

Canlı Hayvanlarda Bilgisayarlı X-Ray Tomografi Ölçüleri Kullanılarak Vücut Kompozisyonu ve Karkas Kalitesinin Tahmin Edilmesi

Ayhan CEYHAN*

Ni de Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, Bor/Ni de

Geli Tarihi (Received): 14.08.2013

Kabul Tarihi (Accepted): 25.10.2013

Özet: Günümüzde hayvanlardan vücut ölçüleri alabilece imiz güvenilirlik ve fiyatı farklı pek çok teknoloji vardır. Bunlardan Bilgisayarlı Tomografi (BT), ilk olarak tıpta tanı için kullanımı ve son 20-30 yıldan bu yana ise çiftlik hayvanlarında karkas kalitesinin belirlenmesi çalı malarına ba arılı bir ekilde uyarlanmı tır. Elde edilen verilerin seleksiyon indekslerinde kullanılmasıyla da daha yüksek genetik ilerleme sa lanmı tır. BT ile canlı hayvanlardan karkas a ırlı ı, ya , kas ve kemik miktarları, karkas randımanı, ya oranları, but, bel ve gö üs bölgelerinde kas yüzdesi ile göz kası uzunlu u, derinli i ve geni li i ölçülebilmektedir. Günümüzde BT teknolojisi ba ta ngiltere ve Yeni Zelanda olmak üzere birçok ülkede et koyuncululu nda, et sı ırcılı nda, domuz, kanatlı hayvan ve balık yeti tiricili inde ba arılı bir ekilde kullanılmaktadır. Bununla birlikte bu yöntemin pahalı olması ve belirli cihazlara ihtiyaç duyulması gibi dezavantajları vardır. Bu derlemede canlı hayvanların vücut kompozisyonlarının belirlenmesi ve karkas kalitesinin iyile tirilmesinde BT teknolojisinden yararlanma olanakları de erlendirilmi tir.

Anahtar kelimeler: Karkas kalitesi, Seleksiyon, Et, Çiftlik Hayvanları

Using X-ray Computed Tomography Measurements to Predict Body Composition and Carcass Quality of Live Animals

Summary: There are many technologies available to measure body composition and they differ in accuracy, reliability and cost, at the present time. For example, computer technology (CT), originally used in diagnostic medicine for humans, have been adapted in the last 20-30 years for using determination of carcass quality study in farm animal species with considerable success. The data from live animal using computer technology for index selection also obtained high genetic gain per generation. This scope, using by CT in live animals can be measured total carcass weight, amount of fat, muscle, and bone, rate of carcass fat, muscle and bone, carcass yield, percentage of shoulder, back and chest muscles of parts of the eye muscle length and depth. More recently, especially the United Kingdom and New Zealand in some countries, including, the use of CT in carcasses has been used to successfully in pigs, sheep, beef cattle, poultry and fish breeding. Nevertheless, these methods are expensive and need specific equipment. In this review, using CT technology opportunities was assessed to determine improving body composition and carcass quality of live animals.

Keywords: Carcass Quality, Selection, Meat, Livestock

G R

Karkas kalitesinin iyile tirilmesi, tüketicilerin ya sız kuzu eti ve dolayısı ile sa lık ve lezzet ile ilgili beklentilerin karı lanması açısından önem ta ımaktadır. Son yıllarda özellikle bilgisayarlı tomografi (BT) gibi teknolojilerin kullanılması, canlı hayvanlardan alınan ölçülerin daha güvenilir olmasına katkı sa lamı tır. Böylece et tipi hayvanların vücut kompozisyon özelliklerinin daha iyi de erlendirilebilmektedir. Aynı zamanda bu teknolojiler ile karkas özelliklerinin güvenilirli i artmı ve verilerin seleksiyonunda kullanılması sonucunda genetik ilerlemede ba arı sa lanmı tır. Canlı hayvanlarda Bilgisayarlı Tomografi ile koyun ve domuzlarda karkas kompozisyonu (Arthur ve ark., 2011; Lambe ve ark., 2007; Macfarlane ve ark., 2006), kasalık durumu (Navajas ve ark., 2007; Jones ve ark., 2002), karkas konformasyonu ve ya sınıflandırılması (Rius-Vilarrasa ve ark., 2010) hızlı, güvenilir (Szabo ve ark., 1999; Stanford ve ark., 1998) ve

ekonomik ekilde (Kvame ve ark., 2004) tahmin edilebilmektedir. Di er yandan BT verileri geli mi görüntüleme ve kesit tarama özellikleri nedeniyle sadece karkas de erlendirmede de il aynı zamanda büyüme özelliklerinin tanımlanmasında (Kupai ve ark., 2009) ve QTL analizlerinde, bel kası gibi özel bölgelerde kas derinli i, geni li i ve alanının ölçümlerinde ayrıntılı görüntü alınması ve do rulu u (Cavanagh ve ark., 2010, Macfarlane ve ark., 2009, Karamichou ve ark., 2006), ba , pelvis ve omurga gibi karma ık anatomik yapı bölgelerde (Ohlerth ve Scharf, 2007) ve hayvan hastalıklarının tanısında (Bertolini ve Prokop, 2011; Humann-Ziehank ve ark., 2011; Mantis ve Baines, 2007) kullanılmaktadır. Ayrıca kanatlı hayvan (Shastak ve ark., 2012; Kim ve ark., 2011; Korver ve ark., 2004; Brenøe ve Kolstad, 2000), tav an (Szendro ve ark., 2012) ve geyiklerde (Asher ve ark., 2011) hatta balık etlerinin tanımlanmasında (Muller ark., 2012; Reidel ve ark., 2010) kullanım alanı bulmaktadır.

*Sorumlu Yazar: Ceyhan, A., aceyhan@nigde.edu.tr

Günümüzde İngiltere, İrlanda, Yeni Zelanda, Avustralya, Norveç, Macaristan, İspanya, Fransa, Hollanda ve Danimarka gibi ülkelerde BT et koyuncululuğunda, et sınırlılığında, domuz yetiştirilmesinde, kanatlı hayvan ve balık yetiştiriciliğinde bağırsaklı bir şekilde kullanılmaktadır. Halen İngiltere’de et koyunlarının genetik ıslahı için terminal baba hatlarının ıslahında kullanılan indekslerde ağırlıklı olarak canlı ağırlık, BT ile ölçülen kas ve yağ miktarları gibi ölçütler kullanılmaktadır (Bünger ve ark., 2011).

Ülkemizde, Yardımcı ve Özbeyaz, (1999), canlı hayvanlarda karkas değerlendirilmede ultrason kullanımı, Çilek ve Tekin (2005), koyun karkaslarının derecelendirmesinde ultrasonik yöntemler ve sondaların kullanılması, Sabuncuoğlu (2007), kesim hayvanlarında ultrason kullanımı, Kor ve Erturk (2000), canlı hayvanda karkas kompozisyonu tahmin yöntemleri, Nce ve Ayhan (2008), koyunlarda karkas kalitesinin belirlenmesinde kullanılan yöntemleri ve İreli ve ark. (2012), canlı kuzularda karkas özelliklerinin tahmin yöntemleri konularında derleme çalışmaları ile literatüre katkı sağlamışlardır. Sahin ve ark. (2008), Akkaraman kuzularda, Cemal ve ark. (2007) kıvrıkcık kuzularda, Orman ve ark. (2008) Orman ve ark. (2010), vesi kuzularında ultrason kullanarak kuzu karkaslarının değerlendirilmesi ile ilgili ara tırma makaleleri yayınlamışlardır. Ancak ülkemizde BT kullanımı ile ara tırma makalesine rastlanmazken canlı kuzularda BT kullanımı ile ilgili sınırlı bilgi veren bazı derleme çalışmaları vardır (Çilek ve Tekin 2005, İreli ve ark., 2012).

Bu çalışmanın amacı canlı hayvanlarda karkas özellikleri ve ticari değerini saptamak amacıyla hayvanların vücut kompozisyonunu ayrıntılı, hızlı ve duyarlı bir şekilde tanımlayan BT uygulamasının hayvancılıkta kullanım olanakları ve yapılan özgün ara tırma çalışmalardan elde edilen bazı sonuçları değerlendirmektir.

Canlı Hayvanlarda Vücut Kompozisyonu ve Et Kalitesinin Ölçülmesi

Vücut Kompozisyonunun BT ile Değerlendirilmesi

Kasaplık hayvanların vücut ve karkas kompozisyonundaki değişime genotip, çeşitli yetiştirme, üretim ve pazarlama uygulamalarının etkisi bulunmaktadır.

Kasaplık hayvanlar farklı pazar isteklerine uygun olarak üretilmekte ve satılmaktadırlar. Bu bağlamda, üreticiler gelirlerini artırabilmek için pazarın karkas talebini bilmek ve ona uygun üretim yapmak zorundadırlar (Kor ve Erturk 2000). Hayvan yetiştiriciliği dalında çalışan bilim insanları uzun zamandan bu yana canlı hayvanlardan daha güvenilir bir yöntem ile vücut ölçülerini alarak, özellikle karkas kompozisyonunu iyileştirmeyi amaçlamaktadırlar. Karkas kalitesinde, öncelikle besleme gibi çevresel faktörlerin düzenlenmesi ile iyileştirilebilir

(Emmans ve ark., 2000). Bununla birlikte hayvanların büyüme ve gelişmesinde karkas oluşturan dokuların genetik kapasiteleri de önemlidir. Hayvancılık üretim sistemleri içinde klasik seleksiyon ile gelecek kuşakların en iyi ebeveynlerinin seçilmesi yoluyla kalıcı olarak kümülatif artış sağlanmaktadır (Hill ve ark., 2000; Simm, 1998). İslah planlarında modern istatistiksel yaklaşımlar ve genetik analizlerle birlikte önemli genetik kazanımlar elde edilmesi mümkündür (Simm, 1998). Diğer yandan ihtiyaç duyulan özelliklerin ekonomik bir yoldan tespit edilmesini sağlayan (Amer ve ark., 2007) doğruluk, güvenilirlik ve maliyet açısından farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bilgisayarlı Tomografi, canlı hayvanlardan vücut özellikleri ile ilgili kapsamlı ve güvenilir bilgi sunan gelişmiş yeni bir teknolojidir.

Bilgisayarlı Tomografi

BT ile bir nesnenin de iğik açılardan çok sayıda iki boyutlu X ışını ile görüntüleri alınarak o nesnenin iç yapısının üç boyutlu görüntüsü elde edilmektedir. Bilgisayarlı tomografi; x-ışını (röntgen) kullanılarak incelenen vücut bölgesinin kesitsel görüntüsünü oluşturmaya yarayan radyolojik bir tanı yöntemidir. Görüntü alınana kadar hayvanlar, bilgisayarlı tomografi cihazının masasına ayaklar ve boynundan yardımcı aparatlar ile sabitlenerek hareket etmeden yatırılmaktadır (Ekel 1).

Hayvanın yatırıldığı masa cihazın “gantry” adı verilen açıklığına sokulmaktadır. Cihaz bir bilgisayara bağlıdır. X-ışını kaynağı incelenen hayvan etrafında 360 derecelik bir dönüş hareketi gerçekleştirirken, aynı zamanda dedektör tarafından x-ışını demetinin vücudu geçen kısmı saptanarak elde edilen veriler bir bilgisayara aktarılmaktadır. Veriler toplanarak birbiri ardı sıra kesit görüntülere dönüşmektedir. Bu teknikle x ışını ilgili bölgeyi spiral tarzda taramakta ve vücudun o bölgesinden hiç boşluk olmaksızın veri akışı sağlanmaktadır. Oluşturulan görüntüler filme aktarılmaktadır. Bu yöntem diğer x-ışını incelemelerine göre bazı avantajlara sahiptir. Özellikle organların, yumru doku ve kemiklerin eklemler ve yerleşimini oldukça net göstermektedir (Krause 1999; Wegener 1993).

BT teknolojisini hayvancılık alanında kullanılmasına ilk olarak 1980 yılında H. Skjervold öncülük etmiştir. Allen ve Leymaster (1989) BT’nin canlı hayvanlarda karkas kompozisyonu tahmin etmek için önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermişlerdir. Elde edilen doğru ve güvenilir bilgiler ile birlikte hayvanların genetik kapasitelerini iyileştirmeye yönelik çalışmalar ciddi artış göstermektedir (Simm ve Dingwall, 1989). Diğer yandan yüksek maliyeti ve teminindeki güçlükler nedeniyle hayvancılık ve veterinerlik alanında da kullanımı sınırlı kalmaktadır. Yine de bu teknolojinin hayvancılık alanında kullanımına gereksinim vardır (Rivero ve ark., 2005).



ekil 1. Hayvanın BT cihazına sabitlenmesi (Ceyhan 2013).

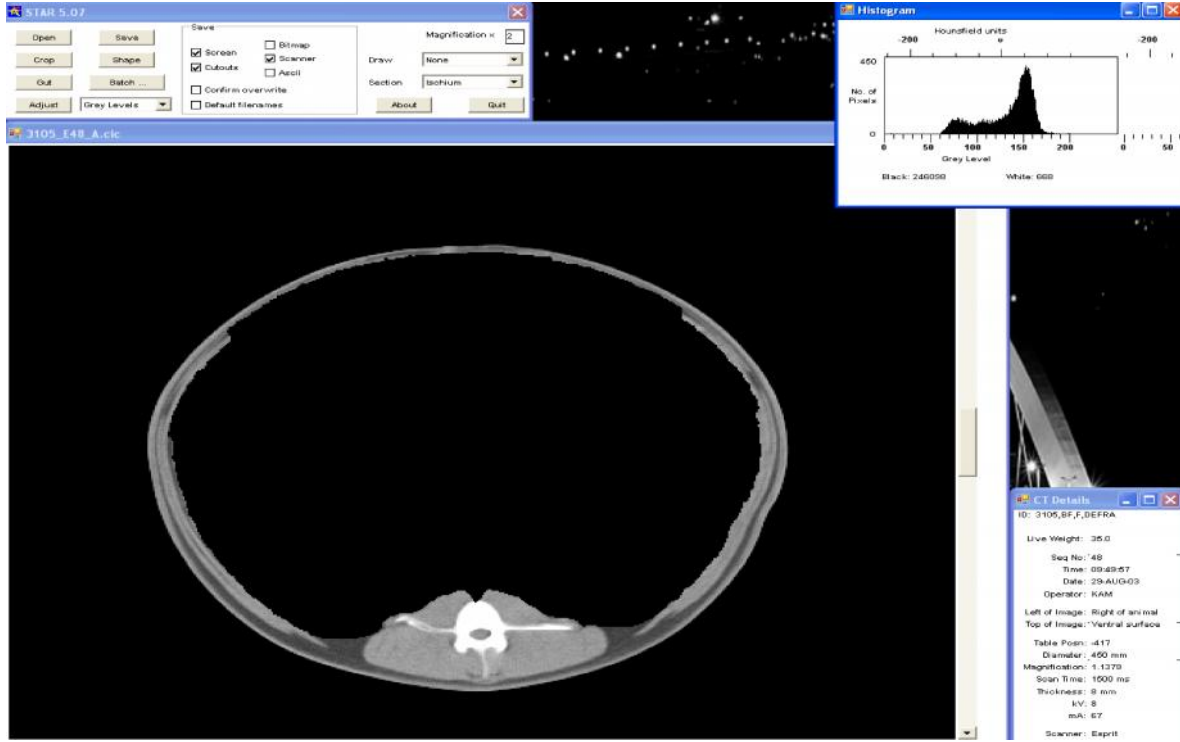
Hayvanlardan Görüntü Alınmasında Referans Noktalar

Et kalitesi esasen hayvanın genotipi, ırkı, yaşı ve beslenmesi gibi etimlerine göre farklılık göstermektedir. Etin rengi, sululuğu, tadı ve yumuşaklığı tüketiciler tarafından etin kalitesinin değerlendirilmesinde en önemli faktörler arasında sayılmaktadır (Çilek ve Tekin 2004). Bu faktörler tüketici etimlerini belirlemektedir (Narsaiah ve Shyam, 2012). Bilgisayarlı Tomografi teknolojinin kullanıldığı etimlerin dokulardan geçerken çok boyutlu görüntü alınmasından dolayı karkas kalite özelliklerinin saptanmasında doğru oran oldukça yüksektir. Elde edilen görüntülerin farklı doku bölgesinin incelenmesi ve ayırt edilmesi içinde matematiksel algoritmalar kullanılan farklı yazılım programları geliştirilmiştir (Glasbey ve Young, 2002). Bu programlar temelde iki kısımdan oluşmaktadır. İlk olarak elde edilen görüntülerin istenmeyen kısımlarının (çürümüş organların görüntüden uzaklaştırılması) temizlenmesidir. Daha sonra elde edilen görüntülerden dokuların tanımlanması ve ölçülmesi için otomatik yazılımlardan oluşmaktadır (Navajas ve ark., 2006; Glasbey ve Young, 2002). ekil 2'de İngiltere'de Scottish Agricultural College (SAC) ve Biomathematics and Statistics Scotland (BioSS) tarafından geliştirilen Sheep Tomogram Analysis Routines software (STAR) yazılımından elde edilen ekran görüntüsü verilmiştir (Mann ve ark., 2008; Macfarlane ve ark., 2006). Hayvanlarda karkasın ağırlığını belirleyen önemli bileşenler kas, kemik ve yağ dokulardır (Kempster, 1986). Karkasta yağ dağılımı, deri altı, kas içi ve kaslar arası eklenmiştir. BT ile karkasın doku dağılımı ve kas içi yağ miktarı tahmini daha güvenilir olarak yapılabilmektedir. Kuzu eti tüketiminin; toplumun yetersiz bilgilendirilmesi ve karkasın yağ oranı nedeni ile azaldığı ve bu nedenle ıslah programlarının tüketicilerin yağsız kuzu eti talebine karşılamaya yönelik olarak geliştirilmesi gerektiğini bildirmiştir (Macfarlane ve ark., 2009). Günümüzde hayvan ıslahında ekonomik açıdan önemli

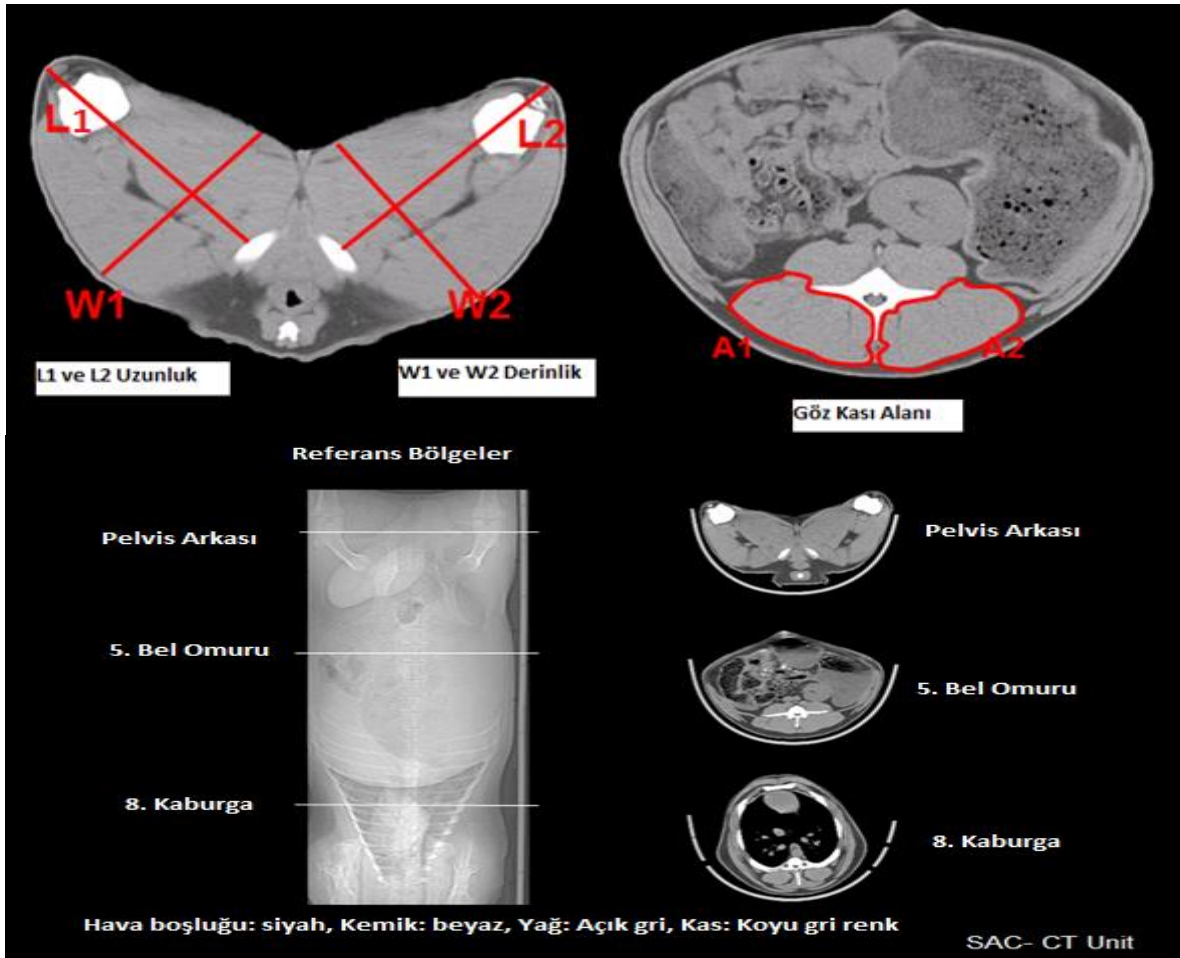
olan veriler seleksiyon indekslerine eklenmektedir. Karkasın önemli referans noktaları ekil 3'de gösterilmiştir. BT kesit tarama ile daha önceden tanımlanan farklı bölgelerden kemik, yağ ve kas görüntüsü sağlanmaktadır. Daha sonra bu görüntüler tüm karkasın kas, kemik ve yağ bölgelerinin ağırlıklarını doğru bir şekilde tahmin etmek için kullanılmaktadır. Elde edilen görüntülerde yağ dokusu; koyu gri (daha az yağ), kas dokusu; açık gri (orta yağ) ve kemik; beyaz (daha az yağ) olarak (ekil 2) görülmektedir (Bünger ve ark., 2011).

Kvame ve Vangen (2006) kuzularda omuz, bel ve but bölgelerinden BT kullanılarak alınan görüntülerin belirleme katsayısını kas için 0.894 ile 0.978, yağ ve kemik için 0.689 ile 0.833, diğer bir çalımda Kvame ve Vangen (2007), yağsız et, yağ ve kemik için belirleme katsayısını (R^2) sırasıyla 80, 70 ve 73 olarak, Macfarlane ve ark. (2006), 0.924, 0.978 ve 0.830, aynı özelliklere BT ölçümlerine canlı ağırlık da ilave edildiğinde belirleme katsayısı hafifçe artarak 0.966, 0.986 ve 0.925 çıktığını bildirmiştir.

Canlı kuzularda bel kasları ve kas içi yağlanmaların BT teknolojisi ile hayvanlar kesilip karkas parçalanmadan doğru bir şekilde tahmin edilebileceğini bildirmiştir. Kas derinliğinin doğru ölçülmesi ilave parametreler ile artacaktır. Canlı hayvanlarda kas içi yağlanma değerlerinin %0.37-6.17 arasında değiştiği ve ortalama %1.26 olduğu bildirilmiştir. Karkas parçalandıktan sonraki kas içi yağlanma oranları % 0.37-6.17 ve ortalama değer %1.43 olarak saptanmıştır. Her iki yöntemde de benzer sonuçlar bulunmuştur (Lambe ve ark., 2010). Ayrıca, Navajas ve ark. (2010) sırt karkasları doğru (0.97) bir şekilde BT ölçümleri ile tahmin edilebileceğini ifade etmişlerdir. Sırt karkaslarında canlı olarak yağ, kas ve kemik için belirleme katsayısını da (R^2) sırasıyla 0.92, 0.96 ve 0.77 bildirmiştir. BT ölçümü ile kaburgaların yağ, kas ve kemik ağırlıklarının belirleme katsayısını ise sırasıyla 0.95, 0.91 ve 0.75 olarak tahmin edilmiştir.



ekil 2. STAR programının BT ekran görüntüsü (Bünger ve ark., 2011)



ekil 3. Karkasta önemli referans bölgeler ve göz kası alalının ölçülmesi (Bünger ve ark., 2011)

Son yıllarda kullanılan BT ölçümleri ile karkasların hızlı bir şekilde de erlendirilebileceği ve hayvan ıslah programlarında kullanılabilceği ifade edilmektedir. Di er yandan Ribeiro ve ark. (2011), et sı ırlarında yaptığı çalışmada BT ve fiziksel ayrı tırma ile 9. ve 11. kaburgadaki yağ dokuya ait belirleme katsayısını (R^2) sırasıyla 0.84 ve 0.86 ve kas doku için de 0.82 ve 0.81 olarak bildirmiştir. Çalışmada 9. ve 11. kaburgadaki yağ ve kasın oranı mekanik ayrı tırmada yağ ve protein %37.6 ve %46.1, kimyasal yöntemde yağ ve protein oranı %36.5 ve %14.2, BT ile yağ ve kas oranı %34.2 ve %62.1 olarak bildirmiştir. Prieto ve ark. (2010), Angus ve Limousin melezi et sığırtı yetiştiriciliğinde BT ile karkas kalite özelliklerinin (kas, yağ miktarı, yağ asidi kompozisyonu) de erlendirilebileceğini ve R^2 de erlerini kabuk yağ için 0.94-0.92, kas içi yağ miktarı için 0.77-0.86, toplam yağ miktarı için 0.89-0.93 ve kas miktarı için de 0.99-0.97 aralığında bildirmiştir.

Karamichou ve ark. (2007) kuzularda BT ölçümü ile karkas konformasyonunu iyileştirmiş ve karkasın yağlılık derecesini indeks seleksiyonu ile belirli bir şekilde azaltmıştır. Kas alanı, kas derinliği ve yağ derinliği için kalıtım derecesini sırasıyla 0.38, 0.41 ve 0.30 olarak hesaplamıştır. Bu sonuçlar karkas kalitesinin genetik olarak iyileştirilmesinde BT ölçümlerinden elde edilen verilerin kullanılabilceğini göstermektedir.

McLaren ve ark. (2012) kuzularda yağ derinliği (0.16-0.20), kas derinliği (0.26-0.32), karkas konformasyonu (0.10-0.19) ve yağlılık derecesi (0.15-0.20) için kalıtım derecelerini BT ölçümlerinden sağlanan verilerden hesaplamıştır. Maximini ve ark. (2012) kuzu karkaslarında ultrason ve BT ölçümlerini karşılaştırdığı çalışmada yağ için kalıtım derecesini BT de 0.36-0.40 arasında ultrasonda ise 0.29 olarak hesaplarken kas miktarı için ultrasonda hesaplanan kalıtım derecesi (0.29) BT ile hesaplanandan biraz yüksek (0.24) bulunmuştur. Di er bir çalışmada Kvame ve Vangen (2007) kuzularda yağsız et, yağ ve kemik içi kalıtım derecesini BT ölçümlerinden sırasıyla 0.57, 0.29 ve 0.51 bildirmiştir. Kabuk yağ ve iç yağ için kalıtım derecesini de sırasıyla 0.33 ve 0.20 hesaplamıştır. Donaldson ve ark. (2013) Texel, Scottish Blackface, Texel x Mule melezi, Poll Dorset x Mule melezi kuzularında yaptığı çalışmada ırklar arasında ve ırk içinde omurga uzunlukları bakımından farklılıklar olduğunu saptamıştır. Bu saptanan farklılıklar hayvanlarda vücut uzunluğunu artırmaya yardımcı olabileceğini ve gelecekte omurga özelliklerine ait genetik parametre tahminleri ile geni vücut özellikli hayvanların seçiminde kullanılabilceğini bildirmiştir.

SONUÇ

Tüketicilerin yağsız kırmızı ete talebini karşılamada başta kuzu karkasları olmak üzere diğer karkasların kompozisyonunun doğru bir şekilde tahmin edilmesi önemlidir. Özellikle et koyunu yetiştiriciliğinde kuzuların vücut ve karkas kompozisyonunun objektif metotlarla daha hızlı, ucuz ve hatasız bir şekilde uygun

yöntemlerle ölçülüp de erlendirilmesi bu işletmelerinin uzun dönemde sürdürülebilirliğini için son derece önemlidir. Geleneksel yöntemler ile hayvanların karkas kompozisyonunun de erlendirilmesi yeterli olamamaktadır (Çilek ve Tekin 2004) Hayvanların canlı olarak vücut kompozisyonlarının tahmin edilmesinde ileri teknoloji olan x-ray Bilgisayarlı Tomografi kullanılmalıdır. Dünyada et koyuncululuğunda olan Yeni Zelanda ve İngiltere bu teknolojiyi koyun ıslah çalışmalarıyla belirli bir şekilde kullandıkları gibi ülkemizde halen devam eden "Halk Elinde Hayvan Islahı" çalışmaları karkas kalitesi ve et veriminin iyileştirilmesi çalışmalarıyla Damızlık Koyun ve Keçi Yetiştiricileri Birlikleri öncülüğünde BT faydalanabilir.

KAYNAKLAR

- Allen, P., Leymaster, K.A., 1989. Machine Error In x-Ray Computer Tomography and Its Relevance To Prediction of In Vivo Body Composition. *Live. Prod. Sci.* 13: 383-398.
- Amer, P.R., Nieuwhof, G.J., Pollott, G.E., Roughsedge, T., Conington, J., Simm, G., 2007. Industry benefits from recent genetic progress in sheep and beef populations. *Animal.* 1: 1414-1426.
- Arthur, P.F., Barchia, I.M., Giles, L.R., Eamens G.J., 2011. Chemical composition of growing pigs and its relationship with body tissue composition assessed by X-ray-computed tomography. *J. Anim. Sci.* 89 (12): 3935-3944.
- Asher, G.W., Archer, J.A., Ward, J.F., Mackintosh, C.G., Littlejohn, R.P., 2011. The effect of prepubertal castration of red deer and wapiti-red deer crossbred stags on growth and carcass production. *Livest. Sci.* 137:196-204.
- Bertolini, G., Prokop, M., 2011. Multidetector-row computed tomography: Technical basics and preliminary clinical applications in small animals. *Vet. J.* 189 (1):15-26.
- Brenøe, U.T., Kolstad, K., 2000. Body Composition and Development Measured Repeatedly by Computer Tomography During Growth in Two Types of Turkeys. *Poultry Sci.* 79: 546-552.
- Bünger, L., Macfarlane, J.M., Lambe, N.R., Conington, J., McLean, K.A., Moore, K., Glasbey, C.A., Simm, G., 2011. Use of X-Ray Computed Tomography (CT) in UK Sheep Production and Breeding, CT Scanning Techniques and Applications, Dr. Karupppasamy Subburaj (Ed.), ISBN: 978-953-307-943-1.
- Cavanagh, C.R., Jonas, E., Hobbs, M., Thomson, P.C., Tammen, I., Raadsma, H.W., 2010. Mapping Quantitative Trait Loci (QTL) in sheep. III. QTL for carcass composition traits derived from CT scans and aligned with a meta-assembly for sheep and cattle carcass QTL. *Gen. Sel. Evol.* 42: 36 doi:10.1186/1297-9686-42-36.
- Cemal, S., Karaca, O., Altın, T., Gokdal, O., Yılmaz, M., Yılmaz, O., 2007. Ultrasound Measurements of Eye

- Muscle Properties and Backfat Thickness in Kivircik Lambs. *Journal of Biological Science*. 7(1):89-94.
- Ceyhan, A., 2013. CT Scanning Service. Technical visit. 05.06.2013. Edinburgh/ Scotland.
- Çilek, S., Tekin M.E., 2004. Koyunlarda karkas derecelendirilmesi, *Hayvancılık Ara tırma Dergisi*, 14 (1-2): 103-110.
- Çilek, S., Tekin, M.E., 2005. Koyun karkaslarının derecelendirilmesinde ultrasonik yöntemler ve sondaların kullanılması, *Hayvancılık Ara tırma Dergisi*. 15(2):17-23.
- Donaldson, C.L., Lambe, N.R., Maltin, C.A., Knott, S., Bunger, L., 2013. Between -and within-breed variations of spine characteristics in sheep. *J. Anim. Sci*. 91(2): 995-1004.
- Emmans, G.C., Kyriazakis, I., Fisher, C., 2000. Consequences of selecting for growth and body composition characteristics in poultry and pigs. The challenge of genetic change in animal production. pp. 39-53, BSAS.
- Glasbey, C.A., Young, M.J., 2002. Maximum a posteriori estimation of image boundaries by dynamic programming. *J. Roy. Stat. Soc. C-App*. 51: 209-221.
- Hill, W.G., Bishop, S.C., McGuirk, B., Mckay, J.C., Simm, G., Webb, A.J., 2000. The challenge of genetic change in animal production. Foreword to publication. *The challenge of genetic change in animal production*. (Hill W.G., Bishop, S.C., McGuirk, B., Mckay, J.C., Simm, G., Webb, A.J, eds) pp. BSAS.
- Humann-Ziehank, E., Brauer, C., Kuks, A., Andreae, A., Bruegmann, M.L., Ganter, M., 2011. Imaging and score-based quantification of ovine pulmonary adenocarcinoma using computed tomography as an additional tool in advanced clinical diagnosis. *Small Ruminant Res*. 96: 201-210.
- nce, D., Ayhan, V., 2008. Koyunlarda Karkas Kalitesinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. *Hayvansal Üretim* 49(1): 57-61.
- Jones, H.E., Lewis, R.M., Young, M.J., Wolf, B.T., 2002. The use of X-ray computer tomography for measuring the muscularity of live sheep. *Anim. Sci*. 75: 387-399.
- Karamichou, E., Richardson, R.I., Nute, G.R., McLean, K.A., Bishop, S.C., 2006. A partial genome scan to map quantitative trait loci for carcass composition, as assessed by X ray computer tomography, and meat quality traits in Scottish Blackface Sheep. *Anim. Sci*. 82: 301-309.
- Karamichou, E.B., Merrell, G., Murray, W.A., Simm, G., Bishop, S.C., 2007. Selection for carcass quality in hill sheep measured by X-ray computer tomography. *Animal*. 1: 3-11.
- Kempster, A.J., 1986. Correlations between indirect and direct measurements of body composition. *P. Nutr. Soc*. 45: 55-62.
- Kim, W.K., Bloomfield, S.A., Ricke, S.C., 2011. Effects of age, vitamin D3, and fructooligosaccharides on bone growth and skeletal integrity of broiler chicks. *Poultry Sci*. 90: 2425-2432.
- Kor, A., Ertu rul, M., 2000. Canlı Hayvanda Karkas Kompozisyonu Tahmin Yöntemleri. *Hayvansal Üretim*. 41: 91-101.
- Korver, D.R., Saunders-Blades, J.L., Nadeau, K.L., 2004. Assessing Bone Mineral Density In Vivo: Quantitative Computed Tomography. *Poultry Sci*. 83: 222-229.
- Krause, W., 1999. Delivery of diagnostic agents in computed tomography. *Adv. Drug. Delivery. Rev*. 37:159-173.
- Kupai, T., Baulain, U., Lengyel, A., 2009. Growth modelling of different ram breeds using computer tomography. *Small Ruminant Res*. 87: 1-8.
- Kvame, T., McEwan, J.C., Amer, P.R., Jopson, N.B., 2004. Economic benefits in selection for weight and composition of lamb cuts predicted by computer tomography. *Livest. Prod. Sci*. 90: 123-133.
- Kvame, T., Vangen, O., 2006. In-vivo composition of carcass regions in lambs of two genetic lines, and selection of CT positions for estimation of each region. *Small Ruminant Res*. 66: 201-208.
- Kvame, T., Vangen, O., 2007. Selection for lean weight based on ultrasound and CT in a meat line of sheep. *Livest. Sci*. 106: 232-242.
- Lambe, N.R., McLean, K.A., Macfarlane, J.M., Johnson, P.L., Jopson, N.B., Haresign, W., Richardson, R.I., Bünger, L., 2010. Predicting intramuscular fat content of lamb loin fillets using CT scanning. *Proceedings of the Farm Animal Imaging Congress, Rennes, France, 2010*.
- Lambe, N.R., Navajas, E.A., McLean, K.A., Simm, G., Bünger, L., 2007. Changes in carcass traits during growth in lambs of two contrasting breeds, measured using computer tomography. *Livest. Sci*. 107: 37-52.
- Macfarlane, J.M., Lambe, N.R., Bishop, S.C., Matika, O., Rius-Vilarrasa, E., McLean, K.A., Haresign, W., Wolf, B.T., McLaren, R.J., Bünger, L., 2009. Effects of the Texel muscling quantitative trait locus on carcass traits in crossbred lambs. *Animal*. 3 (2): 189-199.
- Macfarlane, J.M., Lewis, R.M., Emmans, G.C., Young, M.J., Simm, G., 2006. Predicting carcass composition of terminal sire sheep using X-ray computed tomography. *Anim. Sci*. 82 (3): 289-300.
- Macfarlane, J.M., Lewis, R.M., Emmans, G.C., Young, M.J., Simm, G., 2009. Predicting tissue distribution and partitioning in terminal sire sheep using x-ray computed tomography. *J. Anim. Sci*. 87: 107-118.
- Mann, A.D., Young, M.J., Glasbey, C.A., McLean, K.A., 2008. STAR: Sheep Tomogram Analysis Routines (V.4.8). *BioSS software documentation*, University of Edinburgh.

- Mantis, P., Baines, E., 2007. Computed tomography: Why use it in small animal practice? *Vet. J.* 173(2): 237-238.
- Maximini, L., Brown, D.J., Baumung, R., Fuerst-Waltl, B., 2012. Genetic parameters of ultrasound and computer tomography scan traits in Austrian meat sheep. *Livest. Sci.* 146, 168-174.
- Muller, T., Molnar, T., Szabo, A., Yamaha, E., Jarasi, E.Z., Bercsenyi, M., Specziar, A., Urbanyi, B., Romvari, R., 2012. In Vivo Tracking of Maturation in Male European Eel, *Anguilla Anguilla* (L.), By Computed Tomography. *Acta. Biol. Hung.* 63(2): 180-188, 2012.
- Narsaiah, K., Shyam, N., 2012. Nondestructive methods for quality evaluation of livestock products. *Food Sci. Technol.* 49 (3): 342-348.
- Navajas, E.A., Glasbey, C.A., McLean, K.A., Fisher, A.V., Charteris, A.J.L., Lambe, N.R., Bünger L., Simm, G., 2006. In vivo measurements of muscle volume by automatic image analysis of spiral computed tomography scans. *Anim Sci.* 82: 545-553.
- Navajas, E.A., Lambe, N.R., McLean, K.A., Glasbey, C.A., Fisher, A.V., Charteris, A.J.L., Bünger, L., Simm, G., 2007. Accuracy of in vivo muscularity indices measured by computed tomography and their association with carcass quality in lambs. *Meat Sci.* 75, 533-542.
- Navajas, E.A., Richardson, R.I., Fisher, A.V., Hyslop, J.J., Ross, D.W., Prieto, N., Simm, G., Roehe, R., 2010. Predicting beef carcass composition using tissue weights of a primal cut assessed by computed tomography. *Animal.* 4 (11): 1810-1817.
- Ohlerth, S., Scharf, G., 2007. Computed tomography in small animals – Basic principles and state of the art applications. *Vet. J.* 173 (2): 254-271.
- Orman A., Çalı kan G. Ü., Dikmen S., Üstüner H., O an M., Çalı kan Ç. 2008. The assessment of carcass composition of Awassi male lambs by real-time ultrasound at two different live weights. *Meat Sci.* 80:1031–1036.
- Orman, A., Caliskan, G.U., Dikmen, S. 2010. The assessment of carcass traits of Awassi lambs by real-time ultrasound at different body weights and sexes. *J Anim Sci.* 88 (10): 3428-3438.
- Prieto, N., Navajas, E.A., Richardson, R.I., Ross, D.W., Hyslop, J.J., Simm, G., Roehe, R., 2010. Predicting beef cuts composition, fatty acids and meat quality characteristics by spiral computed tomography. *Meat Sci.* 86(3): 770-779.
- Reidel, A., Romagosa, E., Feiden, A., Boscolo, W.R., Coldebella, A., Signor, A.A., 2010. Catfish (jundia) body yield and chemical composition fed different protein and energy level in the diet, reared in net-tanks, *Rev. Bras. Zootecn.* 39(2): 233-240.
- Ribeiro, F.R.B., Tedeschi, P.A.S.L.O., Rhoades, P.A.S.R.D., Smith, S.B., Martin, S.E., Crouse, S.F., 2011. Evaluating the application of dual X-ray energy absorptiometry to assess dissectible and chemical fat and muscle from the 9th-to-11th rib section of beef cattle. *ARPAS.* 27: 472-476.
- Rius-Vilarrasa, E., Bünger, L., Brotherstone, S., Macfarlane, J.M., Lambe, N.R., Matthews, K.R., Haresign, W., Roehe, R., 2010. Genetic parameters for carcass dimensional measurements from Video Image Analysis and their association with conformation and fat class scores. *Livest. Sci.* 128: 92-100.
- Rivero, M.A., Ramirez, J.A., Vazquez, J.M., Gil, F., Ramirez, G., Arencibia, A., 2005. Normal anatomical imaging of the thorax in three dogs: computed tomography and macroscopic cross sections with vascular injection. *Anat. Histol. Embryol.* 34: 215-219.
- Sabuncuo lu, N., 2007. Kesim Hayvanlarında Ultrason Kullanımı. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 38 (1): 189-194.
- Sahin, E.H., Yardimci, M., Cetingul, I.S., Bayram, I., Sengor, E., 2008. The use of ultrasound to predict the carcass composition of live Akkaraman lambs. *Meat Sci.* 79(4):716-21. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.11.003. Epub 2007 Nov 22.
- Shastak, Y., Witzig, M., Hartung, K., Bessei, W., 2012. Rodehutsord M: Comparison and evaluation of bone measurements for the assessment of mineral phosphorus sources in broilers. *Poultry Sci.* 91: 2210-2220.
- Simm, G., 1998. Genetic improvement of cattle and sheep. *Farming Press Books*, pp. 448.
- Simm, G., Dingwall, W.S., 1989. Selection Indexes for Lean Meat Production in Sheep. *Livest. Prod. Sci.* 21: 223-233.
- ireli, H.D., Koncagül, S., Tutkun, M., 2012. Canlı Kuzularda Karkas Özelliklerinin Tahmin Yöntemleri. *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi.* 17 (1): 13-22.
- Stanford, K., Jones, S.D.M., Price, MA., 1998. Methods of predicting lamb carcass composition: A review. *Small Ruminant Res.* 29: 241-254.
- Szabo, C., Babinszky, L., Versteegen, M.W.A., Vangen, O., Jansman, A.J.M., Kanis, E., 1999. The application of digital imaging techniques in the in vivo estimation of the body composition of pigs: a review. *Livest. Prod. Sci.* 60: 1-11.
- Szendro, Z., Metzger, S., Nagy, I., Szabo, A., Petrasi, Z., Donko, T., Horn, P., 2012. Effect of divergent selection for the computer tomography measured thigh muscle volume on productive and carcass traits of growing rabbits. *Livest. Sci.* 149 (1-2): 167-172.
- Wegener, O.H., 1993. Whole body computed tomography. Ed. 2, Blackwell Scientific Publications, Boston. Pp.701.
- Yardımcı M., Özbeyaz, C., 1999. Canlı hayvanlarda karkas de erlendirmede ultrason kullanımı. *Lalahan Hay. Arast. Enst. Derg.* 39 (2):69-82.