

Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinde Elektronik Tanımlama Sistemlerinin Önemi ve Kullanımı Olanakları

Turgay Taşkın^{1*}, Yavuz Akbaş¹, Mehmet Koyuncu² Çağrı Kandemir¹,
A. Behiç Tekin³, Nedim Koşum¹

¹ Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, İzmir

² Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Bursa

³ Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, İzmir

*İletişim (correspondence): e-posta: turgay.taskin@gmail.com; Tel: +90 (232) 311 2703; Faks: +90 (232) 388 1867

Gönderim tarihi (Received): 03 Mart 2016; Kabul tarihi (Accepted): 08 Nisan 2016

Öz

Hayvanların doğru ve kalıcı olarak tanımlanması, izleme sistemlerinin temeldir. Radyo frekansları ile çalışan pasif transponderler kullanılarak hayvanların elektronik olarak tanımlanması, küçükbaş hayvanların daha kolay izlenmesini sağlamaktadır. Bu durum, hayvan hareketlerini ve bilgi yönetimini daha kolay hale getirebilir. Koyun-keçiler için rumen bolüsleri, elektronik kulak numaraları ve enjekte edilebilen transponderlerin de bulunduğu farklı tanımlama aygıtlarının etkinliği araştırılmaktadır. Bazı çalışmalarda kullanılan düğme şeklindeki plastik kulak numarası ve doğru tasarlanmış bolüsler, koyun-keçi ırklarına bağlı olarak hayvanın performansını ve yasal tanımlamaları yerine getirememektedir. Bununla birlikte, yetiştiricilere bu konuda bazı öneriler yapabilmek için daha büyük koyun-keçi sürülerinde farklı tanımlama aygıtlarının performanslarını karşılaştıran çalışmalara ihtiyaç vardır. Sonuç olarak işletmenin üretim sistemi ve izleme yönteminin maliyeti, tanımlama sisteminin seçiminde daha önemli nedenlerdir.

Anahtar kelimeler: Elektronik tanımlama, küçükbaş hayvan, okuma etkinliği, rumen bolüsü, izlenebilirlik

Importance and Using Possibilities of Electronic Identification Systems in Small Ruminant Production

Abstract

Accurate and permanent identification of animals is basis of traceability systems. Electronic identification using radio frequency passive transponders improves traceability of small ruminants. This makes easier to manage databases for breeding stocks and animal movements. Efficiency of different electronic identification devices have been investigated for sheep-goats, including injected transponders, electronic ear tags, and rumen boluses. Correctly designed boluses and the visual flag-button plastic ear tags used in sheep and goats hasn't fulfilled the identification and performance depending on breeds. On the other hand there is a need to make comparison between different animal identification devices in larger flocks in order to be able to make suggestions for breeders. As a conclusion, production system and cost of traceability methods are important factors choosing the identification method.

Keywords: Electronic identification, small ruminant, reading efficiency, rumen boluse, traceability

Giriş

Son yıllarda hayvanların izlenebilirliği, Avrupa Birliği başta olmak üzere birçok ülkede özellikle salgın hastalıkların kontrolü ve eradikasyonu amacıyla öncelikli olarak ele alınan konular arasında yer almaktadır. Hayvanların tanımlama sistemlerine katkıda bulunmak ve kolayca izlenebilmesini sağlamak amacıyla Avrupa Birliği 2004 yılında 21 nolu bir düzenleme yayınlamıştır. Bu kapsamda, ilk önerilen yöntem, plastik kulak numaralama olup, ikinci tanımlama yöntemi ise radyo frekansı ile hayvanların tanımlanmasını (RFID) sağlayan rumen bolüslerinin kullanılmasıdır (Carne ve ark. 2009a,b; Carne ve ark.

2010). Bu konuda 2008 yılında hazırlanan 1427 sayılı kararda 600000 ve daha fazla küçükbaş hayvana sahip ülkelerde her iki tanımlama yönteminin birlikte uygulanması gerektiği ifade edilmektedir (SANCO/1427/2008).

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde kullanılan geleneksel numaralandırma yöntemleri arasında; plastik numara ve tetovir (dövme) öne çıkmaktadır. Bu uygulamalar hayvana göreceli olarak acı vermekte veya kulakta istenmeyen yaralara yol açmaktadır. Plastik numaralardaki düşme, her iki yöntemde de önemli veri kaybına neden olabilmektedir (Pinna ve ark. 2006; Karakus ve ark. 2015). Plastik kulak numaraları, yaygın

olarak kullanılan görsel bir yöntem olmakla birlikte gübre/çamur ile kirlenme gibi nedenlerle zaman zaman okuma güçlükleri yaşanmaktadır. Belirtilen olumsuzluklar özellikle büyük sürülerde bir yandan hayvanların bireysel tanımlamalarını zorlaştırırken diğer taraftan kullanılan elektronik sistemler, anılan sürülerde izlenebilirlik sürecini kolaylaştırabilmektedir (Curtin ve ark. 2010). Bu kapsamda kullanılan elektronik rumen bölüsları, hayvan sağlığı ve refahını olumsuz şekilde etkilemediği gibi, farklı bölge ya da ülkelere gönderilen hayvanların kolayca izlenebilmesine de olanak sağlamaktadır (Fonseca ve ark. 1994). Geçen süreçte birlikte Uluslararası Hayvan Kayıt Komitesi (ICAR) hayvanların tanımlanmasıyla ilgili olarak birçok standart ve kural geliştirmiştir. Komite, tanımlamada kullanılacak olan materyal ve elektronik okuma aletlerinin hayvan üzerinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmaması gibi konulara ayrı bir önem vermektedir (ICAR, 2005, 2007, 2009, 2010).

Küçükbaş hayvanların elektronik olarak tanımlanmasında kullanılan aparatlar, birçok araştırmacı tarafından son yıllarda yeniden incelenmeye alınmıştır. Elektronik tanımlama sistemleri yüksek maliyetlerine rağmen, hayvanlarda izlenebilirliğinin doğru olarak sağlanması noktasında birçok avantajlara sahiptir (Ching ve ark. 2009). Bu durum, ihracat yapmak isteyen yetiştiriciye önemli kolaylık sağlamaktadır. Tanımlama sistemlerinden biri olan rumen bölüslerinin, kesimden sonra yeniden kullanılabilmesi, uygulamanın maliyetini azaltmaktadır. Oysa plastik kulak numaralarının tek kullanımlık olması ve rumen bölüsüne göre yüksek düşme oranına sahip olması birim tanımlama maliyetini yükseltebilmektedir (Edwards ve ark. 2001; Curtis, 2002; Deavours, 2005; Cooke ve ark. 2010). Bir diğer husus ise numaranın okunamaması ya da hayvana ait bilgilerdeki yanlışlıklara, elektronik tanımlama

sistemlerinde, plastik numaralamaya göre daha az rastlanmaktadır. Elektronik tanımlamanın bir diğer avantajı, bilgisayarlı sürü yönetimi programlarına olan uyumudur (Anon, 2006). Bu uyumlulukla birçok veri otomasyonla alınabilmektedir.

Bu makalede; küçükbaş hayvanlarda izlenebilirlik ve tanımlamanın esasları ile elektronik tanımlama yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Son olarak da elektronik tanımlama yöntemlerinin küçükbaş hayvan yetiştiriciliğindeki uygulanabilirliği konusunda bazı önerilerde bulunulmuştur.

Hayvanlarda İzlenebilirlik ve Tanımlamanın Genel Esasları

Hayvanların tanımlanması ve izlenebilirlik, başta zoonoz hastalıklar olmak üzere birçok hastalığa karşı hayvan sağlığının korunmasında önemli bir sürü yönetimi uygulamasıdır (Blancou, 2001). Küçükbaş hayvanlarda kullanılan birçok tanımlama yöntemi olup (Çizelge 1) bunların birbirlerine karşı bazı avantaj ya da dezavantajları söz konusudur (Çizelge 2). Yöntemlerden elektronik olanları maliyet ve kullanıcı kaynaklı deneyim eksiklikleri gibi bazı dezavantajlara sahip olmakla birlikte, uzun süre okunabilirliği ve tüm türlerde uygulanabilmesi gibi bazı önemli avantajlara da sahiptir. Bu durum özellikle bölgesel ya da ülkesel ıslah programlarının uygulanabilmesi açısından da çok önemlidir. Ancak son yıllarda geliştirilen diğer görsel yöntemler (retina taraması, burun izi vb) ise halen araştırma aşamasında olup yakın gelecekte yaygın kullanıma sahip olabilir. Bu sonuca yeni yapılacak teknik ve ekonomik araştırma sonuçları ışık tutacaktır. Hayvan sağlığı ile hayvanların orijini ve ürünlerinin izlenebilirliği arasında güçlü bir ilişki olduğu unutulmaması gereken bir diğer önemli konudur (Bechini ve ark. 2008).

Çizelge 1. Küçükbaş hayvanlarda kullanılan tanımlama yöntemlerinin bir karşılaştırılması.

Sistem	Tür	Hayvan refahı	Fiyat/Maliyeti	Uygulama deneyimi	Vücutta kalma süresi	Okunabilirliği	Suya dayanıklılığı
Elektronik							
Enjekte edilebilen Kulak numarası	Tüm	Orta	Yüksek	Fazla	Uzun	Kolay	Evet
Rumen bollüsü	Tüm	Orta	Yüksek	Az	Orta	Kolay	Hayır
	Tüm	İyi	Yüksek	Orta düzeyde	Uzun	Kolay	Evet
Görseller							
Resimler	Bazı	İyi	Yüksek	Orta düzeyde	Uzun	Kolay	Evet
İris	Tüm	İyi	Orta düzeyde	Fazla	Orta	Orta düzeyde	Evet
Retina taraması	Tüm	İyi	Orta düzeyde	Fazla	Uzun	Orta düzeyde	Evet

Kaynak: Besbes ve ark 2011

Çizelge 2. Farklı hayvan tanımlama sistemlerinin avantaj ve dezavantajları

Tanımlama tipi	Uygulama Zamanı	Kullanım kolaylığı	Hayvandaki etkisi	İşletme koşullarına uygunluğu	Gıda güvenliği
Kulak numarası	Doğum	+	±	+	+
Bolüsler	1 aylık	±	±	-	±
Enjekte edilebilenler	Doğum	±	±	-	-

+: Olumlu, -:Olumsuz, ± Her ikisi

OIE (The World Organisation for Animal Health) WHO (World Health Organisation) ve FAO (Food and Agriculture Organisation) gibi gelişmiş ülkelerde bulunan ve salgın hastalıklarla mücadele eden kuruluşlar, başta salgın hastalıklar ile hayvansal kaynaklı gıdaların güvenliği açısından izlenebilmesi büyük önem taşımaktadır (DEFRA, 2003; FCEC, 2009; Bass ve ark. 2008). Hayvan tanımlamaları ve izlenebilirliğinin belirli bir ülke, bölge ya da kırsal alandaki amacı da olası risk faktörlerini saptamaya yönelik olmalıdır (Carlberg, 2010).

Hayvanlarda tanımlama ve izlenebilirlik için öncelikle işletme koşullarına en uygun olan sistem belirlenmelidir. Özellikle hayvan hareketlerinin yeterince kontrol edilemediği bölge ya da ülkelerde salgın hastalıkların yayılması sonucu önemli ekonomik kayıplar olabilmektedir. Nitekim 1990'lı yıllarda çok büyük bir deli dana (BSE) salgınının yanı sıra vCJD hastalığı (Creutzfeldt-Jakob 1989) birçok insanda görülmüştür. Bu durum 1986-1989 yılları arasında BSE ile enfekte olan sığır ve inek etlerinin insanlar tarafından tüketilmeye başlanmasıyla ortaya çıkmıştır. BSE'ye neden olan sebepler kesin olarak bilinmemektedir. Ancak olası sebeplerden biri, büyükbaş hayvanlara verilen yem ve gıdalara sığır, koyun ve benzeri hayvanların dışkı ve atıklarının karıştırılmış olmasıdır (Walton, 2002). Yukarıda belirtilen olumsuzluklardan dolayı bölgenin ekonomik, coğrafik ve ekolojik yapısını da dikkate alarak salgın hastalık konusunda bir risk analizi yapılmalı, olası hastalığın bölgedeki hayvan ve halk sağlığı ile üretim sistemlerinin yanı sıra işletme tiplerine olan ekonomik etkileri de mutlaka belirlenmelidir. İşletmede kullanılacak hayvan tanımlama tipi/yönteminin uygulama zamanı, kullanım kolaylığı, hayvan refahı üzerindeki etkisi, işletme koşullarına uygunluğunun yanı sıra gıda güvenliği açısından bir olumsuzluğa neden olmaması gibi özelliklere dikkat edilmelidir (Çizelge 2).

Numaralama Sistemlerinin Geliştirilmesi

Sürü büyüklüğündeki artış, hayvan bakıcısının günlük yapması gereken işlerini artırırken daha fazla bireysel

kayıt tutma zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır (Geers ve ark. 1997, Fallon, 2001; Abecia ve Torras, 2009; Allen ve ark. 2008). Hayvancılık işletmelerinde kullanılan otomatik tanımlama sistemleri, hayvancılık işletmelerinde sürü yönetimiyle ilgili uygulamaların daha kolay sürdürülmesini sağlamıştır. Otomatik tanımlama sistemi, 1960'lı yılların sonunda geliştirilmeye başlanmıştır. Bu gelişmenin bir sonucu olarak Britanya, Almanya, Hollanda ve ABD gibi ülkeler farklı yıllarda tasarlanan yeni tanımlama sistemleri geliştirilmiştir. Bugün kullanılan tanımlama sistemlerinden çok daha önce geliştirilen ilk transponderler, hayvanların boyunlarındaki tasmlara takılmıştır (Şekil 1)



Şekil 1. Boyun tasmlarına takılan ilk transponderler

1980'li yıllarda çiftlik hayvanları için üretilen transponderler, korumasız elektronik parçalardan oluşurken, son 10 yılda entegre devrelerin kullanılmasıyla düşük maliyetli transponderler üretilmeye başlanmıştır (Leng ve ark. 2005; Leong ve ark. 2007). Entegre devre teknolojileri, transponderlerin daha da küçülmesine olanak vermiştir (Şekil 1). Bu ise maliyetlerin düşmesinin yanı sıra, dünyada farklı hayvan türlerinin tanımlanmasında kullanılabilecek yeni transponderlerin üretimini sağlamıştır.

Avrupa Birliğine üye tüm ülkelerde yetiştiriciler işletmelerinde doğumdan kesime kadar olan süreçte hayvanlarıyla ilgili olarak, özellikle hastalıkların kolayca izlenebilirliği konusunda çıkan tüm yasa ve yönetmeliklere uymak zorundadır. Bu bağlamda Avrupa ISO (International Organization for Standardization) temelli hayvansal üretime yönelik elektronik tanımlama standartlarını geliştirmiştir. Öncelikli AB ülkeleri olmak üzere hayvan tanımlamaya yönelik geliştirilen ürünler (elektronik kulak numaraları, elektronik ayak numaraları, enjekte edilebilen transponderler ve rumen

bolüsleri) için önemli bir rekabet ortamı oluşmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Elektronik kulak numaraları, enjekte edilebilen transponderler ve retikuluma bırakılan boluslar

AB düzenlemeleri (EC 21/2004) ile altı aydan büyük olan hayvanların sürüye katılması ve plastik ile elektronik numaralamanın kullanılması zorunlu hale getirilmiştir. Kesime gidecek ve 12 aydan küçük olan hayvanlara geçici olarak sadece plastik kulak numarası takılması yeterli kabul edilirken ayıklanan koyun ve keçilerin altı aydan önce elektronik olarak tanımlanmasını bu uygulamayı zorunlu hale getirmiştir (EC 933/2005; ICAR, 2012, 2014). Bu yasal zorunluluktan dolayı bazı araştırmalarda hayvanların incik gelişimi de incelenmeye başlanmıştır. Çünkü ayakta kullanılan numaralar, ayak yapısını etkileyerek onun normal gelişimini engelleyebilmektedir (Ferrer ve ark. 2010; Gonzales ve ark. 2009). Kulak ve ayak numaraları, bölme içindeki yapıların metal ya da tahta çit oluşunun yanı sıra gübre gibi olumsuz çevre koşullardan da etkilenmektedir. Bu nedenle özellikle görsel ya da elektronik ayak numaralarının hangisinin daha uygun olacağı üzerine işletmedeki sürü yönetiminin (meraya dayalı sistem ya da yarı entansif gibi) etkisini de göz ardı etmemek gerekir. Keçi ve koyun yetiştiriciliğinde son yıllarda geliştirilen radyo frekansları yardımıyla tanımlama (RFID) yöntemi, aküsüz bir transponder kullanılarak numara okuma esasına dayanır. Yöntemde gönderilen sinyal ile aktif hale gelen okuyucu ile kulaktaki kod ya da numara algılanır. RFID aygıtı için enerji gereksinimi, okuyucudan elde edilen elektromanyetik alandan sağlanır. Ancak transponderin iç enerji kaynağının olmaması, onun kullanım süresini sınırlar. Kesilen ya da satışı yapılan hayvanlara ait bilgilerin ilgili resmi kurumlara bildirilen elektronik numaralar, düşük radyo frekansıyla (134.2 kHz) çalışır ve iki arayüz (bilgi linkinin radyo dalgasına dayalı ara değişimi) teknolojileri ISO standartlarına uygun olarak tanımlanmıştır. Standart olarak kabul edilen elektronik

numara, yarım (half dublex, HDX) veya tam çift katlı (FDX-B) olabilmektedir. Son yıllarda bu konuda yapılan çalışmalar, HDX numaralarda okunabilirliğin işletme koşullarına daha uygun olduğunu ortaya koymuştur. Elektronik kulak numaraları, rumen bolüsleri ve inciğe takılan elektronik ayak numaraları (enjeksiyon ya da bantlar) AB’de resmi olarak benimsenen ve kabul görülen uygulamalardır (Hartley, 2008; Hartley ve Sundermann, 2010; Heeres ve Hogewerf, 2003; Hess, 2006).

Elektronik Tanımlama Sisteminin Esasları

Elektronik Tanımlama Sistemi; transponder, okuyucu, veri toplayıcı ile veri yönetim sistemi gibi kısımlardan oluşmaktadır. Anılan sistem içine yetiştiricinin amacına göre birden fazla program da eklenebilir. Bu amaçla kullanılan kulak numarası, "AIN" olarak bilinen "Hayvan Tanımlama Numarası" şeklinde de ifade edilmektedir. Hayvan Tanımlama Numarası, 15 haneli olmalı, bir kez kullanılacak şekilde tasarlanmalı, kolayca değiştirilememeli, ulusal tanımlama numarası kolayca okunabilmeli, numaralarda ülke kodu ile numara hayvanın sol kulağında bulunmalıdır (Trevharten ve Michael, 2008; Voulodimos ve ark. 2009).

Koyun yetiştiriciliğinde bu sistem için gerekli olan hususlar sırasıyla şunlardan oluşmaktadır;

- Koyunların tümüne dokuzuncu aya kadar en azından bir tane numara takılmalı,
- Hayvanlar kasaplık olarak değerlendirilecekse elektronik kulak numarası takılmasına gerek yoktur. Oniki aylıktan önce satılacaksa, sol kulağa geleneksel numara yeterlidir.
- Hayvanlar başka bir işletmeye/çiftliğe satılacaksa, satılıncaya kadar geçici bir numara hayvanın sol kulağına takılmalıdır.
- Hayvanlar damızlık olarak işletmede kullanılacaksa, elektronik kulak numarası sağda, plastik numara ise solda olmalıdır. Hayvandaki her iki numara, sarı renkte olmalıdır.
- İşletmede damızlık olarak kullanılacak olan hayvanlar, başka bir işletmeden alınacaksa 12 aylık yaştan daha önce satın alınmalıdır (Walton, 2002).

Elektronik tanımlama sistemlerinden en yaygın olanları; elektronik kulak numarası ile rumen bolüsüdür (Ribo ve ark. 2001; Pugh, 2004). Elektronik kulak numarası, hayvanlarda doğum sonrası dönemde uygulanabildiği gibi kolayca uzaktan da görülebilmektedir. Rumen

bolüsü yönteminde öncelikle bolüsler koyun-keçiye yutturulur ve bu bolüslerin retikulumda kalması sağlanır. Hayvana doğru bolüs tipi yutturulursa, oluşacak kayıplar son derece az olabilmektedir. Yutturulan rumen bolüslerinin dışında enjekte edilebilen veya elektronik ayak numarası/ayak bandı gibi diğer elektronik tanımlama yöntemleri de söz konusudur (Reiners ve ark., 2009; Reinholz ve ark. 2006).

Elektronik Kulak Numaraları

Elektronik kulak numarası, poliüretandan yapılan, elektronik parçaları olan ve yuvarlak antenle birlikte kullanılan bir yöntemdir (Şekil 3). Dıştan bakıldığında daha çok delikli bir yapıya sahiptir. Dikkat edilmesi gereken konu, elektronik parçaların mutlaka suya karşı dayanıklı olmasıdır.



Şekil 3. Elektronik kulak numaraları

Elektronik kulak numarasının takılması sırasında meydana gelen yaralanmaların iyileşme süreci, standart plastik kulak numarasındaki benzerlik göstermektedir (Hosie, 1995). Numaraya bağlı oluşan yaralanmaların yaklaşık %30 olduğu, bunların doğumdan sonraki iki ayda iyileştiği bildirilmektedir (Ait-Saidi ve ark. 2008a,b). Yapılan bir çalışmada oğlaklarda, dördüncü ayda yanlış kulak numarası uygulamasından kaynaklanan yaralanmaların % 5'i iyileşmeden kalırken, ergin hayvanlarda bu oran % 8.5' dir. Aynı çalışmada, hayvanların gelişme performansı ile numaraların kalıcılığı arasında herhangi bir ilişki saptanmamıştır. Schuiling ve ark. (2004), keçi ve oğlaklarda elektronik düğme ile kanat şeklindeki elektronik numaraları

karşılaştırmış, numaralardaki kayıp ve okunamama oranlarını sırasıyla keçilerde % 5.1 ve % 1.7; oğlaklarda ise % 1.5 ve % 0.5 düzeylerinde bulmuşlardır. Transponderlarda neme bağlı geçici okunamama oranı ise % 2.1 olarak belirlenmiştir. Elektronik kulak numaralarının keçilerin kulaklarında oluşturduğu hasarlarda iltihaplanmanın payı % 4 iken, uygulama sırası ya da sonrasında oluşan yaralanmalarda bu oran % 23.62'dir. Dördüncü ayda hayvanlarda gözlenen yaralanmalar, oğlaklarda daha azdır. Numaraların erkek ve dişi kısımları arasındaki mesafe, kulağa yapılan baskıya bağlı olarak yaralanma açısından önemli bir kriterdir (Caja ve ark. 2013; Bauer ve ark. 2009; Conill ve ark. 2002). Birçok ülkede yapılan düzenlemelerde numaranın erkek ve dişi kısımları arasındaki en düşük mesafe koyun-keçi için 9.4 mm'dir. Bu mesafe için kulağın morfolojik yapısı ve ırka bağlı değişkenlikler de mutlaka dikkate alınmalıdır.

Deri Altına Yerleştirilen Transponderler

Camla kaplanan ve bir iğne yardımıyla deri altına yerleştirilen "Elektronik Enjekte Transponder" sudan etkilenmeme gibi önemli bir avantaja sahiptir (Gruys ve ark. 1993). Polimerlerle kaplanmış transponderler, son yıllarda pazarlanmaya başlanmış, ancak çiftlik hayvanlarında kullanımına yönelik henüz yeterli bilgi elde edilmemiştir. Yöntemin doğru kullanımı için mutlaka eğitilmiş elemanlara ihtiyaç vardır ve hayvan vücudunda uygun yere bırakılmadığı/yerleştirilmediği durumunda kesime gidecek hayvanlarda vücuttan atılması güçtür (Thurner ve Vendl, 2007). Bu yöntemde numaraların kırılma ya da kaybolma olasılığı diğer yöntemlere göre düşük oranda olup okunabilme oranı % 93.3'tür. Carne ve ark (2011) ile Caja ve ark (2005a,b) ergin keçilerde vücudun farklı bölgelerde (kulak tabanı, koltuk altı, kuyruk altı vb) 32 mm'lik transponderları deri altına yerleştirilmiştir (Şekil 4). Araştırmacıların yaptıkları bir çalışmada, en düşük numara okuma oranı kuyrukta; % 89.1-96.0, kulak tabanında % 84.0-92.7 ve koltuk altına yerleştirilen transponderlerde ise % 98-100 arasında değişmektedir (Carne, 2010).



Şekil 4. Mursiya-Granada keçisinin arka ayağına bir transponder uygulaması

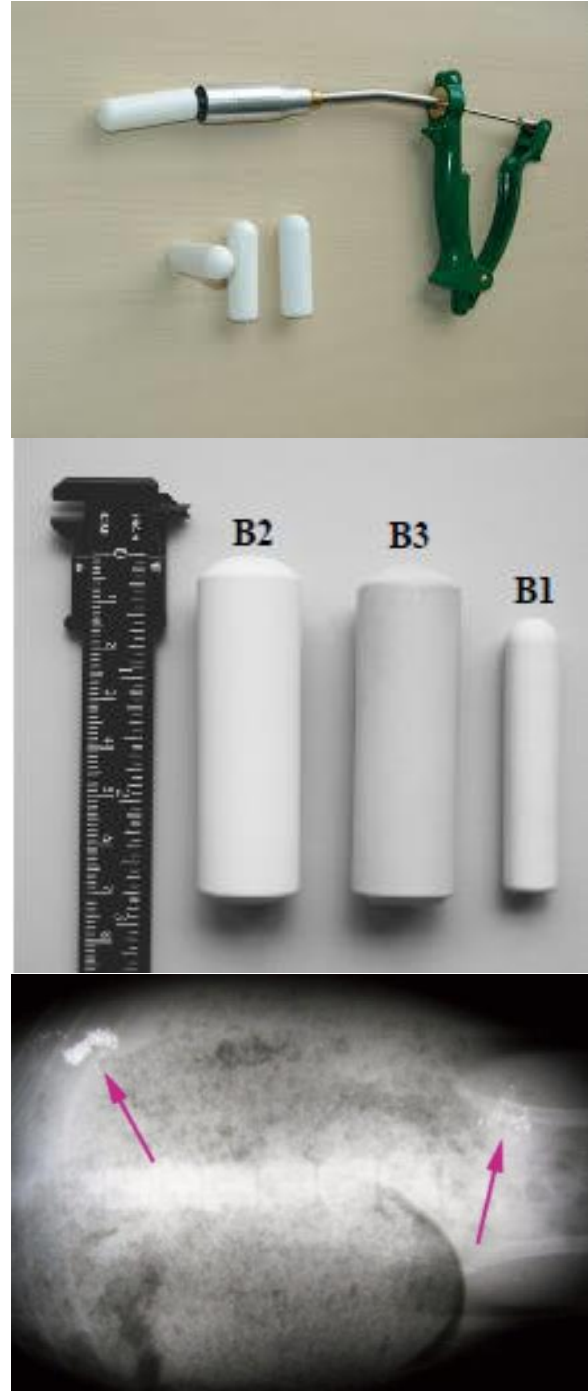
Okuma sırasında oluşan veri kaybının en önemli nedeni; vücudun herhangi bir bölgesine yerleştirilen transponderin dokuyla olan uyumsuzluğudur. Özellikle iyileşme ya da tedavi sonrası dönemde lifli bağ doku kapsülü, transponderin çevresinde bir yapı oluşturmalı ve böylece aparatın sabit kalması sağlanmalıdır. Queiroga ve ark (1994) ile Roquet ve ark (1994) keçilerde kulak tabanı ve koltuk altı bölgesine yerleştirilen transpondere karşı vücutta daha az tepki gerçekleşmiştir. Numaraların okunması ve hayvanların sürü içindeki hareketlilik durumu dikkate alındığında, 32 mm büyüklüğündeki transponderlar için en uygun vücut bölgesi, hayvanların koltuk altı bölgesi olduğu belirlenmiştir (Caja ve ark. 1998a,b). Caja ve ark (1999b) yarı-otomatik sağım sisteminin kullanıldığı işletmedeki süt keçilerinin koltuk altına 32 mm transponder yerleştirmiş ve üç yıl süresince numaranın okunabilirliği % 98 olarak saptanmıştır. Yabani formdaki İspanyol keçilerinde (*Capra pyrenaica*) koltuk altına 32 mm lik transponderler yerleştirilmiş doğal koşullarda izleme ile üçüncü yılın sonunda okuma oranı % 100 olmuş, uygulamanın yapıldığı vücut bölgesinde herhangi bir yaralanma ya da enfeksiyona rastlanılmamıştır.

AB'nin 2008 yılında çıkardığı 933 sayılı tebliğ ile (EC 21/2004; EC 933/2005) hayvanların ön ve arka ayaklarına yerleştirilen elektronik transponderlerin boyutları, giderek daha önemli hale gelmiştir. Transponderlerin küçük ve büyük olan iki boyutu (küçük:12 mm, büyük:15 mm15 mm uzunlukta) yapılan çalışmalarda değerlendirilmiş (MAPA, 2007) ve elde edilen okunabilirlik oranı % 98'den daha fazladır. Transponderlerdeki okuma kaybı ya da kırılma gibi nedenler bakımından önemli bir farklılık bildirilmemiştir. Üç aylık yaştaki oğlakların ön ayaklarına 12 ve 15 mm transponder yerleştirerek gözlem yapılmış, oluşan kayıpların çoğu (% 90.9) uygulamayı izleyen ilk iki hafta içinde gerçekleşmiştir. Birinci yaşta okuma oranı 12 mm'lik transponder için % 96 iken, 15 mm'lik transponderlerde bu oranı % 92, ikinci yaşta bu oranlar sırasıyla; % 90.9 ve 96.0 şeklinde saptanmıştır. Hayvanlarda uygulama sonrası enfeksiyon ya da iltihaplanma gözlenmezken, % 5.5 gibi düşük oranda bir kanama ve % 1.0 oranında da topallık saptanmıştır. Sonuç olarak üç aylıktan daha küçük yaşlardaki oğlaklara küçük transponderlerin ön ya da arka ayaklarına yerleştirilmesinde kırılma/kopma riski az olmasına rağmen, kayıp ve uzaktan okuma özelliğinin çok iyi olmaması nedeniyle fazla

önerilmemektedir (Saa ve ark. 2005; San Miguel ve ark. 2005).

Rumen Bolüsü

Geviş getiren hayvanlarda midenin ön bölümüne yerleştirilen elektronik rumen bolüsleri Hanton (1974,1976) ile Capote ve ark. (2005) tarafından geliştirilmiştir (Şekil 5 ve Şekil-6).



Şekil 5. Elektronik rumen bolüsüne ait bir örnek



Şekil 6. Elektronik rumen bolüsü uygulaması ve okuma anı

İlk uygulamalarda sistemin içinde batarya bulunurken, 90'lı yıllarda pasif yani aküsüz transponderlerin yapılmasına geçilmiştir. AB'de ilk elektronik rumen bolüsü yapma çabası, FEOGA Projesi (Caja ve ark. 1994, 1996) ile başlamıştır. Araştırmacılar, 32 mm transponder içeren 60 mm x 20 mm x 32 g ve 20 ml ebatlarında plastik bir silindir kullanmışlardır. Ancak, keçilerde elektronik rumen bolüsünün vücuttan atılma oranı, uygulamayı izleyen günde % 50 iken, 3 ay sonra bu oran % 7 civarındadır. Numaralardaki kayıplar ağırlıklı olarak hayvanın kusmasından kaynaklanmıştır. Bu durum, özofagusun antiperistaltik hareketler ile bolüsün retikuluma ulaşması sonucunda bolüsün ağıza kadar taşınmasına yol açmıştır. Aparat boyutlarının (uzunluk, çap, ağırlık ve hacim) elektronik rumen bolüsünün vücutta kalması üzerinde önemli bir etkisi olmamasına karşılık, özgül ağırlığı bolüsün vücuttan atılmasını etkileyen önemli bir etmendir (Ghirardi ve ark. 2007).

Elektronik rumen bolüslerinin erken yaşlarda uygulanması, vücutta kalma oranlarını daha da yükseltmektedir (Mingxiu ve ark. 2012; Sasloglou ve ark. 2009). İspanya'da standart olarak kullanılan rumen bolüsleri (22 mm uzunluk ve 75 g ağırlık) ile ilgili yapılan bir çalışmada, % 98 oranında vücuttan atılmazken, okunabilme oranını % 100' dür (Pinna ve ark. 2006; Carne ve ark. 2009c). ABD'de ikisi ekstansif diğer ikisi ise yarı-entansif koşullarda yetiştirilen toplam dört farklı keçi ırkıyla yapılan bir çalışmada ise 75 ve 82 g ağırlıklarındaki bolüsler denenmiş ve okuma oranları sırasıyla; %100 ve %97.8 olarak saptanmıştır (Carne ve

ark. 2011). Son yıllarda yapılan çalışmalar daha çok rumen bolüslerinin boyutlarının küçültülmesine yöneliktir. Castro ve ark (2004), 9.0 ve 16.3 g ağırlık ve 3.38 ile 4.59 özgül ağırlığına sahip rumen bolüslerinin oğlaklarda kullanımı olanaklarını araştırmış, bunların kesime kadar düşmediği ve okunabilme oranlarının %100 olduğunu bildirmiştir. Ayrıca 20 g ağırlığında ve özgül ağırlığı 3.9 olan rumen bolüsleri, ekstansif koşullarda yetiştirilen Angora ve Boer keçileri, İspanyol Landrace koyunları ve yarı-entansif koşullarda yetiştirilen Alpin keçilerinde de okuma oranı % 96.3 olarak saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda, yirmi gramdan daha küçük ağırlığa sahip rumen bolüslerinin keçilerin tanımlanması ve izlenmesinde kullanılması önerilmiştir (Bass ve ark. 2008; Bauer ve ark. 2009).

Rumen bolüslerinin vücuttan atılmadan kalması üzerine yapılan çalışmalarda, bolüsün vücutta doğru yere bırakılması koşuluyla keçilerde kullanımı yerine göre daha güvenli bulunmuştur (Castro ve ark. 2004). Bu kapsamda 22 mm uzunluğundaki standart rumen bolüsleri 20 kg altındaki oğlaklara da uygulanabildiği gibi 5 mm uzunluğundaki mini bolüsler ise emişirme dönemindeki oğlaklara (5-6 kg) uygulanabilir. Elektronik rumen bolüslerinin keçilerde kullanımına yönelik olarak İspanya'da yapılan bir çalışmada, oğlaklarda belirlenen ölüm oranı % 0.3'dür (Caja ve ark. 1999a,b). Macrae ve ark (2003), Suffolk kuzularında yaptıkları bir çalışmada, boyun pozisyonunun önemine dikkat çekilmiştir. Hayvanlarda esnek bir boyun, elektronik rumen bolüsünün yutulmasını güçleştirirken, gırtlak alanının kullanımını

azaltarak yaralanma riskini artırmaktadır. Diğer taraftan verimlilik, gelişme, sindirilebilirlik, yem tüketimi ve retikulumdaki değişimlerle ilişkili olarak keçilere özgü bir sorun belirtilmemektedir (Ait-Saidi ve ark, 2013; Caja ve ark. 2004). Kesim sırasında rumen içeriği boşaltıldıktan sonra bolüsler kolay ve hızlı bir şekilde (ortalama 8 saniyede) retikulum ya da rumen atriumundan uzaklaşmaktadır. Bu bağlamda bolüsün çıkarılması amacıyla geliştirilen bazı otomatik ekipmanlar da söz konusu olup gerek hayvan gerekse insan sağlığı açısından herhangi bir risk söz konusu değildir (Torras ve ark. 2006).

Elektronik Ayak Numaraları

Ayak numaraları (bilezik, ayak bantları ya da ayak numaraları) süt tipi keçi sürülerinde bireysel olarak bir farkındalık oluşturmak ya da sürü yönetimi uygulamalarındaki aksaklıkları daha kolay belirlemek amacıyla uygulanmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Elektronik ayak numarası

Ancak bunu gerçekleştirirken ilgili yönetmeliklere (AB 933/2008) uygun olmasına dikkat edilmelidir. Anılan düzenlemeye göre, plastik ve elektronik ayak numaralarının takılması (Şekil 7), küçükbaş hayvanların dış satım tarihinden çok önce uygulanması gerekir. Keçilerin her iki ayağına hem plastik hem de elektronik ayak numaralarının takılması da mümkündür (Caja ve ark. 2013, 2014). Fransa'da süt keçilerinde elektronik ayak numaralarının performansının değerlendirildiği bir araştırmada ergin keçilerde elektronik ayak numaralarının düşme oranı, işletmenin üretim sistemi ve fiziki olanaklarına bağlı olarak % 0-57.6 gibi geniş bir varyasyon göstermekle birlikte ortalama %12.9 olarak saptanmıştır. Okunamayan numaraların oranı %3.8-4.5 gibi yüksek değerlere ulaşmıştır (Caja ve ark. 2004; Balway. 2010). Çiftlik koşullarında el okuyucusu kullanılarak yapılan okumalar başarı oranı %65.5-92.3 arasında değişmiştir. Ancak geçici süreyle de olsa okunamayan elektronik ayak numaraları da söz

konusudur. Bunun nedeni araştırıldığında, numaralardaki kırılma/kopmaların yanı sıra numara yüzeyinde su birikmesi olarak belirlenmiştir. Keçilerde ise elektronik ayak numaralarının hayvanın tüm tüm yaşamı boyunca incik bölgesinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmadan kullanılabilmesi en erken kullanım yaşı altı ay olarak bildirilmiştir (Cappai ve ark. 2014). Ancak yüksek verime ve sarkık memeye sahip küçükbaş hayvanlarda ayak bantları/numaraları bazen meme yaralanmalarına neden olabilmektedir. Bu hususa da dikkat etmekte yarar vardır.

Hayvan Tanımlamada Kullanılan Biyometrik Yöntemler

Biyometrik yöntemler, hayvana ait biyolojik özellikleri esas alarak bireysel tanımlamayı doğru yapma olanağı verir (Jain ve ark, 2004). DNA yapısı ve retinanın damar yapısının değerlendirilmesi (Rojas-Olivares ve ark. 2009) günümüzde hayvanların tanımlanması ve izlenebilirliği açısından önemli olabilir. Biyometrik yöntemlerdeki son gelişmeler ile sığır ve koyunların doğru tanımlanması için geliştirilen basit ve doğru yöntemlerden biri retina resimlerinin kullanımınıdır (Allen ve ark. 2008; Gonzales-Barron ve ark. 2008; Rojas-Olivares ve ark. 2011, 2012). Retinanın damar resimleri, bireye özgüdür. Doğumdan ergin yaşa kadar çok az değişim gösterir (Whitier ve ark. 2003; Golden ve ark. 2004; Gozales-Barron ve ark. 2008). Geleneksel hayvan tanımlama sistemlerine bir alternatif olarak geliştirilen ve farklı araştırmacılar (Barry ve ark. 2008) tarafından da test edilmiştir (Optireader, Optibrand Ltd) (Şekil 8). Araştırmacılar göre, "Optireader" ile sağlanan resimler, göreceli olarak daha hızlı/doğru sonuç verebilir ve geleneksel hayvan tanımlama yöntemlerine göre yanlış okumalardan kaynaklanan bir durum da söz konusu değildir. Kuzuların izlenebilirliğinin denetlenebilmesi ve retina resimleri kullanılarak doğru tanımlama yaşı bir aydır. Benzer şekilde, hayvanların burun izleri sığırların tanımlanmasında biyomedikal bir yöntem olarak kullanılabilir (Barry ve ark. 2007). Ancak biyomedikal yöntemlerin kesin sonuç vermesi ve hayvana bağlı karışıklıkları azaltmasına rağmen, işletmelerin sahip oldukları fiziksel ya da personel sorunları bu yöntemlerin kullanımını kimi zaman sınırlayabilir.

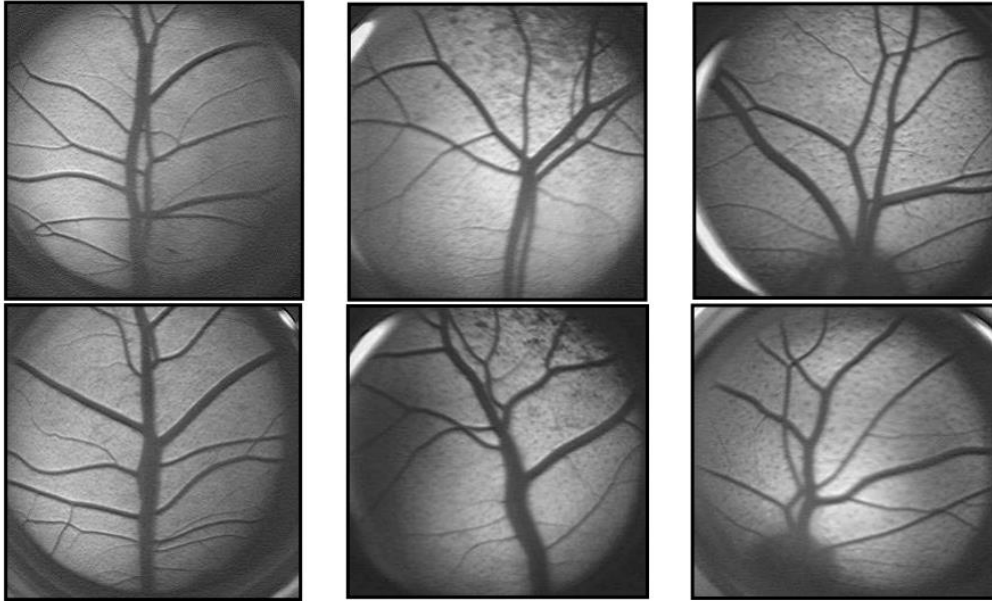
Retina resimleri, arazinin yapısına bağlı olarak kirlilik ya da nemlilik gibi olumsuz etmenlere rağmen önemli bulgular verebilmektedir (Dalvit ve ark. 2007; Rojas-Olivares ve ark. 2009). Biyomedikal yöntemlerine ait basit bir karşılaştırma Çizelge 3'de verilmiştir.



Sığır

Koyun

Keçi



Şekil 8. Optireader ile retina okuması Rusk *et al.* 2006 <http://www.joe.org/joe/2006october/a7.php>

Çizelge 3. Biyomedikal yöntemlerine ait bir karşılaştırma

Yöntem	Doğruluk	Kullanım kolaylığı	Kullanıcılar tarafından benimsenmesi
Ses	Orta	Yüksek	Yüksek
Retina	Yüksek	Düşük	Düşük
İris	Orta	Orta	Orta

Günümüzde çiftlik koşullarında başta sığır ve koyunlar olmak üzere retinadaki damar resimlerinin bireysel farklılıklarından yararlanmak mümkün olmaktadır (Rusk ve ark. 2006, Rojas-Olivares ve ark. 2009). Bu amaçla ABD’de retina resimlerinden yararlanılarak büyükbaş ve küçükbaş hayvanlarda tanımlama araştırmaları halen devam etmektedir (Rojas-Olivares ve ark. 2011).



Şekil 9. Koyunlarda burun izi

Öneriler

Keçi ve koyunların tanımlanması amacıyla kullanılan elektronik aygıtların performansı, son yıllarda birçok araştırmacının konusunu oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar, elektronik tanımlamadaki aygıt/aparatların plastik numaralara göre daha iyi sonuç verdiği şeklindedir. Kasaplık küçükbaş hayvanlarda kullanılan elektronik numaraların kesim sırasında vücuttan uzaklaştırılması insan sağlığı açısından çözülmesi gereken önemli bir sorun oluşturmasına rağmen, ICAR(2007) tarafından önerildiği gibi koltuk altlarına yerleştirilen transponderlerin yeterli güvenliğe ve okunabilirliğe (>%98) sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle keçilerde erken yaşlarda inciğe yerleştirilen transponderlerin okuma oranlarında geniş bir varyasyon vardır. Ancak küçük boyutlara sahip transponderlerin, özellikle keçilerin ayak bileğinin iç kısmına yerleştirilmesinin daha doğru olacağı belirtilmektedir. Elektronik kulak numaralarında okunabilirlik, değişim göstermekle birlikte, iyi tasarlanmış düğme şeklindeki elektronik kulak numaralarında daha az düşme oranı ve yüksek okunabilir söz konusudur. Elektronik ayak numaraları, mevcut tanımları yöntemlerine alternatif bir diğer tanımlama sistemi olabilir. Ancak ayak numaralarının tasarımının yanı sıra bu konudaki AB düzenlemeleri dikkate alınmalı ve 6 aylık yaştan daha küçük hayvanlarda(oğlak ve kuzularda) kullanılması durumunda incik gelişimini etkilediği unutulmamalıdır. Bazı koyun ırklarında halen kullanılan rumen bolüsları, vücuttan uzun süre atılmadan kalabilmesi açısından keçi genotipleri için henüz uygun bulunmamaktadır. Rumen bolüslerinin teknik özellikleri ve retikulumdan atılmadan kalabilmesi konusunda yapılan çalışmalarda koyuna göre keçilerde daha özel bir ağırlığa sahip olması gerektiğidir. Bolüs hacmindeki azalma, ancak bolüs yapımında uygun materyalin kullanımıyla

gerçekleşebilir. Yeni rumen bolüslerinin sahip olacağı teknik özelliklerinin yanı sıra hayvan refahına olan etkisi de dikkate alınarak karar verilmelidir.

Sonuç olarak küçükbaş hayvancılık işletmeleri başta amaç ve hayvan refahı olmak üzere maliyetler de dikkate alarak kendileri için en uygun olan hayvan tanımlama yöntemlerinden birine karar vermelidir.

Kaynaklar

- Abecia JA, Torras J. 2009. Aplicación de la pulsera electrónica Patu-flex: Identificación de corderas y cabritas de reposición. *Albéitar* 129:54-55.
- Ait-Saidi A, Caja G, Carné S, Salama AAK, Ghirardi JJ. 2008b. Comparison of manual vs. semi-automatic milk recording systems in dairy goats. *Journal of Dairy Science* 91:1438-1442.
- Ait-Saidi A, Caja G., Carné S, AAK, Salama AAK, Ghirardi JJ. 2008a. Performance of using electronic identification (e-ID) for milk recording in dairy goat. Innovations that result in efficient and environmentally friendly farming Ruminant Research Group, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Spain. 59th Meeting EAAP, 24-27 August 2008, Vilnius, Lithuania.
- Ait-Saidi A, Caja G, Mockett JH. 2013. Eficacia de lectura dinámica de transpondedores de distintas tecnologías en ganado ovino en condiciones de granja. In: XV Jornadas sobre Producción Animal. Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA), Zaragoza, Spain, pp.91-93.
- Allen A, Golden B, Taylor M, Patterson D, Henriksen D, Skuce R. 2008. Evaluation of retinal imaging technology for the biometric identification of bovine animals in Northern Ireland *Livestock Science* 116(1-3): 42-52.
- Anon 2006. RFID and UHF: A Prescription for RFID Success in the Pharmaceutical Industry. White paper representing a collaborative effort by ADT/Tyco Fire & Security, Alien, Impinj, Intel, Symbol and Xterprise. http://www.mepsrealtime.com/wp-content/uploads/2011/02/2006-WP-RFID-andUHF_ApPrescription-for-RFID-Success-in-the-Pharmaceutifcal-Industry.pdf. (20.11.2015).
- Balvay B. 2010. Identification électronique: Présentation du projet «RFID Caprine». Institut de l'Élevage. http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf_Actualites_de_la_filiere.pdf (23 Nisan 2010).
- Barry B, Gonzales-Barron UA, McDonnell K, Butler F, Ward S. 2007. Using muzzle pattern recognition as a biometric approach for cattle identification. *Transactions of the ASABE* 50(3):1073-1080, ISSN 0001-2351.

- Barry B, Corkery G, Gonzales-Barron U, McDonnell K, Butler F, Ward S. 2008. A longitudinal study of the effect of time on the matching performance of a retinal recognition system for lambs. *Computer and Electronics in Agriculture* 64: 202–211.
- Bass PD, Pendell DL, Morris DL, Scanga JA, Belk KE, Field TG, Sofos JN, Tatum JD, Smith GC. 2008. Review: sheep traceability systems in selected countries outside of North America *Professional Animal Scientist* 24(4): 302–330.
- Bauer U, Kilian M, Harms J, Wendl G. 2009. First results of a large field trial regarding electronic tagging of sheep in Germany. In: Lokhorst C, Groot Koerkamp PWG. (Eds.), *Precision Livestock Farming'09*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands 237–242.
- Bechini A, Cimino MGCA, Marcelloni F, Tomasi A. 2008. Patterns and technologies for enabling supply chain traceability through collaborative e-business. *Information and Software Technology* 50(4):342–359.
- Besbes B, Hoffmann I. 2011. Animal identification for traceability and performance recording: FAO's multipurpose and integrated approach FAO-ICAR-FEPALE Workshop on animal identification and recording systems for traceability and livestock development in LAC region, December Santiago, Chile.
- Blancou J. 2001. A history of the traceability of animals and animal products. *Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties*. 20(2):420-425.
- Caja G, Barillet F, Nehring R, Marie C, Ribó O, Ricard E, Lagriffoul G, Conill C, Aurel MR, Jacquin M. 1996. Comparison of different devices for electronic identification in dairy sheep. In: Renaud, J., van Gelder, J. (Eds.) *Performance Recording of Animals*. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands, pp. 349–353, EAAP Publ. No. 87.
- Caja G, Conill C, Nehring R, Ribó O. 1999a. Development of a ceramic bolus for the permanent electronic identification of sheep, goat and cattle. *Computer and Electronics in Agriculture* 24:45–63.
- Caja G, Conill C, Ribó O, Nehring R, Salama AAK, Ayadi M. 2013. Readability and migration of glass encapsulated transponders injected in different body sites of adult goats for electronic identification. *Animal* (submitted for publication). traceability of pigs from birth to the end of the slaughter line. *Journal of Animal Science* 83:2215–2224.
- Caja G, Ghirardi J, Hernández-Jover M, Garí D. 2004. Diversity of animal identification techniques: from fire-age to electronic-age. *ICAR Technical Series No.9*. http://minnie.uab.es/~veteri/40300/23_Caja_etal04_ICarTS9_animal%20identification.pdf. (12.05.2016).
- Caja G, Hernandez-Jover M, Conill C, Garin D, Alabern X, Farriol B, Ghirardi JJ. 2005a. Use of ear tags and injectable transponders for the identification and traceability of pigs from birth to end of the slaughter line. *Journal of Animal Science* 83:2215-2224.
- Caja G, Ghirardi JJ, Garin D, Viseca JF. 2005b. Capsule for the electronic identification of ruminants of any weight and age. Inventors; Rumitag S.L. Assignee. International Patent WO/2005/002329.
- Caja G, Luini M, Fonseca PD. 1994. Electronic identification of farm animals using implantable transponders. In: FEOGA Research Project (Contract CCAM 93-342), Final Report, Vol. I–II, December European Commission, Brussels.
- Caja G, Peris S, Conill C, Nehring R, Roca R, Ribó O, Milán MJ. 1999b. Implementation of a system based on electronic identification for the official milk recording of dairy goats in Catalonia. In: Barillet F, Zervas NP. (Eds.), *Milking and Milk Production of Dairy Sheep and Goats*. Wageningen Pers, EAAP Publ. No. 95, Wageningen, The Netherlands, pp. 406–411.
- Caja G, Ribó O, Nehring R, Conill C, Peris S, Solanes D, Montardit JL, Milán MJ, Farriol B, Vilaseca JF, Alvarez, JM, Díez A, Aguilar O. 1998a. Contract AIR 3 PL 93 2304 (1995–1997): Coupling Active and Passive Telemetric (CAPT) Data Collection for Monitoring, Control and Management of Animal Production at Farm and Sectorial Level. Final Report, Partner P10. Universitat Autònoma de Barcelona, Spain.
- Caja G, Vilaseca JF, Korn C. 1998b. The European Union, assignee, 1998b. Ruminant bolus for electronic identification of a ruminant. Patent WO 98/01025 (01.15.1998).
- Caja G, Carné S, Salama AAK, Ait-Saidi A, Rojas-Olivares MA, Rovai M, Capote J, Castro N, Argüello A, Ayadi M, Aljumaah R, Alshaikh MA. 2014. State-of-the-art of electronic identification techniques and applications in goats. *Small Ruminant Research* 121:42–50.
- Capote J, Martín D, Castro N, Muñoz E, Lozano J, Carné S, Ghirardi JJ, Caja G. 2005. Retención de bolos ruminales para identificación electrónica en distintas razas de cabras españolas. *ITEA Production Animal* 26:297–299 (Vol. extra).
- Cappai MG, Picciau M, Nieddu G, Bitti MPL, Pinna W. 2014. Long term performance of RFID technology in the large scale identification of small ruminants through electronic ceramic boluses: Implications for animal welfare and regulation compliance. *Small Ruminant Research* 117:169-175.

- Carlberg J. 2010. Development and Implementation of a Mandatory Animal Identification System: The Canadian Experience. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 42(3):559–570. <http://home.cc.umanitoba.ca/~carlberg/bio/Carlberg%20JAAE%20Animal%20Identification.pdf> (12.05.2016).
- Carne S. 2010. Electronic identification of goats: comparasion of different types of radio-frequency and visual devices. PhD. Thesis. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Spain. 140 p.
- Carné S, Caja G, Ghirardi JJ, Salama AAK. 2009a. Long-term performance of visual and electronic identification devices in dairy goats. *Journal of Dairy Science* 92:1500–1511.
- Carné S, Caja G, Ghirardi JJ, Salama AAK. 2011. Modeling the retention of rumen boluses for the electronic identification of goats. *Journal of Dairy Science* 94:716–726.
- Carné S, Caja G, Rojas-Olivares MA, Salama AAK. 2010. Readability of visual and electronic leg tags versus rumen boluses and electronic ear tags for the permanent identification of dairy goats *Journal of Dairy Science* 93(11):5157-5166.
- Carné S, Gipson TA, Rovai M, Merkel RC, Caja G. 2009b. Extended field test on the use of visual ear tags and electronic boluses for the identification of different goat breeds in the United States. *Journal of Animal Science* 87:2419–2427.
- Carné S, Gipson TA, Rovai M, Merkel RC, Caja G. 2009c. Extended field test on the use of visual ear tags and electronic boluses for the identification of different goat breeds in the United States. *Journal of Animal Science* 87:2419–2427
- Castro A, Martín D, López JL, Montesdeoca MC, Capote J. 2004. Efecto de la identificación electrónica con bolo ruminal en los parámetros histológicos de los estómagos de cabritos. Pages 88–90 in XXIX Jornadas Científicas de la SEOE, Lleida, Spain.
- Ching S, Tai A. 2009. HF RFID versus UHF RFID — Technology for Library Service Transformation at City University of Hong Kong. *The Journal of Academic Librarianship* 35(4):347-359.
- Conill C, Caja G, Nehring R, Ribo O. 2002. The use of passive injectable transponders in fattening lambs from birth to slaughter: Effects of injection position, age and breed. *Journal of Animal Science* 80:919–925.
- Cooke A, Diprose BB, Brier B. 2010. Use of UHF Tags in Deer & Sheep. Rezare Systems Limited, New Zealand. http://www.rfid-pathfinder.org.nz/images/pdf/uhf_tag_assessment_report_2010-02-09.pdf (12.05.2016).
- Curtin J, Kauffman R, Riggins F. 2010. Making the ‘MOST’ out of RFID technology: a research agenda for the study of the adoption, usage and impact of RFID. *Information Technology and Management* 8(2):87-110 (DOI: 10.1007/s10799-007-0010-1).
- Curtis M. 2002. Tag loss variation shock. *Farmers Weekly Interactive*, 28 June 2002. Available: <http://www.fwi.co.uk> (16 March 2004).
- Dalvit C, De Marchi M, Cassandro M. 2007. Genetic traceability of livestock products: A review. *Meat Science* 77(4):437-449.
- Deavours D. 2005. UHF EPC Tag Performance Evaluation. RFID Alliance Lab, University of Kansas. http://www.rfidjournal.net/Alliance_Lab_Report_intro.pdf (11.05.2016).
- DEFRA, 2003. Regulatory impact assessment on EU proposals for a council regulation establishing a system for the identification and registration of ovine and caprine animals and amending regulation N3508/92. v.8, April 2003. Available:<http://www.defra.gov.uk/corporate/consult/sheepria/sheepriadocument.pdf>. (28 July 2004).
- EC, 2005. Report from the Commission to the Council and The European Parliament on the possibility of introduction of electronic identification for bovine animals Brussels, 25.01.2005 COM(2005) 9 final. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0009:FIN:EN:PDF> (28 July 2004)
- EC, 2004. Council Regulation (EC) No 21/2004 of 17 December 2003. establishing a system for the identification and registration of ovine and caprine animals and amending Regulation (EC) No 1782/2003 and Directives 92/102/EEC and 64/432/EEC. *J.Eur. Union L5*: 8–17.
- Edwards DS, Johnston AM, Pfeiffer DU. 2001. A comparison of commonly used ear tags on the ear damage of sheep. *Animal Welfare* 10:141–151.
- Fallon RJ. 2001. The development and use of electronic ruminal boluses as a vehicle for bovine identification. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)* 20:480-490.
- FCEC, 2009. Study on the introduction of electronic identification (EID) as official method to identify bovine animals within the European Union. Final Report by the Food Chain Evaluation Consortium (FCEC) under Framework Contract for evaluation and evaluation related services - Lot 3: Food Chain (awarded through tender no 2004/S 243-208899). European Commission, Directorate General for Health and Consumers. http://ec.europa.eu/food/animal/identification/bovine/docs/EID_Bovine_Final_Report_en.pdf (10.05.2016).

- Ferrer G, Dew G, Apte U. 2010. When is RFID right for your service? *International Journal of Production Economics* 124:414–425.
- Fonseca MS, Kenworthy WJ, Courtney FX, Hall MO. 1994. Seagrass planting in the southeastern United States: methods for accelerating habitat development. *Restoration Ecology* 2:198–212.
- Geers R, Puers B, Goedgeels V, Wouters P. 1997. Electronic Identification, Monitoring and Tracking of Animals. CAB International, Oxford.
- Hobo J. 1998. The necessity for identification and registration of bovine animals from birth to consumer. *Performance Recording of Animals: State of the Art, 1998*. EAAP Publication No. 91: 53–58.
- Ghirardi JJ, Caja G, Flores C, Garín D, Hernández-Jover M, Bocquier F. 2007. Suitability of electronic mini-boluses for early identification of lambs. *Journal of Animal Science* 85:248–257.
- Golden BL, Rollin BE, Switzer RV, Comstock CR. 2004. Retinal vasculature image acquisition apparatus and method. Colorado State University Research Foundation, assignee. US Pat. 6:766, 041.
- Gonzales Barron U, Butler F, Mc Donnell K, Ward S. 2009. The end of the identity crisis? Advances in biometric markers for animal identification. *Irish Veterinary Journal* 62:204-208. http://www.veterinaryirelandjournal.com/Links/PDFs/CE-Large/CELA_March_2009.pdf (12.05.2016).
- Gonzales-Barron U, Corkery G, Barry B, Butler F, McDonnell K, Ward S. 2008. Assessment of retinal recognition technology as a biometric method for sheep identification. *Computers and Electronics in Agriculture* 60:156–166.
- Gruys E, Schakenraad JM, Kruit LK, Bolsher JM. 1993. Biocompatibility of glass-encapsulated electronic chips (transponders) used for the identification of pigs. *Veterinary Record* 133:385–388.
- Hanton JP. 1976. Rumen-implantable method of electronic identification of livestock. In: *Proceedings: Symposium on Cow Identification System and Their Applications*. April 8 and 9, IMAG, Wageningen, The Netherlands.
- Hanton John P. 1974. Electronic identification of livestock. I.F.A.C. Symposium on Automatic Control for Agriculture, University of Saskatchewan (Saskatoon) Paper E2.
- Hartley G, Sundermann E. 2010. The efficacy of using the EPC global network for livestock traceability: A Proof of Concept. GS1 New Zealand. <http://www.gs1nz.org/documents/Final%20POC%20Document.pdf> (17.12.2015).
- Hartley G. 2008. UHF RFID for livestock traceability: Findings from New Zealand . New Zealand. GS1 http://www.fsai.ie/uploadedFiles/News_Centre/Events/Events_Listing/Garry%20Hartley.pdf (11.05.2016).
- Heeres JJ, Hogerwerf PH. 2003. Ear tag transponders studied in sheep and goats. Page 190 in *Book of Abstracts of the 54th Annu. Mtg. Eur. Assoc. Anim. Prod.* Rome, Italy.
- Hess E. 2006. The Great Debate: HF or UHF RFID. *Field Technologies Online*. August 2006 <http://www.fieldtechnologiesonline.com/article.mvc/The-Great-Debate-HF-Or-UHF-RFID-0001> (09.05.2016).
- Hosie B. 1995. Problems with the use of ear tags in sheep. *Veterinary Record* 137:571-576.
- ICAR-International Committee for Animal Recording. 2007. International agreement of recording practices. Guidelines approved by the General Assembly held in Kuopio, Finland, June 2006. ICAR, Rome, Italy.
- ICAR-International Committee for Animal Recording, , 2012. International Agreement of Recording Practices. Guidelines approved by the General Assembly held in Cork, Ireland on June 2012. In: *International Committee for Animal Recording, Rome, Italy, p. 578*.
- ICAR, 2009. International Agreement of Recording Practices. Guidelines approved by the General Assembly, Niagara Falls, NY, June. International Committee for Animal Recording, Rome, Italy.
- ICAR, 2010. Animal identification: List of manufacturer codes. http://www.service-icar.com/Manufacturers_DB/manufacturer_codes_main.asp (08.05.2016).
- ICAR-International Committee for Animal Recording, 2005. Animal identification: List of manufacturer codes. [Online] Available:http://www.icar.org/manufacturer_codes.htm (11.05.2016).
- ICAR-International Committee for Animal Recording, 2014. Complete List of the ICAR Approved RFID Devices and Corresponding Manufacturers' Codes, Last updated 05.02.14. Available at: http://www.service-icar.com/manufacturer_complete.php (10.05.2016).
- ISO-International Organization for Standardization, 2006. Code for the Representation Names of Countries and their Subdivisions - Part 1: Country codes. ISO 3166-1:2006 2009-10-15.
- Jain AK, Ross A, Prabhakar S. 2004. An introduction to biometric recognition. *Circuits and Systems for Video Technology*, IEEE Transactions 14(1):4-20.
- Karakus F, Demir AÖ, Akkol S, Düzgün A, Karakus M. 2015. Performance of electronic and visual ear tags in lambs under extensive conditions in Turkey. *Archives Animal Breeding* 58:287-292.

- Leng NM, Kin SL, Hall DM, Cole PH. 2005. A small passive UHF RFID tag for livestock identification. Proceedings of 2005 IEEE International Symposium on Microwave, Antenna, Propagation and EMC Technologies for wireless Communication, Beijing, China.
- Leong KS, Leng NM, Cole PH. 2007. Investigation on the deployment of HF and UHF RFID tag in livestock identification. Proceedings of IEEE Antennas and Propagation International Symposium, Honolulu, HI.
- Macrae AI, Barnes DF, Hunter HA, Sargison ND, Scott PR, Blis-Sitt KJ, Booth TM, Pirie RS. 2003. Diagnosis and treatment of retropharyngeal injuries in lambs associated with the administration of intraruminal boluses. *Veterinary Record* 153:489–492.
- MAPA, 2007. Identificación electrónica animal: Experiencias del MAPA. MAPA, Madrid, Spain.
- Mingxiu Z, Chunchang F, Minggen Y. 2012. The application used RFID in third party logistics. *Physics Procedia* 25:2045-2049.
- Pinna W, Sedda P, Moniello G, Ribó O. 2006. Electronic identification of Sarda goats under extensive conditions in the island of Sardinia. *Small Ruminant Research* 66:286–290.
- Pugh G. 2004. The Basics of RFID. An Introduction to the Technology and Terms. Transcient Technology White Paper. http://www.rfid-pathfinder.org.nz/images/pdf/pfg_0705011.pdf (19.12.2015).
- Queiroga MC, Fonseca PD, Roquete CR, Castro JL, Condec OAG, Lage M. 1994. Subcutaneous tissue reaction to the implanted electronic identification transponders in caprine. In: *Electronic Identification of Farm Animals Using Implantable Transponders*. UE DG VI-FEOGA, Research Project, Final Report, vol. II, Exp. UE-03/2.3, European Commission, Brussels.
- Reiners K, Hegger A, Hessel EF, Bo CKS, Wendl G, van den Weghe HFA. 2009. Application of RFID technology using passive HF transponders for the individual identification of weaned piglets at he feed trough. *Computers and Electronics in Agriculture* 68:178-184.
- Reinholz A, Vaselaar D, Owen G, Freeman D, Glower J, Ringwall K, Riesinger M, McCarthy, 2006. Learning from Animal Identification with UHF RFID Technology. North Dakota State University. http://autoidlabs.mit.edu/cs/convocation/2006_05_01_LasVegas/presentations%5CMcCarthy.pdf (15.11.2015).
- Ribó O, Korn C, Meloni U, Cropper M, De Winne P, Cuypers M. 2001. IDEA: a large-scale project on electronic identification of livestock. *Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties* 20:246–436.
- Rojas-Olivares MA, Caja G, Carne S, Salama AAK. 2009. Retinal image recognition of identifying and tracing live and harvested lambs. 60th Annual Meeting of European Association for Animal Production. 24-27 August Barcelona-Spain.
- Rojas-Olivares MA, Caja G, Carne S, Salama AAK, Adell N, Puig P. 2011. Retinal image recognition for verifying the identity of fattening and replacement lambs. *Journal of Animal Science* 89:2603–2613.
- Rojas-Olivares MA, Caja G, Carne S, Salama AAK, Adell N, Puig P. 2012. Determining the optimal age for recording the retinal vascular pattern image of lams. *Journal of Animal Science* 90:1040-1046.
- Roquete CR, Castro JL, Condec O, Fernandes JV. 1994. Evaluation of the body reaction of electronic identification transponders implanted in four different sites in adult goats. In: *Electronic Identification of Farm Animals Using Implantable Transponders*. UEDG VI-FEOGA, Research Project, Final Report, vol.II, Exp.UE-03/2.1.
- Rusk CP, Blomeke CR, Balschweid MA, Elliott SJ, Baker D. 2006. An evaluation of retinal imaging technology for 4-H beef and sheep identification. *Journal of Extension [On-line]*, 44(5) Article 5FEA7. Available at: <http://www.joe.org/joe/2006october/a7.shtml> (10.05.2016).
- Saa C, Mila MJ, Caja G, Ghirardi JJ. 2005. Cost evaluation of the use of conventional and electronic identification and registration systems for the national sheep and goat populations in Spain. *Journal of Animal Science* 83:1215-1225.
- San Miguel O, Caja G, Nehring R, Miranda F, Merino JA, Almansa V, Lueso MJ. 2005. Results of the IDEA project on cattle, sheep and goats in Spain. In: Guellouz, M., Dimitriadou, A., Mosconi, C. (Eds.) *Performance Recording of Farm Animals: State of the Art*, EAAP Publ. No.113. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 357–359.
- SANCO, 2008. Commission of the European Communities. Commission Regulation of Amending the Annex to Regulation (Ec) No 21/2008, Brussels.
- Sasloglou K, Glover IA, Goh HG, Kwong KH, Gilroy MP, Tachtatzis C, Michie C, Andonovic I. 2009. Antenna and Base-station Diversity for WSN Livestock Monitoring Wireless Sensor Network, Scientific Research Publishing http://strathprints.strath.ac.uk/14826/1/Antenna_and_BaseStation_Diversity_for_WSN_Livestock_Monitoring.pdf (11.05.2016).

- Schuiling HJ, Verkaik J, Binnendijk G, Hogewerf P, Smits D, van der Fels B. 2004. Elektronische oormerken voor I&R bij schapen en geiten. Praktijk Rapport Schapen 02. Animal Sciences Group, Wageningen, the Netherlands.
- Thurner S, Wendl G. 2007. Identification reliability of moving HF-transponders with simultaneous reading. *Landtechnik* 62:106-107.
- Torras X, Vilaseca JF, Caja G. 2006. Process and machine for recovering capsules from inside slaughtered animals. Patent WO2006/050835A8. USDA (UnitedStates Department of Agriculture). Animal Disease Traceability Framework. Official Ear tags-Criteria and Options, Available at: http://www.aphis.usda.gov/traceability/downloads/ADT_eartags_criteria.pdf (09.05.2016).
- Trevharten A, Michael K. 2008. The RFID-enabled dairy farm: towards total farm management. In: 7th International Conference on Mobile Business, Barcelona, Spain.
- Voulodimos AS, Patrikakis CZ, Sideridis AB, Ntafis VA, Xylouri EM. 2009. A complete farm management system based on animal identification using RFID technology. *Computers and Electronics in Agriculture* 70:380–388.
- Walton TE. 2002. National Animal Health Monitoring System. Part I: Reference of sheep management in the United States. USDA APHIS: VS, CEAH, Fort Collins, CO.
- Whittier JC, Doubet J, Henrickson D, Cobb J, Shaddock J, Golden BL. 2003. Biological considerations pertaining to use of the retinal vascular pattern for permanent identification of livestock in Proc. Western Section, American Society of Animal Science. 54. <http://www.asas.org/western03/> (11.06.2016).