



## Subacute Rumen Acidosis and Preventive Feeding Practices in Dairy Cows

Hayrettin Çayıroğlu<sup>1,a\*</sup>, Ahmet Şahin<sup>1,b</sup>, İsa Coşkun<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kırşehir Ahi Evran University, 40100 Kırşehir, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 11/02/2019 Accepted : 21/06/2019</p> <p><b>Keywords:</b> Subacute rumen acidosis Dairy cow Preventive nutrition Metabolic disease Milk yield</p>	<p>Subacute rumen acidosis is a metabolic disease that usually occurs in the form of recurrent seizures of low rumen pH during periods giving of high energy-containing rations and usually lasts for several minutes or several hours. The most important clinical signs are decreased feed consumption, live weight loss, decrease in rumen movements, abomasum displacement, laminitis, diarrhea, decrease in milk yield and milk fat yield, softening of feces, presence of undigested grains in feces. In this article, the reasons of subacute rumen acidosis which causes significant economic losses in dairy cow farms, methods that can be applied to detect and prevent it have been emphasized.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(8): 1156-1165, 2019

## Süt Sığırlarında Subakut Rumen Asidozisi ve Önleyici Besleme Uygulamaları

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Derleme Makale</i></p> <p>Geliş : 11/02/2019 Kabul : 21/06/2019</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Subakut rumen asidozisi Süt sığırı Önleyici besleme Metabolik hastalık Süt verimi</p>	<p>Subakut (subklinik) rumen asidozisi, özellikle yüksek enerjili rasyonlar verildiği dönemlerde, düşük rumen pH'sının tekrarlayan nöbetleri şeklinde ortaya çıkan ve genellikle birkaç dakika veya birkaç saat süren metabolik bir hastalıktır. En dikkat çeken belirtileri yem tüketiminin azalması, canlı ağırlık kaybı, rumen hareketlerinde azalma, abomasum kayması, laminitis, ishal, süt verimi ve süt yağ veriminde azalma, dışkıının kıvamında yumuşama ve dışkıda sindirilmemiş tahıl tanelerinin görülmesidir. Bu derlemede, süt sığırı işletmelerinde önemli ekonomik kayıplara neden olan subakut rumen asidozisinin nedenleri, tespit edilmesi ve önlenmesi için uygulanabilecek yöntemler incelenmiştir.</p>

<sup>a</sup> [hayrettincayiroglu@ahievran.edu.tr](mailto:hayrettincayiroglu@ahievran.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8286-9484>

<sup>c</sup> [ahmet.sahin@ahievran.edu.tr](mailto:ahmet.sahin@ahievran.edu.tr)

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0192-3961>

<sup>e</sup> [isa.coskun@ahievran.edu.tr](mailto:isa.coskun@ahievran.edu.tr)

<sup>f</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5495-6006>



## Giriş

Süt ineklerinde doğumdan önceki üç haftayı da içine alan ve doğumla birlikte devam eden laktasyonun ilk dönemini önemli kılan birçok neden bulunmaktadır. Bu dönemde ineklerin süt verimi sürekli olarak artarak pik seviyeye ulaşmaktadır. Bu dönemde hayvanların artan besin maddesi ihtiyaçlarını karşılamak için rasyonda kaba yem oran ve miktar olarak azaltılırken, kolay çözünebilir karbonhidratlarca zengin konsantre yem oran ve miktarı artırılmaktadır (Öztürk ve Pişkin, 2009; Alataş, 2013; Gümüş, 2014; Plaizier ve ark., 2017; Wetzels ve ark., 2017). Kolay çözünebilir karbonhidrat kaynakları, rumen pH'sında ve hareketlerinde ani değişiklikler oluşturarak kısa ve uzun vadede hayvan sağlığını ve verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etkileşimler, rasyonlarda yetersiz ve dengesiz fiziksel etkin selüloz yetersizliğinden kaynaklanabileceği gibi rumen pH'sını dengeleyen yem katkılarının ve tükürük salgısının yetersizliğinden de kaynaklanabilmektedir (Bal, 2017). Dolayısıyla beslemenin kaba/kesif yem oranı bakımından dengeli bir şekilde yapılması durumunda, rumen pH dengesi, uçucu yağ asitlerinin (UYA) oluşumu ve emiliminde ani değişimler meydana gelir. Buna göre yemlemeyi takip eden 2 ila 6 saat içerisinde başta asidozis olmak üzere buna benzer metabolik problemlerin ortaya çıkması kaçınılmazdır. (Öztürk ve Pişkin, 2009; Alataş, 2013; Gümüş, 2014; Bal, 2017; Mao ve ark., 2013; Humer ve ark., 2018b).

Asidozis genellikle iki şekilde görülmektedir. Bunlardan birincisi subakut veya subklinik olarak isimlendirilen asidozis, diğeri ise ilerleyen durumlarda ortaya çıkan akut veya klinik asidozistir (Beauchemin ve Penner, 2009; Öztürk ve Pişkin, 2009; Alataş, 2013; Calsamiglia ve ark., 2012; Gümüş, 2014). Subakut (subklinik) rumen asidozisi, kısaca SARA olarak tanımlanmaktadır (Krause ve Oetzel, 2006).

SARA, modern süt endüstrisinde hayvanların verim performansını ve sağlığını olumsuz yönde etkileyen, yüksek verimli süt sığırları için en önemli metabolik hastalıklardan biridir (Abdela, 2016). Süt sığırlarında sıklıkla görülür. Hayvan beslenme yönetimi ile yakından ilişkili bir problem olduğundan çoğu zaman fark edilememektedir (Mao ve ark., 2013; Abdela, 2016). Yapılan çeşitli çalışmalarda, laktasyonun erken dönemindeki sığırların %11 ile 29'unda ve orta laktasyon dönemindeki sığırların %18 ile 26'sında SARA'nın görüldüğü bildirilmiştir (Mao ve ark., 2013; Abdela, 2016). Etkisi, uzun vadede canlı ağırlık kaybı, süt veriminde azalma, vücut kondisyon skorunda düşme ve döl veriminde azalma şeklinde görülmektedir (Alataş, 2013; Maulfair ve ark., 2013; Abdela, 2016; McCann ve ark., 2016; McGuffey, 2017; Ural ve ark., 2017). Besleme hatalarının düzeltilmemesi durumunda hayvan sağlığı ve veteriner hizmetleri giderleri artmakta, sürüden çıkarılan ve ölen hayvan sayılarında artış meydana gelmekte, işletmelerin karlılığı azalmakta, bu nedenle de süt endüstrisi olumsuz yönde etkilenerek çok ciddi ekonomik kayıplar yaşanmaktadır (Alataş, 2013; Mao ve ark., 2013; Abdela, 2016; McCann ve ark., 2016; Stefańska ve ark., 2017). Hayvanların yüksek oranda tahıl içeren rasyonlarla beslenmesi sonucu ruminal ve intestinal pH düşmektedir. Bu durum, 0157: H7 gibi enterohemorajik E. coli

suşlarının çevreye yayılma riskini arttırarak doğrudan bir insan sağlığı sorununa dönüşebilmektedir (Abdela, 2016; Plaizier ve ark., 2017).

Süt sığırlarında SARA, sadece ekonomik kayıplar değil, aynı zamanda hayvan refahını da olumsuz yönde etkilemektedir. Süt sığırı yetiştiriciliğinin en önemli hayvan refahı meselelerinden birisi olan laminitis rumen asidozisinin tetiklemesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Laminitis, düşük süt verimine neden olmakla beraber üreme problemlerinin de habercisi olarak kabul edilmektedir (Kleen ve ark., 2003; Krause ve Oetzel, 2006; Beauchemin ve Penner, 2009; Abdela, 2016; Plaizier ve ark., 2017).

## Subakut (Subklinik) Rumen Asidozisi (SARA) ve Akut (Klinik) Asidozisin Şekillenmesi

Ruminal asidozis, kolay eriyebilen karbonhidratların yüksek miktarda tüketilmesi ile ortaya çıkan ve rumende patolojik düzeyde asit birikimi ile karakterize olan metabolik bir hastalıktır. Rumende laktik asitin aşırı miktarda birikmesiyle akut asidozis, UYA'nın aşırı miktarda birikmesiyle de SARA meydana gelmektedir (Öztürk ve Pişkin, 2009; Calsamiglia ve ark., 2012; Gao ve Oba, 2014; Gümüş ve Karakaş Oğuz, 2014; Abdela, 2016; Goto ve ark., 2016). Kolay çözünebilir karbonhidratların fazla tüketilmesi rumen mikroorganizmaları ve fermantasyonu üzerinde önemli etkilere yol açarak, rumen pH'sının 6,0'ın altına düşmesine neden olmaktadır (Plaizier ve ark., 2009; Öztürk ve Pişkin, 2009; Calsamiglia ve ark., 2012; González ve ark., 2012; Gümüş, 2014; McCann ve ark., 2016; Al-Husseiny ve Zenad, 2017; Wetzels ve ark., 2017). Asidozis ile birlikte hayvanlarda rumen mikroorganizma profili değişmekte, laktat kullanan bakteriler ile selülitik bakterilerin sayıları azalmakta ve protozoalar tahrip olmaktadır (Plaizier ve ark., 2009; Gümüş ve Karakaş Oğuz, 2014; McCann ve ark., 2016; Al-Husseiny ve Zenad, 2017; Nagata ve ark., 2018).

SARA ve akut asidozis, etiyolojik olarak birbirine benzedikleri halde çok farklı klinik belirtiler gösterirler. Bunları kesin sınırlarla birbirinden ayırmak oldukça zordur. Nitekim bunları birbirinden ayırabilmek için rumen sıvısındaki biyokimyasal ve mikrobiyal koşulların bilinmesi gerekmektedir (Enemark ve ark., 2002; Abdela, 2016).

Rumendeki fizyolojik pH değerleri normal koşullarda 5,5 ile 7,0 aralığındadır. Asidozis açısından kritik pH değeri ise genel olarak 5,5 olarak kabul edilmektedir. Akut rumen asidozunda sınır 5,0 ve aşağısı iken SARA'da kritik sınır 5,0-5,5 aralığı (Şekil 1) olarak belirtilmektedir (Öztürk ve Pişkin, 2009; Maulfair ve ark., 2013; Abdela, 2016; Al-Husseiny ve Zenad, 2017). Akut rumen asidozisinde, rumen pH'sı hızlı bir şekilde 5,0 ve 5,0'ın altına düşer ve 24 saatten daha uzun bir süre boyunca bu seviyede kalır. Bunun sonucu olarak rumende laktik asit ve UYA üretimi aşırı miktarda artar ve protozoa sayısı azalır. Fizyolojik fonksiyonların bozulması ile birlikte ölüm de görülebilmektedir (Enemark ve ark., 2002; Krause ve Oetzel, 2006; Beauchemin ve Penner, 2009; Gümüş, 2014).

SARA ise düşük rumen pH'sının tekrarlayan nöbetleri ile karakterize edilir ve akut asidozisten farklı olarak, pH her bir seanstan sonra düzeler (Beauchemin ve Penner, 2009; Sato, 2016; Ural ve ark., 2017; Wetzels ve ark., 2017). Düşük pH seviyeleri genellikle birkaç dakika veya birkaç saat sürer. Üç ila 4 saat süren uzun nöbetler, selüloz sindirimini olumsuz yönde etkilediğinden, rumen epitel dokusunun emilim kapasitesi azalır ve epitel doku hasar görür. Rumen epitel dokusunun birçok görevi vardır. Besin maddelerinin emilimi sağlama, pH düzenlenmesi, bağışıklık ve koruyucu bariyer görevi üstlenmesi bunlardan bazılarıdır (Beauchemin ve Penner, 2009; Abdela, 2016; McCann ve ark., 2016). Epitel dokulardaki hasar, bu fonksiyonların bozulmasının yanında karaciğerde apse oluşumu riskini de arttırmaktadır (Beauchemin ve Penner, 2009; Abdela, 2016; Sun ve ark., 2018; Zhao ve ark., 2018).

Akut asidozun klinik bulgularında; iştah azalması ve yem tüketiminin durması, karın ağrısı, kalbin hızlı atması, hızlı solunum, ishal, koma hali ve nihayetinde ölüm meydana gelebilmektedir (Beauchemin ve Penner, 2009). Hayvanlarda klinik semptomlar belirgin bir şekilde görülebilir. Ancak, SARA durumunda klinik semptomlar gizli seyretmektedir. Hastalığın yemden mi yoksa hayvandan mı kaynaklandığını belirlemek için rumen pH'sı, süt, idrar, kan ve dışkıda özel ölçümlere ihtiyaç duyulmaktadır (Enemark, 2009; González ve ark., 2012; Gümüş, 2014; Plaizier ve ark., 2017; Humer ve ark., 2018a).

Akut asidozis genellikle bireysel vakalar olarak ortaya çıkarken SARA'ya sürü bazında rastlanır ve büyük ekonomik kayıplara yol açar. Bu form, çoğu zaman kurudaki dönemden laktasyona geçişle birlikte yüksek enerjili rasyonlar verildiği dönemlerde gözlenir. SARA'nın en önemli klinik bulgusu yem tüketiminin azalmasıdır. Canlı ağırlık kaybı, rumen hareketlerinde azalma, abomasum deplasmanı, gastrointestinal hasar, laminitis, topallık, ishal, süt yağında azalma, dışkıının kıvamında yumuşama ve dışkıda sindirilmemiş tahıl tanelerinin görülmesi (diri atım) SARA'nın önemli belirtileri (Şekil 2) sayılmaktadır (Kleen ve ark., 2003; Enemark, 2009; Beauchemin ve Penner, 2009; Öztürk ve Pişkin, 2009; Gao ve Oba, 2014; Gümüş, 2014; Abdela, 2016; Sato, 2016; McGuffey, 2017; Plaizier ve ark., 2017; Stefańska ve ark., 2017; Humer ve ark., 2018a; Zhao ve ark., 2018). Ancak bu belirtiler başka sorunlardan da kaynaklanabilir. SARA'lı ineklerde herhangi bir klinik bulgu görülmeyebilir. Bu nedenle, SARA'dan muzdarip hayvanları tanımlamak oldukça zordur (Stefańska ve ark., 2017).

### SARA'lı Hayvanların Belirlenmesi

Süt sığırlarında SARA; rumen pH'sının ölçülmesi, işletmede geviş getiren hayvanların oranının belirlenmesi, yem tüketimi, süt verimi ve süt yağ içeriğindeki değişikliklerin izlenmesi, dışkıının görünümündeki değişikliklerin takip edilmesi ve laminitisli vaka sayısı gibi durumların takip edilmesi ile belirlenebilmektedir (Kleen ve ark., 2003; Enemark, 2009; Abdela, 2016; Stefańska ve ark., 2017; Humer ve ark., 2018a). SARA'lı hayvanları belirlemek için işletmede bazı hayvanların rumeninden küçük bir iğne ile sıvı alınarak pH ölçümü yapılmaktadır

(Krause ve Oetzel, 2006; Beauchemin ve Penner, 2009). Ancak rumen pH'sının tüm rumen içerisinde homojen olarak dağılmaması ve farklı örnekleme tekniklerinin farklı sonuçlar vermesi nedeniyle güvenilir sonuçlar elde edilememektedir (Aschenbach ve ark., 2011; Plaizier ve ark., 2017; Stefańska ve ark., 2017). Sığırlarda ventral ruminal kese, pH için standartlaştırılmış örnekleme alanıdır. Bu kısım tüm rumenin pH durumu hakkında en fazla bilgiyi sağlayan kısımdır ve "ruminal pH" terimi genellikle "ventral ruminal pH" için kullanılmaktadır (Aschenbach ve ark., 2011; Sato, 2016). Rumen pH'sının belirlenmesinin bir diğer yolu ise ağızdan rumen sondası yardımı ile alınan örneklerde yapılan ölçümlerdir. Bu ölçümler sonucunda, rumen pH'sının 5,8 ve 5,0 aralığında bir değer göstermesi, SARA için bir göstere olabileceği belirtilmiştir (Enemark ve ark., 2002, Krause ve Oetzel, 2006, Enemark, 2009; Beauchemin ve ark., 2003; Abdela, 2016; Plaizier ve ark., 2017).

İşletmede geviş getiren ineklerin oranı da sürünün rumen sağlığının bir göstergesi olarak kullanılabilir. Birçok besleme uzmanı, bir süt sığırı işletmesinde, yem yeme ya da sağım zamanları dışında herhangi bir zaman diliminde, ineklerin en az %40'ının ruminasyon yapmasını, sürünün sağlıklı bir rumen fonksiyonuna sahip olduğunun göstergesi kabul etmektedir (Krause ve Oetzel, 2006; Beauchemin ve Penner, 2009). Ancak, herhangi bir zaman diliminde ineklerin %40'ının ruminasyon yapmasını beklemek yeterli bir hedef olmakla birlikte, tek bir gözlem yaparak SARA hakkında hüküm vermek de yanıltıcı sonuçlar oluşturabilir. Bu nedenle bir işletmede SARA hakkında yeterli fikir sahibi olabilmek ve ruminasyon yapan hayvanların yüzdesini doğru olarak tahmin edebilmek için farklı günlerde ve gün içinde de birkaç kez olmak üzere oldukça fazla sayıda gözlem alınması gerekmektedir (Krause ve Oetzel, 2006; Beauchemin ve Penner, 2009).

Hayvanlarda yem tüketimi, süt verimi ve süt yağ içeriğindeki değişiklikler de SARA'nın belirlenmesine yardımcı olabilmektedir. Nitekim sağmal hayvanlarda, yem tüketiminin azalması, gün içerisinde yemin aralıklarla tüketilmesi ve yem tüketiminde günler arasında gözlenen değişiklikler, süt verimi ve süt yağı veriminin azalmasına neden olmaktadır. Bu durum SARA'nın önemli bulguları arasında yer almaktadır. Rasyonda kolay çözünebilir karbonhidrat içeriğinin artması, rumen pH'sının düşmesine, rumen sıvısında asetik asit ve bütirik asit oranının azalmasına, propiyonik asit oranının ise artmasına neden olmaktadır. Bu durum, süt yağı üretimini baskılamaktadır (Kleen ve ark., 2003; Enemark, 2009; Alataş, 2013; Maulfair ve ark., 2013; Gao ve Oba, 2014; Abdela, 2016). Süt verimi ve süt yağ içeriğindeki ani değişimler SARA'nın en belirgin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Oetzel, 2007; Alataş, 2013; Gümüş, 2014). Ancak, bir sürüde gerçekten süt yağ oranının düşük olup olmadığını belirlemek de oldukça zordur. Çünkü normal süt yaği yüzdesi büyük oranda hayvanın ırkı, laktasyon periyodunun hangi döneminde olduğu ve içinde bulunulan mevsime göre değişim göstermektedir (Oetzel, 2007). Örneğin; Holstein ve Ayrshire ırklarında süt yaği oranı %3,4 ile 4,0, Jerseylerde yaklaşık %4,2 ile %5,0 Montofonlarda %3,6 ile %4,2, Guernseylerde %4,0 ile %4,8 arasında seyrederek. Süt yaği oranının Holstein ve Ayrshire ineklerinde %3,2, Brown Swiss ineklerinde %3,4,

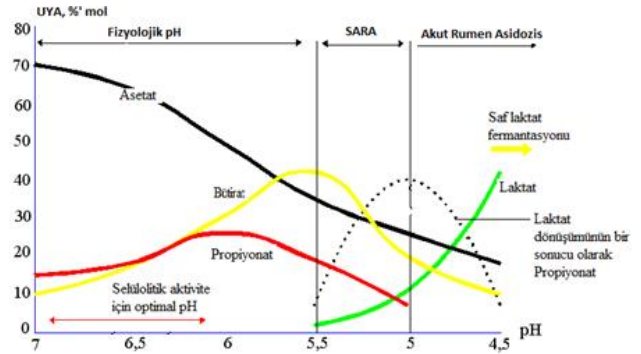
Guernsey ineklerinde %4,0 ve Jersey ineklerinde %4,2'nin altına düşmesi durumunda işletmede süt yağı oranında düşüş olduğu kabul edilir (Oetzel, 2007).

SARA'nın bir diğer belirtisi de dışkıının görünümündeki değişimlerdir. Hayvanlarda besleme hatalarına bağlı olarak meydana gelen metabolik bozukluklar dışkıının görünümünde bazı değişikliklere neden olmaktadır. SARA durumunda dışkı ishale benzer şekilde, asitlik artmış, köpüklü, daha yumuşak, daha parlak ve sarımsı bir görünüm kazanmaktadır (Kleen ve ark., 2003; Enemark, 2009; Alataş, 2013; Abdela, 2016; Humer ve ark., 2018a). Ayrıca dışkıdaki pH değeri normalden daha düşük ve içeriğin boyutları da normalden daha büyüktür (Abdela, 2016).

SARA'nın bir başka göstergesi de laminitis olup ayaklarda dermal tabakanın aseptik yangısı anlamına gelmektedir. Hayvanın ırkı, yaşı, canlı ağırlığı, fizyolojik dönemi gibi genetik faktörlerin yanında bakım, besleme ve yetiştirme uygulamaları, gübre yönetim sistemi, bazı enfeksiyöz ve metabolik hastalıklar laminitis oluşumunda rol oynamaktadır (Enemark ve ark., 2002; Enemark, 2009; Belge ve Akin, 2015; Hayırlı ve ark., 2015; Abdela, 2016). Besleme ve yemleme kaynaklı (kaba/kesif yem oranı, kuru madde içeriği, partikül boyutu, danelerin işlenmesi, vb.) laminitis özellikle akut ve subakut rumen asidozisi neticesinde ortaya çıkmaktadır. Rumen pH'sının düşmesi sonucu açığa çıkan lipopolisakkarit endotoksinleri ve histamin gibi maddeler, zarar gören rumen duvarından kolayca geçip kana karışmaktadır. Bu da tırnaklardaki kılcal damarların zarar görmesine ve nihayetinde laminitise neden olmaktadır. Bir işletmede yıllık laminitis vakalarının görülme sıklığı %10'dan fazla ise o işletmede SARA problemi olduğundan şüphe edilmelidir (Enemark ve ark., 2002; Alataş, 2013; Abdela, 2016).

### SARA'nın Etkilerini Hafifletmek İçin Koruyucu Besleme Uygulamaları

Süt sığırlarında SARA vakası olup olmadığını anlamak için besleme ve yönetim faktörlerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir (Gümüş, 2014). Süt sığırlarında SARA'nın nedenleri üç ana başlıkta incelenmektedir: (1) yetersiz ruminal tamponlama, (2) hızlı fermente olabilen karbonhidratların aşırı tüketimi ve (3) yüksek oranda fermente olabilen karbonhidrat içeren rasyonlara yetersiz ruminal adaptasyon. Bir süt sığırlı işletmesinde SARA riskini araştırırken bunların tamamının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Sığırlarda SARA'nın önlenmesinde bu üç husus dikkate alınmalıdır (Krause ve Oetzel, 2006; Oetzel, 2007; González ve ark., 2012; Abdela, 2016). Nitekim, yeterli ruminal tamponlama sağlamak, hızlı fermente edilebilir karbonhidratların alımını sınırlandırmak ve yüksek oranda karma yem içeren rasyonlara ruminal adaptasyon sağlamak SARA'nın önlenmesinin temel prensipleri oluşturmaktadır (Oetzel, 2007; González ve ark., 2012). Ancak, önerilen stratejiler bütünüyle uygulansa bile yine de bir sürüdeki bazı inekler, SARA yaşayabilirler (Gao ve Oba, 2014). SARA'nın etkilerini hafifletmek için çeşitli koruyucu ve önleyici tedbirler uygulanmaktadır (Şekil 3).

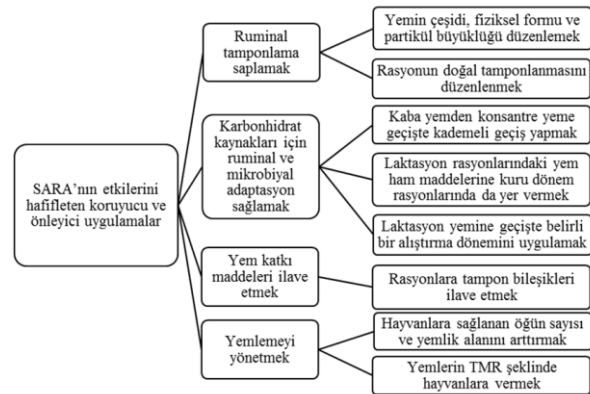


Şekil 1 Rumen pH'sı ile ilgili fermantasyon modeli ve rumen ortamı modeli

Figure 1 Rumen pH-related fermentation model and rumen environment model



Şekil 2 SARA'nın belirtileri  
Figure 2 Symptoms of SARA



Şekil 3 SARA'nın etkilerini hafifleten koruyucu ve önleyici uygulamalar

Figure 3 Protective and preventive applications that mitigate the effects of SARA

### Ruminal Tamponlama Sağlamak

Ruminal tamponlama; endojen tamponlama ve rasyon tamponlaması olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır. Endojen tamponlar, hayvan tarafından üretilmekte ve tükürük yoluyla rumen içine transfer edilmektedir. Rasyon tamponlaması ise rasyonun doğal tamponlama kapasitesidir ve büyük ölçüde rasyon katyon-anyon farkı ile açıklanmaktadır (Krause ve Oetzel, 2006).

Hayvanlarda çiğneme aktivitesi ve dolayısıyla da tükürük salgısının artması tükürükte bulunan bikarbonatı da arttırmak suretiyle rumen pH'sının istenen düzeylere gelmesi sağlanmaktadır. Tükürük salgısının artmasını sağlayan en önemli etken de kaba yemin çeşidi, fiziksel formu ve partikül büyüklüğüdür (Krause ve Oetzel, 2006; Biricik ve Gençoğlu, 2010; Gao ve Oba, 2014; Gümüş, 2014). Son yıllarda yemin fiziksel formu ve partikül büyüklüğünü ifade etmek için fiziksel etkin nötral deterjan fiber (feNDF) ve etkin nötral deterjan fiber (eNDF) terimleri kullanılmaktadır. Fiziksel etkin NDF, selülozun fiziksel özellikleri yani partikül büyüklüğü ile ilgili olarak çiğneme aktivitesi ve dolayısıyla da tükürük salgılanması ile ilişkili bir kavram olup rumen pH'sının korunması, rumende fermentasyonun sürdürülebilirliği ve rumen sağlığı açısından önem arz etmektedir (Mertens, 1997; Biricik ve Gençoğlu, 2010; Gao ve Oba, 2014; Humer ve ark., 2018b). Bu değer, toplam NDF'nin çiğnemeyi uyaran kısmı olarak tanımlanmaktadır. Etkin NDF değeri ise nötral deterjan fiber (NDF)'in fiziksel etkinliğinin yanı sıra belirli bir süt yağı oranının sağlanmasını da kapsamaktadır (Mertens, 1997; Biricik ve Gençoğlu, 2010).

Fiziksel etkin NDF, Penn State Particle Separator (PSPS) adı verilen bir ayırıştırıcı kullanılarak belirlenebilmektedir. Bu ayırıştırıcı sayesinde hayvanlar tarafından tüketilen yemlerin partikül uzunluk değerleri ölçülebilmektedir (Biricik ve Gençoğlu, 2010; Humer ve ark., 2018b). PSPS dikdörtgen şeklinde üst üste üç elek ve en altta da bu üç elekten elenip aşağıya düşen yemler için oluşturulmuş bir kaptan oluşmaktadır. Eleklerin delik çapları en üstten itibaren sırasıyla 19 mm, 8 mm ve 1,18 mm'dir. Bir miktar yem alınıp PSPS yardımıyla elendikten sonra, 1,18 mm'lik eleğin üstünde kalan miktar yüzde cinsine çevrilerek fiziksel etkinlik faktörü (FEF) hesaplanmakta ve FEF değeri de o yem veya karmanın NDF oranı ile çarpılarak feNDF değeri bulunmaktadır (Mertens, 1997; Righi ve ark., 2007; Biricik ve Gençoğlu, 2010). Ayrıca feNDF değeri 8 mm'nin üzerinde kalan miktarı dikkate alarak da hesaplanabilmektedir (Biricik ve Gençoğlu, 2010).

PSPS ile yapılan testler sonucunda %7'den daha kısa partikül içeren rasyonlar, hayvanların SARA riski altında olduğunu göstermektedir (Krause ve Oetzel, 2006; Alataş, 2013). Toplam rasyonun en az %40'ının 8 mm'den daha uzun formda olması tavsiye edilmektedir (Plaizier ve ark.

2009). Ölçümlerde SARA açısından bir problem olduğu belirlenirse, daha küçük miktarlarda tüm rasyon (TMR) ile daha sık yemleme yapılması, TMR'ye daha az veya daha yüksek kaliteli saman eklenmesi veya kaba yemlerin daha hassas işlenmesi gibi seçenekler önerilebilir (Kleen ve ark., 2003; Krause ve Oetzel, 2006). Eğer TMR kuru madde (KM)'si yaklaşık %55'in üzerindeyse, rasyon KM'sini %50 veya daha altına düşürmek için bir miktar su veya sıvı yem takviyesi yapılabilir (Krause ve Oetzel, 2006). Hayvanların rumen pH'sının günlük 6 civarında olması için feNDF içeriğinin %22, süt yağı yüzdesinin %3,4'ün üstünde olması için ise feNDF içeriğinin %20 civarında olması gerektiği belirtilmiştir (Mertens, 1997). Bazı yemlerin fiziksel etkin NDF değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Süt sığırlarının rasyonlarının büyük bir bölümünün mısır silajından oluşturulması, kuru ot veya ot silajı ağırlıklı rasyonlara kıyasla SARA açısından hayvanları daha fazla risk altında tutar. Buna mısır silajının yeterli oranda uzun partikül sağlamaması neden olmaktadır. Nitekim silajlık mısırın çok uzun doğranması fermentasyonu engellemekte ve silaj kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca böylesi silaj içeren rasyonları tüketen hayvanlarda yem seçiciliği artabilmektedir. Mısır silajı ağırlıklı TMR'lerin içerisine doğranmış kuru ot veya kuru kıyılmış saman eklenmesi hayvanlardaki SARA riskinin azaltılmasına katkıda bulunabilmektedir (Krause ve Oetzel, 2006; Oetzel, 2007).

Ruminal tamponlamanın sağlanmasında bir diğer yol rasyon tamponlamasıdır. Rasyon tamponlaması, rasyonun doğal tamponlama kapasitesi olarak ifade edilmektedir. Bu da büyük ölçüde rasyon katyon-anyon farkı (RKAF) ile açıklanmakta olup [(Na + K)-(Cl + S)] şeklinde ifade edilmektedir. Cl ve S'ye göre, daha yüksek oranda Na ve K içeren rasyonlarda RKAF değeri de yüksektir. Bu durum ise daha yüksek ruminal pH, daha yüksek KM tüketimi ve daha fazla süt verimi anlamına gelmektedir. Laktasyonun ilk devrelerindeki hayvanların rasyonlarında optimum RKAF değeri yaklaşık +400, orta laktasyondaki hayvanlar için yaklaşık +275 ila +400 miliekivalan/kg'dır. Rasyonu RKAF açısından değerlendirmek için hayvanlara sunulan TMR, RKAF analizine tabi tutulur. Belirlenen RKAF değerleri +275-+400 meq/kg altında olan rasyonlar, daha fazla Na veya K sağlamak için ilave tamponlarla takviye edilmelidir (Krause ve Oetzel, 2006).

Tablo 1 Bazı yemlerin fiziksel etkin NDF değerleri (peNDF, NDF'nin 1,18 mm'lik bir elek üzerinde tutulan kısım ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır)\*

Table 1 Physically effective NDF values of some feed (peNDF was calculated by multiplying NDF by the fraction retained on a 1.18-mm sieve)

Yemler	NDF <sup>1</sup> , % KM <sup>2</sup>	FEF <sup>3</sup>	FeNDF <sup>4</sup> , % KM
Standart	100	1	100
Kuru Çayır Otu	65	0,98	63,5
Mısır Silajı	51	0,81	41,5
Baklagil silajı (ince doğranmış)	50	0,67	33,5
Baklagil silajı (kaba doğranmış)	50	0,82	41
Baklagil kuru otu	50	0,92	46

<sup>1</sup> NDF: Nötral deterjan fiber; <sup>2</sup> KM: Kuru madde; <sup>3</sup> fef: Fiziksel etkinlik faktörü; <sup>4</sup> FeNDF: Fiziksel etkin nötral deterjan fiber, \*Mertens (1997)

Tablo 2 Laktasyondaki süt sığırlarının rasyonlarına katılması önerilen tampon maddeler ve miktarları\*

Table 2 Recommended doses of various buffers added to the rations of lactating cows

Ürün	Miktar (g/gün)
Sodyum bikarbonat	110 - 225
Sodyum sesquikarbonat	110 - 225
Magnezyum oksit	50 - 90
Sodyum bentonit	110 - 454
Kalsiyum karbonat	115 - 180
Potasyum karbonat	270 - 410

\*Enemark ve ark. (2002)

### Yıkımı Hızlı ve Yavaş Olan Karbonhidrat Kaynaklarının Kontrollü Kullanımı

Hızlı fermente olabilen karbonhidratların aşırı tüketimi ruminal asidozisin en belirgin nedenidir. Süt sığırlarını etkin bir şekilde beslemenin en önemli amacı, ruminal asidozis oluşturmadan maksimum üretim sağlamaktır. Maksimum üretim için de olabildiğince fazla konsantre yem kullanılmaktadır (Krause ve Oetzel, 2006; Oetzel, 2007). Bu durum ise ineklerde SARA riskini arttırmaktadır. Hayvanlarda SARA riskinin azaltılması için rasyondaki kolay çözünebilir karbonhidrat seviyesinin ve tipinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Bilindiği üzere rasyonun kolay çözünebilir karbonhidratları, organik asitler, şekerler, nişasta ve pektin gibi maddelerden oluşmaktadır. Eğer rasyonun kolay çözünebilir karbonhidrat içeriği şeker ve nişastadan oluşuyorsa kg KM içerisinde 350-400 g, diğer kolay çözünebilir karbonhidratlardan oluşuyor ise kg KM içerisinde 400-500 g kolay çözünebilir karbonhidrat bulunması gerektiği belirtilmiştir (Krause ve Oetzel, 2006). Laktasyonun ilk dönemlerindeki ineklerde konsantre yemleme seviyesi çok hızlı bir şekilde artmakta ancak toplam yem tüketimi azalmaktadır. Bu gibi sürülerde erken laktasyon rasyonlarının dikkatli bir şekilde modellenmesi, özellikle doğum sonrası 1 ila 3 hafta arasında şiddetli selüloz eksikliklerinin giderilmesi gerekmektedir (Krause ve Oetzel, 2006).

Hızlı fermente olabilen karbonhidratlarca zengin rasyonlara ruminal adaptasyon sağlamanın iki yolu vardır. Bunlardan birincisi rumendeki mikroorganizma popülasyonunun adaptasyonunun sağlanması, diğeri ise rumen papillalarının uzunluğunun artırılarak emilim alanının genişletilmesidir (Krause ve Oetzel, 2006; Oetzel, 2007; Abdela, 2016). Rumen ekosistemi, rasyondaki ani değişikliklere karşı inanılmaz derecede hassastır. Bu bakımdan kurudaki dönemde kullanılan kaba yem ağırlıklı rasyondan konsantre yem ağırlıklı laktasyon rasyonlarına geçişte yem değişikliğinin kademeli olarak yapılması rumen ortamının hazırlanması açısından önemlidir. Süt ineklerinde doğumdan sonra hızlı bir şekilde yüksek enerji tüketimi ile birlikte kuru madde tüketiminin de artırılması gerekmektedir (Beauchemin ve Penner, 2009; Alataş, 2013). Bu nedenle laktasyon rasyonlarında kullanılacak olan bütün yem maddelerine kuru dönem rasyonlarında da yer verilmesi gerekir. Böylece belirli bir alıştırma dönemini takiben asıl laktasyon yemine geçilmesi daha faydalı olmaktadır (Beauchemin ve Penner, 2009; Alataş, 2013; Abdela, 2016). Alıştırma dönemi, rumende laktik asit kullanan bakteriler ile nişastayı kullanan bakterilerin gelişerek yeterli sayıya ulaşabilmelerine katkı sağlar. Rumen mukozasının konsantre yeme adaptasyonu yaklaşık 4-6 haftayı bulmaktadır. Bakteriyel adaptasyon ise

konsantre yeme geçildikten itibaren üç hafta sonra sağlanabilmekte, altıncı haftada ise tamamen farklı bir mikrobiyal popülasyon oluşabilmektedir (Beauchemin ve Penner, 2009; Alataş, 2013).

### Yem Katkı Maddeleri İlave Edilmesi

Son yıllarda süt sığırlarında ruminal adaptasyon sağlamak ve SARA riskini azaltmak için farklı yem katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bunların en önemlileri tampon bileşikleridir. Süt sığırlarının rasyonlarında kullanılan başlıca tampon maddeler, mayalar, sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), sodyum sesquikarbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), sodyum bentonit ve kalsiyum karbonat gibi bileşiklerdir. Bunlar, ruminal asidozis nedenlerini ortadan kaldırmamakla birlikte sorunu yönetmeye yardımcı oldukları bildirilmiştir (Enemark ve ark., 2002; Kleen ve ark., 2003; Krause ve Oetzel, 2006; Beauchemin ve Penner, 2009; Enemark, 2009; Dijkstra ve ark., 2012). Hayvanların bu bileşiklere gösterdikleri tepkiler, verilen yemlerin tipine ve fiziksel yapısına göre değişim gösterebilmektedir. Örneğin, mısır silajı, ana kaba yem kaynağı olduğu durumda tampon bileşik takviyesi süt verimini ve süt yağı oranını artırırken, ot veya baklagil silajı ile ilgili sonuçların tutarlı olmadığı bildirilmektedir. Ancak, yeterli etkin selüloz içeren rasyonlarla birlikte kullanılmaları halinde bu bileşiklerin daha yararlı olacağı ifade edilmektedir (Enemark ve ark., 2002; Krause ve Oetzel, 2006). Laktasyondaki süt sığırlarının rasyonlarına katılması önerilen tampon bileşik miktarları Tablo 2’de verilmiştir.

Süt sığırları rasyonlarına maya kültürü ilavesi, rumende laktik asit kullanımını arttırdığı ve dolayısıyla da SARA’nın kontrolüne yardımcı olmaktadır (AlZahal ve ark., 2014; Goto ve ark., 2016). Maya kültürleri ruminantlarda kesif yeme dayalı yüksek enerjili rasyonlarla beslemede, rumen pH’sı değerini artırarak, fermantasyon koşullarını uygun hale getirmektedir. Ayrıca, bunlar yüksek enerjili rasyonların kullanımından kaynaklanabilecek sindirim bozukluklarının engellenmesinde de etkin rol oynamaktadır (Broadway ve ark., 2015; Canbolat ve ark. 2015). Bu amaçla, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus plantarum*, *Selenomonas ruminantium*, *Megasphaera elsedenii* veya *Enterococcus faecium* gibi mikroorganizmalar yemlere doğrudan ilave edilebilmektedir (AlZahal ve ark., 2014; Goto ve ark., 2016; Humer ve ark., 2018b).

Sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), ruminant hayvanların rasyonlarında rutin olarak tamponlama yapmak ve süt yağındaki azalmayı önlemek için 40 yıldır kullanılan en yaygın bileşiktir (Beauchemin ve Penner, 2009; Calsamiglia ve ark., 2012; Humer ve ark., 2018b). Pratikte KM esasına göre 7-10 g/kg yem (Hu ve Murphy, 2005) veya günde hayvan başına 110-225 g (ortalama 150 g)

sodyum bikarbonat eklenmesi süt verimi, süt yağ oranı ve yem tüketimi üzerinde olumlu etkiler meydana getirmektedir (Enemark ve ark., 2002).

Sodyum seskikarbonat ( $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) ile sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )'ın kombinasyonundan oluşur ve %42 sodyum karbonat, %33 sodyum bikarbonat ile %10 oranında da çözünmeyen maddeler içerir (Umucalılar ve Şeker, 1998). Asitleri nötralize etme potansiyeline sahip olup süt verimini arttırmaktadır. Bununla birlikte, KM alımı, süt verimi ve süt bileşimi üzerindeki spesifik etkileri rasyon kompozisyonuna, laktasyon evresine ve sodyum seskikarbonat kaynağına bağlı olarak değişmektedir (Calsamiglia ve ark., 2012). Süt sığırı rasyonlarına günde hayvan başına 110-225 g sodyum seskikarbonat ilavesi önerilmektedir (Enemark ve ark., 2002).

Bir çeşit kil olan sodyum bentonit rumenin asitliğini düşürmekte ancak etkisi kısa sürmektedir. Genellikle pelet yemlerin hazırlanmasında yapıştırıcı veya nem oranı yüksek yemlerin peletlenmesinde kurutucu olarak kullanılmaktadır (Umucalılar ve Şeker, 1998). Süt sığırı rasyonlarına 110-454 g sodyum bentonit ilave edilebileceği bildirilmektedir (Enemark ve ark., 2002).

Kalsiyum karbonat, rasyonlara daha ziyade hayvanların kalsiyum ihtiyacını karşılamak amacıyla katılmaktadır. Sindirim kanalında daha yavaş emildiği için etkisinin daha uzun süreli olduğu düşünülmektedir (Umucalılar ve Şeker, 1998). Süt sığırı rasyonlarına hayvan başına günde 115-180 g kalsiyum karbonat ilave edilebileceği bildirilmektedir (Enemark ve ark., 2002).

SARA'nın kontrolüne yardımcı olmak için laktik asit tuzu (laktat), malik asit ve benzeri organik asitler (aspartik ve fumarik asit) de katkı maddesi olarak rasyonlara ilave edilmektedir. Fazla miktarda asidik yem alımını izleyen 2 ila 6 saat içinde rumendeki mikrobiyal denge bozulmakta, özellikle laktik asit üreten ve tüketen bakteri sayılarında değişim meydana gelmektedir (Calsamiglia ve ark., 2012). Rasyonlara laktat eklenmesi veya laktat bakımından zengin yem maddeleri kullanılması, rumenin laktat bakımından ani artışlara uyum sağlama yeteneğini geliştirmektedir. Bunun yanında rasyonlara doğrudan mikrobiyal kültür ilave edilmesi rumende sabit bir laktat kaynağı sağlamak için önemli bir uygulamadır. *Selenomonas ruminantium*, ruminal laktatı UYA'ne dönüştüren bakterilerden biridir. Bu bakteri, laktat kullanımını uyarmaktadır (Kleen ve ark., 2003; Krause ve Oetzel, 2006; Oetzel, 2007; Öztürk ve Pişkin, 2009; Enemark, 2009; Calsamiglia ve ark., 2012).

#### Yemleme Yönetimi

Yapılan çalışmalar, SARA bakımından yüksek risk altındaki ineklerde artan yemleme sıklığının SARA'nın şiddetini azaltabileceğini, bunun yanında süt yağı verimini de arttırabileceğini göstermiştir (Macmillan ve ark., 2017). Bir öğünde tüketilen yem miktarı ve çığneme zamanı ile yemleme sıklığı ve tüketilen yemin gün içerisindeki dağılımı rumenin asit-baz dengesi üzerinde etkili olmaktadır. Öğün sayısının artması ve tüketimin gün içerisinde dağılması, asit üretimi ile tükürük üretimi ve rumenden organik asitlerin emilimi veya geçişi arasındaki zamanın daha iyi senkronize edilmesini sağlamaktadır (Alataş, 2013; González ve ark., 2011; Macmillan ve ark., 2017).

Yemleme uygulamaları dışında, hayvanlara yeterli yemlik alanın sağlanması (en az 60 cm/hayvan), onlara sunulan yemlere erişim imkânını arttırmakta ve hayvanlar arasındaki rekabeti azaltmaktadır. Bu uygulama özellikle ilk laktasyondaki hayvanlarda yemleme alanından daha fazla istifade edilmesini ve öğün sayısını arttırarak beslenme aktivitesinin iyileşmesini sağlayabilir (Humer ve ark., 2018b). Süt sığırlarında bu prensipleri gerçekleştirmek için sürü içerisindeki farklı laktasyon evrelerindeki hayvanları gruplar halinde yönetmek ve buna uygun şekilde besleme ilkeleri oluşturmak gerekmektedir (Oetzel, 2007; González ve ark., 2012).

Hayvanlara sunulan yemlerin seçilerek yenmesini önlemek için yem hammaddelerinin uygun bir şekilde karıştırılarak TMR şeklinde verilmesi gerekmektedir. Hasta hayvanlar için rasyon oluşturulurken, rasyonun son bileşeni mikser ekledikten sonra 3 ila 5 dakika süre ile karıştırma işlemi uygulanmalıdır. Rasyonun aşırı derecede karıştırılması, yemlerin hayvanlar tarafından kolaylıkla alınmasını sağlayabilir. Ancak bu işlem fiziksel yapı bakımından çok küçük partiküllü yem oluşmasına neden olabilir. Bu ise tükürük salgılanması ve dolayısıyla da tamponlanma kapasitesini azaltabilir. Bunun yanında, özellikle kuru kaba yemlerin rasyona dâhil edilmesi durumunda, rasyon KM'sinin %55 ve altına düşüncüye kadar TMR'ye su ilave edilmesi, partiküllerin birbirine bağlanmasına yardımcı olduğu için muhtemelen yem seçimini azaltır. Bu işlem, aynı zamanda TMR'nin homojenitesini arttırabilir ve yem seçimini en aza indirebilir (Humer ve ark., 2018b). Ayrıca, hızlı fermente edilebilir rasyonlara olan duyarlılık bakımından hayvanlar arasında bireysel farklılıklar vardır. Örneğin, aynı konsantre yemi içeren TMR'yi tüketen inekler, ruminal pH dinamiğine farklı yanıtlar verebilmektedir. Bu durum yem seçimine dayandırılabilir. SARA'ya duyarlı inekler, uzun parçacıklar yerine daha kısa parçacıkları seçmektedirler. Bu nedenle yüksek riskli ineklerin erken teşhisi için iyi izleme yapılması gerekmektedir. Bu durum, özelleştirilmiş yemleme programlarının uygulanması ve ilgili hayvanların bireysel tedavilerinin yapılabilmesi açısından önem arz etmektedir. Gözlemlene, yüksek riskli ineklerin erken evrede tanımlanmasının dışında, rasyonların yapısal lif yeterliliğinin değerlendirilmesi için pratik bir yöntem olan çığneme aktivitesini izlemek için de yapılabilir. Son zamanlarda, süt ineklerinde beslenme davranışını ölçmek için, zaman alıcı görsel gözlemlerin yerine çeşitli elektronik cihazlardan yararlanılmaktadır (Humer ve ark., 2018b).

#### SARA'nın Önlenmesine İlişkin Öneriler

Süt sığırı işletmelerinde SARA riskini ve işletme bazında meydana gelebilecek ekonomik kayıpları en aza indirmek için uyulması gereken bazı hususlar mevcuttur.

- Genel olarak süt sığırlarında SARA açısından en kritik dönem, kuru dönemden yüksek enerjili yemlemeye geçildiği laktasyonun ilk evreleridir. Bu dönemde asidozis riskini azaltmak için rasyonlardaki tane yem miktarı günden güne tedricen arttırılarak yüksek enerjili yemlere geçiş sağlanmalıdır.

- Süt sığırı yemlerinde kullanılan rasyonların selüloz yapısı ve miktarı oldukça önemlidir. İşletmelerde hayvanlarda özellikle KM tüketimi, süt verimi, süt yağı veriminde azalma, dışkıda daha yumuşak, daha parlak ve sarımsı bir görünüm, yine dışkıda parçalanmamış dane görülmesi ve topallama gibi ayak sorunları görüldüğünde öncelikli olarak rasyonların selüloz yapısı ve miktarı gözden geçirilmektedir. Bu durumlarda rasyonlarda kullanılan yemlerin partikül büyüklüğü incelenerek sorun olup olmadığı değerlendirilmelidir.
- Rasyonlarda yeterli ruminal tamponlama sağlamak, hızlı fermente edilebilir karbonhidratların alımını sınırlandırmak ve yüksek oranda karma yem içeren rasyonlara ruminal adaptasyon sağlamak SARA'nın önlenmesinin temel prensiplerdir.
- Hayvanlarda SARA riskini en aza indirmek için, yüksek derecede fermente olabilen yemler ile düşük fermente olabilen yemler harmanlanmalıdır. Sürülerde SARA açısından bir problem olduğu belirlenirse, küçük miktarlarda TMR ile sık yemleme yapılmaz. TMR'ye daha az saman eklenmesi veya kaba yemlerin daha hassas işlenmesi gibi seçenekler değerlendirilmelidir.
- Tane yemlerin aşırı bir şekilde buharla ezilmesi nişastanın daha çabuk fermente olmasını sağlar. Bunun sonucunda da rumende artan asit üretimi de SARA riskini artırabilir.
- Ruminant hayvanlarda çiğneme aktivitesi tükürük tamponlanması açısından son derece önemlidir. Bu nedenle çiğneme aktivitesini ve dolayısıyla da bikarbonat tamponlanma kapasitesini etkin tutabilmek için rasyonda bulunan kaba yemin partikül büyüklüğünün iyi ayarlanması gerekmektedir. Partiküller ince, çok uzun ve kalın olmamalı, orta büyüklükte olmalıdır.
- Rumen pH'sının düşmesini önlemek için rasyonlara ek olarak, sodyum bikarbonat, sodyum seskikarbonat, sodyum bentonit, kalsiyum karbonat, potasyum karbonat, maya kültürleri ve rumen mikrobiyal ekolojisini değiştirmeye yardımcı olan katkı maddeleri ilave edilebilir. Süt sığırlarında asidozisin önlenmesinde ihtiyati bir önlem olarak, bu gibi tampon bileşiklerin, laktasyondaki ineklerin rasyonlarına rutin olarak eklenmesi tavsiye edilmektedir.
- SARA açısından ilk laktasyondaki inekler çok doğum yapmış ineklerden daha yüksek risk altındadır. Bu bakımdan, bu hayvanların beslenmeleri özel stratejileri gerektirir. Özellikle, süt verimi yüksek inekler; SARA belirtileri, rasyonlarının bileşenleri ve yemleme yöntemi bakımından bireysel olarak sürekli izlenmelidir.

## Sonuç

SARA, modern süt üretimi endüstrisinde hayvanların performansını ve sağlığını olumsuz yönde etkileyen, özellikle yüksek enerjili rasyonlar verildiği dönemlerde ortaya çıkan metabolik bir hastalıktır. En önemli klinik bulgusu yem tüketiminin azalmasıdır. Bunun yanında canlı ağırlık kaybı, rumen hareketlerinde azalma, abomasum

deplasmanı, gastrointestinal hasar, laminitis, topallama, ishal, süt yağında azalma, dışkı kıvamında yumuşama ve dışkıda sindirilmemiş tahıl tanelerinin görülmesi SARA'nın en önemli belirtileridir. Hayvanlarda büyük ölçüde besleme hatalarına bağlı olarak meydana gelen SARA, işletmelerde veterinerlik hizmetleri giderlerini yükseltmekte, karlılığı azaltmakta, sürüden ayıklanan ve ölen hayvanların sayılarında artış meydana getirmektedir. Bu durum tüm süt endüstrisini olumsuz yönde etkilemek suretiyle çok ciddi ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle SARA nedeniyle oluşabilecek sağlık sorunları ve ekonomik kayıpların önüne geçebilmek için süt sığırı sürüleri sürekli olarak izlenmeli ve önleyici tarzda yemleme pratikleri özenle uygulanmalıdır.

## Kaynaklar

- Abdela N. 2016. Subacute ruminal acidosis (SARA) and its consequence in dairy cattle: A review of past and recent research at global prospective. *Achievements in the Life Sciences*, 10(2), 187-196. <https://doi.org/10.1016/j.als.2016.11.006>
- Alataş MS. 2013. İn vivo ve in vitro şartlarda oluşturulan subakut asidozis durumunda megasphaera elsdeni inokulasyonunun rumen parametreleri üzerine etkisi (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Al-Husseiny SH, Zenad MM. 2017. Estimation of lipopolysaccharide concentration in the content of ruminal fluid and feces of dairy cows that suffering from subacute ruminal acidosis. *Al-Qadisiyah Journal of Veterinary Medicine Sciences*, 16(2), 157-161. <https://doi.org/10.29079/vol16iss2art451>
- AlZahal O, Dionissopoulos L, Laarman AH, Walker N, McBride, BW. 2014. Active dry *Saccharomyces cerevisiae* can alleviate the effect of subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(12), 7751-7763. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8212>
- Aschenbach JR, Penner GB, Stumpff F, Gäbel G. 2011. Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. *Journal of Animal Science*, 89(4), 1092-1107. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3301>
- Bal MA. 2017. Rumen pH'sını düzenleyici katkı maddeleri ve etkileri. *Türkiye Klinikleri Journal of Animal Nutrition and Nutritional Diseases-Special Topics*, 3(3), 161-170. <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-rumen-phsini-duzenleyici-katki-maddeleri-ve-etkileri-80793.html> Erişim: 15.11.2018
- Beauchemin K, Penner G. 2009. New developments in understanding ruminal acidosis in dairy cows. In *Tri-State Dairy Nutrition Conference* (pp. 21-22). <http://www.dairyweb.ca/Resources/3SDNC2009/Beauchemin.pdf> Erişim: 12.11.2018
- Beauchemin KA, Yang WZ, Morgavi DP, Ghorbani GR, Kautz W, Leedle JAZ. 2003. Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 81(6): 1628-1640. <https://doi.org/10.2527/2003.8161628x>
- Belge A, Akın İ. 2015. Sütçü Sığırlarda Subklinik Laminitis: Predispoze Faktörler. *Türkiye Klinikleri. J. Vet. Sci. Surg-Special Topics*. 2015;1(1): 32-37. [https://scholar.google.com.tr/scholar?hl=tr&as\\_sdt=0%2C5&q=S%3BCt%3%A7%3BC+S%4B1%49%4B1rlarda+Subklinik+Laminitis%3A+Predispoze+Fakt%3B6rler&btnG=Erişim: 12.11.2018](https://scholar.google.com.tr/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&q=S%3BCt%3%A7%3BC+S%4B1%49%4B1rlarda+Subklinik+Laminitis%3A+Predispoze+Fakt%3B6rler&btnG=Erişim: 12.11.2018)
- Biricik H, Gençoğlu H. 2010. Süt sığırı rasyonlarında etkin nötral deterjan fiber (NDF) ile süt verimi arasındaki ilişki. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 53-60. <https://dergipark.org.tr/download/article-file/66149> Erişim: 15.11.2018



- Broadway PR, Carroll JA, Sanchez NC. B. 2015. Live yeast and yeast cell wall supplements enhance immune function and performance in food-producing livestock: A Review. *Microorganisms*, 3(3), 417-427. <https://doi.org/10.3390/microorganisms3030417>
- Calsamiglia S, Blanch M, Ferret A, Moya D. 2012. Is subacute ruminal acidosis a pH related problem? Causes and tools for its control. *Animal Feed Science and Technology*, 172(1), 42-50. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.007>
- Canbolat Ö, Kara H, Filya İ, Kamalak A. 2015. Kuzu besi rasyonlarına ilave edilen canlı mayanın besi performansı ile bazı rumen sıvısı ve kan parametreleri üzerine etkisi. *Journal of Agricultural Faculty*, 29(1): 73-85. [https://www.researchgate.net/profile/Adem\\_Kamalak/publication/268087633](https://www.researchgate.net/profile/Adem_Kamalak/publication/268087633) Erişim: 16.10.2018
- Dijkstra J, Ellis JL, Kebreab E, Strathe AB, López S, France J, Bannink A. 2012. Ruminant pH regulation and nutritional consequences of low pH. *Animal Feed Science and Technology*, 172(1-2): 22-33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.005>
- Enemark JMD, Jorgensen RJ, Enemark PS. 2002. Rumen acidosis with special emphasis on diagnostic aspects of subclinical rumen acidosis: A Review. *Veterinarija ir Zootechnika*, 20(42): 16-29. [https://www.researchgate.net/profile/Joerg\\_Matthias\\_Dehn\\_Enemark/publication/252388488](https://www.researchgate.net/profile/Joerg_Matthias_Dehn_Enemark/publication/252388488) Erişim: 15.12.2018
- Enemark JM. 2009. The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. *The Veterinary Journal*, 176(1): 32-43. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.021>
- Gao X, Oba M. 2014. Relationship of severity of subacute ruminal acidosis to rumen fermentation, chewing activities, sorting behavior, and milk production in lactating dairy cows fed a high-grain diet. *Journal of Dairy Science*, 97(5), 3006-3016. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7472>
- González LA, Manteca X, Calsamiglia S, Schwartzkopf-Genswein KS, Ferret A. 2012. Ruminant acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*, 172(1): 66-79. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.009>
- Goto H, Qadis AQ, Kim YH, Ikuta K, Ichijo T, Sato S. 2016. Effects of a bacterial probiotic on ruminal pH and volatile fatty acids during subacute ruminal acidosis (SARA) in cattle. *Journal of Veterinary Medical Science*, 78(10): 1595-1600. <https://doi.org/10.1292/jvms.16-0211>
- Gümüş H. 2014. Gümüş H. 2014. Akarbozun asidozis üzerine etkisi. *MAKÜ Sag. Bil. Enst. Derg.* 2(1): 42-49. <https://dergipark.org.tr/download/article-file/181573> Erişim: 15.12.2018
- Gümüş H, Karakaş Oğuz F. 2014. Mayanın ruminant metabolizması üzerine olan etkileri. *MAKÜ Sag. Bil. Enst. Derg.* 2(2): 93-103. <https://dergipark.org.tr/download/article-file/181580> Erişim: 12.11.2018
- Hayırlı A, Serbester U, Kaynar Ö. 2015. Sığır işletmelerinde topallık ve laminitis yönetimi. *Türkiye Klinikleri J. of Vet. Sci., Surg-Special Topics*, 1(1): 13-31. <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-sigir-isletmelerinde-topallik-ve-laminitis-yonetimi-71223.html> Erişim: 12.12.2018
- Hu W, Murphy MR. 2005. Statistical evaluation of early and mid lactation dairy cow responses to dietary sodium bicarbonate addition. *Animal feed science and technology*, 119(1-2), 43-54. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.12.005>
- Humer E, Aschenbach JR, Neubauer V, Kröger I, Khiaosa-Ard R, Baumgartner W, Zebeli Q. 2018a. Signals for identifying cows at risk of subacute ruminal acidosis in dairy veterinary practice. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(2), 380-392. <https://doi.org/10.1111/jpn.12850>
- Humer E, Petri RM, Aschenbach JR, Bradford BJ, Penner GB, Tafaj M, Südekum KH, Zebeli Q. 2018b. Practical feeding management recommendations to mitigate the risk of subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 101(2), 872-888. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13191>
- Kleen JL, Hooijer GA, Rehage J, Noordhuizen JPTM. 2003. Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *Transboundary and Emerging Diseases*, 50(8): 406-414. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2003.00569.x>
- Krause KM, Oetzel GR. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 126(3-4), 215-236. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.004>
- Macmillan K, Gao X, Oba M. 2017. Increased feeding frequency increased milk fat yield and may reduce the severity of subacute ruminal acidosis in higher-risk cows. *Journal of Dairy Science*, 100(2): 1045-1054. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11337>
- Maulfair DD, McIntyre KK, Heinrichs AJ. 2013. Subacute ruminal acidosis and total mixed ration preference in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(10), 6610-6620. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6771>
- Mao SY, Zhang RY, Wang DS, Zhu WY. 2013. Impact of subacute ruminal acidosis (SARA) adaptation on rumen microbiota in dairy cattle using pyrosequencing. *Anaerobe*, 24, 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2013.08.003>
- McCann JC, Luan S, Cardoso FC, Derakhshani H, Khafipour E, Looor JJ. 2016. Induction of subacute ruminal acidosis affects the ruminal microbiome and epithelium. *Frontiers in Microbiology*, 7: 701. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00701>
- McGuffey RK. 2017. Metabolic modifiers in dairy cattle nutrition. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10113-10142. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12987>
- Mertens DR. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Sci.* 80(7): 1463-1481. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76075-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2)
- Nagata R, Kim YH, Ohkubo A, Kushibiki S, Ichijo T, Sato S. 2018. Effects of repeated subacute ruminal acidosis challenges on the adaptation of the rumen bacterial community in Holstein bulls. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4424-4436. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13859>
- Oetzel GR. 2007. Subacute ruminal acidosis in dairy herds: physiology, pathophysiology, milk fat responses, and nutritional management. In 40th Annual Conference, American Association of Bovine Practitioners. 17, 89-119. <https://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/2nutr/saral1aabp.pdf> Erişim: 12.11.2018
- Öztürk H, Pişkin İ. 2009. Rumen asidozuna fizyopatolojik bakış. *Vet. Hekim Der. Derg.* 80(3): 3-6. <https://dergipark.org.tr/download/article-file/405163> Erişim: 12.12.2018
- Plaizier JC, Krause DO, Gozho GN, McBride B. W. 2009. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal*, 176(1), 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.016>
- Plaizier JC, Li S, Danscher AM, Derakhshani H, Andersen PH, Khafipour E. 2017. Changes in microbiota in rumen digesta and feces due to a grain-based subacute ruminal acidosis (SARA) challenge. *Microbial Ecology*, 74(2): 485-495. <https://doi.org/10.1007/s00248-017-0940-z>
- Righi F, Quarantelli A, Tonelli L, Renzi M, Gandolfi B. 2007. Use of Penn State Particle Separator for the evaluation of total mixed rations typical of Parmigiano Reggiano cheese production area. *Italian Journal of Animal Science*, 6(sup1), 347-349. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.1s.347>
- Sato S. 2016. Pathophysiological evaluation of subacute ruminal acidosis (SARA) by continuous ruminal pH monitoring. *Animal Science Journal*, 87(2): 168-177. <https://doi.org/10.1111/asj.12415>

- Stefańska B, Pruszyńska-Oszmałek E, Szczepankiewicz D, Stajek K, Stefański P, Gehrke M, Nowak W. 2017. Relationship between pH of ruminal fluid during subacute ruminal acidosis and physiological response of the Polish Holstein-Friesian dairy cows. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 20(3), 551-558. <https://doi.org/10.1515/pjvs-2017-0067>
- Sun YY, Cheng M, Xu M, Song LW, Gao M, Hu HL. 2018. The effects of subacute ruminal acidosis on rumen epithelium barrier function in dairy goats. *Small Ruminant Research*, 169, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.09.017>
- Umucalı HD, Şeker E. 1998. Tampon etkili madde olarak sodyum bikarbonat ve magnezyum oksitane yemlerin in vitro sindirilme dereceleri ile ineklerde süt verim parametreleri üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Besleme Hastalıkları Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Konya.
- Ural DA, Ural K, Örtlek O. 2017. Correlation between ruminal pH and body condition score in cows with subacute ruminal acidosis. *Revista MVZ Córdoba*, 22(3). <http://dx.doi.org/10.21897/rmvz.1127>
- Wetzels SU, Mann E, Pourazad P, Kumar M, Piniór B, Metzler-Zebeli BU, Wagner M, Schmitz-Esser S, Zebeli Q. 2017. Epimural bacterial community structure in the rumen of Holstein cows with different responses to a long-term subacute ruminal acidosis diet challenge. *Journal of Dairy Science*, 100(3): 1829-1844. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11620>
- Zhao C, Liu G, Li X, Guan Y, Wang Y, Yuan X, Sun G, Wang Z, Li X. 2018. Inflammatory mechanism of rumenitis in dairy cows with subacute ruminal acidosis. *BMC Veterinary Research*, 14(1), 135. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1463-7>