Geliş Tarihi: 30.07.2026 | Yayın Tarihi: 30.08.2026 | Cilt: 11, Sayı: 3 | Sf: 248- 260 | Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.23101680

THE EFFECT OF A POLYMORPHISM DETECTED IN THE IGF-1 GENE OF IMPROVED BEEF CATTLE BREEDS ON CARCASS AND MEAT QUALITY TRAITS

KÜLTÜR IRKI ETÇİ SIĞIRLARDA IGF-1 GENİNDE TESPİT EDİLEN POLİMORFİZMİN KARKAS VE ET KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Aydın DAŞ [1], Ömer AKBULUT [2], Faruk BOZKAYA [3]
[1]Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Şanlıurfa-Türkiye
[2]Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosüreç Mühendisliği Anabilim Dalı, Giresun, Türkiye
[3]Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Şanlıurfa-Türkiye

ABSTRACT
Objective: This study was conducted to determine the polymorphisms of the insulin-like growth factor-1 (IGF-1) gene in beef cattle raised in Turkey and to investigate their effects on slaughter and carcass characteristics.
Materials and Methods: The study material consisted of 405 healthy, slaughter-maturity bulls of Hereford, Angus, Charolais, Black Hereford, Brahman, and Limousin breeds, with an average age of 17 months (± 2 months), selected through phenotypic evaluation from a private agricultural enterprise in Şanlıurfa. Characteristics such as backbone area (MLD), back fat thickness, total fat, and fatty acid ratio were determined from the collected meat samples. After DNA isolation from the meat samples, IGF-1 gene polymorphism was detected using the PCR-RFLP method.
Results: In the studied beef cattle herd, the frequency of the B allele (0.600) in the IGF-1 gene was found to be higher than that of the A allele (0.400). The mean MLD area of the IGF-1/*SnaBI* AA genotype was found to be 61.37 cm^2, that of the AB genotype 61.62 cm^2, and that of the BB genotype 67.13 cm^2. The difference in MLD area between the BB genotype and the AB and AA genotypes was found to be significant ($p<0.01$).
Conclusion: The relationships observed between the IGF-1/*SnaBI* polymorphism and carcass and yield characteristics and fatty acid composition suggest that this gene polymorphism can be used as a useful marker in genotypic selection applications.
Keywords: *IGF-1*, PCR-RFLP, Polymorphism, Beef cattle, Meat quality.

ÖZET
Amaç: Bu çalışma, Türkiye'de yetiştirilen ırkı kültür besi sığırlarında insülin benzeri büyüme faktörü -1 (IGF-1) geni polimorfizmlerinin belirlenmesi ve bunların kesim ve karkas özellikleri üzerine etkilerinin ortaya çıkartılması amacıyla yapılmıştır.
Gereç ve Yöntem: Çalışmanın materyalini Şanlıurfa'da özel bir tarım işletmesinde bulunan ve fenotipik değerlendirmeyle seçilmiş Hereford, Angus, Charolais, Black Hereford, Brahman ve Limousin ırkı toplam 405 baş ortalama 17 aylık (± 2 ay) sağlıklı ve kesim olgunluğuna gelmiş tosunlar oluşturmuştur. Belgözü alanı (MLD), sırt yağı kalınlığı, toplam yağ ve yağ asitlerinin oranı gibi özellikler toplanan et örneklerinden belirlenmiştir. Et numunelerinden DNA izole edildikten sonra IGF-1 gen polimorfizmi PCR-RFLP yöntemiyle tespit edilmiştir.
Bulgular: İncelenen besi sığırı sürüsünde IGF-1 geninde B allelinin frekansının (0,600), A alleline göre (0,400) yüksek olduğu tespit edilmiştir. IGF-1/*SnaBI* AA genotipinin MLD alan ortalaması 61,37 cm^2, AB genotipinin 61,62 cm^2 ve BB genotipinin MLD alan ortalaması ise 67,13 cm^2 bulunmuştur. MLD alanı bakımından BB genotipi ile AB ve AA genotipleri arasındaki fark önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.
Sonuç: IGF-1/*SnaBI* polimorfizmi ile karkas ve verim özellikleri ile yağ asidi kompozisyonu arasında ortaya çıkan ilişkiler bu gen polimorfizminin genotipik seleksiyon uygulamalarında yararlı bir markör olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.
Anahtar Kelimeler: *IGF-1*, PCR-RFLP, Polimorfizm, Besi sığırları, Et kalitesi.
Sorumlu Yazar: Aydın DAŞ, Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, ***E-mail:*** adas@harran.edu.tr
Bu makaleye atıf: DAŞ, A., AKBULUT, Ö., BOZKAYA, F. (2026). Kültür Irki Etçi Sığırlarda Igf-1 Geninde Tespit Edilen Polimorfizmin Karkas Ve Et Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi**.** Gevher Nesibe Tıp ve Sağlık Bilimleri Dergisi. 11(3), 248-260. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23101680

GİRİŞ

Et kalitesi ve karkas kompozisyonu besi sığırı endüstrisinin ekonomik öneme sahip en önemli özellikleri arasındadır (Shin and Chung 2007). Et kalitesini pH, renk, su tutma kapasitesi, lezzet, yağ içeriği gibi özellikler belirlemektedir. Karkas kompozisyonu ise Musculus longissimus dorsi alanının (MLD) genişliği ve içeriğindeki yağ ve et dokusu ile kabuk yağı kalınlığı gibi özelliklerin bilinmesiyle hakkında fikir sahibi olunabilmektedir (Esen ve Özbey 2001; Şireli vd 2012; Söbeli ve Kayaardı 2014). Sığırlarda ekonomik önemi olan bu özellikleri kontrol eden metabolik hormonların ve bunların aktivitesini sağlayan genlerin üzerindeki polimorfik yapıların belirlenmesi hayvan yetiştiriciliğindeki moleküler ve genetik ıslah programlarının geliştirilmesinde kullanılabilmektedir (Yazıcıtunç 2011).

Kırmızı ette MLD alanı, kas içi yağlanma (mermerleşme) için önemli bir derecelendirme kriteridir. MLD alanı hayvanlarda mevcut et miktarını tespit etmede, et kalitesi ve yağlılık durumunu belirlemede en çok kullanılan objektif ölçülerdendir (Özhan vd 2011; Çiftçioğlu 2015). Bununla birlikte etin lezzet ve olgunluğunu gösteren kas içi toplam yağ, etteki yağlanma veya mermerleşme, yağın kas lifleri arasında dağılması sonucu oluşan mozaik yapı et kalitesi hakkında bilgi veren önemli özelliklerdir. İyi bir mermerleşme yapısı gösteren etler yumuşak, kolay çiğnenebilir, kolay parçalanabilir ve suludur (Yaralı 2010; Newlacil et al. 2013). Ayrıca kırmızı et, önemli bir enerji ve yağ kaynağı olup, içeriğindeki yağ asidi kompozisyonu nedeniyle sağlık üzerine olumlu etkiler göstermektedir (Çakmakçı ve Tahmas Kahyaoğlu 2012; Štoković et al. 2013). İnsan beslenmesinde günlük alınan toplam yağın, toplam günlük enerji içinde %30 ve bunun içinde de doymuş yağ asidi oranının %10 civarında olması gerekmektedir (Petrović et al. 2014). Buna bağlı olarak ette bulunan çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarının yüksek olması ve et üretiminde PUFA/SFA oranının geliştirilmesi önemlidir (Yaralı 2010; Štoković et al. 2013).

İzole edilmiş büyüme hormonuna (GH) bağımlı büyüme faktörü, kıkırdakta sülfat bileşimini artırmasından dolayı ilk kez 1957'de Salmon ve Daughaday tarafından sülfasyon faktörü olarak tanımlanmıştır. Daha sonra yapılan araştırmalarda, insülin benzeri bir biyolojik aktivitenin serum immunoreaktif insülininden bağımsız şekilde var olduğu görülmüş ve buna Nonsupressible Insulin Like Activity (NSIL) adı verilmiştir. 1978'de insülin benzeri yapısal özellikleri nedeniyle bu peptidler Insulin-Like Growth Factors (IGF)-İnsülin benzeri büyüme faktörleri olarak adlandırılmıştır (Harbili 2008).

İnsülin benzeri büyüme faktörü (IGF) sistemi, insülin benzeri büyüme faktörlerinden (IGF-1 ve IGF-II), IGF bağlayıcı proteinlerden (IGFBP-1-6) ve IGF reseptörlerinden (tip I IGF reseptörü ve tip II IGF reseptörü) oluşmaktadır (Keleş ve Türkeli 2005). IGF'ler hem büyümeyi hem de metabolizmayı kontrol eden çok yönlü sistemlerin bileşenleridir. Büyüme hormonunun metabolik etkilerine aracılık eden IGF'ler temelde karaciğer tarafından sentezlenirken, otokrin ve parakrin etkilerini gösterdikleri kas dokusu gibi bazı lokal dokular da IGF'leri sentezler (Harbili 2008).

IGF'ler pankreastan salgılanmamalarına rağmen yapısal ve fonksiyonel olarak insülin ile ilişkilidirler. İnsülinin hücre büyümesi ve çoğalması üzerine etkilerini, IGF-1 ve IGF-II'nin neden olduğu benzer etkilerden ayırt etmek güçtür (Deprem 2004). IGF' tek zincirden oluşmuş polipeptid yapıda hormonlardır.

IGF-1, 70 aminoasit içeren bazik bir peptiddir, molekül ağırlığı 7649 kiloDaltondur (Mehmannavaz et al. 2010). Büyüme hormonunun kendi hepatik reseptörü ile ilişkiye girmesi IGF-1 geninin ekspresyonunu uyarmakta ve IGF-1 peptidinin salınımına neden olmaktadır (Keleş ve Türkeli 2005). Gerek dolaşımda gerekse spesifik organlardaki etkisiyle memelilerin büyüme ve gelişmeleri üzerine önemli fizyolojik bir etki yapmaktadır (Ge et al. 2001).

Sığırlarda IGF-1 geni, 5. kromozomda lokalize olmuş 6 ekson içeren bir gendir (Akis et al. 2010). Metabolizmanın düzenlenmesinde, embriyogenezisde, büyümede ve hücre proliferasyonunda anahtar rol oynayan ve yapısal olarak ilişkili büyüme faktörlerinden bir tanesidir. IGF-1 büyüme ve hücre proliferasyonunun düzenlenmesindeki rolünden dolayı sığırlarda et üretim özellikleri ve büyüme oranı için aday genlerden biri olarak kabul görmesini sağlamıştır (Siadkowska et al. 2006).

Son zamanlarda gerek sığırlarda gerekse diğer çiftlik hayvanlarında yapılan araştırmalar IGF-1 gen polimorfizminin büyüme, canlı ağırlık, karkas özellikleri, et kalite özellikleri ve yem tüketim parametreleri için yararlı bir genetik belirleyici olabileceğini düşündürmektedir (Johnston et al. 2001; Ge et al. 2004; Curi et al. 2005; Brandt et al. 2007; Islam *et al.* 2009; Bonakdar *et al.* 2010; De la Rosa

Reyna *et al.* 2010; Mehmannavaz *et al.* 2010; Mullen *et al.* 2011; Curi *et al.* 2012; Tizioto *et al.* 2012; Ghazikhani Shad *et al.* 2013; Sharma *et al.* ;2013; Jenmans *et al.* 2014).

RFLP yöntemi günümüzde DNA düzeyinde polimorfizm elde etmek amacıyla yaygın olarak kullanılan moleküler yöntemler arasında gösterilmektedir. Bu yöntemde alınan sonuçların, laboratuvar şartlarına göre değişkenliğinin az olması ve güvenilir olması yöntemin hayvan yetiştirmede markör olarak kullanımını artırmaktadır (Eken 2010; Kaplan 2010; Bilici 2024).

Bu çalışmada; IGF-1'in aktivitesinde etkili genin polimorfizmlerini PCR-RFLP yöntemini kullanarak açığa çıkarmak, polimorfizmler yönünden sahip oldukları genetik yapı ve allel frekanslarını tespit etmek amaçlanmıştır. Ayrıca polimorfizmlerin kültür ırkı besi sığırlarında karkas özellikleri ve et kalitesi ile ilişkilerini ortaya koymak ve bunları markör destekli seleksiyonun bir parçası haline getirmek hedeflenmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmanın hayvan materyalini, fenotipik değerlendirme ile seçilmiş olan ve Şanlıurfa'daki özel bir besi işletmesine getirilen ortalama 17 aylık (±2 ay) yaştaki toplam 405 baş tosun oluşturmuştur. Çalışmada kullanılan tosunların 112' başı Hereford, 145'i Angus, 54'ü Charolais, 36'sı Black Hereford, 24'ü Brahman ve 34'ü Limousin ırkına aitti. Kesimden hemen sonra sıcak karkas ağırlıkları işletme tarafından otomatik olarak ölçülmüştür. Musculus longissimus dorsi (MLD) kasının 11. ve 12. sırt omurları arası bölgedeki kesit alanının fotoğrafı karkas parçalama işlemleri sırasında 10 megapiksel kapasiteli 6x dijital zoomlu fotoğraf makinesi ile (Samsung) alınmıştır (Özkaya 2006; Özhan vd 2011).

Fotoğraf çekimini takiben MLD kasından 2 cm kalınlığında ve bir el ayası genişliğinde bir parça et örneği alınmış, her bir numune ayrı bir poşete gelecek şekilde numaralandırılmış kilitli poşetlere konulmuş ve karkasların bekletildiği soğuk ünitelerde numune ve fotoğraf çekim işlemi sonuna kadar bekletilmiştir.

Numunelerin alım işlemi bittikten sonra, alınan örneklerin tamamı vakum makinesinde vakumlanmış ve numuneler soğuk zincir altında laboratuvara getirilip, -20 ^{o}C'de derin dondurucuda analizlerin yapılacağı ana kadar bekletilmiştir.

Karkas ağırlığı, MLD alanı, kabuk yağı kalınlığı gibi karkas parametreleri, işletme kayıtları ve MLD görüntüleri incelenerek elde edilmiştir. MLD alanı için, sol karkas 11. kaburga cidarının üzerine 1 cm2'lik alanlara bölünmüş asetat planimetre yerleştirildikten sonra çekilen fotoğraflar, referans aralıklara bakılarak orijinal büyüklüğüne getirildikten sonra çıktıları alınmış (Özkaya 2006; Özhan vd 2011), bu çıktılardan MLD alanının sınırları belirlenerek o kısımlardan fotoğraflar kesilmiş ve sadece MLD alanını içeren fotoğraf kesimleri elde edilmiştir. Bu elde edilen alanlar yaprak yüzey alanını ölçen bir cihazla (Dhanda et al. 1999, 2003; P´erez et al. 2007) ölçülmüş (herbir örnek 3 defa cihaza okutulmuş, ortalaması alınmıştır) ve sonuçlar cm^2 cinsinden ifade edilmiştir.

Kabuk yağı kalınlığı Özhan vd (2011)'nin belirttiği şekilde yapılmıştır. Bunun için MLD alanının uzun ekseni çizilmiş, bu çizgi 4 eşit kısma bölünmüş, her bölüm noktasından bu çizgiye dik çizgiler çizilmiştir. Dik çizgilerin MLD çemberini kestiği yerden, yağ sınır çizgisine dik olacak şekilde yeni çizgiler çizilmiş, MLD alanı ile yağ çemberi arasında kalan bu 3 çizgi ölçülmüştür. Bu üç çizginin ortalaması alınarak kabuk yağı kalınlığı mm olarak belirlenmiştir.

Kas dokularında toplam yağın esktraksiyonu, Folch *et al.* (1957)'ın modifiye edilmiş metoduna göre yapılmıştır. Blendır ile homojen hale getirilen doku karışımından 5 gr alınarak blendır içinde 2:1 oranda kloroform metanol karışımı ile toplam yağın ekstraksiyonu yapılmıştır. Protein, karbohidrat ve amino şekerler gibi yağ olmayan safsızlıklar %0.9'luk NaCl ile yıkanarak uzaklaştırılmıştır. Toplam yağı içeren kloroform fazı, önceden ilk ağırlığı alınmış 100 ml'lik cam balona konulmuş, döner buharlaştırıcıda 40^{o}C'de uçurulmuştur. Kloroform uçurulduktan sonra cam balon desikatörde soğutulmuş ve ikinci ağırlığı alınmıştır. İkinci ağırlıktan ilk ağırlık çıkarılarak 5 g dokuda olan toplam yağ miktarı belirlenmiştir. Total yağ miktarı sonuçları g/100 g doku olarak verilmiştir.

Yağ asidi metil esterleri Agilent Technologies firmasının önerileri doğrultusunda, Ichihara *et al.* (1996) tarafından tanımlanmış metod ile elde edilmiştir. Bunun için cam balonda bulunan toplam yağ 2 ml n-Hekzan ile bir iki dakika çalkalanarak çözülmüştür. Bu karışım 5 ml'lik kapaklı plastik şişeye aktarıldıktan sonra üzerine 100 µl 2 M Metanolde çözdürülmüş Potasyum Hidroksit eklenerek, 1 dakika

kadar vortexlenmiş ve 5 dakika 3000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Oluşan üst faz 2 ml'lik viale aktarılarak analize hazır hale geltirilmiştir. Bireysel yağ asidi metil esterlerinin analizi gaz kromotografi cihazında (Agilent Technologies 7890A GC/5975C MS) Optima marka delta-6- 0.25 mikrometre (60 m x 0.25 µm ID) kolonu ile yapılmıştır. Cihazın yağ asitlerini okuması 120°C ile başlamış, 5°C/dk ile 250°C'ye ulaşmış, bu sıcaklıkta 3 dk beklemiş, sonra 2°C/dk ile 270°C'ye ulaşmış ve yine bu sıcaklıkta 16 dk bekleyerek okuma işlemini bitirmiştir. Cihaz splitless modunda çalıştırılmış enjeksiyon hacmi 1 µl olmuştur. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı kullanılmıştır. Gaz kromatografi analizi sonucunda elde edilen kromatogramlardaki yağ asidi metil esterlerinin kalitatif tayini, standart yağ asidi metil esterlerinin relatif alıkonma süreleri karşılaştırılarak yapılmıştır. Kantitatif tayinler ise her bir yağ asidinin yüzde miktarları şeklinde eskternal standart yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Yağ asitleri analizi için alınan et örneklerinden DNA izolasyonu Qiagen marka DNeasy Blood and Tissue kiti (cat. No. 69504 ve 69506) ile yapılmıştır. Yöntem firmanın tavsiyelerine uygun olarak aşağıda belirtildiği şekilde yapılmıştır. İzole edilen DNA örneklerinin konsantrasyonları ve saflığı spektrofotometre yardımıyla (Thermo Scientific Nanodrop ND-1000) sırasıyla 260 nm ve 260/280 nm dalga boyundaki ışık ile ölçülmüştür.

Araştırmaya konu olan genin hedef bölgesinin çoğaltılması için kullanılan primerler, bu primerleri kesen enzim ile kesimi yapılacak bölgenin fragment uzunlukları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çoğaltma işlemi için kullanılan primerler ve kesim enzimi bilgileri.

Gen	Primer	Enzim	Frag. Uz.	Literatür
IGF-1	5'- ATTACAAAGCTGCCTGCCCC -3' 5'- ACCTTACCCGTATGAAAGGAATAT ACG T -3'	*SnaBI*	249 bp	Ge *et al.* (2001)

Elde edilen DNA'ların belirlenen gen bölgesinin fragmenti PCR yöntemi ile yükseltgenmiştir. IGF-1 lokusu için 12,5 µl'lik PCR ürünü elde etmek amacıyla her bir örnek için reaksiyon çözeltisi 1,25 µl 10X Reaksiyon Buffer, 1,5 mM MgCl++, her bir primerden 0,2 µM, Taq polymerase 0,625 U, dNTP mix 0,1 mM, 2 µl genomik DNA ve 8,75 µl nükleazsız su içerecek şekilde hazırlanmıştır. Protokol olarak 94°C'de 5 dakika denatürasyonun ardından, 40 döngü 94°C'de 30 saniye denatürasyon, 62°C'de 30 saniye bağlanma, 72°C'de 30 saniye uzama adımları uygulanmıştır. Son uzama adımı 72°C'de 5 dakika olacak şekilde uygulanmıştır.

PCR ürünlerinin uygun miktarda çoğalıp çoğalmadığını ve primerlerin bağlanma durumlarını kontrol etmek amacıyla bazı örneklerin PCR ürününden 10 µl 2,5 µl 6X loading dye ile karıştırılarak %2'lik jele yüklenmiş ve 90 dakika 120 voltta yürütülmüştür (Şekil 3.9). Agaroz jeller ethidium bromid ile boyanarak UV ışık ile görünür hale getirildikten sonra fotoğrafları çekilip değerlendirilmiştir.

SnaBI (New England BioLabs, Lot:0471309) enzimi ile kesim için PCR işleminden sonra elde edilen PCR ürünlerinden 10 µl alınarak 20 µl enzimli çözelti (16,8 µl nukleazsız su, 3 µl cutsmart buffer ve 0,2 µl enzim) ile karıştırılmıştır. 1 saat 37°C'de inkübasyona bırakılmış ve sonrasında numuneler 80°C'de 20 dakika bekletilerek denatürasyon sağlanmıştır. Enzimle kesilmiş 15 µl ürünü, 3 µl 6x loading dye ile karıştırılarak %3 lük agaroz jele yüklenmiştir. Örnekler 120 voltta 75 dakika yürütülmüştür.

Gen frekanslarının tahmini, IGF-1 genotiplerinin sayılarından elde edilmiştir. Buna göre allel frekansları;

$$P(A) = \frac{2 * AA + AB}{2 * N}$$

Formülü ile hesaplanmıştır (Vanlı vd 2008; Vanlı vd 2012).

İstatistiksel ön analizde incelenen özelliklerin normal dağılım uyumu Kolmogorov-Simirnov testi ile kontrol edilmiş ve Histogram grafikleri incelenmiştir. Normal dağılım gösteren ve yeterli örneklem büyüklüğüne sahip veri setleri parametrik testlerle, sınırlı örneklem hacmine sahip veri setleri parametrik olmayan testlerle analiz edilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü sürüde araştırma materyali ırklara göre kesim yaşı bakımından analiz edilmiştir. Kesim yaşına göre ırklar arasında farklılığın bulunması nedeniyle yaş faktörü analiz modeline kovaryet olarak dahil edilerek kesim ve karkas özellikleri genotipler bakımından analiz edilirken aşağıdaki biyometrik model kullanılmıştır.

$$y_{ij} = \mu + a_i + \left(x_{ij} - \overline{x}\right) + e_{ij}$$

Formülde;

y_{ij} : İlgili kesim-karkas özelliğini

μ: Sürü ortalamasını,

a_i : i. genotip etkisini,

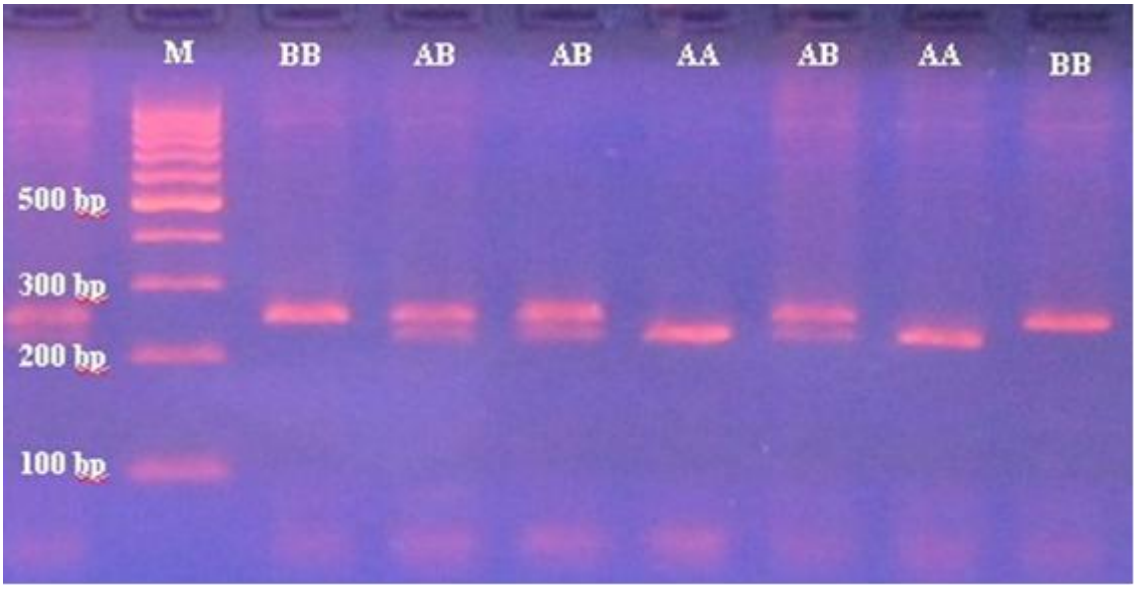
$\left(x_{ij} - \overline{x}\right)$: Kesim yaşı etkisinin kovaryet etkisi,

e_{ij} : $N \sim (0, \sigma_e^2)$ olan hata değişkenini göstermektedir.

Ayrıca her bir ırk içinde (Angus, Hereford gibi) genotip gruplarının analizinde tek yönlü varyans analizleri kullanılmış ancak alt gruplarda veri sayısının sınırlı olduğu durumlarda Kruksal-Wallis testi (parametrik olmayan test) kullanılmıştır. Alt grupların çoklu karşılaştırılmasında LSD testi kullanılmıştır. İki bağımsız grubun karşılaştırılması durumunda t testi veya Mann-Whitney U testi uygulanmıştır (Yıldız vd 2015). Verilerin elektronik ortama girilmesi ve hesaplamalarda Microsoft Office 2010 Excel ve SPSS statistics 17.0 (SPSS 2008) veri analiz programları kullanılmıştır.

BULGULAR

IGF-1 geni ekson 1 bölgesinden PCR ile çoğaltılan 249 bp'lik fragmentin SnaBI enzimi ile kesilerek elde edilen kesim ürünlerinin agaroz jel elektroforezindeki bant profilleri Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. 249 bp'lik PCR ürünlerinin SnaBI enzimi ile kesimi sonucu oluşan genotipler (%3'lük agaroz jel, M: 100 bp DNA ladder)

İncelenen materyalde IGF-1/SnaBI genotipleri ve allel frekansları ile $\chi 2$ test istatistiği sonuçları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Araştırma sürüsünde IGF-1 genotip ve allel frekansları ile Hardy-Weinberg denge durumu.

Genler	**Genotipler (n)**			**Alleller (n)**		**p-Değeri**	**Önem Durumu**
IGF-1	BB (115)	AB (137)	AA (54)	B (367)	A (245)	0,238	ns
	0,360	0,480	0,160	0,600	0,400		

ns: Önemsiz fark.

İncelenen sürüde yaş faktörü modele alınarak yaşa göre düzeltilmiş kesim ve karkas özellikleri üzerine IGF-1/SnaBI gen polimorfizmlerinin etkilerinin ortaya çıkarmak amacıyla yapılan istatistiki

analizler Tablo 3'te sunulmuştur. Bu polimorfizm nedeniyle oluşan genotiplerin besi sığırlarında incelenen verim özellikleri üzerine etkilerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan istatistiksel analizlerde, kesim günü canlı ağırlık, karkas ağırlığı ve kabuk yağı kalınlığı bakımından genotipler arası fark önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. Bununla beraber genotipler arası verim özelliklerine göre bir sıralama yapılacak olursa kesim günü canlı ağırlık bakımından genotipler BB>AA>AB, karkas ağırlığı bakımından ise AA>BB>AB olarak sıralanmıştır. Kabuk yağı kalınlığına göre genotipler arası fark marjinal düzeyde anlamlı bulunmuş ($p=0,088$) olup, genotiplerin kabuk yağı ortalamaları BB=8,60 mm, AB=7,58 mm ve AA=7,37 mm olacak şekilde ölçülmüştür. MLD alanı bakımından ise AA genotipinin MLD alan ortalaması 61,37 cm^2, AB genotipinin ise 61,62 cm^2 olarak ölçülmüştür. Ayrıca BB genotipinin MLD alan ortalaması ise 67,13 cm^2 olarak tespit edilmiştir. MLD alanı bakımından BB genotipi ile AA ve AB genotipleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

Tablo 3. Kesim ve karkas özellikleri için IGF-1/SnaBI genotiplerine ait ortalamalar ve istatistik analiz sonuçları.

Özellikler	**Genotipler**						**Test İstatistiği**	**p-Değeri**	**Önem Durumu**
	BB (n=115)		**AB (n=137)**		**AA (n=54)**				
	$\bar{X}$	$\pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$\pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$\pm S_{\bar{X}}$			
Canlı Ağırlık (kg)	487,60	5,18	476,90	6,28	485,10	7,71	F=0,850	0,429	ns
Karkas Ağırlığı (kg)	271,70	3,15	268,10	3,81	276,20	4,68	F=0,878	0,418	ns
Kabuk Yağı Kalınlığı (mm)	8,60	0,37	7,58	0,45	7,37	0,55	F=2,469	0,088	ns
M. longissimus dorsi Alanı (cm^2)	$67,13^a$	1,25	$61,62^b$	1,52	$61,37^b$	1,86	F=5,371	0,005	**

a,b:Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: $p<0,01$; F: Varyans analizi F değeri; ns: Önemsiz; $\bar{X}$: Ortalama; $S_{\bar{x}}$: Standart hata.

IGF-1/*SnaBI* polimorfizminin Angus, Hereford ve Charolais ırkında kesim ve karkas özellikleri üzerine etkisi her üç ırkta ayrı ayrı incelenmiş ve sonuçlar Tablo 4'te özetlenmiştir. Bu polimorfizmin verim özellikleri üzerine etkisini tespit etmek amacıyla yapılan istatistiksel analizlerde, Angus ırkında BB genotip hayvanların MLD alanı AB genotip hayvanlara göre önemli ($p<0,05$) düzeyde yüksek bulunurken, Hereford ırkında da benzer şekilde genotipler arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Genotipler arasında bir karşılaştırma yapıldığında, MLD alanı bakımından tüm ırklarda BB genotipliler en yüksek AB genotipliler en düşük değere sahip olmuştur. Aynı şekilde Angus ve Hereford ırklarında canlı ağırlık ve karkas ağırlığı yönünden BB genotiplilerin en yüksek, AB genotiplilerin ise en düşük değerleri gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca Charolais ırkında canlı ağırlık, karkas ağırlığı ve günlük canlı ağırlık artışı özellikleri bakımından AB genotipine sahip bireylerin en yüksek, BB genotipine sahip bireylerin ise en düşük değerler gösterdiği gözlenmiştir.

Tablo 4. Angus, Hereford ve Charolais ırklarında kesim ve karkas özellikleri için IGF-1/*SnaBI* genotiplerine ait ortalamalar ve istatistik analiz sonuçları.

Irk	Özellikler	BB		AB		AA		Test İstatistiği	p-Değeri	Önem Durumu
		$\bar{X}$	$\pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$\pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$\pm S_{\bar{X}}$			
Angus	Canlı Ağırlık (kg)	465,86	10,56	445,89	6,85	454,56	8,49	F=1,520	0,224	ns
	Karkas Ağırlığı (kg)	260,97	6,95	247,32	4,30	257,93	5,25	F=1,871	0,159	ns
	Günlük Canlı Ağırlık Artışı (g)	1 240	30	1 230	29	1 280	56	F=0,389	0,679	ns
	Kabuk Yağı Kalınlığı (mm)	7,63	0,55	7,49	0,57	6,33	0,92	F=0,852	0,432	ns
	M. longissimus dorsi Alanı (cm^2)	64,98[a]	2,21	56,49[b]	1,96	61,17[ab]	2,91	F=3,927	0,025	*
		n = 36		n = 53		n = 16				
Hereford	Canlı Ağırlık (kg)	522,93	13,83	482,78	12,02	503,53	17,95	F=2,207	0,117	ns
	Karkas Ağırlığı (kg)	289,13	8,78	267,56	7,54	283,03	10,35	F=1,638	0,201	ns
	Günlük Canlı Ağırlık Artışı (g)	1 140	34	1 220	52	1 280	35	F=2,566	0,083	ns
	Kabuk Yağı Kalınlığı (mm)	10,32	0,80	7,69	1,45	8,93	1,73	F=1,136	0,331	ns
	M. longissimus dorsi Alanı (cm^2)	73,32[a]	3,45	58,93[b]	3,93	61,16[b]	2,59	F=3,501	0,039	*
		n = 43		n = 27		n = 15				
Charolais	Canlı Ağırlık (kg)	467,22	63,80	485,40	52,18	470,86	50,92	KW=1,922	0,382	ns
	Karkas Ağırlığı (kg)	260,44	39,50	275,05	31,52	263,01	32,65	KW=2,399	0,301	ns
	Günlük Canlı Ağırlık Artışı (g)	1 260	160	1 420	200	1 300	260	KW=4,782	0,092	ns
	Kabuk Yağı Kalınlığı (mm)	8,90	3,09	6,56	2,50	8,57	0,81	KW=5,485	0,064	ns
	M. longissimus dorsi Alanı (cm^2)	62,89	11,48	61,71	7,39	61,85	10,48	KW=0,779	0,677	ns
		n = 9		n = 30		n = 6				

a,b: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir; * :p<0,05; F: Varyans analizi F değeri; KW: Kruksal-Wallis analizi; ns: Önemsiz; $\overline{X}$: Ortalama; $S_{\overline{x}}$: Standart hata.

IGF-1/*SnaBI* gen polimorfizminin kas içi toplam yağ ve yağ asidi kompozisyonlarının üzerine etkileri Tablo 5'te gösterilmiştir. IGF-1/*SnaBI* genotiplerinin incelenen yağ özellikleri üzerine etkisi önemsiz (p>0,05) bulunmuştur. Genotipler arası fark önemsiz olmakla birlikte AB genotipi toplam yağ, PUFA, PUFA/SFA oranı, n-3 ve n-6 yağ yüzdeleri bakımından en yüksek ortalamalara sahip olmuştur. MUFA ve UFA yüzdeleri bakımından ise BB genotipinde, SFA bakımından ise AA genotipinde en yüksek yüzdeler elde edilmiştir.

Tablo 5. Kas içi toplam yağ ve yağ asidi kompozisyonları için IGF-1/*SnaBI* genotiplerine ait ortalamalar (%) ve istatistik analiz sonuçları.

Özellikler	Genotipler						Test İstatistiği	p-Değeri	Önem Durumu
	BB(n=20)		AB (n=60)		AA (n=19)				
	$\overline{X}$	$\pm S_{\overline{X}}$	$\overline{X}$	$\pm S_{\overline{X}}$	$\overline{X}$	$\pm S_{\overline{X}}$			
Toplam Yağ	3,81	0,51	4,28	0,30	3,82	0,54	F=0,483	0,618	ns
SFA	52,05	1,07	54,01	0,62	55,31	1,12	F=2,268	0,109	ns
MUFA	39,46	1,68	36,33	0,97	37,18	1,76	F=1,305	0,276	ns
PUFA	8,49	1,65	9,66	0,95	7,51	1,72	F=0,657	0,521	ns
UFA	47,95	1,07	45,99	0,06	44,69	1,12	F=2,268	0,109	ns
PUFA/SFA	0,16	0,04	0,19	0,02	0,14	0,04	F=0,726	0,487	ns
n-3	0,26	0,06	0,33	0,04	0,27	0,07	F=0,510	0,602	ns
n-6	8,20	1,62	9,29	0,93	7,22	1,69	F=0,624	0,538	ns
n-9	38,84	1,62	35,91	0,94	36,71	1,70	F=1,236	0,295	ns

F: Varyans analizi F değeri; ns: Önemsiz; $S_{\overline{x}}$: Standart hata; $\overline{X}$: Ortalama.

TARTIŞMA

İncelenen etçi sığır ırklarına ait besi sığırlarında IGF-1/*SnaBI* polimorfizmi sonucu oluşan genotiplerin verim özellikleriyle olan ilişkisini açıklamak üzere istatistiki analizler yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Buna göre MLD alanı yönünden genotipler BB=67,13 cm^2, AB=61,62 cm^2 ve AA=61,37 cm^2 şeklinde sıralandı. BB genotipi ile AB ve AA genotipleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli (p<0,01) bulunmuştur (Çizelge 3). Sunulan çalışmaya benzer olarak Curi *et al.* (2012) B allelinin melez hayvanlardan oluşan besi sığırı sürüsünde MLD alanını 3,78 cm^2 kadar arttırdığını belirtmiş ve bu artışın p=0,0078 düzeyinde önemli olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmanın dışında Islam *et al.* (2009) ve Curi *et al.* (2005) yaptıkları çalışmalarda BB genotipinin diğer genotiplere oranla daha geniş MLD alanı içerdiğini belirtmelerine rağmen genotipler arası farkın önemsiz (p>0,05) olduğunu bildirmişlerdir. Yine Jenmans *et al.* (2014) yaptıkları çalışmalarında genotipler arasında önemli bir farklılık görmemişlerdir.

Tablo 3'te belirtilen karkas ağırlığı, AA genotipinde 276,2 kg, BB genotipinde 271,7 ve AB genotipinde 268,1 olacak şekilde büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Genotipler arasında karkas ağırlığı bakımından fark önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Sunulan çalışmadan farklı olarak Curi *et al.* (2005)'ın yaptıkları bir çalışmada BB genotipi (265,1 kg) ile AB genotipi (257,8 kg) arasında sıcak karkas ağırlığı bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark (p<0,05) olduğunu bildirmişlerdir. Sunulan çalışmada genotipler arasında önemli bir fark bulunmamasına karşın BB genotipinin AB genotipine oranla daha ağır bir karkasa sahip olduğu görülmekedir. Curi *et al.* (2005)'nın araştırması dışında Siadkowska *et al.* (2006) ve Jenmans *et al.* (2014) karkas ağırlığı ile IGF-1/*SnaBI* genotipleri arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Bu araştırmalar da Curi *et al.* (2005)'ın çalışmalarının aksine sunulan çalışmayı destekler nitelikte genotipler arasında önemli (p>0,05) bir fark bulunamamıştır.

Bu çalışmada kesim günü canlı ağırlık ve kabuk yağı kalınlığı gibi verim özellikleri açısından genotipler arasında önemli (p>0,05) sayılabilecek bir fark gözlenmemiştir (Çizelge 3). Bu sonuçlara benzer olarak canlı ağırlık için, De la Rosa Reyna *et al.* (2010) ve Siadkowska *et al.* (2006)'ın

araştırmaları, kabuk yağı kalınlığı için, Jeanmans *et al.* (2014)'ın yaptıkları çalışma mevcuttur. Bu araştırmalarda da sunulan araştırma bulgularıyla benzer sonuçlar elde edilmiş ve genotipler arasında herhangi bir fark bulunamamıştır.

Angus, Charolais ve Hereford ırklarında IGF-1/*SnaBI* polimorfizminin verim özellikleri üzerine etkisini tespit etmek amacıyla yapılan istatistiksel analizlerde, Angus ırkında IGF-1/*SnaBI* polimorfizminin MLD alanı üzerine etkisi önemli ($p<0,05$) bulunurken, Hereford ırkında ise genotipler arasındaki fark $p<0,1$ düzeyinde kalmıştır (Tablo 4). Bununla birlikte karkas özellikleri bakımından bu çalışmada kullanılan ırkların IGF-1/*SnaBI* genotipleri arasındaki ilişkileri inceleyen sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bahsi geçen besi sığırlarıyla ilgili az sayıdaki çalışmaların birinde Curi *et al.* (2005) IGF-1, IGF-IR, GHRH polimorfizmlerinin besi sığırlarında karkas ve büyüme özellikleri ile ilişkilerini incelemişler, IGF-1 genotipleri ile içlerinde MLD alanının olduğu karkas özellikleri arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır. Bir diğer çalışmada ise Curi *et al.* (2012) başka gen lokuslarıyla beraber IGF-1 genotiplerini incelemiş ve MLD alanı ile bu genotipler arasında yine anlamlı bir ilişki bulamamışlardır. Benzer sonuçlar Jeanmas *et al.* (2014) tarafından yapılan çalışmada da gözlenmiştir. Angus ve Hereford ırkında ortaya çıkardığımız MLD alanı ile IGF-1/*SnaBI* genotipleri arasındaki bu ilişki, yapılacak yeni ve daha detaylı çalışmalar ile desteklenmeye muhtaç görülmektedir. Ayrıca çalışmamızdaki IGF-1 genotiplerinin verim özelliklerine göre karşılaştırma yapılacak olursa, tüm ırklarda MLD alanı yönünden, Angus ve Hereford ırklarında ise canlı ağırlık ve karkas ağırlığı yönünden BB genotipinin en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Curi *et al.* (2005) kesim günü canlı ağırlık özelliğinin, De la Rosa Reyna *et al.* (2010) ise 600 günlük canlı ağırlığın BB genotipinde en yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Charolais ırkının canlı ağırlık, karkas ağırlığı ve günlük canlı ağırlık artışı özelliklerinin IGF-1/S*naBI*-AB genotipinin en yüksek değerleri teşkil ettiği görülmüştür. Buna paralel olarak Jenmans *et al.* (2014)'da karkas ağırlığının AB genotipinde en yüksek değerleri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Sığır etlerinde önemli bir özellik olan kas içi yağlanma veya mermerleşme, etin lezzetini ve olgunluğunu ifade eden göstergelerden biridir. İyi bir mermerleşme yapısı gösteren etler genelde yumuşak, kolay çiğnenebilir, kolay parçalanabilir ve sulu bir yapıdadır (Yaralı 2010; Newlacil *et al.* 2013). Kırmızı etteki göstergelerden bir diğeri de içerdiği yağ asidi kompozisyonudur (Konca vd 2010). Yağ asidi profili etin kalite özellikleri olan sertlik, sululuk, raf ömrü ve aromasını etkilemektedir. Ayrıca sağlıklı hayvansal gıdalarda omega-3 (n-3) yağ asitleri miktarının yüksek olması, buna bağlı olarak PUFA/SFA (çoklu doymamış yağ asitleri/doymuş yağ asitleri) oranının yüksek olması istenen özelliklerdir (Yaralı 2010).

Hayvanlarda pek çok üretim özellikleri ve yağ asidi profili genetik ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Genetik faktörler arasında yer alan polimorfizmler ile kas içi toplam yağ ve yağ asitleri kompozisyonu arasındaki ilişkiyi bazı araştırıcılar yaptıkları çalışmalar ile ortaya koymuşlardır (Buchanan *et al.* 2002; Nkrumah *et al.* 2004; Schenkel *et al.* 2005; Fortes *et al.* 2009; Pannier *et al.* 2009; Orrù *et al.* 2011).

İncelenen materyalde IGF-1/*SnaBI* polimorfizminin kas içi toplam yağ ile yağ asidi profili üzerine etkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiş, genotipler ile bu özellikler arasında önemli ($p>0,05$) bir fark bulunamamıştır (Çizelge 5). Sunulan çalışma bulgularına benzer olarak Curi *et al.* (2012) Angus, Nellore, Canchim, Brangus, Rubia Gallega ve Braunvieh melezleri ile yaptıkları çalışmalarında IGF-1, MYOD1ve MYF5 gen lokuslarıyla kas içi toplam yağ miktarı arasında önemli ($p>0,05$) bir fark bulamamışlardır.

IGF-1 polimorfizmleri ile yağ asidi profilleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde koyunlarda yapılan iki adet çalışma (Crisà *et al.* 2010 ve Ghazikhani Shad *et al.* 2013) görülmektedir. Yapılan bu çalışmalarda yağ asidi kompozisyonu ile IGF-1 genotipleri arasında önemli bir ilişki bulamamışlardır. Sığır etleri, insan beslenmesinde önemli bir enerji ve yağ kaynağı olup, yüksek doymuş yağ asitleri içeriği nedeniyle çeşitli hastalıklarla ilişkili olmaktadır. Bu hastalıkların başında bazı kanser tipleri, otoimmun hastalıklar ve özellikle koroner kalp rahatsızlıkları gelmektedir. Belirtilen hastalıkların önlenmesinde omega-3 yağ asitleri oranı yüksek besinlerle beslenmenin gerekliliğinin anlaşılması üzerine, bu yağ asitlerini içeren etlerin önemi de artmıştır. (Yaralı 2010; Çakmakçı ve Tahmas Kahyaoğlu 2012; Štoković *et al.* 2013). Omega-3 yağ asitleri insan sağlığı için bu kadar önemliyken, sunulan çalışmada bulunan etlerin yağ asidi profili ile IGF-1 genotipleri arasındaki ilişki, bu alanda

yapılacak başka araştırmaları tetikleyecek, araştırıcılara yol gösterici ve genetik ıslah çalışmalarında kullanılabilecek bir araç olacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile Türkiye'de ve dünyada sığır eti üretiminin büyük bir kısmını karşılayan kültür ırkı besi sığırlarında IGF-1 geninin polimorfizmleri belirlenmiştir. Bu ırkların söz konusu genler açısından sahip oldukları genotip ve allel frekansları tespit edilmiş ve genotiplerin canlı ağırlık, karkas ağırlığı, kabuk yağı kalınlığı, *musculus longissimus dorsi* alanı, toplam yağ ve yağ asitleri kompozisyonu özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. İncelenen etçi ırklara ait besi sığırlarında IGF-1/*SnaBI* polimorfizmi yönünden ise B allelinin frekansı 0,600 bulunurken A allelinin frekansı 0,400 bulunmuş, benzer şekilde ırklar arasında B alleli en yüksek frekans dağılımını Hereford ırkında 0,665 değeri ile göstermiştir. Ayrıca IGF-1/*SnaBI* polimorfizmi yönünden Herefordların allel frekansları B=0,665 ve A=0,335 şeklinde bulunmuş, bu polimorfizm ile Herefordların allel frekanslarının araştırıldığı bu çalışma literatürde ilkler arasındadır. IGF-1/*SnaBI* polimorfizminin MLD alanı üzerine etkisi sürü genelinde ($p<0,01$) önemli bulunurken, çalışmada bulunan tüm ırklar göz önüne alındığında B allelinin MLD alanını arttırma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, IGF-1/*SnaBI* polimorfizmleri ile karkas ve verim özellikleri ile yağ asidi kompozisyonu arasında ortaya çıkan ilişkiler bu gen polimorfizmlerinin genotipik seleksiyon uygulamalarında yararlı birer markör olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. IGF-1/*SnaBI* polimorfizmi yönünden B allelinin MLD alanı üzerine etkisinin bilinmesi seleksiyon çalışmalarında ekonomik bir avantaj sağlayabilir. IGF-1/*SnaBI* polimorfizmlerinin markör destekli seleksiyon gibi genotipik seleksiyon uygulamalarında kullanılmasıyla insan sağlığı açısından önemli olan kırmızı etin yağ asidi kompozisyonu ile karkas ve verim özelliklerinin geliştirilmesine imkan sağlanmış olabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma makalesi "Leptin, Ghrelin ve IGF-1 Gen Polimorfizmlerinin Etçi Sığır Irklarında Besi Performansı, Bazı Karkas Özellikleri ve Et Kalitesi Üzerine Etkisi" isimli doktora tezinden özetlenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Araştırma ile ilgili yazarlar arasında herhangi bir çatışma söz konusu değildir.

FİNANSAL DESTEK

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: BAP-697-176-2014).

KAYNAKLAR

Akis, I., Oztabak, K., Gonulalp, I., Mengi, A., and Un, C., 2010. IGF-1 and IGF-1R gene polymorphisms in east anatolian red and South Anatolian Red cattle breeds. Russian Journal of Genetics, 46(4), 439-442.

Bilici, E., 2024. Polymorphism of the callipyge gene in the Esme sheep breed. *South African Journal of Animal Science*, 54(5), 556–559.

Bonakdar, E., Rahmani, H.R., Edriss, M.A. and Sayed Tabatabaei ,B.E., 2010. IGF-I gene polymorphism, but not its blood concentration, is associated with milk fat and protein in Holstein dairy cows. Genet. Mol. Res., 9(3), 1726-1734.

Brandt, M. M., Keisler,D. H., Meyer, D. L., Schmidt, T. B., and Berg, E. P., 2007. Serum hormone concentrations relative to carcass composition of a random allotment of commercial-fed beef cattle. J. Anim. Sci., 85, 267-275.

Buchanan, F.C., Fitzsimmons, C.J., Van Kessel, A.G., Thue, T.D., Winkelman-Sim, D.C., and Schmutz, S.M., 2002. Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. Genet. Sel. Evol., 34, 105-116.

Crisà, A., Marchitelli, C., Pariset, L., Contarini, G., Signorelli, F., Napolitano, F., Catillo, G., Valentini, A. and Moioli, B., 2010. Exploring polymorphisms and effects of candidate genes on milk fat quality in dairy sheep. J. Dairy Sci., 93, 3834-3845.

Curi, R.A., de Oliveira, H.N., Silveira, A.C., and Lopes, C.R., 2005. Association between IGF-I, IGF-IR and GHRH gene polymorphisms and growth and carcass traits in beef cattle. Livestock Production Science, 94, 159–167.

Curi, R.A., Krauskopf, M.M., Hadlich, J.C., Fortes, M.R.S., Vankan, D.M., Silva, J.A.II.V., de Oliveira, H.N. and da Mota, M.D.S., 2012. Candidate SNPs for carcass and meat traits in Nelore animals and in their crosses with Bos taurus. Pesq. agropec. bras., 47(2), 294-301.

Çakmaçı, S. ve Tahmas Kahyaoğlu, D., 2012. Yağ Asitlerinin Sağlık ve Beslenme Üzerine Etkileri. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 5 (2), 133-137.

Çiftçioğlu, G., 2015. Et Muayenesi ve Teknolojisi Dersi Notları. Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

De la Rosa Reyna, X.F., Montoya, H.M., Castrellón,V.V., Rincón, A.M.S., Bracamonte, M.P., and Vera, W.A., 2010. Polymorphisms in the IGF1 gene and their effect on growth traits in Mexican beef cattle. Genet. Mol. Res., 9 (2), 875-883.

Deprem, T., 2004. Japon Bıldırcınlarında Çizgili Kasların Emriyonal Gelişimi Üzerinde IGF-1'in Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kafkas Üniversitesi, Kars.

Dhanda, J.S., Taylor, D.G., McCosker, J.E., Murray, P.J., 1999. The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses. 1. Growth and carcass characteristics. Meat Science, 52, 355-361.

Eken, M., 2010. Güney Anadolu Kırmızısı ve Doğu Anadolu Kırmızısı Irkı Sığırlarda Büyüme Hormonu Salgılatıcı Hormonu ve Reseptörü Genlerinin Polimorfizmlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Esen, F., ve Özbey, O., 2001. Sakız X Akkaraman Melezi (F1 ve G1) Kuzularda Verim Özellikleri. II. Besi Performansı, Kesim ve Karkas Özellikleri. Turk J Vet Anim Sci, 25, 953-959.

Folch, J., Lees, M., Sloane Stanley, G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J. Biol. Chem., 226(1), 497-509.

Fortes, M.R.S., Curi, R.A., Chardulo, L.A.L., Silveira, A.C., Assumpção, M.E.O.D., Visintin, J.A., and de Oliveira, H.N., 2009. Bovine gene polymorphisms related to fat deposition and meat tenderness. Genetics and Molecular Biology, 32(1), 75-82.

Ge, W., Davis, M.E., Hines, H.C., K Irvin,.M., and Simmen,R.C., 2001. Association of a genetic marker with blood serum insulin-like growth factor-I concentration and growth traits in Angus cattle. J. Anim. Sci., 79, 1757-1762.

Ghazikhani Shad, A., Moradi Shahrbabak, H., Sadeghi, M. and Faraji, R., 2013. Genetic Analysis of Exon 4 in Ovine IGF-I Gene and Its Association with Carcass Traits and Fatty Acids Profiles in Zel Sheep. Animal Science and Research Journal, 12.

Harbili, S., 2008. İnsülin benzeri büyüme faktörleri (IGF): Egzersiz metabolizması ve kas dokusu üzerine etkileri. Genel Tıp Derg.,18(4), 177-184.

Ichihara, K. I., Shibahara, A., Yamamoto, K. and Nakayama, T., 1996. An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. Lipids, 31(5), 535-539.

Islam, K.K., Vinsky, M., Crews, R.E., Okine, E., Moore, S.S., Crews Jr, D.H. and Li, C., 2009. Association analyses of a SNP in the promoter of IGF1 with fat deposition and carcass merit traits in hybrid, Angus and Charolais beef cattle. Animal Genetics, 40, 766-769.

Jenmans, A., Sopannarath, P., Tumwasorn, S. and Loongyai, W., 2014. Association of SNP Marker in the IGF1 Gene with Carcass Traits in Crossbred Cattle among Thai Native, Brahman and Charolais. Kasetsart J. (Nat. Sci.), 48, 605- 610.

Johnston, D.J., Herd, R., Reverter, A., and Oddy, V.H., 2001. Heritability Of Igf-I In Beef Cattle And Its Associatıon with Growth and Carcass Traits. Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet., 14, 163-166.

Kaplan, S., 2010. Yerli anadolu mandalarında ve esmer sığırlarda pcr-rflp yöntemi ile prolaktin geni polimorfizminin belirlenmesi. Yükseklisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Keleş, M. ve Türkeli, M., 2005. İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü Sistemi ve Kanser. Tıp Araştırma Dergisi, 3 (2), 39- 43.

Konca, Y., Büyükkılıç, S., Metin, J., Adkinson A.Y. ve Özkan, M., 2010. Organik ve Konvansiyonel Metotla Yetiştirilen Hayvanlardan Elde Edilen Ürünlerde Bazı Özelliklerin Karşılaştırılması. Türkiye I. Organik Hayvancılık Kongresi, Kelkit/Gümüşhane.

Mehmannavaz, Y., Amirinia, C., Bonyadi, M. and Torshizi, R.V., 2010. Association of IGF-1 gene polymorphism with milk production traits and paternal genetic trends in Iranian Holstein bulls. African Journal of Microbiology Research, 4(1),110-114.

Mullen, M. P., Berry, D. P., Howard, D. J., Diskin, M. G., Lynch, C. O., Giblin, L., Kenny, D. A., Magee, D. A., Meade, K. G., and Waters, S. M., 2011. Single nucleotide polymorphisms in the insulin-like growth factor 1 (IGF-1) gene are associated with performance in Holstein-Friesian dairy cattle. Frontiers in Genetics, 2, 1-9.

Newlacil, I., Demkowicz, M., Paczyńska, K., Kuropka, P., and Szulc, T., 2013. Factors affecting ultrasound intramuscular fat content in musculus longissimus dorsi of beef bulls estimated with BIA Pro Plus software. Ann. Anim. Sci., 13(3), 633–644.

Nkrumah, J. D., Li, C., Basarab, J. B., Guercio, S., Meng, Y., Murdoch, B., Hansen, C. and Moore, S. S., 2004b. Association of a single nucleotide polymorphism in the bovine leptin gene with feed intake, feed efficiency, growth, feeding behaviour, carcass quality and body composition. Can. J. Anim. Sci., 84, 211–219.

Orrù, L., Cifuni, G.F., Piasentier, E., Corazzin, M., Bovolenta, S., and Moioli, B., 2011. Association analyses of single nucleotide polymorphisms in the LEP and SCD1 genes on the fatty acid profile of muscle fat in Simmental bulls. Meat Science, 87, 344–348.

Özhan, M., Tüzemen, N. ve Yanar, M., 2011. Büyükbaş Hayvan Yetiştirme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notu Yayın No: 134, 556 s, Erzurum.

Özkaya, S., 2006. Besi Sığırlarında Sayısal Görüntü Analizi ile Canlı Ağırlık ve Karkas Performansının Tahmin Edilmesi ve Tahmin Modelleri ile Karşılaştırılması. Yükseklisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Pannier, L., Sweeney, T., Hamill, R.M., Ipek, F., Stapleton, P.C. and Mullen, A.M., 2009. Lack of an association between single nucleotide polymorphisms in the bovine leptin gene and intramuscular fat in Bos taurus cattle. Meat Science, 81(4), 731-737.

Perez, P., Maino, M., Morales, M.S., Köbrich, C., Bardon, Pokniak, C., J., 2007. Gender and slaughter weight effects on carcass quality traits of suckling lambs from four different genotypes. Small Ruminant Research, 70, 124–130.

Petrović, M., Wähner, M., Radović, Č., Radojković, D., Parunović, N., Savić, R. and Brkić, N., 2014. Fatty acid profile of m. longissimus dorsi of Mangalitsa and Moravka pig breeds. Archiv Tierzucht, 57(17), 1-12.

Schenkel, F. S., Miller, S. P., Ye, X., Moore, S. S., Nkrumah, J. D., Li, C., Yu, J., Mandell, I. B., Wilton, J. W., and Williams,J. L., 2005. Association of single nucleotide polymorphisms in the leptin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. J. Anim. Sci., 83, 2009–2020.

Sharma, A., Dutt, G., Sivalingam, J., Singh, M.K., Pathodiya, O.P., Khadda, B.S. and Dixit, S.P., 2013. Short communication: Novel SNPs in IGF1, GHR and IGFBP-3 genes reveal significant association with growth traits in Indian goat breeds. Small Ruminant Research, 115, 7– 14.

Shin, S. C. and Chung, E. R., 2007. Association of snp marker in the leptin gene with carcass and meat quality traits in Korean cattle. Asian- Aust. J. Anim. Sci., 20 (1), 1-6.

Siadkowska, E., Zwierzchowski, L., Oprządek, J., Strzałkowska, N., Bagnicka, E., and Krzyżewski, J., 2006. Effect of polymorphism in IGF-1 gene on production traits in Polish Holstein-Friesian cattle. Animal Science Papers and Reports, 24(3), 225-237.

Söbeli, C., ve Kayaardı, S., 2014. Et Kalitesini Belirlemede Yeni Teknikler. GIDA, 39 (4), 251-258.

SPSS Inc, 2008. SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. Chicago.

Štoković, I., Starčević, K., Karadjole, I., Križanović, D., Božić, P.and Maurić, M., 2013. The chemical compositions and fatty acid profifi le of the longissimus dorsi muscle in young Simmental bulls. Vet. Arhiv., 83 (2), 135-144.

Şireli, H. D., Koncagül, S., ve Tutkun, M., 2012. Canlı Kuzularda Karkas Özelliklerinin Tahmin Yöntemleri. MKU Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(1), 13-22.

Tizioto,P.C., Meirelles, S.L., Tulio, R.R., Rosa, A.N., Alencar, M.M., Medeiros, S.R., Siqueira, F., Feijó, G.L.D., Silva,L.O.C., Torres Junior, R.A.A. and Regitano, L.C.A., 2012. Candidate genes for production traits in Nelore beef cattle. Genet. Mol. Res., 11 (4), 4138-4144.

Vanlı, Y., Kaygısız, A. ve Orhan, H., 2008. Hayvan Islahı ve Genetiği Populasyon, İstatistik ve Biyometrik Genetik sorular ve Çözümler. Genişletilmiş V. Baskı. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:238, Tekirdağ.

Vanlı, Y., Özsoy, M.K., Baş, S., Kaygısız, A., 2012. Populasyon ve Biyometrik Genetik. Namık Kemal Üniversitesi Yayın No: 11, Ders Kitabı No:4, Tekirdağ.

Yaralı, E., 2010. Karya Tipi Koyunlarda Farklı Yetiştirme ve Besi Koşullarında Bazı Et Verim ve Kalite Özellikleri. Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Yazıcıtunç, G., 2011. Türkiye'de bulunan bazı sığır ırklarının olr1 gen polimorfizminin araştırılması. Yükseklisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Yıldız, N., Akbulut, Ö., ve Bircan, H., 2015. İstatistiğe Giriş, Uygulamalı Temel Bilgiler, Çözümlü ve Cevaplı Sorular (11. Baskı). Aktif Yayınevi, Erzurum.