



Halk Elinde Yetiştirilen Simental, İsviçre Esmeri, Güney Anadolu Kırmızısı ve Boz Irk Sığırlarında Beta-Laktoglobulin Gen Polimorfizminin PCR-RFLP Yöntemi ile Belirlenmesi*

Niyazi DEMİRCİ¹, Bilal AKYÜZ²✉

1. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
2. Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye.

Özet: Bu çalışmada Türkiye’de yetiştirilen sığır ırklarından Simental, İsviçre Esmeri, Güney Anadolu Kırmızısı ve Boz Irk sığırlarında beta-laktoglobulin geninin allel yapılarının restriksiyon fragment uzunluk polimorfizmi (RFLP) yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın materyalini, halk elinde yetiştirilen 75 baş Simental, 75 baş İsviçre Esmeri, 40 baş Güney Anadolu Kırmızısı ve 40 baş Boz Irk sığırı oluşturmuştur. Çalışmada kullanılan DNA’lar kandan fenol-kloroform yöntemi ile elde edilmiştir. Beta-laktoglobulin allellerinin belirlenmesinde uygulanan polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) işlemini takiben elde edilen PCR ürünleri *HaeIII* endonükleaz enzimi ile kesilmiştir. Elde edilen kesim ürünleri %4'lük agaroz jel elektroforez yöntemi ile belirlenmiştir. Beta-laktoglobulin geni için en yüksek AA genotip frekansı Simental ırkında, en yüksek BB genotip frekansı Güney Anadolu Kırmızısı (GAK) ırkında ve en yüksek AB genotip frekansı İsviçre Esmeri ırkında görülmüştür. GAK ırkında B allelinin frekansı, Simental ırkında ise A allelinin frekansı en yüksek bulunmuştur. Çalışma sonunda incelenen ırklarda beta-laktoglobulin lokusu yönünden Hardy-Weinberg dengesinden (HWE) sapma görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Beta-laktoglobulin, Genetik markör, RFLP, Sığır.

Detection of Beta-Lactoglobulin Gene Polymorphism by PCR-RFLP in Simmental, Brown Swiss, South Anatolian Red and Turkish Grey Cattle Breeds Reared Privately

Abstract: The purpose of this work was to examine the allele structures of beta-lactoglobulin gene with restriction fragment length polymorphism (RFLP) method in Simmental, Brown Swiss, South Anatolian Red and Turkish Grey cattle breeds being raised in Turkey. The material of the study consisted of 75 heads of Simmental, 75 heads of Brown Swiss, 40 heads South Anatolian Red and 40 heads Turkish Grey cattle. DNA materials were isolated from blood samples using phenol-chloroform extraction method. In order to determine the beta-lactoglobulin alleles in polymerase chain reaction (PCR) products, the PCR products were digested with *HaeIII* endonuclease enzyme. The digest products obtained were determined by electrophoresis using 4% agarose gel. The AA genotypic frequency was found the highest in Simmental breed; the BB genotypic frequency was found the highest in the South Anatolian Red (SAR) breed and the AB genotypic frequency was found the highest in Brown Swiss breed in beta-lactoglobulin gene. In this study, the B allele frequency was found higher than the A allele in SAR cattle breeds. But, the A allele frequency was found higher than the B allele in the Simmental breed. At the end of this study, a deviation in Hardy-Weinberg equilibrium (HWE) was observed in terms of beta-lactoglobulin locus in the breeds examined.

Key words: Beta-lactoglobulin, Cattle, Genetic marker, RFLP.

✉ Bilal AKYÜZ

Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye.

e-posta: bakyz@erciyes.edu.tr

*Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen TSY-11-3742 proje kodlu Yüksek Lisans Tez’inden özetlenmiştir.

GİRİŞ

Doğru damızlık seçimi, çiftlik hayvanları yetiştiriciliğindeki en önemli ve en karmaşık konulardan biridir. Çiftlik hayvanları yetiştiriciliğindeki ıslah çalışmalarında, ıslah edilmesi istenen verim özellikleri bakımından, seçilecek damızlık adaylarının genetik kapasitelerinin doğru olarak tahmin edilmesi için farklı seleksiyon yöntemleri geliştirilmiştir (Tambasco ve ark., 2003; Kovács ve ark., 2006). Ancak jenerasyon aralığının uzunluğu çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde, mevcut klasik seleksiyon metotları ile hızlı bir genetik ilerleme sağlanmasını engellemektedir. Bu nedenle son yıllarda verimle ilişkilendirilen bazı markör genlerin varlığı bildirilmiştir.

Süt verimi çevre faktörlerinden etkilenen ve additif genler tarafından kontrol edilen kantitatif bir karakterdir. Son yıllarda, büyüme hormonu ve prolaktin hormonu gibi bazı hormonlar ile kappa kazein (κ -CN) ve beta-laktoglobülin (β -Lg) gibi süt protein genlerinin süt verimi, süt kompozisyonu ve sütün işlenmesi üzerinde etkili markör genler olduğu bildirilmiştir (Kovács ve ark., 2006).

Sığırlarda sütün yaklaşık %3-5'ini süt proteinleri oluşturmaktadır. Süt proteinlerinin %80'ini kazein, %20'sini ise peynir altı suyu proteinleri oluşturmaktadır. Sütteki iki peynir altı suyu proteinlerinden en önemlisi β -Lg'dir (Rachagani ve ark., 2006). Suda eriyen süt proteinlerinden β -Lg öncelikle ruminantlar olmak üzere birçok türün sütünde bulunmasına rağmen, insan, deve, tavşan ve rodent sütlerinde bulunmamaktadır (Martin ve ark., 2002; Rachagani ve ark., 2006; Patel ve ark., 2007).

Süt proteinlerinde genetik polimorfizm ilk olarak, β -Lg proteininde belirlenmiştir (Elmacı ve ark., 2008). Daha sonra ise kazein proteinlerinden κ -CN'inde A ve B allellerinin varlığı belirlenmiştir (Oner ve Elmacı, 2006). Yapılan polimorfizm çalışmalarından sonra tüm dünyada β -Lg ve κ -CN genlerine göre farklı sığır ırklarının genotiplerinin

belirlenmesi ve bu protein sistemleri ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması yönünde çalışmalar yapılmıştır (Tsiaras ve ark., 2005). Süt protein genlerindeki polimorfizm çalışmaları, genotip ve süt verimi arasındaki ilişkilerin araştırılması yanında ırk karakterizasyonu, biyolojik çeşitlilik araştırmaları ve evrim çalışmalarında kullanılmaktadır (Caroli ve ark., 2004; Jaan ve ark., 2004). Peynir üretiminde sütün pıhtılaşması ve kesilmesinde önemli rol oynadıkları için β -Lg ve κ -CN'nin allelik yapıları, elde edilecek peynirin miktarını belirlenmesinde önemlidir (Patel ve ark., 2007; Bonfatti ve ark., 2010).

Sütteki peynir altı suyu proteinlerinden β -Lg'ü kodlayan gen sığır karyotipinin 11. kromozomunda yer almaktadır (Caroli ve ark., 2009). Altı intron ve yedi ekzondan oluşan gende evcil sığır ırklarında ve yabani sığır ırklarında 15 allel belirlenmiştir (Matějček ve ark., 2007). Bunlardan A ve B allelleri farklı sığır ırklarında frekansları en yüksek olan allellerdir (Martin ve ark., 2002; Matějček ve ark., 2007). Bu iki allel β -Lg geninde ki 64. amino asit olan Aspartik Asidin (GAT)→Glisin (GGT) amino asidine ve yine aynı genin 118. amino asidi olan Valinin (GTC)→Alanin (GCC) amino asidine dönüşmesine neden olan nokta mutasyonları sonucu ortaya çıkmaktadır (Kemenes ve ark., 1999; Martin ve ark., 2002; Rachagani ve ark., 2006). Bu T→C değişikliği β -Lg geninde bir *HaeIII* enzimi için tanıma bölgesinin oluşmasına neden olmuştur. Meydana gelen bu değişikliğin belirlenmesinde kullanılan restriksiyon fragment parçacık uzunluk polimorfizmi (RFLP) analiziyle A ve B allelleri birbirinden ayrılmaktadır (Martin ve ark., 2002).

Avrupa sığır ırklarında özellikle B allelinin süt kalitesine ve süt kompozisyonu üzerine etkisi olduğu bildirilmiştir (Matějček ve ark., 2007). Bu nedenle β -Lg geninin süt sığırcılığında markör olarak kullanılabileceği üzerinde durulmaktadır (Rachagani ve ark., 2006).

Bu çalışmada Türkiye’de halk elinde yetiştirilen Simental (SİM), İsviçre Esmeri (ES), Güney Anadolu Kırmızısı (GAK) ve Boz Irk (BI) sığır ırklarının β -Lg geni yönünden allelik yapılarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışmada 75 baş SİM, 75 baş ES ile Türkiye yerli sığır ırklarından 40 baş GAK ve 40 baş BI’ya ait toplam 230 örnek kullanılmıştır. BI ve GAK örnekleri, ırklara özgü fenotipik özelliklerini gösteren hayvanlardan ve ırkın yetiştirildiği bölgelerden toplanmıştır. SİM ve ES ırklarına ait örnekler ise Kayseri ve Nevşehir illerindeki Damızlık Sığır Yetiştiriciler Birliğine kayıtlı bireylerden seçilmiştir. Çalışmada kullanılan DNA’lar, hayvanların *Vena jugularis*’lerinden 10 ml’lik EDTA’lı vakumlu tüplere alınan kan örneklerinden fenol-kloroform yöntemi (Sambrook ve ark., 1989) ile izole edilmiştir.

Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) işleminde primer olarak forward: 5’- TGT GCT GGA CAC CGA CTA CAA AAA -3’; reverse: 5’- GCT CCC GGT ATA TGA CCA CCC TCT -3’ olacak şekilde bir primer seti kullanılmıştır (Patel ve ark., 2007). PCR işlemi 50 ng genomik DNA, 1 U Taq polimeraz (Fermentas), 50 μ M dNTP (Fermentas), 0.4 pM forward ve revers primerler, 2.5 mM MgCl₂ 1 X PCR buffer ve steril dH₂O ilave edilerek toplam reaksiyon hacmi 25 μ l olacak şekilde hazırlanmıştır. PCR işlemi 94 °C’de 3 dakika denatürasyona tabi tutulduktan sonra bir döngüsü; 94 °C’de 90 saniye denatürasyon, 58 °C’de 60 saniye annealing ve 72 °C’de 120 saniye extension olacak şekilde 30 döngü olarak yapılmıştır. Son döngüyü takiben örnekler 72 °C’de 10 dakika tutularak PCR işlemi sonlandırılmıştır. PCR ürünleri %2 agaroz jel elektroforezi ile araştırılmıştır.

Elde edilen 247 baz çift (bç)’lik PCR ürünleri *Hae*III restriksiyon endonükleaz enzim ile kesilmiştir. Kesim işlemi hazırlanan karışımın 37 °C’de 4.5 saat tutulduktan sonra enzimin inaktivasyonu için tüplerin 65 °C’de 20 dakika tutulmasıyla gerçekleştirilmiştir. Kesim işlemi sonunda örnekler

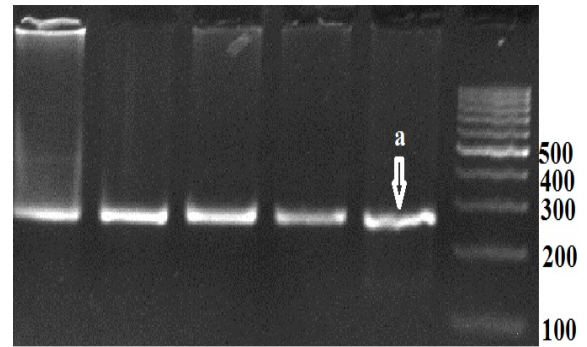
%4’lük agaroz jel elektroforezi ile ayrıştırılarak incelenen bireylerin genotipik yapıları ve allel frekansları gen sayımı ile belirlenmiştir.

İstatistiksel Analiz

Ki-kare analizi ve P değeri Klug ve Cumming (2003)’ün belirttiği şekilde yapılmıştır.

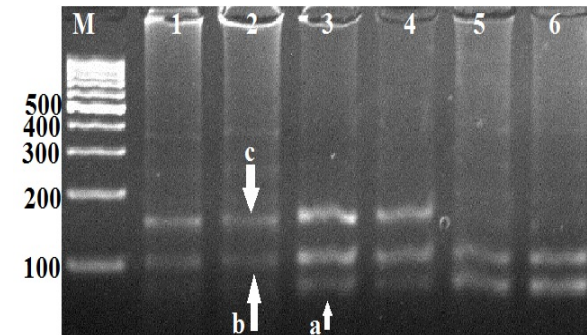
BULGULAR

PCR işlemi sonunda örnekler için elde edilen 247 bç’lik bantlar Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1: PCR ürünleri (a: 247 bç’lik bant), M: 100 bç’lik DNA ladder.

Figure 1. PCR products (a: 247 bp band), M: 100 bp DNA ladder.



Şekil 2. 1, 2; AA genotipindeki örnekler: 3, 4; AB genotipindeki örnekler: 5, 6; BB genotipindeki örnekler: M; 100 bç’lik DNA ladder (a; 74 bç’lik bant; b; 99 bç’lik bant; c; 148 bç’lik bant).

Figure 2. Lanes 1, 2; genotype AA; lanes 3, 4; genotype AB; lanes 5, 6; genotype BB; M; 100 bp DNA ladder (a; 74 bp band; b; 99 bp band; c; 148 bp band).

Elde edilen PCR ürünlerinin *Hae*III restriksiyon endonükleaz ile kesilmesi sonunda AA genotipindeki örneklerde 148 ve 99 bç’lik iki bant, heterozigot AB

genotipindeki örneklerde 148, 99 ve 74 başlık üç bant, BB genotipindeki örneklerde ise 99 ve 74 başlık iki bant gözlenmiştir (Şekil 2).

İncelenen örneklere ait genotip ve allel frekansları Tablo 1'de verilmiştir. PCR ürünlerinin *HaeIII* endonükleaz enzim kesimi sonucunda elde edilen bantlara göre en yüksek AA genotip frekansının SİM ırkında, en yüksek AB genotip frekansı ise ES ırkında, en yüksek BB genotip frekansı ise GAK ırkında bulunmuştur. En yüksek A allel

frekansı SİM ırkında bulunmuşken, en yüksek B allel frekansı GAK ırkında bulunmuştur. BI ve ES ırklarında ise her iki allel bir birine yakın bulunmuştur. İncelenen ırkların β -Lg lokusu yönünden Ki-kare test sonuçları incelendiğinde, BI ($P<0.01$) düzeyinde diğer ırkların allel frekanslarına ait istatistik analizlerinin $P<0.001$ düzeyinde önemli oldukları belirlenmiştir. Ki-kare analizi sonunda, incelenen ırklarda β -Lg beklenen ve gözlenen genotipler arasındaki Hardy-Weinberg dengesinin bozulduğu görülmüştür.

Tablo 1. Güney Anadolu Kırmızısı (GAK), Boz Irk (BI), İsviçre Esmeri (ES) ve Simental (SİM) ırklarında sığırlarında Ki-kare analizleri, genotip ve allel frekansları.

Table 1. The Chi-square analysis, genotype and allele frequencies in South Anatolian Red (SAR), Turkish Grey (TG), Brown Swiss (BS) and Simmental (SIM) cattle breeds.

İrk	n	Genotip Frekansı			Allel Frekansı		χ^2	İstatistik Önem Kontrolü P-değeri (SD=1)
		AA	AB	BB	A	B		
		Göz (Bek)	Göz (Bek)	Göz (Bek)				
GAK	40	7 (1.6)	2 (12.8)	31 (25.6)	0.20	0.80	28.48	<0.001***
BI	40	17 (12.1)	10 (19.8)	13 (8.1)	0.55	0.45	9.79	=0.01**
ES	75	26 (17.3)	20 (37.4)	29 (20.3)	0.48	0.52	16.27	<0.001***
SİM	75	54 (43.3)	6 (27.4)	15 (4.3)	0.76	0.24	45.71	<0.001***

Göz: Gözlenen Genotip; Bek: Beklenen Genotip; n: örnek sayısı.

***: $P<0.001$; **: $P<0.01$; SD: Serbestlik Derecesi ; χ^2 : Ki-Kare Değeri.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Hindistan'da yetiştirilen bir zebu sığır ırkı olan Kangayam ırkında β -Lg geninde B allel frekansının A allelinden yüksek olduğu ve B allelinin sütün pıhtılaşma özellikleri ve bu ırkın mastitise dayanıklılığı arasında da ilişkinin olabileceği bildirilmiştir (Jeichitra ve ark., 2003). Holştayn x *Bos indicus* melezlerinde BB genotip frekansı 0.52, AB genotip frekansı 0.43 ve AA genotip frekansı ise 0.05 olarak bulunmuştur. B allel frekansının 0.74 olduğu bildirilmiştir (Patel ve ark., 2007). Jersey X *Bos indicus* melezlerinde ise BB ve AB genotip frekansları birbirine çok yakın bulunmuş AA genotip frekansı ise 0.07 ile yine çok düşük bulunmuştur. Bu melezlerde B allelinin frekansı 0.70 olarak bulunmuştur (Patel ve ark., 2007).

Hindistan yerli sığır ırklarından sütçülük özelliği yüksek olan Sahiwal ırkında BB genotipinin frekansı, Tharparkar ırkında ise AB genotipinin frekansı yüksek bulunmuştur. Her iki ırkta da B allelinin frekansı A allelinden yüksek bulunmuştur (Rachagani ve ark., 2006).

Benzer şekilde, Brezilya'da yetiştirilen altı zebu ırkı ve Şarole ırkında β -Lg polimorfizminin araştırıldığı bir çalışmada; B alleli bir zebu ırkı olan Caracu ve Şarole ırklarında A alleleline yakın bulunmuşken, diğer zebu kökenli ırklarda B alleli, A allelinden yüksek bulunmuştur (Kemenes ve ark., 1999).

Benzer şekilde bu çalışmada GAK ırkında da BB genotipi ve B allelinin frekansı diğer allel ve genotiplerden yüksek bulunmuştur. Bu verilerde, B

aleli ile sığağa torensla ilgili genler arasında bir ilişkisinin olabileceği düşünülmektedir.

Diğer taraftan, bir başka zebu sığırı olan Gry ırkının sütçü örneklerinde β -Lg'in B allel frekansı bu ırkın etçi örneklerden yüksek bulunmuştur (Kemenes ve ark., 1999). Benzer şekilde tüm dünyada en yaygın yetiştirilen sütçü sığır ırkı olan Holştayn ırkında B allel frekansı A allelinden yüksek olduğu bildirilmiştir (Tsiaras ve ark., 2005). Türkiye'de yetiştirilen Holştayn sığırında β -Lg genotipleri ve bu genotipler ile süt verim özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada (Celik, 2003), BB genotipinin frekansı diğer genotiplerden yüksek olduğu, B (0.73) allel frekansının A allelinden (0.27) yüksek olduğu bildirilmiştir. Ancak bu ırkta AA genotipli bireylerden elde edilen sütlerde istatistiksel olarak daha kısa sürede mayalanmanın olduğu bildirilmiştir. AB genotipli bireylerden elde edilen sütlerde magnezyum, kalsiyum ve fosfor oranı diğer genotiplerden daha yüksek bulunmuşken potasyum oranı AA genotipliler de yüksek bulunmuştur (Celik, 2003). Benzer şekilde bu çalışmada hem incelenen ırklar içerisinde hem de Türkiye yerli sığır ırkları arasında sütçülük özelliği önde olan GAK ırkında B allelinin frekansı 0.80 ile A allel frekansından (0.20) oldukça yüksek bulunmuştur. Bu bulgu B alleli ile süt verim arasında ilişki olduğunu bildiren çalışmalarla uyumludur.

Oner ve Elmaci (2006)'nın Bursa bölgesinde yetiştirilen İsviçre Esmerlerinde yaptıkları çalışmada B allelinin frekansı (0.66), A allelinden (0.34) yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, İtalya'da yetiştirilen İsviçre Esmerlerinde, B allelinin frekansı A allelinden yüksek bulunmuştur (Caroli ve ark., 2004). Ancak bir başka çalışmada, Türkiye'de yetiştirilen İsviçre Esmeri ırkında β -Lg genotiplerinin belirlenmesi ve bu genotiplerle verim ilişkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, AB genotipinin frekansı diğer genotiplerden yüksek bulunmuş, B allel frekansının (0.56), A allelinden (0.44) yüksek ancak birbirlerine yakın bulunmuştur (Celik, 2003). Benzer şekilde İsviçre Esmerinin incelendiği bu çalışmada da B

allelinin frekansı (0.52), A (0.48) allelinden yüksek bulunmuş ancak allel frekansları birbirlerine yakın bulunmuştur.

Çek Cumhuriyetinde yetiştirilen Simental (Fleckvieh) ırkı sığırlardan 120 bireyin incelendiği bir çalışmada; AB genotipine sahip bireylerin sayısı 56 baş ile AA genotipi (34 baş) ve BB genotipine (30 baş) sahip örneklerden fazla bulunmuştur (Matějček ve ark., 2007). Fakat Türkiye'de yetiştirilen 75 baş Simental ırkı sığırın kullanıldığı bu çalışmada AA genotipli birey sayısı (54 baş) diğer genotiplerden özellikle AB (6 baş) genotipinden yüksek bulunmuştur.

Dinc ve ark. (2007) tarafından, Türkiye'de yetiştirilen dört yerli sığır ırkında (Boz Irk, Doğu Anadolu Kırmızısı, Güney Anadolu Kırmızısı ve Yerli Kara) β -Lg genotiplerinin araştırıldığı bir çalışmada B' a ait örneklerde A ve B allellerinin frekansları birbirlerine yakın bulunmuşken, AB genotipinin frekansı diğer genotiplerden daha yüksek bulunmuştur. GAK ırkında ise B allelinin frekansı (0.86) A allelinden (0.14) yüksek bulunmuştur. Bu ırkta AA genotipine rastlanılmamışken, BB genotipinin frekansı (0.71) AB genotipinden (0.29) yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde BI ve GAK örneklerinin incelendiği bu çalışmada da B' ta AA genotipi diğer genotiplerden yüksek A ve B allellerin frekansları 0.55 ve 0.45 ile birbirlerine yakın bulunmuştur. Aynı şekilde GAK ırkında da B allelinin frekansı 0.80 ile A (0.20) allelinden oldukça yüksek bulunmuştur.

Yapılan çalışmalar göstermektedir ki β -Lg B alleli bovine alt familyasının türleri olan zebu ve mandada çok yüksektir (Kemenes ve ark., 1999). Benzer şekilde sığır türünü ilk evcilleştirildiği ve herhangi bir karakter açısından seleksiyon baskısına maruz kalmamış Anadolu yerli ırklarında da β -Lg B allel frekansı çalışmada kullanılan Avrupa kökenli ırklardan yüksek bulunmuştur.

Diğer taraftan bu çalışmada incelenen ırklardan, GAK ırkında β -Lg B allel frekansının A allelinden yüksek bulunmasının bu ırk ile zebu

arasındaki genetik ilişkisinden kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir. Çünkü Anadolu yerli sığır ırkları ile zebu arasında genetik bir ilişkinin olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Loftus ve ark., 1999; Freeman ve ark., 2005).

Bu çalışmada incelenen ırklara ait örneklerde β -Lg lokusu yönünden Hardy-Weinberg dengesinden (HWE) ayrıldığı görülmüştür. Bu dengesizliğin sebebinin çalışmada kullanılan yerli ırkların popülasyon büyüklüklerinin Türkiye yerli sığır ırklarında en az olan iki ırk olmasından dolayı popülasyonların varyasyonlarının azalmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Diğer taraftan ES ve SİM çalışmada kullanılan örneklerin seçiminde herhangi bir ön seçime yapılmamıştır. Buna rağmen bu ırklardaki HWE'den sapmanın; incelenen örnek sayısının azlığından veya A allelinin SİM ırkında süt verimi ile ilişkisi, B allelinin ise süt kompozisyonu ile ilişkisi (Tsiaras ve ark., 2005) nedeniyle, yetiştiriciler tarafından bilinçsiz olarak bir allelin frekansını artırmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

Sığır yetiştiriciliğinde β -Lg gen polimorfizmi ile süt verim parametreleri arasında ki ilişkinin daha açık ortaya konabilmesi için farklı ırkların kullanıldığı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Türkiye'de verim özelliklerini etkileyen ya da etkilediği düşünülen genler ile ilgili çalışmalar çoğunlukla polimorfizmin varlığını ve miktarını belirlemeye yöneliktir. Ancak ekonomik açıdan önemli özellikler ile ilişkili olduğu düşünülen genler bakımından mevcut popülasyonların genetik yapısının ortaya konmasının gerekliliği hem Türkiye'nin bu anlamdaki varlığını ortaya koymak hem de seleksiyon programlarının yapılandırılmasındaki faydası bakımından açıktır.

Yapılan çalışmalarda, BB ve AB genotipli bireylerin AA genotiplilere göre daha fazla yağ verimi, BB genotipli bireylerin ise diğer genotiplere göre sütlerindeki yağ oranı daha yüksek bulunmuştur (Tsiaras ve ark., 2005). AA genotipli ineklerde gebelik süresi diğer genotiplilere göre

daha kısa olduğu ve Holştayn ırkında ise AB genotipinin diğer genotiplerden yüksek olduğu bildirilmiştir (Tsiaras ve ark., 2005). Yine Holştayn ırkında B alleli süt verimi ile ilişkilendirilmişken (Tsiaras ve ark., 2005) Simental ırkında ise A allelinin süt verimi ile ilişkisi olduğu ve B allelinin ise süt kompozisyonu ile ilişkisi olduğu bildirilmiştir (Matějček ve ark., 2007).

Sonuç olarak, Türkiye'de yetiştirilen yerli ve kültür ırklarının β -Lg genin yönünden allelik yapılarının ve bu gen yönünden bireylerin genotipleri ile verim ilişkilerinin araştırıldığı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Bonfatti V., Di Martino G., Cecchinato A., Degano L., Carnier P., 2010. Effects of beta-kappa-casein (CSN2-CSN3) haplotypes, beta-lactoglobulin (BLG) genotypes, and detailed protein composition on coagulation properties of individual milk of Simmental cows. *J. Dairy. Sci.*, 93, 3809-3817.
- Caroli A., Chessa S., Bolla P., Budelli E., Gandini GC., 2004. Genetic structure of milk protein polymorphisms and effects on milk production traits in a local dairy cattle. *J. Anim. Breed. Genet.*, 121, 119-127.
- Caroli AM., Chessa S., Erhardt GJ., 2009. Invited review: Milk protein polymorphisms in cattle: effect on animal breeding and human nutrition. *J. Dairy. Sci.*, 92, 5335-5352.
- Celik S., 2003. β -Lactoglobulin genetic variants in Brown Swiss breed and its association with compositional properties and rennet clotting time of milk. *Int. Dairy J.*, 13, 727-731.
- Dinc H., Kepenek ES., Koban E., Ozkan E., Togan I., 2007. Determination of genotypes for four milk protein related genes in native cattle breeds of Turkey. 3rd Joint Meeting of the Network of Universities and Research Institutions of Animal Science of the South Eastern European

- Countries, 10-12, February, Thessaloniki.
- Elmacı C., Öner Y., Koyuncu M., 2008. Saanen keçilerinde β -laktoglobulin genotiplerinin PCR-RFLP yöntemi ile belirlenmesi. *Hayvansal Üretim*, 49, 1-4.
- Freeman AR., Bradley DG., Nagda S., Gibson JP., Hanotte O., 2006. Combination of multiple microsattelite data sets to investigate genetic diversity and admixture of domestic cattle. *Anim. Genet.*, 37, 1-9.
- Jaan OC., Ibeagha-Awemu EM., Ozbeyaz C., Zaragoza P., Williams JL., Ajmole-Marsan P., Lenstra JA., Moazami-Goudarzi K., Erhardt G., 2004. Geographic distribution of haplotype diversity at the bovine casein locus. *Genet. Sel. Evol.*, 36, 243-257.
- Jeichitra V., Kandasamy N., Panneerselvam S., 2003. Milk protein polymorphism in Kangayam cattle. *Trop. Anim. Health Prod.*, 35, 147-153.
- Kemenes PA., Regitano LCA., Rosa AJM., Packer IU., Razook AG., de Figueiredo LA., Silva NA., Etchegaray MAL., Coutinho LL., 1999. κ -casein, β -lactoglobulin and growth hormone allele frequencies and genetic distances in Nelore, Gyr, Guzará, Caracu, Charolais, Canchim and Santa Gertrudis cattle. *Genet. Mol. Biol.*, 22, 539-541.
- Klug WS., Cummings MR., 2003. *Genetik kavramlar. altıncı baskıdan çeviri*, 586-592, Palme yayıncılık, Ankara.
- Kovács K., Völgyi-Csík J., Zsolnai A., Györkös I., Fésüs L., 2006. Associations between the Alu polymorphism of growth hormone gene and production and reproduction traits in a Hungarian Holstein-Friesian bull dam population. *Arch. Tierz. Dummerstorf*, 49, 236-249.
- Loftus RT., Ertugrul O., Harba AH., El-Barody MAA., MacHugh DE., Park SDE., Bradley DG., 1999. A microsatellite survey of cattle from a centre of origin: the Near East. *Mol. Ecol.*, 8, 2015-2022.
- Martin P., Szymanowska M., Zwierzchowski L., Leroux C., 2002. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. *Reprod. Nutr. Dev.*, 42, 433-459.
- Matějčiček A., Matějčičková J., Němcová E., Jandurová OM., Štípková M., Bouška J., Frelich J., 2007. Joint effects of CSN3 and LGB genotypes and their relation to breeding values of milk production parameters in Czech Fleckvieh. *Czech J. Anim. Sci.*, 52, 83-87.
- Oner Y., Elmacı C., 2006. Milk protein polymorphisms in Holstein cattle. *Int. J. Dairy Technol.*, 59, 180-182.
- Patel RK., Chauhan JB., Singh KM., Soni KJ., 2007. Allelic frequency of kappa-casein and beta-lactoglobulin in Indian crossbred (*Bos taurus* × *Bos indicus*) dairy bulls. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 31, 399-402.
- Rachagani S., Gupta ID., Gupta N., Gupta SC., 2006. Genotyping of β -lactoglobulin gene by PCR-RFLP in Sahiwal and Tharparkar cattle breeds. *BMC Genet.*, 7, 31.
- Sambrook J., Fritsch EF., Maniatis T., 1989. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 2nd ed., chapter 6, 22, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold-Spring Harbor, New York.
- Tambasco DD., Paz CCP., Tambasco-Studart MD., Pereira AP., Alencar MM., Freitas AR., Coutinho LL., Packer IU., Regitano LCA., 2003. Candidate genes for growth traits in beef cattle crosses *Bos taurus* × *Bos indicus*. *J. Anim. Breed. Genet.*, 120, 51-56.
- Tsiaras AM., Bargouli GG., Banos G., Boscós CM., 2005. Effect of kappa-casein and beta-lactoglobulin loci on milk production traits and reproductive performance of Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 88, 327-334.