SAĞLIK BİLİMLERİNDE GÜNCEL PERSPEKTİFLER

Editör
Doç. Dr. Seda UĞRAŞ



DUVAR

SAĞLIK BİLİMLERİNDE GÜNCEL PERSPEKTİFLER

Editör
Doç. Dr. Seda UĞRAŞ



Sağlık Bilimlerinde Güncel Perspektifler
Editör
Doç. Dr. Seda UĞRAŞ

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek
Sayfa ve Kapak Tasarımı: Duvar DESIGN
Basım Tarihi: Temmuz 2026
Yayıncı Sertifika No: 49837
E-ISBN: 978-625-8936-30-8

© Duvar Yayınları
853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir
Tel: 0 232 484 88 68

www.duvaryayinlari.com
duvarkitabevi@gmail.com

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir. Yayınevi ve editörler sorumlu tutulamaz."

İÇİNDEKİLER

1. Bölüm 1
Periodontolojide Siyanoakrilat Adezivleri
Alima BUDAKÇI, Tuğçe PAKSOY

2. Bölüm 26
Erken Mine Çürüklerinin Tedavisinde Rezin İnfiltrasyonu: Güncel Yaklaşımlar
Ayşe Tuğçe TUNAÇ

3. Bölüm 42
İmmatür Daimi Dişlerde Travmatik Pulpa Ekspozlarının Yönetiminde Cvek Amputasyonu: Biyolojik Temeller, Güncel Kanıtlar ve Klinik Yaklaşımlar
Sena SAKIN ULUBAY, Ecem Meksime GÜREL

4. Bölüm 57
Çocuk İstismarına Adli Tıbbi Yaklaşım
Hacı Seyit BÖLÜKBAŞI

5. Bölüm 69
Pediatri Hemşireliğinde Yapay Zeka: Güncel Uygulamalar, Zorluklar ve Geleceğe Yönelik Beklentiler
Harun ÖZBEY

6. Bölüm 84
Dental İmplantlarda Başarıyı Etkileyen Sistemik Hastalıklar ve İlaçlar
İzzet Melih GÜRKAN, Sibel ÖZDEMİR

7. Bölüm 111
Periodontal Splint Çeşitleri ve Kullanım Alanları
İzzet Melih GÜRKAN

8. Bölüm 127
Adeziv Rezin Monomerlerin Sitotoksisitesi:
Moleküler Mekanizmalar ve Klinik Yaklaşımlar
Kerem Can IŞIK

9. Bölüm 142
Malign Plevral Mezotelyoma
Kerem KEKLİK, Suphi AYDIN, Muhammed BAYRAKTAR,
Ahmet DUMANLI

10. Bölüm 166
Elektromanyetik Dalgaların Canlı Organizmalara Etkileri
Kübra Asena TERİM KAPAKİN, Esra MANAVOĞLI KİRMAN,
Betül ORHAN

11. Bölüm 183
Endodontik Cerrahi:
Temel Kavramlar, Endikasyonlar ve Uygulamalar
Melike KALENDER

12. Bölüm 191
Soliter Pulmoner Nodüller
Muhammed BAYRAKTAR, Suphi AYDIN, Kerem KEKLİK, Ahmet DUMANLI

13. Bölüm 206
Süt Sığırlarında Vücut Kondisyon Skoru ve Ölçüm Yöntemleri
Mücahid Abdullah ŞİMŞEK, Serdar GÜLER, Uğur ÖZENTÜRK

14. Bölüm 223
Hayatı Tehdit Eden Masif Plevral Efüzyonlara Yaklaşım
Suphi AYDIN

15. Bölüm 238
İmplant Cerrsahisi Sırasında Karşılaşılan Komplikasyonlar
Tülay ÇİLEL

16. Bölüm 251
Orofasiyal Enfeksiyonlar
Tülay ÇİLEL

17. Bölüm 260
Güncel Davranış Yönlendirme Teknikleri
Sena SAKIN ULUBAY, Zehra PAMUKÇU

18. Bölüm 280
Yaşlı Hastada Anestezi
Zeliha DEDEBAĞI

19. Bölüm 291
Perioperatif Ultrason
Zeliha DEDEBAĞI

20. Bölüm 310
Kanser Tedavisinde Kullanılan Monoklonal Antikorlar: Güncel Yaklaşımlar ve Gelecek Perspektifleri
Ziad JOHA, Mustafa ERGÜL

13. Bölüm

Süt Sığırlarında Vücut Kondisyon Skoru ve Ölçüm Yöntemleri

Mücahid Abdullah ŞİMŞEK[1], Serdar GÜLER[2], Uğur ÖZENTÜRK[3]

1. Giriş

Süt sığırı yetiştiriciliğinde temel hedeflerden biri, her inekten yılda bir buzağı elde edilmesidir. Düzenli olarak elde edilen buzağılar hem laktasyon döngüsünün devamlılığının sağlanması hem de işletmelerin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Süt sığırcılığı işletmelerinde sürdürülebilir üretim, süt verimi ve döl veriminin etkin bir şekilde yönetilmesi ve kontrol altında tutulmasına bağlıdır. Bu nedenle, yüksek süt veriminin yanı sıra üreme performansının korunması da yetiştiricilik faaliyetlerinin temel amaçları arasında yer almaktadır. Son yıllarda süt veriminin arttırılması amacıyla yapılan ıslah ve seleksiyon çalışmaları sonucunda modern işletmelerde günlük süt verimi 40 L ve üzerine ulaşabilen inekler yetiştirilebilmektedir. Yüksek verimli ineklerin ihtiyaç duyduğu günlük besin miktarı laktasyon ve gebelik dönemlerine göre değişkenlik göstermektedir (Koçyiğit, 2017). Besin ihtiyacındaki bu değişkenlik sebebiyle süt ineklerinde besin içeriği ve miktarı fizyolojik dönemlerine göre düzenlenmelidir. Yüksek verimli süt ineklerinde laktasyonun erken dönemlerinde, yani buzağılamadan sonraki ilk 2 ila 4 ay içerisinde süt üretiminde artış gözlemlenirken, kuru madde tüketimi genellikle yetersiz kalmaktadır. Bu durum, hayvanın enerji ihtiyacının karşılanamamasına ve negatif enerji dengesinin oluşmasına neden olabilmektedir (Mishra vd., 2016). Oluşan bu negatif enerji dengesi döneminde inekler, enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla vücut yağ rezervlerini kullanırlar. Ancak, yeterli vücut yağ rezervine sahip olmayan ve aşırı zayıf kondisyonlu ineklerde, süt üretimi için gerekli enerji ihtiyacı karşılanamadığından süt veriminde belirgin düşüşler yaşanabilir. Ayrıca bu durum, ketozis, abomasum deplasmanı ve kızgınlık belirtilerinin zayıf ya da belirsiz seyretmesi gibi metabolik ve üreme problemlerine yol açabilmektedir (Koçyiğit, 2017).

Vücut kondisyonu kavramı, hayvanların belirli bir yetiştiricilik döneminde istenilen verim özelliklerini karşılamaya fizyolojik olarak hazır olup olmadığını

[1] Dokuz Eylül Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0008-8362-2783.
[2] Dokuz Eylül Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0003-2499-9237.
[3] Dokuz Eylül Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-2037-9340.

değerlendirmek için kullanılan önemli bir göstergedir. Belirli kriterlere göre yapılan skorlama işlemleri sonucunda belirlenen vücut kondisyon skoru (VKS), hayvanların kondisyonları hakkında nicel bir veri oluşturarak istenilen verim düzeyinin karşılanabilirliği hakkında daha doğru yorum yapılabilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle vücut kondisyon skorunun farklı fizyolojik dönemlerde düzenli olarak değerlendirilmesi, sürü sağlığının ve üretim performansının sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. (Srikanth ve Miranda, 2024).

2. Vücut Kondisyon Skoru (VKS) Nedir?

Vücut Kondisyon Skoru (VKS), süt sığırlarının vücutlarında bulunan yağ rezervlerinin, kas yapısının ve genel vücut kompozisyonunun görsel ve/veya fiziksel değerlendirilmesi sonucunda elde edilen nicel bir ölçüttür (Edmonson vd., 1989). Vücut kondisyon skoru, sığır yönetiminde yaygın olarak kullanılan önemli bir değerlendirme aracıdır; çünkü hayvanın vücut enerji rezervleri ile genel sağlık durumu hakkında güvenilir ve pratik bilgiler sunar (Praveen vd., 2024). Bu puanlama sistemi, özellikle süt ve et sığırlarında kritik öneme sahip olan yağ ve kas dokularının görsel ve/veya palpasyon yoluyla değerlendirilmesine dayanır.

Vücut kondisyon puanlama sistemi ilk kez 1961 yılında Jefferies tarafından koyunlarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bu sistemde koyunlar, günümüzde kullanılan 5 puanlık sisteme benzer bir şekilde, omurga çıkıntılarının palpasyonu ile değerlendirilmiştir. (Jefferies, 1961). Besi ve süt sığırları için ise daha sonraki yıllarda 8, 10 ve 11 puanlı sistemler geliştirilmiştir (Earle, 1976; Grainger ve McGowan, 1982; Mulvany, 1981). Günümüze en yakın sistem olan Virginia Tekniği 1982 yılında Wildman tarafından geliştirilmiştir (Wildman vd., 1982). Bu yöntemde, ineklerin bel bölgesinden kuyruk sokumuna kadar uzanan omurga yapıları, bel omurları, sağrı kemiği, omurganın çıkıntıları, kuyruk sokumu omurları, kalça kemikleri gibi anatomik yapılar elle muayene edilerek değerlendirilir ve hayvana 1 ile 5 arasında bir kondisyon puanı verilir. Buna göre 1 puan aşırı zayıf, 5 puan ise aşırı yağlı hayvanı temsil etmektedir. Virginia Tekniği günümüzde hayvan alım-satımlarında, kurbanlık hayvan değerlendirmelerinde ve küçük ölçekli işletmelerde halen kullanılmaktadır. Ancak yöntemin büyük ölçekli işletmelerde uygulanmasının zaman alıcı olması ve eğitim gerektirmesi nedeniyle daha kısa sürede uygulanabilen ve daha az iş gücü gerektiren sistemlere ihtiyaç duyulmuştur. Bu sebeple 1989 yılında Edmonson tarafından görsel muayeneye dayanan California Sistemi geliştirilmiştir. California sistemi günümüzde de kullanılan 5 puanlık ve görsel muayeneye dayanan bir sistemdir. Bu sisteme göre 1 puan çok zayıf, 5 puan ise

aşırı yağlı hayvanı temsil etmektedir (Edmonson vd., 1989). Puanlama 0.25'lik katsayılarla artış ve azalışlarla yapılmaktadır. Kullanılan değerlendirme kriterleri şu şekildedir;

- Processus spinosus'un görünürlüğü
- Processus transversus'un görünürlüğü
- Processus spinosus ve Processus transversus arasındaki dolgunluk
- Tuber coxae ve Tuber ischii görünürlüğü
- Tuber coxae ve Tuber ischii arasındaki dolgunluk
- Tuber ischiiler arasındaki dolgunluk
- Kuyruk sokumunun altındaki dolgunluk

VKS'nin ölçümü için kullanılan sistemler, elde edilmek istenen verim özelliğine ve ülkelere göre değişkenlik göstermektedir. Günümüzde 5 puanlık sistem yaygın olarak kullanılsa da geçmişte farklı puanlama sistemleri de kullanılmıştır. Avustralya'da 8 puanlık, Yeni Zelanda'da 10 puanlık ve Amerika Birleşik Devletleri'nde 9 puanlık sistemler kullanılmıştır. Günümüzde hayvancılığın küreselleşmesi ve üretim sistemlerinin uzmanlaşması nedeniyle işletmeler, verim yönüne göre farklı sistemler kullanabilmektedir. Süt sığırlarında VKS için genel olarak 5 puanlık sistem tercih edilirken, etçi sığırlarda 9 puanlık sistem daha yaygın kullanılmaktadır. Her iki ölçekte de puan, yağ depolarının miktarına bağlı olarak artmakta ve çoğunlukla kaburgaların üzerinde, kuyruk sokumu çevresinde, bel ve pelvis bölgelerinde bulunan vücut rezervlerinin pratik bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Roche vd., 2018).

Sütçü sığırlarda en çok kullanılan 5 puanlık sistemde puanlar 0.25'lik katsayılarla artıp azalmakta ve puanlar gözlemci tarafından verilmektedir. Puanlama lumbar vertebralar, tuber coxae, tuber ischii ve kuyruk sokumundaki deri altı yağ dokusu rezervlerinin miktarına göre yapılmaktadır. VKS değerlendirilirken kalça bölgesi, kuyruk kökü ve lumbar vertebraların üzerinde bulunan deri altı yağ dokusunun miktarı dikkate alınmaktadır. VKS'si düşük olan hayvanlarda kemik dokusu gözle ve elle muayenede daha belirgin hissedilirken, kondisyon arttıkça bu yapıların belirginliği azalmaktadır. Kondisyonu yüksek hayvanlarda lumbar vertebralar ve tuber coxae arasında daha fazla yağ dokusu bulunmaktadır. Bu sebeple yüksek kondisyonlu hayvanlarda ilgili bölgede dışbükey bir görünüm söz konusuyken, düşük kondisyonlu hayvanlarda içbükey bir yapı gözlenmektedir (Bewley ve Schutz, 2008).

Uygun VKS yönetimi, hayvanların üretkenliği, üreme performansı ve genel refahı üzerinde doğrudan ve belirleyici bir etkiye sahiptir. Güncel araştırmalar, optimum vücut kondisyon skorunun korunmasının, süt sığırlarında süt veriminin

artırılmasına, et sığırlarında ise et kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Söz konusu olan iki verim özelliği de çiftliklerin ekonomik sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynamaktadır (Roche vd., 2018). Özellikle yüksek verimli süt ineklerinde laktasyonun başlamasıyla beraber artan besin ihtiyacı göz önüne alındığında, gebelik ve laktasyon dönemlerinde optimum VKS'ye ulaşılması, mastitis ve ketozis gibi hastalıkların görülme riskini önemli ölçüde azaltmaktadır (Nazhat vd., 2021).

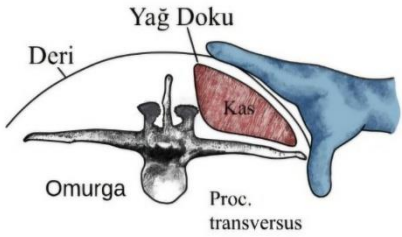
Vücut kondisyon skorunun döl verimi üzerinde belirgin bir etkisi bulunmaktadır. Süt sığırcılığı gibi, sürü devamlılığı ve optimum verim kontrolünün yeni buzağı elde edilmesi üzerine kurulu olduğu işletmelerde bu etki daha da önem kazanmaktadır. İdeal kondisyon düzeyine sahip ineklerde gebelik oranları artmakta, doğum süreci daha sorunsuz gerçekleşmekte ve doğan buzağıların sağlık durumu genellikle daha iyi olmaktadır (Pryce vd., 2001). Hayvancılık işletmelerinde VKS'nin düzenli aralıklarla ölçülmesi, süt verimi, üreme performansı, yem tüketimi ve genel sağlık durumu ile ilgili olası sorunların erken dönemde tespit edilmesi ve yönetilmesi açısından önemlidir (Koçyiğit, 2017).

3. Fizyolojik Dönemlere Göre VKS Değişimleri ve Enerji Dengesi

Süt ineklerinde VKS değeri, hayvanın içinde bulunduğu fizyolojik döneme bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Süt inekleri ortalama 280 gün süren gebeliklerinin özellikle son 90 gününde, fetüsün hızlı canlı ağırlık artışı nedeniyle vücut rezervlerini kullanma eğilimi gösterirler. Bu sebeple doğuma yaklaşık 60 gün kala inekler kuruya çıkarılarak sağım işlemi sonlandırılır. Sağım işleminin sonlanması ile inek, önemli bir fizyolojik yükten kurtularak fetüs gelişimi için gerekli olan enerji gereksinimini daha etkin şekilde karşılayabilmektedir.

Kuruya çıkarılmayan ineklerde buzağı doğum ağırlıklarının düşük olduğu, buzağı ölüm oranlarının arttığı ve sonraki laktasyon döneminde süt verimlerinin azaldığı çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu nedenle kuruya çıkarma işlemi, doğum sürecinin ve sonraki laktasyon döneminin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi açısından önemlidir. İneğin hem gebelik hem de laktasyon döneminde negatif enerji dengesi altına girmemesi bu süreçlerin sağlıklı yönetilmesi açısından önemlidir. Bu kapsamda, süt ineklerinin gebelik ve laktasyonun farklı evrelerinde belirli VKS aralıklarında bulunmaları hedeflenmektedir.

4. VKS'nin El ile Palpasyon Yöntemi ile Belirlenmesi



Şekil 1. El ile palpasyon yönteminde elin konumlandırılması
(Çizim: R. Atasel Petin)

Palpasyon, hayvanın belirli vücut bölgelerindeki kas ve yağ dokusunun kalınlığını el ile hissederek değerlendirme yapılmasını sağlamaktadır. Bu teknik, kas yoğunluğu, yağ birikimi ve kemik çıkıntılarının belirginliği gibi kriterlerin daha güvenilir bir şekilde ölçülmesine olanak tanımaktadır (Wildman vd., 1982). Palpasyon yönteminde el, hayvanın proc. spinosus ve proc. transversusları arasındaki alana denk gelecek şekilde konumlandırılmaktadır. Yöntem uygulanırken hayvanın uygun şekilde zapturapt altına alınarak sabit tutulması ve aynı çiftlikteki hayvanlar için mümkün olduğunca tek bir uygulayıcının görev alması, puanlamanın doğruluğunu ve tutarlılığını artırmaktadır. El ile uygulanan basınç sabit tutularak hayvandan hayvana değişiklik göstermemelidir (Ferguson vd., 1994). Palpasyonla belirlenen kemik çıkıntılarının hissedilebilirliği ve yağ dokusunun miktarı 1 ile 5 arasında puanlanmaktadır. Düşük skorlar kemik yapıların belirgin ve yağ dokusunun az olduğunu, yüksek skorlar ise kemiklerin daha zor hissedildiğini ve yağ birikiminin arttığını göstermekte olup değerlendirme ölçütleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Palpasyonda skorlama işlemi bölgede hissedilen kas, yağ ve kemik dokusunun durumuna göre yapılır.

Skor	**Palpasyonda Hissedilen Durum**
1.0	Omurga ve kalça kemikleri çok belirgin, yağ yok.
2.0	Kemik yapılar belirgin, çok az yağ dokusu hissedilir.
3.0	Kemikler az hissedilir, hafif yağ dokusu mevcut.
4.0	Kemikler zor hissedilir, belirgin yağ birikimi vardır.
5.0	Kemikler hissedilmez, kalın yağ tabakası mevcuttur.

5. VKS Belirlemede Teknolojinin Önemi ve Kullanılan Yöntemler

Geleneksel olarak vücut kondisyon skorlaması (VKS), gözle muayene ve elle palpasyon yöntemleriyle yapılmaktadır. Ancak bu yöntemler, uygulayıcıya bağlı subjektif hatalara açık olmaları, büyük sürülerde zaman ve iş gücü gerektirmeleri gibi sınırlılıklar taşımaktadır. Özellikle büyük ölçekli işletmelerde, hayvan refahını ve üretim verimliliğini artırma hedefiyle daha hassas, objektif ve hızlı sistemlere duyulan ihtiyaç artmıştır. Bu gereksinim, teknoloji temelli alternatiflerin gelişmesine zemin hazırlamıştır (Hansen vd., 2018).

Vücut kondisyon skorunun modern teknolojilerle belirlenmesi yalnızca değerlendirme doğruluğunu artırmakla kalmaz, aynı zamanda otomasyon, izlenebilirlik ve iş gücü verimliliği açısından da büyük faydalar sunmaktadır. Özellikle büyük sürülerin yönetildiği endüstriyel çiftliklerde hızlı ve sürekli izleme ihtiyacı, teknolojik yöntemlerin önemini daha da artırmaktadır. Ayrıca bu teknolojiler, farklı fiziksel verilerin birlikte değerlendirilmesine olanak tanıyarak metabolik hastalık risklerinin önceden öngörülmesine ve bireyselleştirilmiş besleme stratejilerinin uygulanmasına katkı sağlamaktadır (Hansen vd., 2018).

Bu amaçla **ultrasonografi, termal görüntüleme**, **iki boyutlu** ve **üç boyutlu görüntüleme** ile **yapay zekâ destekli görüntüleme** modelleri geliştirilmiştir.

5.1. Ultrasonografi ile VKS Belirleme

Ultrasonografi, ses dalgalarının yumuşak dokulara gönderilerek geri dönen yankıların analiziyle çalışan, non-invaziv bir görüntüleme yöntemidir. Bu teknikle, sığırların özellikle lumbar vertebralar ve kalça bölgelerinde bulunan subkutan yağ dokusu kalınlığı milimetre hassasiyetinde ölçülebilmektedir.

Ölçüm sırasında, *tuber coxae* ve *tuber ischiadicum* üst bölgelerine kadar uzanan sakral bölgenin ölçülmesi ile sırt yağ kalınlığı belirlenebilmektedir. Bu bölgelerde ultrason probu yardımıyla elde edilen görüntülerden yağ ve kas

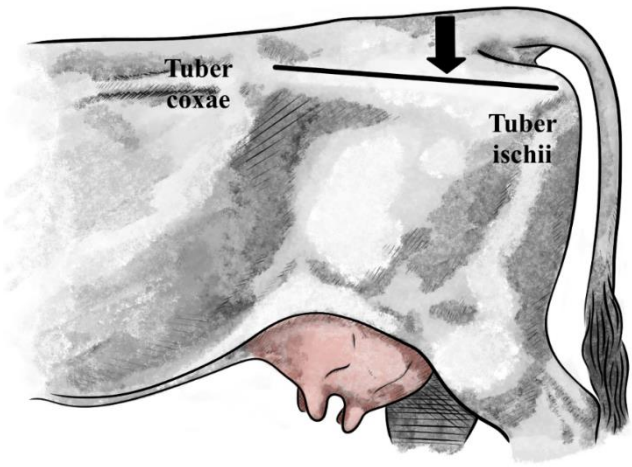
dokusunun kalınlığı hesaplanır. Elde edilen bu sayısal veriler, vücut kondisyon skorları ile yüksek korelasyon göstermektedir. Ultrasonografi kullanımı objektif ve yüksek hassasiyetli ölçümler sağlaması sebebiyle tercih edilmektedir. Ancak uygulanma süresinin uzun olması endüstriyel sığır işletmelerinde yaygın kullanımı sınırlamaktadır.

Tablo 2. Sırt yağı kalınlığı ölçümleri ile VKS ve toplam vücut yağ kütlesi arasındaki ilişki

Açıklama	**VKS**	**Sırt Yağ Kalınlığı (mm)**	**Toplam Vücut Yağı Miktarı (kg)**
Aşırı Zayıf	1.0	<5	<50
Zayıf	1.5	5	50
Toplu Zayıf	2.0	10	76
Orta	2.5	15	98
İyi	3.0	20	122
Çok İyi	3.5	25	146
Yağlı	4.0	30	170
Çok Yağlı	4.5	35	194
Obez	5.0	>35	>194

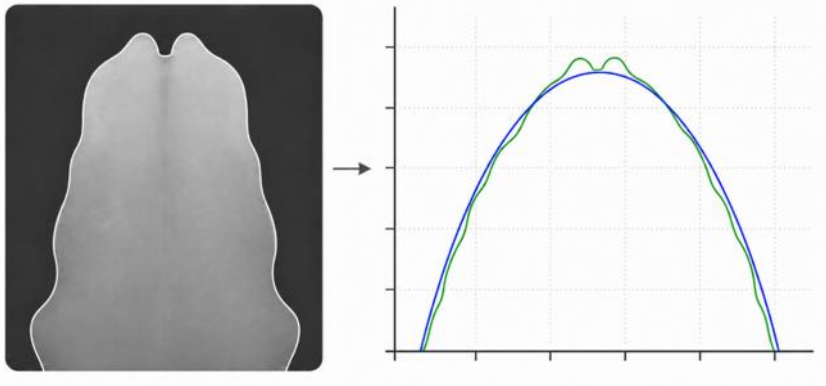
Ultrason görüntüsünde subkutan yağ dokusu milimetre (mm) cinsinden ölçülmektedir. Elde edilen yağ doku kalınlığına karşılık gelen VKS değeri Tablo 2'de belirtildiği üzere belirlenerek hayvana skor verilir. Yağ dokusu 5 mm altı olan hayvanlara VKS değeri olarak 1.00 puan verilir. Yağ dokusunun kalınlığındaki her 5 mm'lik artış için VKS puanlamasında 0.5'lik bir artış yapılır. Örneğin ultrason görüntüsünde 30 mm'lik bir yağ dokusu kalınlığına sahip olan bir hayvanın VKS puanı 4.00 olarak elde edilirken 35 mm'lik bir kalınlığa sahip olan hayvanın VKS puanı 4.5 olarak elde edilir.

5.2. Termal Görüntüleme ile VKS belirleme



Şekil 2. Ultrasonografi ile VKS tayini için ölçümler, Tuber coxae ile Tuber ischii arasındaki bölgeden yapılmalıdır. (Çizim: R. Atasel Petin)

Termal kameralar ile VKS belirleme yöntemi, kondisyonu yüksek hayvanların vücut yapılarının daha oval, düşük kondisyonlu hayvanların ise daha parabolik bir görünüme sahip olması prensibine dayanmaktadır. Bu yöntemde daha önceden belirlenen belirli anatomik yapıların birbirleri arasında oluşturduğu açılar belirlenerek değerlendirme yapılmaktadır. Buna göre elde edilen açının küçük olması anatomik yapılar arasında çıkıntıların fazla olduğunu; açının büyümesi ise yağ ve kas dokusunun artmasına bağlı olarak yüzeyin daha düzgün hale geldiğini göstermektedir. Bu korelasyon doğrultusunda, anatomik yapıların arasındaki açı değişimlerinin kondisyonun hesaplanmasında kullanılabileceği sonucu ortaya konmuştur (Keren ve Olson, 2007; Halachmi vd., 2008).

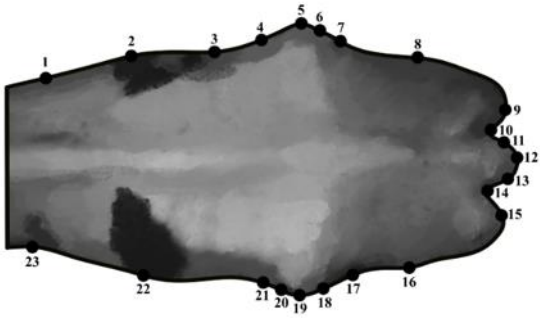


Şekil 3. Görseldeki mavi hat dış sınırı, yeşil hat ise parabolik eğriyi temsil etmektedir (Halachmi vd., 2008).

Hesaplamada kullanılan anatomik bölgeler şu şekildedir;

- Kuyruk kökünün dorsal kısmı
- Tuber ischiadicum
- Tuber coxae

Radyo frekansı ile tanımlama (RFID) teknolojisi kullanılarak kimliklendirilen hayvanlar, sağım giriş veya çıkışlarında yer alan kameraların önünden geçer. Hayvanlar geçiş yaparken kameralar video kaydı alır ve en net görüntünün olduğu karenin anlık görüntüsü sistem tarafından kaydedilir. Daha sonra sistem görüntü üzerinde hayvanın bulunduğu alanı belirleyerek görüntü üzerinde kırpma işlemi uygular. Kırpılan alan üzerindeki istenmeyen objeler silinir. İneğin görüntü üzerindeki dış çizgisi hesaplanır ve bu görüntüye ek olarak anatomik yapıların iz düşümü olarak parabol eğriler çizilir. Daha sonra parabolden sapma (deviation from a parabola, MAE) değeri bulunur. Değer hesaplanırken her anatomik bölgenin ayrıca tespit edilerek açı hesabı yapılmasına gerek yoktur. Hesaplama için dış çizgiden yapılan her sapmanın mutlak değeri alınır. Sapmanın dış çizgi içine veya dışına doğru olması, oluşan açının değerini değiştirmediği için mutlak değer hesabı yapılmaktadır. Daha sonra mutlak değeri alınan sapmaların ortalaması alınarak MAE değeri bulunur (Halachmi vd., 2013). MAE değeri hesabı için kullanılan formülasyon şu şekildedir;



Şekil 4. Elde edilen görsel üzerinde hayvanların belirli anatomik bölgeleri işaretlenerek bu bölgelerin oluşturduğu hat kullanılır (Çizim: R. Atasel Petin).

$$\text{MAE} = \overline{\left| DIŞ\ ÇİZGİ\ -\ PARABOL \right|}$$

MAE değeri bulunduktan sonra termal vücut kondisyon skoru değeri (TBCS) bulunur. Bu formülasyon sonucunda elde edilen MAE değerinin 5'lik sistemdeki karşılığı bulunmuş olunur. TBCS formülü şu şekildedir;

$$\text{TBCS} = 5\ \times 9 \times (1/MAE)$$

Elde edilen TBCS değeri sonucunda VKS değeri bulunmuş olur. Daha sonra sistem kayda aldığı RFID numarası ile VKS değerini eşleyerek her ineğe ait VKS değerini veri tabanına kaydeder (Halachmi vd., 2013).

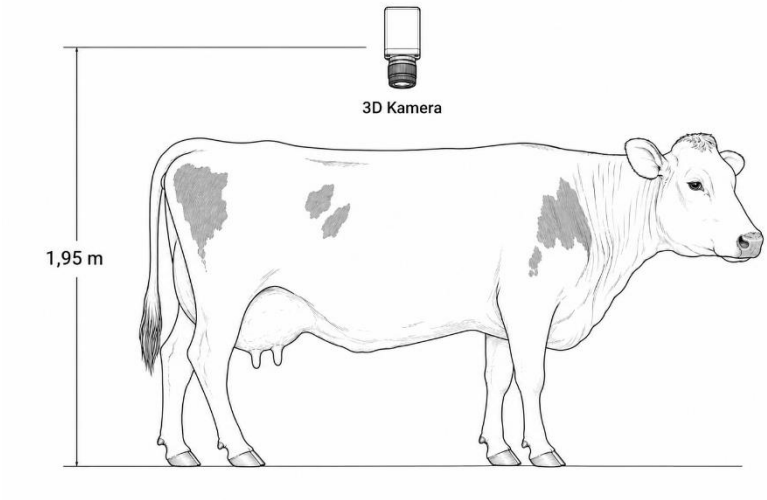
5.3. 2D Görüntüleme ile VKS Belirleme

İki boyutlu görüntüleme sistemleri ile VKS belirleme işlemleri, özellikle yapay zekânın entegre kullanılmaması ve manuel işlemler gerektirmesi sebebi ile tek başına kullanılmamaktadır. İnekler sağımhane giriş veya çıkışlarında terazi üzerinden geçerken, tepeye yerleştirilmiş bir kamera tarafından fotoğraflanırlar. Elde edilen fotoğraf bilgisayar ortamında veteriner hekimler tarafından önceden belirlenmiş konumlara noktalar konulması ile devam eder. Bu işlemler için genellikle kalça tümsekleri (hook), oturak tümsekleri (pin), kuyruk sokumu (tailhead), kısa kaburgalar ve göğüs kafesi arkası gibi bölgeleri kapsayan toplam 23 farklı anatomik nokta X ve Y koordinatlarıyla belirlenir. İşaretlenen anatomik noktalar arasındaki mesafeler ile ineğin şeklini yansıtan kalça açısı, arka kalça açısı ve kuyruk sokumu çöküntüsü gibi özel açılar hesaplanır. Görüntüden elde edilen bu anatomik açılar veya şekil tanımlayıcıları, doğrusal regresyon (linear regression) veya karma (mixed) modellere girdi olarak uygulanır.

Bu modeller uzmanların önceden verdiği referans VKS skorları baz alınarak eğitilmiştir (Azzaro vd., 2011; Bewley vd., 2008). Yağ oranı değiştikçe ineğin "kemiklilik" düzeyi de değiştiği için; örneğin artan VKS ile kalça açısı ve arka kalça açılarının daha düz bir çizgiye yaklaşması (yuvarlaklaşması) prensibini kullanarak ineğin 1 ile 5 ölçeği arasındaki VKS'sini otomatik olarak tahmin eder (Azzaro vd., 2011; Bewley vd., 2008).

5.4. 3D Görüntüleme ile VKS Belirleme

3D görüntüleme yöntemi, canlının yüzey formunun, hacminin ve yapısal detaylarının dijital olarak kaydedilmesine yarayan teknolojidir. Özellikle derinlik algısı algılama imkânı sunan sensörler sayesinde ineklerin vücut konturları üç boyutlu olarak çıkarılabilir. Tipik bir 3D VKS değerlendirme sistemi, süt sığırının sağımhane giriş veya çıkışında ya da yürüme yolunda konumlandırılmış sabit bir 3D kamera ile hayvanı görüntüler. Sistem yaygın olarak kullanıldığı üzere inekleri RFID ile tanır; sırt ve sağrı bölgelerinden derinlik algılaması sayesinde özellikle sağrı bölgesindeki girintiler belirlenir ve bunun üzerinden VKS tahmini yapar.



Şekil 5. Kameranın yerleşim uzaklığı ve konumu (Song vd., 2018).

VKS'si düşük hayvanlarda sağrı bölgesinde proc. transversuslar, *tuber coxae* ve *tuber ischii* ile beraber kuyruk sokumu bölgelerinde girinti ve çıkıntıların fazla olması beklenir. VKS'si yüksek hayvanlarda ise bu bölgelerde kas ve yağ doku rezervlerinin fazla olması sebebiyle girinti ve çıkıntıların az olması beklenir (Song vd., 2019). 3D kameralar, inek vücudunun belirli bir açıdan ölçülerini alarak nokta bulutu (point cloud) verisi üretir. Bu veri, her bir pikselin derinliğini de içeren X, Y, Z koordinatlarından oluşan üç boyutlu bir haritayı temsil eder. Kalça köşeleri, sağrı hattı, kuyruk başı gibi anatomik işaret noktaları bu bulut içinden algoritmalarla otomatik olarak tespit edilir (Song vd., 2018).

Oluşturulan X, Y ve Z düzlemi üzerindeki nokta bulutları hayvanın üç boyutlu düzlemde derinlik bilgisi ile oluşturulmuş görsellerini çıkartır. Elde edilen görseller sağrı genişliği, sağrı derinliği ve sağrı uzunluğu ile üç boyutta verilerin kullanılması ile ortaya nicel veriler çıkartır. Yapılan birçok çalışmada, elde edilen

veriler ile VKS tahmininin yapılması amacıyla farklı metotlar kullanılmıştır. Ancak en yaygın kullanılan ve kabul görmüş yöntemlerden birisi 4 girdi kullanmaktadır. Bunlar; seçilen vücut bölgesinin (sağrı) ortalama yüksekliği, dış bükey çizgi hacmi, dış bükey çizgi hacmi ve seçilen ve üç boyutta görselleştirilen bölgenin gerçek hacminin farkı ve yüzeyin 3D profilinde en yüksek 15 tepe noktası ile en düşük 15 vadi noktası arasındaki ortalama farkın hesaplanmasıdır (Zin vd., 2020).

3 boyutlu derinlik bilgisi sayesinde ineği arka plandan (zemin, çitler veya diğer inekler) ayırmak oldukça kolaydır. Belirli bir derinlik veya yükseklik eşiği kullanılarak (örneğin kameraya 1.8 metreden uzak olan piksellerin silinmesi), inek gövdesi arka plandan net bir şekilde ayrıştırılır. Bu aşamadan sonra 3D görüntü üzerindeki tepe ve çukur noktaları incelenerek ineğin yağ rezervlerini yansıtan özellikler matematiksel olarak çıkarılır. 3 boyutlu derinlik matrisinde maksimum yüksekliğe (kameraya en yakın noktaya) sahip pikseller aranarak omurga, kalça tümsekleri (hook bone) ve oturak tümsekleri (pin bone) otomatik olarak bulunur. Zayıf ineklerin kemikleri daha sivri (yüksek eğrilik), şişman ineklerin ise daha düz bir yüzeye sahiptir. Bu bölgelerin kesitlerinden gölge alanının yüzey alanına oranı hesaplanarak kemiklerin sivriliği ölçülür. İneğin sakral bölgesinin mevcut çukur yüzeyi ile olması gereken ideal dış sınırı arasına sanal bir Dışbükey Örtü (Convex Hull) çizilir. İnek yağlandıkça bu çukur dolar. Bu örtü ile ineğin sırtı arasındaki boşluğun hacmi, ineğin ne kadar yağlandığının direkt bir göstergesi olarak kullanılır. Elde edilen bu 3 boyutlu hacim, eğrilik ve derinlik özellikleri algoritmalara girdi olarak verilir. Elde edilen bu çıktılar ile beraber uzman veteriner hekimlerin bu hayvanlar için belirlediği VKS değerlerine regresyon uygulanır. Regresyon sonucunda yazılım sistemi artık bu 4 girdi ile veteriner hekim görüşüne ihtiyaç duymadan VKS tahmini yapabilmektedir (Zin vd., 2020).

5.5. Yapay Zekâ Yardımı ile VKS Belirleme

Yapay zekâ ile VKS tahmini için yapılan çalışmalarının çoğu, nesne tespit algoritmaları ile başlar. Bu yöntemler genellikle VKS ile en yüksek korelasyona sahip olan sağrı ve kuyruk sokumu bölgelerinin otomatik olarak belirlenmesini amaçlar. İlk geliştirilen yöntemlerden birisi olan R-CNN (Region-Based Convolutional Neural Network) görüntü içerisinde yüzlerce aday bölge üreterek her birini bir konvolüsyon sinir ağına ayrı ayrı gönderir ve hangi bölgede VKS ile ilişkili yapının bulunduğunu belirlemeye çalışır. Bu yöntem doğruluk açısından güçlü, ancak oldukça yavaştır. Daha sonra geliştirilen Fast R-CNN, tüm görüntüden tek seferde özellik çıkararak hız sorununu büyük ölçüde azaltmıştır. Ancak gerçek sıçrama Faster R-CNN ile gerçekleşmiştir. Faster R-CNN, “Region

Proposal Network" adı verilen özel bir yapı sayesinde bölge önerilerini CNN üzerinden üretir. Böylece anatomik bölge tespiti hem daha hızlı hem de daha stabil hale gelir. Literatürdeki birçok çalışmada Faster R-CNN kullanılarak kuyruk sokumu bölgesi yüksek doğrulukla belirlenmiştir (Huang vd., 2019). Son yıllarda popülerliği artan YOLO (You Only Look Once) mimarisi, tüm görüntüye tek seferde bakarak nesneleri eş zamanlı olarak tespit eder. Saniyede 50–100 kareyi aşabilen hızlarıyla bu sistem, sağımhanelerde ve geçiş yollarında gerçek zamanlı VKS sistemlerinin kullanılmasının önünü açmıştır. YOLO, RCNN ailesi kadar ince detay yakalamasa da özellikle sayıca fazla hayvan bulunan ve VKS tahmini için hızın önemli olduğu saha ve işletme koşullarında tercih edilmektedir (Çevik, 2020; Huang vd.., 2019; Qiao vd., 2019).

VKS tahmininde kullanılan en popüler yapay zekâ yaklaşımı segmentasyon tabanlı yöntemlerdir (Qiao vd., 2019). Bu yöntemler görüntüdeki anatomik bölgeyi yalnızca bir kutu ile sınırlamakla kalmıyor aynı zamanda piksel düzeyine ayrıştırarak bölgenin tam olarak sınırlarını belirlemektedir. Segmentasyonun ana şartı olarak kabul edilen Mask R-CNN, Faster R-CNN'in mimarisini genişleterek her tespit edilen bölge için ayrıntılı bir maske üretir. Bu sayede sağrı bölgesinin dış sınırları ve kas-yağ dokusunun sınırlarının geometrik şekli gibi VKS için kritik olan ince yapısal özellikler yüksek doğrulukla elde edilir. Yapılan çalışmalarda bu yöntemle (Qiao'nun çalışması) Mask R-CNN kullanılarak sığırların arka bölgesinin çiftliklerde bulunan karmaşık, ışık dengesizliklerinin ve bolca nesnenin olduğu arka planından ayrıştırılabileceğini göstermektedir. Bu tür piksel bazlı yaklaşımlar, özellikle 3D görüntüleme sistemleriyle birleştirildiğinde VKS tahmininde doğruluğun belirgin biçimde artmasını sağlar (Huang vd., 2019; Qiao vd., 2019).

Derin öğrenme tabanlı VKS sistemlerinin üçüncü ve son aşaması sınıflandırmadır. Bu aşamada doğru bölge nesne tespit algoritmalarıyla çıkarıldıktan veya maskelerle segmentasyon yapıldıktan sonra görüntü, derin bir sinir ağında işlenir. VGG16, VGG19, ResNet, DenseNet ve EfficientNet gibi yaygın CNN mimarileri, rump bölgesindeki çıkıntı-yuvarlaklık ilişkilerini, yağ dokusuna bağlı yumuşak doku geçişlerini, kemik çıkıntılarının belirginliğini, kuyruğun iki yanındaki çukurlukların derinliğini ve doku paternlerini otomatik olarak öğrenir. Bu ağlar genellikle transfer öğrenme ile eğitilir. Yani, daha önce büyük veri setleri (ImageNet gibi) üzerinde eğitilmiş bir modelin son katmanları VKS sınıflarına göre yeniden düzenlenir (Çevik, 2020; Qiao vd., 2019). Son yıllarda 3D görüntüleme sistemlerinin VKS tahminine entegrasyonu önemli gelişmelere yol açmıştır. Time-of-Flight kameralar, LIDAR sensörleri veya stereo kameralar kullanılarak elde edilen derinlik haritaları sayesinde hayvanın rump bölgesinin üç boyutlu yüzey modeli çıkarılabilmektedir (Zin vd., 2020). Üç

boyutlu CNN veya nokta bulutu işleyen derin ağlar, yağ dokusuna bağlı yüzey yükseklik farklarını, bel çukurluğunun hacmini, kalça çıkıntılarının uzaysal ilişkisini ve rump eğriliğini daha önce mümkün olmayan bir hassasiyetle analiz edebilir. Bu yöntemler doğruluk açısından en güçlü seçeneklerdir. Ancak donanım maliyetleri ve kurulum gereksinimleri nedeniyle daha çok araştırma merkezlerinde uygulanmaktadır. Bu sistemlerin tümü birlikte ele alındığında otomatik VKS tahmini için bütüncül bir iş akışı ortaya çıkar. Süreç tipik olarak veri toplama ile başlar. Hayvanların bel-kuyruk sokumu bölgesi 2D veya 3D kameralarla görüntülenir. Ardından R-CNN, Faster R-CNN veya YOLO gibi modeller, VKS'nin değerlendirileceği anatomik alanı otomatik olarak tespit eder. Gerekirse Mask R-CNN gibi bir segmentasyon modeli bu alanı piksel düzeyinde ayırır. Son aşamada, bu bölgeden alınan görüntü parçaları VGG, ResNet veya EfficientNet gibi sınıflandırıcı ağlara gönderilerek VKS değeri hesaplanır. Bazı gelişmiş sistemlerde bu süreç gerçek zamanlı hale getirilmiştir. Kamera akışından her inek geçişinde otomatik olarak VKS tahmini yapılır ve sonuçlar sürü yönetim yazılımına aktarılır (Çevik, 2020; Huang vd., 2019; Qiao vd., 2019).

6. SONUÇ

Süt sığırı işletmelerinde süt verimi ile düzenli döl veriminin optimal düzeyde sürdürülebilmesi, özellikle erken laktasyon döneminde ortaya çıkan negatif enerji dengesi ve buna eşlik eden fizyolojik değişimlerin yakından izlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda vücut kondisyon skoru (VKS), hayvanın enerji rezervlerini ve genel fizyolojik durumunu değerlendirmede kullanılan temel bir yönetim aracıdır. Geleneksel olarak el ile palpasyon ve gözle muayene yöntemlerine dayanan VKS değerlendirmesi, günümüzde yapay zekâ destekli nesne tespiti, segmentasyon ve sınıflandırma algoritmaları ile entegre edilen termal, iki boyutlu (2D) ve üç boyutlu (3D) görüntüleme teknolojileri ile önemli bir dönüşüm geçirmiştir. Bu teknolojik gelişmeler, VKS'nin daha objektif, hızlı ve tekrarlanabilir biçimde belirlenmesine olanak sağlamıştır. Sonuç olarak, geleneksel skorlamanın biyolojik temelleri ile modern derin öğrenme tabanlı yaklaşımların birleştirilmesi, insan faktöründen kaynaklanan subjektif değişkenliği azaltarak sürü yönetiminde gerçek zamanlı ve yüksek doğruluklu izleme imkânı sunmaktadır. Bu bütünleşik yaklaşım, metabolik ve üreme kaynaklı problemlerin erken dönemde tespit edilmesine katkı sağlayarak hayvan refahını, sürü sağlığını ve işletme kârlılığını doğrudan artırma potansiyeline sahiptir.

KAYNAKLAR

1. Azzaro, G., Caccamo, M., Ferguson, J. D., Battiato, S., Farinella, G. M., Guarnera, G. C., & Licitra, G. (2011). Objective estimation of body condition score by modeling cow body shape from digital images. Journal of Dairy Science, 94(4), 2126-2137. https://doi.org/10.3168/jds.2010-3467.
2. Bewley, J. M., & Schutz, M. M. (2008). An interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. The Professional Animal Scientist, 24(6), 507-529. https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30901-3.
3. Bewley, J. M., Peacock, A. M., Lewis, O., Boyce, R. E., Roberts, D. J., Coffey, M. P., & Schutz, M. M. (2008). Potential for estimation of body condition scores in dairy cattle from digital images. Journal of Dairy Science, 91(9), 3439-3453. https://doi.org/10.3168/jds.2007-0836.
4. Çevik, K. K. (2020). Deep learning based real-time body condition score classification system. IEEE Access, 8, 213950-213957.
5. Earle, D. (1976). A guide to scoring dairy cow condition. Journal of Agriculture, 74, 228-231.
6. Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T., & Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science, 72(1), 68-78. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0.
7. Ferguson, J. D., Galligan, D. T., Thomsen, N. (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. Journal of dairy science, 77(9), 2695-2703.
8. Grainger, C., & McGowan, A. A. (1982). The significance of pre-calving nutrition of the dairy cow.
9. Halachmi, I., Klopčič, M., Polak, P., Roberts, D. J., & Bewley, J. M. (2013). Automatic assessment of dairy cattle body condition score using thermal imaging. Computers and Electronics in Agriculture, 99, 35-40.
10. Halachmi, I., Polak, P., Roberts, D. J., & Klopcic, M. (2008). Cow body shape and automation of condition scoring. Journal of Dairy Science, 91(11), 4444-4451. https://doi.org/10.3168/jds.2007-0785.
11. Hansen, M. F., Smith, M. L., Smith, L. N., Jabbar, K. A., & Forbes, D. (2018). Automated monitoring of dairy cow body condition, mobility and weight using a single 3D video capture device. Computers in Industry, 98, 14-22. https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.011.
12. Huang, X., Li, X., & Hu, Z. (2019). Cow tail detection method for body condition score using Faster R-CNN. In 2019 IEEE International

Conference on Unmanned Systems and Artificial Intelligence (ICUSAI) (pp. 347-351). IEEE.
13. Jefferies, B. C. (1961). Body condition scoring and its use in management. Tasmanian Journal of Agriculture, 32, 19-21.
14. Keren, E. N., & Olson, B. E. (2007). Applying thermal imaging software to cattle grazing winter range. Journal of Thermal Biology, 32(4), 204-211.
15. Koçyiğit, R. (2017). Süt Sığırlarında Vücut Kondisyon Skorunun (VKS) Belirlenmesi ve Sırt Yağ Kalınlığının Ölçülmesinde Ultrason Kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48(2), 139-144. https://doi.org/10.17097/ataunizfd.343785.
16. Mishra, S., Kumari, K., & Dubey, A. (2016). Body condition scoring of dairy cattle: A review. Research & Reviews: Journal of Veterinary Sciences, 2(1), 58-65.
17. Mulvany, P. M. (1981). 6.5 Dairy cow condition scoring. BSAP Occasional Publication, 4, 349-353. https://doi.org/10.1017/S0263967X00000690.
18. Nazhat, S. A., Aziz, A., Zabuli, J., & Rahmati, S. (2021). Importance of body condition scoring in reproductive performance of dairy cows: a review. Open Journal of Veterinary Medicine, 11(7), 272-288. https://doi.org/10.4236/ojvm.2021.117018.
19. Praveen, K. S., Manjula, R. G., Swetha, T., D Deepthipriya, B., Revathi, N. R., & Rao, M. M. (2024). An update on body condition scoring (BCS) system in cattle production and reproduction management. International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry, 9(5), 220-222. https://www.doi.org/10.22271/veterinary.2024.v9.i5d.1689.
20. Pryce, J. E., Coffey, M. P., & Simm, G. (2001). The relationship between body condition score and reproductive performance. Journal of dairy science, 84(6), 1508-1515. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70184-1.
21. Qiao, Y., Truman, M., & Sukkarieh, S. (2019). Cattle segmentation and contour extraction based on Mask R-CNN for precision livestock farming. Computers and Electronics in Agriculture, 165, 104958.
22. Roche, J. R., Berry, D. P., Delaby, L., Dillon, P. G., Horan, B., Macdonald, K. A., & Neal, M. (2018). New considerations to refine breeding objectives of dairy cows for increasing robustness and sustainability of grass-based milk production systems. Animal, 12(s2), s350-s362. https://doi.org/10.1017/S1751731118002471.
23. Song, X., Bokkers, E. A. M., Van der Tol, P. P. J., Koerkamp, P. G., & Van Mourik, S. (2018). Automated body weight prediction of dairy cows

using 3-dimensional vision. Journal of Dairy Science, 101(5), 4448-4459. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13094.

24. Song, X., Bokkers, E. A. M., Van Mourik, S., Koerkamp, P. G., & Van Der Tol, P. P. J. (2019). Automated body condition scoring of dairy cows using 3-dimensional feature extraction from multiple body regions. Journal of Dairy Science, 102(5), 4294-4308. https://doi.org/10.3168/jds.2018-15238.
25. Srikanth, V. & Miranda, C. D. (2024). Body Condition Scoring of Pigs. In Good Practices and Principles in Pig Farming (pp. 41-55). Singapore: Springer Nature Singapore.
26. Wildman, E. E., Jones, G. M., Wagner, P. E., Boman, R. L., Troutt Jr, H. F., & Lesch, T. N. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. Journal of dairy science, 65(3), 495-501. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82223-6.
27. Zin, T. T., Seint, P. T., Tin, P., Horii, Y., & Kobayashi, I. (2020). Body condition score estimation based on regression analysis using a 3D camera. Sensors, 20(13), 3705. https://doi.org/10.3390/s20133705.