

Robotlu Sağım Sistemleri

Bünyamin Demir İsmail Öztürk

*Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Erzurum
e-posta: bdemir@atauni.edu.tr*

Geliş Tarihi/Received:08.10.2010

Özet: Fiziksel ve biyolojik özelliklere sahip olan sağım, düzenli bir işletme fonksiyonudur. Günümüz itibariyle, teknolojik gelişmelerin de katkısıyla süt sığırcılığı işletmelerinde sağım işlemi insan müdahalesi olmaksızın yapılabilmektedir. Sağımda süt verimini arttırmak için üreticilerin iyi bir sağım teknolojisine sahip olmaları ve sağım sistemlerini etkin bir şekilde kullanmaları gerekmektedir.

Bu çalışmada robotlu sağım sistemi ekipmanları, çalışma prensipleri, robotlu sağımın işgücü kullanımı, süt üretimi ve süt kalitesi bakımından önemi ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Sağım robotu, Süt üretimi, Sağım sistemleri

Robotic Milking Systems

Abstract: Milking is a routine dairy business that has physical and biological aspects. Today, by means of technological improvements, milking can be performed without human intervention in dairy cattle enterprises. To achieve high levels of milk production, the dairyman must use good milking techniques and milking systems that will milk cows efficiently.

In this research, work principles and equipments of robotic milking system, consequence in labour, milk production and milk quality of robotic milking were discussed.

Key words: Milking robot, Milk production, Milking systems

1.GİRİŞ

Sağım, doğrudan veya dolaylı etkilere sahip olması nedeni ile hem hayvan hem de işletme açısından üzerinde önemle durulması gereken bir işletme fonksiyonu ve süt sığırcılığı işletmelerinin ana gelir kaynaklarından biri olan sütün elde edilmesi işlemidir.

Günümüz ekonomik koşulları, her alanda olduğu gibi süt sığırcılığında da rekabeti beraberinde getirmiştir. Süt sığırcılığında ana ürün süt olduğu için ucuz ve kaliteli üretim ön plana çıkmıştır. Bu rekabet şartları süt sığırcılığının şekil değiştirmesine neden olmuştur. Süt sığırcılığı 3-5 baş hayvana sahip aile işletmeciliğinden 100, 200, 300 hatta 1000 başlık modern işletmelerde profesyonel yaklaşımlarla yapılmaya başlanmıştır. Bu şekilde yem ve işçilik giderleri, işletmelerde işçiliği en aza indirenmiş merkezi sistemler olarak geliştirilmiştir (Alıç ve Yener 2006).

Süt sığırcılığı yapan işletmelerde, süt sağım işlemi işletme içi çalışmaların yaklaşık %55-65'ini oluşturması nedeniyle oldukça zor ve özen isteyen bir üretim basamağıdır. Bu nedenle sağım işini çabuklaştırmak, elemeğini en aza indirmek, iş gücü gereksinimini azaltmak, hayvan sağlığını korumak ve temiz süt elde etmek amacıyla sağımda makine kullanımı kaçınılmaz olmuştur (Bilgen 1991).

Ahırda gerçekleştirilen işlemler arasında en yoğun zamanı süt sağım işlemi almakta, bu işlemin mekanizasyonu ise, süt sığırcılığı yapan hayvancılık işletmelerini çok daha verimli hale getirebilmektedir. Günümüzde son teknoloji ile geliştirilmiş robotlu sağım sistemleri hayvancılık işletmelerinde yer almaya başlamıştır. Bu çalışmada robotlu sağım sistemleri ekipmanları çalışma prensipleriyle tanıtılmış ve robotlu sağımın işgücü kullanımı, süt üretimi ve kalitesi bakımından önemi ele alınmıştır.

2. Robotlu Sağım Sistemlerinin Genel Yapısı ve Teknik Özellikleri

Otomatik sağım sistemleri, ineklerin sağım sistemine karşı istekli olma temeline dayanmaktadır. Normalde ineklerin sağılma isteği, en iyi sağılma sıklığını elde etmek için pekte yeterli değildir. Bu yüzden yoğun beslenme, otomatik sağım sistemlerini cazip hale getirmek için kullanılmaktadır. Sağım sisteminin cazibesini arttırmak için ödül olarak kullanılan besin konsantrasyonunun lezzetli olması esastır (Madsen ve ark. 2010).

Robotlu sağım sisteminde, inekler insan denetimi olmadan herhangi bir zamanda sağım sistemine girebilmekte ve ahır içinde serbest hareket edebilmektedir. Memenin sağıma hazırlanması, sağım ünitelerinin takılması ve çıkarılması, inekleri tanıyan otomatik ünitelerin kontrolü, sisteme ilişkin kontrol bilgisayarı yardımıyla yapılmaktadır. Robotlu sağım sistemi çalışma aşamaları; elektrikle çalışan otomatik kapıların kapanması, ineğin tanınması, memenin hazırlanması, süt kalitesinin belirlenmesi, sağım başlıklarının takılması, sağımın denetlenmesi, sağım başlıklarının çıkarılması, sağım sonrası memenin bakımı, ineğin serbest bırakılması, süt toplama tankı ile soğutucuya sütün transferi şeklinde sıralanabilmektedir (De Koning ve ark. 2001, Graves 2002, Reinemann 2002).

Sağım robotu, sağım işlemini gerçekleştiren donanım ile bu donanım parçalarını kontrol eden bilgisayar yazılımından ibarettir. Bir sağım robotu, bilgisayar, sensörler, sağım sistemi, temizleme sistemi, sağım bölmesi ve robot kol veya kollarından oluşmaktadır (Türkyılmaz 2005, Alıç ve Yener 2006).

2.1. Bilgisayar

Robotlu sağım sisteminin bir parçası olan bilgisayar, sistemin değişik fonksiyonlarını yönetmekte ve beklenmedik durumları ikaz etmektedir. Bilgisayar, farklı algılayıcılar tarafından toplanan verileri değerlendirmekte ve bu aşamada kendisine yüklenen bilgileri kullanmaktadır. Süt akışı ve miktarı her bir ineğin 4 meme başı için denetlenmekte ve daha önceki dönemlerdeki kayıtlı bilgiler ile karşılaştırılmaktadır. Farklar kaydedilmekte ve böylece hasta olan ineklerin erken dönemde saptanması mümkün olmaktadır (Anonymous 2005, Alıç ve Yener 2006).

Sağım zamanında ineğin tanınması, sağım başlıklarının ineğe takılması, çıkarılması, inek memesinin sağıma hazırlanması sırasında manevra yapabilen metal robot kolun hareketi, ineğe verilecek olan yemin belirlenmesi, sisteme giriş-çıkış kapılarının açılıp kapanması da bilgisayar tarafından kontrol edilmektedir (Dick 2002, Graves 2002).

2.2. Sensörler

Sistemde bütün inekler girişte elektronik numaralar ile tanınmaktadır. Buradaki numaralar ineğin durumunu belirlemek için sağım bölmesi ile sistemin giriş kapısına yerleştirilen sensörler sayesinde okunmaktadır (Oostru 2000, Alıç ve Yener 2006).

Meme şekli ve meme başı pozisyonu, inekten ineğe değişiklik göstermektedir. İnekler her ne kadar sabit dursalar da, sağım bölmelerinde hareket ettiklerinde meme başlarının pozisyonunda değişme olabilmektedir. Robotlu sağım sisteminde, meme ve meme başı pozisyonu ölçülebilmekte ve bir veri setinde saklanabilmektedir. Tespit edilen koordinatlar bilgisayara kaydedildiği için daha sonraki uygulamalarda zaman tasarrufu sağlanmış olmaktadır. Sağım başlıkları ancak bu bilgilerin kullanımı ile başarılı bir şekilde takılabilmektedir. Bundan dolayı robotlu sağım sisteminde meme başı yerlerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Meme ve meme başı konumlarının tespiti de algılayıcılar sayesinde olmaktadır. Bu iş için daha çok lazer, ultrasonik ya da görüş gücü olan kameralı sistemler kullanılmaktadır. Bu cihazlar sayesinde ineğin meme ve meme başının konumu belirlenmekte, bilgisayar bu algılayıcılardan aldığı bilgiler dâhilinde ineğin meme başlarına sağım başlıklarının takılması için diğer ekipmanlara komut vermektedir (Schillingman ve Mottram 1993, De Koning ve ark. 2001, Ordolff 2001, Graves 2002).

Ancak, bu sistemin uygulandığı bölgenin nemli ve gübre ile kirli olması, meme başlarının belirlenmesini olumsuz etkileyebilmektedir. Bunun için, sistemde olumsuzluğa yol açacak etmenlere özellikle dikkat edilmesi gerekmekte, aksi takdirde sistemin performansı düşmektedir (De Koning ve ark. 2001).

Sensörler sağım başlıklarının otomatik olarak çıkarılmasında, süt akışının ve süt kalitesinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır. Sağım başlıkları, manevra yapan robot kol ile takıldıktan sonra eğer süt akışı sabit bir zamanda meydana gelmezse yine robot kol tarafından çıkarılmaktadır. İnek sağımı tamamlanmış ve süt akışı azalmış ise, bilgisayar sağım vakumunu kesmekte ve sağım başlıklarını uzaklaştırmaktadır (Graves 2002). Sağımın başlangıcında ya da süt toplama tankına sağılan bütün gönderilmesinden sonra gerekli saptamalar yaparak, süt kalitesi ve meme sağlığını belirlemede bilgisayar kullanılmaktadır. Burada mastitis (özellikle bakterilerin etkisiyle oluşan ve süt verimini azaltarak büyük ekonomik kayıplara yol açan bir hastalıktır) ve diğer sağlık problemlerinin tespit edilmesi durumunda işletme sahibinin elde edilen bilgileri kaydetmesi ve problemleri olan ineklere gerekli müdahaleleri yapması gerekmektedir (De Koning ve ark. 2001, Graves 2002, Reinemann ve ark. 2002).

2.3. Sağım Bölmesi

Sağım bölmesi, giriş ve çıkışı otomatik olarak kontrol edilebilen, ineğin girebileceği büyüklükte bir odacıktır (Şekil 1). Bölmenin ön tarafına ineklerin girmelerini teşvik edici, konumu hayvanın bedenine göre ayarlanabilen bir yemlik yerleştirilmiştir. Sağım bölmesi ahırın tam orta noktasında bulunabileceği gibi ahır içinde farklı bir yere de konumlandırılabilir (Halachmi et al 2000, Halachmi et al 2003, Türkyılmaz 2005).



Şekil 1. Robotlu Sağım Sisteminde Sağım Bölmesi (<http://www.uwex.edu/>)

2.4. Robot Kol

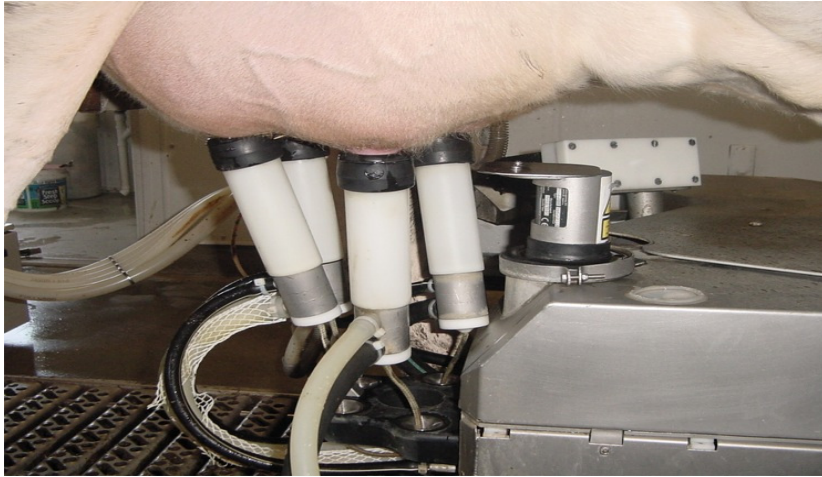
Pnömatik sistemle işleyen robot kol veya kollar, sağım başlıklarını ve sensörlerin takılı bulunduğu bölümü taşımaktadır. Sağım sırasında robot kolların ineğe yaklaşma pozisyonları yandan, arkadan veya alttan olabilmektedir (Türkyılmaz 2005).

Robot kol bir sağım bölgesinden diğerine doğru hareket edebilir özelliktedir. Sağım başlıklarının takılmasının ardından robot kolun bağlantısı kalmamakta ve diğer sağım bölgesine doğru hareket etmektedir (De Koning ve ark 2001).

2.5. Sağım Sistemi

Robotlu sağım sisteminde sağım işlemi gerçekleştiren kısımlar, süt iletim hattı, süt akışı sensörleri, süt ölçüm kavanozu ile sağım başlıkları şeklinde sıralanmaktadır (Graves 2002).

Sağım sisteminde, inekler sistemi gönüllü olarak ziyaret etmektedir. İnek sağım ya da yem yemek için doğrudan tanımlama durağına gitmektedir. İnekler robotlu sağım sisteminin sağım bölgesine geldiği zaman sistem çalışmaya başlamaktadır. Sağım sisteminin bilgisayarı inekleri tanımaktadır. Bu genellikle ineklerin boynunda bulunan manyetik tasmalar sayesinde olmaktadır ve tanınan ineklerde sağım işlemi başlatılmaktadır. Sistemin giriş kapısı elektronik olarak kapandıktan sonra elektronik yemleyiciler ile yem verilmektedir. Sistemin bir parçası olan metal robot kol, ineğin altına doğru gelmekte ve metal robot kolun üzerine monte edilmiş olan yıkama sistemi ile meme başları temizlenmektedir. Yıkama işleminden sonra temizleme işlemi yapan silindir şeklindeki fırça geri çekilmektedir ve lazer ünitesi ile ineğin meme başlarının konumları belirlenmektedir. Lazer sistemle meme başlarının yerleri belirlendikten sonra metal robot kol üzerinde bulunan sağım başlıkları, ineğin memesine takılmaktadır (Şekil 2). Her bir sağım başlığı kendi ölçme aygıtına sahiptir. Süt akışı azaldığında sağım başlıklarındaki vakum azalmakta ve sağım başlıkları çıkarılmaktadır. Bütün sağım başlıkları çıkarıldıktan sonra metal robot kol üzerindeki her sağım başlığı yıkanmakta, metal robot kol tekrar ineğin altına doğru hareket etmekte ve her bir meme başına dezenfektanlı solüsyon püskürtmektedir. Bu işlem de tamamlandıktan sonra çıkış kapıları açılmakta ve inekler sağım bölgesinden ayrılmaktadır (Gearin 2001, Dick 2002, Hopster ve ark. 2002, Rodenburg 2002, Halachmi 2004, Anonymous 2005, Alıç ve Yener 2006).



Şekil 2. Robotlu Sağım Sisteminde Sağım İşlemi (<http://www.uwex.edu/>)

2.6. Yemleme Bölümü ve Otomatik Kapılar

Robotlu sağım sistemlerinde yemleme bölümü, sağım süresi boyunca ineğin sakin durması ve oluşan dürtü ile sağım bölgesine gitmesini sağlamaktadır. Sağım durağından önce ya da sonra bulunan otomatik kapılar ise, ineğin sağım bölgesinde tutulması ve sağım bölgesi çıkışı için kullanılmaktadır (Graves 2002).

2.7. Temizleme Sistemi

Sağım öncesinde ve sonrasında meme ile sağım başlıkları, süt hortumları, ölçekli süt toplama kavanozu, süt iletim boru hattı ve süt toplama tankının temizlenmesi ve durulanması gerekmektedir. Meme başlarının yıkanmasının başlıca amacı süte bulaşabilen kir ile diğer zerrelere uzaklaştırılmasıdır. Meme başı temizleme sistemi inekten ineğe ya da bir meme başından diğerine, memedeki patojenlerin taşınma riskini azaltmaktadır (De Koning ve ark. 2001, Graves 2002, Alıç ve Yener 2006).

3. Robotlu Sağım Sistemlerinde Süt Üretimi ve Kalite

Sağım sıklığı, her bir işletmede farklılık göstermekle beraber, günde ortalama olarak 2-3 sağım yapılmaktadır. Robotlu sağım sistemleri sağım sıklığına bağlı olarak süt üretiminde artışa neden olmaktadır (De Koning ve Ouweltjes 2000, Kruip ve ark. 2000, Kruip ve ark. 2002, Wagner-Storch ve Palmer 2003). Gün içerisinde sağım 3'den daha fazla yapıldığında, tamamlanmış laktasyonlarda süt üretiminde %6'dan %25'e kadar artış tespit edilmiştir (Erdman ve Varner 1995, Klei ve ark. 1997, Hogeveen ve ark. 2000, Baines 2004).

Sığırlardan elde edilen temel ürünlerin başında gelen ve değişik koşullarda oldukça farklı işlenebilen sütün en önemli özelliği, muhafazasının özel koşullar gerektirmesi ve uzun süreli olmamasıdır (Akman ve ark. 2005). Bunun için sağımın hemen sonrasında süte ön soğutma yapılması gerekmektedir. Çünkü düşük sıcaklıklarda bakteri içeriğinin artması engellenmektedir (De Koning ve ark 2002, Reinemann 2002). Geleneksel sağımda bakterilerin %65'i, robotlu sağımda ise %95'inin uzaklaştırıldığı tespit edilmiştir (Melin ve ark. 2004).

İnsan beslenmesinde ve ülkemiz ekonomisinde bu denli öneme sahip olan sütün, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri dolayısıyla, kalitesi üzerine birçok faktör etkili olmaktadır. Süt kalite parametreleri arasında somatik hücre sayısı ve sütün asitliği de yer almaktadır. Sütün asitliği, sütteki serbest yağ asidi miktarındaki artış olarak bilinmektedir. Robotlu sağım sisteminin süt asitliğini yükseltici, meme sağlığı ve süt kalitesinin göstergesi somatik hücre sayısını ise azaltıcı etkisi bulunmaktadır (Ipema ve Schuiling 1992, Kruip ve ark. 2000, Helgren ve Reinemann 2003).

Süte kir, mikroorganizma vb. bulaşmasının önlenmesi için, yılda bir kez meme başı temizleme ekipmanlarının değiştirilmesi ve sağım ekipmanlarının itina ile temizlenmesi gerekmektedir (Knapsstein ve ark. 2004a, Knappstein ve ark. 2004b). Robotlu sağımda temizleme sistemi robotla bütünleşen diğer sistemlerdeki gibi temizleme işini otomatik olarak yapmaktadır. Bundan dolayı süte olan bulaşma en aza indirilebilmektedir. Bunun yanında robot tarafından meme sağlığı uygun olmayan inekler tespit edilip sağıma alınmamaktadır (Alıç ve Yener 2006).

4. SONUÇ

Robotlu sağım, hem işletmenin sahip olduğu ineklerin süt verimi ve kalitesini hem de işletme sahiplerinin yaşam kalitesini arttırmaktadır (Helgren ve Reinemann 2003).

Son teknoloji ile geliştirilmiş olan robotlu sağım sisteminin en büyük yararı, iyi hesaplama ve yönetim becerileri olan özellikle genç insanlar için daha fazla sosyal aktiviteye olanak veren bir süt sığırcılığının yapılmasını sağlamaktır. Her ne kadar yapılan çalışmalar iş gücünün %30-40 kadar azaltıldığını bildirirse de pratikte bu % 10 kadar olmaktadır. Bu değişim tatminkar olmakla birlikte işletme içerisinde iş yapmak da gereklidir. İlk olarak, sürü yönetimi daha az zaman almaktadır. Böylece iş gücü daha esnek olmaktadır. İkinci olarak, haftada 14 defa ya da daha fazla yapılan sağımın rutin görevleri bir bilgisayar kontrolünde yerine getirilmekte ve sağım periyodu boyunca inekler düzenli bir şekilde izlenebilmektedir (Klindworth 2003, Alıç ve Yener 2006).

Ahır içerisine kurulmuş bir robot sistem, ineklerin günlük alışkanlıkları üzerinde daha fazla kontrollerin yapılması ile inek refahının geliştirilmesini sağlamaktadır. Bunun yanında, robotlu sağım işletmeye kurulduğu zaman inekler sisteme oldukça hızlı bir şekilde uyum göstermektedir. Çalışan personel de inekler kadar iyi bir şekilde sisteme uyum sağlamaktadır. Üretim önemli derecede artmakta, inek ve meme sağlığı da olumlu etkilenmektedir. Bu teknoloji, kırsal bölgelerdeki ineklerin elde tutulmasını ve birbiri ardına gelen koku, kirlilik

ve hayvanın refahıyla ilgili problemlerin ortadan kalkmasına da yardımcı olacaktır (Alıç ve Yener 2006).

Teknolojik gelişmelerle birlikte insanoğlunun yaşam standartlarının artacağı yakın gelecekte süt üretiminin ekonomik anlamda karlı ve cazip olması, bilgi teknolojilerinin yoğun olarak kullanımı ve modern işletmecilik anlayışı ile mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akman, N., S. Tuncel, S. M. Yener, S. Kumlu, K. Özkütük, N. Tüzemen, M. Yanar, M. Koç, O. Şahin ve Ç. Y. Kaya. 2005. Türkiye’de Sığır Yetiştiriciliği. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongre. 687-706. 3-7 Ocak 2005, TMMOB, Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara.
- Alıç, D., Yener, S.M., 2006. Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Robotlu Sağım Sistemi. Tarım Bilimleri Dergisi 12 (4):369-380.
- Anonymous. 2005. Device Profile: DeLaval Voluntary Milking System 2005. <http://www.linuxdevices.com/article>.
- Baines, J. 2004. Managing the Change to a Robotic Milking System. <http://www.milkproduction.com/article>
- Bilgen, H., 1991. Sağım Makinası ve Mastitis. E.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları 28(1).
- De Koning, K., Ouweltjes, W., 2000. Maximising the Milking Capacity of an Automatic Milking System. International Symposium Robotic Milking 2000. <http://www.automaticmilking.nl>
- De Koning, K., Vorst, V., Meijering, A., 2001. Automatic Milking Experience and Development in Europe. <http://www.milkproduction.com>
- De Koning, K., Vestappen-Boerekamp, J., Schuiling, E., 2002. Milk Cooling Systems for Automatic Milking. Proc. First North American Conference on Robotic Milking, pp: 25-V35. March 20-21, 2001, Toronto, Ontario, Canada.
- Dick, G. 2002. Free Access Robotic Milking: Proceeding of the British Mastitis Conference (2002) Brockworth. P: 63-67. Institute for Animal Health/Milk Development Council.
- Erdman, R.A., Varner, M., 1995. Fixed Yield Responses to Increased Milking Frequency. Journal of Dairy Science 78:1199-1203.
- Gearin, M. 2001. Robot Revolution for Dairy Industry. First Published: 21/01/2001, Australia’s National Rural Affairs Weekly, Landline.
- Graves, R. E. 2002. A Primer on Robotic Milking Systems. College of Agricultural Sciences, G105.
- Halachmi, I., Adan I.J.B.F., Van Der Wal, J., Heesterbeek, J.A.P., Van Beek, P., 2000. The Design of Robotic Dairy Barns Using Closed Queueing Networks. Eur J Op Res., 124:437-446.
- Halachmi, I., Adan I.J.B.F., Van Der Wal, J., Van Beek, P., Heesterbeek, J.A.P., 2003. Designing the Optimal Robotic Milking Barn by Applying a Queueing Network Approach. Agric Sys., 76: 681-696.
- Halachmi, I. 2004. Designing the Automatic Milking Farm in a Hot Climate. J. Dairy. Sci. 87:764-775.
- Helgren, J.M., Reinemann, D. J. 2003. Survey of Milk Quality on United States Dairy Farms Utilizing Automatic Milking Systems. ASAE Annual International Meeting Technical Paper. No. 033016. 27-30 July 2003, Nevada. USA.
- Hogeveen, H., Ouweltjes, W., De Koning, C. J. A. M., Stelwagen, K., 2000. Relationships Between Milk Interval, Milk Yield and Machine-on Time. 51st Annual Meeting of the European Association for Animal Production.
- Hopster, H., Bruckmaier, R. M., Van Der Werf, J. T. N., Korte, S. M., Macuhova, J., Korte-Bouws, G., Van Reenen, C. G., 2002. Stres Responses During Milking; Comparing Conventional and Automatic Milking in Primiparous Dairy Cows. J. Dairy Sci. 85: 3206-3216.
- Ipema, A.H., Schuiling, E., 1992. Free Fatty Acids, Influence of Milking Frequency. p 491-496 in Prospects for Automatic Milking. EAAP Publication no. 65.
- Klei, L.R., Lynch, J. M., Barbano, D. M., Oltenacu, P. A., Lednor, A. J., Bandler, D. K., 1997. Influence of Milking Three Times a Day on Milk Quality. Journal of Dairy Science 80:427-436.
- Klindworth, D. 2003. Automatic Milking Installations. Cowtime Project, National Milk Harvesting Centre. Cowtime Quick Note, 5.8, January 2003. <http://www.cowtime.com.au>
- Knapstein, K., Roth, N., Walte, J. G., Reichmuth, J., Slaghuis, B. A., Ferwarda-van Zonneveld, R. T., Mooiweer, A., 2004a. Effectiveness of Automatic Cleaning of Udder and Teats and Effects of Hygiene Management. EU Project Automatic Milking. Deliverable D14.

- Knappstein, K., Roth, N., Walte, J. G., Reichmuth, J., 2004b. Report on Hygiene Measures Resulting in Adequate Teat Cleaning. EU Project Automatic Milking. Deliverable D15.
- Kruip, T.A.M., Stefanowska, J., Ouweltjes, W., Forsberg, M., Greve, T., Gustafsson, H. 2000. Robot Milking and Effect on Reproduction in Dairy Cows: Preliminary Study. Animal Reproduction: Research and Practice II. Proceedings of the 14th International Congress on Animal Reproduction, Stockholm, Sweden. Anim. Reprod. Sci., 60-61:443-447. 2000 Jul, 2-6.
- Kruip, T.A.M., Morice, H., Robert, M., Ouweltjest, W., 2002. Robotic Milking and Its Effect on Fertility and Cell Count. J. Dairy Sci. 85:2576-2581.
- Madsen, J., Weisbjerg, M.R., Hvelplund, T., 2010. Concentrate Composition for Automatic Milking Systems- Effect on Milking Frequency. Livestock Science 127: 45-50.
- Melin, M., Wiktorsson, H., Christianson, A., 2004. Teat Cleaning Efficiency Before Milking in Delaval VMS Versus Conventional Manual Cleaning. Automatic milking-Abetter understanding, 117. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Oostra, H. 2000. Combining Video Observations with Data Files from Automatic Milking. 3rd International Conference on Methods and techniques in Behavioral Research, 15-18 August 2000, Nijmegen, the Netherlands.
- Ordolff, D.,2001. Introduction of Electronics into Milking Technology. Comp Elect Agric., 30:125-149.
- Reinemann, D.J. 2002. Application of Cleaning and Cooling Principles to Robotic Milking. DeLaval Inaugural Symposium, Kansas City Mo.
- Reinemann, D.J., Lind, O., Rodenburg, J., 2002. A Global Perspective on Automatic Milking Systems Rules and Regulations. Proc. First North American Conference on Robotic Milking, March 20-21, 2002, Toronto, Ontario, Canada.
- Rodenburg, J. 2002. Strategies for Incorporating Robotic Milking into North American Herd Management. Ministry of Agriculture and Food. 1. Madison, WI, USA. <http://www.search.gov.on.ca>
- Schillingmann, D., Mottram, T.T., 1993. Automatic Milking: Development of a Robot System and Ultrasonic Teat Location. J Agric Eng Res., 55:69-78.
- Türkyılmaz, M.K., 2005. Süt Sığırcılık İşletmelerinde Sağım Robotu Kullanımı. Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi 2(1):61-64.
- Wagner, A.M., Palmer, R. W., 2003. Feeding Behaviour, Milking Behavior and Milk Yields of Cows Milked in a Parlor Versus an Automatic Milking System. J. Dairy Sci. 86:1494-1502.