



SİMENTAL IRKI SIĞIRLARDA LEPTİN VE YAĞ ASİDİ BAĞLAYICI PROTEİN 4 GEN POLİMORFİZMLERİ İLE SÜT VERİMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARAŞTIRILMASI *
INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LEPTIN AND FATTY ACID BINDING PROTEIN 4 GENES POLYMORPHISMS AND MILK YIELD IN SİMENTAL CATTLE BREED

Yusuf ÜÇME¹, Bilal AKYÜZ²

¹Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri

²Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Kayseri

ÖZ

Bu çalışmada, Simental ırkı sığırlarda *LEP-Sau3AI* polimorfizm ve *FABP4-Hin1I* polimorfizmleri ile günlük ve 305 günlük süt verimi arasındaki ilişki araştırılmıştır. *LEP-Sau3AI* polimorfizminin belirlenmesi amacıyla yapılan polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) sonunda 422 bp uzunluğunda bir PCR ürünü elde edilmiştir. *FABP4-Hin1I* polimorfizminin belirlenmesi için yapılan PCR işlemi sonunda ise 399 bp uzunluğunda bir PCR ürünü elde edilmiştir. Elde edilen *LEP-Sau3AI* ve *FABP4-Hin1I* genotipleri ile günlük ve laktasyon süt verimleri arasındaki farklılığın önem kontrolü tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. İncelenen örneklerin *LEP-Sau3AI* polimorfizmi yönünden Hardy-Weinberg (H-W) dengesinde olmadıkları gözlenmiştir. *LEP-Sau3AI* polimorfizmi yönünden incelenen Simental ırkı sığırlarda AA'nın en yaygın (n=137) genotip olduğu, BB genotipinin ise görülmediği belirlenmiştir. *FABP4-Hin1I* polimorfizmi yönünden incelenen Simental ırkı sığırlarda GG genotipinin en sık görülen genotip (n=164) olduğu gözlenmişken, AA genotipinin ise incelenen örneklerde en az görülen genotip olduğu (n=1) belirlenmiştir. *FABP4-Hin1I* polimorfizmi yönünden de incelenen Simental ırkı sığırların H-W dengesinde oldukları gözlenmiştir. Çalışma sonunda incelenen Simental ırkı sağmal ineklerde *LEP-Sau3AI* ve *FABP4-Hin1I* polimorfizmi ile günlük ve 305 günlük süt verimleri arasında ilişki olmadığı belirlenmiştir. Çalışma sonunda bu iki gen yönünden daha çok örneğin incelendiği çalışmaların planlanması gerektiği düşünülmüştür.

ABSTRACT

In this study, the relationship between the *LEP-Sau3AI* and *FABP4-Hin1I* polymorphisms and the daily and 305-day milk yields in Simmental cattle were investigated. The polymerase chain reaction (PCR) products of 422 bp were obtained at the end of the PCR, which was performed to detect the *LEP-Sau3AI* polymorphism in examined cows. PCR products of 399 bp were obtained at the end of the PCR, which was performed to detect the *FABP4-Hin1I* polymorphism in examined cows. The significance control of the difference between the determined *LEP-Sau3AI* and *FABP4-Hin1I* genotypes and daily and lactation milk yields was evaluated with one-way analysis of variance. It was determined that the AA was the most common (n=137) genotype and the BB genotype was not detected in examined Simmental cattle for *LEP-Sau3AI* polymorphism. It was observed that the samples examined were not in Hardy-Weinberg (H-W) equilibrium in terms of *LEP-Sau3AI* polymorphism. It was observed that the GG genotype was the most common genotype (n=164) whereas the AA genotype was the least common genotype (n=1) in the examined Simmental cows for the *FABP4-Hin1I* polymorphism. Deviation from H-W equilibrium was not observed in the examined Simmental cows for the *FABP4-Hin1I* polymorphism. At the end of the study, it was found that there was no relationship between *LEP-Sau3AI* and *FABP4-Hin1I* polymorphisms with daily and 305-days milk yields in Simmental cows in this study. At the end of the study, it was suggested that studies examining more samples in terms of *Sau3AI* and *FABP4-Hin1I* polymorphisms should be planned in Simmental cattle breed.

Anahtar kelimeler: *FABP4*, *LEP*, RFLP, Simental, süt verimi.

Keywords: *FABP4*, *LEP*, milk yield, RFLP, Simmental.

*Bu makale Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen TYL-2020-9998 kodlu 1. yazar Yusuf ÜÇME'nin Yüksek Lisans Tezi'nden özetlenmiştir.

Makale Geliş Tarihi : 07.07.2021

Makale Kabul Tarihi: 21.09.2021

Corresponding Author: Prof. Dr. Bilal AKYÜZ, ORCID-ID: 0000-0001-7548-9830, Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Kayseri
E- posta: bakyuz@erciyes.edu.tr
Yusuf ÜÇME, yusufucme@hotmail.com, ORCID-ID: 0000-0002-6591-0932

GİRİŞ

Türkiye'deki kırmızı et talebindeki artış ve et fiyatlarının süte göre daha hızlı artması, süt üreticisini süt verimi yanında erkek buzağlarının et verimi ve karkas randımanı da yüksek ırklara özellikle Simental ırkına yöneltmiştir. Bu durum sonucunda Simental ırkı Türkiye'de Holstein ırkından sonra en yaygın sığır ırkı haline gelmiştir (1). Hem insan beslemede çok önemli bir besin maddesi olması, hem de Türkiye'de üretilen süten yarısından fazlasının (%52.8) gıda sanayisinde kullanılıyor olması nedeniyle süt, süte dayalı endüstri için çok önemli bir ham maddedir (2). Buna karşın Türkiye, inek başına 3143 kg süt verim ortalaması (2) ile Amerika Birleşik Devletleri (inek başına 9219 kg) ve Avrupa Birliği (inek başına 6012 kg) ülkelerinin (3) oldukça gerisindedir. Bu durum ise Türkiye'de hayvan başına verimin artırılması için eldeki hayvan materyalinin hem genetik ıslahının, hem de bakım-besleme şartlarının iyileştirilmesi için çalışmaların yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Sonucun diğer yöntemlere göre daha kısa sürede alınması nedeniyle çiftlik hayvanlarında yapılacak genetik ıslah çalışmalarında seleksiyon önemli yer tutmaktadır (2). Çiftlik hayvanlarında önemli ekonomik değeri olan birçok özelliğe kalıtım derecesi %5-50 arasında değişmektedir (5). Diğer taraftan verim özelliklerinin ortaya çıkmasında toplamalı etkileri bulunan çok sayıda küçük etkili genin görev alması, araştırmacıları verimi direk etkileyen gen ve polimorfizmlerin araştırıldığı çalışmalara yönlendirmiştir.

Seleksiyon çalışmalarında başarıyla kullanılacak gen ve polimorfizmlerin en çok araştırıldığı yetiştiricilik alanı süt sığırılığı olmuştur. Farklı sığır ırk ve popülasyonlarında yapılan çalışmalar sonunda, başta süt verim özellikleri olmak üzere önemli verim özelliklerinin iyileştirilmesinde yararlanılabilecek potansiyel aday genler ve polimorfizmler rapor edilmiştir (6-8). Bunlardan biri meme büyümesi ve gelişimini düzenleyen mekanizmalar da dahil bir çok fizyolojik süreçte rol oynayan leptin hormonunu kodlayan gen dir (*LEP*) (6). Leptin hormonunun enerji metabolizmasındaki rolü nedeniyle, vücut kondisyon skoru arasında direk ilişki vardır (7,8). Dolayısıyla *LEP* geninin süt verim özellikleri için potansiyel bir aday gen olarak düşünülmektedir.

Yağ asidi bağlayıcı proteinlerin (*FABP*) 1972'de keşfinden sonra memelilerde, farklı dokularda ifade edilebilen en az dokuz farklı izoformu tanımlanmıştır (9). Bunlardan biri olan *FABP4* proteininin asil görevi, adipositlerde uzun zincirli yağ asitlerini, metabolik süreçler için çekirdek de dahil olmak üzere sitoplazma içinde taşımasıdır (10). Bu nedenle *FABP4*'ü kodlayan gen farklı dokularda lipidlerin hidrolizi ve hücre içinde taşınmasında önemli rol oynar (11). Ancak yapılan literatür taramasında farklı sığır ırklarında *FABP4* geni ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkinin araştırıldığı az sayıda çalışmaya rastlanılmıştır.

Yapılan bu çalışmada, yağ metabolizmasındaki görevleri nedeniyle süt verimi ile de ilişkisi olabileceği düşünülen *LEP-Sau3AI* ve *FABP4-Hin1I* polimorfizmlerinin Simental ırkı sığırlarda 305 günlük ve günlük süt verimleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada ilk iki laktasyon süt verim kayıtları alınmış

olan 200 baş Simental ırkı sağmal inek incelenmiştir. Genotiplemede kullanılan örnekler ait DNA'lar total kandan klasik fenol-kloroform-izoamil alkol (25:24:1) yöntemi kullanılarak izole edilmiştir (12).

LEP-Sau3AI polimorfizmi için yapılan PCR işlemi F: 5'-TGG AGT GGC TTG TTA TTT TCT TCT -3'; R: 5'- TGG AGT GGC TTG TTA TTT TCT TCT -3' (12) primer seti kullanılarak 95°C'de 2 dakika tutulduğu ilk denatürasyonu takiben bir döngüsü; 94°C'de 1 dakika, 55°C'de 1 dakika, 72°C'de 1 dakika olacak şekilde 35 döngü olarak yapılmıştır. Son döngünün bitimeyle ısı düzenleme aletinde bulunan tüpler son uzama için 72°C'de 15 dakika tutulması ile tamamlanmıştır. PCR işleminin başarısının kontrolü amacıyla, reaksiyon sonunda elde edilmesi hedeflenen 422 baz çifti (bp) uzunluğundaki PCR ürünlerinin görüntülenmesi için %2'lik agaroz jel elektroforezi yapılmıştır. PCR işlemi sonunda elde edilen 422 bp uzunluğundaki PCR ürünleri *Sau3AI* (Fermentas, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA) restriksiyon enzimi ile firmanın önerdiği şekilde kesilmiştir. Kesim işlemi sonunda AA genotipli bireylerde 390 ve 32 bp'lik iki bant, AB genotipli bireylerde 390, 303, 87 ve 32 bp'lik dört bant, BB genotipli bireylerde ise 303, 87 ve 32 bp'lik üç bant aranmıştır.

FABP4-Hin1I polimorfizminin belirlenmesi amacıyla yapılan PCR işleminde, primer olarak Maharani ve ark. (14), tarafından önerilen primer seti (F: 5'-ATT ATC CCC ACA GAG CAT CG-3' ve R: 5'-ACA AGA CTT GGC CTC AAG GA-3') kullanılarak hazırlanan PCR karışımı r 94 °C'de 4 dakika ön denatürasyonu takiben, bir döngüsü 94 °C'de 1 dakika, 62 °C'de 1 dakika ve 72 °C'de 1 dakika olacak şekilde 32 döngü olarak yapılmıştır. Son döngünün bitiminden sonra tüpler son uzama için 72 °C'de 10 dakika tutulmuş ve PCR işlemi tamamlanmıştır. PCR sonunda %2'lik agaroz jel elektroforez ile 399 bp uzunluğunda PCR ürünleri görüntülenmiştir. Elde edilen 399 bp uzunluğundaki PCR ürünleri *Hin1I* (Fermentas, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA) restriksiyon enzimi ile firmanın önerdiği şekilde kesilmiştir. Elde edilen kesim ürünleri %3'lük agaroz jel elektroforezi ile bireylerin genotipleri belirlenmiştir. AA genotipli bireylerde 302 ve 97 bp'lik iki bant, AG genotipli bireylerde 399, 302 ve 97 bp'lik üç bant, GG genotipli bireylerde ise 399 bp'lik tek bant aranmıştır.

Bu çalışmada incelenen Simental ırkı ineklerin *LEP-Sau3AI* ve *FABP4-Hin1I* genotiplerinin belirlenmesini takiben, Hardy-Weinberg (H-W) dengesini belirlemek için elde edilen verilere Ki-kare analizi uygulanmıştır. Ki-kare analizi H-W dengesi web üzerinden ücretsiz hizmet veren bir sitede yapılmıştır (15). İncelenen örneklerin *LEP-Sau3AI* ve *FABP4-Hin1I* polimorfizmleri yönünden genotipleri ile süt verimleri (305 günlük) arasındaki farklılığın önem kontrolü ise tek yönlü varyans analizi (One WAY ANOVA) ile analiz edilmiştir. İncelenen bireylerin süt verimlerinin tanımlayıcı istatistikleri, ortalama ve standart hata ile gösterilmiştir. Tüm istatistik analizler The Jamovi Project (<https://www.jamovi.org>) paket programı kullanılarak yapılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi p<0.05 olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

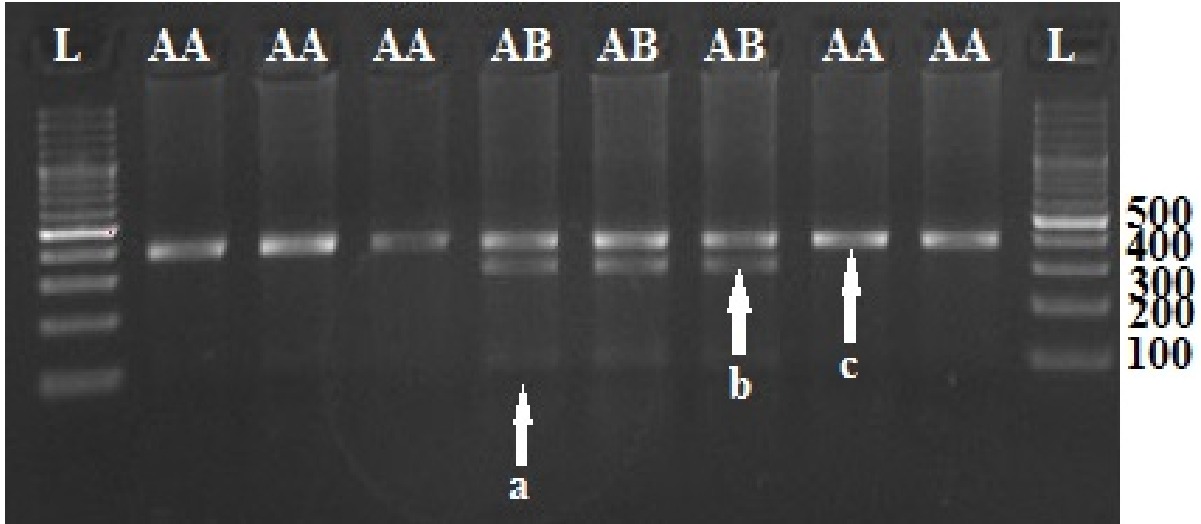
LEP-Sau3AI polimorfizmi için yapılan enzim kesim işlemi sonunda incelenen örneklerin AA ve AB genotipinde bireylere rastlanırken, BB genotipli bireyin bulunmadığı

görülmüştür (Şekil I). Çalışma sonunda incelenen örneklerde AA genotipinin en çok görülen (0.69) genotip, A'nın ise en yüksek frekansa (0.84) sahip allel olduğu ve incelenen Simental ırkı sığırların *LEP-Sau3AI* polimorfizm yönünden Hardy-Weinberg (H-W) dengesinde olmadıkları belirlenmiştir (Tablo I).

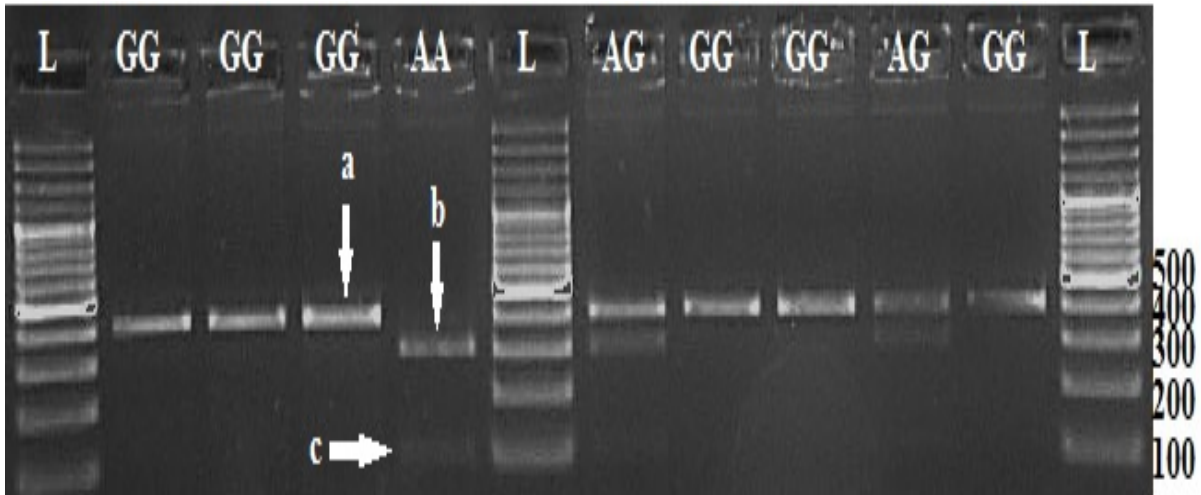
FABP4-Hin1I polimorfizminin belirlenmesi için yapılan PCR işlemi sonrasında elde edilen 399 bp'lik PCR ürünlerinin *Hin1I* restriksiyon endonükleaz enzimi ile kesil-

mesi sonucu GG genotipli (399 bp uzunluğunda tek bant), AG genotipli (399, 302 ve 97 bp uzunluğunda üç bant) ve AA genotipli bireylerin (302 ve 97 bp uzunluğunda iki bant) bulunduğu görülmüştür (Şekil II).

Çalışma sonunda *FABP4-Hin1I* polimorfizmi yönünden incelenen Simental ırkı ineklerde, AA genotipinin en az görülen (0.005) genotip olduğu; A allelinin ise en az görülen allel olduğu (0.09) belirlenmiştir. İncelenen



Şekil I. 422 bp'lik PCR ürünlerinin *Sau3AI* restriksiyon endonükleaz enzim kesim görüntüsü. L: 100 bp'lik DNA merdiveni; a: 87 bp'lik kesim ürünü; b: 303 bp'lik kesim ürünü; c: 390 bp'lik kesim ürünü.



Şekil II. 399 bp'lik PCR ürünlerinin *Hin1I* restriksiyon endonükleaz enzim kesim görüntüsü. L: 100 bp'lik DNA merdiveni; a: 399 bp'lik kesim ürünü; b: 302 bp'lik kesim ürünü; c: 97 bp'lik kesim ürünü.

Tablo I. Simental ırkı ineklerde *LEP-Sau3AI* ve *FABP4-Hin1I* genotip ve allel frekanslar.

Gen	Genotip Frekansı			Allel Frekansı		H-W Ki-kare
	AA	AB	BB	A	B	
<i>LEP</i>	0.69 (n=137)	0.31 (n=63)	0 (n=0)	0.84	0.16	P=0.0082 $\chi^2=6.989$ (Sd=1)
<i>FABP4</i>	0.005 (n=1)	0.175 (n=35)	0.82 (n=164)	0.09	0.91	P=0.549 $\chi^2=0.359$ (Sd=1)

n: Genotipteki birey sayısı; p: p değeri; Sd: Serbestlik derecesi

sığırların bu polimorfizm yönünden H-W dengesinde oldukları görülmüştür (Tablo I).

Çalışma sonunda incelenen Simental ırkı ineklerde *LEP-Sau3AI* ve *FABP4-Hin1I* polimorfizmler ile 1. ve 2. laktasyon süt verimleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (Tablo II). Ancak *LEP-Sau3AI* polimorfizmi yönünden AA genotipli bireylerin, *FABP4-Hin1I* polimorfizmi yönünden ise GG genotipli bireylerin diğer genotipli bireylerden daha yüksek süt verdikleri görülmüştür (Tablo II).

TARTIŞMA

Yapılan literatür taramasında, diğer sığır ırkları ile karşılaştırıldığında Simental ırkında *LEP* geninde *Sau3AI* enzimi ile belirlenen tek nükleotid polimorfizminin (SNP) ve *LEP* geninde bulunan farklı SNP'ler ile süt verim özelliklerinin araştırıldığı çalışma sayısının az olduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışmada incelenen Simental ırkı ineklerde AA'nın en yağın (0.69) genotip olduğu, BB genotipine hiç rastlanılmadığı görülmüştür. Slovakya'da yetiştirilen Simental ırkı sığırlarda *LEP-Sau3AI* polimorfizminin araştırıldığı bir çalışmada, incelenen örneklerde bu çalışmaya benzer şekilde AA genotipinin en yaygın genotip olduğu, BB genotipinin ise en düşük frekanstaki genotip olduğu bildirilmiştir (16). Bir diğer çalışmada da yine Slovakya'da yetiştirilen ve Simental ırkından geliştirilen "Slovak Spotted" ırkı sığırlar incelenmiş ve bu çalışmaya benzer şekilde AA genotipinin en yaygın (0.69) genotip, BB genotipinin ise en az (0.03) görülen genotip olduğu bildirilmiştir (17). Türkiye'de yetiştirilen Simental ırkı sığırların incelendiği bu çalışmada BB genotipinin görülmemesinin incelenen örnek sayısı ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Ancak *Bos taurus*'tan köken alan Simental ve diğer sığır ırklarında *LEP-Sau3AI* polimorfizminin araştırıldığı çalışmalarda da AA genotipinin en yaygın genotip, BB genotipinin ise en az görülen genotip olduğu gözlenmiştir (Tablo III) (16-27). Bu veriler sonucunda, *LEP-Sau3AI* polimorfizmi yönünden AA genotipinin *Bos taurus*'tan köken alan gerçek sığır ırklarında yabancı tip genotip olduğu kanaatine varılmıştır.

Bu çalışmada incelenen Simental ırkı ineklerde, AA genotipli bireylerin özellikle birinci laktasyonda toplam süt verimlerinin rakamsal olarak AB genotiplilerden yüksek olduğu görülmesine rağmen, bu farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Benzer şekilde Slovakya'da yetiştirilen Simental ırkı sığırlarda yapılan bir çalışmada da *LEP-Sau3AI* polimorfizmi ile süt verimi arasında bir ilişki bulunamamasına rağmen, AA genotipli hayvanların diğer genotiplilere göre daha yüksek süt verdikleri bildirilmiştir (16). Slovakya'da yetiştirilen Pinzgau ve Slovak Spotted sığır ırkında da *LEP-Sau3AI* polimorfizmi ile süt verim özellikleri arasındaki ilişki bulunamamasına rağmen, bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer şekilde AA genotipli bireylerin süt verimlerinin diğer genotiplilere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (17). Benzer şekilde sütçü bir sığır ırkı olan Jersey ırkında da *LEP-Sau3AI* polimorfizmi ile süt verimi arasında ilişki bulunamamıştır (28). Buna karşın Metin Kiyici ve ark. (18), Holstein ırkında *LEP-Sau3AI* polimorfizmi ile süt verimi arasında ilişki olduğu ve BB genotipli hayvanların diğer genotiplilere göre daha düşük süt verdiklerini bildirmişlerdir. İranda yetiştirilen Holstein ırkında da AB genotipli hayvanların

Tablo II. *LEP-Sau3AI* ve *FABP4-Hin1I* genotipleri ile süt verim özelliklerinin karşılaştırılması.

Gen	Genotip	I. Laktasyon				II. Laktasyon							
		GSV ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)	P	LGGS ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)	P	305 GTSV ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)	P	GSV ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)	P	LGGS ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)	P	305 GTSV ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)	P
LEP	AA (n=137)	19,89±0,29	0,795	296,69±1,64	0,120	6323,38±93,26	0,821	25,18±0,49	0,565	309,89±2,47	0,870	7679,31±150,38	0,564
	AB (n=63)	19,54±0,45		294,27±2,11		6092,48±133,11		24,70±0,71		310,94±2,79		7532,06±215,91	
FABP	AA (n=1)	20,74	0,551	302,00	0,971	6971,57	0,359	36,17	0,095	308	0,406	11031,49	0,095
	AG (n=35)	18,95±0,52		298,80±3,05		5943,33±168,98		23,64±0,88		309,80±3,86		7210,52±267,15	
4	GG (n=164)	19,95±0,28		295,27±1,45		6311,84 ± 85,44		25,25±0,45		310,32±2,17		7702,35±136,87	

n: İlgili genotipteki birey sayısı;



: Aritmetik ortalaması;



: Standart hatası; LGGS: Laktasyonda Geçen Gün Sayısı; GTSV: 305 Günlük Toplam Süt Verimi(kg); GSV: Günlük Süt Verimi(kg).

Tablo III. Farklı sığır ırklarında *LEP-Sau3AI* allel ve genotip frekansı.

İrk	Allel Frekansı		Genotip Frekansı			Literatür
	A	B	AA	AB	BB	
Simental	0.84	0.16	0.7	0.27	0.03	(16)
Holstein	0.77	0.23	0.55	0.43	0.02	(18)
Holstein	0.95	0.05	0.89	0.11	-	(19)
Holstein	0.90	0.10	0.80	0.20	-	(20)
Holstein	0.87	0.13	0.76	0.23	0.01	(21)
İran Sarabi Sığırı	0.53	0.47	0.32	0.42	0.26	(22)
Slovak Yerli Alaca Sığırı	0.84	0.16	0.70	0.27	0.03	(23)
Pinzgau	0.69	0.31	0.476	0.428	0.096	(24)
Slovak Spotted Sığırı	0.83	0.17	0.69	0.28	0.03	(17)
Irak Yerli Sığırı	0.83	0.17	0.62	0.38	-	(20)
İran Yerli Sığırı	0.77	0.23	0.59	0.36	0.05	(25)
Sırp Busha Sığırı	0.89	0.11	0.78	0.22	-	(26)
Yerli Kara	0.80	0.20	0.64	0.33	0.03	(27)

305 günlük toplam süt verimlerinin daha iyi olduğu bildirilmiştir (19). Sırbistan'da yetiştirilen yerli Busha ırkı sığırlarda *LEP-Sau3AI* polimorfizmi ile süt verimi arasında ilişki olmadığı, sütteki protein oranı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (26). Slovak Yerli Alaca sığırlarında da *LEP-Sau3AI* polimorfizmi ile süt verimi, sütteki yağ ve protein oranı ile arasında ilişki olduğu bildirilmiştir (23). Ancak Jersey ırkında (28), Holstein ırkında (29) ve Polonya'da yetiştirilen yerli Siyah-Beyaz sığır ırkında (28) *LEP* geninde bulunan farklı SNP'lerin süt verimi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Simental ırkı sığırlarda *FABP4-Hin11* polimorfizminin araştırıldığı bu çalışmada, incelenen örneklerde AA genotipinin en az (0.005), GG genotipinin ise en çok gözlenen (0.82) genotip olduğu belirlenmiştir. Yapılan literatür taramasında Simental ırkında bu SNP'nin araştırıldığı başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Diğer taraftan farklı sığır ırklarında bu SNP'nin araştırıldığı sadece iki çalışmaya rastlanılmıştır. Bunların birinde bir Kore yerli sığır ırkı olan Hanwoo ırkı incelenmiş, çalışma sonunda bu çalışmaya benzer şekilde AA genotipinin en az (0.07) gözlenen genotip olduğu, GG genotipinin ise en çok görülen (0.50) genotip olduğu bildirilmiştir (14). Bir başka çalışmada ise Türkiye'de yetiştirilen Holstein sığır ırkı incelenmiş ve bu çalışmadaki bulgulara benzer şekilde AA genotipinin en az (0.05), GG genotipinin ise en çok (0.69) gözlenen genotip olduğu bildirilmiştir (30). Gerek bu çalışma, gerekse yukarıda bildirilen diğer ırkların incelendiği çalışmalarda incelenen sığır ırklarının *FABP4-Hin11* polimorfizmi yönünden H-W dengesinde oldukları rapor edilmiştir. Bu bulgular da göz önünde bulundurularak *Bos taurus*'tan köken alan sığır ırklarında *FABP4-Hin11* polimorfizmi yönünden AA genotipinin en az, GG genotipinin ise en yaygın genotip olduğu söylenebilir. Simental ırkından *FABP4-Hin11* polimorfizmi ile

süt veriminin araştırıldığı bu çalışmada AA genotipli bireyin gerek birinci laktasyonda gerekse ikinci laktasyonda diğer genotipli bireylerden daha yüksek süt verdiği görülmüştür. Ancak sadece bir hayvanın AA genotipinde olması, *FABP4-Hin11* polimorfizmi ile süt verimi arasındaki ilişkinin ortaya konmasında yeterli olamayacağı görüşüne varılmıştır. Bu ilişkinin daha kesin olarak belirlenmesi için her genotipe daha çok örneğin olacağı ve dolayısıyla daha çok örneğin incelenmesi çalışmalara ihtiyaç vardır.

Yapılan literatür taramasında *FABP4* geninde *Hin11* enzimi kullanılarak belirlenen SNP ise süt verim özelliklerinin araştırıldığı sadece bir çalışmaya rastlanılmıştır. Bu çalışmada Holstein ırkı sütçü ineklerde *FABP4-Hin11* polimorfizmi ile süt verimi arasında ilişki bulunamamıştır (30).

Sonuç olarak, her iki SNP ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkinin kesin olarak ortaya konulması için her genotipte yeteri sayıda bireyin olduğu bir çalışmanın planlanması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca süt üretimi ve süt kompozisyonu üzerine etkileri dikkate alındığında bu iki gen ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkinin araştırıldığı daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Kaygısız A, Harmandar A. Kahramanmaraş ilindeki iki özel işletmede kültür ırkı sığırların adaptasyon düzeylerinin sigorta hasar tazminatı alma kriteri bakımından karşılaştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 2018; 21(2):215-219.
2. Thornton PK. Livestock production: recent trends, future prospects. Phil Trans R Soc B 2010; 365:2853-2867.
3. Karaağaç M, Genç S. Kırşehir ilinde yetiştirilen Siyah Alaca sığırlarının süt verim özelliklerinin belirlenmesi. JOTAF 2019; 16(3):412-422.

4. Mundan D, Zonturlu AK, Öztürk Y, Akkuş T, Kaçar C. Effect of calving season, calving year and lactation number on the milk yield traits in Holstein cows raising in Şanlıurfa. *TURJAF* 2020; 8 (2):313-317.
5. Georges M, Charlier C, Hayes B. Harnessing genomic information for livestock improvement. *Nature Reviews Genetics* 2019; 20(3):135-156.
6. Silva LFP, VandeHaar MJ, Weber Nielsen MS, Smith GW. Evidence for a local effect of leptin in bovine mammary gland. *J Dairy Sci* 2002; 85:3277-3286.
7. Bartha T, Sayed-Ahmed A, Rudas P. Expression of leptin and its receptors in various tissues of ruminants. *Domest Anim Endocrinol* 2005; 29 (1):193-202.
8. Samardzija M, Vince S, Duricic D. Association of parity, fecundity and body condition score with blood serum concentration of some metabolites during pre and post parturient period in German improved fawn goats. *Veterinarski Arhiv* 2013; 83 (5):469-477.
9. Furuhashi M, Saitoh S, Shimamoto K, Miura T. Fatty acid-binding protein 4 (FABP4): Pathophysiological insights and potent clinical biomarker of metabolic and cardiovascular diseases. *Clin Med Insights Cardiol* 2014; 8(3):23-33.
10. Ibarretxe D, Girona J, Plana N, et al. FABP4 plasma concentrations are determined by acquired metabolic derangements rather than genetic determinants. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2015; 25 (9):875-880.
11. Chmurzynska A. The multigene family of fatty acid-binding proteins (FABPs): Function, structure and polymorphism. *J Appl Genet* 2006; 47(1):39-48.
12. Akyüz B. Türkiye'deki Holştayn Sığırlarında Sığır Lökosit Bağlanma Yetmezliğinin (Bovine Leukocyte Adhesion Deficiency, Blad) Restriksiyon Parçacık Uzunluk Polimorfizmi (Restriction Fragment Length Polymorphism, RFLP) İle Belirlenmesi. Doktora Tezi, Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2004.
13. Liefers SC, Veerkamp RF. Association between leptin gene polymorphism and production, live weight energy balance, feed intake and fertility in Holstein heifers. *J Dairy Sci* 2002; 85:1633-1638.
14. Maharani D, Jung Y, Jung WY, et al. Association of five candidate genes with fatty acid composition in Korean cattle. *Mol Biol Rep* 2012; 39:6113-6121.
15. Anonim. Equilibrium Hardy-Weinberg. <https://wpcalc.com/en/equilibrium-hardy-weinberg/>; Erişim Tarihi: 15.10.2020.
16. Trakovická A, Moravčíková N, Minarovič T, Navrátilová A. SNPs analyses of the bovine LEP and PIT-1 genes by multiplex PCR-RFLP method and their effect on milk performance traits in Slovak Simmental cattle. *J Cent Eur Agric* 2015; 16 (1):65-75.
17. Moravčíková N, Trakovická A, Hazuchová E, Bujko J, Kasarda R. Associations between polymorphisms in the leptin gene and milk production traits in Pinzgau and Slovak Spotted cattle. *Acta Agric Slov* 2012; 100(Suppl. 3):259-263.
18. Kiyıcı JM, Arslan K, Akyüz B, et al. Relationships between polymorphisms of growth hormone, leptin and myogenic factor 5 genes with some milk yield traits in Holstein dairy cows. *Int J Dairy Technol* 2019; 72(1):1-7.
19. Moussavi AH, Ahooui M, Nassiry MR, Javadmanesh A. Association of leptin polymorphism with production, reproduction and plasma glucose level in Iranian Holstein cows. *Asian-Aust J Anim Sci* 2006; 19(5):627-631.
20. Hussain DA, Zainab HA, Tabarek AA. Genetic structure analysis of leptin gene/Sau3AI and its relationship with body weight in Iraqi and Holstein-Friesian cows population. *IOSR-JPBS* 2017; 12:10-13.
21. Bayram D, Arslan K, Akyüz B, İşcan KM. Identification of pituitary-specific transcription factor-1 (PIT-1) and leptin gene (LEP) polymorphism of Holstein cattle reared in Turkey. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2017; 64:337-343.
22. Javanmard A, Mohammadabadi MR, Zarrigabayi GE, et al. Polymorphism within the intron region of the bovine leptin gene in Iranian Sarabi cattle (Iranian *Bos taurus*). *Russ J Genet* 2008; 44(4):495-497.
23. Trakovická A, Moravčíková N, Kasarda R. Genetic polymorphisms of leptin and leptin receptor genes in relation with production and reproduction traits in cattle. *Acta Biochim Pol* 2013; 60(4):783-787.
24. Moravčíková N, Trakovická A, Kasarda R. Polymorphism within the intron region of the bovine leptin gene in Slovak Pinzgau cattle. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies* 2012; 45(1):211-214.
25. Sharifzadeh A, Doosti A. Investigation of leptin gene polymorphism in Iranian native cattle. *Bulg J Vet Med* 2012; 15(2):86-92.
26. Maletić M, Paprikić N, Lazarević M, et al. Insight in leptin gene polymorphism and impact on milk traits in autochthonous Busha cattle. *Acta Veterinaria* 2019; 69(2):153-163.
27. Çoban Z. Aydın İlinde Yetiştirilen Yerli Sığırlarda Leptin Gen Polimorfizminin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın 2015; s 32.
28. Kulig H. Associations between leptin gene polymorphism and some milk performance traits of cattle. *J Anim Feed Sci* 2005; 14(2):235-243.
29. De Matteis G, Scatà MC, Grandoni F, et al. Association analyses of single nucleotide polymorphisms in the leptin and leptin receptor genes on milk and morphological traits in Holstein cows. *Open Journal of Animal Sciences* 2012; 2:174-182.
30. Arslan K, Metin Kiyıcı J, Akyüz B, et al. Holstein ırkı sığırlarda FABP4, NR1H3 ve SCD genleri ile bazı süt verim özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 2019; 16(2):115-121.