

## CANLI HAYVANLARDA KARKAS DEĞERLENDİRMEDE ULTRASON KULLANIMI (Use of Ultrasound for Grading Carcass in Live Animals)

Mehmet YARDIMCI<sup>1</sup>

Ceyhan ÖZBEYAZ<sup>2</sup>

1. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı-ANKARA
2. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Anabilim Dalı-ANKARA

### ÖZET

Hayvanlarda et veriminin canlı iken tahmin edilmesinde ultrason kullanımı yaygınlaşmaktadır. Çeşitli ülkelerde ultrason kullanarak karkas özelliklerini tahmin etmeğe yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Bu çalışmalarda canlı hayvanda kabuk yağı kalınlığı ve kesit alanı ile Musculus Longissimus Dorsi ( MLD ) derinliği ve kesit alanı, ultrasonik olarak ölçülmekte, kesimden sonra alınan gerçek değerlerle karşılaştırılmaktadır. Ultrasonik ölçülere canlı ağırlık değerinin de ilavesiyle geliştirilen matematiksel modeller ile randıman ( % ), kemiksiz et oranı, mermerleşme gibi karkas özellikleri tahmin edilmektedir. Ultrason tekniği ile karkas değerlendirme, domuz ve sığırlarda daha başarılı iken, koyunlarda başarı oranı daha düşüktür. Birçok araştırma bulgusuna göre MLD ve yağ alanı ölçüleri, kas ve yağ derinliği ölçülerinden daha güvenilir sonuçlar vermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Canlı Değerlendirme, Karkas, Ultrason

### SUMMARY:

Use of ultrasonography in live cattle to estimate the meat production has a largely increased tendency. Several studies have been conducted to predict the carcass traits using ultrasonography in several countries. In these studies subcutaneous fat thickness and area and longissimus muscle area and depth have been measured on live animals and the results have been compared with the real measures that are taken after slaughter. Carcass traits such as dressing percentage, lean : bone ratio and marbling are estimated with the mathematical models that are obtained by adding the liveweight values to the ultrasonic measures. Ultrasonic techniques works more accurately on pigs and cattle than sheep. According to the foundations of several investigations , longissimus muscle area and fat area measures have given more accurate results than the muscle and fat depth measures.

**Key Words:** Live Grading, Carcass, Ultrasound

### GİRİŞ

Hayvan yetiştiriciliğinde et üretimi öncelikli hedefler arasında yer alır. Döl ve süt verimlerinin tespit edilmesi daha kolaydır ve maliyeti de düşüktür. Et verimi ile ilgili verim kontrollerinin yapılması ise hem daha zordur hem de hayvanın kesilmesini gerektirir. Bugüne kadar et verimi özelliği yönünden damızlık değerinin tahmini büyük oranda karkas derecelendirme, ağırlık artışı ve konformasyon bilgilerine

dayandırılmıştır. Karkas değerlendirme önemli ölçüde hayvan kesildikten sonra yapılabilmektedir. Canlı hayvan üzerinde karkas değerlendirme ise genellikle subjektif metotlarla yapılmaktadır. Öte yandan canlı hayvanlarda karkas değerlendirme için objektif metotların uygulamaya konması gerekmektedir. Bu nedenle ultrason tekniği ile canlı hayvanlarda karkas derecelendirme önem taşımaktadır. Nükleer magnetik rezonans ve X- ışınli kompütürize

tomografi teknikleri ile domuz, koyun gibi küçükbaş hayvanların canlı iken vücut kompozisyonları gerçeğe yakın düzeyde tahmin edilebilmektedir(24).

Ultrason tekniği beşeri hekimlikte gebelik tanısı, malignat tümör tanısı, oftalmoloji, kardiyoloji, nöroloji ve radyoterapi gibi birçok alanda kullanılmaktadır(6). Veteriner hekimlikte ise ultrasonun kullanım sahası daha sınırlıdır.

Birçok ülkede karkas değerlendirmesi canlı ağırlığı dikkate alarak, gözle veya elle yoklama şeklinde yapılmaktadır. Domuzda gözle değerlendirmeye ilaveten karkasta et ve yağ kalınlığının ölçümünden de yararlanılmaktadır. Ultrason tekniğinin kullanımı arttıkça bu metotların güncelliklerini yitirmesi beklenmektedir.

Danimarka, İngiltere ve İrlanda gibi Avrupa ülkelerinde kesimhanelerde karkasların derecelendirilmesi için ultrason tekniği kullanılmaktadır. Bu teknikle karkasın önceden belirlenmiş birkaç bölgesine problemlerin sokulması suretiyle yağ ve kas derinlikleri ölçülür. Almanya’da yapılan çalışmalarda ultrason ile tahmin edilen değerle gerçek et miktarı arasındaki korelasyon 0.8’den yüksek bulunmuştur. Bu da ultrason tekniğinin hayvan yetiştiriciliğinde çok yönlü olarak kullanılabileceğini göstermektedir (8).

### **CANLI HAYVANLARDA KARKAS DEĞERLENDİRME**

Yetiştiriciler kasaplık hayvanlardan elde edilecek et miktarını önceden bilmek isterler. Kasaplık hayvan ticareti ile

uğraşanlar canlı hayvanlarda belli bölgeleri elle yoklayarak besi durumunu tahmin etmektedirler. Bilimsel bir şekilde de kasaplık hayvanlarda canlı derecelendirme ve karkas derecelendirmesi yapılabilmektedir. Bu amaçla değişik ülkelerde değişik metotlar uygulanmaktadır.

Canlı hayvan üzerinde yapılan puantaj ile de derecelendirme yapılabilir. Bu işi yapan eksperler uzun süre uygulamalı çalışma ile yetişirler. Bu iş anlatma ile öğretilemez ve kalıtsal da değildir. Görerek ve uygulayarak öğrenilir. Canlı hayvanın puantajı hayvan ıslahı bakımından da önemlidir. Puantaj da kasaplık hayvanların genel durumu ve vücudun çeşitli kısımlarındaki et ve yağ gelişimi belirlenir. Bunun için vücudun çeşitli bölgeleri ( bel, kürek, kuyruk, dös, sağrı, cidago, kaburgalar ) elle kontrol edilir. Kontrol bölgeleri hayvanların besi ve yağlılık derecelerini yani vücudun çeşitli bölgelerindeki et ve yağ teşekkül derecesini belirtmek için kontrol edilir. Bu bölgelerden erken ve geç gelişen noktalar ayrı ayrı incelenir. Erken gelişen bölgeler sağrı, dös ve kuyruk sokumu, geç gelişen bölgeler ise bel, cidago ve kürek bölgeleridir (1).

Karkasların derecelerine göre sınıflandırılması çeşitli ülkelerde farklı şekillerde yapılmaktadır. Türkiye’de kasaplık sığırlar ile ilgili standartlar ilk kez 1966 yılında, kasaplık koyunlarla ilgili standartlar ise 1986 yılında TSE(Türk Standartları Enstitüsü) tarafından düzenlenmiştir. Buna rağmen bugün bile kasaplık hayvanlarda gerek canlı gerekse karkaslarla ilgili derecelendirmeler yeterli şekilde yapılamamaktadır.

### **Subjektif Olarak Karkas Değerlendirme**

Kesilecek hayvanlar değişik besi kondisyonunda olabilirler. Bu yüzden kasaplık bir hayvanın değerinin canlı iken tahmin edilmesi ona verilecek fiyatta önemli rol oynar. Buna canlı sınıflandırma (grading) adı verilir. Sınıflamanın başlıca amacı hayvanları genel görünüş, olgunluk, et teşekkülü ve yağlılık durumu açısından kalite sınıflarına ayırmak ve ekonomik biçimde değerlendirebilmektir. Sınıflandırmaya esas olan göstergeler hayvanın etlilik derecesi, yağlılık derecesi ve ağırlığıdır. Etlilik ve yağlılık dereceleri gözle ve dokunma ile belirlenir. TSE standartlarına göre;

Etlilik durumu; tam etli, etli, orta etli ve az etli

Yağlılık durumu; tam yağlı, yağlı, orta yağlı, az yağlı ve yağsız olarak sınıflandırılır.

Karkasın gözle değerlendirilmesi uzun tecrübelerden sonra oluşan klasik bir değerlendirme metodudur. Bu metot ile karkasın konformasyonu, yağlılık durumu ve kalitesi dikkate alınır. Konformasyon tespitinde, karkasın pirzola kısmının iyi gelişip gelişmemiş olmasına MLD'nin enine kesitinin geniş veya dar oluşuna ve karkas da uzunluğun genişliğe oranına bakılır.

Karkasın yağlılık durumunun tespitinde, yağın karkas üzerindeki dağılımı ile kalınlığı üzerinde durulur. Bu değerlendirme yapılırken MLD etrafını saran yağın dağılımının homojen olup olmadığına bakılır. Karkas kalitesinde ise etin parlak

kırmızı renkte, yumuşak kıvamda oluşuna yağın ise parlak beyaz veya krem renkte olup olmadığına göre karar verilir. Bu yöntemin en önemli avantajı zaman kaybı olmaması ve süratle derecelendirme yapılabilmesidir(3).

### **Objektif Metotlarla Karkas Değerlendirme**

#### **Ultrason**

Canlı hayvanlardan karkas özelliklerini tahmin etmede ultrason ölçümlerini ilk kez Temple ve ark.(34) kullanmışlardır. Bu tarihten sonra geliştirilen birçok ultrason cihazı sığır, koyun ve domuzlarda test edilmiştir. Ultrason yardımı ile vücudun bazı bölgelerinde et, yağ, kemik alanları ve kalınlıkları ölçülerek, hayvan kesildiğinde elde edilecek karkas ağırlığı, randımanı, et, yağ ve kemik miktarları ve oranları belirlenmeğe çalışılmaktadır(26,28).

Ölçümler genellikle MLD kası hizasında 10. kosta ile 5. lumbal vertebra arasından yapılır. Hayvan türüne ve ırkına bağlı olarak karkasın değerlendirilmesi farklılık gösterir. Bu duruma, kullanılan ultrason cihazı, ölçümün yapıldığı yer, operatörün deneyimi direkt olarak etki yapmaktadır. Ultrasonla yapılan ölçümler sayesinde kas ağırlığı ve et randımanı ile et-kemik oranı tahmin edilmektedir. Ultrason ile tahminlerin sütçü ve kombine sığırlarda etçi ırklara göre daha kolay yapıldığı ve daha doğru bilgiler alındığı bildirilmektedir. Ölçümü yapılan hayvanın besi durumu, ölçüm bölgesi, kıl örtüsü, cihazın teknik özellikleri gibi faktörler ultrasonla yapılan değerlendirmeyi etkilemektedir. Et-kemik oranı tahmininde ultrasonla ölçülen kas alanı ultrasonla ölçülen kas alanı/ yağ alanına göre daha doğru sonuç verir. Kas alanı ölçümleri, et- kemik oranı

tahmininde en doğru ölçme yoludur. Diğer taraftan kas alanı / yağ alanı ölçümünün kullanılması bazı durumlarda tahminin doğruluğunu arttırır. Bunların yanında deri kıvrımı kalınlığı da vücut kompozisyonunun tahmininde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda anal bölgedeki deri kıvrımı kalınlığı ile yağlanma yüzdesi arasında yüksek düzeyde korelasyon bulunmuştur (2,4,25).

### **X- Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (BT)**

Kompütürize tomografi tekniği ilk olarak insan hekimliğinde kullanılmıştır. Bu teknikte X- ışınları yardımı ile elde edilen verilerden yararlanılır. BT tekniğinin kullanımı; ekipmanın pahalı, immobil ve büyük olması nedeniyle sınırlıdır.

X- ışınları hayvanlarda vücudun çeşitli bölgelerinde farklı derinlikteki vücut dokularının belirlenmesine olanak verir. X- ışınlı BT ile bir BT değeri elde edilir. Her dokunun farklı BT aralığı vardır. Sonuçlar BT sayıları olarak isimlendirilen bir tabloda gösterilir ve her biri verilen bir noktadaki dokunun yoğunluğunu temsil eder (33).93 erkek ve 115 dişi domuz karkasında enerji (MJ / kg ), yağ (kg ) ve protein (kg) tahmini için yapılan bir çalışmada canlı ağırlık, cinsiyet ve kompütürize tomografi değerinin dahil edildiği bir tahmin denkleminde determinasyon katsayısı (  $R^2$  ) protein için 0.89, yağ için 0.96 ve enerji için de 0.95 olarak bulunmuştur(37). Bir başka araştırmada 293 erkek kuzuya ait  $R^2$  değerleri protein için 0.93, yağ için 0.92 ve

yağsız et için 0.94 olarak tespit edilmiştir ( 30).

BT tekniğinin ultrasondan önemli bir farkı da X- ışınının küçükbaş hayvanlarda ( domuz, koyun ve keçi ) başarı ile kullanılabilmesidir. Bu teknikle domuz ve koyunlarda özellikle karkasın kimyasal kompozisyonunu tahmin ile ilgili önemli bilgiler elde edilmektedir, et miktarının tahmininde başarı düzeyi daha düşüktür( 33).

### **Nükleer Magnetik Rezonans Bilgisayarlı Tomografi (NMR BT )**

Öncelikli olarak beşeri hekimlikte kullanılmak üzere geliştirilen ve oldukça yeni bir teknik olan NMR BT canlı vücudunun çeşitli bölgelerinin kesitlerini görüntüleyebilmektedir.

NMR BT tekniği ile yumuşak dokuları ayırt etmede X- ışınına göre daha başarılı sonuçlar alınmaktadır ve tümör gibi doku bozuklukları daha iyi belirlenebilmektedir(19). Bu konuda şimdiye dek çiftlik hayvanları ile ilgili yayın sayısı çok sınırlıdır.

### **ULTRASON ( Ultrasound )**

#### **Ultrason nedir?**

Ultrason, insan kulağının algılayabileceğinden daha yüksek ses dalgalarıdır. İnsanın işitme sınırı 15-20 Khz olup ultrasonun frekansı 50 Khz üzerinde bulunmaktadır.

Bir dalga bir maddeden geçerken dalga boyu azalır. Bunun nedeni enerjisinin ısıya dönüşümü ve yayılmasıdır. Bir madde içerisinde şekillenen bu azalma dalganın frekansına da bağlıdır. Yüksek frekanslı dalgalarda düşüklere daha fazla azalma görülür. Benzer

bir değerlendirme işitebilir ses için de yapılabilir. Herhangi bir kimse komşusunun teybinin bas sesini işitebilir ama yüksek perdeden sesleri duyamaz. Yüksek perdeden sesler fazla derecede azalma gösterirler.

Biyolojik bir ortamda ultrason hızı o ortamın sıcaklığı ve fiziksel durumuna bağlıdır. Kemiğe göre havada daha düşük olan ultrason hızı, yumuşak dokular ile suda benzerlik gösterir. Bir ultrason dalgası, iki farklı dokunun birleşim noktası ile karşılaştığında yansıma şekillenir. Yansıyan dalga karakteristik hız ve şekillenen yansıma açısına göre hareket eder. Yayılan ve yansıyan dalgaların şiddeti Snell kanunlarında olduğu gibi başlangıç şiddetine ve başlangıç dokunun impedansa dayanır(5,39).

Eğer iki dokunun akustik impedansları eşit ise birleşim noktasına 90 derece ile gelen bir ultrason dalgası hemen hemen tamamen geçer. Havanın akustik empedansı katı ve sıvı maddelerinkinden daha düşüktür. Bu nedenle cihazdan hayvanın dokularına ultrason dalgalarının geçişinin sağlanması için sıvı parafin , akustik jel gibi bağlayıcı ajanlara ihtiyaç duyulur (33).

Yumuşak dokuların akustik impedansları vücut sıcaklığında birbirine benzer. Fakat kemiklerinki farklıdır. Bu nedenle kas ile kemik doku arasındaki bölgede yüksek bir yansıma görülür.

Ultrason titreşimleri, yansıyan ultrason dalgalarını alan ve onları elektrik enerjisine dönüştüren bir çevirici ( transducer ) tarafından üretilir. Değişim sonrası oluşan elektrik sinyalleri farklı şekillerle bir ekranda

gösterilir. Ses dalgası vücut dokularından geçerken dalganın bir kısmı çeviriciye geri yansır. Geri dönen yansımanın dalga boyu bir dokunun akustik impedansının (direncinin) başka bir dokununki ile karşılaştırılması sonrası elde edilen kesin farklılık ile saptanır.

Bir yumuşak dokunun akustik impedansının başka bir dokudan ayırt edilmesini sağlayan ana unsur o dokunun sahip olduğu yoğunluktur. Farklı yoğunlukta iki doku birleşim halinde iseler bu bir yansıma yüzeyini ortaya çıkarır, böylece görüntü elde edilir (6).

### **Ultrasonun Kullanım Alanları**

Ultrason cihazlarının kullanımı kolay ve pratiktir. Ultrason dalgalarının kanserojen etkisi yoktur. Bu gibi avantajları ile ultrason birçok alanda kullanım imkanı bulmuştur (10).

- Bir maddeden emülsiyon yapma,
- Yağmur bulutlarından yağmur yağdırma,
- Kumaşlardan lekeleri çıkartma,
- Kimyasal değişikliklerin incelenmesi,
- Bakterilerin öldürülmesi
- Metallerin sıcaklığının kontrolü,
- Fermantasyonunun hızlandırılması,
- Bilgisayarda elektrik sinyalleri değişimi,
- Tıbbi teşhis ve tedavi

### **Ultrason Aletinin Özellikleri ve Çalışma Prensipleri**

Ultrasonik dalgalar piezoelektrikle ilgilidir. Bazı maddelerin kristallerinin sıkıştırılmasıyla bir titreşim meydana gelir. Bu titreşim dokular üzerine gönderilerek onlar hakkında bilgi sağlanabilir. Aynı dalgaların geri

gelmesine göre sahip olunan bilgiler görüntü olarak bir kağıtta doğrusal çizgiden sapmalar şeklinde gösterilebilir.

Ultrasonik dalgalar sıvı ortamları kolay bir şekilde geçtikleri halde, katı ortamları kolay geçemezler. Bu özellik görüntü elde edilmesinin temel prensibini teşkil eder.

Ultrasonun temel prensibi ses dalgalarının dokulardan geri yansımının ölçümüdür. Çeviricinin ölçüm yapılacak bölgeye yerleştirilmesinden sonra ultrason cihazı elektrik akımlarını yüksek frekansta ses dalgalarına çevirir. Bu ses dalgaları vücut içine yayılır ve farklı yoğunluktaki dokular arası bağlantılardan geri yansır. Çeviriciye geri dönen ultrason dalgalarının görüntüleri yansıtılarak uygun ölçümler yapılır.

Dokulardaki ultrason dalgaları , su ile dolu bir havuza atılan taşın oluşturduğu dalgalara benzer. Taşın suda meydana getirdiği etkiye benzer şekilde doku üzerinde ses dalgası oluşturulur. Dalgalar dokudan üç yönde geçer. Buna su dolu havuzda herhangi bir etki ile oluşturulan dalgaların hareketi örnek gösterilebilir. Bu dalgalar sadece yüzeyde oluşmazlar, aynı zamanda havuz dibine doğrudan hareket ederler. Hareket longitudinal , horizontal, vertikal yönlerde ve sabit hızla gerçekleşir(40).

Bir ses dalgasının bir maddeden geçiş hızı o maddenin bir fonksiyonudur ve sabittir. Örnek olarak; saf yağdaki longitudinal dalga hızı yaklaşık 1,45 m/sn iken kasta yaklaşık 1,58 m/sn, kemikte 3,10 m/sn'dir (18). Bir dokunun hız

karakteristiğini bilmenin yararları arasında ilk olarak madde içerisindeki belirli bir noktaya olan uzaklığın hesaplanması gelir. MLD yüzeyinin hesabı için aşağıdaki değerlerden ikisinin bilinmesi gerekir.

$$d = \frac{Vt}{2}$$

Bu denklemde; d: objeye olan uzaklığı V: Dokuya özgü longitudinal hızı ve t ise verilen akım ile cihaza geri yansıyan yanıt arası süreyi simgelemektedir.

Su gibi homojen maddelerden dalga sabit bir hızla geçer. Bunun yanında içinde yağ biriken kas kitleleri gibi homojen olmayan maddelerde hız kolay ve doğru olarak belirlenemez.

Hızın belirlenmesinin bir diğer yararı da maddenin akustik impedansının hesaplanabilmesidir. Ultrason hızı maddenin yoğunluğu, akustik impedans ve sıcaklığının bir fonksiyonudur. Akustik impedans;

$$W = pV \text{ denklemi ile hesaplanabilir.}$$

Bu denklemde p madde yoğunluğunu; V ise karakteristik hızı simgeler.

Dokular arası birleşim noktasından yansıyan enerji miktarı iki maddenin öz direnci ile orantılıdır. Denklem olarak ifadesi de şöyledir.

$$\sigma \text{ yansıyan} = \sigma \text{ yayılan} \left[ \frac{W_2 - W_1}{W_2 + W_1} \right]$$

$\sigma$  yansıyan ; yayılan dalganın(bir yüzeye düşen) birleşim noktasına çarpması sonrası geri yansıyan dalganın dalga boyunu simgeler. Yansıma açısı Snell kanunlarına göre hesaplanır (40).

### CANLI HAYVANLARDA ULTRASON İLE KARKAS KOMPOZİSYONUNUN TAHMİNİ

Ultrason tekniği; 1950'lerde canlı hayvanlardaki vücut kompozisyon farklılıklarının tahmin edilmesi amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. 1970'lerin sonu ile 1980'lerin başlarında teknolojik ilerlemeler ultrason ekipmanlarının gelişmesini sağlamış(24) ve değişik özellikte ultrason cihazları ortaya çıkmıştır. Bir cihazın değerlendirilmesinde, cihazın canlı ölçümleri ile gerçek karkas ölçümlerinin karşılaştırılması uygun bir kriterdir. Ancak ultrason ölçümleri ile gerçek ölçümler arasında yüksek bir ilişkinin bulunması tüm karkas kompozisyonu ile de ilişkinin iyi olacağı anlamına gelmez. Çünkü , kesim sonrası yumuşak dokuların yer değiştirmesi gerçek ölçümlerle cihaz ölçülerinin farklı

olmasına yol açabilir. Kesim ,karkasın asılması ve parçalanması gibi uygulamalarla dokular yer değiştirebilir, örneğin sığırlarda 12. ve 13. kostalardan alınan MLD ve yağın şekil ve ölçüleri kesimden sonra değişebilmektedir. Birçok araştırma bulgusuna göre MLD kesit alanı ve yağ alanı ölçüleri kas ve yağ derinliği ölçülerinden daha doğru sonuçlar vermektedir. Ayrıca 12. kosta ve 3. lumbal vertebralardan alınan ölçülerin gerçek ölçülere daha uyumlu olduğu da bildirilmektedir(31). Sığır, domuz ve kuzularda ultrason ölçümlerinin yapıldığı vücut bölgeleri ve MLD kesit alanı ve yağ derinliğinin ultrason ölçüleri ile karkas ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları Tablo 1'de verilmiş olup ultrason ölçümlerinin yapıldığı bütün vücut bölgelerinde MLD kesit alanı ile yağ derinliğinin ultrason ölçümleri ve karkas ölçümleri arasındaki korelasyonların oldukça yüksek düzeyde olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Hayvan türlerinde MLD alanı( $r_1$ ) ve yağ derinliği ( $r_2$ ) ile ultrason ölçümleri arasındaki korelasyon katsayıları

Tür	Bölge	$r_1$	$r_2$	Kaynak
Domuz	10. Kosta	0.87	0.89	(10)
Domuz	Son Kosta	0.75	0.89	(10)
Sığır	12. Kosta	0.76	0.86	(31)
Sığır	1. Lumbal vertebra	0.45	0.65	(31)
Koyun(kuzu)	3. Lumbal vertebra	0.46	0.86	(22)
Koyun(kuzu)	12.Kosta	0.36	0.59	(22)

Kabuk yağ kalınlığı ve MLD kesit alanının ultrason ölçümleri ve karkas ölçümleri arasındaki korelasyon katsayıları domuzlarda sırasıyla kabuk yağı için,

0.20-0.94; MLD kesit alanı için, 0.27-0.9; koyunlarda kabuk yağı için, 0.42-0.95, MLD kesit alanı için, 0.36-0.79 , sığırlarda ise kabuk yağı için,0.20-0.94 , MLD kesit alanı için 0.20-

0.91 arasında değişmektedir. Her ne kadar bu korelasyonlar ultrasonun güvenilirliğini belirleyici olsa da popülasyondaki varyasyonunu yansıtmamaktadır. Besisi tamamlanmış koyunlarda ultrasonun sınırlı kullanıma sahip olduğu sığırlarda ise çeşitli yağ ve kas özelliklerini tahmin etmede başarı ile kullanıldığı belirtilmektedir (22).

### **Sığır Karkaslarını Değerlendirmede Ultrason Kullanımı**

Subcutan yağın, kas ve mermerleşmenin canlı hayvanlarda doğru olarak ölçülebilmesi daha etkili pazarlama imkanları sağlamaktadır. Bu nedenle, birçok araştırmacı ultrason kullanımını canlı hayvanlarda karkas özelliklerini tahmin metodu olarak kullanmaya başlamıştır. Sığır besiciliğinde bu teknoloji ile kesimde yağsız et yüzdesinin tahmini, sabit vücut kompozisyonunun (belli oranda yağ veya yağsız et içeren) tahmini, beslenme süresi tahmini ve araştırma çalışmaları için karkas kompozisyonunun tahmini yapılabilmektedir. Besi süresi ile ilgili olarak karkas özelliklerinin tahmininde ultrason kullanımı önemli avantajlar sağlar. Bu sığırların barınağa girmesinden besi sonuna kadar ki dönemi içine almaktadır. Besi döneminin sonlarına doğru tetkik (scan) edilen sığırlardan , daha doğru karkas özellikleri tahminleri elde edilebilir. Bununla beraber bu zamanda sığırın tetkik edilmesinin dezavantajları vardır. Bunlar ilave işgücü, stres ve masraftır.

Sığırlarda vücut kompozisyonu tahmini 15-16 aylık yaştan sonra daha doğru yapılabilmektedir. Araştırmacılar bunun nedenini genç yaşlarda vücudun hareketli komponentlerinin çevre tarafından daha çok etkilenmesine bağlamaktadırlar.

Sığırlar genellikle 10. kosta ile 5. lumbal vertebra arası bölgeden tetkik edilirler. Tetkik için gerekli süre , operatör deneyimi, cihazın kullanım kolaylığı ve çekilen fotoğraf sayısına bağlı olarak değişir. Her anatomik pozisyondan elde edilen fotoğraf sayısı ultrasondaki doğruluk üzerine etkilidir. Çekilen fotoğraf sayısının fazlalığı yapılacak tespiti kolaylaştırır. Sığırlarda yağ ve kas kalınlığı ölçümü için Scanogram cihazı ile saatte 20 hayvan değerlendirilebilirken, Kraudkramer A-mode cihazı ile saatte 10 hayvan, Danscanner cihazı ile de saatte 30-35 hayvan değerlendirilebilmektedir(15,17).

Sığırlarda canlı iken alınan ultrason ölçümleri ile karkaslardan elde edilen gerçek ölçümler arasındaki korelasyonlar Tablo 2’de verilmiştir. Buna göre değişik cihaz ve farklı ölçüm bölgelerinin değişken sonuçlar verdiği görülmektedir. Ancak gerek yağ derinliği gerekse MLD alanı için elde edilen korelasyon katsayılarının yüksek ve istatistik önemde bulunması ultrason ölçümlerinin başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Tablo- 3’de ultrason ölçümleri yardımıyla randıman ve satılabilir et miktarı gibi karkas özelliklerini tahmin etmeye yarayan korelasyon katsayıları verilmiştir. Burada 12. ve 13. kostalar ile 3. lumbal vertebra bölgelerinden alınan yağ derinliği ve kas alanı için ultrason



## CANLI HAYVANLARDA KARKAS DEĞERLENDİRMEDE ULTRASON KULLANIMI

ölçülerinin daha yüksek düzeyler gösterdiği görülmektedir. Tablo 4’de ise ultrason ölçülerinden karkas özelliklerinin tahmin edilmesi ne kadar güvenilir sonuçlar verdiğine ilişkin determinasyon katsayıları ( $R^2$ ) verilmiştir. Kas alanı için alınan ölçülerle beraber canlı ağırlık dikkate alındığında ; karkas ağırlığı, dissekte edilmiş kas ağırlığı , yağsız et ağırlığı güvenilir şekilde tahmin edilebilmektedir.

Brangus tosunlarında 4-24 aylık yaşlarda ultrason ile yağ kalınlığı MLD alanı ve karkas kompozisyonunu tahmin etmek için yapılan bir çalışmada(38), 16 aylık yaşta 12.kostalardan alınan yağ kalınlığı bakımından ultrason ölçümleri ile gerçek değer arasında fark bulunmamıştır. MLD alanı için 12 aylık yaştaki ultrason ölçümü ile gerçek değerlerin birbiri ile aynı olduğu tespit edilmiştir. Ölçümler bakımından ultrason cihazları arasında fark olmadığı bildirilmiştir. Karkas kalitesi ve

randımının canlı hayvanlarda ultrason ölçümleri ile doğru bir şekilde tahmin edilebileceği ve Brangus sığırlarda en iyi kesim zamanının belirlenebileceği vurgulanmıştır.

Etçi sığırlarda karkas değerlerinin ultrason ile tahmin edilmesine yönelik bir çalışmada (27), 4 farklı genotipten 36 kastre edilmiş tosun kullanılmıştır. Yağ kalınlığı ve MLD kesit alanı kesimden 48 saat önce 12.- 13. kosta yüzeyinden ultrason ile tetkik edilmiştir. Kesimden 48 saat sonra yağ kalınlığı ve MLD alanının gerçek ölçüleri alınmıştır. Yağ kalınlığı ve MLD alanının ultrasonik ölçüleri sırasıyla ;  $0.91 \pm 0.36$  cm ve  $70.7 \pm 9.43$  cm<sup>2</sup> olurken aynı özelliklerin karkas ölçüleri  $0.82 \pm 0.40$  cm ve  $72.4 \pm 8.9$  cm<sup>2</sup> olmuştur. Genotipler arasında ultrasonik ve gerçek ölçüler istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Gerçek ölçüler ile ultrasonik ölçüler arasındaki korelasyon katsayısı genotiplere göre değişmiş ve yağ kalınlığı için 0.76 - 0.82, MLD alanı için 0.76 - 0.82 olarak bulunmuştur (  $P < 0.01$  ).

Tablo 2. Sığırlarda ultrason ölçümleri ile karkasta yapılan ölçümler arasındaki korelasyonlar

Cihaz Markası	Ölçüm Yapılan Bölge	Yağ Derinliği	MLD Alanı	Kaynak
Scanogram	11-12. Kostalar	0.53** - 0.83**	0.17 - 0.56**	(17)
Krautkramer	11-12. Kostalar	0.47** - 0.67**	0.32 - 0.80**	(17)
Danscanner	1-2. Lumbal vertebra	-	0.64	(4)
Philips	10. Kosta, 1. ve 3. Lumbal vertebra.	0.12 - 0.69	0.47 - 0.67	(5)
Danscanner	1.Lumbal vertebra.		0.71	(10)
Branson Sonoray	12- 13. Kostalar	0.11 - 0.63**	0.58** - 0.89**	(20)
	12- 13. Kostalar	0.57** - 0.75**	0.84** - 0.92**	(14)
Scanogram	10.Kosta 13. Kosta 3.Lumbal vertebra Skapula	0.89** - 0.93** 0.94** - 0.88** 0.79 - 0.67** 0.34 - 0.67**	0.16 - 0.69* 0.64* - 0.80** 0.29- 0.82** -	(36)

\*:P<0.05 ; \*\*:P<0.01

Tablo 3. Sığırlarda ultrason ölçümleri ile karkas özellikleri arasındaki korelasyonlar

Cihaz Markası	N	Ölçüm Yapılan Bölge ve Özellik	Karkas Özelliği	Korelasyon Katsayısı	Kaynak
Scanogram	30	10. Kosta, 1-3.Lumbal vertebra (Yağ derinliği )	Randıman %	(-0.38)-(0.46)	(5)
		10. Kosta (Yağ alanı)	Randıman %	-0.48- 0.33	
		10. Kosta (Kas alanı)	Randıman %	-0.07- 0.39	
		3. Lumbal vertebra (Kas alanı )	Randıman %	-0.40- 0.48	
Danscanner	30	10.Kosta, 1-3. Lumbal vertebra (Yağ derinliği ).	Randıman %	-0.24 - 0.41	(5)
		10. Kosta (Yağ alanı )	Randıman %	0.43 - 0.35	
		10. Kosta (Kas alanı )	Randıman %	0.16- 0.47	
		3. Lumbal vertebra ( Kas alanı )	Randıman %	0.33-0.53	
Philips	30	1. Lumbal vertebra ( Yağ derinliği)	Randıman %	0.07 - 0.26	(5)
		1. Lumbal vertebra (Yağ alanı )	Randıman %	0.11 - 0.31	
		1. Lumbal vertebra (Kas alanı )	Randıman %	0.39 - 0.60	
Ohio	30	1.Lumbal vertebra ( Yağ derinliği)	Randıman %	-0.13 - 0.36	(5)
		1. Lumbal vertebra (Yağ alanı )	Randıman %	-0.11 - 0.34	
		1. Lumbal vertebra (Kas alanı )	Randıman %	0.28 - 0.54	
Branson Sonary	60	12-13.Kosta, (Yağ derinliği)	Karkas derecesi	0.77** ,	(12)
		12-13.Kosta,( Kas alanı )	Mermerleşme, randıman	0.65** , 0.73**	
Danscanner	37	Lumbal vertebralarda ( Kas alanı)	Mermerleşme, randıman	0.37** , 0.35** ,	(15)
		Lumbal vertebralarda ( Kas alanı)	Satılabilir et miktarı	0.71** - 0.88**	
Danscanner	37	1.Lumbal vertebra (Kas alanı )	Satılabilir et miktarı	0.37* -0.46**	(15)
		5. Lumbal vertebra (Kas alanı )	Satılabilir et miktarı	0.54*** -0.63***	
Danscanner	60	2. Lumbal vertebra (Kas alanı )	Satılabilir yağsız et oranı ve randıman %	0.71 , 0.73	(29)

\*:P&lt;0.05 ; \*\*:P&lt;0.01,\*\*\*P&lt;0.001

Tablo 4. Sığırlarda ultrasonik ölçümlerden karkas özelliklerinin tahmin edilmesindeki güvenilirlik

Cihaz	Hayvan Sayısı	Tahmin Edilen Özellik	Ultrason Ölçümleri	Determinasyon Katsayısı (R <sup>2</sup> )	Kaynak
2D U/S Echosope	9	Yarım karkasta dissekte edilen et ağırlığı	2,3,4 veya 5. Lumbal vert. kas alanı + canlı ağırlık	0.92 - 0.96	(21)
Scanogram	24-28	Dissekte edilmiş yağ ağırlığı	Tubercosae'daki yağ derinliği + canlı ağırlık	0.86	(36)
Scanogram		Dissekte edilmiş kas ağırlığı	13.Kostadan kas alanı x 10.Kosta uzunluğu – tubercosae + canlı ağırlık.	0.86	(36)
Sonic	60	Randıman (%) ve yağ (%)	3. Lumbal vertebradan kas derinliği.	0.52 ve 0.18	(29)
Danscanner	60	Randıman (%) ve yağ (%)	2. Lumbaldan kas alanı.	0.67 ve 0.40	(29)
Krautkramer	98	Kas ve yağ ağırlığı	11-12. Kostalardan yağ derinliği + canlı ağırlık.	0.75 ve 0.67	(35)
-	51	Yağsız et ağırlığı	11-12.Kostalardan kas ve yağ alanı + canlı ağırlık	0.95	(13)

### Domuz Karkaslarını

#### Değerlendirmede Ultrason Kullanımı

Domuz anatomisi canlı hayvanda vücut kompozisyonunu değerlendirmek için çok uygun bir yapıya sahiptir. Yağsız et yüzdesi ile MLD kesit alanı arasında pozitif bir korelasyon bulunurken, kabuk yağı derinliği ile negatif bir korelasyon vardır. Son kosta üzerindeki yağ kalınlığı ile MLD alanı arasında 0.83 düzeyinde yüksek bir korelasyon katsayısı bulunmuştur. Bu nedenle bu bölge canlı hayvanlarda yağsız et yüzdesi tahmininde en uygun bölgelerden biridir. Yapılan çalışmalarda B-Mode ultrason cihazı ile elde edilen ultrason ölçümleri ile karkas ölçümleri arasındaki korelasyon katsayısı 0.85 olurken, A-Mode cihazı ile 0.68 'lik bir değer

elde edilmiştir ve genel olarak ultrason ölçümleri ile karkas ölçümleri arasındaki korelasyonlar , sığır ve koyunlara nazaran domuzlarda daha yüksek çıkmaktadır. Yakın gelecekte ultrason ile et kalitesi , pH ve renk gibi özelliklerin de tahmin edilmesi mümkün olabilecektir. (24).

Duroc, Meishan ırkı ve üçlü melez domuzlarda MLD alanı ve yağ kalınlığı ölçümleri 5.-6. kostalar, 12.-13. kostalar ve 3.-4. lumbal vertebralar yüzeyinden ultrasonla alınmış ve kesilen hayvanlarda yağsız et miktarı tespit edilmiştir. Üç bölgeden alınan ultrasonik ölçümler bağımsız birer değişken kabul edilerek yağsız et miktarının belirlenmesi için bir model geliştirilmiştir.

Melezlerde ve Duroc ırkında tahmini değerler gerçek değerlerle benzer bulunurken Meishan ırkında tahmini değerler daha yüksek çıkmıştır (23).

Kesim öncesi ağırlıkları 90 -125 kg olan 177 melez domuzun kabuk altı yağ kalınlığı ölçülmüştür. Yağ kalınlığı için ultrason ölçümü ile gerçek karkas ölçüleri arasında 0,82; yağsız et yüzdesi arasında ise -0,79 düzeyinde korelasyonlar tespit edilmiştir. Ultrason ölçümü ve kesim ağırlığı kullanılarak yağsız et miktarını tahmin etmek için kurulan modelde iki değişkenin toplam varyasyonun %78 - 83'ünü açıklayabildiği belirtilmiştir (11).

#### **Kuzu Karkaslarını**

#### **Değerlendirmede Ultrason Kullanımı**

Koyun yetiştiriciliği, yağsız eti fazla , yağı az olan kuzu eti üretimi ile ilgilenmelidir ki diğer et kaynakları ile rekabet edebilsin . Kuzu karkaslarında yağ oranı % 29-41 arasında değişmektedir. Canlı kuzularda karkas kompozisyonunun tahmini için ultrason ölçümlerinden de yararlanılmaktadır. Ultrason ortaya çıkana kadar, vücut yağının tahmininde eğitimli eksperlerin değerlendirmeleri en iyi yöntem olarak kabul edilmiştir.

Kuzularda yağ derinliği kısadır bu nedenle gerçek ile tahmin edilen yağ arasındaki küçük farklılıklar karkas kompozisyonunun tahmininde doğruluk derecesini önemli ölçüde azaltır. Yağ ve kas ölçümleri,karkas kompozisyonunu daha iyi gösterdiği bildirilmektedir.

Genel olarak 10. ve 13. kostalarda, 3. lumbal vertebra, tuber koksa,femur ve skapula

bölgelerindeki yağ derinlikleri ile karkas ağırlığı ve yağ oranı arasında önemli düzeyde korelasyon bulunmaktadır.Yağ ağırlığı tahmini için tuber koksa'daki yağ derinliğinin en iyi ölçüm bölgesi olduğu ve canlı ağırlıkla birlikte daha sağlıklı sonuçlar elde edildiği, yağ derinliğinin13. kosta ile 1. lumbal vertebra arasında en doğru şekilde yapıldığı, bu bölgede yağ örtüsünün daha ince olması ve yağ tabakaları ile yağ ve kas arası bağlantıların karışma riskinin az olduğu bildirilmektedir(25).

Kesimden önce ultrason ile alınan yağ kalınlığı ve MLD alanı ölçüleri ile kuzuların karkas ölçüleri arasında yüksek düzeyde (yağ kalınlığı için 0.62, MLD alanı için 0.36) korelasyon katsayıları bildirilmiştir (16).

#### **Ultrason İle Karkas**

#### **Kompozisyonunu Doğru Tahmin Etmede Etkili Olan Faktörler**

- Kıl örtüsü ve kırkım
- Hayvan sayısı ve genotipi
- Kir, deri kalınlığı
- Ölçüm yapılan bölgedeki yağ kalınlığı
- Ölçüm yapılan kasların lateral ve medial yarımalarının karıştırılma olasılığı
- Operatörün bilgi ve deneyimi
- Ölçümü yapılan bölge ile ulaşılmak istenen sonuç arasındaki korelasyon düzeyi
- Karkas pozisyonu
- Kesim
- Asma
- Parçalama
- Kullanılan ultrason cihazı (26).

#### **SONUÇ**

Her geçen gün yeni gelişmeler kaydedilen ultrason teknolojisinin kullanım alanının daha geniş olması ultrason cihazlarının özellikleriyle yakından ilgilidir. Yeni üretilen ultrason cihazlarında çiftlik koşullarında basit birkaç karkas özelliğinin

ölçülebilmesi ve organ gelişimi üzerinde çalışma yapılabilmesi göz önüne alınmaktadır (9).

Canlı hayvanlarda karkas özelliklerinin değerlendirilmesi araştırma, eğitim ve endüstri için önemlidir. Bu bakımdan ultrason kullanımı bazı avantajları beraberinde getirebilir. Bu avantajlardan bazıları şunlardır:

- Ultrason teknolojisi maksimum kar elde etmenin ana hedef olduğu bugünkü hayvan yetiştiriciliğinde maliyet- kar analizlerinin yapılmasının kolaylaştırıcaktır (7).
- Karkas derecelendirmede ultrason tekniklerinin geliştirilmesi ile daha doğru sonuçlar elde edilebilecek ve ultrason için yeni karkas derecelendirme kriterlerinin ortaya konması gerekecektir(7).
- Ultrason ile yağ kalınlığı kolay bir şekilde ölçülebildiği için istenilen düzeyde yağ içeren karkas elde etmek mümkün olabilecektir. Böylelikle etin kalite ve fiyatı daha kolay belirlenebilecektir (22).
- Bugünkü uygulamada ağırlık ve yağ kalınlığı kesim zamanını belirleyen faktörlerdir. Çok yakında kas-kemik gelişimi, randıman , mermerleşme vb. bilgiler daha sağlıklı olarak belirlenebilecek, buna göre de kesim zamanı daha kolay belirlenebilecektir (7).

Yağsız et yüzdesinin, canlı hayvanlarda yeterli doğrulukta tespiti, bu özellik bakımından hem doğrudan seleksiyon imkanı sağlar, hem de döl kontrolünde test edilen hayvan başına bilgi hacminin artmasına imkan verir. Buda doğal olarak seleksiyonla sağlanacak genetik ilerlemenin artması anlamına gelecektir.

#### KAYNAKLAR

1. **Akçapınar H** (1994) *Koyun Yetiştiriciliği*. Medisan Yayınları, Ankara, s. 83-84.
2. **Alliston JC, Hinks CE** (1981) *A Note on the Use of the Danscanner for Prediction of the Composition of Hereford Bulls*. Animal Production, 32, 345-347.
3. **Alpan O** (1993) *Sığır Yetiştiriciliği ve Besiciliği*. Medisan Yayınları, Ankara, s. 307-315.
4. **Andersen BB, Busk H, Chadwick JP et al.** (1982) *Ultrasonic Techniques for Describing Carcass Characteristics in Live Cattle*. CEC Report, EUR 7640 EN, 78 p.
5. **Andersen BB, Busk H, Jensen NE** (1977) *Provisional Results of Danscanner Ultrasonic Measurement on Sheep, Pigs and Cattle*. SFK Publication ( Slagteriernes Faellesindkobsforening, Avedoreholmen, Denmark) p.4.
6. **Anonymous** (1976) *Methods of Monitoring Ultrasonic Scanning Equipment*. Hospital Physicists Association Ultrasonics and Acoustics Topic Group, 43 p.
7. **Anonymous** (1990) *Instrumental Measurement of Beef Value Recommendations from NCA Subcommittee*, National Association ,Denver, CO.
8. **Averdunk G, Reinhardt F, Kallweit E, Henning M, Scheper J, Sack E** (1983) *Comparison of Various Grading Devices for Pig Carcasses*. 34 th Annual Meeting, Eur. Ass. Anim. Prod., Madrid.
9. **Busk H** (1982) *Note on Ultrasonic Techniques for Possible Future Use*. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsog, 524, 138 (Cited in : Simm G, 1983).
10. **Busk H, Jensen J** (1982) *Practical Use and Experimental Results of In Vivo Techniques in Denmark*. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsog, 524, 42-47 (Cited in: Simm G,1983)
11. **Chiba L** (1992) *A Simple Ultrasound Instrument is Effective in Predicting Body Composition of Live Pigs*. Highlights of Agricultural Research, Alabama Agricultural Experiment Station, 39 (4) : 6 (Anim. Breed. Abst. 61 (8): 4360, 1993).
12. **Davis JK, Long RA, Saffle RL, Warren EP, Carmon JL** (1964) *Use of Ultrasonics and Visual Appraisal to Estimate Total Muscling in Beef Cattle*. Journal Animal Science, 23(3) 638-644.

13. **Davis DL, Parker CF, Klosterman EW, Ockerman HW** (1965) *Ultrasonic and Visual Appraisal for Estimating Carcass Value of Beef Cattle*. Journal Animal Science, 24(3) 861-862.
14. **Davis JK, Temple RS, McCormick W** (1966) *A Comparison of Ultrasonic Estimates of Rib-Eye Area and Fat Thickness in Cattle*. Journal Animal Science, 25 (4)1087-1090.
15. **Ernst E, Appel W, Claus J** (1982) *The Determination of Carcass Value of Live Cattle With the Danish Ultrasonic Equipment 'Danscanner'*. Beretning fra Statens Husdybrugsforsog, 524, 65-68 (Cited in : Simm, G. 1983).
16. **Edwards JW, Cannell RC, Garrett RP, Savel JV, Cross HF, Longnecker MT** (1989) *Using Ultrasound, Linear Measurements and Live Fat Thickness Estimates to Determine the Carcass Composition of Market Lambs*. Journal Animal Science, 67 (12) 3322-3330.
17. **Gillis WA, Burgess TD, Osborne WR, Grieger H, Talbot S** (1973) *A Comparison of Two Ultrasonic Techniques for The Measurement of Fat Thickness and Rib Eye Area in Cattle*, Canadian Journal Animal Science, 53, 13-19
18. **Goss SA, Johnston RL, Dunn F** (1979) *Comprehensive Compilation of Empirical Ultrasonic Properties of Mammalian Tissues*, Journal Acoust. Soc. Am. 64 (2): 423
19. **Groeneveld E, Kallweit E, Hanning M, Pfau A** (1984) *Evaluation of Body Composition of Live Animals by X-Ray and Nuclear Magnetic Rezonans Computed Tomography*. In: In Vivo Measurement of Body Composition in Meat Animals (eds. D. Lister). Elsevier, London. p. 84-89
20. **Hedrik HB, Meyer WE, Alexander MA, Zobrisk SE, Naumann HD** (1962) *Estimation of Rib Eye Area and Fat Thickness of Beef Cattle with Ultrasonics*. Journal Anim. Sci., 21 (2): 362-365.
21. **Herve MP, Campbell EA** (1971) *Prediction of the Weight of Total Muscle by Ultrasonic Measurement in Steers and Calves*. Research in Veterinary Science, 12, 427-432.
22. **Houghton PL, Turlington LM** (1992) *Application of Ultrasound for Feeding and Finishing Animals : A Review*. Journal Animal Science, 70 , 930-941.
23. **Ikeda T, Ando S, Tanebe R, Akta T, Naka H** (1993) *Ultrasonic Evaluation of Live Pigs Using a Colour Scanner*. Bulletin of National Institute of Animal Industry. 53, 23-29.
24. **Kanis E, Steen, HAM, Rook Vander Groot PN** (1986) *Prediction of Lean Parts and Carcass Value from Ultrasonic Backfat Measurements in Live Pigs*. Livest. Prod. Sci. 14, 55-64.
25. **Kempster AJ, Cuthbertson A, Jones Dw, Owen MG** (1981) *Prediction of Body Composition of Live Cattle Using Two Ultrasonic Machines of Different Complexity: A Report of Four Seperate Trials*. Journal Agric. Sci.,UK, 96,301-307.
26. **Miles CA, Fursey GAJ, Pomeroy RW** (1983) *Ultrasonic Evaluation of Cattle*. Animal Production, 36,363.
27. **Perkins TL, Green RD, Hamlin KE, Shepard, HH, Miller MF** (1992) *Ultrasonic Prediction of Carcass Merit in Beef Cattle: Evaluation of Technician Effects on Ultrasonic Estimates of Carcass Fat Thickness and Longissimus Muscle Area*. Journal Animal Science, 70 (9) 2758-2765.
28. **Recio HA, Savell JW, Cross HR, Harris JM** (1986) *Use of Real-Time Ultrasound for Predicting Beef Cutability*. Journal Animal Science, 70 : 1667.
29. **Rehben E** (1982) *In Vivo Estimation of Body Composition in Beef*. Beretning fra Statens. Husdybrugsforsog. 524, 48-61 (Cited in: Simm G, Anim. Breed. Abst. 51,12, 853-875, 1983).
30. **Sehested Ed** (1984) *Evaluation of Carcass Composition of Live Lambs Based on Computed Tomography*. 35<sup>th</sup> Ann. Meeting EAAP, The Hague.
31. **Simm G** (1983) *The Use of Ultrasound to Predict The Carcass Composition of Live Cattle*. A review. Anim. Breed Abst. , 51, 12, 853-875.
32. **Skjervold H, Gronseth K, Vangen O, Evensen A** (1981) *In Vivo Estimation of Body Composition by Computerized Tomography*. Zeitschrift für.Tierzüchtung Züchtgsbiologie, 98,(1) 77-79.
33. **Stouffer JR, Wallentine MV, Wellington GH, Diekmann A** (1961) *Development and Application of Ultrasonic Methods for*

- Measuring Fat Thickness and Rib Eye Area in Cattle and Hogs.* Journal Animal Science 20(4) 759-767.
34. **Temple RS, Stonaket HH, Howry D, Pasakony C, Hazeleus MH** (1956) *Ultrasonic and Conductivity Methods for Estimating Fat Thickness in Live Cattle* Proc. Western Section, American Society. Animal Production 7: 477.
  35. **Tong AK, Newman JA, Martin AH, Freedeen HT** (1981) *Live Animal Ultrasonic Measurements of Subcutaneous Fat Thickness as Predictors of Beef Carcass Composition.* Canadian Journal Animal Science, 61 (2) 483-491.
  36. **Tullah NM, Truscott TG, Lang CP** (1973) *An Evaluation of the Scanogram for Predicting the Carcass Composition of Live Cattle.* A report submitted to the Australian Meat Board. School of Agriculture and Forestry, University of Melbourne, Australia.
  37. **Vangen O** (1984) *Evaluation of Carcass Composition of Live Pigs Based on Computed Tomography.* 35<sup>th</sup> Ann. Meeting EAAP, The Hague.
  38. **Waldner DN, Dikemann ME, Schalles RR, Olsan WG, Houghton, PL, Unroh JA, Corah LR** (1992) *Validation of Real Time Ultrasound Technology for Predicting Fat Thickness, Longissimus Muscle Areas and Composition of Brangus Bulls from 4 Months to 2 Years of Age.* Journal Animal Science, 70 (9): 2758-2765.
  39. **Wells, PNT** (1984) *Introduction to Imaging Technology.* In: *In Vivo Measurement of Body Composition in Meat Animals.* p: 25-32. (eds. D. Lister Elsevier, London).
  40. **Whittaker AD, Park B, Thane BR, Miller RK, Savell JW** (1992) *Principals of Ultrasound and Measurement of Intramuscular Fat.* Journal Animal Science, 70,942-952.