN and Abdullah M (2013): Ruminal degradability characteristics in vegetable protein sources of Pakistan. *J. Anim. Plant Sci.* 23, 1578-1582.
43. Gonzalez J, Andres S, Rodriguez AC and Alvir MR, (2002): *In situ* evaluation of the protein value of soybean meal and processed full-fat soybeans for ruminants. *Anim. Res.* 51 (2002) 455-464.
44. Danesh Mesgaran M, Jahani-Azizabadi H, Vatandoost M, Mojtahedi M, Abdi Gheze/jeh E, Vakili AR and Fanaie-Nokar A (2009): *In vitro* first order dry matter disappearance kinetics of guar meal. *Proceedings of the XIth International Symposium on Ruminant Physiology* sayfa: 148-149.
45. Garg M R, Bhandari BM, Sherasia PL, Gulati SK and Scott TW (2004): Significance of feeding protected protein meals for improving efficiency of milk production in developing countries, Paper presented at International Nutrition Conference-2004, Lahore.
46. Turki IY, Hassabo AA, Ahmed DE, Khogali NME, Talib AI, and Omer ME (2011): Effects of Feeding Different Levels of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) Germ on Fattening Performance of Sheep. VOL. 1, NO. 1, November 2011, *ARPN Journal of Science and Technology*.

Sığırlarda Kalpain ve Kalpastatin Gen Polimorfizmlerinin Et Tekstürünün İyileştirilmesi Çalışmalarında Kullanımı

Süleyman Kök¹, Sertaç Atalay², Güldan Vapur³, M. İhsan Soysal⁴

¹Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Edirne

²Tekirdaę Namık Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarı (NABİLTEM), Tekirdağ

³Trakya Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalı, Edirne

⁴Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Tekirdağ

Geliş Tarihi / Received: 29.05.2019, Kabul Tarihi / Accepted: 24.07.2019

Özet: Son yıllarda, tüketici tercihleri doğrultusunda et tekstürünün iyileştirilmesi konusuna ilgi artmış ve özellikle etçi sığır ırklarında bu özelliğini iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Etin gevrekliğinden üç enzim; μ -kalpain (CAPN1) ve m-kalpain (CAPN2) ile bunların inhibitörü olan kalpastatin (CAST) sorumludur. Yapılan çok sayıda çalışmada, kalpain-kalpastatin sisteminin normal iskelet kası gelişimi için önemli olduğu ve CAST ile CAPN1 lokuslarındaki bazı SNP'lerin et tekstürü ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Çalışmaların çoğunda, CAST ve CAPN1 gen polimorfizmleri ile *musculus longissimus dorsi* (MLD) kasının Warner Bratzler Shear Force (WBSF) tekstür bıçağının kesme direnci arasında bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Et sığırcılığında, kalpain geni (CAPN1 316, CAPN1 530 ile CAPN1 4751) ve kalpastatin geni (UoG-CAST, CAST-T1) ile bu genlerdeki varyantlar et tekstürü için aday gen olarak kabul edilmektedir. Sığır eti kalite özelliklerinin erken yaşta belirlenmesi için bu SNP'ler önemli bir fırsat sağlamaktadır. Genetik markır teknolojisinin, çiftlik hayvanlarının genetik gelişimi için gelecek vaad eden umut verici bir araç olduğu düşünölmektedir.

Anahtar kelimeler: CAPN1, CAST, et tekstürü, polimorfizm, sığır

The Use of Calpain and Calpastatin Gene Polymorphisms in the Improvement of Meat Texture in Cattle

Abstract: In recent years, interest in the improvement of meat tenderness in line with consumer preferences has increased and studies have been conducted to improve this feature especially in beef cattle breeds. Actually three enzyme which are μ -calpain (CAPN1) and m-calpain (CAPN2) and calpastatin (CAST) as their inhibitor are responsible for the process of meat tenderization. Numerous studies have reported that, the calpain-calpastatin system is important for normal skeletal muscle development and that some SNPs in CAST and CAPN1 loci are associated with meat sensitivity. The important relationship also between CAST or CAPN1 gene polymorphism and Warner Bratzler Shear Force (WBSF) of *musculus longissimus dorsi* (MLD) has been determined in most of the studies. In beef cattle, calpain (CAPN1 316, CAPN1 530, CAPN1 4751) and calpastatin (UoG-CAST, CAST-T1) gene and their variants in these genes are accepted as candidate genes for meat tenderness. These SNPs provide an important opportunity to determine beef quality characteristics at an early age. The genetic marker technology is thought to be a promising tool for the genetic development of livestock.

Key words: CAPN1, CAST, beef tenderness, polymorphism, cattle

Giriş

Günümüzde moleküler genetik alanındaki teknolojik gelişmelere paralel olarak, çiftlik hayvanlarını da kapsayan özgün moleküler genetik araştırma yöntemleri geliştirilmiş ve bu yöntemler pratik olarak hayvancılık işletmelerinde uygulanabilir hale gelmiştir. Özellikle canlılarda görölen polimorfizm ile ilgili moleküler genetik çalışmalar çiftlik hayvanlarında önem kazanmıştır. Polimorfizm, bir canlı popülasyonunda farklı allellere bağlı olarak

iki veya daha çok alternatif yapının görömesidir ve tüm birey düzeyinde olabildiği gibi, proteinler (protein polimorfizmi) veya DNA düzeyindeki farklılıklar (nükleotid polimorfizmi) şeklinde de görölmektedir [8]. Evcil hayvanların kantitatif özelliklerini kontrol eden genleri ve bu genler ile fenotipler arasındaki ilişkilerin ortaya konmasını amaçlayan Evcil Hayvanların Genomigi (livestock genomic) ve Avrupa Sığır Genom Haritası (Bovine Gene Mapping Project, BovMap) projeleri ile sı-

Ėırların markır genom haritaları çıkarılarak hayvan ıslahı çalışmalarında daha etkin araçlar haline getirilmiştir [3]. Avrupa Birliği tarafından finanse edilen başka bir proje kapsamında (GeMQual, QLRT-CT2000-0147, www.gemqual.org), Avrupa sığır ırklarındaki kantitatif verim özellikleri ile bu özellikleri determine eden aday genlerdeki Tek Nokta Polimorfizmleri (SNP) arasındaki iliŐkiler belirlenmiştir. Et kalitesine etkisi olan SNP'ler de araŐtırmaya d hil edilmiştir [19, 24, 38]. Bazı kantitatif özellikteki lokusların (QTL) moleküler olarak araŐtırılabilmesi hayvanların damızlık değerlerinin önceden tahmin edilmesinde daha ayrıntılı ve objektif veriler sağlayabileceği bildirilmektedir [42, 46]. Et sığırcılığında yaygın kullanım alanı olan gen markırları, bir genin (coding ve/veya non-coding bölge) DNA dizisindeki et verimi veya kalitesi ile ilişkili varyantlar olarak tanımlanmaktadır [17]. Tüketicisi memnuniyeti üzerinde büyük bir etkiye sahip olan et tekstürü, et kalitesinin önemli bir göstergesi olup sığır eti üretiminde en önemli konulardan biridir [36]. Et tekstürü, tüketicisi açısından, özellikle parça etlerde çok büyük öneme sahiptir. İnsan eti çiğneme ve yeme özelliğine en yakın tekstür ölçümünü yapan Warner Bratzler Shear Force (WBSF) cihazıdır [22]. Kesim sonrası ette, artan kalsiyum aktivitesi ile et tekstürü arasındaki olumlu iliŐkiden μ -kalpain (CAPN1) ve m-kalpain (CAPN2) ile bunların inhibitörü olan kalpastatin (CAST) enzimleri sorumludur [25, 31]. Çiftlik hayvanların normal iskelet kas gelişimi için de etkili olan CAPN1 ve CAST genleri, etlerin tekstürü ile ilgili aday genler olarak kabul edilmektedir [43]. Aday genlerin QTL'ından faydalanılarak, eti sığırların karkas ve et kalitesini geliŐtirmek için erken yaŐta markır destekli seleksiyonla (MAS) damızlık seçimi mümkündür [39, 48]. Sığır ıslahında, genetik markırların kullanılmasıyla yapılan endirekt seleksiyon yöntemi hayvan ıslahının etkinliğini arttırmaktadır [23]. Islah edilmesi istenen et tekstürüne ilişkin gen markırlarının kullanımı ile seleksiyonda isabet derecesinin arttırılabileceği düşünülmektedir [21]. ABD'de genetik markırlar kullanılarak et tekstürünün iyileŐtirilmesini amaçlayan bir seleksiyon programı ile hedeflenen baŐarının elde edileceği ve 20 yıl sonunda 7.6 milyar dolarlık ekonomik fayda sağlanacağı hesaplanmıştır [49]. Et tekstürüne ilişkin fenotipik testler, genellikle WBSF tekstür cihazıyla *MLD* kasına kesimden 7., 14. ve 21. gün sonra yapılan kesim

iŐleminde uygulanan kuvvetin Őiddetine göre yapılmaktadır [13]. Ancak, sığır eti gevrekliğini (tekstürünü) tanımlamak için WBSF değerlerine ilişkin bir referans aralığı geliŐtirilmemiŐtir. Referans olarak, sığır ırkları arası veya ırk içi markır genotiplerinden kaynaklı bireysel farklılıklara bağlı oluşan WBSF (kg/cm²) verileri tartıŐılmaktadır. Irk içi veya ırklar arası ölçülen sığır etlerinin WBSF değerleri yüksek olanlar, kas lif direnci yüksek etler olup sert olduğu, ölçülen düşük WBSF değerindeki etler ise tekstür bakımından iyi et olarak değerlendirilmektedir [50]. Ayrıca Tenderometer cihazı (Tenderometer score, kPa=Kilopascals) ile de et tekstürü belirlenebilmektedir [37]. Bu derlemede sığırlarda et tekstürü ile CAST ve CAPN1 genleri arasındaki iliŐkinin etkisi ortaya konularak, bu genleri et tekstürünün iyileŐtirilmesinde markır olarak kullanılıp/kullanılmayacağı sorusuna cevap aranması amaçlanmıştır.

1. Kalpastatin Geni (CAST)

Sığırlarda 7. kromozom (BTA7)  zerinde bulunan CAST geninin et tekstürü üzerine etkili olduğu, farklı genotipteki bireylerin farklı kesme kuvveti değerlerine (WBSF) sahip olduklarının ortaya konulması ile bu gen et tekstürü için aday gen olarak kabul edilmiştir [7, 13, 48]. CAPN'in nötr bir proteaz inhibitörü olan CAST, endojen CAPN inhibitörü olarak hücrede CAPN aktivitesinin düzenlenmesinde merkezi bir rol oynar ve CAPN haricinde diğer proteazları inhibe etmez. [30].

CAST et tekstürü üzerine dolaylı yoldan, yani CAPN üzerinden etki gösterir. CAST, CAPN ile beraber hücre sitozolünde ve membranda bulunur. CAST dört adet inhibitör bölge içerir ve 1 molekül CAST 4 molekül CAPN'i inhibe eder [6]. Proteazları CAPN1 ve CAPN2'dir. Kesim sonrası soğuk hava depolarında etin olgunlaŐması ve gevrek hale gelmesinde, ayrıca proteolitik sistemde anahtar rolü oynamaktadır [26, 27]. CAST geni, karkasın yağlanması üzerine de etki etmektedir [28, 52].

CAST geni içindeki SNP'ler belirlenmesi amaçıyla birçok çalışma yapılmıştır. Juszczuk-Kubiak ve ark.[28] sığır CAST lokusunun 12. intron içinde (*AluI*, *BseYI* ve *NdeI* enzimleri kullanılarak) 4 SNP belirlemişlerdir. *Bos taurus* sığırların CAST geninde alıŐan Allais ve ark. [2] da 8. intron içinde CAST-1 (A/G positions 97531815 on Btau 4.0) ve 30. Ekzon içinde 3'UTR de CAST-3 (A/G positions 97576054 on Btau 4.0) iki yeni SNP belirlemiştir.

Bos indicus sığırlarda, et tekstürü ile ilişkilendirilen CAST geninde CAST-brahman olarak adlandırılan 3'UTR de bir A/T SNP [3, 18] ve melezlerin de de (*Bos taurus* × *Bos indicus*) bir C/T (Adenin/Guanin) SNP belirlenmiştir [3, 9, 18]. Sığır CAST geni 3'UTR bölgesinde, PCR-RFLP metodu ile *TaqI*, *BamHI* [10, 35] ve *EcoRI* [35] endonükleazlar kullanılarak SNP'ler belirlenmiştir. 5 farklı restriksiyon enzimiyle (*BglII*, *DraI*, *PstI*, *EcoRI* ve *BamHI*) çalışan Lonergan ve ark. [35], yalnız *EcoRI* ve *BamHI* restriksiyon enzimlerinin kesim yaptığı yerlerin polimorfik olduğunu ve bu polimorfizmle-

rin et tekstürü için gen markırı olarak kullanılması gerektiği, ancak diğerlerinin monomorfik olduğu sonucuna varmışlardır.

Bos taurus ve *Bos indicus*'ların CAST geninde, et tekstürü ile olumlu ilişkisi genellikle UoG-CAST [13, 16, 20, 34, 42, 43, 45] ve CAST-T1 [2, 3, 11, 13, 37, 47, 48] adı verilen iki markır SNP üzerinde yoğunlaşmıştır. Sığır CAST ve CAPN1 genleri içinde et tekstürü ile ilişkili olduğu bildirilen SNP'lerin bazılarının isimleri ve gevreklik için olumlu allel frekansları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Sığır CAST ve CAPN1 genlerinde et tekstürü ile ilişkili olduğu bildirilen SNP'lerin bazıları ve et tekstürü için olumlu allel geni frekansları

Gen İsmi	Kromozom	SNP Markır İsmi	Markırın Yayınlardaki Diğer İsmi	Markırın Yeri	Pozisyonu (Btau 4.0)	Genbank Erişim Numarası Ve Baz Uzunluğu	SNP	Et Tekstürü İçin Olumlu Gen Markırı Alleli ve Frekansları (%)	Kaynak Araştırmacı	
¹ CAST	7	CAST-1	-	Intron 8	97531815		A/G	G (75-86)	[2]	
		CAST-2	CAST-T1	Ekzon 30 (3'UTR)	97574736 97574679		A/T A/G	G (17-23)	[2, 3]	
		CAST-3	-	Ekzon 30 (3'UTR)	97576054		A/G	G (23-35)	[2]	
		UoG-CAST	CAST RsaI	İntron 5		AY008267-282	G/C	C (62.9-75)	[12, 20, 34, 43, 45, 48]	
		CAST-T1		Ekzon 30 (3'UTR)		AF159246-2959	A/G C/T	A (71.8-99.5) T (72-65.8)	[3, 9, 11, 14, 37, 42, 47, 48]	
		CAST		İntron 6			A/B	B (58)	[1]	
		CAST		Ekzon ve intron1'in L bölgesi			L14450-622	M/N	M (73 Holstein, 22.5 Manda)	[53]
		CAST gen SNP2870					AF159246	A/G	A (33-53)	[11]
		CAST-Brahman		3'UTR		97574736		A/T	A (97,1)	[18]
² CAPN1 (μ-calpain)	29	CAPN1-1	-	Ekzon 6	45219395		A/G	G (47-80)	[2, 41]	
		CAPN1-2	CAPN 316	Ekzon 9	45221250	AF252504-5709	G/C	C (3.1-68)	[2, 11, 12, 13, 20, 33, 37, 40, 41, 42, 47, 48]	
		CAPN1-3	CAPN 530	Ekzon 14	45237834	AF248054-4558	A/G	G (63-91)	[2, 11, 12, 40, 41]	
		CAPN1-4	-	İntron 19	45241089		A/G	G (45-63)	[2, 41]	
			CAPN 4751	Intron 17			AF248054-6545	C/T	C (5-64)	[9, 14, 20, 33, 42, 47, 48, 51]
		5331 ve 4753	İntron 21					[8, 51]		

¹Kalpastatini ilk Bishop ve ark.[7]; ²Kalpaini ilk Smith ve ark. [46] aday gen olarak kabul etti; UTR = Çevrilmemiş bölge.

1.1. UoG-CAST (CAST/RsaI) Polimorfizmi

Sığır CAST geninin 5. ve 6. ekzonları arasındaki Sitozin/Guaninin (G/C) bazlarının değişimine

UoG-CAST polimorfizmi (AY_008267.1:g282C>G SNP) adı verilmiştir [45]. Aynı polimorfizm CAST/RsaI olarak ta bilinir [34, 43]. CAST/RsaI poli-

morfizminin belirlenmesi amacıyla yapılan PCR-RFLP işlemi sonunda %2 yoğunluktaki agaroz jel elektroforezi ile bireylerin genotipleri belirlenir. Elektroforez sonunda CC genotipli bireylerde 523 bp (baz çifti) uzunluğunda bir bant, GG genotipli bireylerde 257 ve 266 bp uzunluğunda iki bant ve GC genotipli bireylerde ise 523, 257 ve 266 bp uzunluğunda üç bant görülür [13, 34, 45]. UoG-CAST SNP'de et tekstürüne olumlu etkisi olan allel C allelidir [13, 32, 45]. Schenkel ve ark. [45] *Bos taurus* sığırlarına ilişkin bildirdiği frekans sonuçları ile Trakya'dan örnek alınan (Boz Irk ve melezleri) *Bos taurus* frekans sonuçları benzerdir [34]. Quaes ve ark. [42], Van Eenennaam ve ark. [48], Gill ve ark. [20], Curi ve ark. [13] ve Reardon ve ark. [43]. *B. taurus* sığırlarının melez populasyonlarında C allelinin ortalama frekanslarının sırasıyla; %72, %72, %64, %69.3 ve %75 olduğunu ve saf Boz Irk sığırların C allel frekansından (%50.7) daha yüksek olduğu görmüŐlerdir [34]. Gill ve ark. [20] tarafından Aberdeen Angus sığırlarda (0.64) ve Curi ve ark. [13] tarafından *Bos indicus* sığırların saf Nellore ırkında (0.623) bildirilen C allel frekansı, Boz Irk × İŐvire Esmeri melez sığırlarda belirlenen frekansa (0.623) benzerlik göstermiştir.

Kök ve ark. [34] saf Boz Irk sığırlarda UoG-CAST CC, CG ve GG genotip frekanslarını sırasıyla 0.257, 0.499 ve 0.243 olarak belirlemiŐken, Boz Irk × İŐvire Esmeri G₁ melez sığırlarda sırasıyla; 0.388, 0.470 ve 0.142 olarak belirlemişlerdir. Aynı genotipik frekansları saf Aberdeen Angus ırkı sığırlarda sırasıyla 0.410, 0.470 ve 0.120 [20], *Bos taurus* ırkından olan melez sığırlarda; 0.430, 0.398 ve 0.172 [45] ve *Bos indicus*'tan köken alan Nellore ırkına ait örneklerde ise 0.377, 0.491 ve 0.132 olarak belirlemişlerdir [13]. Bu veriler dikkate alındığında Türkiye'de yetiştirilen yerli bir ırk olan Boz ırkta et tekstürü için olumlu CC genotip frekansının düşük olduğu g r lmektedir.

Saf Angus, Limuzin, Şarole, Simental ve melezlerinde, kesim sonrası 21. günde *MLD* kasına uygulanan WBSF (kg/cm²) ortalaması, tüm örnek alınan sığır ırkların CC genotipli bireylerde 4.53 ± 0.12 kg/cm² olduğu ve GG genotipli bireylerle arasındaki farkın (-0.34 ± 0.13 kg/cm²) istatistiksel olarak önemli (P<0.05) olduğu bildirilmiştir [45]. Curi ve ark. [13] *B. Indicus*'tan köken alan Nellore ve *B. taurus* × *B. indicus* melez sığırların *MLD* kasındaki

WBSF ortalamasını CC genotipinde 3.47±0.007 kg/cm², CG genotipinde ise 3.63±0.07 kg/cm² olduğu ve farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu (P<0.05) bildirmişlerdir. Türkiye'de yetiştirilen yerli Boz Irk sığırlarında *MLD* kasına uygulanan WBSF ortalamasının 3.943±0.441 kg/cm² olduğu bildirilmiştir [32]. Bu veriler ile daha önce saf Angus, Limuzin, Şarole, Simentalve melezinden elde edilen WBSF verileriyle [13, 20, 32, 45, 48] karşılaştırıldığında, Boz Irk etinin daha gevrek olduğu, buna karŐın *B. indicus* (Nellore) ve *B. taurus* × *B. indicus* ırklarına ait WBSF verileriyle [13] karşılaştırıldığında Boz Irk'tan elde edilen etlerin daha sert olduğu gözlenmiştir. *B. indicus* ve *B. taurus* × *B.indicus* melezlerin de postmortem dönemde *MLD* kasına uygulanan kesme direnci ile UoG-CAST (CAST/*RsaI*) polimorfizmi yönünden CC genotipi arasında pozitif bir ilişki olduğu, CC genotipli bireylerin etlerinin CG ve GG genotipli bireylere göre daha gevrek olduğu bildirilmiştir [13, 20, 32, 45, 48].

1.2. CAST-T1 (CAST/*DdeI*) Polimorfizmi

Sığır CAST geninin CAST-T1 polimorfizmi iki farklı genetik varyant olarak tanımlanmıştır [2, 3, 11, 13, 37, 47, 48]. Bunlardan biri genin 30. ekzonunda (2959A>G) bulunurken diğeri genin 3'UTR bölgesinde (C/T) bulunan polimorfizmdir. Yapılan bir PCR-RFLP işlemin sonunda 30. ekzonda bulunan polimorfizm yönünden GG genotipli bireylerde 269 bp uzunluğunda bir bant, AA genotipli bireylerde 132 ve 137 bp uzunluğunda iki bant ve AG genotipli bireylerde ise 132, 137 ve 269 bp uzunluğunda   bandın elde edildiği bildirilmiştir [14]. *B. taurus* ve *B. taurus* × *B. indicus* sığır ırkı sürülerinde QTL alıŐan araŐtırmacıardan Van Eenennaam ve ark. [48], Smith ve ark.[47], Casas ve ark. [9], Curi ve ark. [14] ve Morris ve ark. [37] et tekstürü için olumlu CAST-T1 SNP'de ortalama A allel frekansını sırasıyla; %72, %65.8, %16.7-28.1, %71.8 ve %84.4-99.5 olarak belirlemişlerdir.

Curi ve ark. [14] *B.indicus* (Nellore) ve *B. taurus* × *B. indicus* melez sığırlarda 3'UTR bölgesinde CAST-T1 TT genotipli bireylerde *MLD* kası WBSF kesilme direnci etkisini ortalama 3.46±0.07 kg/cm² ve diğer genotiplere (TC, CC) oranla farkın önemli (P < 0.05) olduğunu belirlemiştir. Kesim sonrası 14. günde et tekstürünü belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda, CAST-T1 TT genotipindeki Brahman

ırkı danaların WBSF ortalaması 3.74 ± 0.06 kg/cm² olduğu [47] ve aynı ırk üzerine çalışan Casas ve ark.'nın [9] yaptığı araştırma ile uyumlu olup TT genotipindeki sığır etlerinin diğer genotipteki sığır (CC, CT) etlerinden daha gevrek etli olduğu belirtilmiştir ($P < 0.05$).

1.3. Diğer CAST Geni Polimorfizmleri

Bos indicus sığırların CAST geninin 3'UTR bölgesindeki "CAST-Brahman SNP" adı verilen nükleotid polimorfizminde, AA genotipindeki Brahman sığırların diğer genotiplere (AT, TT) göre daha gevrek et ürettiği belirlenmiştir [18]. *B. taurus* sığırların CAST geninin 12. intronunda üç SNP (*AluI* T/C, *Bse*YI T/A ve *NdeI* A/G) de yapılan çalışmaları ile de *NdeI* A allelini taşıyan ve TTA/TTG haplotipindeki sığırların diğerlerine nazaran daha gevrek etli olduğu belirlenmiştir [27]. CAST geninin diğer SNP'lerindeki yapılan çalışmalarda, Holstein sığırı ile mandaların CAST geninin (L14450-622) L Ekzon bölgesinde ve 1. intron'un da birer M/N polimorfizmi (M allel frekansı Holstein'da %73 ve Manda'da %22.5) [53], Nellore sığır ırkının CAST geninin 6. intron'unda da bir A/B polimorfizmi (B allel frekansı %58) [1], *B. taurus* sığırların CAST geni SNP2870 (AF159246) A/G polimorfizmi (A allel frekansı %33-53) [11] ve İrlanda et ırkının Calpain II polimorfizmleri [12] ile et tekstürü arasında olumlu bir ilişki kurulamamıştır ($p > 0.05$).

2. Kalpain Geni (CAPN)

Canlı hayvanlarda sarkoplazmada inaktif halde bulunan kalpainler kesim sonrasında etin pH değerinin düşmesiyle aktif hale geçerler. Kalpainler doğal proteinazlar olarak kalsiyuma bağlı aktivite göstermekte, miyofibriler proteinleri denatüre ederek etin tekstürünü arttırlar. Kalpainlerden, CAPN 1 ve 2'nin lokuslarındaki SNP genotiplerine [4, 8, 33, 41, 51] göre etin tekstürüne olan olumlu ya da olumsuz etkileri [14, 48] tespit edilmesine rağmen, diğer kalpainlerin (CAPN 5, 7, 10, 12, 14, 15) etkileri tam olarak belirlenememiştir [37].

Kalpain I (CAPN1)'in aktif hale geçmesi, normal olarak kesimden yaklaşık 6 saat sonra veya pH 6.3'e düştüğünde olmaktadır [29]. Kalpain II (CAPN2) ise yaklaşık olarak 16 saatte aktif hale

gelmekte, ancak kısmi aktivite göstererek büyük bir kısmı ette inaktif halde kalmaktadır [29, 45]. Aktif CAPN hücre zarında, CAST ise hücre zarında ve sitoplazma da bulunur [26]. Sığır etinin tadı, sululuğu, tekstürü et kalite parametreleri üzerine ayırt edilemez etkisi, karmaşık seleksiyon işlemleri yerine özellikle CAPN1 geni lokuslarındaki polimorfizmleri kıymetlendirmektedir. SNP çalışmasıyla alınan genotipik sonuçların MLD'ye uygulanan WBSF testleriyle fenotipe direk etkisi kanıtlanmıştır [14, 48]. CAPN geni 29'uncu kromozom üzerinde bulunmaktadır [46]. Page ve ark. [41] CAPN1 geni amplifikasyonu için 38 primer çifti kullanmış ve 10 SNP içinden yalnız CAPN1 316 ve CAPN1 530 markırlarını et tekstürü ile ilişkilendirmiştir. CAPN1 geninde et tekstürü ile ilişkili olan markırlardan üçü (CAPN 316, CAPN 530 ve CAPN1 4751) üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır [4, 8, 33, 41, 51].

2.1. CAPN1 316 Polimorfizmi

CAPN 316 SNP (AF_252504.2:g.5709C>G), CAPN1 geni içinde 9. Ekzon da bir Guanin/Sitozin (G/C) baz değişiminden kaynaklı genin 316. amino asitinde (Glisin/Alanin) protein polimorfizmine neden olmaktadır [2, 13, 33]. CAPN 316 SNP polimorfizminin belirlenmesi amacıyla yapılan Amplifikasyon Reflektör Mutasyon Sistemi-Polimeraz Zincir Reaksiyonu (ARMS-PCR) işlemi sonunda %2 yoğunluktaki agaroz jel elektforezi ile bireylerin genotipleri belirlenir. Elektforez sonucunda CC genotipli bireylerde 228 ve 466 bp uzunluğunda iki bant, CG genotipli bireylerde 446, 269, 228 bp uzunluğunda üç bant, GG genotipli bireylerde ise 446 ve 269 bp uzunlukta ikişer bant olarak gözlenirler [13, 33, 44]. CAPN 316 C allel frekansı, *B. taurus* ve *B. indicus* sığırlarında et tekstürü ile olumlu bir ilişkisi olduğu belirlenmiştir [8, 13, 20, 37, 41, 48, 51]. *B. taurus* ve *B. taurus* × *B. indicus* melez sığırlar da CAPN 316 SNP'nin et tekstürü için olumlu C alleli frekansını; Kök ve ark. [33], Curi ve ark. [13], Page ve ark. [40], Smith ve ark. [47], Gill ve ark. [20], Allais ve ark. [2], Corva ve ark. [11] ve Morris ve ark. [37] sırasıyla %11, %6, %17-20, %3.1, %22, %4-27, %29-46 ve %23-68 olarak belirlemişlerdir (Tablo 2).

Tablo 2. Bazı hayvan ırkları ve melezlerinde et tekstürü ile ilişkili Kalpastatin geni (CAST) ile Kalpain geninde (CANP1) 316 ve 4751 SNP alleli ve genotipik frekansları

İrklar	Hayvan sayısı	UoG-CAST (CAST/RsaI) Allel frekansı		UoG-CAST (CAST/RsaI) Genotip Frekansı			Araştırmacılar	
		C	G	CC	CG	GG		
Boz Irk	71	0.507	0.493	0.257	0.499	0.243	Kök ve ark. [34]	
Boz Irk × Esmer İsviçre G ₁ Melez	61	0.623	0.377	0.388	0.470	0.142		
AberdeenAngus	443	0.640	0.360	0.41	0.470	0.120	Gill ve ark. [20]	
<i>B. taurus</i> × <i>B. Indicus</i> Melezi	300	0.693	0.307	0.487	0.413	0.100	Curi ve ark. [13]	
		CAST-T1 Allel frekansı		CAST-T1 Genotip Frekansı				
		A	G	AA	AG	GG		
Nellore	114	0.557	0.443	0.342	0.430	0.228	Curi ve ark. [14]	
Canchim	41	0.695	0.305	0.448	0.415	0.097		
		T	C	TT	CT	CC		
Simental Melezleri	20	0.900	0.100	0.800	0.200	0.000	Frylinck ve ark. [18]	
		CAPN 316 (μ-calpain) Allel frekansı		CAPN 316 (μ-calpain) Genotip Frekansı				
		C	G	CC	CG	GG		
Aberdeen Angus	443	0.220	0.78	0.050	0.350	0.610	Gill ve ark.[20]	
Brahman Melezleri	20	0.025	0.975	0.000	0.050	0.950	Frylinck ve ark. [18]	
Simental Melezleri	20	0.050	0.950	0.000	0.100	0.900	Curi ve ark. [13]	
<i>B. taurus</i> × <i>B. indicus</i> Melezleri	300	0.060	0.940	0.000	0.120	0.880		
Boz Irk	130	0.110	0.890	0.012	0.198	0.789	Kök ve ark. [33]	
		CAPN 4751 Allel frekansı		CAPN 4751 Genotip Frekansı				
		C	T	CC	CT	TT		
Aberdeen Angus	439	0.650	0.350	0.410	0.480	0.110	Gill ve ark.[20]	
Nellore	114	0.105	0.895	0.000	0.210	0.790	Curi ve ark. [14]	
Canchim	41	0.205	0.646	0.073	0.561	0.366		
Brahman Melezleri	20	0.184	0.816	0.530	0.263	0.684	Frylinck ve ark. [18]	
Simental Melezleri	20	0.225	0.775	0.050	0.350	0.600		
Boz Irk	130	0.565	0.435	0.320	0.491	0.189	Kök ve ark. [33]	

Page ve ark. [40] Amerikan Simental, Angus, Hereford ve melez ırkların CAPN 316 CC genotipine sahip olanlarının etlerinin diğer genotiptekilerden (GC ve GG) daha gevrek olduğunu belirlemiştir. Piedmontese ve Angus sığırlarda GG genotiplilerin kesim sonrası 14. günde ortalama WBSF değerini 3.34 ± 0.05 kg/cm² olarak belirlenmiştir [41]. CC genotipindeki sığır etlerine WBSF değerini belirlemek için uygulanan kesme kuvveti CG genotiplilerden %10 ve GG genotiplilerden %14.6 daha fazla olduğu bildirilmiştir [11]. Allais ve ark. [2] en sert etlerin G alleli taşıyan Şarole ırkında gözlemiştir (P=0.01). Benzer durum Brahman ırkı için de geçerlidir [20]. CG genotipli Brahman tosunlarda kesim sonrası 14. günde belirlenen WBSF değeri 3.50 ± 0.15 kg/cm² dir. [47]. Boz ırk sığır örneklerinde çalışan Kök ve Atalay [32] da, CAPN1 316-GC genotipli sığırlarda ortalama WBSF değerini 3.869 ± 0.721 kg/cm², CAPN1 316-GG genotipindeki sığırlarda ise ise

4.565 ± 1.102 kg/cm² olarak belirlemiştir. Costello ve ark. [12], İrlanda et ırkında CC genotipli sığırlarda kesimden sonraki 14. günde belirlenen düşük WBSF değeri ile arasında olumlu bir ilişki kurmuş (P<0.05) ve araştırmacılar GC genotipindeki sığırların etlerinin GG genotipindekilere göre daha gevrek yani tekstür bakımından iyi olduğunu ve elde edilen bulguların Page ve ark. [40]'nın sonuçları ile benzer olduğunu gözlemlemişlerdir

2.2. CAPN1 4751 Polimorfizmi

CAPN1 4751 (AF_248054.2:g.6545C>T), CAPN1 içinde 17. intron da 6545. pozisyonda bir (C/T) sitozin/timin bazlarının yer değişimine bağlı tek nükleotid polimorfizmdir [14]. CAPN 4751 SNP polimorfizminin belirlenmesi amacıyla yapılan ARMS-PCR işlemi sonunda %2 yoğunluktaki agaroz jel elektreforezi ile bireylerin genotipleri belirlenir. Elektreforez sonucunda 334 bp uzunluğundaki he-

def DNA parçası ile birlikte C alleli 158 ve T alleli 231 bp uzunluğunda bantlar oluşturur. Dolayısıyla CC genotipli bireylerde 334 ve 158 bp uzunluğunda iki bant, CT genotipli bireylerde 334, 231 ve 158 bp uzunluğunda üç bant, TT genotipindeki bireylerde 334 ve 231 bp uzunlukta iki bant olarak agaroz jelde gözlenirler [14, 33].

Et tekstürü için olumlu etkileri bulunan CAPN1 4751 C alleli ortalama frekansını; Kök ve ark. [33] Boz Irk sığırlarda %56.5, White ve ark. [51] *B. taurus* sığırlarda %57.5-63.9 aralığında, *B. Indicus* sığırlarda %10.8, Smith ve ark. [47] Brahman tosunlarda %5.0, Van Eenennaam ve ark. [48] Şarole × Angus, Brangus, Kırmızı Angus, Brahman, Hereford sığır popülasyonlarında %6.0 - 64.0 aralığında, Curi ve ark. [14] Nellore, Angus × Nellore, Rubia Gallega × Nellore, Canchim, Brangus melezleri ve Braunvieh ırkları üzerine yaptığı çalışmada popülasyon ortalamasını %20.5 (%10.5 – 42.1) olduğunu belirlemiştirler (Tablo 2).

Sığırlar da, CAPN1 4751 SNP genotiplerine göre et tekstürüne olan etkisini WBSF bıçağı kullanarak yapılan araştırmalarda; CAPN1 4751-CT genotipli Brahman sığır örneklerinde WBSF değerini ortalamasını 3.64±0.11 kg/cm² [47], CT genotipteki Nellore sığırların ortalamasını 3.43±0.08 kg/cm² ve TT genotipteki sığırlara göre WBSF değerini daha küçük ve farkı önemli (P<0.05) bulmuşlardır [14]. CAPN1 4751-CC genotipinde örnek hayvan olmadığı için değerlendirememişlerdir [14, 47]. CAPN1 4751-TT genotipindeki *B. taurus* sığır etlerin kesimine uygulanan WBSF değerine göre diğer genotipteki (CC, CT) etlere daha az WBSF kesme gücü uygulanmıştır [51]. CAPN1 4751-CC genotipindeki *B. taurus* × *B. indicus* melezi sığır etlerine de, CT genotipindeki sığır etlerinden daha az WBSF uygulandığı için etlerin tekstürünün daha iyi olduğu ve genotipler arası farkın önemli olduğu belirtilmiştir (P<0.001) [51]. Casas ve ark. [9] da üç sığır popülasyonunda CAPN1 4751-TT genotipindeki sığırlar ile diğer (CC ve CT) genotiptekileri karşılaştırmış, CC ve CT genotipindekilerin daha gevrek et ürettiklerini ve fakın önemli olduğunu (P<0.05) belirlemiştirler. Boz Irk sığır et örneklerinde yapılan benzer çalışmada da WBSF uygulanmıştır. CAPN1 4751-CC genotipindeki Boz Irk sığırların etlerinin (WBSF ortalaması 4.221±0.873 kg/cm²), TT genotipindekilerin etlerine (4.986±1.303 kg/cm²) göre

daha sert etli olduğu ve CC genotipli sığır et tekstürünün daha iyi olduğu bildirilmiştir [32]. Genel olarak araştırma sonuçları, CAPN1 4751-CC genotipli sığırların etlerinin diğer genotiptekilere (CC ve CT) nazaran daha gevrek et ürettiğini yani et tekstürünün daha iyi olduğunu belirlemiştirler [14, 32, 47, 51]. Ancak, Gill ve ark. [20] ise CAPN1 4751 SNP'nin Aberdeen Angus sığırların et tekstürü üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

2.3. CAPN1 530 Polimorfizmi

CAPN 530 SNP (AF248054:g.4558A>G), CAPN1 içinde 14. Ekzon da bir adenin/guanin (A/G) bazlarının değişimine bağlı olarak proteinin 530. aminoasitinde (valin/izolösin) değişimine neden olan bir aminoasit polimorfizmidir [41, 40, 51]. CAPN 530 markırı için gevreklik ile olumlu ilişkili olan allel G allelidir. G allel frekansının; *B. taurus* ve *B. taurus* × *B. indicus* melezi popülasyonlarda %63-72 aralığında olduğu [40], Limousin ve Blond d'Aquitaine ırklarında %64, Şarole ırkında %76 [2], İrlanda et ırkında %87.8 [12], Angus, Hereford ve Limousin melezlerinde ise sırasıyla %85, %91 ve %82 olarak belirlenmiştir [11].

Amerikan Simental ırkı CAPN 530 A alleli (izolösin) taşıyan Limousin × Jersey melezi sığır etleri WBSF değerinin, G alleli (valin) taşıyan (CAPN 530 GG genotipli) sığır etlerine göre daha fazla olduğu gözlenmiş ve sonuç olarak GG genotipindeki sığırların et tekstürünün daha iyi olduğu ifade edilmiştir [41]. Yine Amerikan Simental, Angus, Hereford ve bunların melez ırklarında araştırma yapan Page ve ark. [40] da, CAPN 530 GG genotipindeki sığır etlerin WBSF değerini diğer genotipteki (AG ve AA) sığır etlerinden daha düşük olarak belirlemiştir (P=0.04). Başka bir araştırmada da, GG genotipindeki sığır etlerinin, GA genotipindekilerden %11.5 daha az kesilme direnci gösterdiği belirlenmiştir [11]. Araştırma sonuçları [11, 40, 41], WBSF değerine göre CAPN 530 GG genotipindeki sığır etlerinin diğer (AG ve AA) genotipteki sığır etlerine göre daha gevrek olduğunu desteklemektedirler.

2.4. Diğer CAPN Geni Polimorfizmleri

Araştırmacılar İrlanda et ırkında CAPN II/HhaI SNP de [12] ve Brahman ırkında ise CAPN1 5331

ve 4753 SNP'ler de çalıŐmıŐlar [8, 51] ancak et tekstürü ile SNP'ler arası olumlu ilişki kuramamıŐlardır.

3. Markır Kombinasyonu ile Sığır Eti Tekstürünün Değerlendirilmesi

B. taurus CAPN 316/CAST-T1 polimorfizm çalışmasında eti en sert sığırların GG/AG, en gevrek etlilerin ise CC/AA genotipindeki sığırlar olduğu gözlenmiştir [37]. Şarole imes Angus melezi, Hereford, Brahman, Brangus, Kırmızı Angus ve Boz Irk sığırlarda yapılan çalışmalarda UoG-CAST GG, CAPN 4751TT, CAPN 316 GG genotipine sahip sığırların en sert, C/C/C haplotipine sahip olan sığırların da en yumuŐak ete sahip oldukları bildirilmiştir [32, 42, 48]. CAPN 316/530 SNP markır kombinasyonlarına göre oluşan genotipteki sığırların etleri WBSF değerleri bakımından incelenmiş ve yapılan karŐılaŐtırmada, GG/GG ve CC/GG genotipik kombinasyonundaki sığır etlerin WBSF değeri bakımından aralarındaki fark 0.69 ± 0.36 kg/cm² olup CC/GG genotipindeki sığır etlerinin daha gevrek etli hayvanlar olduğu belirlenmiştir [40]. CAPN1 316/530 haplotipleri ile WBSF fenotipik etkilerini karşılaştırıldığında; C/G gevrek, G/G orta gevreklikte, G/A sert etli hayvanlardan oluŐtuĖunu, C/A  rnek azlığından değerlendirilemediğini ve haplotip G/A'nın et gevrekliğini d Ő rd Ėu gözlenmiştir [41]. Angus, Hereford ve Limousin melezlerinde yapılan çalışmada CAPN316/530 CC/GA genotipindeki sığırların diğer genotiptekilere göre etlerinin daha gevrek, haplotip G/G sığırların ise daha sert etli oldukları ifade edilmiştir [11]. *B. taurus* imes *B. indicus* melezi sığırlarda, CAPN 316 markır genotipteki sığırların kesim sonrası 14. günde (P<0.05) ve CAPN 4751 markır genotipteki sığırların kesim sonrası 7. ve 14. günlerde (P<0.08) belirlenen WBSF değerleri ile SNP genotipleri arasında ilişki kurulmuŐtur [47]. *B. taurus* sığırların CAPN 316, CAPN530 ve CAPN4751 markırların sırasıyla oluŐturduĖu CGC ve GGC haplotiplerine sahip sığır etleri GGT ve GAT haplotipindekilerden daha düşük WBSF değerine sahip olup daha gevrektirler (P<0.01). CAPN4751 markırın CAPN 316 ve CAPN 530 markırlarına nazaran gevreklik ile arasında daha g cl  bir iliŐkisinin olduğu belirtilmiştir [51].

Gevreklik ile ilişkili olduğu g r len SNP'lerden UoG-CAST markırını Igenity Tender Gene Markır (Merial Ltd., Atlanta, GA) ve CAST-T1 ile CAPN

316 markırları için GeneSTAR Tests (Genetic Solutions Pty Ltd., Albion, Australia) adlarıyla ticari Őirketler tarafından gen markırları geliştirilmiştir [48, 51]. ABD Ulusal Et Irkı Sığır GeliŐtirme Birliği (US National Beef Cattle Evaluation Consortium) tarafından bu genetik testlerin etkisi onaylanmıŐtır. ABD'de sığır eti gevrekliğini geliŐtirebilmek için yetiŐtiricilere, CAPN1 316/4751 haplotip C/C frekansı oranının populasyon içinde arttırılması önerilmiŐtir [48]. Araştırmacılar CAPN1 genindeki CAPN 316 ve CAPN 4751 markırlarını *Bos taurus*larda [2, 40] ve *Bos indicus*larda [8, 13, 14] çalıŐmıŐ ve bu markırların gevreklik ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, Gill ve ark. [20] tenderometer cihazıyla yaptıkları ölçümlerde UoG-CAST ve CAPN1 4751 markırlarının gevreklik üzerine genetik guruplarda önemli bir etkisinin olmadığını ortaya koymuşlardır.

Sonuç

Genetik markır teknolojisi çiftlik hayvanlarının genetik gelişimi için gelecek vadeden bir araçtır. CAST ve CAPN1 geni lokuslarındaki SNP'ler, et gevrekliği açısından önemli gen etkileri ile iliŐkilidir. Yayınlanan araştırmaların çoğunda CAST ve CAPN1 genleri polimorfizmi ile *MLD*'nin kesilme direnci arasında bir iliŐkinin olduğu görülmüştür. Sığırların, CAST ve CAPN1 genleri gevreklik ile ilişkili olan olumlu markırlar taŐıyorsa, bunlar DNA testleriyle belirlenerek erken yaŐta sığırlar damızlık veya sert, orta sert ve yumuŐak (gevrek) etli sığırlar olarak sınıflandırılarak değerlendirilebilirler. Et gevrekliği için aday gen olarak kabul edilmiş CAST (UoG-CAST, CAST-T1) ve CAPN1 (CAPN1 316, CAPN1 530 ile CAPN1 4751) gen markırları daha gevrek et üretimi için genetik potansiyeli tanımlanmıŐ hayvan yetiştiriciliği açısından uygun gen markırları arasında yerini almıŐtır.

Kaynaklar

- Alireza M, Jothi MP, Awis QS, Siti S (2009): Characterization of bovine calpastatin gene in Nelore cattle using polymerase chain reaction-restricted fragment length polymorphisms. American Journal of Animal and Veterinary Sciences. 4(4): 92-94.
- Allais S, Journaux L, Lev ziel H, Payet-Duprat N, Raynaud P, Hocquette JF, Lepetit J, Rousset S, Denoyelle C, Bernard-Capel C (2011): Effects of polymorphisms in the calpastatin and μ -calpain genes on meat tenderness in 3 French beef breeds. Journal of animal science. 89(1): 1-11.

3. Anonim, (2019) Development of genetic and physical marker maps of the bovine genome (Bovine Gene Mapping project). <https://cordis.europa.eu/project/rcn/5322/factsheet/en>. Erişim 13.07.2019
4. Barendse W (2002): DNA markers for meat tenderness. International patent application No. 2002, PCT/AU02/00122. World Intellectual Property Org. Int. Publication No. WO 02/064820.
5. Barendse WG (2009): DNA markers for meat tenderness. United States Patent 625698.
6. Barendse WG, Harrison BE, Hawken RJ, Ferguson DM, Thompson JM, Thomas MB, Bunch RJ (2007): Epistasis between calpain 1 and its inhibitor calpastatin within breeds of cattle. *Genetics*. 176(4): 2601-2610.
7. Bishop M, Koohmaraie M, Killefer J, Kappes S (1993): Rapid communication: restriction fragment length polymorphisms in the bovine calpastatin gene. *Journal of animal science*. 71(8): 2277.
8. Casas E, White S, Riley D, Smith T, Brennen R, Olson T, Johnson D, Coleman S, Bennett G, Chase Jr 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.
9. Casas E, White S, Wheeler T, Shackelford S, Koohmaraie M, Riley D, Chase Jr C, Johnson D, Smith T (2006): Effects of calpastatin and μ -calpain markers in beef cattle on tenderness traits. *Journal of Animal Science*. 84(3): 520-525.
10. Cockett NE, Shay TL, Green RD, Hancock DL (1995): Rapid communication: a TaqI restriction fragment length polymorphism in the bovine calpastatin gene. *J. Anim. Sci*. 73: 3790.
11. Corva PM, Soria L, Schor A, Villarreal EL, Cenci MP, Motter M, Mezzadra C, Melucci LM, Miquel C, Paván E (2007): Association of CAPN1 and CAST gene polymorphisms with meat tenderness in Bos taurus beef cattle from Argentina. *Genetics and Molecular Biology*. 30(4): 1064-1069.
12. Costello S, O'Doherty E, Troy D, Ernst C, Kim KS, Stapleton P, Sweeney T, Mullen A (2007): Association of polymorphisms in the calpain I, calpain II and growth hormone genes with tenderness in bovine M. longissimus dorsi. *Meat Science*. 75(4): 551-557.
13. Curi RA, Chardulo LAL, Giusti J, Silveira AC, Martins CL, de Oliveira HN (2010): Assessment of GH1, CAPN1 and CAST polymorphisms as markers of carcass and meat traits in Bos indicus and Bos taurus-Bos indicus cross beef cattle. *Meat Science*. 86(4): 915-920.
14. Curi RA, Chardulo LAL, Mason M, Arrigoni M, Silveira AC, de Oliveira HN (2009): Effect of single nucleotide polymorphisms of CAPN1 and CAST genes on meat traits in Nelore beef cattle (Bos indicus) and in their crosses with Bos taurus. *Animal genetics*. 40(4): 456-462.
15. Djadid ND, Nikmar M, Zakeri S, Gholizadeh S (2011): Characterization of calpastatin gene in Iranian Afshari sheep. *Iran J Biotechnol*. 9(2): 145-149.
16. Eneña AV (2006): Marker assisted selection in beef cattle. Department of Animal Science. University of California. Davis, CA USA.
17. Elmacı C, Öner Y (2007): Et sığırcılığında moleküler genetik yaklaşımlar. *Hayvansal Üretim*. 48(2).
18. Frylinck L, van Wyk G, Smith TP, Strydom PE, van Marle-Köster E, Webb EC, Koohmaraie M, Smith MF (2009): Evaluation of biochemical parameters and genetic markers for association with meat tenderness in South African feedlot cattle. *Meat science*. 83(4): 657-665.
19. Gigli S, Failla S, Iacurto M, Contò M, Sañudo C, Olleta JL, Alberti P, Panea B, Hocquette JF, Richardson I, Ertbjerg P, Christensen M, Nute GR, Williams JL (2006): Performance at slaughter and beef quality characteristics of some Mediterranean beef breeds compared to Central and North European breeds (GemQual EU Project). *Mediterranean livestock production: Uncertainties and opportunities: CIHEAM / CITA. A series, No:78, Pp 173-182, May 18-20, Zaragoza, Spain*
20. Gill JL, Bishop SC, Mc Corquodale C, Williams JL, 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(1): 36.
21. Gollapudi G (1999): Evaluation of growth hormone as a candidate gene in dairy cattle breeding. Mc Gill University, Canada.
22. Gökalp HY, Kaya M, Tülek Y, Zorba Ö (1995): Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:751. Erzurum
23. Gupta M, Chyi YS., Romero-Severson J, Owen JL (1994): Amplification of DNA markers from evolutionarily diverse genomes using single primers of simple sequence repeats. *Theoretical and Applied Genetics*. 89 (7-8): 998-1006
24. Hocquette JF, Renand G, Levéziel H, Picard B, Cassar-Malek I (2005): Genetic effects on beef meat quality. *The Science of Beef Quality, 8th Annual Langford Food Industry Conference, Proceedings of the British Society of Animal Science*. Pp 13-19, May 18 – 19, Langford, Kanada.
25. Iso-Touru T, Pesonen M, Fischer D, Huuskonen A, Sironen A (2018): The effect of CAPN1 and CAST gene variations on meat quality traits in Finnish Aberdeen Angus and Nordic Red Cattle populations. *Agricultural and Food Science*, 27 (4): 227–231. <https://doi.org/10.23986/afsci.75125>
26. Juszcuk-Kubiak E, Flisikowski K, Wicińska K, Połoszynowicz J, Rosochacki S (2009): Identification of the new polymorphisms in the promoter region of the CAST gene in cattle. *Meat science*. 82(2): 278-283.
27. Juszcuk-Kubiak E, Słoniewski K, Oprządek J, Wicińska K, Połoszynowicz J, Rosochacki S (2009): The effect of polymorphisms in the intron 12 of CAST gene on meat quality of young bulls. *Animal Science Papers and Reports*. 27(4): 281-292.
28. Juszcuk-Kubiak E, Wyszynska-Koko J, Wicińska K, Rosochacki S (2008): A novel polymorphisms in intron 12 of the bovine calpastatin gene. *Molecular biology reports*. 35(1): 29-35.
29. Koohmaraie M (1994): Muscle proteinases and meat aging. *Meat science*. 36(1-2): 93-104.
30. Koohmaraie M (1996): Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat science*. 43: 193-201.
31. Koohmaraie M, Whipple G, Kretchmar D, Crouse J, Mersmann H (1991): Postmortem proteolysis in longissimus muscle from beef, lamb and pork carcasses. *Journal of Animal Science*. 69(2): 617-624.
32. 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 Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 24(1): 1-8.
33. Kök S, Atalay S, Eken HS, Savaşçı M (2017): The genetic characterization of Turkish grey cattle with regard to UoG Cast, CAPN1 316 and CAPN1 4751 markers. *Pakistan Journal of Zoology*. 49(1).
34. Kök S, Atalay S, Savaşçı M, Eken HS (2013): Characterization of calpastatin gene in purebred and crossbred Turkish Grey Steppe cattle. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*. 19(2): 203-206.
35. Lonergan SM, Ernst C, Bishop M, Calkins CR, Koohmaraie M (1995): Relationship of restriction fragment length polymorphisms (RFLP) at the bovine calpastatin locus to calpastatin activity and meat tenderness. *Journal of animal science*. 73(12): 3608-3612.
36. Miller M, Huffman K, Gilbert S, Hamman L, Ramsey C (1995): Retail consumer acceptance of beef tenderized with calcium chloride. *Journal of animal science*. 73(8): 2308-2314.

37. Morris C, Cullen N, Hickey S, Dobbie P, Veenvliet B, Manley T, Pitchford W, Kruk Z, Bottema C, Wilson T (2006): Genotypic effects of calpain 1 and calpastatin on the tenderness of cooked *M. longissimus dorsi* steaks from Jersey× Limousin, Angus and Hereford-cross cattle. *Animal genetics*. 37(4): 411-414.
38. Negrini R, Nicoloso L, Crepaldi P, Milanese E, Colli L, Chegdani F, Pariset L, Dunner S, Leveziel H, Williams JL (2008): Assessing SNP markers for assigning individuals to cattle populations. *Animal Genetics*. 40: 18–26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2008.01800.x>
39. Özbeyaz C, Bayraktar M, Alpan O, Akcan A (1991): Jerseylerde süt protein polimorfizmi ve ilk laktasyon süt verimiyle ilişkisi. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 31(3-4): 27-33.
40. Page B, Casas E, Quaas R, Thallman R, Wheeler T, Shackelford S, Koohmaraie M, White S, Bennett G, Keele JW (2004): Association of markers in the bovine CAPN1 gene with meat tenderness in large crossbred populations that sample influential industry sires. *Journal of animal science*. 82(12): 3474-3481.
41. Page B, Casas E, Heaton M, Cullen N, Hyndman D, Morris C, Crawford A, Wheeler T, Koohmaraie M, Keele JW (2002): Evaluation of single-nucleotide polymorphisms in CAPN1 for association with meat tenderness in cattle. *Journal of animal science*. 80(12): 3077-3085.
42. Quaas R, Li J, Thallman R, Van Eenennaam A, Fernando R, Gill C (2006) Validation of commercial DNA tests for quantitative beef traits. in 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 13–18 August, Belo Horizonte, MG, Brasil.
43. Reardon W, Mullen A, Sweeney T, Hamill R (2010): Association of polymorphisms in candidate genes with colour, water-holding capacity, and composition traits in bovine *M. longissimus* and *M. semimembranosus*. *Meat Science*. 86(2): 270-275.
44. Rincon G, Medrano JF (2006): Assays for genotyping single nucleotide polymorphisms in the bovine CAPN1 gene. *Animal genetics*. 37(3).
45. Schenkel FS, Miller SP, Jiang Z, Mandell IB, Ye X, Li H, Wilton JW (2006): Association of a single nucleotide polymorphism in the calpastatin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. *Journal of animal science*. 84(2): 291-299.
46. Smith TPL, Casas CE, Rexroad C, Kappes CM, Keele JW (2000): Bovine CAPN1 maps to a region of BTA29 containing a quantitative trait locus for meat tenderness. *Journal of animal science*. 78(10): 2589-2594.
47. Smith TPL, Thomas M, Bidner T, Paschal J, Franke D (2009): Single nucleotide polymorphisms in Brahman steers and their association with carcass and tenderness traits. *Genetics and Molecular Research*. 8(1): 39-46.
48. Van Eenennaam AL, Li J, Thallman RM, Quaas RL, Dikeman ME, Gill CA, Franke DE, Thomas MG (2007): Validation of commercial DNA tests for quantitative beef quality traits. *Journal of animal science*. 85(4): 891-900.
49. Weaber RL, Lusk JL (2010): The economic value of improvements in beef tenderness by genetic marker selection. *American Journal of Agricultural Economics*. 92(5): 1456-1471.
50. Wheeler TL, Shackelford SD, Koohmaraie M (1997): Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. In Proceedings 50th annual reciprocal meat conference, Pp 68-77, Ames, IA.
51. White S, Casas CE, Wheeler T, Shackelford S, Koohmaraie M, Riley D, Chase Jr C, Johnson D, Keele JW, Smith T (2005): A new single nucleotide polymorphism in CAPN1 extends the current tenderness marker test to include cattle of *Bos indicus*, *Bos taurus*, and crossbred descent. *Journal of animal science*. 83(9): 2001-2008.
52. Xiaomei S, Xiuxiang W, Yongliang F, Yongjiang M, Dejun J, Bizhi H, Zhangping Y (2018): Effects of polymorphisms in CAPN1 and CAST genes on meat tenderness of Chinese Simmental cattle. *Archives Animal Breeding*, 61: 433-439.
53. Yousefi S, Azari MA (2012): Study of Calpastatin Gene Polymorphism in Holstein Cattle and Buffalo. *Anim. Sci. Biotech*. 45: 285-288.