

Nääs, Irenilza de A, Victor Ciaco de Carvalho, Daniella Jorge de Moura, and Mario Mollo. 2006. Section 5.9 Precision Livestock Production, pp. 313-325 of Chapter 5 Precision Agriculture, in CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume VI Information Technology. Edited by CIGR-The International Commission of Agricultural Engineering; Volume Editor, Axel Munack. St. Joseph, Michigan, USA: ASABE. Copyright American Society of Agricultural Engineers.

Çevirmen: Gazanfer ERGÜNEŞ

Çeviri Editörleri: Sefa TARHAN ve Mehmet Metin ÖZGÜVEN

5.9 Hassas Hayvansal Üretim

Yazarlar: I. A. Nääs, V. C. Carvalho, D. J. Moura ve M. Mollo

Çevirmen: Gazanfer ERGÜNEŞ

Özet: Modern hayvansal üretim, son yıllarda hassas aletlerin kullanılmasıyla değişti. Son zamanlarda yapılan araştırma sonuçları, olayları önceden tahmin etme amacının yanında bir çok alanda karar verme yazılımlarının geliştirilmesi ve önleyici teşhislere girdi olarak kullanılmıştır. Hayvan sağlığı ve konforunun değerlendirilmesi aynı zamanda uzaktan ölçme ile de belirlenebilir, görüntü ve ses analizleri hayvanların tepkilerini anlamada önemli bir araç olabilir ve gerçek zaman yönetimine dayalı doğru karar vermede üreticiye imkan sağlar. Bu bölümde; hayvan izleme, takip ve önleyici teşhis alanındaki gelişmekte olan teknoloji örnekleri anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hayvansal üretim, Gerçek zamanlı yönetim kararları, Görüntü analizi, Koruyucu veterinerlik teşhisleri

5.9.1 Giriş

Hayvan ticaretinin geleceği, esas olarak aşağıda verilen kavramları dikkate alan bir endüstriye bağlıdır: Dürüstlük, açıklık, ayrıntılı bilgi edinebilme, izlenebilirlik, kalite güvencesi ve değişimler için esneklik [1]. Kalitenin daima yenilenebilir, doğru zamanda ve doğru yerde olduğunda; perakendeci ya da fast food alıcıları için iş kurmak mümkün olabilir.

Tarih boyunca sahiplerinin bilinmesi amacıyla bir sürüdeki hayvanları tanıma ihtiyacı olmuştur. Günümüzde ise genetik çalışmalar için hayvanların tanımlanmasına ihtiyaç vardır. Hayvanların kimliklerinin kesin olarak tespit edilmesinde bilinen ilk yöntem, kızgın demirle dövme yapmak olmuştur. Bu yöntem bazı ülkelerde besi sığırlarında halen kullanılmaktadır. Daha sonra domuzları işaretlemek için küpeleme yöntemi bulunmuştur.

Hayvanların sağlık durumunu gösteren belgelendirme, özellikle uluslararası hayvan ticaretinde bir gerekliliktir. Başarılı ticaret ilişkileri ürünün garanti kalitesine güveni gerektirir [2]. Hayvancılık sektöründe kalite özelliklerinin bir unsuru, hayvanların ve onların ürünlerinin sağlık ve güvenlik durumu olup, satıcı genellikle bu durumu onaylar. Ancak, hedefe ulaşmada hayvanlar ve onların ürünlerinden önce,

alıcı genellikle bu durumun doğruluğunu kontrol edemez; bu durumda güven esastır. Güven, dürüstlük, şeffaflık ve yeterlilik geçmişine bağlı olduğu kadar kanıt bulmaya da dayalı olabilir [3]. Hayvanların farklı sağlık koşullarına sahip çiftlikler arasında alınıp satılması durumunda; alıcı, veteriner kontrolüne ve/veya tanı testlerine dayalı belgelendirme isteyebilir. Bu bilgi, üretici ya da hayvan sağlığı servisleri tarafından sağlanabilir. Kimliklendirme, verilerin doğru ve hassas olarak elde edilmesi için gerekli olup izlenebilirlik sisteminin temelini oluşturur.

5.9.2 Hayvan Fonksiyonlarını ve Durumlarını İzleme

Hayvan fonksiyonlarını ve durumunu izleme, bir hayvanın sağlık durumunun birkaç şekilde yakından takip edilebilmesinde çok amaçlı bir araç olarak düşünülebilir. Günümüzde hayvanları izlemenin temel amacı; tarımsal sanayinin son biyoyürünlerinin kalitesini sağlamak [1], hayvan davranışları ile sağlık ve refah arasındaki ilişkisiyi ortaya koymak [2] ve patolojinin kusurlu hayvan hareketleriyle olan ilişkisi ve hayvan konforu üzerine etkisinin değerlendirilmesidir [3]. Hayvanların izlenmesi; kuvvet ve basınç sensörleri, kimlik tanımlama sistemleri ve görüntü işleme alanlarıyla ilgili son zamanlarda geliştirilen teknolojilerin kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Sonraki bölümlerde bu alanda geliştirilen mevcut teknolojiler anlatılacaktır.

Radyo Frekans Tanımlama (RFID, Radio Frequency Identification)

Elektronik kimlik belirleme sistemleri işlemlerin otomasyonu için bir anahtar teknolojidir. Bu teknolojinin uygulanmasıyla hayvansal üretimin kalitesi, ekonomik ve çevresel etkilerini arttırmaya yardımcı olması hedeflenmektedir.

Geviş getiren hayvanlar (ruminantlar) için kulak etiketlerinin yanı sıra bolus ve enjekte edilmiş transponderlerin okunabilirliği de karşılaştırılmıştır [4]. Yazarlar, farklı çiftlik hayvanlarının (koyun, keçi ve sığır) elektronik teşhisinde özgün bir transponder taşıyıcısı olarak tasarlanmış işkembe boluslarının başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Elektronik terazi ile tartma ve dinamik okuma gibi çiftlik koşullarında yönetimsel uygulamalarla birlikte bolusun kullanımı mümkündür. Küpe (kulak etiketi) kullanımı nispeten yüksek bir risk taşır ve etiketlerin istek dışı değişme ihtimali yüksektir.

Uygulamada, RFID yöntemi yoğun hayvansal üretim idaresinde farklı sorunlara çözüm getirebilir. Okuma (ölçüm) hızı ve mesafesi özel uygulamalar için uygun duruma getirilmelidir. Uluslararası hayvan kayıt birliği (ICAR, The International Committee for Animal Recording), 1995 yılında okuma mesafesi ve hızı ile ilgili bir grup kural ortaya koymuştur. ICAR tarafından geliştirilen diğer konular; kapsüllemeye biyouyumluluk, kapsüllerin hayvan vücudu içerisindeki taşınımıyla ilgili olarak enjeksiyon yeri, kesilen hayvanlardan ilgili cihazların çıkarılması, serbest ticaret için standartlar ve hayvanlara verilmiş özgün yaşam numaralarının doğru ve etkili yönetimini kapsamaktadır.

Transponderin yeri uygulamadan sonra değişmeyebilir (vücut içerisinde yer değiştirmemesi). Transponderlerin vücut içerisinde yer değiştirmesinin kontrol edilmesi kullanımlarıyla ilgili kritik bir husustur. Asıl problem, transponderlerin hareket ettirilmesinin bazı yaşamsal organlar için risk taşımasıdır. Dahası yer değiştirmiş olan transponderlerin, kesimhanede kesim sonrasında beklediği bölgede bulunamamasıyla ilgili zorluklar ortaya çıkarmasıdır [5].

Önleyici Veterinerlik

Modern süt endüstrisi, hayvanların barınması üzerine yapılan araştırmalardan büyük ölçüde yararlanmış sektörlerden biridir. Bu araştırmaların çoğu, serbest ahırlarda ağırlık taşıyan biyomekanik sistemler üzerine beton yüzeylerinin etkileri konusundadır. Son on yılda biyomekanik üzerine yapılan araştırmalar, kuvvet plakalarının kullanımıyla başlamış olup modern hayvan barınakları araştırmalarında kullanılan ayak tabanı basıncına duyarlı paspasların (Matscan™, Footscan™) geliştirilmesiyle de daha ileri gitmiştir [6,7].

Görüntü analizi (yüksek hızlı videografi); insan ve hayvanların durum ve ergonomilerini etkileyen hatalı hareket ve yürüyüşlerindeki sapmaları belirlemek için kullanılan eski bir teknolojidir. Hareket etme hayvanın sağlığında önemli bir rol oynar. Onun kısıtlanması hayvanın halsiz kalmasına ve sonuçta ölümüne bile neden olabilmektedir. Benzer video analizleri aynı zamanda, uzun zaman içerisinde yorgunluk ve yanlış algılamalardan kaynaklanan önyargıları ortadan kaldırmak için davranışsal çalışmalarda kullanılmaktadır.

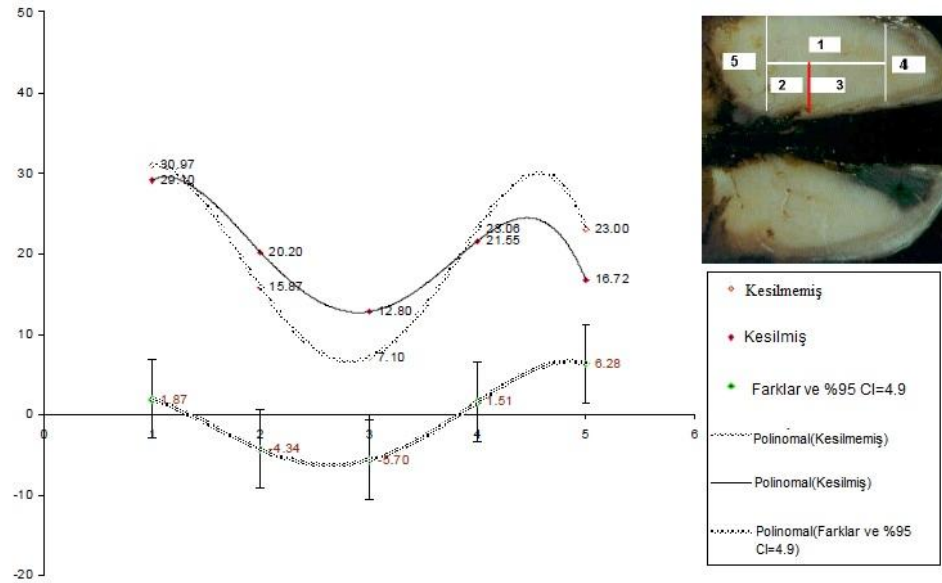
Kinematikler ve Önleyici Teşhisler

Sakatlık, süt sığırlarında en yaygın ve pahalıya mal olan klinik hastalıklar arasında bulunmaktadır. Zemin, basıncın dağıtılması ve ayaklar üzerine basıncın dağılımı nedeniyle özel bir önem taşımaktadır. Beton gibi sert zeminlerde yetiştirilen sığırların tırnak yüzeyleri üzerinde dengesiz ağırlık taşınması, ayaklarda basınç dağılımı düzensizliklerine neden olur. Böylece, ayaklarda daha büyük basınç yoğunlaşmasına ve streslere yol açar. Bu nedenle, ağırlık taşıma ve ayak tabanı basınç dağılımı önemli bir ölçüdür ve tarım sektörünün modern kapalı barınaklarında genellikle karşılaşılan biyomekanik anormalliklerin yeterince anlaşılmasında ve hareket bozukluklarının nasıl önleneceği konusunda faydalıdır.

Kuvvet ölçüm elemanları genellikle baskı plakaları ya da platform ölçeklerden oluşmaktadır. Ancak, MIT (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) kuvvet/basınç ölçümünde yeni ve daha doğru sonuç veren bir yöntem geliştirmiştir. Bu, insanın hareket analizi için geliştirilen, birkaç sıra piezoelektrik kristal alıcıdan oluşan çok ince filmlerden meydana gelmiştir. Bu teknolojiye dayalı MatScan (Tekscan Inc.) basınç ölçme filmi, yürüyen bir sığırın tırnağı altındaki basınç dağılımını değerlendirmede kullanılmıştır [7]. Bu sistem, iki populasyonun (tırnakları kesilmiş ve kesilmemiş) karşılaştırılmasını sağlamak için 32 sığırdan basınç verilerini

güvenilir olarak almayı başarmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sığırların arka ayaklarında tırnakları kesilmiş ya da kesilmemiş olsun her ikisinde de en yüksek basınç, kesilmişlerde % 30,9; kesilmemişlerde ise % 29,1 ile 1. Bölgede oluşmuştur.

Gruplar arasında fark görülmemiş, bunu 4, 5 ve 2. Bölgeler izlemiştir. Tırnak kesme işleminin neden olduğu arka ayak üzerindeki basınç dağılımındaki değişkenlikler, her ne kadar küçük olsa da 5 ve 3 nolu bölgelerde en fazla olmuş ve 2 nolu bölgede ise daha az oranda olmuştur (Şekil 1).



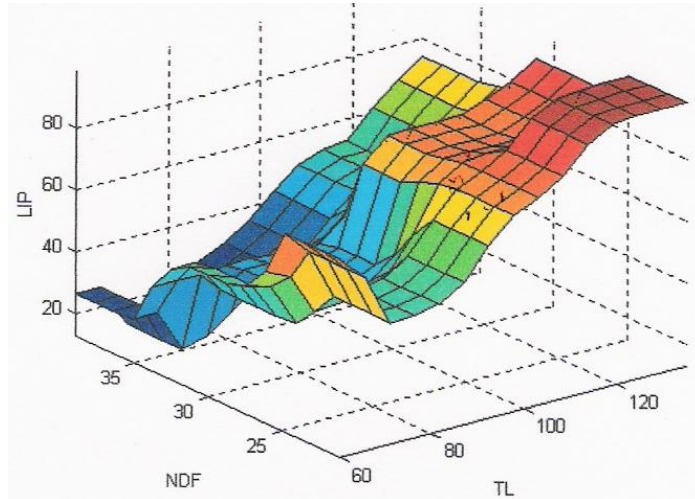
Bu değişiklikler, tırnağın ön kısmına doğru küçük bir iyileşmenin sebebi olmuştur. Topuk üzerinde yüksek basınç konsantrasyonları (Bölge 5) %22,99'dan %16,72'ye düşmüştür (%6 fark, p<0,05). Artış genellikle kesilmiş tırnaklar üzerindeki tabanın ön kısmında olup, kesilmemiş ve kesilmiş tırnaklar için sırasıyla % 7,09 ve % 12,8 (% 6 fark, p<0,05) bulunmuştur.

Hayvanların sağlık ve refahının belirlenmesi üzerine önemli etkisi olan hayvan hareketlerinin ölçümü ve modellenmesi için bir diğer yöntem kinematik analizlerdir. Dinamik video görüntülerinin kullanımı, insan gözünün algılayamadığı, anormal yürüyüş ve küçük sapmaların değerlendirilmesinde yardımcı olabilir. Bu görüntüler, uzay ve zaman boyutunda hayvanın konumunun matematiksel hesaplamalarının yapılması noktasında, yürüyüşü (hareket) modelleyebilen biyomekanik yazılımla desteklenebilir. Elde edilen veriler popülasyonların karşılaştırılmasında kullanılabilir ve hatalı hareketten kaynaklanan anormal yüklenmenin neden olduğu vücut üzerindeki yük etkilerine yönelik daha sonra yapılacak çalışmalara yardımcı olabilir.

Doğrusal ve açısal kinematik veriler iki grup ineğin yürüyüşünde adımlarının video kayıtları ve hareket analiz sistemi kullanılarak elde edilmiştir [7]. İki boyutlu video kinematik verilerinin kazanımı için bir dijital video kamera (JVC GDR-120U, 30 Hz, 520 satır dikey çözünürlüklü) kullanılmıştır. Toplanan video verileri (Adobe Premiere 6.5™) video düzenleme yazılımı kullanılarak bir bilgisayara aktarılmıştır [8]. Doğrusal (mekansal ve zamansal) ve açısal (eklem hareket açıklığı) kinematik, insan yürüyüş analizleri için HMA Technology Inc. (Ontario, Kanada) firması tarafından geliştirilen İnsan Hareket Analizi Yazılımı [9] (biyomekanik yazılım) kullanılarak elde edilmiş ve modellenmiştir. Ne yazık ki, sığırlarda topallıkla ilgili erken patolojik yürüme belirtileri ancak topallığın orta ve ileri seviyelerinde ortaya çıkmaktadır. Genellikle bu noktaya gelinceye kadar veteriner kontrolü zorunlu olmakta, süt endüstrisi açısından ekonomik kayıplar meydana gelmekte ve hayvan refahı azalmaktadır.

Süt sığırlarında topallıkla ilgili önleyici teşhis ve karar vermede, bir bulanık mantık algoritmasına dayalı uzman sistem geliştirme hedefi ile süt sığırlarının tırnakları üzerindeki basınç dağılımı [7] ve beslenme bileşen verileriyle ilgili toplanan bilgiler yardımıyla bir ön bilgi tabanı oluşturulmuştur. Bulanık küme denetleyici, Karnaugh haritalama yöntemi ile düzenlenen 162 kurala dayalı yazılım [10] kullanılmak suretiyle tasarlandı. Sistem, tırnak uzunluğu (mm) [7,11], nötr sindirilebilir lif (NDF, %) [12] olmak üzere dört giriş değişkeniyle bağlantılı olarak çalışır. Şekil 2’de görüldüğü gibi yazılım arayüzüne kullanıcı tarafından girilen bilgilere göre, solea ülser tipinin gelişmekte olan lezyon risk derecelerinin artmasına bağlı olarak yukarıda bahsedilen yazılım birimsiz belirti değerini vermektedir.

Sistem tarafından sağlanan karar desteği, ya temel besin bileşenlerinin düzeylerinin belirlenmesi ve/veya tırnak dokusunun kabul edilebilir uzunluğa kadar kesilmesi hakkındadır.



Şekil 2. Ayak uzunluğu yüzey grafiği (TL) ve lezyon sıklığı olasılıklarına (LIP) karşı nötr sindirim lif (NDF).

5.9.3 Hayvan Tepkisinin Modellenmesi

Hayvansal üretimde, üretim sistemindeki özel iyileştirmeler bazı yararlar sağlayabilir. Daha anlamlı sonuçlar elde etmek için entegre bir şekilde üretim sistemini incelemek gereklidir. Bilginin sınırlı olduğu ya da yeni bilginin daha fazla etkiye sahip olacağı alanlarda doğrudan araştırma yapmak önemlidir. Simülasyon modellerinin geliştirilmesi sayesinde, nerede araştırma yapmak gerektiği konusunda bilgi eksikliklerini belirlemek mümkündür.

Simülasyon modelleri; optimize büyüme, ölüm oranının ve üretim maliyetinin azaltılması ve karkas kalitesinin iyileştirilmesi stratejilerinin hazırlanmasında kullanılabilir. Aynı zamanda, bunların uygulanmasından önce alternatif üretim sistemlerinin potansiyelini simüle etmek için de kullanılabilir. İyi bir model geliştirmek için ilgili hayvanların fizyolojik mekanizmalarının bilinmesi gereklidir. Ancak bu durumda model, makul bir doğruluk derecesiyle sistemin davranışını tahmin edebilir. İyi bir model herhangi bir deney yapılmadan önce, o deneyle ilgili sonuçların tahminini sağlar.

Söz konusu toplam sistem, yazılım içerisindeki bir zeka bölümünde faaliyet gösterir; net topoloji yöntemleri ve otomatik hata giderme kullanarak senaryoları oluşturur. Bu sistem kendi performansını değerlendirir ve bütün elektronik cihazların izlenmesini ve yönetimini gerçekleştirir. Sisteme kayıtlı hayvan davranış cevaplarının bir fonksiyonu olarak otomasyonu sağlar. Barınak içinde ortam grafikleri; üretim işlemlerinin ve üretim çevrimlerinin aralıklarının görüntülenmesine imkan sağlar. Bunun için barınak içlerinin coğrafik olarak görüntülenmesi, elektronik cihazların dağılımı ve onların ilgili yerlerinin belirlenmesi dikkate alınır. Kısaca, modelleme tüm hayvanların izlenmesini sağlar ve onların refahının bir fonksiyonu olarak davranış analizlerinin yapılmasını mümkün kılar.

Davranış

Hayvan davranışlarını izlemek için yeni teknolojiler geliştirilmiştir. Bu teknolojiler hayvanların sağlık ve verimliliğine ilişkin bir dizi uygun bilginin tahmin edilmesini sağlar. Hayvan davranışlarını izlemek için bazı sistemler geliştirilmiştir. Merada koyunların izlenmesinde Küresel Konumlandırma Sisteminin (GPS) kullanılabileceği kaynak [13] tarafından gösterilmiştir. Kapalı barınaklarda, görüntü analizlerinin hayvanların davranışlarının izlenmesinde iyi bir araç olduğu gösterilmiştir [14]. Domuzların aktivitesini ölçmek için pasif kızılötesi dedektörler (PIDs; Passive Infrared Detectors) kullanılmıştır [15]. Kaynak [14]'e göre, hayvanların aktivitelerinin bazı yönlerini ölçmek için sadece ticari olarak satılan alet pedometre olup, süt ineklerinde kızgınlığın tespitinde kullanılabilir.

Hayvanların davranışlarının ölçülmesinde araç ve stratejilerin değerlendirilmesi için bir yöntem tanımlanmıştır [16]. Kaynak [16]'nın yazarı hayvan davranışlarının analizinde; deneysel çalışma etkinliğini önemli ölçüde arttıran kamera, bilgisayar, yazılım gibi uygun araç ve yeni teknolojilerin gücünü

göstermektedir. Bu nedenle, davranış çalışması daha önce geleneksel gözlem yöntemleriyle ulaşılamayan doğrulukla ölçülebilir. Bu, hayvan davranışlarının oluş sebeplerinin ve mekanizmaların çalışılması için gereklidir.

Gerçek Zaman Yönetimi

Hayvanların biyoenerji bilimi açısından izlenmesinde, transponderlerin kullanılmasının yararları [17]. kaynakta gösterilmiştir. Yazarlar, hepsinin mikroişlemcilerle bağlanmış olduğu elektronik kimlikler, otomatik besleme sistemleri, kalorimetreler ve görüntü işleme teknikleri yoluyla; hayvanların yem tüketimi, ısı üretimi ve davranışlarının yoğun izlenmesini sağlayan bir sistemi kurmuşlardır. Davranışların incelenmesinde, geleneksel gözlem yöntemleriyle karşılaştırıldığında geliştirilen bu sistem daha yüksek doğruluğa sahiptir.

Kanatlı hayvanların damızlıklarının davranışı [18]. kaynakta incelenmiştir. Yazarlar, iki farklı güneşlenme yönelimine sahip, küçük ölçekli model barınaklarda RFID ve telemetri kullanarak çevresel özelliklerle hayvan davranışları arasında ilgi kurdular. Denemeler süresince, dişi damızlıkların izlediği yolu elektronik kimlik belirleme teknolojisi kullanılarak kaydedildi [19]. Ayrıca, barınak içerisinde çevre sıcaklığı ve damızlık hareketlerini ilişkilendiren bir model geliştirilmiştir. Dişi broiler damızlıklar için gerçek zamanlı termonötral bölge, hayvanları tek tek izleyerek davranışlarını analiz etmek suretiyle belirlendi [20]. Dişi broiler damızlık çalışmaları için özel davranışların gerçek zaman değerlerini kullanarak termonötral bölgenin tahminlenmesi mümkün olmuştur.

Görüntü Analizi

Bitkisel üretimde kullanılan hassas tarım teknolojileri gibi, hayvansal üretim halen daha iyi ekonomik verimliliği teşvik etmek için hayvan davranışlarını izlemek ve belirlemek amacıyla, görüntü işleme destekli ekipmanların yoğun bir şekilde kullanımını gerektiren teknolojinin uygulanmasını zorunlu kılar. Araştırmada, görüntü analizi kullanmanın esas nedeninin kalite kontrolünü otomatikleştirmek olduğu görülmüştür [21,23]. Uzaktan algılama teknolojileri ve görüntüleri yorumlamanın kullanımındaki artış, yerden yapılan gözlemlere göre daha hızlı ve daha ucuz olmasından kaynaklanmaktadır [24].

Video kameralar, Xray cihazları, elektron mikroskoplar, radar ve ultrason gibi farklı fiziksel cihazları kullanarak görüntüler elde edilmektedir. Bu görüntüler önceden eğlence, sağlık, iş, sanayi, askeri, sivil, güvenlik ve bilimsel amaçlar için kullanılmış olup, günümüzde ise yeni kullanım alanı tarımdır. Her durumda amaç, bir gözlemci (insan ya da makine) için görüntülenen yer hakkında yararlı bilgileri elde etmektir. Örneğin [25]. kaynak, bir kalite kontrol sistem kurallarına bağlı olarak görüntü işleme kullanmış ve ıslak mavi (wet blue) deriyi sınıflandıran bir otomatik muayene sistemini tanıtmıştır.

Video analizinin, evcil hayvanların hareketlerinin değerlendirilmesi ve hayvanların buldukları çevre ile davranışları arasındaki ilişkinin araştırılması için potansiyel bir araç olduğu gösterilmiştir. Ayrıca video analizi çevrenin, hayvanların fizyolojik tepkilerine etkisinin daha doğru bir şekilde araştırılması ve hayvan vücut yüzey sıcaklıkları veya hayvanların buldukları ortamların sıcaklıklarının genel olarak izlenmesi (termografi) amacıyla kullanılmaktadır. Örneğin, Güneydoğu Brezilya'da serbest duraklı ahırlarda yapılan bir denemede, gözlenmek istenen ineklerin davranışlarına ait veriler bu yöntemle elde edilmiştir [26]. Yazılım [10], [27]. ve [28]. kaynaklar tarafından önerilen görüntü segmentasyonu yardımıyla hayvanları tanımlamak amacıyla bir algoritma geliştirmek için seçildi.

Hayvan Davranışlarının Değerlendirilmesinde Otomatik Teknikler

Görüntü analizi, geleneksel yöntemlerin özünde olan problemleri en aza indirerek, hayvan barınak ortamının değerlendirilmesinde gelecek vadeden bir araçtır [29]. [14]. kaynağa göre, gruplar halindeki hayvanların hareketlerinin görüntü analizi yöntemleriyle incelenmesi; barınaklarda çevre kontrolünde bir geri besleme olarak hayvanların davranışlarının kullanılabilirliğini göstermiştir. Video kamera kullanarak davranışların gözlemi, ucuz ve etkin bir yöntemdir. Bu yöntemle, bir kişinin doğrudan veya subjektif (kişisel bakış açısına göre) gözlemi sonucu oluşabilecek hatalardan bağımsız olarak ve ortamdaki insan varlığından dolayı hayvanların davranışları üzerinde oluşabilecek etkileşimlere imkan vermeden verilerin analiz edilebileceği [30]. kaynaktan ifade edilmiştir.

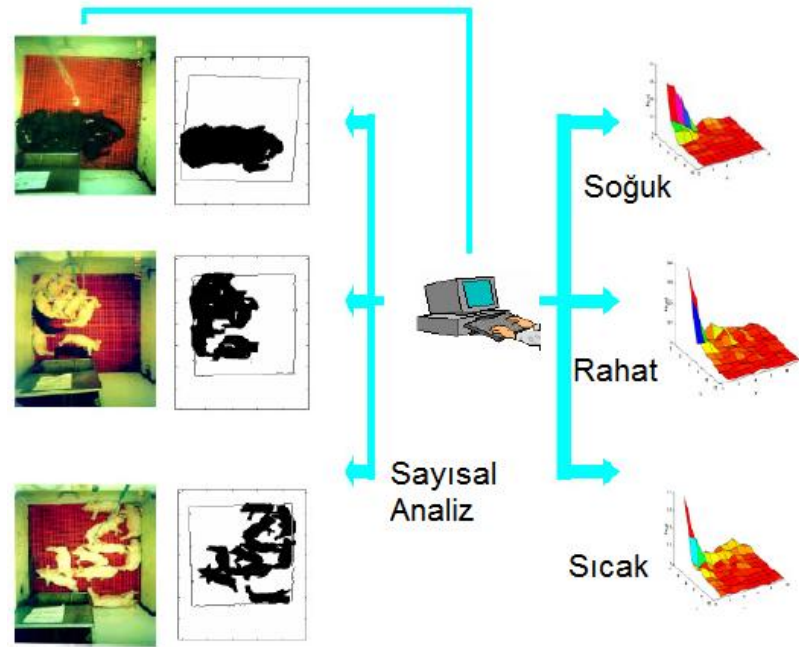
Önceki araştırmalar, kapalı barınaklardaki ineklerin refah seviyelerinin göstergesi olarak bu hayvanların davranışlarını kullanmıştır. Video kaset görüntüleri ve seri fotoğraflar, barınaktaki hayvanların farklı faaliyetlerini izlemek için kullanılmıştır [31,33]. Buna ek olarak, video kameraların kullanımı aynı zamanda uzun bir hareketsizlik periyodundan sonra aniden ortaya çıkan davranışların incelenmesini de sağlar [34]. Ayrıca, davranışların gece/gündüz değişkenliğinin yanı sıra zaman içerisinde tekrarlanan davranışların izlenmesini de sağlar [35,36].

Sinir (Nöral) Analiz Uygulamaları

1980'lerden bu yana nöral analizleri kullanan programlar geliştirmiştir. Onların başlıca özelliği akıllı davranma potansiyelidir. Ayrıca birçok diğer özelliklerinin yanında; otoorganizasyon, otoöğrenme, doğrusal işleme dinamikleri, karar verme ve uyarılma kapasitesi gibi özelliklere sahiptir. Bu teknikler, hayvanları teşhis edebilir ve uzaktan hayvana müdahale etmeden stres davranışları, üreme, sağlık vb. ilgili olarak farklı durumların oluşumunu belirleme potansiyeline sahiptir. Bu bilgiler, üretim yönetiminde olduğu kadar araştırmada da kullanılabilir.

Çevrenin ısısal özelliklerine bağlı olarak hayvanların gözlenebilir tepkilerini değerlendirmek için görüntü analizlerinin kullanımı, halen araştırılmakta ve pratikte uygulanmaktadır(Şekil 3). Çalışmalar, bir sinir ağı kullanarak, domuz yavrularının

termal konforunun sınıflandırılması için görüntü analizi kullanımının etkinliğini göstermiştir. Görüntü analizi aynı zamanda hayvanların izlenebilirliğinde de kullanılır (aşağıya bakılabilir).



Şekil 3. Domuz yavrularının refah görüntü analizi ile çevresel kontrol.
a) Gerçek görüntü b) Parçalı görüntü ([37]'den uyarlanan)

Algoritma Uygulaması

Algoritma, otomatikleştirilme arzusundan bağımsız olarak görevlerin çözüm yolunun temsil edilmesinde kullanılan genel bir araçtır. Ama, genel olarak yazılım için algoritmanın kaba taslak gösterildiği yer olan, verilerin elektronik işlemeyle ilgilidir. O bu programlar için bir model oluşturur ve bu nedenle onun dili otomatikleştirilecek görevlerin mantığını doğrulamak için iyi bir araç olup, dili insan dilleri ve programlama dilleri arasında bir yerdedir.

Hareketlerin belirlenmesi için bir çok görüntü işleme teknikleri vardır. Ancak günümüzde en çok kullanılanı Fourier transer yöntemi ve değişkenlikler modelleme yöntemidir [38,39]. Davranışların sınıflandırılmasından önce hayvan ve onun çevresi (zemin, yemlik ve suluklar vb.) ayrılmalıdır. Bu durumda, hayvan ve çevresindeki objeler arasında yeterli zıtlık (kontrast) vardır. Bellek ihtiyacını azaltmak ve görüntü işlemeyi geliştirmek için segmentasyon ikili format biçiminde yapılır (Beyaz domuz yavrusu = yoğunluk 1, arka plan = yoğunluk 0). Atık ve döküntüler gibi zeminde bulunan küçük nesnelere, açılış filtreleri ve kısa uzun mesafe noktalarının tanınmasında kullanılan filtrelerce, görüntülerden ayıklanır. Açılış operatörleri, belirsiz nesnelere hariç küçük nesnelere ortadan kaldıran morfolojik filtre yardımıyla görüntülenebilmektedir.

5.9.4 İzlenebilirlik

Entegre hayvan üretim sistemlerinde stratejik bir yaklaşım olarak “tarladan çatala” tüm gıda zincirini kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu; sağlık, yönetim ve hayvan refahı da dahil olmak üzere gıda üretim zincirinin tüm ögelerini kapsar. İzlenebilirlik el ile veya elektronik olarak ya da kayıtlı olaylar için her ikisi de kullanılarak yapılabilir. Ancak karar, ekonomik ve teknolojik fizibilite yanında özel yönetim görevinin doğasına da bağlı olarak karmaşıktır.

İzlenebilirliğin ilk adımı hayvanların belirlenmesidir. Sürecin teknolojisi yeni değildir. Hayvanlar sahiplik belgesi ile tanınmıştır. Sadece son zamanlarda izlenebilirliği sağlamak ve hayvanın geçmişini belgelendirmek için kimlik belirleme önemli bir ihtiyaç haline gelmiştir. Hayvansal üretimde izlenebilirlik işlemi güvenilirlik bakımından doğruluğa bağlıdır. Sığırların RFID yardımıyla elektronik olarak teşhisinin, örneğin çiftlik yönetimi için bir çok avantajı vardır [40]. Öncelikle, bu durum sayıların görsel teşhisiyle ilgili önemli bir gelişme olarak kabul edilebilir. Ana avantajları işgücü maliyetlerinin ortadan kaldırılması ve yanlış okumaları %6'dan %0,1'e kadar düşürmesidir [40]. Örneğin yemlerin izlenmesi, rasyonların hazırlanması, rasyonların tartımı ve aktarılması gibi işlemlerin otomasyonun sağlanması, ileri seviyedeki hayvancılık yönetim planlarının uygulanmasına imkan sağlar.

RFID'li sığır yönetimi uygulaması, hayvanların konumuna bağlı coğrafik yönlendirme ve yemin dağıtımı ile bireysel hayvan performansı kaydı temelinde uygulanabilir. Robotik sağım ve sürüler arasında bulaşıcı hastalıkların potansiyel geçişini değerlendirmek için coğrafik bilgi sistemlerinin uygulanması örnek olarak verilebilir [42].

Petersen ve ark. [43] domuz üretiminde, doğumdan kesime kadar tüm üretim zincirinde kullanılan bilgisayarlı sağlık yönetim sisteminde bu teknolojiyi kullanmak için bir model tanımlamışlardır. Bu model; verilerin kaydı, işleme ve çiftlikler, kesimhane ve danışmanlık servisleri arasında bilgi alışverişine göre yapılandırılmıştır. Karar alma aşamasında uzman bir kişiden geri besleme almanın gerekli olduğunu göstermiştir.

Hayvanlara yerleştirilen elektronik transponderlerce sağlanan diğer önemli uygulamalar; hastalık kontrolünün geliştirilmesi, hastalığın ortadan kaldırılmasının yanı sıra sahtekarlık kontrolüdür. Son uygulama (sahtekarlık kontrolü), koyun ve sığır eti üretimini canlandırmak için teşvik verilen Avrupa Birliği (AB) içerisinde önemlidir. Ayrıca, bazı bulaşıcı hastalıkların aşılama yoluyla yok edilmesine artık izin verilmeyen AB içerisinde, bireysel kimlik önemli bir rol oynamaktadır. Bir salgın durumunda, bulaşıcı hastalıkların daha fazla yayılmasını önleyebilmek için hayvanlar arasında olan temas ve hareketlerin incelenmesi ve hastalığın çıkış noktasının belirlenmesi önemlidir.

5.9.5 Sonuçlar

Hayvansal üretimde bilgi teknolojisinin kullanımı, hayvansal üretim döngüsü boyunca hassas ve doğru prensiplerin uygulanmasına imkan vererek, bütün yönetim sistemini iyileştirecek ve çiftçilerin kayıpları azaltmasına yardımcı edecektir. Diğer yandan; akıllı ölçme, elektronik, kemometri ve yapay sinir ağıları gibi çok değişkenli sinyal işleme yöntemlerinin kullanımıyla ticari dünya da biyosensör ilerlemeleri hızlandırılabilir. Temel bileşenler ve tüm cihazların mühendisliğine daha fazla ilginin verilmesi zorunludur.

Gıda zincirinin tümünde pratik çözümler hala eksik olduğu için tüketici taleplerini karşılamaya yönelik olarak, hayvansal protein üretim sürecindeki izlenebilirliğin rolü, çözülmesi gereken bir sorundur. Yeni teknoloji ve sistemlerin uygulanması ve yeni cihazların geliştirilmesinin yanı sıra teknoloji transferi için bir boşluk vardır. Bu alan; ziraat mühendislerinin örnekleme, kalibrasyon ve veri analizinin iyileştirilmesi için kendi sistem bilgilerini uygulayabileceği ve bir çiftçi ya da hayvansal gıda üreticisine, ham veri sağlamak yerine üretime yönelik talimat vermede, anahtar bir rol oynayacağı bir alandır.

Minyatür elektronik mekanizmaların kullanımıyla, hayvansal protein üretimini optimize etmek için her zaman ve daha doğru bir şekilde, olaylar ve hastalıkların kayıt ve kontrolünü sağlamak mümkün olabilecektir. Çoklu tespit ve analizlere uyarlanabilir bir biyosensör dizisi oluşturulmasına yönelik strateji, toplam geliştirme maliyetlerinin birçok ürüne dağıtılmasına imkan verecektir. Bu gelişmeler, mevcut araçlara göre daha rekabetçi olabilecek ve gerçek çalışma şartlarında işleyebilecek cihazların üretilmesinin önünü açacaktır.

Kaynaklar

1. Holroyd, P. 2000. Tendency of the meat market for the new millennium. *Proc.APINCO*, 93-109 (in Portuguese).
2. Stärk, K. D. C., M. Salman, Y. Tempelman, and U. Kihm. 2002. A review of approaches to qualify assurance of veterinary systems for health-status certification. *Preventive Veterinary Medicine* 56(2): 129-140.
3. Velasco-Garcia, M. N., and T. Mottram. 2003. Biosensor technology addressing agricultural problems. *Biosystems Engineering* 84(1): 1-12.
4. Caja, G., C. Conill, R. Nehring, and O. Ribo. 1999. Development of a ceramic bolus for the permanent electronic identification of sheep, goat and cattle. *Computers and Electronics in Agriculture* 24(1-2): 45-63.
5. Klindtworth, M., G. Wendl, and K. Pirkelmann. 1999. Electronic identification of cattle with injectable transponders. *Computers and Electronics in Agriculture* 24(1-2): 65-79.
6. Raven, E. T. 1989. *Cattle Foot Care and Claw Trimming*, 19-33. UK: Farming Press.
7. Carvalho, V. R. C. 2004. Effects of trimming on dairy cattle hoof weight bearing surfaces and pressure distributions during the stance phase. PhD diss. Gainesville, FL: University of Florida.
8. Adobe Premiere 6.5. 2003. Real-time editing for professional video production. Accessed on February 12, 2003, from <http://www.adobe.com/>.

9. Hu-m-anTM. 2003. The Human Movement Analysis Software. HMA Technology Inc., Box 42, King City, Ontario, Canada L7B 1A4. Accessed on 10 December 2002 from <http://www.hma-tech.com/>.
10. Matlab® 6.1. The Mathworks Inc. 2004. Accessed on 18 April 2004 from <http://www.mathworks.com/>.
11. Manske, T., J. Hultgren, and C. Bergsten. 2002. The effect of claw trimming on the hoof health of swedish dairy cattle. *Preventive Veterinary Medicine* 54: 113-129.
12. Stone, W. C. 2004. Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidoses and laminitis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 87:(E.Suppl.): E13-E26.
13. Rutter, S. M., N. A. Beresford, and G. Roberts. 1997. Identification of the grazing areas of hill sheep. *Computers and Eletronics in Agriculture.* 17: 139-159.
14. Frost, A. R., C. P. Schofield, S. A. Beulah, T. T. Mottran, J. A.Lines, and C. M. Wathes. 1997. A review of livestock monitoring and the need for integrated systems. *Computers and Eletronics in Agriculture* 17: 139-159.
15. Pedersen, S., and C. B. Pedersen. 1995. Animal activity measured by infrared detectors. *J. Agricultural Research* 61: 239-246.
16. Donát, P. 1991. Measuring behaviour: the tools and the strategies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 15: 447-454.
17. Korthals, R., L. MacDonald, and R. A. Eigenber. 1992. Experiences with transponders for monitoring bioenergetic responses. ASAE Paper No. 923010. St. Joseph, MI: ASAE.
18. Nääs, I. A., D. F. Pereira, F. P. F. Curto, F. H. Behrens, J. C. C. Carvalho, M. Amendola, and E. C. Mantovani. 2000. Determining broiler female breeder's behavior using telemetry. *Proc. of the XIV Memorial CIGR World Congress*, (1): 1014-1018.
19. Curto, F. P. F. 2002. Behavior of female broiler breeder in distinct environment using RFID technology. PhD diss. Campinas, SP, Brazil: State University of Campinas, Agricultural Engineering College (in Portuguese).
20. Pereira, D. F. 2003. Determining the upper critical temperature and the thermo neutral zone for female broiler breeder using RFID. MS diss. Campinas, SP, Brazil: State University of Campinas, Agricultural Engineering College (in Portuguese).
21. Stapley, B. E. 1965. Automatic inspection of metal visible defects. *Iron and Steel Engineer* November: 1-4.
22. Aalderink, B. J., and M. W. C. DeJonge. 1976. Automated surface inspection of cold-rolled sheet. *Proc. International Meeting of Iron and Steel Making*, 11-19.
23. Saridis, G. N., and D. M. Brandin. 1979. An automatic surface inspection system for flat rolled steel. *Automatica* 15: 505-520.
24. Floyd, F. S. 1996. *Remote Sensing: Principles and Interpretation*. Los Angeles, CA: W.H. Freeman and Co.
25. Mollo Neto, M., O. Vendrameto, and J. P. Fusco. 2004. Automated systems for leather inspection: the machine vision–BASIS 2004. *6th IFIP International Conference on Information Technology for Balanced Automation Systems in Manufacturing and Services*.
26. Souza, S. R. L., D. . Moura, and I. A. Nääs. 2004. The use of image vision to study milking cow's behavior. *Smart Sensors 2004, Leuven. 3rd International Workshop on Smart Sensors in Livestock Monitoring*, (1) 40.
27. Kearfott, K. J., R. J. Juang, and M. W. Marzke. 1993. Implementation of digital stereo imaging for analysis of metaphysis and joints in skeletal collections. *Med.Biol. Eng. Comput.* 31: 149-156.
28. Shao, J., H. Xin, and J. D. Harmon. 1998. Comparison of image feature extraction for classification of swine thermal comfort behavior. *Computers and Electronics in Agriculture* 19: 223-232.

29. Xin, J., and B. Shao. 2002. Real-Time assessment of swine thermal comfort by computer vision. *Proc. of the World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources*, 362-369. ASAE. Paper No. 701PO301. St. Joseph, MI: ASAE.
30. Sergeant, D. M., R. D. Boyle, and J. M. Forbes. 1988. Computer visual tracking of poultry. *Computers and Electronics in Agriculture* 21: 1-18.
31. Overton, M. W., W. M. Sischo, G. Dechant, and D. A. Moore. 2000. Observations of dairy cattle behavior using time-lapse photography in a California free-stall barn. *Proc. 33rd Annual. Conf. Am. Assoc. Bovine Pract.*, 138-139.
32. Haley, D. B., J. Rushen, and A. M. de Passillé. 1999. Behavioural indicators of cow comfort: Activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. *Can. J. Anim. Sci.* 80: 257-263.
33. Herlin, A. H. 1997. Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene and lying down behaviour. *Swedish J. Agric. Res.* 27: 189-196.
34. Martin, B. R., W. R. Prescott, and M. Zhu. 1992. Quantification of rodent catalepsy by a computer-imaging technique. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior* 43: 381-386.
35. Olivo, R. F., and M. C. Thompson. 1988. Monitoring animals' movements using digitized video images. *Behavior Research Methods Instruments and Computers* 20: 485-490.
36. Spruijt, B. M., and W. H. Gispen. 1983. Prolonged animal observations by use of digitized video displays. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior* 19: 765-769.
37. Shao, J., H. Xin, and J. D. Harmon. 1997. Neural network analysis of postural behavior of young swine to determine the thermal comfort state of the animals. *Trans. ASAE* 40 (3): 755-760.
38. Hu, J., and H. Xin. 2000. Image-processing algorithms for swine postural behavior analysis. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers* 32(1): 72-85.
39. Shao, B., and H. Xin. 2000. Real time assessment and control of pig thermal comfort behavior by computer imaging. ASAE. Paper No. 004015. St. Joseph, MI: ASAE.
40. Rossing, W. 1999. Animal identification. 1999. *Computers and Electronics in Agriculture* 24(1-2): 1-4.
41. Artmann, R. 1999. Electronic identification systems: State of art and their further development. *Computers and Electronics in Agriculture* 24: 5-26.
42. Geers, R., B. Puers, V. Gedseels, and V. P. Wouters. 1997. Electronic identification. *Monitoring and Tracking of Animals*. Wallingford, UK: CAB International.
43. Petersen, B., S. Knura-Deszczka, E. Pönsgen-Schmidt, and S. Gymnich. 2002. Computerised food safety monitoring in animal production. *Livestock Production Science* 76 (3): 207-213.