



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE
BESLENME HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI



**FARKLI RUMEN TAMPONLAYICILARININ
SÜT İNEKLERİNDE SÜT VERİMİ, KOMPOZİSYONU, RUMEN
FERMANTASYONU VE DIŞKIDAKİ FİTİK ASİT
KONSANTRASYONU ÜZERİNE ETKİSİ**

ERKAN ŞEN

(DOKTORA TEZİ)

BURSA-2018

ERKAN ŞEN

HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI DOKTORA TEZİ

2018



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME
HASTALIKLARI ANABİLİM DALI



FARKLI RUMEN TAMPONLAYICILARININ
SÜT İNEKLERİNDE SÜT VERİMİ, KOMPOZİSYONU, RUMEN FERMANTASYONU
VE DIŞKIDAKİ FİTİK ASİT KONSANTRASYONU ÜZERİNE ETKİSİ

ERKAN ŞEN

(DOKTORA TEZİ)

DANIŞMAN:

Prof.Dr. İbrahim İsmet TÜRKMEN

Proje No: OUAP (V)-2013/2 Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi

BURSA-2018

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

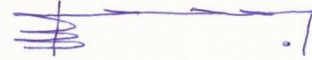
ETİK BEYANI

Yüksek Lisans/Doktora tezi olarak sunduğum

“Farklı Rumen Tamponlayıcılarının Süt İneklerinde Süt Verimi, Kompozisyonu, Rumen Fermantasyonu ve Dışkıdaki Fitik Asit Konsantrasyonu Üzerine Etkisi” adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen bütün süreçlerde bilimsel etik kurallarına uygun bir şekilde hazırlandığını ve yararlandığım eserlerin kaynaklar bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve beyan ederim.

Erkan ŞEN
Tarih ve İmza

04.05.2018



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Yüksek Doktora öğrencisi Erkan ŞEN tarafından hazırlanan Farklı Rumen Tamponlayıcılarının Süt İneklerinde Süt Verimi, Kompozisyonu, Rumen Fermantasyonu ve Dışkıdaki Fitik Asit Konsantrasyonu Üzerine Etkisi konulu Doktora tezi .04.../05.../2018...günü, .11:00...-12:00... saatleri arasında yapılan tez savunma sınavında jüri tarafından oy birliği ~~oy çokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı

Tez Danışmanı

Prof. Dr. İbrahim İsmet
TÜRKMEN

Üye

Prof. Dr. Hakan BİRİCİK

Üye

Prof. Dr. Neşe KOCABAĞLI

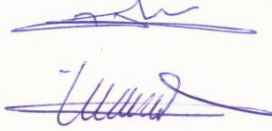
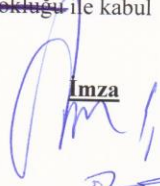
Üye

Doç.Dr.Hıdır GENÇOĞLU

Üye

Dr. Öğr. Üyesi İsmail ÇETİN

İmza



Bu tez Enstitü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı toplantısında alınan numaralı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali AYDOĞDU
Enstitü Müdürü

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU

04/05/2018

Adı Soyadı: Erkan ŞEN

Anabilim Dalı: Veteriner-Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları

Tez Konusu: Farklı Rumen Tamponlayıcılarının Süt İneklerinde Süt Verimi, Kompozisyonu,
Rumen Fermantasyonu Ve Dışkıdaki Fitik Asit Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

ÖZELLİKLER

UYGUNDUR

UYGUN DEĞİLDİR

ACIKLAMA

Tezin Boyutları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dış Kapak Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
İç Kapak Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kabul Onay Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sayfa Düzeni	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
İçindekiler Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yazı Karakteri	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Satır Aralıkları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Başlıklar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sayfa Numaraları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Eklerin Yerleştirilmesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tabloların Yerleştirilmesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kaynaklar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

DANIŞMAN ONAYI

Unvanı Adı Soyadı: Prof. Dr. İ. İsmet TÜRKMEN

İmza:

İÇİNDEKİLER

Dış Kapak	
İç Kapak	
ETİK BEYAN.....	I
KABUL ONAY.....	II
TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
TÜRKÇE ÖZET.....	VIII
İNGİLİZCE ÖZET.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Süt Sığırlarının Besin Maddesi Gereksinimleri.....	6
2.1.1. Kuru Madde Tüketimi.....	7
2.1.2. Enerji Gereksinimi.....	9
2.1.3. Protein Gereksinimi.....	10
2.1.4. Mineral Gereksinimi.....	10
2.2. Rumen Fermantasyonu ve Mikrobiyolojisi.....	12
2.3. Rumen pH'sını Etkileyen Besinsel Faktörler.....	17
2.3.1. Çiğneme Aktivitesi.....	17
2.3.2. Tükürük Salgısı.....	19
2.3.3. Fiziksel Etkin Lif.....	19
2.3.4. Yemlerin Fermente Olabilirliği.....	21
2.3.5. Fermantasyon Asitlerinin Emilimi.....	26

2.3.6. Rasyon Adaptasyonu.....	28
2.4. Süt Sığırlarında Rumen Asidozisi.....	30
2.4.1. Akut Rumen Asidozisi.....	31
2.4.2. Subakut Rumen Asidozisi (SARA).....	35
2.4.2.1. Subakut Rumen Asidozisinin Yaygınlığı.....	37
2.4.2.2. Subakut Rumen Asidozisinin Belirtileri	39
2.4.2.3. Sürü Bazlı Subakut Rumen Asidozisi Tanısı.....	42
2.5. Rumen Asidozisinin Süt Yağı Üzerindeki Etkileri.....	44
2.6. Rumen Asidozisinin Ayak ve Tırnak Sağlığı Üzerindeki Etkileri.....	46
2.7. Sıcak Stresi ve Rumen Asidozisi	48
2.8. Rumen Asidozisi Kontrolünde Kullanılan Tampon Maddeler.....	51
2.8.1. Tampon Madde Olarak Magnezyum Oksit.....	53
2.8.2. Tampon Madde Olarak Sodyum Bikarbonat.....	55
2.8.3. Tampon Madde Olarak Kalkerleşmiş Deniz Algi.....	58
2.9. Dışkıdaki Fitik Asit Miktarı.....	62
2.9.1. Fitik Asit.....	62
2.9.2. Ruminal fitik asit sindirimi ve dışkıdaki fitik asit miktarı.....	63
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	65
3.1. GEREÇ.....	65
3.1.1. Deneme Yeri	65
3.1.2. Deneme Hayvanları.....	65
3.1.3. Deneme Rasyonları.....	65
3.1.4. Naylon Keseler.....	67
3.1.5. Sürekli Rumen pH Ölçüm Sistemi.....	67
3.2. YÖNTEM.....	67
3.2.1. Deneme Düzeni.....	67
3.2.2. Günlük Kuru Madde Tüketiminin Belirlenmesi.....	68
3.2.3. Rumen Sıvısı Uygulamaları.....	68
3.2.3.1. Rumen Sıvısı Örneklerinde Uçucu Yağ Asidi Analizleri.....	69
3.2.3.1.1. Deneyin Yapılışı.....	69

3.2.3.2. Rumen Sıvısı Örneklerinde Amonyak Azotu Analizi.....	70
3.2.3.2.1. Deneyde Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	70
3.2.3.2.2. Deneyin Yapılışı.....	70
3.2.3.3. Rumen Sıvısı pH Ölçümü.....	71
3.2.3.3.1. LRCpH Sistemi.....	71
3.2.3.3.2. LRCpH Sistemini Rumene Yerleştirmeden Önce Yapılan İşlemler.....	73
3.2.3.3.2. LRCpH Sisteminin Rumene Yerleştirilmesi.....	74
3.2.3.3.3. LRCpH Sisteminin Rumenden Çıkarılması.....	74
3.2.3.3.4. LRCpH Verilerinin İncelenmesi.....	74
3.2.4. Naylon Kese Tekniği Uygulaması.....	75
3.2.4.1. Naylon Keselerin Uygulama İçin Hazırlanışı.....	75
3.2.4.2. Naylon Keselerin İçine Konacak Yem Örnekleri ve Uygulamaya Hazırlanışı.....	75
3.2.4.3. Naylon Keselerin Rumen İçinde İnkübasyona Bırakılmaları.....	76
3.2.4.4. Rumende İnkübasyon Zamamı Dolan Keselere Yapılan İşlemler.....	76
3.2.5. Süt Verimi ve Kompozisyonunun Belirlenmesi.....	77
3.2.6. Besin Maddesi Sindirilebilirliğinin Belirlenmesi.....	78
3.2.6.1. Hayvanlardan Dışkı Alınması.....	78
3.2.6.2. Sindirilebilirliğin Hesaplanması.....	78
3.2.7. Yemlerin Parçacık Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	78
3.2.8. Ham Besin Maddeleri Analizleri.....	79
3.2.9. Canlı Ağırlık, Vücut Kondisyon Skoru ve Lokomosyon Skoru Ölçümleri.....	79
3.2.10. Dışkı Kıvam Skoru.....	80
3.2.11. İstatistik Analizler.....	80
4. BULGULAR.....	81
4.1. Ham Besin Maddeleri Analizleri.....	81
4.2. Günlük Kuru Madde Tüketimi.....	83

4.3. Rumen Fermantasyon Özellikleri.....	85
4.3.1. Rumen Amonyak Azotu ve Uçucu Yağ Asitleri.....	85
4.3.2. Rumen pH'sı.....	88
4.4. Süt Verimi ve Kompozisyonu.....	90
4.5. Toplam Sindirilebilirlik.....	91
4.6. Ruminal Yıkılabilirlik.....	92
4.7. Gübre Fitik Asit Konsantrasyonu ve Kıvam Skoru.....	95
4.8. Pearson Korelasyon Katsayıları.....	96
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	99
5.1 Kuru Madde Tüketimi.....	99
5.2. Rumen pH'sının Değerlendirilmesi.....	102
5.3. Rumen Amonyak Azotu ve Uçucu Yağ Asitleri.....	105
5.4. Süt Verimi ve Kompozisyonu.....	108
5.5. Toplam Sindirilebilirlik.....	111
5.5. Rumen Yıkılabilirliği.....	113
5.6. Gübre Kıvamı ve Dışkı Fitik Asit Konsantrasyonu.....	114
5.7. Sonuç.....	116
6. KAYNAKLAR.....	117
7. SİMGE VE KISALTMALAR.....	151
8. EKLER.....	153
9. TEŞEKKÜR.....	154
10. ÖZGEÇMİŞ.....	155

TÜRKÇE ÖZET

Farklı rumen tamponlayıcılarının, süt verimi, bileşimi, rumen fermentasyonu, sindirilebilirlik ve dışkıdaki fitik asit konsantrasyonu üzerindeki etkileri, ad-libitum toplam karma rasyon ile beslenen, dördü rumen kanüllü on iki adet Holstein ırkı süt ineğinde (Sağılan Gün Sayısı 193 ± 67 gün) 4 x 4 Latin kare deney düzeninde incelenmiştir. Rasyon, pelet halde konsantre yem karması, mısır silajı ve yonca kuru otundan oluşmuş (kuru madde bazında % 50 kaba yem oranı), farklı tampon madde uygulama grupları şu şekilde oluşturulmuştur: 1) kontrol, 2) 200g/hayvan/gün sodyum bikarbonat, 3) 150g sodyum bikarbonat + 50g magnezyum oksit/hayvan/gün ve 4) 100g kalkerleşmiş deniz algi/hayvan/gün. Ruminal pH, dakikada bir ölçüm yapacak şekilde ayarlanan, rumen içine yerleştirilen kalıcı bir sistem kullanılarak, her deneme periyodunda 72 saat boyunca ölçülmüştür. Rumen sıvısı örnekleri, her deneme periyodunun ilk günü, 6 kez olarak alınmıştır. Toplam besin maddeleri sindirilebilirliği (KM, OM, HP ve NDF) internal marker olarak 120 saatte sindirilemeyen NDF kullanılarak belirlenmiştir. Her bir inekten, her bir veri döneminde, 8 saatlik aralıklarla, rektal yolla dışkı örnekleri toplanmıştır. KM, OM, NDF ve nişasta yıkılabilirliği naylon kese yöntemiyle, sırasıyla 2, 4, 8, 12, 24, 48 ve 120 saatler için ölçülmüştür. Her bir deneme periyodunun ilk 3 gününde, verilen ve kalan yemden örnekler alınarak kompozit numuneler oluşturulmuştur. Çalışmada, kuru madde tüketimi, süt verimi ve süt bileşimi farklı tampon madde kullanımından etkilenmemiştir. Rasyonda farklı tampon maddelerin kullanılması; KM, OM, CP ve NDF toplam sindirilebilirliğini etkilememiştir. Ruminal KM, OM, NDF ve nişasta yıkılabilirliğinde gruplar arasında fark gözlenmemiştir. Ortalama rumen pH'sı ve pH 5,80'in altında kalan süre, sodyum bikarbonat ilavesinden etkilenmiştir ($P < 0,0001$). Total ve bireysel rumen uçucu yağ asitleri, asetat:propionat oranı ve rumen amonyak konsantrasyonu arasında farklılık tespit edilmemiştir. Gübre kıvam skoru ve dışkı fitik asit konsantrasyonu muamelelerden etkilenmemiştir. Bu çalışmada, orta-geç laktasyon dönemindeki süt ineklerinin

beslenmesinde farklı rumen tamponlayıcıların kullanılmasının kuru madde tüketimi, yemden yararlanma, süt verimi, süt kompozisyonu ve rumen fermantasyon parametrelerini etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rumen tamponlayıcı, kalkerleşmiş deniz algi, sodyum bikarbonat, magnezyum oksit, rumen pH, asidozis, süt verimi, süt kompozisyonu.



SUMMARY

Effects of Different Rumen Buffers on Milk Yield, Milk Composition, Rumen Fermentation and Phytic Acid Concentration in Manure in Dairy Cows

The effects of different rumen buffers on milk yield, composition, ruminal fermentation characteristics, digestibility coefficients, and phytic acid concentration in manure were examined in twelve Holstein dairy cows (193±67 days in milk), four with ruminal cannulas, fed a total mixed ration ad libitum in a 4 x 4 Latin square design. The diet consisted of concentrate in pelleted form, corn silage and alfalfa hay (50% DM basis, forage to concentrate ratio) and different buffer application: 1) control, 2) 200g/head/day sodium bicarbonate, 3) 150g sodium bicarbonate + 50g magnesium oxide/head/day, and 4) 100g calcareous marine algae/head/day. Ruminal pH was measured continuously every 1 minute over 72 hours for each period using an indwelling system. Rumen fluid samples were obtained 6 times during the first day of each period. Total tract nutrient digestibilities (DM, OM, CP, and NDF) were determined using 120-h indigestible NDF as an internal marker. Six fecal grab samples were collected from each cow at 8-h intervals covering 4-h clock period over 3 consecutive days during each period. The degradation of DM, OM, NDF, and starch was estimated using nylon bags suspended in the rumen for 2, 4, 8, 12, 24, 48, and 120 h. Feed and orts were sampled during the first 3 days in each period and composited. Feed intake, milk yield, and milk composition were not influenced by treatments. Use of different buffers in the diet did not affect whole-tract apparent digestibilities of DM, OM, CP, and NDF. Ruminal degradabilities of DM, OM, NDF, and starch were not affected by treatments. The mean rumen pH and the time spent below pH 5,80 were significantly affected by sodium bicarbonate addition ($P < 0,0001$). Treatment had no effect on total and individual rumen volatile fatty acids, acetate: propionate ratio and rumen ammonia concentration. Manure consistency score and phytic acid concentration in the feces were not affected by treatments. We concluded that using different rumen

buffers in the diet of mid-late lactation dairy cows did not influence dry matter intake, feed efficiency, milk yield, milk composition and rumen fermentation parameters.

Key Words: Rumen buffer, calcareous marine alga, sodium bicarbonate, magnesium oxide, rumen pH, acidosis, milk yield, milk composition.



1. GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) hayvan sayısı verilerine göre, 2014 yılında dünya üzerindeki toplam sığır varlığı 1485 milyon baş olarak belirtilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2016 yılı verilerine göre, toplam 14.080.155 baş sığır varlığına sahip olan ülkemiz dünyada 22. sırada yer almaktadır. Türkiye hayvan varlığı bakımından birçok Avrupa Birliği (AB) ülkesinin önünde bulunmakta, AB sığır popülasyonunun %12'sini barındırmakta olan Fransa ve Almanya'dan sonra 3. sırada yer almaktadır (FAO, 2014; TÜİK, 2016).

Dünyadaki toplam süt üretiminin %83'ünü inek sütü oluşturmaktadır. Global inek sütü üretiminde AB ülkeleri yıllık 152 milyon ton üretim hacmi ile ilk sırayı almakta olup, ülkemiz 17 milyon ton üretim miktarı ile 8'inci sırada bulunmaktadır. TÜİK (2016) verilerine göre bu miktarda inek sütü; 5.535.773 baş sağlıklı hayvan tarafından üretilmiş olup, buradan yapılan hesaplama ile sağılan hayvan başına yıllık süt üretim miktarı 3059 kg olarak bildirilmektedir (Ulusal Süt Konseyi Raporu, 2013; TÜİK, 2016).

Dünyada kişi başı süt ve süt ürünleri tüketimleri yıllık ortalama 109,1 kg süt eşdeğeri olup, kişi başı içme sütü tüketimi gelişmiş ülkelerde 120-300 kg'a kadar çıkmakta iken, gelişmekte olan ülkelerde bu rakam 70 kg'ın altındadır. Ülkemizde süt eşdeğeri olarak hesaplanan süt ve süt ürünleri tüketim miktarı 2015 yılında 236 kg olarak hesaplanmıştır. Kayıtlı içme sütü miktarları, dış ticaret verileri ve entegre süt işletmeleri tarafından toplanan süt miktarı dikkate alındığında ülkemizde kişi başı yıllık içme sütü tüketiminin 37,3 kg olduğu tahmin edilmektedir (Ulusal Süt Konseyi Raporu, 2013; ASÜD, 2015).

Türkiye’de süt sığırlarının beslenmesinde kaba yem kaynağı olarak farklı buğdaygil kuru ot ve samanları, ağırlıklı olarak kuru ot şeklinde değerlendirilen yonca ve ekim alanı gitgide artan, silaj şeklinde değerlendirilen mısır en önemli yere sahiptir. 2004 – 2015 yılları ekim alanı ve üretim değerleri yonca ve mısır için Tablo 1’de verilmiştir. Buradan da görüleceği gibi 11 yıllık süreç sonunda silajlık mısır ekim alanı 2,7 kat; yonca ekim alanı ise 2 kat artış göstermiştir (Akman, 2016).

Tablo 1. Türkiye’de 2004 – 2015 yılları arasında silajlık mısır ve yonca otu ekim alanı (1000 da) (Akman, 2016)

Yıl	Silajlık Mısır	Yonca Otu
2004	1550	3200
2006	2599	4440
2007	2690	5349
2008	2889	5557
2009	2740	5693
2010	2937	5688
2011	3128	5586
2012	3527	6741
2013	4027	6286
2014	4150	6923
2015	4231	6620

Dünyada hayvan başına süt üretimi geçtiğimiz 20 yılda dikkat çekici şekilde artış göstermiştir. Bu yükseliş sadece genetik ilerlemeden değil, aynı zamanda optimum üretim etkinliğine ulaşmak için değişen besleme yönetiminden de kaynaklanmaktadır. Yaygın biçimde kullanım olanağı bulan Toplam Karma Rasyon (TKR) uygulaması ve hayvanlara sunulan rasyonların enerji miktarındaki artış günümüzde başarılı bir sığırcılık işletmesinde standart olarak kabul görmektedir. Burada, enerji yoğunluğu yüksek yem hammaddelerinin kullanımı sıklıkla yüksek seviyede tutularak yüksek süt verimi için ihtiyaç duyulan enerji sağlanmaya çalışılmaktadır. Böyle bir yaklaşımda; enerji ile rumen sağlığı için gerek duyulan, rasyondaki fiziksel yapının dengesinin korunması son derece önem arz etmektedir (De Brabander ve ark., 2002).

Süt sığırı rasyonlarında kaba yemler kuru madde bazında % 35 – 70 arasında yer almaktadır. Kaba yem kalitesindeki varyasyon; kuru madde tüketimini, rasyonun

enerji yoğunluğunu, rasyona ilave edilecek tahıl ve protein konsantresi miktarını, besleme maliyetini, laktasyon performansını ve de hayvan sağlığını etkilemektedir (NRC, 2001).

Yüksek süt verimine sahip süt sığırları için selüloz ya da lifçe zengin yem maddeleri, yavaş fermentasyon oranı ve düşük rumen sindirilebilirliğinden dolayı yeterli enerji sağlayamamaktadır. Bu nedenle lif kaynakları ile birlikte konsantre yemler hızlı sindirilebilir nişasta içeriklerinden dolayı rasyonlarda kullanılmaktadır. Süt ineği rasyonlarında normal kaba:konsantre yem oranı yaklaşık 50:50 şeklinde önerilmektedir (Ferraretto ve ark., 2013).

Modern süt sığırcılığı işletmelerinde süt sığırları; göreceli olarak yüksek miktarda tahıl içeren rasyonlarla beslenmekte olduklarından dolayı, rumen pH'sını belli bir noktada tutabilmek için artan bir baskı ile karşı karşıya gelmektedirler. Genetik potansiyellerinin desteklediği yüksek süt verimine en düşük maliyet ile ulaşma çabasına yönelik olarak, yüksek tahıl oranına sahip rasyonlar hayvanların enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Buna ilave olarak, TKR bileşimindeki kaba yemlerin küçük parçacık büyüklüğü, fermente yem hammaddeleri ve artan tahıl miktarı ruminal pH'yı düşürerek rumen fonksiyonlarını aksatabilmektedir (Faser, 2010).

Yüksek miktarda nişasta içeren rasyonlar genellikle etkin lif açısından da yetersiz oldukları için geviş getirmeyi ve dolayısı ile tükürük üretimini yeterince uyaramayarak rumen pH'sının düşmesine katkıda bulunurlar (Zebeli ve ark., 2006). Az miktarda kaba yem ile birlikte nişastaca zengin konsantre yemlerin yüksek miktarda kullanımı, özellikle kaba yemlerin fermentasyonunun az ve parçacık büyüklüğünün küçük olduğu koşullarda, rasyonun yapısı nedeni ile azalan tükürük salgısından dolayı rasyona ilave tampon madde kullanımına ihtiyaç duyabilir. Tampon maddeler rumende ve vücut sıvılarında hidrojen iyon konsantrasyonunu belli bir seviyede tutmaya yardımcı olmaktadır (Erdman, 1988).

Yüksek miktarda tahıl, düşük veya kısıtlı miktarda kaba yem kullanımı ve fermente yemlerle besleme halinde rumen pH'sını artıran veya pH değişimlerine direnç oluşturan tampon maddeler ve alkalileştirici bileşikler rasyonlara

eklenmektedir. Tampon maddeler optimum rumen pH'sını koruyarak veya aşırı dalgalanmasını önleyerek ruminal fermantasyonu ve rumen mikroflorasını desteklemek amacı ile kullanılmaktadır. Tampon madde olarak sodyum bikarbonat, sodyum sesquikarbonat, magnezyum oksit, kalsiyum karbonat, magnezyum karbonat ve diğer bazı mineral maddelerin tampon ve/veya alkalileştirici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Faser, 2010).

Sodyum bikarbonat; yüksek miktarda konsantre yem içeren rasyonlara sıklıkla ilave edilen, rumen pH'sını arttırmak veya stabilize etmek için kullanılan bir mineral tampon maddedir (Solorzano ve ark., 1989). Ancak sodyum bikarbonatın etkisi rumende kısa ömürlüdür (Van Soest, 1994) ve rumende süregelen asit üretimini etkin bir biçimde tamponlayamamaktadır (Russel ve Chow, 1993).

Geleneksel olarak magnezyum oksit, sıklıkla süt ineği rasyonlarında magnezyum kaynağı ve alkalileştirici ajan olarak kullanılan bir diğer tampon maddedir. Fakat magnezyum oksidin elde edildiği dünyadaki coğrafi bölgelere göre rumende eriyebilirliği ciddi farklılıklar göstermekte, buda ürünün tamponlama kapasitesinde değişkenliğe neden olmaktadır (Beede ve ark., 1989).

Erdman ve ark., (1980;1982a)'de sodyum bikarbonat ve magnezyum oksidi yalnız ve kombinasyon halinde kullanarak laktasyonun ilk 8 – 12 haftalık dönemindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmalarda; sözü edilen tampon maddelerin kombinasyon halinde kullanımları durumunda yalnız kullanımlarına göre rumen pH'sı, ideal aralık olarak gösterilen 6,20 – 6,80 bandına daha yakın bulunmuştur.

Geleneksel tampon maddeler olarak kabul edilen sodyum bikarbonat ve magnezyum oksidin sahip olduğu; sırası ile rumende kısa süreli etki ve değişken ruminal eriyebilirlik dezavantajları, alternatif tampon maddelerin değerlendirilmesine yol açmıştır. Son yıllarda kullanım alanına girmiş bir ürün; İrlanda ve İzlanda kıyılarından hasat edilen Lithothamnium calcareum adlı deniz alginin kalkerleşmiş iskelet kalıntısıdır. Kimyasal olarak %95 oranında kül içeren bu ürün, temel olarak kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonat içermektedir.

Süt sığırlarının maksimum süt üretim hedefi ile beslenmesi asidozis riskini arttırmakta, asidozisten etkilenmiş sürülerde yemden yararlanma etkinliği azalmakta,

aynı zamanda hayvan sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir. Süt sığırının beslenmesinde tampon etkiye sahip maddeler, tek başına veya birbirleri ile kombinasyon halinde, süt yağı düşüşü veya rumen asidozisi ile ilişkili diğer problemlerin önlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Teh ve ark., 1985; Beachemin, 2008). Bu araştırmanın amacı farklı rumen tampon maddelerinin süt verimi ve kompozisyonu, rumen fermantasyon parametreleri ve dışkıdaki fitik asit konsantrasyonu üzerindeki etkilerinin incelenmesidir.



2. GENEL BİLGİLER

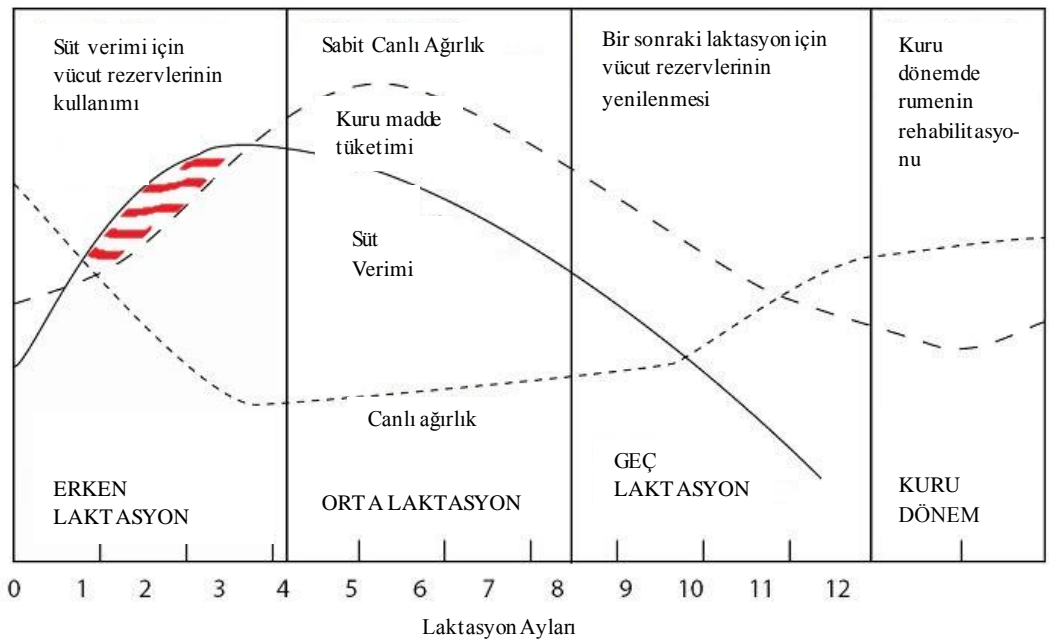
2. 1. Süt Sığırlarının Besin Maddesi Gereksinimleri:

Süt ineklerinin beslenmesinde en temel nokta hayvanların tüm besin maddesi ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde bir rasyonun düzenlenmesi ve bu rasyonun en uygun besleme yöntemi ile hayvanlara yedirilmesinin sağlanmasıdır. Süt sığırlarından istenilen verimin alınabilmesinde, sözü edilen dengeli ve düzenli beslemenin yanı sıra hayvanların çevre koşullarının da düzeltilmesi esastır. Optimum düzeyde verim sağlamanın ana koşulu, enerji ve besin maddeleri gereksinimleri açısından hayvanın yaşama payı ve verim payının tam ve doğru bir şekilde hesaplanması ve bu doğrultuda beslenmesidir (Morrison, 1961).

Süt sığırlarının günümüzde beklenen yüksek süt verimine ulaşmak için yüksek miktarda yem tüketmesi gerekmektedir, ancak bir süt ineğinin besin maddeleri gereksinimleri laktasyon ve kuru dönem boyunca oldukça büyük değişimler göstermektedir. Pık verime ulaşmış bir süt ineği gebeliğin geç dönemindeki bir hayvana kıyasla daha fazla protein ve enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Doğum sonrası dönemde azalan iştah ve gereksinimi karşılamamanın gerisinde kalan kuru madde tüketimi nedeni ile süt inekleri laktasyonun 60 – 75. günlerine kadar devam eden negatif enerji dengesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle süt sığırları besleme programları; vücut kondisyon kaybını asgari seviyede tutan, sindirim sistemi problemlerini en aza indirgeyen ve genel hayvan sağlığını koruyan bir rasyon yaklaşımı çerçevesinde oluşturulmalıdır (Kellems ve Church, 2009).

2.1.1. Kuru Madde Tüketimi:

Kuru madde tüketimi besleme açısından son derece önemli olup hayvanın sağlık ve üretim için kullanabileceği besin maddeleri miktarını oluşturur. Doğru bir şekilde tahmin edilmiş kuru madde tüketimi, fazla veya eksik beslemenin önüne geçmek ve besin maddelerinin etkin kullanımını sağlamak için rasyon formülasyonunda önemli bir yer tutar (NRC, 2001).



Şekil 1. Süt ineklerinde laktasyonun ilerleyişine bağlı süt verimi, kuru madde tüketimi ve canlı ağırlıktaki değişim (Kellems ve Church, 2009)

Yüksek verimli süt sığırları doğum sonrasında, yaşama payı ve laktasyon gereksinimlerini karşılamada gerisinde kalan kuru madde tüketiminden dolayı negatif enerji dengesi içine girmektedir (Bauman ve Currie, 1980). Şekil 1'de bir süt ineğinde, laktasyonun başlaması ile ortaya çıkan negatif enerji dengesi ile kuru madde tüketimi ve süt veriminin laktasyonun ilerlemesine bağlı gidişatı gösterilmiştir.

Süt sığırlarının kuru madde tüketimi, rasyonu oluşturan hammaddelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve onların birbirleri arasındaki etkileşim ile yakından ilgilidir. Kuru madde tüketimini etkileyen fiziksel ve kimyasal özellikler için; yemin

ham selüloz miktarı, su düzeyi, protein miktarı ve rumende yıkılma derecesi, parçacık büyüklüğü ve sertliği, silaj fermantasyon ürünü olup olmadığı, yağ içeriği, karakteri ve konsantrasyonu gibi faktörler sayılabilir. Retikülo-rumen ve diğer sindirim kompartımanlarının mevcut kapasitesi de süt ineklerinin kuru madde tüketimini etkileyen en önemli unsurların başında gelmektedir. Allen (2010) rasyon ile alınan enerjiyi maksimize etmek için gerekli optimum lif seviyesini %25 – 28 arasında Nötral Deterjan Fiber (NDF) olarak önermektedir. NDF'in kimyasal ve fiziksel yapısı kaba yem ve total lif alımının üst ve alt limitlerinin belirlenmesinde başarılı bir biçimde kullanılmaktadır. Üst limit olarak, süt sığırları canlı ağırlıklarının %1,25'i seviyesinde total NDF tüketerek ve enerji alımlarını karşılayarak kaba yem tüketimlerini en yüksek seviyeye ulaştırabilirler (Mertens, 2016).

Yüksek süt verimine ulaşabilmek ve devamlılığını sağlayabilmek için maksimum kuru madde tüketimine mümkün olduğunca erken ulaşılması hedeflenmelidir. Bu hedef yakalandığı zaman erken laktasyon döneminde yaşanan negatif enerji dengesinin olumsuz etkileri azaltılarak pozitif enerji dengesine en kısa sürede ulaşılabilir. Birçok süt sığırlarında, süt üretim miktarı ve bireysel faktörler tarafından etkilenmekle birlikte canlı ağırlığın % 3,5 – 4,5 arasında maksimum kuru madde tüketimi gözlenmektedir.

NRC (2001) süt ineklerinde kuru madde tüketiminin tahmini için aşağıdaki eşitliği önermektedir.

$$\text{Kuru Madde Tüketimi} = (0,372 \times \text{YDS} + 0,968 \times \text{CA}^{0,75}) \times (1 - e^{(-0,19 \times \text{LH} + 3,67)})$$

Bu eşitlikte:

YDS : %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimi

CA: Canlı ağırlık

LH: Laktasyon haftası

2.1.2. Enerji Gereksinimi:

Süt sığırlarının beslenmesinde karşılaşılan en önemli güçlüklerden bir tanesi, özellikle erken laktasyon döneminde hayvanlar tarafından yeterli miktarda enerji alımının sağlanmasıdır. Enerji alımı rasyonun enerji yoğunluğunun artırılması veya kuru madde tüketiminin yükseltilmesi ile artırılabilir (Kellems ve Church, 2009). Yüksek lif içeriğine sahip rasyonlar genellikle daha düşük sindirilebilirliğe ve doğal olarak daha düşük enerji içeriğine sahipken; nişasta, şeker ve yağ miktarı yüksek düşük seviyede lif içeren rasyonlar enerji açısından daha zengindir. Bunlara ilave olarak, kuru madde tüketim seviyesinden etkilenen rumen geçiş hızı ve sindirim için mevcut süre bir rasyonun nihai enerji değerinin belirlenmesinde büyük etkiye sahiptir (Church ve Pond, 2005).

NRC (2001)'e göre bir süt sığırının toplam NEL (Net Enerji Laktasyon) gereksinimi yaşama payı, süt verimi, merada otlayan hayvanlarda günlük aktivite, vücut rezervlerinin kullanımı veya yenilenmesi durumu, gebelik ve üçüncü laktasyon öncesindeki hayvanlarda büyüme için gerekli enerjiyi dikkate alarak hesaplanmaktadır. Tablo 2'de NRC (2001) uyarınca toplam NEL gereksiniminin hesaplanmasında kullanılan eşitlikler sunulmuştur.

Tablo 2. NRC (2001)'e göre süt sığırlarının NEL ihtiyaçlarını hesaplanmasında kullanılan eşitlikler

NEL ihtiyacı, Mcal/gün	Eşitlik
Yaşama payı	$0,080 \text{ Mcal} \times \text{CA}^{0,75}$
Süt verimi	$\text{Kg süt verimi} \times (0,0929 \times \% \text{SY} + 0,0547 \times \% \text{TSP} + 0,0395 \times \% \text{L})$
Aktivite	$(0,00045 \times \text{CA} \times \text{km olarak günlük yürünen mesafe}) + (0,0012 \times \text{CA}) + (0,006 \times \text{CA};$ eğer mera tepelik ise)
Gebelik	$\text{GG} > 180$ ise, aksi halde 0 $0,64 \times (0,00318 \times \text{GG} - 0,0352) \times (\text{BDA}/0,14)$
Vücut rezervi	$(9,4 \times \text{kg yağ kazancı} + \text{kg protein kazancı}) \times (\text{kazanç ise } 0,85; \text{ kayıp ise } 0,82)$
Büyüme	$5,67 \times \text{kg CAA}^{0,75} \times (\text{CA}^{0,75} / \text{ECA}^{0,75}) / 0,7$
Bu eşitliklerde: CA: Canlı ağırlık, SY: Süt yağı, TSP: Total süt proteini, L: Süt laktozu, GG: Gebelik gün sayısı, BDA: Buzağı doğum ağırlığı, CAA: Canlı ağırlık artışı, ECA: Ergin canlı ağırlık.	

2.1.3. Protein Gereksinimi:

Süt sığırlarında protein beslemesinde iki ana amaç bulunmaktadır. İlk olarak rumen mikroorganizmalarının rumende yıkılabilir protein ihtiyacının karşılanması (amonyak, amino asitler ve peptidler) maksimum karbonhidrat sindirimi ve mikrobiyal protein sentezinin sağlanması; ikinci olarak yaşama payı, süt verimi ve diğer metabolik fonksiyonlar için gerekli MP (Metabolize Protein) ihtiyacının karşılanması hedeflenmektedir (Das ve ark, 2014).

MP süt sığırlarında bağırsaktan emilebilen gerçek protein olarak tanımlanmaktadır. Bu noktada MP'nin iki temel kaynağı bulunmaktadır. Bunlar, rumende ruminal sindirime uğramamış yem hammaddeleri bileşimindeki sindirilebilir bypas protein ve rumende gelişen mikroorganizma hücrelerinden köken alan sindirilebilir mikrobiyal proteindir (Schwab, 2012).

Süt ineklerinde süt bileşenleri yaklaşık olarak %27 protein içerdiğinden, laktasyonun başlaması ile birlikte protein ihtiyacı enerji gereksiniminden daha hızla artmaktadır. Kan, karaciğer ve kaslardan çok az bir miktarda protein sağlanabileceği için ihtiyaç duyulan proteininin neredeyse tamamı rasyondan karşılanmalıdır (NRC, 2001).

NRC (2001)'e göre, enerji gereksinimi hesabında olduğu gibi MP ihtiyacı yaşama payı, laktasyon, gebelik, büyüme ve vücut rezervleri için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Model, 680 kg canlı ağırlığa sahip, üçüncü laktasyonda, 45 kg %3,50 süt yağı ve %3,00 gerçek süt proteini içeren süt verimine sahip sağmal bir inek için toplam MP ihtiyacını 2954 g olarak öngörmektedir. Yine sistem tarafından 1 kg, %3,00 gerçek protein içeren süt verimi için öngörülen MP gereksinimi 44,8 g olarak belirtilmektedir.

2.1.4. Mineral Gereksinimi:

Hayvan beslemede mineral maddeler rasyonlarda bulunma miktarlarından yola çıkılarak makro mineraller (kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum, klor, sülfür) ve mikro mineraller (çinko, demir, bakır, mangan, iyot, kobalt, selenyum) olarak iki ana gruba ayrılmaktadır.

Kalsiyum, fosfor ve magnezyum gibi bazı makro mineraller iskelet sisteminde yapısal bileşenler olarak yer alırken; sodyum, potasyum ve klor asit baz dengesinin sağlanmasında görev almaktadır. Magnezyum kemik doku bileşimindeki rolü yanında bazı enzimlerin aktivasyonu içinde gereklidir. Mikro minerallere ise enzim sistemlerinin aktivasyonu veya organik bileşenlerin bir parçası olarak küçük miktarlarda ihtiyaç duyulmaktadır (Church ve Pond, 2005).

Tablo 3’de sağmal süt sığırları için 1 kg rasyon kuru maddesinde önerilen makro ve mikro mineral seviyeleri, maksimum alım seviyeleri ve günlük gram veya mg bazında gereksinimleri sunulmuştur (NRC, 1989).

Tablo 3. Sağmal süt sığırlarının mineral madde gereksinimleri (NRC, 1989)

Mineral	Birim	Öneri	Maksimum seviye	Günlük gereksinim ¹
Kalsiyum	%	0,43 – 0,77 (0,95) ²	2,00	116 g
Fosfor	%	0,28 – 0,49	1,00	75 g
Magnezyum	%	0,20 – 0,25 (0,30) ²	0,50	41 g
Potasyum	%	0,90 – 1,00 (1,30 – 1,50) ³	3,00	184 g
Sodyum	%	0,18 (0,50) ³	-	37 g
Klor	%	0,25	-	51 g
Sülfür	%	0,20 – 0,25	0,40	41 g
Kobalt	ppm	0,10	10	2 mg
Bakır	ppm	10	100	204 mg
Lyot	ppm	0,60	50	12 mg
Demir	ppm	50	1000	1020 mg
Mangan	ppm	40	1000	816 mg
Selenyum	ppm	0,30	2,00	6 mg
Çinko	ppm	40 – 60	500	816 mg

¹585 kg canlı ağırlığında, 27 kg %4 YDS sahip, 20,2 kg kuru madde tüketen süt ineği

²Rasyonda ilave yağ kullanımı halinde gerekli

³Sıcak stresi halinde yararlı

2.2. Rumen Fermantasyonu ve Mikrobiyolojisi:

Süt ineklerinin genetik potansiyellerinin desteklediği süt verimine ulaşım, aynı zamanda sağlıklı kalabilmeleri için öncelikle sağlıklı bir rumen ortamına sahip olmaları gerekir. Rumen normal fizyolojik dengesinden uzaklaştığında, besin maddelerinin sindirimi olumsuz yönde etkilenerek metabolik hastalıklara duyarlılık artmaktadır. Rumen, içerisinde bulunan mikroorganizmaların diyetin sindirimine yardımcı olduğu bir fermantasyon ortamıdır. Rumende besin maddelerinin sindirimi mikrobiyal fermantasyon ve ruminasyon tarafından gıdaların fiziksel olarak parçalanmasının bir sonucudur (Beauchemin, 2005).

Rumen ortamı oldukça kompleks bir yapıdadır, içeriğinde mikroorganizmalar, farklı sindirim safhalarındaki besinler, gazlar ve rumen sıvısı bulunur. Rumen mikroorganizmaları genelde yem parçacıklarına yapışarak bir biyofilm meydana getirirler ve bitkisel materyali parçalarlar. Ruminantların yemlerden yararlanma etkinlikleri, bakteri (10^{10} - 10^{11} hücre/ml, 50'den fazla tür), silialı protozoa (10^4 - 10^6 hücre/ml, 25 tür), anaerobik mantar (10^3 - 10^5 zoospor/ml, 5 tür) ve bakteriyofajlardan (10^8 - 10^9 /ml) oluşan çok çeşitli mikrobiyal ekosistemleri sayesinde (Hobson, 1989). Farklı rumen mikroorganizmaları arasındaki sinerji veya antagonizma çok değişken ve komplike olup rumende mevcut bir mikroorganizma grubunun özel rolünü belirlemek zordur (Kamra, 2005).

Protozoa'lar bakterilerden daha büyük olduğu için protozoal popülasyon toplam mikrobiyal biyo-kütlenin yaklaşık yarısını oluşturur (Beauchemin, 2005). Protozoalar, rumen bakterilerini, bitkisel nişasta granüllerini ve diğer kolay sindirilebilir materyali tüketirler. Protozaların çoğunluğu rumenin dorsal kesesindeki lifli yapıların yüzeyinde bulunur. Protozoal mikrofaunanın üç ana fonksiyonu vardır. Öncelikle, mikrobiyal protein rezervi olarak görev yapar ve yemin aralıklı olarak sağlanması durumunda fayda sağlar. İkinci olarak, aşırı düzeyde nişasta tüketildiğinde bakterilerin fazla miktarda çoğalmasını engeller. Bu amaçla nişasta parçacıklarını sararak bakteriler tarafından nişastanın yüksek düzeyde yıkılmasını önler. Son olarak, ön mideleri geçip ince bağırsakta sindirime uğradıklarında hayvana bakteriler ile karşılaştırıldığında biyolojik değeri daha

yüksek mikrobiyal protein, düşük miktarda fermente olmamış depo nişasta ve bir miktar uzun zincirli doymamış yağ asitleri sağlar (Reece, 2004).

Rumende mantarlar toplam biyo-kütlenin yaklaşık %8' ini oluştururlar (Orpin, 1984). Güçlü köksü hücre yapıları ile bitkisel yapıları parçalayarak sindirime dirençli lifin yıkılmasına yardımcı olurlar (Dehority, 2003).

Rumende bulunan metanojen bakteriler toplam mikrobiyal hücrenin %2' sini oluşturmalarına karşın (Lin ve ark., 1997), ortalama bir inekte günlük 500 litreye kadar metan gazı oluşturabilirler (Johnson ve Johnson, 1995). Metan üretimi ile metanojen bakteriler aksi halde normal fermantasyonu inhibe edecek hidrojeni ortamdan uzaklaştırırlar. Ruminal metan üretimi ortamdaki hidrojenin alımı ve karbondioksitin aşamalı olarak indirgenmesini kapsar (Russell, 2002).

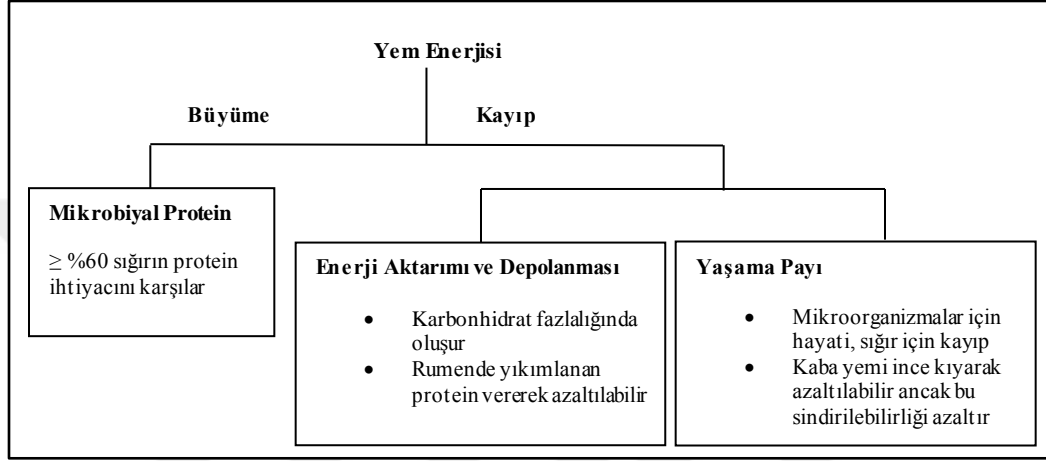
Sığır beslemede rumen ve içeriğinde bulunan mikroorganizmalar merkezi bir role sahiptir. Ruminal fermantasyon sırasında mikroorganizmalar lifi ve diğer yem kökenli besin maddelerini sindirerek uçucu yağ asitleri (UYA) üretirler. Üretilen UYA'leri bir sığırın enerji ihtiyacının yaklaşık %70'ni karşılamaktadır (Bergman, 1990). Proses sırasında mikroorganizmalar kendileri için *Adenosine-Tri-Phosphate* (ATP, enerji) üretirler, sonrasında bir kısım ATP mikrobiyal protein üretiminde kullanılır (Hackmann, 2014).

Kırk yılı aşkın bir süredir rumen mikroorganizmalarının büyümede (mikrobiyal protein sentezi) mükemmel derecede verimli olmadıkları bilinmektedir (Stouthamer, 1973). In vivo koşullarda karışık rumen mikroorganizmalarında biyokimyasal metabolik yollardan hesaplanan teorik maksimum büyüme etkinliği 1/3 ile 2/3 arasında değişmektedir. Bu mikroorganizmaların büyümek için 1/3 oranı kadar az miktarda ATP kullandıkları anlamına gelmektedir (Hackmann, 2014).

Hem rumen içinde hem de laboratuvar koşullarında mikroorganizmalar ATP'yi büyüme için kullanmazlar, bunun yerine yaşama, enerji depolanması ve enerji aktarımı gibi fonksiyonlara yönlendirirler. Yaşama payı hücrenin canlı kalabilmesi için gerekli membran iyon dengesinin sürdürülmesi gibi enerji gereksinimlerini içermektedir (Russell ve Cook, 1995). Enerji depolanması enerjinin aşırı varlığında glikojen ve diğer bileşikler halinde korunması anlamına gelmektedir

(Preiss ve Romeo, 1989). Enerji aktarımı; büyüme, yaşama ve depolamayı aşan ATP varlığında fazla enerjinin ısı şeklinde dağıtılarak aktarılmasıdır (Russell, 2007).

Şekil 2’de görüldüğü üzere, mikroorganizmaların tuttuğu enerjinin 1/3’ü mikrobiyal protein üretiminde (büyüme) kullanılır. Geriye kalanı; enerji dağıtım, depolanması ve yaşama payı olarak kaybolur.



Şekil 2. Yem enerjisinin rumen mikroorganizmaları tarafından kullanımı (Hackmann, 2007)

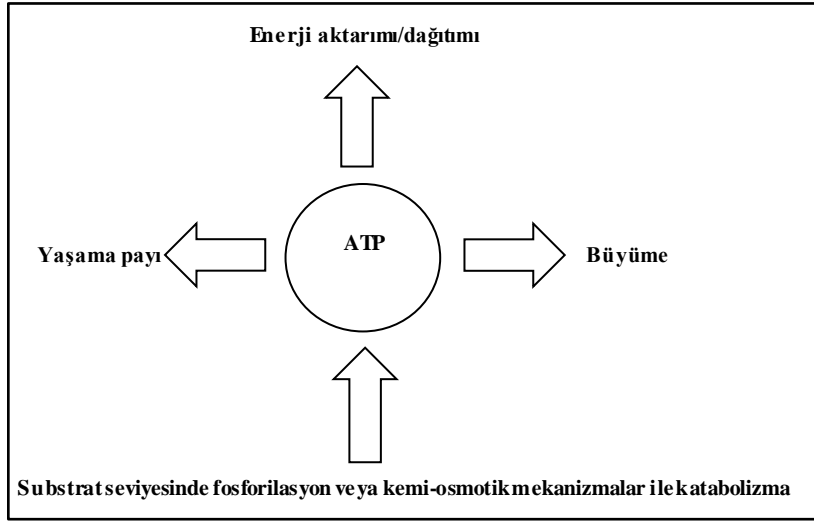
Rumen bakterileri farklı şekillerde gruplara ayrılmaktadır. Reece (2005)’de diyetteki gerçek besin maddelerini parçalayan bakterileri birincil bakteriler olarak; temel bakterilerin yıkılma ürünlerini kaynak olarak kullanan bakterileri de ikincil bakteriler olarak tanımlamıştır. Bu sınıflandırmaya göre selüloz ve nişastaya özgü olan selülitik ve amilolitik bakteriler birincil; laktat kullanarak propiyonik asidin bir kısmını üreten propiyonik asit bakterileri ve hidrojeni kullanarak metan gazı üreten bakteriler ikincil bakteri olarak bölümlendirilmiştir.

Cornell ve Pennsylvania Eyalet Üniversiteleri ile Miner Enstitüsü’nün ortaklaşa geliştirdikleri Cornell-Penn-Miner (CPM) süt ineği besin maddeleri gereksinimleri hesaplama modelinde birincil bakteriler, Reece (2005) belirtilenden biraz farklı olarak sınıflandırılmıştır. Burada, birincil bakteriler lif (selüloz ve hemiselüloz) sindiren bakteriler ve lif yapısında olmayan karbonhidratları (NFC; şeker, nişasta, pektin ve beta-glukanlar) sindiren bakteriler olarak bölümlendirilmiştir. Rumende mevcut kullanılabilir nitrojen eksikliği bakteriyel

büyüme yi baskılamaktadır. Rumen sıvısı içinde peptid nitrojen eksikliği NFC sindiren bakterilerin büyüme hızını azaltır. Rumende amonyak nitrojen eksikliği ise temel olarak lif sindiren bakterilerin büyüme hızını azaltmaktadır. Çünkü NFC sindiren bakterilerin daha hızlı çoğalmalarından dolayı amonyak nitrojenini daha öncelikle kullanırlar. Bu nedenle rumen amonyak nitrojen seviyesi düşük rasyonlar rasyonda yeterli NDF ve fNDF bulunmasına rağmen düşük süt yağına sebebiyet verebilir (CPM, 2007).

NRC (2001) kuru madde bazında süt ineklerinde rumende yıkılan protein gereksinimini %9,5 – 11,3 arasında bildirmektedir. Rumende yıkılan protein eksikliği yaygın bir şekilde yüksek tahıl ihtiva eden besi rasyonlarında ortaya çıkmaktadır (Russell, 1989). Ancak mısır silajının tek kaba yem kaynağı olduğu süt sığırları rasyonlarında da görülebilir (VandeHaar, 2005).

Bazı rumen bakterileri nitrojenin limitli ve büyümenin mümkün olmadığı ortamlarda karbonhidratları fermente etmeye devam edebilirler (Van Kessel ve Russell, 1996a). Russell ve Cook (1995) birçok bakterinin, katabolizma hızı anabolizma hızını aştığında gereksinim fazlası ATP'yi aktaran/dağıtan reaksiyonlara sahip olduğunu belirtmiştir. Karışık rumen bakterileri içeren nitrojenin limitli olduğu devamlı kültür çalışmalarında NFC sindiren bakteriler aşırı miktardaki glikoz ve nişastayı fermente edebilirken, lif sindiren bakteriler enerji aktarım reaksiyonlarında yetersiz oldukları için bu koşullarda büyüme devam edemezler (Van Kessel ve Russel, 1993). Çünkü NFC sindiren bakteriler ortamda nitrojen limitli olduğunda fazla enerjiyi aktarabilirken ve NFC sindirimi bundan etkilenmezken, nitrojen yetersizliği lif sindiren bakteriler üzerinde negatif etkiye sahiptir (Russell, 1998).



Şekil 3. Bakteriler tarafından ATP üretim ve kullanımı (Russel, 2007)

Şekil 3’de bakteriler tarafından enerjinin kullanım yolları gösterilmektedir. Rumen bakterilerini de kapsayan birçok mikroorganizma enerji aktarma yeteneğine sahiptir. Katabolizma tarafından sağlanan ATP yaşama payı ve büyüme gereksinimini aşınca bakteriler fazla enerjiyi ısı üretmek suretiyle aktarmakta, bir anlamda bu fazla enerjiyi boşaltmaktadırlar. *Streptococcus bovis* (*S.bovis*) enerji aktarım modelini tanımlamada sıklıkla kullanılmaktadır (Russell, 2002).

Sığırlar tahıl içeren rasyon ile beslendiklerinde beslenme koşulları neredeyse süreklilik arz eder. Nitrojen ve diğer besin maddeleri mikrobiyal büyüme hızını belirler ve aynı zamanda ortamda aşırı miktarda karbonhidrat bulunur. Birçok bakteri fazla enerjiyi aktararak hayatta kalmaya devam ederken enerji aktarımı yapamayan bakteriler böyle bir ortamda düşük yaşama oranına sahiptir. Bu durum aşırı karbonhidratın bazı rumen bakterileri için toksik etki gösterebileceği anlamına gelmektedir (Russell, 1998).

Rumendeki fermantasyon ortamı kararlı bir biçimde anaerobik olup, az miktarda oksijen varlığı dahi birçok bakteri için oldukça toksik etki göstermektedir. Rumen pH’sı tükürükten köken alan fosfat ve bikarbonat ile ruminal fermantasyonundan gelen bikarbonat iyonlarının müşterek aktivitesi ile tamponlanmakta ve 5,70 – 7,30 arasında bir değişim göstermektedir (Beauchemin, 2005). Fizyolojik rumen pH’sı 5,50 – 7,00 arasında kabul edilmekte, bu değer rumen fermantasyonu sonucunda oluşan UYA, tükürüğün tamponlama kapasitesi, rumen

epitelinden bikarbonat sekresyonu ve UYA'lerinin rumen duvarından emilimi arasındaki dengeye bağı olarak şekillenmektedir (Mertens, 2000).

2.3. Rumen pH'sını Etkileyen Besinsel Faktörler:

Rumenin sağlıklı ve denge içinde tutulması lifin azami oranda sindirilmesi ve yem tüketiminin maksimize edilmesi anlamına gelmektedir. Süt ineklerinin beslenmesinde sadece kaba yem kullanımı nadirdir. Bu nedenle rumende daha hızlı fermente olan konsantre yemler rasyonlarda yer almaktadır. Ancak, daha fazla fermantasyon, daha yüksek seviyede UYA üretimi ve dolayısı ile daha düşük rumen pH'sı anlamına gelmektedir. Rumen pH'sı 6,00'ın altına indiği zaman lif sindirimi dikkat çekici oranda düşmektedir. Bunun iki nedeni bulunmaktadır: ilk olarak lif sindiriminde görevli olan enzimler pH 6,00'ın altında etkin bir biçimde reaksiyon gösteremezler, ikinci olarak lif sindiren bakterilerin büyüme oranı, pH 6,00'dan düşük olduğu zaman büyük ölçüde azalır. Fibrolitik yani lif sindiren bakteriler, ruminal pH düşük olduğu zaman hücre için pH dengesini sürdürme kabiliyetine sahip değillerdir (Russel ve Wilson, 1996).

2.3.1. Çiğneme Aktivitesi:

Ruminant grubu hayvanlarda tükürük salgısı, yem yeme ve ruminasyon ile artış göstermektedir. Bu nedenle çiğneme süresini arttıran besleme ve yönetim stratejileri rumendeki tampon kapasitesini de arttırmaktadır. Holstein ırkı bir süt sığırının 24 saatlik günlük aktivite dağılımı, 3 – 5 saat yem yeme (günlük 9-14 öğün halinde), 12 – 14 saat yatarak dinlenme, 2 – 3 saat sosyalleşme, 7 – 10 saat geviş getirme (ayakta ve yatarak), 0,5 saat su içme, geriye kalan 2,5 – 3,5 saat sağım haneye gidiş geliş, sağım ve diğer yönetim uygulamaları olarak belirtilmektedir. Bir günde 24 saat bulunduğu için hayvanların barınak dışında 3,5 saatten fazla süre kalmasına neden olan sürü yönetimi uygulamaları hayvanların dinlenme, yem yeme, geviş getirme ve dolayısı ile çiğnemeye ayırdıkları sürenin kısılmasına yol açmaktadır. Bu nedenle günlük çiğneme süresini etkileyen, rasyonun lif içeriği ve parçacık boyutu yanında, çevresel veya yönetsel faktörler de ruminasyon aktivitesinin sağlıklı bir şekilde devamlılığı açısından yakından izlenmelidir (Beauchemin, 2005; Grant ve Albright, 2000).

Tükürük rumendeki asitleri nötralize etmekte, sırası ile konsantrasyonu 126 ve 26 mEq/L olan bikarbonat ve fosfat tamponlarını içermektedir (Bailey ve Balch, 1961). Tükürük içinde sözü edilen iyonların konsantrasyonları neredeyse sabit olup diyet veya yem alımı tarafından büyük ölçüde etkilenmemektedir (Erdman, 1988).

Günlük çiğneme aktivitesi ve ruminasyon ile geçen toplam süre diyetin NDF miktarı ve kaba yemlerin parçacık boyutuna bağlı olup kaba yemlerden gelen NDF'in rolü büyüktür (Allen, 1997). Büyük kaba yem parçacıkları çiğneme aktivitesini uyarmakta ve buna bağlı olarak da tükürük üretimi artmaktadır (Mertens ve ark 1984). Buna karşın rasyondaki kaba yemlerin küçük parçacık büyüklüğüne sahip olması kaba yemlerin çiğneme zamanını azaltmakta, rumende asetat:propiyonat oranını düşürmekte, rumen pH'sının daha düşük olmasına yol açmakta ve sonuçta daha düşük oranda yağ içeren süt elde edilmesine neden olmaktadır (Grant ve ark 1990, Beauchemin ve ark 1994).

Tablo 4'de rasyonda kaba yem oranının azalmasına bağlı olarak meydana gelen günlük toplam çiğneme süresinde meydana gelen azalma görülmektedir.

Tablo 4. Süt ineklerinde rasyondaki(%) kaba yem oranına bağlı çiğneme aktivitesinin değişimi (Beauchemin, 2005)

Çalışma	Çalışma 1		Çalışma 2		
	Yang ve ark, 2001		Beauchemin, 1991		
Araştırmacı	Yang ve ark, 2001		Beauchemin, 1991		
Kaba yem %	35	65	42	58	74
Değişken					
NDF alımı, kg/gün	6.69 ^b	7.47 ^a	7,0	7,5	7,70
kNDF ¹ alımı, kg/gün	3,19	4,64	3,07	4,73	6,25
Yem yeme, saat/gün	4,00 ^b	4,60 ^a	6,10	6,40	7,50
Ruminasyon, saat/gün	6,80 ^b	8,00 ^a	6,70	7,00	7,40
Total çiğneme, saat/gün	10,70 ^b	12,60 ^a	12,80	13,40	14,80
Tükürük ² , L/gün	218	232	233	237	247
Ortalama rumen pH	6,04	6,06	5,63	5,78	6,08
pH < 5.8, saat/gün	5,90	6,10	6,70	4,50	0,77

¹kNDF (Kaba Yemden Gelen Nötr Deterjan Fiber)

²Günlük tahmini tükürük salgısı miktarı

2.3.2. Tükürük Salgısı:

Artan çiğneme aktivitesine bağlı olarak beklenen tükürük salgısı artışı Tablo 5’de de görüldüğü üzere her zaman beklenildiği ölçüde olmamaktadır. Bunun nedeni artan yeme ve ruminasyon süresinin dinlenme süresini kısaltması ve bu yolla dinlenme halindeki tükürük salgısının azalmasıdır. Tükürük sekresyonunun dinlenme halinde 99 ml/dakika, çiğneme sırasında 217 ml/dakika (Maekawa ve ark, 2002) olduğu varsayıldığında günlük çiğneme süresindeki 1 saatlik artış 7 L/gün seviyesinde tükürük salgısına neden olacaktır. İlave tükürük ile sağlanan tamponlama kapasitesi yaklaşık 0,75 kg kırılmış mısırın ruminal sindirimi sonucu açığa çıkan fermentasyon ürünlerinin tamponlaması için gereken tampon madde miktarına eşittir. Bu nedenle artan tükürük salgısının ortalama rumen pH’sı üzerindeki arttırıcı etkisi oldukça sınırlıdır. Ancak, özellikle yem yeme anında artan tükürük salgısı ortalama rumen pH’sı çok değişmese bile pH’nın 5,80’nin altında kaldığı sürenin azalmasına yardımcı olabilme potansiyeline sahiptir. İlave olarak, çiğneme süresindeki artışla eş zamanlı bir biçimde artan lif alımına bağlı nişasta tüketiminde düşüş meydana gelirse rumen pH’sı üzerine önemli ölçüde etki ortaya çıkabilir (Beauchemin, 2005).

Tablo 5. Yem yeme sırasında kaba yemlerin fiziksel formuna bağlı tükürük üretimi (Bailey, 1961)

Fiziksel Form	Tükürük Üretimi (ml/gram yem)
Pelet yem	0.68
Taze çayır otu	0.94
Silaj	1.13
Çayır kuru otu	3.24
Buğdaygil kuru otu	3.63

2.3.3. Fiziksel Etkin Lif:

Fiziksel etkin lif, bireysel olarak yem hammaddelerinin rumen pH’sını belli sınırlarda tutabilme potansiyellerini tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Mertens, 1992). Etkin NDF (eNDF) kaba yemi ikame eden bir yem hammaddesinin bu hammaddeyi tüketen süt sığırmında süt yağı seviyesini aynı düzeyde devam ettirme kabiliyetini değerlendirir. Ancak rumen pH’sı ve eNDF arasındaki bağlantı oldukça zayıftır. Bu nedenle yem hammaddelerinin gerçek partikül boyutundan yola çıkan

fiziksel etkin NDF (fNDF) kavramı geliştirilerek eNDF yerine kullanılmaya başlanmıştır (Mertens, 1997).

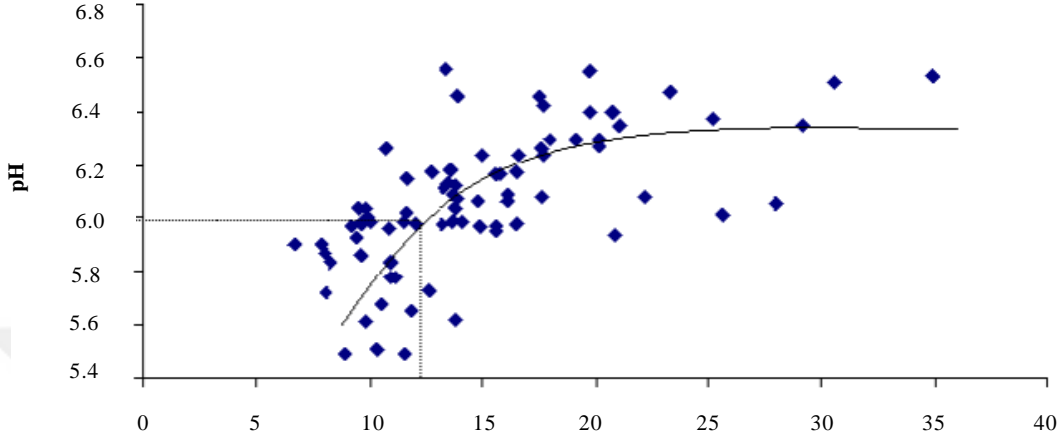
fNDF faktörü, Penn State Partikül Separatörü (PSPS) üst iki eleğinde kalan kısmın yüzdesi olarak ölçülebilir ve fNDF, NDF'nin bu değer ile çarpımı ile hesaplanabilir (Beauchemin, 2005). PSPS'de 2013 yılında yapılan revizyon ile 3 numaralı eleğin elek çapı 1.18 mm'den 4 mm'ye değiştirilmiş ve peNDF çarpanının sadece bu elek üzerinden hesaplanacağı bildirilmiştir (Heinrichs, 2013).

Yeterli fNDF, karbonhidrat fermantasyonu sonucu açığa çıkan asitleri tamponlayarak rumen pH'sını stabilize etmeye yarayan tükürük salgısını stimüle etmektedir. Tükürük fNDF'e bir yanıt olarak yem yeme ve geviş getirme faaliyetleri esnasında çiğneme ile salgılanmaktadır (Allen, 1997). Rasyonlarda fiziksel yapının yetersizliği durumunda; geviş getirmenin zayıflaması veya durması, geçirmede zorluk, timpani, iştahın azalması ve yem tüketiminde azalma gibi olumsuz belirtiler görülmektedir (Mertens 1997). fNDF konsepti kaba yemlerin kimyasal yapısı ve partikül boyutu arasında bir ilişki sağlayarak bu değeri rumen fonksiyonları açısından sayısal bir ifadeye dönüştürmüştür (Mertens, 2000).

İdeal olarak Toplam Karma Rasyonda (TKR) yapılan PSPS analizinde üst elekte kalan miktarın %8'den fazla olmaması önerilmektedir. Yüksek süt verimli süt sığırları için hazırlanmış TKR'da en üst elekte %2 – 8, ikinci elekte %30 – 50, üçüncü elekte %10 – 20 ve en alt tava kısmında %30-40 aralığını aşmayacak şekilde bir dağılım önerilmektedir (Heinrichs, 2013).

Yang ve ark. (2001) ve (2002) yaptıkları iki çalışma fNDF ile rumen pH'sı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmalarda kullanılan kaba yemlerin fNDF faktörleri % 49,5-50,0 arasında, TKR'ların fNDF değerleri % 26 ile 39 arasında değişkenlik göstermiştir. Bu çalışmalarda, ortalama rumen pH'sı ile fNDF arasında bir ilişki görülmemiştir. Partikül büyüklüğü değişkenleri analiz edildiğinde TKR'da en üst elekte kalan kısım ile ortalama rumen pH arasında en güçlü bağlantı görülmüş olsa da korelasyon düşük seviyede bulunmuştur ($r = 0.25$; $p > 0.05$). Ancak, fNDF alımı ile pH 5,80 altında kalan alan arasında orta derecede güçlü negatif ilişki tespit edilmiştir ($r = -0.55$; $p < 0.05$). Bu çalışmalarda süt ineklerinde fNDF tüketimi

arttıkça asidozis riskinin azaldığı sonucuna varılmıştır. Tablo 4’de fNDF ve rumen pH’sı arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Şekil 4. Diyetle artan fNDF ve rumen pH’sı arasındaki ilişki (Beauchemin, 2007)

Mertens (1995) konsantre yem ve lif açısından zengin yan ürün içeren rasyonla belenen süt sığırlarında NDF, fNDF değerleri ile çiğneme aktivitesinin kayıt edildiği 39 çalışmayı değerlendirmiştir. Bu meta analiz değerlendirme sonuçlarına göre, erken ve orta laktasyon dönemindeki süt ineklerinde süt yağını minimum %3,30 ve rumen pH’sını ortalama 6,00 seviyesinde tutabilmek için gerekli fNDF değeri %19 – 22 aralığında önerilmiştir.

2.3.4. Yemlerin Fermente Olabilirliği:

Rumen mikroorganizmaları, diyetel karbonhidrat ve proteini mikrobiyal büyüme için gerekli temel enerji kaynağı olan ATP elde etmek üzere fermente ederler. Rasyonun bileşiminde bulunan NDF ve NFC sağmal hayvanların beslenmesinde kullanılan diyetin içinde %65 – 70 ağırlığa sahiptir. NFC, kuru madde bazında diyet içinde %35 – 45 oranında yer tutmaktadır (Hall ve ark., 2010).

Rumen fermantasyonundaki iki temel reaksiyon UYA üretimi ve mikrobiyal protein sentezidir. UYA üretimi ana metabolik enerji kaynağı iken, mikrobiyal

protein yaşama payı ve süt üretimi için gerekli metabolik aminoasit ihtiyacını karşılamaya yöneliktir (Fellner, 2009).

Ruminant grubu hayvanlar besin maddesi gereksinimlerinin büyük çoğunluğunu karşılamak için fermantasyon ürünlerine bağımlıdır. İdeal bir rumen fermantasyonu:

- **Hızlı lif sindirim oranı:** Lif birçok ruminant diyetinin önemli bir parçasıdır ancak ruminal lif sindirilebilirliği çoğu zaman % 50'den düşüktür. Lif sindirim hızı yavaş olduğu zaman, kuru madde alımı da azalmaktadır.
- **Hızlı ve etkin mikrobiyal protein üretimi:** Mikrobiyal protein oldukça önemli bir aminoasit kaynağıdır fakat mikrobiyal protein verimliliği mikroorganizmaların yaşama payı ve enerji aktarımı için kullandığı enerji miktarına bağlıdır.
- **Düşük seviyede amonyak birikimi:** Rumende protein fermantasyonu amino asitlerden tam anlamı ile yararlanmayı azaltmaktadır. Aşırı miktardaki amonyak üreye dönüştürülmek zorunda olduğu için verimsiz olan aminoasit yıkılmasının telafi edilebilmesi için enerji harcanması zorunludur.
- **Düşük seviyede metan üretimi:** Yem ile alınan enerjinin %11'e varabilen miktarı geğirme yolu ile kaybolur. Rumende metan üretiminde kullanılan iyonlar propiyonik asit üretimine yönlendirilirse rumende enerji tutulumu artış gösterir.
- **Optimal UYA oranı:** Propiyonik asit kan glikozunun öncül maddesidir ancak asetik ve bütirik asit glikoza çevrelemez. Eğer rumende yeteri kadar propiyonik asit üretilmezse, bazı aminoasitler glikoz kaynağı olarak kullanılır.
- **Düşük seviyede laktik asit:** Laktik asit diğer UYA'lerinden on kata daha asidiktir. Laktik asit; rumen pH'sını düşürebilir ve mikrobiyal protein sentezini azaltabilir.
- **Düşük seviyede toksin:** Bazı rumen bakterileri toksin üretebilir ancak sağlıklı bir rumende bu üretimin üstesinden gelinir. Toksik diyetel bileşiklerde rumen mikroorganizmaları tarafından parçalanarak konak canlı korunur (Russell, 2002).

Merada otlamaya bağı rumen fermantasyon parametreleri değişimi ile ilgili bilgiler çok yeterli değildir. Tek başına otlatma ve merada beslemeye ilave olarak yalnızca arpa veya ticari kesif yem (buğday kepeği %22, arpa %20, yulaf %20, kuru şeker pancarı posası %20, buğday %11, buğday şurubu %6, diğer %1) içeren iki farklı konsantre yem ilavesi yapılan besleme rejimlerinin karşılaştırdığı ęalıřmada rumen pH'sı üzerinde gruplar arasında farklılık görölmemiştir, ancak rumen sıvısında asetik asidin molar oranı sadece meraya dayalı beslenen hayvanlarda daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca, arpanın tek başına konsantre yem olarak kullanımı, karışım halinde farklı hammaddelerin kullanımı ile kıyaslandığında, enerjiye göre düzeltilmiş süt verimi, süt protein ve laktoz verimleri daha yüksek tespit edilmiştir (Khalili ve Sairanen, 2000).

Farklı ruminal yıkımlanma derecelerine sahip nişasta kaynaklarının rumen fermantasyonu üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği ęalıřmada orta laktasyon dönemindeki süt sığır ları mısır, mısır + buğday ve buğday iğerikli rasyonla beslenmiştir. ęalıřmada kuru madde tüketimi etkilenmemesine karşın, sadece buğday içeren TKR ile beslenen hayvanlarda ortalama rumen pH'sının 6,45'den 5,45'e ($p < 0,05$); minimum rumen pH'sının ise 5,90'dan 5,29'a düştüğü ($p < 0,05$) tespit edilmiştir (Gölmez ve Türkmen, 2007).

Gölmez ve Türkmen (2007) ęalıřmasına benzer bir kurulum ile Philippeau ve ark., (1999)'da farklı ruminal nişasta yıkımlanma değerlerine sahip tahıl kaynaklarının rumen fermantasyon parametreleri üzerindeki etkisini ortalama canlı ağırlığı 305 kg olan besi sığır larında değerlendirmiştir. Burada hızlı yıkımlanan nişasta kaynağı olarak buğday, yavaş yıkımlanan nişasta kaynağı olarak da iki farklı tipte dane mısır kullanılmıştır. Buğday içeren diyetle beslenen hayvanlarda mısır kullanımına göre ortalama rumen pH'sı ($p < 0,01$) ve total UYA konsantrasyonu ($p < 0,1$) daha düşük bulunmuştur.

Yan ürünler dünyanın biręok bölgesinde mısır ve soya küspesine alternatif olarak rasyonlarda kullanılmaktadır. Bu ürünlerin beslemede kullanımlarını optimize etmek için rasyon formölasyon programları aracılığı ile bileşimlerindeki besin maddelerinin ruminal yıkımlanma derecelerini dikkate alarak doğru miktarlarda kullanımları gerekmektedir. Örneğin, hızlı ruminal nişasta yıkımlanma değerine

sahip yan ürünler düşük rumen pH'sı ve laktik asidozise neden olabilirler (Nocek ve Russell, 1988; Nocek 1995). Keshab ve Shaver (1998)'de arpa, öğütölmüş mısır, kurutulmuş arpa posası, mısır glüten yemi, mısır distilasyon ürünü, soya küspesi, soya kabuğu ve buğday değirmencilik yan ürününün kuru madde, ham protein ve nişasta in-situ rumen yıkımlanma değeriğini incelemiştir. Tahıl ve tahıl yan ürünlerinde rumen nişasta yıkımlanma değeri arpa, mısır, mısır glüten yemi, mısır distilasyon ürünü, kurutulmuş arpa posası ve buğday değirmencilik yan ürünü için sırası ile %80,5; %56,5; %70,6; %85,5; %76,0; %88,4 olarak tespit edilmiştir.

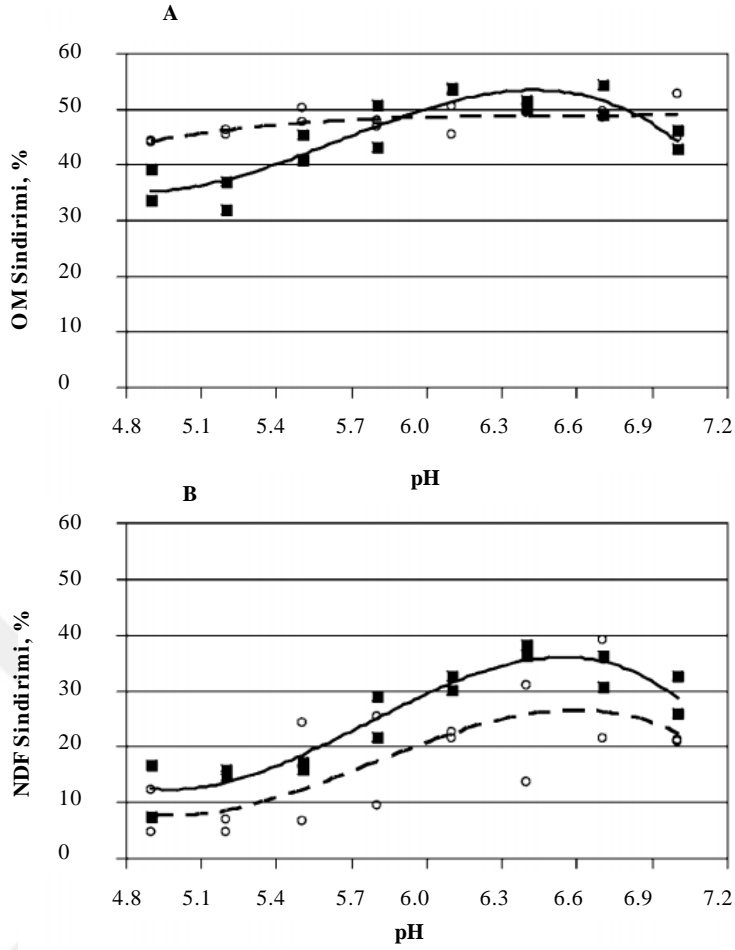
Rumende fermente olan organik madde UYA'ni üretimini belirlemektedir. Buna ilave olarak organik maddenin sindirim oranı günlük rumen pH'sında dalgalanmalara neden olmaktadır (Beuachemin, 2005). Örneğin, Krause (2002) süt ineği rasyonlarında yüksek rutubetli ve kırık mısırı karşılaştırmıştır. Rasyondaki kaba yemin parçacık büyüklüğünün iri ve miktarının yeterli olmasına karşı daha yüksek fermente olabılme özelliğinden dolayı yüksek rutubetli mısır grubunda rumen pH'sı daha düşük tespit edilmiştir.

Firkins (2001)'de süt ineği beslenmesinde kullanılan farklı tahıl prosesinden geçirilmiş mısırın etkilerini gösteren literatürleri özetlemiştir. Ruminal sindirim en fazla yüksek rutubetli mısırdaki gözlenmiş, bunu buharda flake, kuru öğütme, iri taneli kırma veya kuru ezme takip etmiştir. Bu bilgilerin ışığında Firkins (2001), rumende düşük nişasta sindirimi kısmen post-rumen sindirim tarafından kompanze edilse dahi bunun her zaman toplam sindirim kanalı sindirilebilirliğindeki azalmayı önlemeye yeterli olmadığı ve bu nedenle rumende nişasta sindiriminin azami seviyede tutulması nişastanın toplam sindirilebilirliğinin artırılması için gerekli olduğu sonucuna varmıştır.

Messana ve ark., (2013)'de farklı oranlarda lipit içeren diyetle beslenen besi sığırlarında rumen fermantasyon parametreleri ve rumen mikroflorasını incelemiştir. 20, 40 ve 60 g/kg kuru madde seviyesinde lipit içeren diyetle beslenen rumen kanüllü hayvanlarda; kuru madde tüketimi, toplam sindirim kanalı ve rumen kuru madde sindirimi, besin maddeleri sindirilebilirliği ve rumen fermantasyonu verileri değerlendirilmiştir. Rumen pH'sı muamele grubu veya örnek alım zamanından etkilenmemekle birlikte, pH, 20 ve 40 g/kg kuru madde seviyesinde lipit alan

hayvanlara göre 60 g/kg kuru madde lipid tüketen hayvanlarda kuadratik olarak azalmıştır.

Yüksek oranda konsantre yem içeren diyetler kuru madde alımında ve lif sindiriminde azalma ile rumende UYA'leri oranlarında değişikliğe neden olur. Bu değişiklikler rumen pH'sında oluşan düşüş ile ilişkilendirilmektedir (Erfle ve ark., 1982; Mould ve Ørskov, 1983; Mould ve ark., 1983; Hoover ve ark., 1984). Yüksek seviyede konsantre yem içeren rasyonlar propiyonik aside fermente olma eğilimine sahip oldukları için düşük rumen pH'sı ve aynı zamanda daha yüksek molar propiyonik asit oranına neden olurlar (Kaufman ve ark., 1980). Calsamiglia ve ark., (2008)'de yüksek konsantre yem içeren diyetin sağlanmasından sonra pH ve fermente edilen substratın rumen fermantasyonu üzerindeki etkilerini incelemiştir. Dört adet sürekli kültür fermentörünün kullanıldığı çalışmada sırası ile %40 ve %90 konsantre yem içeren, benzer ham protein ve rumende yıkımlanabilir protein içeriğine sahip iki diyetin 8 farklı rumen pH'sındaki fermantasyon parametreleri değerlendirilmiştir. Gerçek sindirilebilir Organik Madde (OM) ve NDF diyetin tipinden değil pH'sından etkilenmiştir. Şekil 5'de gösterildiği gibi, en önemli değişim pH'nın lineer etkisi olup, her bir ünite pH değişiminde OM sindirilebilirliği %14,9 azalmıştır. Diyetin tipi gerçek sindirilen OM üzerinde etkili bulunmamıştır. Ancak, önemli derecede pH - diyet ilişkisi tespit edilen çalışmada, pH 6,00 altına indiği zaman rumen pH'sının yüksek kaba yem içeren diyet üzerinde yüksek konsantre yem içeren diyete göre büyük etkiye sahip olduğu gösterilmiştir. Ortalama NDF sindirimi, ortalama pH 5,95'de %24,2 olarak tespit edilirken, bu değer pH 4,90'da %5'den; pH 6,70'de %39'a kadar değişim gösterebileceği saptanmıştır. Propiyonik asit seviyesi pH azaldıkça artmış ve yüksek konsantre yem içeren diyetle daha yüksek seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 5. pH ve diyet tipinin (60:40 kaba:konsantr yem, ■; 10:90 kaba:konsantr yem, ○) OM ve NDF sindirilebilirliği üzerindeki etkisi (Calsamiglia ve ark., 2008)

2.3.5. Fermantasyon Asitlerinin Emilimi:

Ruminant grubu hayvanları farklı kılan en önemli özellikleri retikülumunda yemlerin anaerobik fermantasyonu ile metabolik enerji ihtiyaçlarını Kısa Zincirli Yağ Asitleri (KZYA), metabolik protein ihtiyaçlarını da mikrobiyal protein şeklinde sağlıyor olmalarıdır. Her ne kadar KZYA'leri üretimi besleme açısından istenen bir durum olsa da, aşırı KZYA varlığı ve bu asitlerin rumen sıvısı içinde iyonize olmaları rumen pH'sında düşüşe neden olmaktadır (Penner ve Aschenbach, 2011). Örneğin, Sutton ve ark., (2003)'de orta (%40) ve yüksek (%90) oranda konsantr yem ile beslenen süt sığırlarında günlük toplam KZYA'leri üretimini sırası ile 79 ve 90 mol olarak tespit etmiştir.

Önceki yıllarda yapılan birçok bilimsel araştırmada rumendeki asitliğin azaltılmasında çiğneme aktivitesinin artırılarak tükürük üretiminin fazlaştırılması üzerine odaklanılmıştır. Tükürüğün temelde bikarbonat olmak üzere rumen için önemli bir tampon kaynağı olduğu açıktır, ancak kantitatif tahminler tükürüğün tek başına toplam rumen tampon kapasitesi içinde yaklaşık %30 paya sahip olduğunu göstermektedir (Allen, 1997). Buradan hareketle optimum rumen fermantasyonu, hayvan sağlığı ve üretkenliğini sürdürmek açısından rumen pH'sını tamponlayan diğer mekanizmaların olduğu açıktır (Penner ve Aschenbach, 2011). Rumendeki KZYA'nin emilimi rumenden asitlerin elemine edilmesi için merkezi bir role sahiptir ve toplam hidrojen iyon emiliminin %53'nü oluşturmaktadır (Allen, 1997; Penner, 2009; Aschenbach ve ark., 2010).

Rumen içeriğinden bikarbonat ve karbondioksitin kaybolması (Masson ve Phillipson, 1951; Ash ve Dobson, 1963) veya KZYA'nin emilimine bağlı rumen pH'sının hızla yükselmesi (Dijkstra ve ark., 1993) sonuçlarından hareket eden araştırmacılar bu çalışmaların yapıldığı dönemlerde KZYA'yi emiliminin pasif difüzyon ile gerçekleştiği sonucuna varmışlardır (Dijkstra ve ark., 1993; Lopez ve ark., 2003; Graham ve ark., 2007). Ancak KZYA'lerinin tamamına yakınının pasif difüzyon ile emildiği yaklaşımını sınırlayan bazı faktörler vardır. Örneğin, KZYA'lerinin pK_a değeri (K_a : asit iyonlaşma sabitidir. Belli bir sıcaklıkta bir asidin kuvveti nicel olarak K_a 'nın büyüklüğü ile ölçülür. K_a değerinin artması kuvvetli asidite göstergesidir. K_a değerleri sayısal olarak küçük rakamlar olduğu için logaritmik pK_a ölçeği kullanılır. K_a değeri küçüldükçe pK_a değeri artar ve asitlik azalır. Pütün, (1993)) ve araştırmalarda ölçülen rumen pH değerlerine bakıldığında ($pH >5.80$; Krause ve Oetzel, 2006; Penner 2007, Penner ve Oba, 2009) %90'dan fazla oranda, KZYA'nin iyonize formda olması gerekir. Sadece iyonize olmamış KZYA'leri pasif difüzyona uğrayabileceğinden, bu durumda emilim oranının oldukça yavaş olması beklenir (Penner ve Aschenbach, 2011).

Yukarıdaki paragrafta özetlenen sınırlamalardan dolayı rumenden KZYA'lerinin emilim mekanizması ile ilgili birçok çalışma yürütülmüştür. KZYA'leri pasif difüzyon ile emildiğinde ruminal içerikten 1 hidrojen atomu (proton) uzaklaştırılır, ancak bu sitozole geçtiğinde, KZYA'yi hızla iyonize olur. Bu

durumda hücre içi pH dengesini ve bütünlüğünü korumak için hidrojen atomu tekrar hücreden dışarı gönderilir. Hücre içi pH dengesini koruyan sistem Sodyum-Hidrojen Değiştiricisi (SHD) olarak tanımlanmış olup protonu lümene veya ekstra selüler boşluğa verir. Burada H^+ iyonlarının atılım yönü pasif difüzyonun rumen pH dengesine olan katkısında ana belirleyicidir. Örneğin, rumen epitelindeki SHD sisteminin aktivitesi, yüksek fermente olabilirliğe sahip diyetle besleme halinde artış göstermektedir (Etschmann ve ark., 2009; Yang ve ark., 2009).

Rumen epitelinin bizzat kendisi ruminal asit ve proton yükünün azaltılmasında dinamik rol oynamaktadır (Aschenbach ve ark., 2010). KZYA'lerinin non-difüzyonel aktif transportu, iyonize olmuş KZYA'leri ile ilişkili taşıyıcı proteinlerin aktivitesine ihtiyaç duyar. KZYA'lerinin apikal aktif transportu KZYA/bikarbonat (HCO_3^-) değişimi şeklinde meydana gelmektedir (Gabel ve ark., 1991; Kramer ve ark., 1996; Aschenbach ve ark., 2009). Masson ve Phillipson (1951)'de belirttiği gibi KZYA'lerinin emilimi rumen sıvısı içindeki HCO_3^- konsantrasyonunu artırmaktadır. Koyunlarda yapılan araştırmalar üzerinden yapılan kantitatif (miktersal) tahminlere göre KZYA'nin %50'ye varan kısmı HCO_3^- bağımlı mekanizma ile emilmektedir (Ash ve Dobson, 1963; Gabel ve ark., 1991; Penner ve ark., 2009).

Sonuç olarak, rumende asit baz dengesinin sağlanmasında bileşiminde 125 mEq/L HCO_3^- ve 20 mEq/L fosfat içeren tükürük salgısı bir süt ineğinde üretilen günlük toplam asidin %30'u nötralize etmektedir (Bailey ve Balch, 1961; Erdman, 1988; Allen 1997; Russel, 2002). Tükürük tarafından yapılan nötralizasyona ek olarak fermantasyon sırasında oluşan asitlerin %50'si rumen duvarından emilim yolu ile uzaklaştırılır (Allen, 1997; Russel, 2002). Geriye kalan %15 – 20 fermantasyon asidi ise retikülo rumenden likit ve katı pasaj vasıtası ile uzaklaşır (Allen, 1997).

2.3.6. Rasyon Adaptasyonu:

UYA'nin rumen duvarından emilimi, fermantasyon asitlerinin ortamdaki uzaklaştırılmasında önemli rol oynar. Rumende üretilen asitlerin yaklaşık yarısı rumen duvarından emilir (Allen, 1997). Rumen papillalarının ebat ve sayısal değişimi asit emilimi için gerekli yüzey alanını da aynı şekilde değiştirir. Bu nedenle,

rumen papillaları asit yükünün altından kalkacak şekilde adapte olmamışsa rumen pH'sı düşüş gösterir. Bunun yanında, aşırı miktarda UYA emilimi rumen papillalarını hasara uğratarak rumenden kan dolaşımına bakteri geçişine yol açabilir (Owens ve ark., 1998).

Teorik olarak, erken laktasyon dönemindeki hayvanlar doğum öncesinde, sağım döneminde tüketecekleri diyete adapte edilmemiş iseler Subakut Rumen Asidozisi'ne (SARA) karşı daha duyarlıdır. Yüksek oranda fermente olabilen karbonhidrat içeren diyetlere adaptasyon yaklaşımı iki dayanağa sahiptir: mikrobiyal adaptasyon (laktik asit üreten bakterilere göre daha yavaş büyüyen laktik asit tüketen bakteri sayısında artış) ve rumen papilla uzunluğu adaptasyonu (daha uzun rumen papillaları UYA emilimini artırarak rumen pH'sını dengelemeye yardımcı olabilir) (Dirksen ve ark., 1985). Besi işletmelerinde de yüksek tahıl içeren rasyonlara kademeli geçiş yapılmasının önemi bilinmektedir (Radostits ve ark., 1994).

Ruminal adaptasyon prensibi gebeliğin son döneminde erken laktasyon dönemindeki SARA riskini azaltmak için diyetteki tahıl miktarının artırılmasını önermektedir. Ancak, Garrett ve ark. (1997)'de TKR ile beslenen bir sürüde kuru dönem beslemesinin erken laktasyon dönemindeki rumen pH üzerinde bir etkisi olmadığını göstermektedir. Bu çalışmadaki rumen pH'ları beklenmedik bir biçimde sağılan günü 106 olan hayvanlarda, sağılan günü 15 olan hayvanlardan daha düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar sağmal sürülerde rumen adaptasyonundan çok kuru madde tüketiminin SARA riski açısından daha önemli olduğunu göstermektedir. Andersen ve ark., (1999)'da kuru dönemde artırılan tahıl beslemesinin erken laktasyon dönemindeki rumen pH'sı veya kuru madde tüketimi üzerinde bir etkisi olmadığını göstermiştir. Bu sonuçlar rumen adaptasyonunun özellikle TKR ile beslenen sağmal sürülerde pratik getirisinin düşük veya önemsiz seviyede olabileceği şeklinde değerlendirilebilir.

2.4. Süt Sığırlarında Rumen Asidozisi:

Asidozis, artan hidrojen iyonu konsantrasyonu ile karakterize, kan ve vücut dokularında asit birikimi veya alkali rezervlerin tükenmesi ile ilişkili patolojik bir durumdur (Blood ve Studdert, 1988). Rumen asidozisi akut ve subakut olarak iki forma ayrılmakla birlikte benzer etiyolojiye sahip, ancak oldukça farklı klinik hastalıklardır (Owens ve ark., 1998).

Asidozis genellikle hastalık bulgularının ortaya çıkma zamanını baz alan sınıflandırmada akut ve subakut olarak, klinik bulguların gözlenebilme durumuna göre ise klinik veya subklinik olarak ikiye ayrılmaktadır. Akut rumen asidozisinde hayvanlar hızlı fermente olabilen karbonhidrat tüketiminin hemen akabinde hastalık bulgularını açıkça gösterirler. Hastalığın subakut formunda ise yem tüketimi ve performansa azalma oluşmakla birlikte hayvanlar dışarıdan hasta olarak görülmezler (Nagaraja ve Titgemeyer, 2007). Hastalığın iki formu arasında klinik olarak görülen farklılıklar kadar rumen asidozisinin akut ve sub-akut formu sırasında rumen sıvısı ve kanda da farklı değişimler meydana gelmektedir. Tablo 6'da bu değişimler gösterilmektedir. (Nagaraja ve Lechtenberg, 2007).

Tablo 6. Rumen asidozisinin akut ve subakut formu arasında rumen sıvısı ve kanda görülen farklılıklar (Nagaraja ve Lechtenberg, 2007)

Parametre	Ruminal asidozis	
	Akut	Sub-akut
Klinik bulguların varlığı	Evet	Bazen
Mortalite	Evet	Hayır
Ruminal değişimler		
Rumen pH	5.00 ↓	5.00-5.40
Laktik asit	Artar (50-120 mM)	Normal (0-5 mM)
Uçucu Yağ Asitleri (UYA)	Azalırlar (<100 mM)	Artar (150-225 mM)
Gram negatif bakteri	Azalırlar	Normal
Gram pozitif bakteri	Artar	Normal
Streptococcus bovis	Artar	Normal
Lactobacillus spp.	Artar	Normal
Laktik asit üreten bakteriler	Artar	Artar
Laktik asit tüketen bakteriler	Azalırlar	Artar
Kan parametreleri		
Kan pH	Düşük	Sınırdadır
Bikarbonat	Düşük	Sınırdadır
Laktat	Artar	Normal

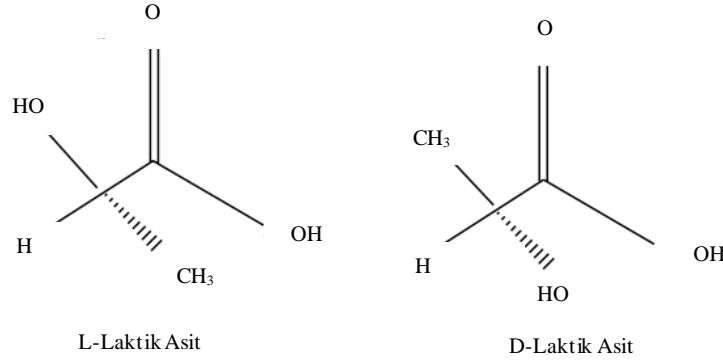
2.4.1 Akut Rumen Asidozisi:

Akut, klinik veya laktik asidozis (aşırı tahıl yüklemesi, tahıl zehirlenmesi, akut hazımsızlık) sığır, koyun ve keçilerde yem adaptasyonu olmaksızın ruminal fermente olabilirliği yüksek, karbonhidratça zengin yemlerin aşırı miktarda verilmesi ile ortaya çıkmaktadır (Crichlow ve Chaplin, 1985; Nocek, 1997). Yüksek oranda UYA ve laktik asit üretimi rumen pH'sını fizyolojik sınırların dışına çıkarır, eş zamanlı olarak rumenin tamponlama kapasitesi zayıflar, rumen florasının etkinliği ve fermantasyon kabiliyeti azalır. Akut asidozis; rumenitis, metabolik asidozis, topallık, karaciğer absesi, pnömoni ve ölüme neden olabilir (Lean ve Wade, 2000).

Hastalık çoğu zaman, hayvanların kazara toksik miktarda tahıla aniden ulaşarak yüksek miktarda tüketmesi ile görülmektedir. Tahılın alımını takiben, yüksek miktarda fermente olabilirliği rumen mikroflorasında 2-6 saat içerisinde önemli değişimler oluşturur. Karbonhidratları substrat olarak kullanarak yüksek miktarda laktik asit üretme kabiliyetine sahip *S.bovis* sayısı artış gösterir. Yeterli miktarda karbonhidrat varlığında bu mikroorganizma rumen pH'sını 5,00 veya daha altına indirebilecek ölçüde laktik asit üretebilir ki bu düşük pH, selüloz sindiren bakteri ve protozoalar üzerinde tahrip edici etki yaratır. Ortamda aşırı nişasta varlığında artık enerji *S.bovis* büyümesi için sınırlayıcı faktör olmayacağı için rumen mikroflorasındaki diğer mikroorganizmalardan çok daha hızlı bir biçimde çoğalmaya devam eder. pH 5,20'nin altına indiği zaman *S.bovis* ve *Lacobacillus spp.* daha önce mevcut mikrofloranın yerini alarak rumen ortamında dominant hale gelmeye başlarlar (Rodostitis ve ark., 2006). Eğer pH daha fazla düşmeye devam ederse *S.bovis* büyümesi de inhibe olarak (Therion ve ark., 1982) pH 4,70'nin altında rumende neredeyse mono-kültür halinde sadece laktat üreten bakteriler kalır (Allison ve ark., 1975). Çok şiddetli olgularda ciddi asidozis göstergesi olarak kabul edilen rumen sıvısındaki laktat konsantrasyonu 40 mM seviyesini aşabilir (Owens ve ark., 1998). Ruminal laktik asidozis tablosu ile D ve L formda laktik asit üretimini takiben rumen osmolaritesi artar, genel dolaşımdan rumene fazla miktarda sıvı çekilir, sonuç olarak hemokonsantrasyon ve dehidrasyon ortaya çıkar (Rodostits ve ark., 2006).

Akut asidozis halinde rumende hem D hem de L laktik asit üretilmektedir. Laktik asidin bu iki optik formu arasında Şekil 6'da gösterildiği gibi, fiziksel ve

kimyasal olarak benzerlik bulunmasına karşın canlı organizmadaki etkileri açısından farklılıklar mevcuttur. İki izomer arasındaki en önemli fark metabolize ve vücuttan elemine olma şekilleri arasında olup, L-laktik asit, D izomere göre daha hızlı metabolize olmaktadır. L-laktik asit karaciğerde ve kalpte L-laktat dehidrojenaz tarafından hızla metabolize edilerek prüvik aside çevrilir, prüvat sonrasında glikoneogenesis ile glikoza dönüştürülür. D-laktik asit ise D-alfa-hidroksi asit dehidrojenaz ve D-laktat dehidrojenaz tarafından metabolize edilir. İki molekül arasındaki bir diğer önemli fark renal ekskresyonları olup, L-laktik asidin böbrekler tarafından atılım kapasitesi daha yüksektir (Giesecke ve Stangassinger, 1980; Hernandez ve ark., 2014;).



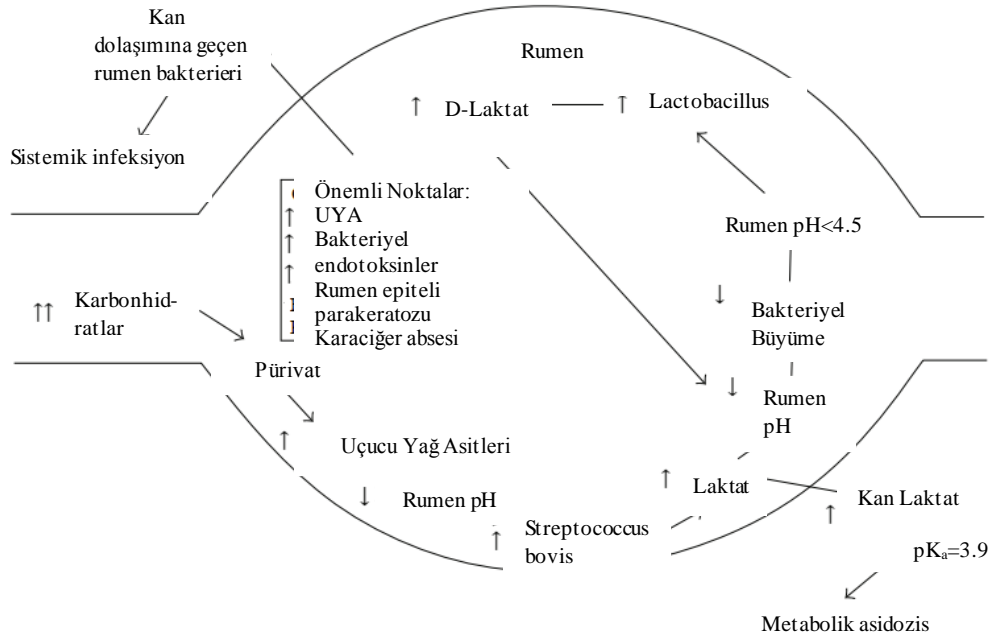
Şekil 6. Laktik asidin L ve D optik formları (Hernandez ve ark., 2014)

Bir kısım laktik asit rumendeki tampon maddeler tarafından tamponlanabilir fakat büyük bir kısmı rumen duvarı tarafından emilir, bir kısım laktik asit de bağırsaklara geçerek buradan emilir. Laktik asit, UYA'lerine göre 10 kat daha asidiktir ve rumen sıvısındaki birikimi bir noktadan sonra rumenin tampon kapasitesini aşar. Rumen pH'sının düşmesi ile rumen hareketlerinin sıklık ve kuvveti de azalma göstererek pH 5,00 dolaylarında rumen atonisi meydana gelir. Rumen atonisi bakımından, rumende ayrışmamış formda UYA birikimi, artan laktik asit miktarı veya hidrojen iyon konsantrasyonundan daha önemlidir (Rodostits ve ark., 2006). Deneysel olarak, laktik asidin değil, fakat bütirik asidin artan konsantrasyonları ruminal stazise neden olabilmektedir (Owens ve ark., 1998).

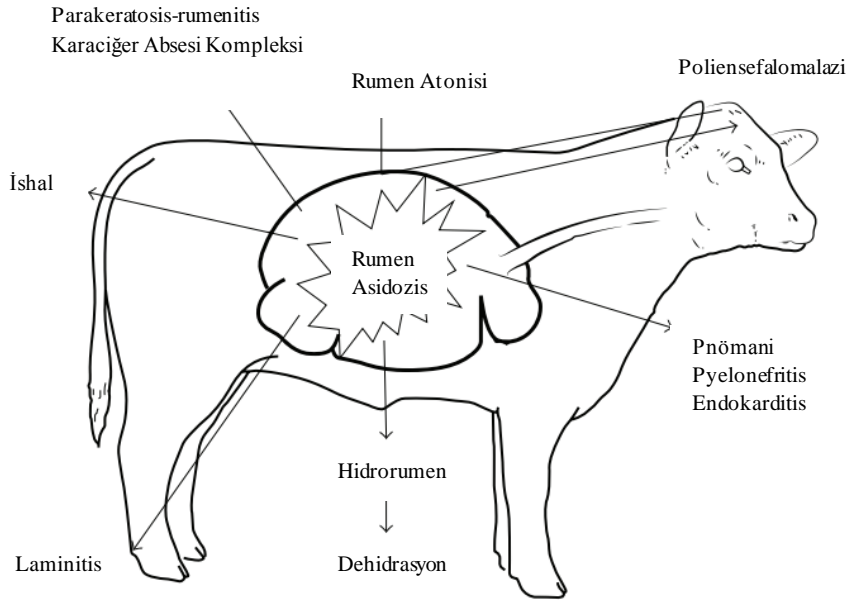
Akut rumen asidozisinin klinik bulguları genel durumdaki etkilenmenin şiddetine bağlı olarak değişkenlik gösterir: dolaşım ağır bir şekilde etkilendiği zaman hayvan ayağa kalkamayarak paralitik bir hal alabilir. Hiperosmatik ruminal içerikten dolayı rumendeki kendine has tabakalanma ortadan kalkarak rumen genişler, hayvanda genel dehidrasyon bulguları görülür. Dışkı genelde sulu, köpüklü, bazen içeriğinde sindirilmemiş tahıl taneleri görülür. Rengi genelde parlak, kısmen sarımsı ve ekşi kokuludur (Dirksen, 1990; Owens ve ark., 1998; Garry, 2002).

Ruminal asidozis ile ilişkili klinik tablo perakut olgularda ani ölümden, subakut durumda hafif iştahsızlığa kadar değişkenlik arz edebilir (Hernandez ve ark., 2014). Asidozis durumunda meydana gelen ruminal hipo-motilite veya atonin üç önemli yapıcı nedeni bulunur. Dikkate alınması gereken en önemli mekanizmalardan birisi UYA'lerinin direkt etkisine bağlı rumen epitelyumunda bulunan kimyasal resöptörlerin beyne gönderdiği geribildirimden dolayı oluşan ruminal atonidir (Gozales ve ark., 2012). Rumen hipo-motilitesini stimüle eden diğer bir mekanizma da rumen içeriğinde organik asit ve glikoz birikimine bağlı artan osmotik basınçtan dolayı kan dolaşımından rumen içerisine sıvı geçişini takiben artan osmolaritedir. Üçüncü olarak; histamin, tyramin ve triptamin gibi; sırası ile histidin, trozin ve triptofanın dekarboksilasyon ürünü vazoaktif aminler ve bakteriyel endotoksinlerde mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte rumen motilitesini azaltmaktadır (Kleen ve ark., 2003; Kleen, 2004).

Rumen asidozisi halinde rumende görülen değişimler ve hayvanlarda klinik olarak tespit edilen bulgular Şekil 7 ve 8'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 7. Rumen asidozisi durumunda rumende kademeli olarak şekillenen reaksiyonlar (Hernandez ve ark., 2014)



Şekil 8. Asidozisin klinik yansımaları (Hernandez ve ark., 2014)

2.4.2 Subakut Rumen Asidozisi (SARA):

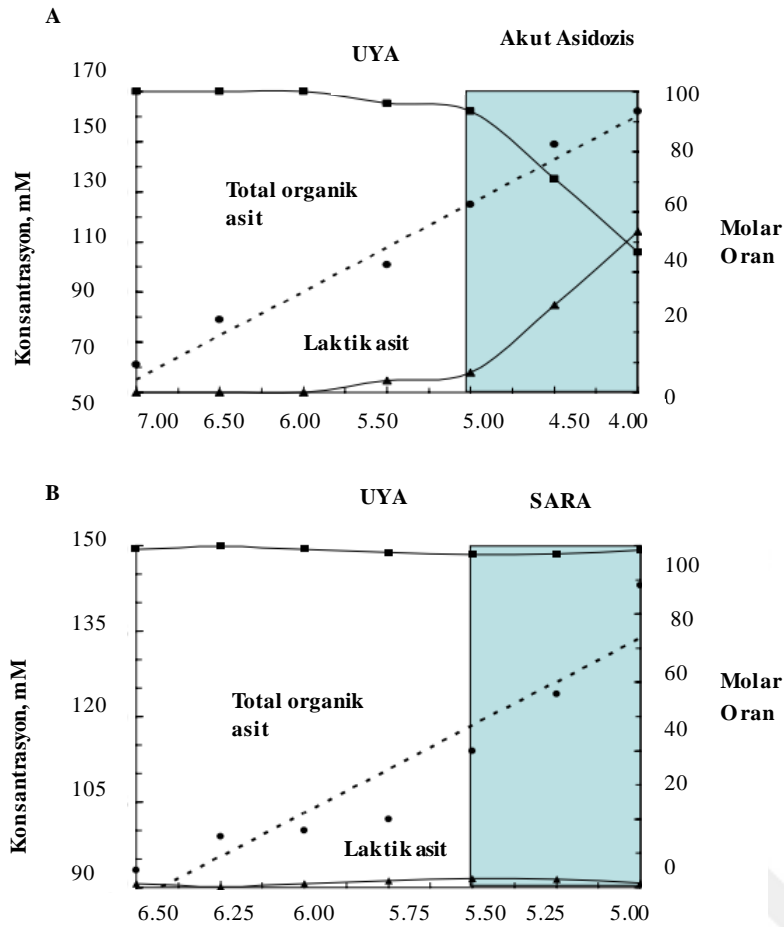
Kronik asidozis, subklinik rumen asidozisi olarak da adlandırılan SARA modern süt sğrı işletmelerinde görülen, üzerinde detaylı araştırma yapılmış bir sindirim sistemi problemidir (Enemark, 2008). Sürü bazında iki grup hayvan yoğun SARA riski altındadır: düşük rumen pH'sına yol açan, enerjice zengin besleme rejimine maruz bırakılan erken laktasyon dönemindeki hayvanlar ve ani rasyon değişimleri, rasyon bileşiminde hazırlama hatalarına veya yem dağıtımına bağlı varyasyonlara açık, yüksek kuru madde tüketimine sahip orta laktasyondaki süt sğrları (Nordlund ve ark., 1995).

SARA'nın güncel tanımlaması rumen sıvısının pH değeri ile ilişkilidir (Oetzel 2003; Kleen ve ark., 2003; Duffield ve ark., 2004; Stone 2004). pH ölçümü rumen sıvısının mide sondası veya rumenosentezis vasıtası ile alınmasını takiben ya da rumen kanülü uygulanmış hayvanlarda rumen içine yerleştirilen pH propları ile yapılabilir (Duffield ve ark., 2004). Rumen pH'sında yüksek günlük varyasyondan dolayı pH'nın sürekli takibi avantaj sağlamaktadır (Keunen ve ark., 2002; Duffield ve ark., 2004).

SARA'nın tam olarak tanımlanmasında ve süt sğrlarında rumen pH'sında meydana gelen hangi seviyedeki düşüşün sağlık ve üretim açısından yıkıcı zararlarının olduğu konusunda tam olarak fikir birliğine varılmış değildir (Plaizier ve ark., 2008). Enemark (2008)'e göre SARA tanısında rumen pH'sının düşüşü ve fizyolojik sınırların ne kadar süre ile altında seyrettiği dikkate alınmalıdır. Rumende mikrobiyal popülasyonun dengeli bir şekilde varlığını sürdürmesi için kabul edilebilir fizyolojik pH aralığı 5,80- 6,40 arasında verilmekte (Ishler ve ark., 1996) ve bu noktada laktik asit üreten ve tüketen mikroorganizmalar arasında denge sağlanmaktadır (Nocek, 1997). Bu nedenle, araştırmacıların büyük bir çoğunluğu SARA'yı rumen pH'sını 5,50'in altında kalma durumu olarak tanımlamaktadır (Nocek, 1997; Cottee ve ark., 2004; Gozho ve ark., 2005). Cerrato-Sanchez ve ark. (2008), O'Grady ve ark. (2008) ve Plaizier ve ark. (2008) SARA'yı bir günlük süreçte rumen pH'sının 5.50'in altında 174 dakikadan fazla kalma durumu olarak tanımlamışlardır.

Süt sığırlarında SARA, rumende fermantasyon asit üretimi rumenin tamponlama kapasitesini aştığında ortaya çıkmaktadır. Bu durum fiziksel yapısı yetersiz veya aşırı miktarda konsantre yem içeren rasyonların tüketimi sonucu olarak ortaya çıkabilir (Nocek, 1997; Krause ve Oetzel, 2006).

Rumendeki temel tampon mekanizmaları; UYA'lerinin emilimi, UYA'lerinin rumenden pasajı ve tükürük bileşiminde bulunan bikarbonat iyonlarıdır (Remond ve ark., 1996; Allen, 1997). Rumende UYA'lerinin birikimi pH'da düşüğe neden olmaktadır (Krause ve Oetzel, 2006). Bu noktada, akut asidozis SARA'dan, rumende düşen pH'nın ana sorumlusunun laktik asit olması nedeniyle ayrılır (Owens ve ark., 1998). Süt sığırlarında laktik asit akümülayonu nadiren şekillenmekte, laktik asit miktarı yükselme gösterse bile bu sıklıkla kısa süreli olmaktadır (Krause ve Oetzel, 2005). Bu nedenle süt ineklerinde SARA'ya bağlı rumen pH düşüşünün nedeni laktik asit ile değil, UYA birikimi ile ilişkilidir. Şekil 9'da SARA halinde rumen sıvısında daha düşük laktik asit ve daha yüksek UYA birikimi görülmektedir.



Şekil 9. Akut (A) ve Sub-akut rumen asidozisi (B) halinde; total organik asit (•), molar UYA (•) ve laktik asit (▲) oranları (Nagaraja ve Titgemeyer, 2007)

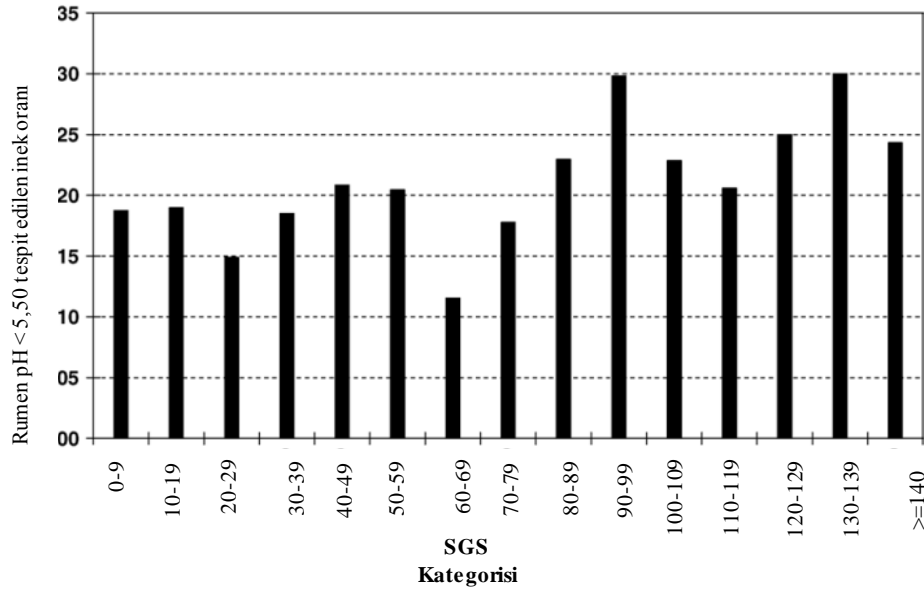
2.4.2.1 Sub-Akut Rumen Asidozisinin Yaygınlığı:

Rumen asidozisi modern süt sığırı işletmelerinde önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir saha araştırmasında, sağlıklı sürülerin üçte birinde ruminal asidozis prevalansı %40'dan fazla iken, laktasyonun erken ve orta döneminde sırası ile %19 ve %26 olarak tespit edilmiştir (Garrett ve ark., 1999). Ayrıca, Krause ve Oetzel (2006) ruminal asidozis (rumen pH <5,5) prevalansının Sağmal Gün Sayısı (SGS) 0 ila 140 arasında %12 - %30 arasında değiştiğini belirtmektedir (bkz. Şekil 10). SARA prevalansının SGS arttıkça yükseldiğini bildirmektedirler.

Amerika Birleşik Devletleri'nde gerçekleştirilen çalışmaya benzer bir Almanya saha çalışmasında, erken ve orta laktasyon dönemindeki ineklerde SARA

insidensi sırası ile %11 ve %18 olarak tespit edilmiştir (Kleen, 2004). Bu çalışmanın sonuçları Plaizier (2008) bulgularını destekler nitelikte olup, SARA gelişimi açısından erken ve orta laktasyondaki hayvanların daha büyük risk altında olduğunu göstermektedir. Cerrato-Sanchez (2008) yüksek konsantre yem ve düşük miktarda lif içeren diyetle beslemeye bağlı olarak rumende UYA ve propiyonik asidin molar oranlarının arttığını, asetik ve bütirik asit molar konsantrasyonu ile asetat:propiyonat oranının azaldığını bildirmektedir. Öte yandan, orta laktasyon dönemindeki hayvanlar pik kuru madde tüketim seviyesine ulaşp, yüksek miktarda konsantre yem tüketerek rumende pH'yı düzenleyici homeostatik mekanizmaları zorlamaktadırlar (Plaizier ve ark., 2008).

SARA süt sığırlarında oldukça yaygın bir metabolik problemdir. Calsamiglia ve ark., (2008)'de intensif üretim sistemlerinde, sürüdeki hayvanların %14 -40'nın asidozisten muzdarip olduğunu belirtmiş, Krause ve Oetzel (2005) bu rakamı %20 olarak rapor etmiştir.



Şekil 10. Sağılan güne göre düşük rumen pH (<5,5) riski. 55 sürüde 662 inekten alınan örneklere göre (Krause ve Oetzel, 2006)

2.4.2.2 Subakut Rumen Asidozisinin Belirtileri:

SARA'dan etkilenmiş hayvanlar genelde hastalığın tipik klinik bulgularını göstermezler (Mutsvangwa, 2002; Krause ve Oetzel, 2005;), ancak bazı klinik belirtiler hastalık ile ilgili olabilir.

Azalan kuru madde tüketimi SARA için hassas bir indikatör ve sıklıkla mevcut olan bir belirtidir. TKR ile beslenen hayvanlarda yapılan SARA uyarımı ile rasyon tüketiminde %25 düşüş gözlenmiştir (Kleen ve ark., 2003). Kuru madde tüketim düşüşü genelde sıklık bir seyir takip ederek bir günlük yüksek tüketim sonrasında takip eden gün düşen tüketim gözlenmektedir (Gozho ve ark., 2005). Ancak birkaç çalışmada SARA uyarımı sırasında kuru madde alımında düşüş gözlenmemiştir (Khafipour ve ark., 2009a). Khafipour ve ark., (2009a) bireysel olarak bazı hayvanlarda plazma insülin, insülin sekresyonu ya da endotoksin toleransında farklılıklar olabileceği, aynı zamanda SARA uyarımında kullanılan rasyonların lif içeriği, silajların partikül büyüklüğü ve diyetlerdeki nişasta fermente edilebilirliğinin bu farklılığa yol açabileceğini belirtmiştir.

Laminitis tırnakta dermal tabakaların spesifik aseptik yangısı olup süt sığırları işletmelerindeki topallığın ana nedenidir (Shaver, 2005). Besleme, özellikle akut ve subakut asidozis laminitis ile ilişkili olup, tam olarak nedeni bilinmemesine karşın subakut veya kronik asidozisten etkilenmiş ineklerde tırnakta renk değişimi, tabanda kanama, taban ülseri ve düzensiz tırnak şekillenmesi görülmektedir (Nordlund ve ark., 1995; Stone, 2004). Bazı araştırmacılar kronik laminitisin SARA'nın en önemli klinik bulgusu olduğunu, %10'dan fazla ve süregelen laminitis prevalansının bir sürüde SARA açısından indikatif olduğunu savunmaktadırlar (Nordlund ve ark., 1995; Enemark ve ark., 2002). Ancak, laminitisin nedeni ve tırnak lezyonları multi-faktöriyel bir yapıya sahip olup (Nordlund, 2004), genetik, konformasyon karakteri, gübre temizleme sistemleri ve SARA prevalansını tetikleyen infeksiyon hastalıklarının mevcudiyeti de dikkate alınmalıdır (Cook ve ark., 2004; Shaver, 2005;).

SARA'nın seyri esnasında görülen süt yağı düşüşü kompleks ve tartışmaya açık bir bulgudur. Laktasyon dönemi, ırk, mevsim, rasyon bileşimi süt yağ oranını etkilemektedir (Enemark ve ark., 2002). Bazı araştırmacılar tarafından SARA'dan

etkilenmiş ineklerde süt yağı düşüşü gözlenmiş olup nedeni rumen fermantasyonunda meydana gelen değişimlere bağlanmıştır (Kleen ve ark.,2003). Beşyüz sağmallık bir işletmedeki olgu çalışmasında süt veriminde 3 kg/gün üretim kaybı ile süt yağının %3,70'den %3,40'a gerilediği bildirilmiştir (Stone, 1999). Ancak genellikle süt yağı düşüşünün bireysel hayvanlarda olduğu ve tank sütünde bu düşüşün belirlenmez düzeyde kaldığı belirtilmektedir (Kleen ve ark., 2003).

SARA'ya bağlı olarak dışkı kıvam, yapı ve pH'sında oluşan değişimler tanımlanmıştır. SARA'dan etkilenmiş bir grupta değişken dışkı kıvamı ve birçok hayvanda sulu-sıvı dışkılama görülmektedir. SARA'ya bağlı olarak dışkı pH'sının azaldığı ve dışkı içindeki partiküllerin normalden uzun olduğu bildirilmektedir (Kleen ve ark., 2003; Grove-White, 2004). Dışkı kıvamındaki belirtiler geçici, kısa süreli ve bir defada sadece birkaç hayvanda sulu-gevşek dışkı görüldüğü için bunlar genelde dikkatten kaçabilmektedir (Nordlund ve ark., 1995). Tajik ve ark., (2008)'de yaptıkları çalışmada dışkı kıvamı ve sindirilmemiş yem partikülleri açısından SARA'dan etkilenmiş gruplardaki hayvanlarla etkilenmemiş gruplardaki hayvanlar arasında bireysel olarak bir fark tespit edememiştir. Gakhar ve ark., (2008)'de deneysel olarak SARA uyarımının dışkı pH'sı üzerinde etkili olmadığını bildirmiştir.

SARA'dan etkilenmiş sürülerde sürüden ayırma ve nedeni anlaşılamayan ölüm oranı son derece yüksek olarak tespit edilmiştir (Enemark ve ark., 2002). Bu sürülerde yıllık sürü yenileme oranı %45'den fazla ve yıllık sürüden çıkarma oranı %31'in üzerindedir. Sürüden ayırma nedenleri arasında nedeni belli olmayan ölüm, topallık, Vücut Kondisyon Skoru (VKS) kaybı ve tedaviye yanıt vermeyen patolojik durumlar sıralanmaktadır (Nordlund ve ark., 1995; Kleen ve ark., 2003; Oetzel, 2003).

Genel olarak SARA'dan etkilenmiş sağmal sürülerde yüksek enerjili diyet ile beslenmelerine karşın bir kısım hayvanın zayıf olduğu inancı sıklıkla öne sürülmektedir (Nordlund, 1995; Kleen ve ark., 2003). Ancak VKS'nin bir sürüde SARA'dan etkilenmiş ve etkilenmemiş hayvanları belirlemek için kullanılmaması önerilmektedir (Kleen, 2004; Tajik ve ark., 2009).

SARA halinde diğer bulgular olarak, daha önceki asidozis geçmişinden ileri gelen ve otopside tespit edilebilen rumenitis, rumen parakeratozisi, karaciğer ve akciğer apseleri gözlenebilir. Diğer klinik bulgular olarak bazı araştırmacılar dışkıda fibrin parçacıklarının varlığı, dışkı ile vücudun aşırı kirliliği, sürekli kuyruğunu cam sileceği şeklinde hareket ettirme, geviş getirme esnasında lokmanın ağızdan düşürülmesi, düşük üreme performansı ve çevresel mastitis vakalarında artış gibi bildirimlerde bulunmuştur (Grove-White, 2004).

Son yıllarda sayısı git gide artan, hayvan davranışlarını ölçümleyen, tecrübeye dayalı veriler süt sığırlarında sağlık ve hayvan refahı ile ilgili tahminde bulunma ve bilgi edinmek için kullanılmaktadır (von Keyserlingk ve ark., 2009). Süt sığırı davranışları ile hastalıklar arasındaki ilişkiyi anlamaya olan ilgili hayvanları gözlemleye yarayan otomasyon sistemlerinin mevcudiyeti ile daha da artış göstermiştir. Güncel araştırmalar metabolik ve infeksiyöz hastalıklar, topallık, mastitis gibi çeşitli sağlık sorunları esnasında hayvanların davranışlarında değişimler oluştuğunu göstermektedir (DeVries, 2014). Geleneksel olarak birçok besleme uzmanı her hangi bir zamanda gözlemlenen bir sürede ineklerin en az %40'nın geviş getiriyor olmasını sağlıklı rumen fonksiyonu olarak kabul etmektedir (Eastridge, 2000). DeVries (2009)'da bir grup sağlıklı inekte gün boyu ruminasyonu izlemiş ve beklendiği gibi her hangi zamanda geviş getirme oranını %40 olarak tespit ettikten sonra, asidozis uyarımı yapılmasını takiben pik geviş getirme zamanında %10 azalma tespit etmiştir. Schirrmann ve ark. (2009), tarafından valide edilen elektronik ruminasyon izleme sistemi sürü bazında veya bireysel olarak rumen sağlığını izleyerek asidozisin erken bulgularının fark edilmesine olanak tanyabilir.

Antanaitis ve ark. (2015) klinik olarak ketozis ve asidozis diyagnozu öncesinde süt verimi, hayvan aktivitesi ve süt iletkenliğinde meydana gelen değişimleri değerlendirmişlerdir. Bu amaçla SGS 60'a kadar olan, 90 adet fresh dönemde süt ineği seçilmiştir. Asidozis sorunu yaşayan hayvanlarda klinik belirtilerin ortaya çıkmasından 2 gün önce süt veriminde önemli ölçüde düşüş gözlemlendiğini ($p<0,01$), sağlıklı hayvanlara göre aktivitelerinin %18,7 azaldığını ($p<0,001$) ve süt iletkenliklerinin sağlıklı hayvanlara oranla yükseldiğini ($p<0,001$) tespit edilmiştir.

Bipin ve ark. (2016) ticari sağmal işletmelerde bulunan 20 adet SARA pozitif (beslemeden 3 saat sonra alınan rumen sıvısı örneğinde pH 5,20-5,60 arasında olan) ve aynı sayıda SARA negatif inekten kan alarak SARA'ya bağlı hematolojik değişimleri incelemiştir. SARA pozitif hayvanlarda rumen sıvısı pH değeri ile granülosit sayısı arasında güçlü negatif korelasyon tespit edilmiştir ($p \leq 0.01$).

2.4.2.3 Sürü Bazlı Subakut Rumen Asidozisi Tanısı:

Patognomonik belirtilerinin azlığı ve klinik bulguların genelde gecikmiş bir biçimde sonradan ortaya çıkması nedeniyle SARA, çoğu zaman sürüde teşhis edilmeden varlığını sürdürebilmektedir (Tajik ve Nazifi, 2011). SARA tanısı için rumen sıvısının kullanılması birçok araştırmacı tarafından direkt bilgi sağlaması açısından önerilmektedir (Kleen ve ark., 2003). Bu kapsamda rumen sıvısı farklı yöntemlerle elde edilebilir.

Genel olarak rumen sıvısının mide sondası ile alınması SARA teşhisi açısından güvenilir bir yöntem olarak gösterilmemektedir. Mide sondası zaman alan bir işlem olması kadar, tüpün rumen içindeki lokalizasyonu ve örneğin tükürük ile karışması pH'da büyük değişikliklere neden olmaktadır (Enemark ve ark., 2002).

Yem tüketimi sonrasında rumen pH'sı büyük değişimler göstermektedir. Rumen sıvısı pH'sının rumen içine yerleştirilen elektrotlar ile takip edilmesi bu değişimlerin gözlenmesi bakımından bilgi sağlamaktadır. Bu metot genelde araştırmalarda kullanılmakta ve karşılaşılan ana sorun elektrotların kontaminasyon ve tıkanması olmaktadır (Enemark ve ak., 2003). Ayrıca, SARA tanımlamasında farklı araştırmalarda genel bir fikir birliği bulunmamaktadır. AlZahal ve ark., (2007)'e göre pH 5,60'ın altında 3-5 saat/gün; Gozho ve ark., (2005)'e göre pH 5,20-5,60 arasında günlük 3 saatten fazla; Krause ve Oetzel (2005)'e göre de pH 5,60'ın altında 506 dakika/gün rumen pH'sının tekrar eder şekilde düşüş göstermesi SARA olarak adlandırılmıştır. Rumen sıvısı pH'sının gün içindeki değişimlerinin sürekli takibi avantajlı görünse de, benzer SARA tanımlamalarının sağlanması gerekmektedir (Plaizier ve ark., 2008).

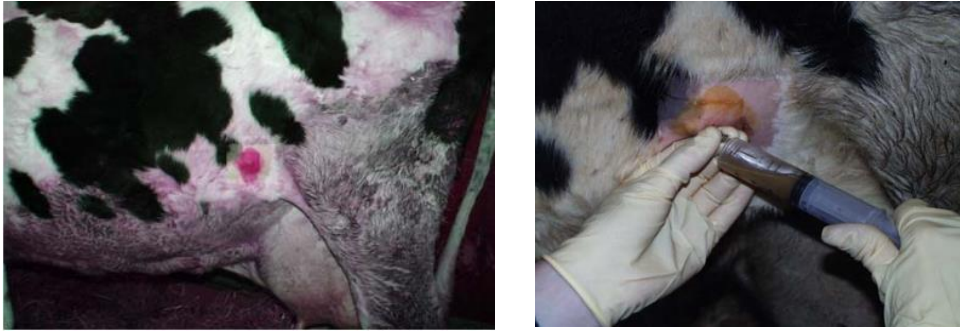
Rumen kanülü uygulaması rumen sıvısından bir örnek numune almak için tercih edilmesine karşın bu metot araştırmalarla sınırlıdır (Nocek, 1997). Bu metot da

kanülün sürekli çıkarılıp takılması hayvanı rahatsız ederek bir miktar sindirim içeriğinin dışarı çıkmasına neden olabilir (Tajik ve Nazifi, 2011).

Nordlund ve ark. (1995) SARA tanısında rumeno-sentez uygulamasını gerçekleştirmiştir. Bu metot da rumen sıvısı iğne yardımı ile perkutan aspirasyon yapılarak kaudo-ventral rumenden alınmaktadır. Duffield ve ark., (2004)'de rumen pH ölçümünde rumeno-sentez uygulamasının oro-ruminal prop uygulamasından daha iyi bir saha testi olduğunu belirtmiştir. Rumeno-sentez ile elde edilen rumen sıvısının pH değeri rumen kanülünden alınan sıvının pH'sı ile pozitif lineer ilişkiye sahip olup, eş zamanlı olarak kanülden alınan örneğe göre pH değeri 0,28 puan daha düşük olmaktadır (Garrett ve ark., 1999). Rumeno-sentez uygulaması için bölge son kaburganın kostatorakal birleşim yerinin 12-15 cm kaudalinde, patellanın üst noktası ile aynı horizontal çizgi üzerindedir (bkz. Şekil 11). Uygulama öncesinde punksiyon alanı kılları tıraş edilerek temizlenmeli, dezenfekte edilmeli ve lokal olarak anestezi uygulanmalıdır. Punksiyon 100-120 mm, 18 G enjektör ucu ile yapılarak, 3-5 ml rumen sıvısı aspire edilir (Garret ve ark., 1999; Nordlund, 2003). Sürüden veya bir rasyon grubundan tesadüfi olarak seçilen 12 hayvanda yapılan uygulama sonrasında, 3 adet veya 1/3 oranında hayvanda 5,60 - 5,80 arasında rumen pH tespiti halinde grup tam risk sınırında etkilenmiş olarak kabul edilir. Eğer tüm örneklerde $pH \geq 5,80$ ise, grup tam olarak SARA negatif olarak kabul edilir (Stone, 1999; Enemark ve ark., 2002).

Bir süt sığırı işletmesinde iki grup hayvan SARA'ya daha duyarlıdır: erken ve orta laktasyondaki inekler. Doğum sonrası laktasyon rasyonunun verilmeye başlandığı SGS 1-20 arasındaki hayvanlar ile orta laktasyonda, SGS 45-150 arasındaki hayvanlardan rumenosentez uygulaması için örnek alımı önerilmektedir (Nordlund ve ark., 1995; Kleen ve ark., 2003).

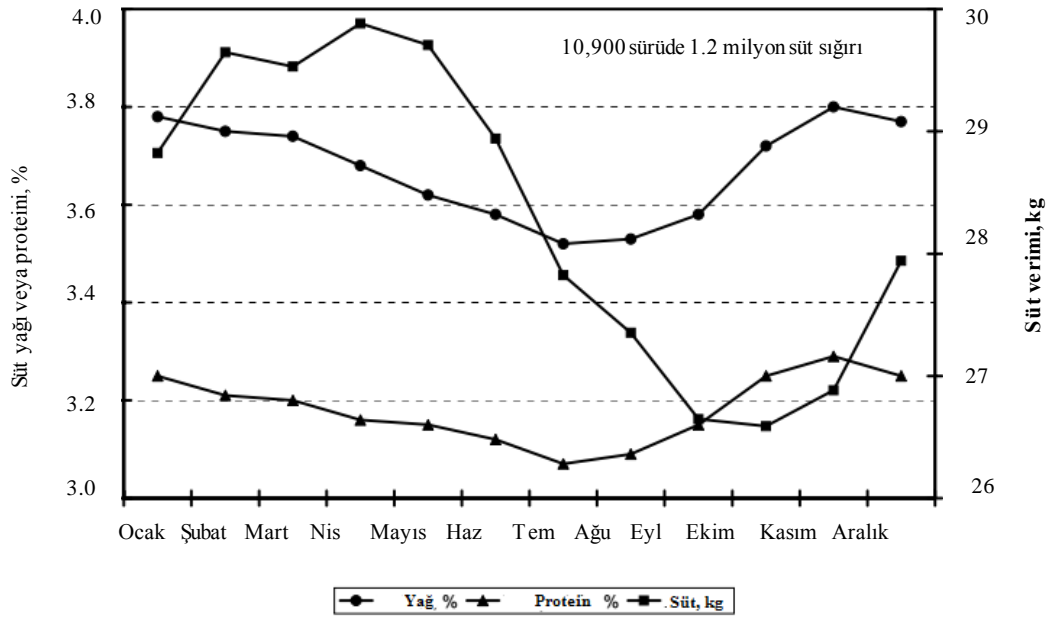
Uygulanan rasyonun tipine bağlı olmakla birlikte besleme sonrası ne zaman örnek alındığı rumenosentez uygulaması için önemlidir. Konsantre yemin ayrı olarak verildiği sürülerde kesif yemin verilmesini takiben 2-4 saat sonra, TKR ile beslenme olan sürülerde ise beslemeden 4-8 saat sonra örnek alınmasının gerektiği ifade edilmektedir (Kleen ve ark., 2003; Nordlund ve ark., 1995).



Şekil 11. Rumenosentez uygulamasının bölgesinin gösterimi (Enemark ve ark., 2002)

2.5. Rumen Asidozisinin Süt Yağı Üzerindeki Etkileri:

SARA ve süt yağı düşüşü arasındaki bağlantı değişken ve kompleks bir yapıya sahiptir. Normal süt yağı miktarı ırk, mevsim ve SGS ile ilişkilidir. Düşük süt yağına neden olan SARA'yı da kapsayan besleme ile ilgili sebepler bu üç ana faktör dikkate alındıktan sonra değerlendirilmelidir (Oetzel, 2007). Holstein ırkı süt sığırlarında mevsime bağlı olarak süt bileşiminde görülen değişimler Şekil 12'de gösterilmiştir.



Şekil 12. Holstein ırkı süt sığırlarında aylara göre süt verimi ve bileşimi (Hutjens, 1999).

Bir sürüde düşük seviyeleri sıklıkla SARA'nın bir sonucu olarak değerlendirilen süt yağı miktarı rumen pH'sı ile kısmen ilişkilidir (Allen, 1997). Ayrıca, erken laktasyon dönemindeki hayvanlarda vücut yağ mobilizasyonu söz konusu olduğundan süt yağı düşüşünü basitçe SARA ile ilişkilendirmek zordur (Kleen ve ark., 2003). Bu noktada süt yağı depresyonunu değerlendirirken farklı ırklara göre, süt yağı test sonucunun ne zaman düşüş olarak değerlendirilmesi gerektiğinin bilinmesi önem arz etmektedir. Holstein, Ayrshire ve sütçü Shorthorn sürüleri için %3,20; İsviçre esmeri için %3,40; Guernsey ırkı için %4,00 ve Jersey ırkı sürüler için %4,20 altında tespit edilen süt yağı miktarı, süt yağı depresyonu olarak tanımlanmaktadır (Oetzel, 2007).

SARA'dan veya genel olarak akut olmayan rumen asidozisinden etkilenmiş hayvanlarda süt yağı oranında düşüş tespit edilmiştir (Dirksen, 1985; Nordlund ve ark., 1995; Chalupa ve ark., 2000; Oetzel, 2000). Genellikle bu düşüş bireysel olarak meydana geldiği için tank süt yağı testlerinde belirlenmemektedir (Garret, 1996; Nocek, 1997). Düşük süt yağı SARA'nın süt sığırlarında oluşturduğu en yaygın yansılardan biri (Nocek, 1997) olmasına rağmen bu etki deneysel olarak yapılan SARA uyarımlarında her zaman gözlenmemektedir (Keunen ve ark., 2003; Cottee ve ark., 2004). Fakat, Enjalbert ve ark., (2008)'de kuru madde bazında %20 ve %40 buğday içeren rasyonla oluşturdukları SARA uyarımında süt yağının SARA tarafından önemli ölçüde etkilendiğini tespit etmiştir.

Beslemeye bağlı düşük süt yağı sendromunun nedenleri: yüksek enerji ancak yetersiz kaba yem ile besleme, aşırı prosese tabi tutulmuş, partikül boyutu küçültülmüş kaba yem kullanımı ve doymamış yağ asitlerinin rasyona eklenmesi şeklinde belirtilmiştir (Gürtler ve Schweigert, 2000). Diyet tarafından uyarılan süt yağı düşüşünde C18:2n-6 yağ asidinin biyo-hidrojenizasyonu ile meydana gelen trans-10, cis-12 C18:2 yağ asidi sorumlu tutulmakta, bu yağ asidinin süt yağı sentezinde görevli enzimleri kodlayan genin aktivitesini azalttığı bildirilmektedir (Baumgard ve ark., 2002).

Süt yağı düşüşü ile birlikte genelde rumen fermantasyonunda eş zamanlı bazı değişiklikler meydana gelmektedir. Genel olarak, fermantasyon sonucu oluşan asetik asit miktarı azalmakta, ancak propiyonik asit seviyesi artış göstermektedir (Murphy

ve ark., 2000; Khorasani ve Kennelly, 2001). Bütürük asit seviyesinde bazı çalışmalarda artış gözlenirken (Murphy ve ark., 2000) bazı çalışmalarda asetik asitle birlikte düşüş gözlenmektedir (Storry ve ark., 1974; Kennelly ve ark., 1999). Tüm çalışmalarda rumen pH'sı genellikle düşüş göstermektedir (Kleen ve ark., 2003).

Yüksek miktarda konsantre yem içeren rasyonlara tampon madde ilavesi süt yağı düşüşünü önlemekte ve rumen pH'sının tekrar yükselmesini sağlamaktadır (Rogers ve ark., 1982; Van Beukelen ve ark., 1985; Khorasani ve Kennelly, 2001). Ayrıca tampon maddelerin diyetle kullanımının meme dokusunda süt yağı sentezini inhibe eden trans-C18:2 yağ asidi oluşumunu önlediği tespit edilmiştir (Kennelly ve ark., 1999). Bu beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilir, zira ruminal asidozis rumende biyo-hidrojenizasyondan sorumlu bakterileri inhibe etmektedir. Böylece daha fazla miktarda trans yağ asidi emilerek diyetle alınan total doymamış yağ asidi miktarından bağımsız süt yağı düşüşü gözlenmektedir (Oetzel, 2007).

2.6. Rumen Asidozisinin Ayak ve Tırnak Sağlığı Üzerindeki Etkileri:

Süt sığırı işletmelerinde topallık en önemli hayvan refahı problemi olarak kabul edilmekte (Whay ve ark., 2003) ve tüm sığırcılık endüstrisinde oldukça yaygın olarak görülmektedir (Stone, 2004). Tırnak dokusunun aseptik yangısı olarak tanımlanan laminitis süt sığırı işletmelerinde topallığın en sık rastlanan nedeni olarak gösterilmektedir (Shaver, 2005).

Clarkson ve ark., (1996)'da İngiltere'de 37 sağlam işletmede topallığın prevalans ve insidensini incelikleri çalışmada yıllık ortalama topallık prevalans ve insidensini sırası ile %20,6 ve %54,6 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada prevalans oranı kışın yaza göre daha yüksek olarak %25 ve %18,6 olarak belirlenmiştir. Cook (2002) yılında Wisconsin'de 30 süt sığırı işletmesinde yürüttüğü araştırmasında kış sezonunda topallık prevalansını ortalama %24,8, yaz döneminde %21,8 olarak belirlemiştir. Bach ve ark., (2007)'de robotik sağım sisteminin bulunduğu bir işletmede Lokomasyon Skoru (LS) ile süt verimi ve kuru madde tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu çalışmada topallık oranını %28,7 tespit etmiş, topallık

insidensini çoklu doğum yapmış hayvanlarda %44,8, ilk doğumunu yapan hayvanlarda %19,7 olarak belirlemiştir.

Laminitis ile ilişkili tırnak problemleri (taban ülseri, beyaz çizgi hastalığı ve taban hemorajisi) topallığın önde gelen nedenlerindedir (Clarkson, 1996; Smilie ve ark., 1996; Warnick ve ark., 2001). Amerika Birleşik Devletleri'nde 30 adet sağmal işletmeyi içeren survey araştırmasında yıllık toplamda 1155 topallık tedavisinin yapıldığı ve tüm tedaviler için en yüksek oranın %56,8 ile digital dermatitise ait olduğu belirlenmiştir. Tespit edilen diğer lezyonlar %6,4 taban hemorajisi, %18,4 taban ülseri ve %10,4 ile beyaz çizgi hastalığı olarak belirlenmiştir (Cook, 2004).

Laminitis SARA'nın arkasından ortaya çıkan en önemli akıbet olarak belirtilmektedir (Oetzel, 2000; Ivany ve ark., 2002; Cook ve ark., 2004). SARA her zaman sürüde artan laminitis insidensi ile sonuçlanmayabilir. Hayvanların yatma ve ayakta durma davranışlarını etkileyen çevresel faktörler SARA tarafından tetiklenmiş laminitis ile ilişkili tırnak lezyonlarını şiddetlendirebilir (Cook, 2004).

Laminitis besleme, özellikle akut rumen asidozisi ve SARA ile ilişkilidir (Nocek, 1997; Vermunt, 2000). SARA ve laminitis arasındaki bağlantı tam olarak bilinmemesine karşın teorilerden biri SARA tarafından oluşturulan rumen epitel hasarına bağlı histamin ve endotoksinlerin emilimidir. Bu bileşikler tırnak dokusundaki normal dolaşımı bozup iltihabi reaksiyona neden olarak laminitis olarak adlandırılan tablonun ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Vermunt, 1992).

Yüksek miktarda konsantre yem ile beslenen sığırların lokomotif patolojilere daha duyarlı oldukları bildirilmiştir (Livesey ve Fleming, 1984; Kelly ve Leaver, 1990). Yapılan birçok araştırma laminitisin ortaya çıkışı ile rasyonun nişasta içeriği arasında bağlantı olduğunu göstermektedir (Manson ve Leaver, 1988; Mortensen, 1993; Wells ve ark., 1995; Nocek, 1997; Svensson and Bergsten, 1997). Rumende hızla fermente olabilen karbonhidrat kaynaklarının yüksek miktarlarda alımı genellikle yüksek konsantre yem içeren diyetlere alıştımada veya kuru dönem rasyonundan sağmal diyete geçişte gözlenmektedir (Owens ve ark., 1996).

Beslemeye bağlı topallık vakalarının araştırılmasında rasyon formülasyonu yanında yemin hazırlanması ve dağıtımının da gözden geçirilmesi önerilmektedir.

Rasyon kuru madde, enerji ve NDF içeriklerinde aşırı değişkenlik kaba yem analizlerinin, silaj yönetiminin, hammadde tartımlarının, gruplara yem dağıtımının yakından kontrol edilmesini gerekli kılmaktadır (Stone, 2004; Shaver, 2005). Rasyonun hazırlanmasında bir diğer önemli nokta da partikül büyüklüğünün izlenmesidir. Diyetle minimum %22 fNDF bulunması önerilmektedir (Mertens, 1997). TKR'nun aşırı uzun süre karıştırılması partikül boyutunu azaltmakta ve sürülerde yüksek laminitis insidensinin en yaygın nedeni olarak gösterilmektedir (Possin ve ark., 1995). Ayrıca, rasyonda aşırı yem seçme davranışının mevcudiyeti diyetin fNDF alımını azaltarak hayvanları SARA ve laminitise duyarlı hale getirmektedir (Leonardi ve Armentano, 2003).

2.7. Sıcak Stresi ve Rumen Asidozisi:

Çevresel etkenler tarafından oluşturulan hipertermi verimliliği ve hayvan refahını olumsuz yönde etkilemektedir (Baumgard ve ark., 2014). "Stres" vücut dışında, internal mekanizmaların normal dinlenme halindeki işleyişini değiştiren etki olarak tanımlanmaktadır (Lee, 1965). Bu nedenle sıcak stresi terimi artan çevresel sıcaklığın farklı fizyolojik sistemler üzerindeki etkisini tanımlamak için kullanılmaktadır (Baumgard ve ark., 2014).

Sıcak stresi süt verimi, kompozisyonu, rumen sağlığı, büyüme ve üreme üzerinde negatif etki yaratarak önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu kaybın Amerika Birleşik Devletleri süt sığırcılığı sektörü için yıllık yaklaşık 900 milyon dolar seviyesinde olduğu bildirilmiştir (St-Pierre ve ark., 2003). Çiftlik yönetimindeki ilerlemeler (örneğin serinletme sistemleri; Armstrong, 1994; VanBaale ve ark., 2005) ve besleme stratejileri (West, 2003) sıcak stresinin sığırlar üzerindeki etkisini azaltmaya yardımcı olsa da yaz aylarında üretim performansı düşüş göstermeye devam etmektedir.

Sıcak stresine maruz kalan süt sığırları rumen asidozisi, laminitis, süt yağı depresyonu gibi yaz aylarında düşen rumen pH'sına bağlı problemlere daha duyarlıdırlar. Sıcak stresi nedeni ile respirasyon oranı artış göstererek karbon dioksit (CO₂) atılımı artar. Etkin bir kan pH tampon sistemi için vücut 20:1 HCO⁻:CO₂

oranına ihtiyaç duyar. Hiperventilasyonun neden olduğu CO₂ kaybından dolayı vücut sözü edilen oranı sürdürebilmek için böbrekler vasıtası ile HCO⁻ sekresyonu yoluna gider. Bu durum, sağlıklı rumen pH'sını devam ettirmek için gerekli, tükürükteki HCO⁻ miktarının azalmasına neden olur. Ayrıca, sıcak stresi ile karşı karşıya kalan süt sığırlarında düşen kuru madde tüketimi ve artan respirasyon oranından dolayı geviş getirmenin azaldığı ve dolayısı ile tükürük üretiminin sekteye uğradığı gözlenmiştir (Baumgard ve Rhoads, 2007; Buamgard, 2014). Bu tablonun sonucunda ortaya çıkan rumen asidozisinin ana nedeni azalan rumen tampon kapasitesidir (Dale ve ark., 1954)

Yaygın bir besleme stratejisi olarak sıcak stresi durumunda azalan kuru madde tüketiminden dolayı rasyonun lif miktarını azaltıp, konsantre yem oranını artırarak bir miktar ilave yağ kullanımı yoluna gidilmektedir. Ancak, yeterli miktarda lif rumen sağlığının devam ettirilmesi için önemli olup, kaliteli kaba yem kullanımı kuru madde tüketimini belli bir seviyede sürdürmeye yardımcı olmaktadır (Grant, 1997). NRC (2001) süt sığırları için en düşük rasyon NDF miktarını %75'i kaba yemlerden gelmek kaydı ile kuru madde bazında %25 olarak önermektedir. Aynı zamanda çiğneme aktivitesinin yeterli uyarımını sağlamak için rasyonda minimum %22 oranında feNDF varlığı tavsiye edilmektedir (Mertens, 1997). Lif haricinde diğer karbonhidrat kaynağı olarak diyet formülasyonunda nişasta ve şeker içeriği de yakından izlenmelidir. Her ne kadar süt sığırları rasyonlarında nişasta oranı kuru madde bazında %24 – 26 arasında önerilmekte olsa da (Staples, 2007), rumen pH'sını fizyolojik sınırlarda tutabilmek için nişasta ve şeker toplamının kuru madde bazında %35'i geçmemesi tavsiye edilmektedir (Garcia ve Diaz-Royon, 2013).

Sıcak stresinin negatif etkileri mineral metabolizmasındaki değişimler ile de ilişkilidir. Elektrolit mineraller olarak sodyum ve potasyum; su dengesi, iyon dengesi ve asit-baz dengesinin sağlanması bakımından sıcak stresine maruz kalan süt sığırları için önemlidir. Sıcak stresi durumunda sığırlarda terleme yolu ile dikkat çekici miktarda potasyum kaybı oluşmaktadır. Rasyon bileşimindeki potasyumu kuru madde bazında %1,2 ve daha yukarı seviyelere çıkarmanın süt veriminde % 3- 9 artış ile birlikte kuru madde tüketiminde de yükselmeye neden olduğu belirlenmiştir. Bu noktada rasyonun sodyum seviyesini NRC (2001) tarafında önerilen %0.18'den

%0.45 veya daha yukarı seviyelere çıkarmak süt verimini % 7 – 18 yükseltmiştir (Sanchez, 1994).

Ortam sıcaklığının ve nispi nem miktarının rumen pH'sı üzerindeki etkisi Mishara (1970) tarafından yüksek kaba yem veya yüksek konsantre yem ile beslenen süt sığırlarda araştırılmıştır. Yüksek konsantre yem ve yüksek sıcaklığa maruz kalan sığırlarda rumen pH'sı daha düşük tespit edilmiş ve sonuçlar Tablo 7'de gösterilmiştir. Bu bulgular diğer araştırmacılar tarafından da desteklenmiş (Bandaranayaka ve Holmes, 1976; Niles ve ark.,1998) ve sıcak stresi süresince düşen kuru madde tüketimini telafi etmek için rasyon enerji yoğunluğunu artırmanın yüksek riski de beraberinde getireceği sonucuna varılmıştır. Rumen pH ölçümünde rumenin ne kadar süre ile asidik koşullarda kaldığı dikkate alınması gereken bir noktadır. AlZahal (2007)'de belirtildiği gibi, SARA'nın ortaya çıkması için rumenin günde en az 2,5 – 5 saat süre ile pH 5,60'nın altında kalması gerekmektedir.

Tablo 7. Çevre sıcaklığının ve rasyon konsantre yem oranının rumen pH'sı üzerine etkisi (Mishara, 1970)

	Yüksek Konsantre Yem		Yüksek Kaba Yem	
Kaba:konsantre yem oranı,%	35:65		65:35	
Sıcaklık, C°	29.4	18.3	29.4	18.3
Nispi nem, %	85	65	85	65
Ortalama Rumen pH	5.60	6.10	6.10	6.40

Çevresel sıcaklığın şiddeti farklı şekillerde ifade edilebilir. Ancak, sığırlarda termoregülasyon temel olarak sıcaklık ve ortamın nispi nemi tarafından etkilendiği için bu iki etkeni tek bir değer olarak yorumlamakta Sıcaklık Nem İndeksi (SNİ) kullanılmaktadır (Chase, 2006). Ancak, sıcak stresini etkileyen sıcaklık ve nispi nemden başka faktörlerde bulunmaktadır. Örneğin, güneş ışığı varlığı SNİ değerini birkaç puan artırırken, rüzgar serinleme sağladığı için birkaç puan azaltmaktadır (Vermunt ve Tranter, 2011).

SNİ farklı eşitlikler ile hesaplanabilen bir parametredir (Dikmen, 2009). Sıcak stresi, SNİ 72 değerini aştığı zaman ortaya çıkmaya başlamaktadır. Tablo 8'de artan SNİ değerlerine bağlı olarak süt sığırlarının gösterdiği belirtiler verilmiştir (Chase, 2006).

Tablo 8. Sıcak stresinin süt sığırları üzerindeki etkisi (Chase, 2006)

SNI	Stres seviyesi	Bulgular
< 72	Yok	
72 – 79	Hafif	Gölgelik arama davranışı, artan solunum sayısı ve kan damarlarında genişleme. Süt verimi üzerindeki etki minimum.
80 – 89	Orta	Salya üretimi ve solunum sayısı artar. Yem tüketimi azalabilir ve su tüketimi artar. Vücut sıcaklığı yükselir. Süt verimi ve üreme performansı azalır.
90 – 98	Şiddetli	Hayvanlar yüksek beden sıcaklığından dolayı çok rahatsızdır. Çok hızlı nefes alıp verirler ve aşırı salya üretirler. Süt verimi ve üreme performansı ciddi oranda azalır.
> 98	Tehlikeli	Hayvan ölümleri görülebilir.

2.8. Rumen Asidozisi Kontrolünde Kullanılan Tampon Maddeler:

Sağmal süt inekleri optimum süt verimi ve ekonomik performans sağlanması amacıyla ile sıklıkla yüksek konsantrasyonlu yem içeren rasyonlarla beslenmektedir (Thomas ve ark., 1984). Yüksek kesif yem içeriğine sahip bir besleme programı genellikle rumen pH'sında düşüş, azalan lif sindirimi ve rumen mikrobiyal popülasyonunda değişikliklere neden olmaktadır (Rogers ve ark., 1982; Van Soest 1982; Snyder ve ark., 1983). Fermente kaba yem kaynaklarının ve yüksek tahıl içeren rasyonların kullanımı rumen pH'sının aside kaymasına yol açmakta, rumen pH'sındaki bu düşüş UYA molar konsantrasyonunda değişime neden olmakta ve düşük süt yağı problemi ile de ilişkili olarak gösterilmektedir (Davis, 1979).

Süt sığırlarının beslenmesinde rumen pH'sındaki düşüşü azaltan tampon maddeler süt yağı düşüşü ve rumen asidozisi kontrolü amacıyla ile yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Donker ve Marx 1980; Erdman ve ark., 1980; Kilmer ve ark., 1980). Tampon özelliğine sahip maddeler rumende kesif yem ağırlıklı besleme neticesinde seviyesi artan asitleri tamponlamak sureti ile rumen pH'sının fizyolojik sınırlarda kalmasına katkıda bulunmaktadır. Rumen pH'sı stabilizasyonunun aynı

zamanda mikrobiyal biyo-hidrojenizasyonu değiştirerek C18:1 doymamış yağ asidinin C18:0'a dönüşümünü artırarak süt yağı depresyonuna neden olan C18:1 emilimini azalttığı gösterilmiştir (Bauman ve Grinari, 2001).

Tampon etkiye sahip maddeler rumen pH'sını veya pH değişimine karşı ruminal sıvının tampon kapasitesini artırarak aktivite göstermektedir (Le Ruyet ve Tucker, 1992). Başka bir deyişle, tampon bir madde sulu czltilerde içinde buldukları ortama kuvvetli asit veya baz eklendiğinde pH değişimlerine etkin bir biçimde karşı koyan materyal olarak tanımlanmaktadır. Fizyolojik koşullarda tampon etkiye sahip bir maddenin 3 önemli kriteri karşılaması gerekir. Bu kriterler; suda eriyebilir olmalıdır, zayıf asit, baz veya bunların tuzu olmalıdır, pKa değeri tamponlanacak sistemin fizyolojik pH değerine yakın olmalıdır şeklinde sıralanmaktadır (Erdman, 1988). Her tampon madde bir pKa değerine sahiptir ki bu değer tamponlama kapasitesinin hangi pH'da en etkin olduğunu göstermektedir. Bu pH değerinde, eşit miktarda proton alıcısı ve vericisi ortamda mevcut olup, aşırı asit veya baz absorbe edilebilir, böylelikle solüsyondaki pH değişimi azalır. Ancak, alkalize edici maddeler (magnezyum oksit, sodyum karbonat) sadece mevcut protonları absorbe edebildikleri için yalnızca ortamın pH'sını yükseltirler (Hutjens, 1998).

Ruminant grubu hayvanların beslenmesinde geleneksel olarak kullanılan tampon etkiye sahip maddelerin başında sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit gelmektedir (Hogue ve ark., 1991). Süt sığırlarında kullanılan bazı tampon etkili maddelerin kimyasal zellikleri Tablo 9'da gösterilmiştir. Tampon maddelerin birçoğu sodyum ve potasyumun karbonat veya bikarbonat iyonları ile tuzu şeklindedir. Burada bir istisna magnezyum oksittir ve pKa değerine sahip olmayıp rumen koşullarında bir tampon maddeden çok alkalize edici ajan olarak etki gösterir (Schaefer ve ark., 1982).

Tablo 9. Süt sığırı rasyonlarında tampon madde olarak kullanılan bazı maddelerin kimyasal özellikleri (Erdman, 1988; Schaefer ve ark., 1982).

Tampon madde	Tipi	Kimyasal Formülü	pKa ¹	Teorik asit tüketim kapasitesi (mEq/g)	Suda eriyebilirliği (g/100 ml)
Magnezyum oksit	Alkali ajan	MgO		49,6	Kaynağa bağlı ²
Potasyum karbonat		K ₂ CO ₃	6,25;10,25	20,20	112,00
Sodyum karbonat		Na ₂ CO ₃	6,33;10,35	20,70	30,70
Potasyum bikarbonat	Tampon madde	KHCO ₃	6,25	10,10	22,40
Sodyum bikarbonat		NaHCO ₃	6,25	12,20	6,90
Sodyum seskuikarbonat		Na ₃ H(CO ₃) ₂	6,25;10,25	13,30	13,00

¹Ektivalan değeri

²Partikül büyüklüğü ve üretim prosesine bağlı (Jesse ve ark., 1981;Thomas ve ark., 1984)

2.8.1. Tampon Madde Olarak Magnezyum Oksit:

Magnezyum oksit (MgO), magnezyum karbonat (MgCO₃; magnezit; magnezyum filizi) veya magnezyum hidroksitin ısıtılması ile edilen, ortalama %54 magnezyum içeriğine sahip, rengi üretim prosesine göre beyazdan açık krem veya açık kahverengine kadar değişebilen bir maddedir (Shand 2006; Omidyan ve ark., 2007).

MgO eriyebilirliği ve dolayısı ile bileşimindeki magnezyumun biyoyararlanılabilirliği magnezite final dehidrasyon aşamasında uygulanan proses sıcaklığına bağlıdır (Jesse ve ark., 1981; Jensen ve ark., 1986). Magnezitin ısıtılması ile elde edilen temel reaksiyon karbon dioksitin magnezitten ayrılması ve sonuç olarak MgO oluşumudur:



Bir kg saf magnezitin dekompozite edilmesi ile 0,48 kg MgO ve 0,52 kg karbondioksit elde edilmektedir. Bu nedenle, 1 kg saf MgO üretebilmek için 2,08 kg magnezite ihtiyaç duyulmaktadır (Shand, 2006). MgO üretiminde kullanılan magnezitin kalsinasyonu (kalsinasyon: ısıtılması) düşük sıcaklıkta (350-450 C°) veya yüksek sıcaklıkta (>1300 C°) yapılabilmektedir. Sıcaklık, kalsinasyon hızı ve ana materyalin saflık derecesi finalde elde edilen MgO'nun kristal büyüklüğünü, eriyebilirliğini ve reaktivitesini

etkilemektedir (Bhatti ve ark., 1984). Reaktif MgO terimi kalsinasyon işlemi yaklaşık 700-1000 C° dolayında üretilmiş MgO için kullanılmakta ve bu şekilde elde edilmiş ürün geniş yüzey alanı, yüksek reaktivite ve düşük kristallenme oranına sahip olmaktadır (Shand, 2006).

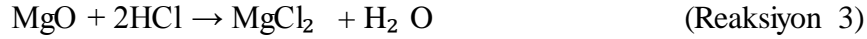
MgO'nun asit tüketim kapasitesi oldukça değişken olup, etkinliği düşük suda erime özelliğinden dolayı partikül büyüklüğüne bağlıdır. İn-vitro ve in-vivo çalışmalar MgO'nun rumen pH'sı ve süt yağı arttırıcı etkisinin üretim prosesine bağlı olduğunu göstermektedir (Stout ve ark., 1972; Jesse ve ark., 1981; Schaefer ve ark., 1982; Yem üretiminde kullanıma mahsus farklı MgO kaynaklarının rumen ve abomasum ortamını simüle edecek şekilde dizayn edilmiş invitro şartlardaki eriyebilirliği incelenmiştir. Bu çalışmada, her bir örnek önce rumen sisteminde 48 saat süre ile pH 6,30 – 6,95 aralığında bekletilmiş, sonrasında pH 2,00'e kadar asidifiye edilerek 1 saat daha inkübe edilerek gerçek mide koşullarına tabi tutulmuştur. Tablo 8'de farklı MgO kaynaklarının rumen, abomasum ve total eriyebilirlikleri sunulmaktadır. Görüldüğü gibi değişik coğrafi bölgelerden, farklı üretim prosesleri ile elde edilmiş MgO kaynakları arasında farklı mide bölümlerindeki eriyebilirlik açısından ciddi farklar bulunmaktadır (Beede ve ark., 1989).

Tablo 10. Farklı kaynaklardan elde edilmiş MgO kaynaklarının rumen ve abomasumdaki eriyebilirlikleri (Beede ve ark., 1989)

MgO Kaynağı	Ruminal aşama, %	Abomasal aşama,%	Total eriyebilirlik, %
Ticari ürün-1	22,60	51,10	73,70
Çin	11,70	48,20	59,90
Türkiye	14,60	45,10	59,70
İspanya	14,50	33,80	48,30
Ticari ürün-2	14,20	33,20	47,20
Yunanistan-1	7,60	33,40	41,00
Yunanistan-2	6,50	30,70	37,20

MgO su içine ilave edildiğinde bir reaksiyon oluşmuyor gibi bir izlenim vermektedir. Ancak, sıvının pH'sı ölçüldüğünde pH 9,00 dolaylarında tespit edilir. Aslında su içinde hafif de olsa bir reaksiyon gerçekleşir ve solüsyon içinde hidroksit iyonları oluşur (Reaksiyon 1). Aşağıda aynı zamanda MgO'nun asetik asit ve

hidroklorik asit ile olan kimyasal reaksiyonu gösterilmektedir (Reaksiyon 2 ve 3). Buradan da görüleceği üzere her 1 molekül MgO, 2 molekül asit tamponlayabilmektedir (Patnaik, 2003).

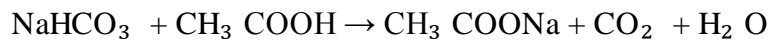


2.8.2. Tampon Madde Olarak Sodyum Bikarbonat:

Yemek sodası olarak da isimlendirilen sodyum bikarbonat (SB) gıda sanayiinde efervesan tuz ve içeceklerin hazırlanmasında, yapay mineral suların üretiminde ve diğer bazı sodyum tuzlarının bileşiminde kullanılmaktadır. Tıbbi amaçlı olarak da antiasit ve tampon madde olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir (Patnaik., 2003).

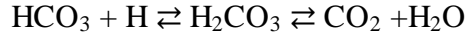
SB güçlü bir baz (NaOH) ve zayıf bir asidin (H_2CO_3) birleşiminden oluşan beyaz kristalize bir bileşiktir (Sedighi ve Amin, 1988). Kimyasal olarak öncelikle CO_2 su içinde çözdürülerek karboksilik asit (H_2CO_3) elde edilmekte, sonrasında alkali pH'da ortama NaOH ilavesi ile NaHCO_3 üretilmektedir. İlave edilen NaOH miktarına bağlı olarak bir kısım sodyum karbonatta şekillenmektedir (IBT Bulletin, 2003).

Kendisi zayıf bir baz olan SB rumende oluşan UYA'lerinin hidrojen iyonlarını tamponlamaktadır (Keunen ve ark., 2003). Aşağıda SB ve asetik asit arasındaki kimyasal reaksiyon gösterilmektedir. Burada öncelikle sodyum asetat ve karbonik asit meydana gelmekte, karbonik asidin kararlı olmayan yapısından dolayı hızla ayrışması ile gaz olarak karbondioksit ve sıvı olarak su açığa çıkmaktadır. Reaksiyon sonunda 1 molekül SB, 1 molekül asit tamponlamaktadır (Helmenstine, 2017).

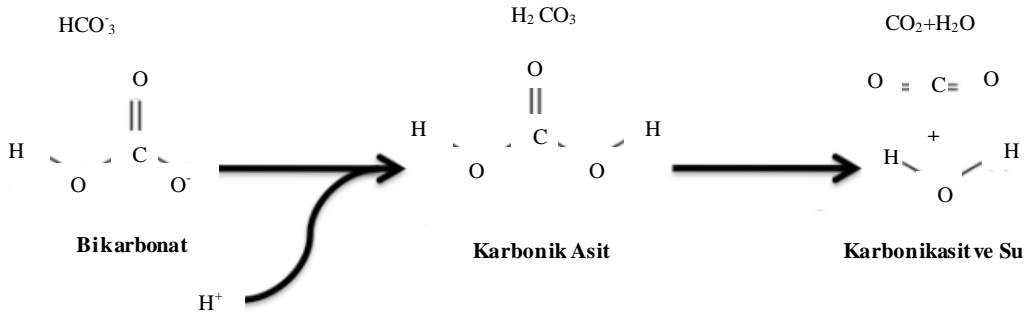


SB'm tamponlama kapasitesi ortamdaki HCO_3^- , H^+ , H_2CO_3 , karbondioksit ve su dengesine bağlıdır. Hidrojen iyon konsantrasyonu arttığında

aşağıda gösterilen kimyasal reaksiyon sağa kayarak tamponlayıcı etki ortaya çıkmaktadır (Russel ve Chow, 1993).



SB'nin etkisinin kimyasal tamponlayıcı potansiyelinden ileri geldiği düşünülmektedir. SB iki pKa değerine sahiptir: pH'yı ortamdaki hidrojen iyonlarını alarak ve sonrasında su ve karbondioksit dönüşecek karbonik asit oluşturarak artırır. Diğer bir reaksiyon ile SB bünyesindeki hidrojeni serbest bırakıp, sodyum hidroksit ve karbonat oluşturarak etkin bir biçimde ortamın pH'sını düşürebilir. Rumende oluşan reaksiyonun pKa değeri büyük oranda 6,35 olduğu için bu durumda SB bir hidrojen iyonu kazanarak karbonik aside dönüşmektedir (Erdman, 1988). Bu da sodyum bikarbonatın bir solüsyona eklendiği zaman pH'yı karbondioksit üretimi yolu ile bu dolaylarda tuttuğu anlamına gelmektedir.



Şekil 13. Sodyum bikarbonatın rumendeki kimyasal tamponlama reaksiyonu (Erdman, 1988)

SB'nin Şekil 13'de gösterildiği üzere rumende su ve karbondioksit oluşumu sureti ile tampon etki gösterdiği hipotezi Russel ve Chow (1993) tarafından eleştirilmiştir. Çünkü araştırmacılar, rumen sıvısının hali hazırda karbondioksit açısından doymuş halde olduğunu ve reaksiyonun bu yöne kayamayıp SB'nin kimyasal bir tampon madde olarak işlev göremeyeceğini belirtmiştir. Alternatif olarak, Russel ve Chow (1993)'de ruminant beslemede sodyum bikarbonatın olumlu etkilerinin bileşiminde bulunan sodyum nedeni ile su tüketimini artırarak rumendeki likit dilüsyon oranının etkin bir biçimde artmasına bağlı olduğunu öne sürmüştür. Yine aynı araştırmacılar, rumende artan likit dilüsyon oranının rumenden fermente olmadan geçen nişasta miktarının da artması anlamına geldiğini ve bu nedenle

pH'nın çok fazla düşmediğini belirtmiştir. Bu teoriyi destekler nitelikte, Kilmer ve ark. (1981)'de rasyon içine SB ilave edilen süt ineklerinde artan su tüketimi açısından bir belirteç olması nedeni ile daha yüksek miktarda idrar atılımı gerçekleştiğini tespit etmiştir. Ancak, diyetle SB ilavesi ile süt ineklerinde artan likit dilüsyon oranı 100 g SB için yalnızca % 0,2 seviyesinde olduğundan bu miktar SB pH üzerindeki stabilize edici etkisinin likit dilüsyon oranı hipotezi ile açıklanması tek başına yeterli görülmemektedir (Erdman, 1988).

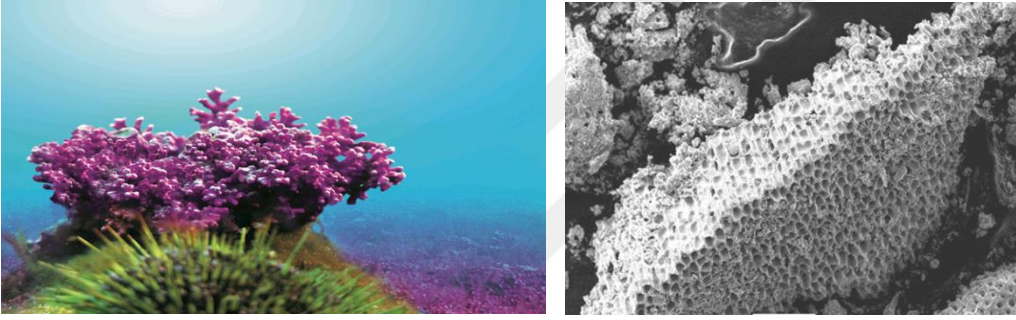
SB bugün süt sığırcılığı endüstrisinde en çok kullanılan tampon etkili yem katkısı olup süt yağ verimi üzerindeki olumlu etkilerini gösteren çalışmalar 1960'lı yıllara dayanmaktadır (Emery ve Brown, 1961; Davis ve ark., 1964; Emery ve ark., 1964). Süt ineği rasyonlarına genelde tipik olarak, kuru madde bazında % 0,75-1,00 dolayında SB ilavesi yapılmaktadır (Staples ve Lough, 1989; Hutjens, 1998). SB kullanımına bağlı olarak normal süt yağ seviyesinin korunması (\geq %3,60 – 3,80) genellikle karşılaşılan bir sonuç olup (Hu ve Murphy, 2005), nedeni artan rumen pH'sı (Okeke, 1983; Donker ve Marx, 1980; Erdman, 1988) veya yemleme sonrası ortaya çıkan pH düşüşünün azalması olabilir (Erdman, 1988).

Süt ineklerinde SB kullanımının kuru madde tüketimi ve performans üzerindeki etkileri değişkendir. Bazı çalışmalarda SB kullanımı ile kuru madde alımında artış gözlenirken (Donker ve Marx, 1980; Rogers ve ark., 1985; Canale ve Stokes, 1988), diğer çalışmalarda bu etki gözlenmemiştir (Staples ve Lough, 1989). Hu ve Murphy (2005) tarafından 30 deneme ve 369 süt ineği kapsayan meta-analiz çalışmasında yeme SB ilavesi ile daha yüksek kuru madde tüketimi, daha yüksek süt yağ oranı ve yağ verimi ile birlikte daha yüksek rumen pH'sı varlığı tespit edilmiştir. Yazarlar bu etkinin SB'ın nötralize edici etki mekanizmasına bağlı artan rumen pH'sından ileri geldiğini bildirmiştir. Ancak, eriyebilir bir rumen tamponlayıcı madde olarak SB rumende kısa ömürlü olup (Van Soest, 1994), üretimi devam etmekte olan asitleri etkin bir biçimde tamponlayamamaktadır.

2.8.3. Tampon Madde Olarak Kalkerleşmiş Deniz Algi (Acid Buf®):

Acid Buf®, kırmızı deniz algi *Lithothamnium calcareum*'un kalkerleşmiş iskelet kalıntısını içeren doğal bir ürün olup ruminant beslemede tampon madde olarak kullanılmaktadır.

Ürünün içeriğinin tamamını oluşturan deniz algi (bkz. Şekil 14), İrlanda ve İzlanda kıyılarında deniz tabanından hasat edilmektedir. Üretim prosesinde ürün, deniz tabanından çıkarılmasını takiben yıkanarak kurutulmakta ve son olarak öğütülerek paketlenmektedir. Final ürün açık gri renkte toz şeklinde fiziksel bir yapıya sahiptir.



Şekil 14. Solda Acid Buf®'ın elde edildiği canlı deniz algi (*Lithothamnium calcareum*), sağda kalkerleşmiş deniz alginin üretim sonrası bal peteği yapısındaki parçacıklarını gösteren elektron mikroskopik görüntü

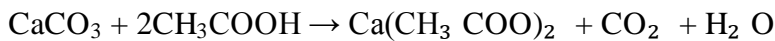
Acid Buf® yüksek miktarda kalsiyum ve magnezyum yanı sıra bir dizi önemli iz mineral de içerir. Acid Buf®'ın bileşimi ve mineral kompozisyonu Tablo 11'de sunulmuştur (Acid Buf® Ürün Broşürü, 2005).

Tablo 11. Acid Buf[®]'in bileşimi ve mineral kompozisyonu (Celtic Sea Minerals, Cork, İrlanda)

Mineral	Miktar	Mineral	Miktar
Kül	950 g/kg	İyot	160 mg/kg
Kalsiyum	300 g/kg	Flor	120 mg/kg
Magnezyum	55 g/kg	Çinko	25 mg/kg
Sodyum	15 g/kg	Bakır	16 mg/kg
Sülfür	5 g/kg	Bor	9.5 mg/kg
Demir	1825 mg/kg	Kobalt	4 mg/kg
Potasyum	650 mg/kg	Molibden	2.25 mg/kg
Fosfor	575 mg/kg	Selenyum	1 mg/kg

Tablo 11'de görüldüğü üzere, *Lithothamnion* oldukça etkin bir mineral kaynağıdır. Kimyasal yapı bakımından temelde kalsiyum karbonattan müteşekkil olmasına karşın, besleme açısından ürünü benzersiz kılan bal peteği benzeri fiziksel yapısıdır (Bkz. Şekil 14). Bal peteği şeklindeki yapısı asit ortamda bileşimindeki minerallerin yavaşça serbest hale gelmesine olanak tanımaktadır. Ürün detaylı bir şekilde analiz edildiği zaman kalsit, aragonit ve vaterit olmak üzere üç farklı mineral içerdiği tespit edilmiştir. Normalde saf kalsiyum karbonat %100 kalsit içermektedir. *Lithothamnion* ise %65 kalsit, %23 aragonit ve %12 vaterit olmak üzere üç farklı kalsiyum karbonat türünü bileşiminde barındırmaktadır. Aragonit ve vaterit polimorf kalsit bileşikleridir, bu aynı kimyasal bileşime sahip olmalarına rağmen simetri ve kristal şekli bakımından farklı yapıya sahip oldukları anlamına gelmektedir. Mineral beslemesi açısından polimorflar erime noktası ve eriyebilirlik gibi özellikleri açısından da birbirlerinden farklıdır (Celtic Sea Minerals Acid Buf[®] üretim prosesi, 2008; Celtic Sea Minerals Teknik Bülteni, 2010; Cruywagen ve ark., 2015).

Acid Buf[®] bileşiminde bulunan kalsiyum karbonatın asit tamponlama reaksiyonu asetik asit örnek alınarak aşağıda verilmiştir. Buradan görüleceği üzere her 1 molekül kalsiyum karbonat 2 molekül asit tamponlayabilmektedir (Patnaik, 2003).



Acid Buf[®]'in asit tamponlama kapasitesinin SB'nin iki katından fazla olduğu, bunun sonucunda süt verimi ve yemden yararlanma etkinliğinde artışına neden olduğunu belirtilmektedir (Enemark, 2008). SB gibi eriyebilir tampon maddeler uzun

yıllardır ruminant beslenmesinde kullanılmasına karşın rumen pH'sı, kuru madde tüketimi ve süt verimi üzerindeki etkileri değişkenlik arz etmektedir (Bach, 2008).

Cruywagen ve ark. (2004)'de yüksek konsantre yem içeren rasyonla beslenen süt ineklerinde Acid Buf® kullanımının rumen pH'sını arttırarak pozitif etki sağladığını bildirmiştir. Bu çalışmada kuru madde bazında %0,30 seviyesinde (veya 80g /inek/gün) Acid Buf® kullanımının %0,125 seviyesine göre yüksek süt verimi ve süt kompozisyonunun devamının sağlanması için yeterli olduğu tespit edilmiştir. Cruywagen ve ark. (2007)'de SB ile karşılaştırıldığında Acid Buf®'ın rumen pH'sı stabilizasyonu açısından SARA kontrolünde daha etkili bir seçenek olduğunu; kontrol ve SB gruplarına göre süt veriminin daha yüksek seviyede bulunduğunu bildirmektedir.

Cruywagen ve ark. (2015)'de tampon madde olarak Acid Buf®, SB ve kireç taşı kullandıkları çalışmada %35,2 oranda kaba yem içeren potansiyel olarak asidotik bir rasyon oluşturarak sözü edilen maddelerin etkinliklerini karşılaştırmıştır. Denemede tek bir bazal diyet hazırlandıktan sonra Acid Buf®, SB ve kireç taşı sırası ile kuru madde bazında %0,4, %0,8 ve %0,37 olarak kullanılmıştır. Rumende asidotik koşulların özellikle öğleden sonra ve gece yarısı zaman dilimi arasında açıkça görüldüğü çalışmada, 24 saat içinde rumen pH'sının 5,50'nin altında kaldığı süre kireç taşı, SB ve Acid Buf® için sırası ile 13; 8,7 ve 4 saat olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonunda yüksek konsantre yem içeren sağmal süt ineği rasyonlarının 90 g/ hayvan /gün dozda Acid Buf ile tamponlanmasının rumen pH'sı, süt verimi ve süt kompozisyonu açısından 180g /hayvan /gün dozda SB kullanımına göre daha etkili olduğu ve SARA'nın günlük süt verimini 4 kg azaltabileceği sonucuna varılmıştır.

Erken laktasyon döneminde Acid Buf®'ın süt verimi ve kompozisyonu ile metabolik parametreler üzerindeki etkilerinin araştırılması için 36 Holstein ırkı sağmal inek 3 gruba ayrılmıştır. Deneme grupları içinde hiçbir tampon madde bulunmayan kontrol, 204 g/gün SB ve 87g/gün Acid Buf® olarak düzenlenmiştir. Çalışma sonunda süt verimi, süt kompozisyonu ve süt bileşen verimleri arasında gruplar arasında bir fark gözlenmemiştir. Metabolik parametreler açısından serum kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum, sodyum, klor ve bikarbonat değerleri

açısından farklılık tespit edilmemiş olmakla birlikte yazar denemenin yapıldığı süreç de hayvanların sıcak stresine maruz kalmadığını belirtmiştir (Bernard ve ark., 2014).

Wu ve ark. (2014)'de doğum öncesi ve sonrası dönemde Acid Buf[®] kullanımının performans ve serum metabolitleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada 38'i çoklu, 12 tanesi tekli doğum yapmış olan toplam 50 adet süt ineği doğumdan 3 hafta önce ve doğumdan 6 hafta sonra süre ile Acid Buf[®] içeren rasyonla beslenmiştir. Burada doğum öncesi yakın gebe beslemesinde anyonik tuz kullanılarak kontrol ve Acid Buf[®] gruplarında diyetsel katyon anyon farklılıkları sırası ile -5.17 ve -3.99 mEq/100 g KM (Kuru Madde) olarak düzenlenmiştir. Doğum öncesi ve sonrası dönemde KM tüketimi, serum metabolitleri ile doğum sonrası süt verimi ve süt kompozisyonunda bir fark tespit edilmemiştir.

Bilik ve ark. (2014)'de rumen kanüllü süt ineklerinde tampon madde olarak Acid Buf[®] veya toz halde yapay tükürük (McDougall, 1948) kullanımını hiçbir tampon madde içermeyen kontrol grubu ile kıyasladıkları çalışmada kuru madde tüketiminde bir farklılık tespit etmedikleri gibi, rumen fermantasyon parametreleri açısından rumen amonyak azotu, UYA, propiyonik, asetik ve bütirik asit molar konsantrasyonlarında da gruplar arasında fark görmemişlerdir. Araştırmacılar sonuç olarak TKR uygun bir şekilde dengelendiğinde dışarıdan ilave edilen tampon madde çeşit veya miktarının rumen fermantasyonu üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını belirtmiştir.

Danesh Mesgaran ve ark., (2013)'de in-vitro koşullarda, değişik oranlarda kaba yem içeren rasyonlarda (sırası ile %80, %60, %40 ve %20) farklı tampon maddelerin asidojenik değer, in-vitro KM sindirilebilirliği ve ortam pH'sı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada tampon madde olarak SB, MgO, sodyum bentonit, Acid Buf[®], Acid Buf[®]+SB (3:4 oranada), Acid Buf[®]+SB+MgO (3:4:1 oranda) ve Herod's tampon madde karışımı birbirleri ve kontrol grubu ile kıyaslanmıştır. 24 saatlik inkübasyon sonunda SB, MgO, sodyum bentonit ve kontrol gruplarında ortam pH'sı açısından bir fark gözlenmezken; Herod's tampon madde karışımı, Acid Buf[®], Acid Buf[®]+SB ve Acid Buf[®]+SB+MgO gruplarında ortam pH'sı yükselmiştir. Sonuç olarak, Acid Buf[®] ve SB içeren diyetlerde göreceli olarak

daha düşük asidojenik değer görülmüş ve rumen pH'sının diğer muamele gruplarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Haasbroek (2013)'de Acid Buf[®]'ı besi sığrılarında monensin sodyum ve esansiyel yağ içeren bir bitkisel ekstrakt ürünü ile kıyasladığı çalışmasının 120 hayvanı kapsayan ilk bölümünde KM bazında % 0,6 Acid Buf[®] kullanımı ile gruplar arasında kuru madde tüketimi, günlük canlı ağrlık artışı ve yemden yararlanma etkinliğinde bir farklılık tespit etmemiştir. Çalışmanın 390 hayvanın kullanıldığı ticari deneme aşamasında bitkisel ekstrakt, Acid Buf[®] ve monensin sodyum için günlük canlı ağrlık kazançlarını sırası ile 1.77, 1.74 ve 1.70 kg olarak tespit edilmiştir.

2.9. Dışkıdaki Fitik Asit Miktarı:

2.9.1. Fitik Asit:

Fitik asit bitkisel orijinli yem hammaddelerinde bulunan, tohumun canlılığı boyunca onu oksidatif strese karşı koruyan ve çimlenme esnasında fosfor deposu olarak kullanılan bir maddedir (Doria ve ark., 2009).

Fitat, fitik asidin (myo-inositol hekzafosfat, IP6) karışık tuzu olup, moleküler ağrlığı 660, fosfor konsantrasyonu 282 g/kg^{-1} ve altı karbonlu myo-inositol halkası ($\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}_{24}\text{P}_6$) zerine lokalize olmuş 6 fosfor molekülünden oluşmaktadır (Lott ve ark., 2000).

Fitat ve fitik asit fosforu besleme ve ekonomik açıdan önemlidir. Yaygın olarak kullanılan yem hammaddelerindeki total ve fitik asit olarak bağlı fosfor konsantrasyonları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Yaygın olarak kullanılan bazı hammaddelerdeki total fosfor, fitat fosfor ve fitat fosfor % total fosfor değerleri (Ravindran ve ark., 1994; Selle ve ark., 2003); Godoy ve ark., 2005)

Hammadde	Total P g/kg ⁻¹	Fitat-P g/kg ⁻¹	Fitat-P % Total P
Arpa	3,21 (2,73 – 3,70) ¹	1,96 (1,86 – 2,20)	61,0
Mısır	2,62 (2,30 – 2,90)	1,88 (1,70 – 2,20)	71,6
Sorgum	3,42 (2,71 – 3,80)	2,66 (1,90 – 3,26)	77,8
Buğday	3,07 (2,90 – 4,09)	2,19 (1,80 – 2,89)	71,6
Kanola küspesi	9,72 (8,79 – 11,50)	6,45 (4,00 – 7,78)	66,4
Pamuk tohumu küspesi	10,02 (6,40 – 11,36)	7,72 (4,90 – 9,11)	77,1
Soya küspesi	6,49 (5,70 – 6,94)	3,88 (3,54 – 4,53)	59,9
Pirinç kepeği	17,82 (13,40 – 27,19)	14,17 (7,90 – 24,20)	79,5
Buğday kepeği	10,96 (8,02 – 13,71)	8,36 (7,00 – 9,60)	76,3

¹Analiz değeri minimum ve maksimum dağılım aralığı

2.9.2. Ruminal fitik asit sindirimi ve dışkıdaki fitik asit miktarı:

Bitkisel yem hammaddelerinde bulunan fitik asit tek mideli hayvanlar tarafından tam olarak kullanılmayarak dışkı vasıtası ile atılarak çevresel fosfor kirliliğine ciddi katkıda bulunmaktadır. Bunun aksine, oldukça aktif fitaz enzim varlığına sahip olan rumen mikflorası fitik asidi fosfor kaynağı olarak kullanabilmektedir (Guyton ve ark., 2003; Nakashima ve ark., 2007). Rumen mikflorası bitkisel materyallerde %35 – 70'i fitik asit olarak bağlı halde bulunan fosforu parçalayarak emilim için kullanılabilir hale getirmektedir (Goff, 2006). İn-vitro bir çalışma buğday kepeği, pirinç kepeği, mısır, soya küspesi ve mısır distilasyon yan ürünlerdeki fitat fosforun rumende 12 saat içinde, pamuk tohumu küspesi bileşimindeki fitik asidin ise 24 saat içinde %90'dan fazla oranda hidrolize edildiğini göstermektedir (Morse ve ark., 1992). Rasyonun protein içeriği, ruminal nişasta yıkılabilirliği ve diyetin tahıl oranı fosfor yararlanılabilirliğini etkilemektedir (Braithwaite, 1992; Guyton ve ark., 2000).

Diyetsel fosforun ruminant toplam sindirim kanalındaki sindirilebilirliği %10 – 50 arasında değişmekte ve özellikle tahıl olarak arpa kullanılan rasyonla beslenen süt sığırlarında düşük seviyede olmaktadır (Knowlton ve Herbain, 2002; Kincaid ve ark., 2005). Fosfor primer olarak 1-25 Dihidroksi vitamin D'ye yanıt veren aktif transport mekanizması ile ince barsaklardan emilmektedir (Goff, 2006).

Rumende fitaz enzim aktivitesinin yüksek olmasına rağmen, yüksek konsantre yem içeren rasyonlarla beslenen ruminantlarda fitik asidin tam olarak kullanılmadığına dair bildirimler bulunmaktadır. Örneğin, meraya dayalı beslenen sığırların gübrelerinde çok düşük seviyede fitik asit tespit edilmesine rağmen, yüksek miktarda tahıl ile beslenmekte olan sığırların gübrelerinde fitat tespit edilmektedir (Benjamin ve Leytem, 2004).

Toor ve ark., (2005)'de Amerika Birleşik Devletleri'nde kuzeydoğu ve orta Atlantik bölgesinde bulunan çiftliklerden topladıkları rasyon ve dışkı örnekleri ile gübre numunelerindeki fosfor formlarını analiz etmiştir. Bu çalışmada diyetlerdeki total fosfor içeriği KM bazında % 0,36 – 0,53 aralığında tespit edilirken; dışkıdaki fosfor daha yüksek olarak % 0,57 – 0,95; gübredeki fosforda dışkıya göre daha düşük olarak % 0,25 – 0,89 olarak belirlenmiştir. Diyette bulunan fitik asidin büyük bir kısmının rumende inorganik ortofosfata dönüştürüldüğü, diyette toplam fosforun %32'si fitik asit formunda iken dışkıda bu oranın %18'e düştüğü tespit edilmiştir. Bu çalışmada diyetlerdeki ve dışkıdaki ortalama fitik asit miktarı KM bazında sırasıyla 1397 ± 509 mg /kg ve 1325 ± 337 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

He ve ark., (2009)'da kanatlı, domuz ve süt sığırı dışkılarındaki fitik asidin enzimatik metot ile basit ve hızlı bir şekilde ölçümü için gerçekleştirdikleri çalışmada, 2003 yılı Mart – Nisan ayları arasında New York bölgesindeki 10 süt sığırı işletmesinden topladıkları taze dışkı örneklerini kullanmıştır. Bu çalışmada, KM bazında süt ineği dışkısında total fosfor %0,69; fitik asit 858 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ancak kullanılan farklı fitik asit ekstraksiyon metotlarına göre fitat miktarının KM bazında 291 ile 965 mg/kg arasında geniş bir dağılım gösterdiği bildirilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. GEREÇ

3.1.1. Deneme Yeri:

Deneyisel çalışmalar, Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesine ait Hayvan Sağlığı ve Hayvansal Üretim Araştırma ve Uygulama merkezinde bulunan Sığırcılık Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Deneme Hayvanları:

Denemede, hayvan materyali olarak geç laktasyon dönemindeki sekizi çoklu, dördü tekli doğum yapmış toplam 12 baş Holstein ırkı süt sığırı kullanılmıştır. Araştırmaya alınan hayvanların canlı ağırlıklarının ortalaması 580 ± 59 kg, sağılan gün sayıları 193 ± 67 'dir.

Deneyisel çalışmaya başlamadan önce araştırma protokolü Uludağ Üniversitesi Etik Kurulu tarafından 2012-14-07 karar no ile 18.12.2012 tarihinde onaylanmıştır. Araştırmanın başlamasından 2 ay önce ilk doğumunu yapmış 4 adet ineğe rumen kanülü uygulaması Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilmiştir. Rumen kanülleri, 10 cm çapta ve yumuşak plastik materyalden üretilmiştir (Bar Diamond, Parma, ID, ABD).

3.1.3. Deneme Rasyonları:

Çalışmada kaba yem materyali olarak, Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesine ait 300 tonluk yatay siloda üzeri plastik naylon ile kapatılarak silolanan kuru maddesi yaklaşık %31 olan mısır silajı ile ikinci biçim, çiçeklenmenin

ortalarında biçilmiş 20 kg'lık balyalar şeklinde depolanmış yonca kuru otu kullanılmıştır.

Denemede konsantre yem karması SARA indüksiyonu sağlamak maksadı ile kolay sindirilebilir karbonhidratlarca zengin yem hammaddeleri kullanılarak pelet formda hazırlanmıştır. Çalışmada bileşimi Tablo 13'de gösterilen kesif yem, tek parti halinde ticari bir yem fabrikasında üretilmiştir (Saf Yem Sanayi Tic A.Ş., Eskişehir).

Araştırmada hayvanların günlük besin maddesi ihtiyaçları NRC (2001)'in tavsiyelerine göre 600 kg canlı ağırlığa sahip, sağlan günü 200 olan, günlük %3.70 yağlı 30 kg süt üretimine sahip, 22 kg kuru madde tüketen bir süt sığına göre düzenlenmiştir. Rasyon kaba-konsantre yem oranı 50:50 olacak şekilde hazırlanmış, bileşimi Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 13. Konsantre yem karması ve besin maddeleri içeriği

Yemler	% Doğal halde
Mısır	22.80
Mısır DDGS	21.92
Soya Küspesi %46 HP ²	14.00
Buğday	12.00
Arpa	10.00
Ayçiçek Tohumu Küspesi %36 HP	6.31
Buğday Kepeği	5.00
Melas	5.00
Kireç Taşı	2.37
Tuz	0.50
Vitamin-Mineral Premiksi ¹	0.10
Besin Maddesi İçeriği (KM² bazında)	
Kuru Madde, %	100.00
Ham Protein, %	22.57
Ham Selüloz, %	6.42
Ham Kül, %	7.60
Ham Yağ, %	4.51
NDF (Neutral Detergent Fiber), %	21.44
ADF (Acid Deyergent Fiber), %	10.26
ADL (Acid Detergent Lignin), %	2.39
Nişasta, %	33.86
Kalsiyum, %	1.13
Fosfor, %	0.78
TDN (Total Digestible Nutrients), %	80.37
NEL (Net Energy Lactation), Mcal/kg	1.91

¹Her kilogram premiks (Kavimix VM, Kartal Kimya A.Ş. Gebze, Türkiye) 12.000.000 IU Vitamin A, 3.000.000 IU Vitamin D, 35.000 mg Vitamin E, 50.000 mg Çinko, 50.000 mg Mangan, 50.000 mg Demir, 10.000 mg Bakır, 150 mg Kobalt, 800 mg İyot, 300 mg Selenyum.

²Kuru Madde

Tablo 14. Toplam Karma rasyon ve besin maddeleri içeriği

Yemler	% KM ¹ bazında
Mısır Silajı	33.80
Yonca Kuru Otu	16.00
Konsantre Yem Karması	50.20
Besin Maddesi İçeriği (KM bazında)	
Kuru Madde, %	52.61
Ham Protein, %	16.89
Ham Kül, %	7.55
Ham Yağ, %	3.41
NDF (Neutral Detergent Fiber), %	34.35
ADF (Acid Deyergent Fiber), %	21.32
Kaba Yem NDF, %	24.17
feNDF ² , %	25.26
Nişasta, %	25.73
NEL (Net Energy Lactation), Mcal/kg	1.54

¹Kuru Madde

²fiziksel etkin NDF

3.1.4. Naylon Keseler:

Denemede, 50 µm çapında por deliklerine sahip ve boyutları 10x20 cm olan naylon keseler kullanılmıştır. Naylon keseler özel bir firmadan sağlanmıştır (ANKOM, R1020- 10 cm x 20 cm, kaba yem keseleri, 14502, NY, ABD).

3.1.5. Sürekli Rumen pH Ölçüm Sistemi:

Çalışmada sürekli rumen pH ölçümü rumen içine yerleştirilen veri kayıt edici sistem ile yapılmıştır. Veri kayıt edici LRCpH sistemi özel bir firmadan sağlanmıştır (Dascor, Escondido, CA, ABD).

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Deneme Düzeni:

Süt sığırları, her grupta rumen kanüllü birer baş hayvan olacak şekilde üçer başlık dört gruba ayrılmıştır. Her bir gruptaki hayvanların laktasyon dönemlerinin, süt verimlerinin, yaşlarının ve canlı ağırlıklarının dağılımlarının homojen olmasına dikkat edilmiştir. Toplamda 68 gün süren dört denemenin her biri, 10 günü yeme adaptasyon dönemi, 7 günü ise verilerin toplanması dönemi olmak üzere, toplam 17'şer günlük periyotlar şeklinde 4x4 latin kare yöntemiyle yürütülmüştür. Süt sığırları deneme süresi boyunca, yumuşak özel yataklık materyali bulunan barmakta bağlı olarak barındırılmıştır. İçme suyu devamlı olarak rahatça içebilecekleri şekilde serbest biçimde sağlanmıştır.

Deneme süresince hayvanlara, Tablo 3’de bileşimi verilen Toplam Karma Rasyon (TKR) günde bir kez verilmiştir. Hazırlanan rasyon ad-libitum olarak hayvanlara sunulmuş, yemleme işlemi sabah 09:00’da yapılmıştır. Hayvanlar bireysel olarak beslenerek, verilen yem günlük yaklaşık %10 kalan elde edilecek sunulmuştur. Her bir veri döneminin ilk 3 gününde hayvanlara verilen TKR’den numune alınarak o veri dönemine ait kompozit numune oluşturulmuştur. Çalışmada hayvanlar kullanılan tampon maddelere göre: kontrol (KONT), sodyum bikarbonat (SB), sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit (SBMgO) ile Kalkerleşmiş Deniz Algi (KDA; Acid Buf[®], Celtic Sea Minerals, Cork, İrlanda) olarak dört gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu haricinde kalan gruplara SB, SB+MgO ve KDA sırası ile 200g, 150g+50g ve 100g olarak sabah rasyon dağıtım yapıldıktan hemen sonra önceden hazırlanmış tek dozluk kilitli torbalardaki ürünün rasyonun üzerine dökülüp el ile homojen karıştırılması vasıtası ile verilmiştir.

3.2.2. Günlük Kuru Madde Tüketiminin Belirlenmesi:

Her biri 17 gün süren denemelerde, 10 günlük adaptasyon dönemi sonrasında yedi günlük veri toplama dönemi boyunca sığırların önünde artan yemler toplanarak miktarları kaydedilmiştir. Hayvanların önüne sunulan rasyon miktarından arta kalan yem miktarı kuru madde esasına göre çıkarılarak her bir hayvan için günlük kuru madde tüketimi belirlenmiştir.

3.2.3. Rumen Sıvısı Uygulamaları:

Rumen fermantasyon özelliklerinin belirlenebilmesi için, veri toplama dönemlerinde rumen kanüllü sığırlardan, sabah yemlemesinden önce başlayacak şekilde sırası ile 0, 2, 4, 8, 12 ve 16. saatlerde rumen sıvısı numuneleri alınmıştır. Rumen sıvısı örnekleri kanül kapakları açılarak ucunda lastik serum hortumu ve 50 ml enjektör bulunan metal sonda vasıtası ile rumenin ventral, dorsal ve kaudal kısımlarından alınmıştır. Alınan örnekler hemen 4 katlı tülbentten süzölmüştür.

Rumen sıvısı pH ölçümleri rumen kanülü vasıtası ile rumen içine yerleştirilen; rumen pH’sı, sıcaklığı ve redox potansiyelini önceden ayarlanan zamanlarda ölçen LRCpH sistemi ile yapılmıştır.

3.2.3.1. Rumen Sıvısı Örneklerinde Uçucu Yağ Asidi Analizleri:

Bireysel uçucu yağ asidi miktarını belirlemek için yukarıda belirtilen saatlerde alınan süzölmüş rumen sıvısı örneklerinden 1 ml rumen sıvısına 20 µl %50'lik sülfürik asit (H₂SO₄) ilave edilerek 1.5 ml'lik eppendorf tüplere aktarılmıştır. Örnekler daha sonra gaz kromatografi cihazı ile bireysel uçucu yağ asidi analizi için derin dondurucuda -20 C°'de saklanmıştır.

3.2.3.1.1. Deneyin Yapılışı:

1. Eppendorf tüpler içerisinde saklanan rumen sıvısı örnekleri derin dondurucudan çıkarılarak çözölmüncye kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir.
2. Çözölmüş rumen sıvısı örnekleri 3000 rpm'de 15 dk süre ile santrifüj edilmiştir.
3. Santrifüj edilen tüplerdeki süpernatantlardan homojen olarak 600 µl rumen sıvısı alınıp üzerine 120 µl %25'lik meta fosforik asit ilave edilerek 30 dk bekletilmiştir.
4. Elde edilen bu karışımdan 1 ml alınıp viallere konularak gaz kromatografi cihazında otomatik örnekleyci bölümüne yerleştirilmiştir.
5. Rumen sıvısı örnekleri enjekte edilmeden önce uçucu yağ asidi standardından 1 ml vialle konularak, daha sonra otomatik örnekleyci düzeneğinde bulunan örnekler sırası ile otomatik olarak enjekte olmuş ve bilgisayardan pikler elde edilmiştir.

3.2.3.1.2. Gaz Kromatografi Cihazı ve Kolonun Özellikleri:

Model	: Hewlett Packard 6890N (Beijing, China)
Paketleme	: 10% SP-1200/1% H ₃ PO ₄ on 80/100 Chromosom W AW
Detektör Sıcaklığı	: FID, 175 C°
Kolon Sıcaklığı	: 130 C°
Taşıyıcı Gaz	: Nitrojen, 40 ml/dk
Kolon Özellikleri	: 6' x 2 mm ID cam kolon (Supelco, bellefonte, PA)

3.2.3.2. Rumen Sıvısı Örneklerinde Amonyak Azotu Analizi:

Amonyak azotu (NH₃-N) analizleri için yukarıda belirtilen saatlerde alınan ve dört katlı tülbentten süzülen rumen sıvısı örneklerinden 1 ml alınarak üzerine 20 µl Triklorasetik Asit (TCA) eklenmiş ve 1.5 ml eppendorf tüplerde spektrofotometrik olarak NH₃-N yönünden analiz edilmek üzere -20 C°'de derin dondurucuda saklanmıştır.

3.2.3.2.1. Deneyde Kullanılan Kimyasal Maddeler:

TCA solüsyonu: 10 g TCA ve 1.3 g sodyum hidroksit (NaOH) alınıp distile su ile 100 ml'ye tamamlanır.

Standart solüsyon: 0,47189 g amonyum sülfat ((NH₄)₂SO₄) tartılıp, distile su ile 100 ml'ye tamamlanır. Bu solüsyondan 2.5 ml alınarak distile su ile 100 ml'ye tamamlanır böylece 100ml solüsyonun 2.5 g NH₃-N içerdiği varsayılmaktadır.

Fenol ayırıcı: 10 g fenol ve 50 mg sodyum nitroprisside (Na₂(Fe(CN)₂NO)2H₂O) alınarak distile su ile 1000 ml'ye tamamlanır.

Sodyum hipoklorid solüsyonu: 90 g Na₂HPO₄ + 150 ml 1N NaOH + 13.5 ml NaClO (çamaşır suyu) 1000 ml distile suya tamamlanarak karıştırılır.

3.2.3.2.2. Deneyin Yapılışı:

1. Eppendorf tüpler içerisinde saklanan rumen sıvısı örnekleri derin dondurucudan çıkarılarak çözülünceye kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir.
2. Ardından çözülmüş örnekler 10000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir.
3. Daha sonra 10 ml'lik 2 tüp alınarak standart ve kör yazılmıştır. Örnek tüplerine veri dönemi, hayvan numaraları ve örnek alınıp saatleri yazılmıştır.
4. Örnek tüplerine 1 ml TCA ve 1 ml santrifüj edilmiş rumen içeriği; standart yazan tüpe 1 ml TCA ve 1 ml standart; kör yazan tüpe 1 ml TCA ve 1 ml distile su konmuş, tüpler 3000 rpm'de tekrar santrifüj edilmiştir.
5. Santrifüj edilen bu tüplerden örnek, standart ve kör olmak üzere ayrı ayrı 0.25 ml alınarak üzerine 0.25 ml fenol ayırıcı ve 2.5 ml sodyum hipoklorid solüsyonu ilave edilmiştir.

6. Her bir tüp karıştırılıp, 39 C°'de 30 dk bekletildikten sonra spektrofotometrede (UV 1601 Shimadzu UV-Visible) 623 nm'de kör örneğe karşı okutulmuştur. Hesaplama aşağıdaki formüle göre yapılmıştır:

$$\text{Hesaplama (mg/dl)} = \frac{(\text{Okunan numune değeri} \times \text{Standardın yüzdesi}) \times 10}{\text{Standardın okunan değeri}}$$

3.2.3.3. Rumen Sıvısı pH Ölçümü:

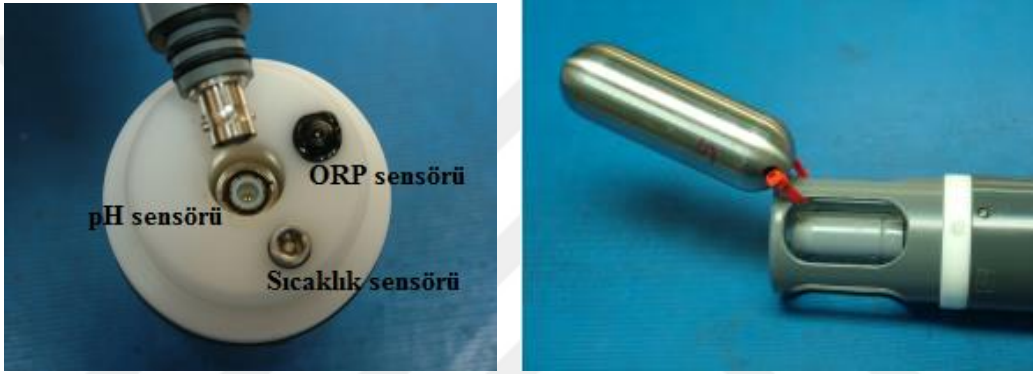
Her bir denemede rumen pH'sının belirlenebilmesi ve gün içinde gösterdiği değişkenliği takip edebilmek için veri döneminin ilk üç gününde rumen içine yerleştirilen LRCpH (Lethbridge Research Center Ruminant pH Ölçüm Sistemi; Dascor, Escondido, CA, USA) sistemi kullanılarak Penner ve ark., (2006) tarafından belirtilen şekilde 72 saat boyunca ruminal pH ölçülmüş ve kayıt altına alınmıştır.

3.2.3.3.1. LRCpH Sistemi:

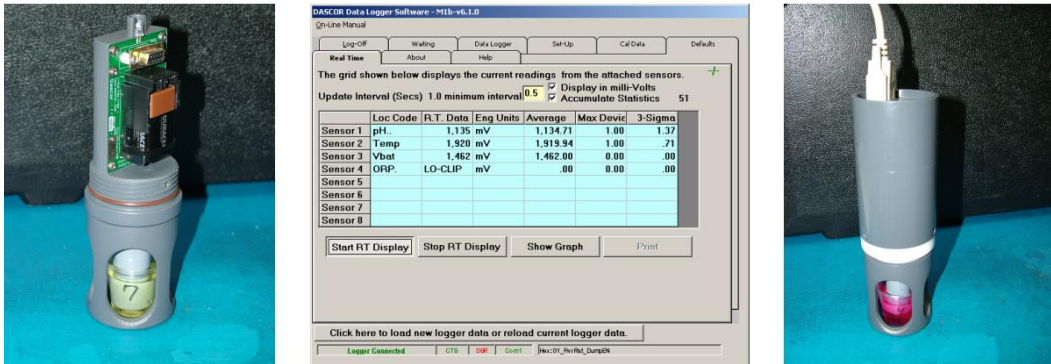
LRCpH; bağımsız, su geçirmez, komple sıvı içinde kullanıma uygun olarak dizayn edilmiş, rumende pH, sıcaklık ve oksidasyon redüksiyon potansiyelini (ORP, redox potansiyeli) bir kaç gün boyunca ölçerek kayıt edebilen veri toplayıcı bir sistemdir. Dascor LRCpH sisteminin orijinali Kanada'da Ziraat ve Ziraat Gıdalar Araştırma merkezi bilim insanlarından Dr. Karen Beauchemin ve Saskatchewan Üniversitesi öğrencisi Greg Penner tarafından geliştirilmiştir (Penner ve ark., 2006). Sistem temel olarak sekiz bileşenden oluşmaktadır: 9 volt pil ile çalışan veri kayıt edici, su geçirmez PVC kılıf, pH sensörü, diğer sensörler (ORP ve sıcaklık), elektrot koruyucusu, 2 adet 1 kg ağırlığında krom ağırlık, bilgisayar bağlantı kablosu, Dascor LRCpH yazılımı (Şekil 15 ve 16).



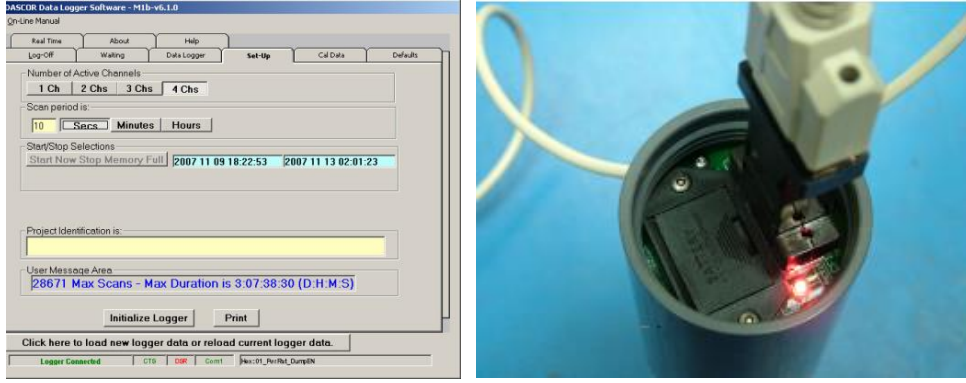
Şekil 15. Dascor LRCpH sistemi açık ve kapalı halde



Şekil 16. Dascor LRCpH sistemi sensörleri ve ağırlık bağlanmış hali



Şekil 17. Dascor LRCpH sisteminin pH 4.0 ve 7.0'da kalibrasyonu



Şekil 18. Rumenden çıkarılan Dascor LRCpH sistemini bilgisayara bağlayarak ham verilerin alınması

3.2.3.3.2. LRCpH Sistemini Rumene Yerleştirmeden Önce Yapılan İşlemler:

Standardizasyon işleminden önce komple LRCpH sisteminin (pH sensörleri de dahil) ve buffer solüsyonlarının (pH 4.0 ve 7.0 standart solüsyonları) yaklaşık rumen sıcaklığına 35-40 C°, ortalama 38 C°'ye ısıtılmaları gerekmektedir. Isıtma işlemi için buffer solüsyonları iç içe yerleştirilmiş içinde sıcak su bulunan su banyosunda bekletilir. Rumene yerleştirmeye hazır LRCpH sistemi ise 35-40 C° su içine direkt olarak konarak, 10-20 dakika burada bekletilerek, rumen sıcaklığına ulaşması sağlanır.

LRCpH sistemi rumene yerleştirilmeden önce pH 4.0 ve 7.0 buffer solüsyonlarında slope ve y-intercept değerlerini hesaplamak için standardizasyona tabi tutulur (Şekil 17). Bu işlem sistemin veri kablosu ile bilgisayara bağlanması ile yapılır. Burada elde edilen mV okuma değerleri kayıt edilir. Aynı işlem rumenden çıkarıldıktan sonra yapılarak testin başlangıç ve bitiş kalibrasyon değerleri ile test ham datası pH sensörlerinin kullanım ve eskimesine bağlı sapmalardan arındırılır.

Sistem rumen içine yerleştirilmeden önce yapılan kurulum ayarlamalarında rumen pH ve diğer verilerin hangi süre aralıkları ile kayıt edileceği araştırma amacına göre ayarlanır. Araştırmada rumen pH, sıcaklığı ve ORP değeri ölçümleri dakikada bir yapılacak şekilde sistem rumen içine yerleştirilmeden önce özel bilgisayar programı vasıtası ile ayarı yapılmıştır.

3.2.3.3.2. LRCpH Sisteminin Rumene Yerleştirilmesi:

LRCpH sistemini rumene yerleştirirken amaç pH ölçer elektrotların etrafında ruminal içerikten ileri gelebilecek baskıları önlemek için sistemin ventral rumen kesesine yerleştirilmesinin sağlanmasıdır (Nocek ve ark., 2002). Bu amaçla öncelikle rumen kanül kapağı çıkarıldıktan sonra sistemi yerleştirmeden önce rumen içinde kol yardımı ile ventral keseye giden bir yol açılır. Sonrasında, bir el ile ağırlıklar alttan tutulup, sensörleri korumak kaydı ile sistem buradan ventral rumen kesesinin tabanına yerleştirilir ve üst kısmına bağlanan plastik ip ile kanül kapağına sabitlenir.

3.2.3.3.3. LRCpH Sisteminin Rumenden Çıkarılması:

Araştırma süresince her deneme döneminin ilk üç gününde 72 saat boyunca rumende tutulan LRCpH sistemi üst kısmında bulunan rumen kanül kapağına bağlı ipinden tutularak dikkatli biçimde dışarı alınmıştır. Cihaz üzerinde bulunan rumen içeriği ılık su altında yıkanarak uzaklaştırılmıştır. Ağırlıkların bağlı olduğu kafes uzaklaştırıldıktan sonra sistem başka bir kovada bulunan ılık su ile dolu (30-35 C°) kovaya alınmış ve tamamen temizlemiştir.

Ilık su dolu kovadan alınan temizlenmiş cihaz ucunda bulunan sensör distile su ile temizlendikten sonra dikkatli bir biçimde kurulanmıştır. Sonrasında üst kısmında bulunan kapak açılarak cihazın bilgisayar ile bağlantısı sağlanmıştır. Dascor yazılımındaki adımlar takip edilerek Microsoft Excel formatındaki veri bilgisayara kayıt edilmiştir (Şekil 18). Kayıt işleminden hemen sonra sistemin yukarıda rumene yerleştirmeden önce yapılan işlemler kısmında açıklandığı şekilde pH 4.0 ve 7.0 buffer solüsyonları içinde ölçüm sonrası standardizasyonu sağlanmış, bu değerler kayıt edilmiştir.

3.2.3.3.4. LRCpH Verilerinin İncelenmesi:

LRCpH sistemi veri toplama dönemi boyunca topladığı verileri Microsoft Excel doyası şeklinde ancak csv uzantılı olarak kayıt etmektedir. Öncelikle csv formatındaki bu dosyanın xls formatına çevrilmesi gerekmektedir. Bu çevirim sonrasında elde edilen mV okuma değerleri ölçüm öncesi ve sonrası kayıt edilen standardizasyon verileri ile pH ünitelerine çevirmektedir. Bu amaçla Dascor

tarafından sağlanan Microsoft Excel tabanlı dosya içine yapılan çevirim sonrasında elde edilen değerler ile birlikte standardizasyon verileri girilerek düzeltilmiş rumen pH, sıcaklık ve ORP değerleri elde hesaplanmıştır. Üç günlük nihai pH değerleri her bir hayvan ve veri dönemi için hazırlanmıştır. Ruminal pH verileri günlük olarak; en düşük, en yüksek, ortalama pH ve pH 5.80 altında kalan süre olarak değerlendirilmiştir.

3.2.4. Naylon Kese Tekniği Uygulaması:

Naylon kese tekniği uygulamaları her deneme döneminin birinci gününden itibaren Orskov ve McDonald (1979) tarafından bildirilen esaslara göre yapılmıştır. Uygulama ile çalışmada kullanılan TKR'ların kuru madde (KM), Organik Madde (OM), NDF ve nişasta bakımından rumen yıkılabilirlikleri belirlenmiştir.

3.2.4.1. Naylon Keselerin Uygulama İçin Hazırlanışı:

Naylon keseler uygulamaya konulmadan önce numaralandırılıp, yıkanıp, saf sudan geçirilerek kurutma etüvünde 70 C°de 24 saat tutulmuşlardır. Kurumuş keseler etüvden alınarak desikatörde soğumaya bırakılmış ve 30 dakika sonra desikatörden alınan keseler, 0,0001 mg hassasiyete sahip dijital hassas terazide tartılarak daraları tespit edilmiştir.

3.2.4.2. Naylon Keselerin İçine Konacak Yem Örnekleri ve Uygulamaya Hazırlanışı:

Naylon kese uygulamasında her veri döneminde hayvanlara verilen TKR örnekleri kullanılmıştır. Her alıştırma döneminin son 3 gününde naylon kese uygulaması için yetecek şekilde alınan homojen TMR örneği 55 C°de 72 saat süre ile kurutulmuştur. Örnekler keselere konulmadan önce 1 mm elek çapında eleği bulunan değirmende öğütülmüştür. Kuru madde esasına göre rasyon örneklerden yaklaşık 5'er gram alınarak darası alınıp kayıt edilmiş keselere konmuştur. İçinde örnek bulunan keseler plastik kablo bağı ile sağlam bir şekilde kapatılmıştır.

3.2.4.3. Naylon Keselerin Rumen İçinde İnkübasyona Bırakılmaları:

İn situ rumen KM, OM, NDF ve nişasta yıkılabilirliklerinin belirlenmesi için ilerinde rasyon örnekleri bulunan naylon keseler sırasıyla rumende 0, 2, 4, 8, 12, 24, 48 ve 120 saat süreyle rumen kanüllü ineklerde inkübe edilmiştir. Sıfır saatlik inkübasyon için hazırlanan keseler rumende inkübe edilmeyip ilerleyen kısımlarda anlatılacağı üzere yıkama kayıplarının belirlenmesi için kullanılmıştır. 2, 4,8 ve 12 saatlik inkübasyon için beşer; 24, 48 ve 120 saatlik inkübasyon için ise altışar kese kullanılmıştır.

Bir hayvana yerleştirilecek kese grubu, 20 x 30 cm ebadında, 1 cm delik çapına sahip ve balık ağından yapılmış ağzı büzgülü daha büyük bir kesenin içine yerleştirilerek, 50 cm uzunluğundaki plastik ip ile kanül kapağına sabitlenerek rumen içinde inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.4.4. Rumende İnkübasyon Zamanı Dolan Keselere Yapılan İşlemler:

İnkübasyon zamanı dolan keseler rumenden çıkarılarak, keselerden berrak su akıncaya kadar soğuk su altında yıkanmıştır. Daha sonra plastik bir su kovasına alınarak akan su altında 12 saat süre ile bekletilmişlerdir. Sürenin sonunda kovadan alınan keseler sularının süzülmesi için ipe asılmış, ardından kurutma dolabına konarak 55 C°'de 72 saat kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra tartımları yapılmıştır. Tartım işleminden sonra kese daraları düşölerek, kalan örnek miktarları kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Araştırmada, rasyonların KM, OM, NDF ve nişasta yıkılabilirliklerini hesaplamak için, hedef inkübasyon zamanı sonrasında keselerin içerisinde kalan ve ikinci tartım yapılan örnekte yıkılabilirliği ölçölcek besin maddesinin analiz sonucu, aynı keselerin rumen içerisine konmadan önce belirlenen tartım ve besin maddesi analiz sonucuna oranlanarak hesaplanmıştır.

T_1 = Rumen içerisine koyulmadan önce 1. tartım

A_1 =Rumen içerisine konan keseler içindeki A besin maddesi analiz değeri

T_2 = Rumen içerisinden çıkarıldıktan sonra 2. Tartım

A_2 =Rumen içerisinden çıkarıldıktan sonra keseler içindeki A besin maddesi analiz değeri

Yıkılabilirlik % = $(1-(T_2 \times A_2)/(T_1 \times A_1)) \times 100$

3.2.5. Süt Verimi ve Kompozisyonunun Belirlenmesi:

İnekler Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Sağlığı ve Hayvansal Üretim Araştırma ve Uygulama Merkezi, Sığırcılık Ünitesinde bulunan tam otomatik sisteme sahip merkezi sağım ünitesinde (De Laval, İsveç) sabah 06:00 ve akşam 18:00'de olmak üzere günde iki kez sağılmıştır. Hayvanların süt verimleri her deneme döneminde yedi gün boyunca bireysel olarak ölçülüp kayıt edilmiştir. Merkezi sağım ünitesi, sağılan sütlerden homojen olarak numune alma donanımına sahip olduğundan, denemenin veri toplama dönemlerinde, yedi gün boyunca sabah ve akşam sağılan sütlerden homojen olarak numune alınmıştır. Alınan numuneler derhal Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A.D laboratuvarına götürülerek Foss Milkoscan FT1 cihazı ile analiz edilerek süt yağı, proteini, laktoz, kazein ve MUN değerleri ölçülmüştür.

Araştırmada % 4 süt yağına göre düzeltilmiş süt miktarı (YDS), Gaines (1928) tarafından bildirilen yöntem ile günlük kilogram süt miktarı (GSM) ve süt yağı yüzdesi kullanılarak şu formüle göre hesaplanmıştır: $YDS = GSM \times (0.4 + (0.154 \times Y))$. Tyrrell ve Reid (1965) tarafından bildirilen yöntem kullanılarak enerjiye göre düzeltilmiş süt miktarı (EDS) hesaplanmıştır. Hesaplama günlük kilogram cinsinden süt verimi, yağ ve protein verimi kullanılmıştır: $EDS \text{ (kg)} = 0.327 \times GSM + 12.95 \times \text{yağ verimi} + 7.65 \times \text{protein verimi}$. Yemden yararlanma etkinliği (YYE) değerlendirmesinde üretilen EDS miktarı tüketilen kuru madde miktarına bölünmüştür.

3.2.6. Besin Maddesi Sindirilebiliriliğinin Belirlenmesi:

3.2.6.1. Hayvanlardan Dışkı Alınması:

Toplam sindirim kanalı sindirilebilirliği ve dışkı içindeki fitik asit seviyesini belirlemek için dışkı örnekleri her veri döneminde ilk gününden başlayarak üçüncü gün sonuna kadar alınmıştır. Dışkı toplama işlemi 1. gün saat 10:00, 22:00; 2. gün 14:00, 02:00; 3. gün 18:00, 06.00'da yapılmıştır. Dışkı toplama işlemi her gün bir önceki günden dört saat ileri olacak şekilde başlatılmıştır. Her bir hayvandan yaklaşık 400 g ağırlığında alınan taze dışkı alüminyum kaplara alınarak 55 C° hava üfleli etüvde 72 saat süre ile kurutulmuştur. Sonrasında her bir hayvan ve veri dönemi için toplanan dışkılar bir araya getirilip öğütülerek kompozit örnekler hazırlanmıştır. Hazırlanmış örneklerde KM, OM, NDF, nişasta ve fitik asitleri yapılmak üzere oda sıcaklığında saklanmıştır.

3.2.6.2. Sindirilebilirliğin Hesaplanması:

Çalışmada 120 saatte sindirilmeyen NDF (iNDF120) internal marker olarak kullanılmıştır (Goeser ve Combs, 2009). Bu amaçla kompozit dışkı örnekleri naylon keseler içinde 120 saat süre ile rumende inkübe edilmiş ardından NDF analizine alınarak iNDF120 içerikleri belirlenmiştir. Hem dışkıdaki hem de yemdeki KM, OM, NDF ve nişasta değerleri kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla toplam sindirilebilirlik değerleri bulunmuştur (Schneider ve Flatt, 1975).

Toplam Besin Maddesi Sindirilebilirliği: $100 - 100 \times ((\% \text{ yemdeki iNDF120} / \% \text{ dışkıdaki iNDF120}) \times (\% \text{ dışkıdaki besin maddesi} / \% \text{ yemdeki besin maddesi}))$

3.2.7. Yemlerin Parçacık Büyüklüğünün Belirlenmesi:

Yemlerin parçacık büyüklüğünün belirlenmesi Penn State Particle Separator (PSPS) yardımıyla, Knonoff ve ark., (2003) tarafından tanımlanan esaslara göre yapılmıştır. Her veri döneminde ilk üç gün alınan TKR örneklerinde partikül büyüklüğü analizi, 3 adet elek ve 1 adet tava içeren 4 katlı PSPS ile yapılmıştır. PSPS ile TKR içindeki parçacıklar 4 fraksiyona ayrılmaktadır; uzun (19 mm elek), orta (8 mm elek), kısa (1.18 mm elek) ve toz (alt tava) (Heinrichs, 2013).

PSPS yardımıyla her veri dönemindeki TKR'nin fiziksel etkinlik faktörü (fef) 1.18 mm'lik eleğin üstünde kalan miktar yüzde cinsine çevrilerek hesaplanmıştır. Hesaplanan fef değeri kendisine ait NDF oranı ile çarpılarak feNDF değeri bulunmuştur (Mertens, 1997).

3.2.8. Ham Besin Maddeleri Analizleri:

Çalışmada kullanılan diyetlerden homojen örnekler her veri toplama döneminin ilk üç gününde, bir tanesi kimyasal analiz değeri PSPS'de partikül boyutunu tespit etmek üzere alınmıştır. Benzer şekilde her hayvandan ertesi güne kalan rasyonundan kimyasal analiz için 3 gün boyunca numune alınmıştır. Kimyasal analiz için toplanan TKR örneklerinden ve hayvanların önünde kalan TKR'lerden her veri dönemi için 1 adet kompozit örnek hazırlanmıştır. Her veri döneminde rasyonun bileşimine giren mısır silajı, yonca kuru otu ve konsantre yemden kimyasal analiz için örnek alınmıştır.

Kimyasal analiz için toplanan TKR örnekleri 55 C''de 48 saat süre ile kurutulmuş ve sonrasında 1 mm çapında eleği olan değirmende öğütülerek analizler için hazır duruma getirilmiştir.

Ham besin maddelerinin belirlenmesinde (kuru madde, ham protein, ham yağ, ham kül) AOAC (1990)'da belirtilen yöntemler; nişasta analizinde polarimetrik yöntem; NDF, ADF ve ADL analizlerinde Van Soest ve ark., (1991) belirttiği esaslara göre çalışan Ankom Fiber Analizatörü kullanılmıştır. NDF analizinde sıcaklığa dayanıklı alfa-amilaz ve sodyum sülfid yer almıştır.

Naylon kese uygulamalarında kullanılan örneklerin ham besin maddeleri analizleri, rumende inkübe edildikten sonra keselerde kalan aynı saate ait örnekler birleştirildikten sonra yapılmıştır.

3.2.9. Canlı Ağırlık, Vücut Kondisyon Skoru ve Lokomasyon Skoru Ölçümleri:

Çalışmada kullanılan hayvanlar her bir veri toplama döneminin 4. gününde, sabah yemlemesinden önce ve aynı saatte tartılarak canlı ağırlık değişimleri

izlenmiştir. Tartım öncesinde baskül (Uzay canlı hayvan tartım baskülü) 10 kg referans ağırlık ile başlangıçta kalibre edilmiştir. Tartımın yapıldığı esnada vücut kondisyon skorları Ferguson ve ark., (1994)'de belirtildiği şekli ile 5 puan üzerinden (1: kaşektik; 5: aşırı kilolu); lokomasyon skorları Sprecher ve ark., (1997)'e göre 5 puanlık ölçek (1: sırt düz bir çizgi halinde normal yürüyüş; 5: yerinden kıprdayamayacak şekilde topallık bulgusu gösteren hayvan) kullanılarak yapılmıştır.

3.2.10. Dışkı Kıvam Skoru:

Toplam sindirim kanalı sindirilebilirliği için toplanan dışkılar yaş halde iken Zaaijer ve Noordhuzen (2001)'de belirtilen metot ile 1-5 arasındaki puanlama sistemi kullanılarak değerlendirilmiş ve kayıt edilmiştir. Bu skora sisteminde 1 numaralı skor çok sulu, 5 numaralı skor ise çok katı dışkıyı temsil etmekte, skor 3 normal olarak değerlendirilmektedir.

3.2.11. İstatistik Analizler:

Bu çalışmada, süt sığırlarının bireysel kuru madde tüketimleri, rumen pH'sı, bireysel uçucu yağ asitleri, rumen amonyak azotu, süt verimi ve bileşimi, toplam sindirilebilirlik, rumen yıkılabilirlik değerleri, gübre fitik asit konsantrasyonu ve kıvam skoru 4x4 Latin kare deneme desenine göre düzenlenmiştir.

Rumen uçucu yağ asitleri, rumen amonyak azotu ve ortalama rumen pH özellikleri tekrarlanan ölçüm analizi ile değerlendirilmiştir. İncelenen tüm özellikler için varyans analiz varsayımı kontrolleri yapılmıştır.

Araştırmada yer alan hayvanların kuru madde tüketimleri, süt verimi ve kompozisyonu, toplam sindirilebilirlik, rumen yıkılabilirliği, gübre fitik asit konsantrasyonu ve dışkı kıvam skoru tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) kullanılarak analiz edilmiş, ortalamaların karşılaştırmaları Duncan testi ile yapılmıştır.

Tüm istatistik analizler IBM SPSS paket programında gerçekleştirilmiştir (versiyon 24, SPSS Inc, USA). İstatistik olarak önemlilikler $p < 0,05$ olduğu durumlarda belirtilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Ham Besin Maddeleri Analizleri:

Çalışma süresi boyunca araştırmada yer alan hayvanların beslenmesinde kullanılan rasyonların ve rasyonların bileşimine giren hammaddelerin ham besin maddeleri analiz sonuçları Tablo 15 ve Tablo 16'da gösterilmiştir. Rasyonların %29 NDF seviyesinde, NRC (2001) tarafından önerilen minimum kNDF değerini karşılamakla birlikte burada belirtilen minimum ADF değerinin altında (önerilen minimum %19) ve maksimum NFC değerinin (önerilen maksimum % 40) üzerinde olduğu saptanmıştır.

Tablo 15. Toplam Karma Rasyonların besin maddeleri içerikleri

Besin Maddesi	TKR	TKR	TKR	TKR
	Deneme Dönemi-1	Deneme Dönemi-2	Deneme Dönemi-3	Deneme Dönemi-4
Kuru Madde (KM), %	53,12	53,27	52,26	51,37
Ham Protein (HP), % KM	16,29	15,83	13,13	16,31
Ham Yağ (HY), % KM	5,23	4,51	4,81	4,74
Ham Kül (HK), % KM	7,48	7,56	7,70	7,29
Nişasta, % KM	25,09	23,93	25,53	26,06
NDF ¹ , % KM	29,70	30,54	30,96	28,30
kNDF ²	20,56	21,14	21,43	19,59
ADF ³ , % KM	18,41	17,47	17,52	16,05
ADL ⁴ , % KM	3,47	3,03	3,32	2,80
NFC ⁵ , % KM	41,30	41,56	43,40	43,36
NEL ⁶ , Mcal/kg KM	1,69	1,66	1,63	1,71

¹NDF: Nötral Deterjan Fiber

²kNDF: Kaba yemden gelen NDF

³ADF: Asit Deterjan Fiber

⁴ADL: Asit Deterjan Lignin

⁵NFC: Selüloz Olmayan Karbonhidrat: $100 - (\% \text{NDF} + \% \text{HP} + \% \text{HY} + \% \text{HK})$

⁶NEL : Net Enerji Laktasyon : NRC (2001)'e göre hesaplanmıştır.

Tablo 16. Toplam Karma Rasyonlar içinde kullanılan hammaddelerin besin maddesi içerikleri

Besin Maddesi	Mısır Silajı	Yonca Kuru Otu	Konsantre Yem Karması
Kuru Madde (KM), %	29,36	95,43	90,60
Ham Protein (HP), % KM	6,56	22,37	21,57
Ham Yağ (HY), % KM	2,23	2,42	5,06
Ham Kül (HK), % KM	6,75	10,65	7,16
Nişasta, % KM	26,52		42,72
NDF ¹ , % KM	37,31	33,73	18,84
ADF ² , % KM	22,79	27,59	7,72
ADL ³ , % KM	2,44	6,22	1,38
NFC ⁴ , % KM	47,15	30,83	47,37
NEL ⁵ , Mcal/kg KM	1,34	1,37	1,97

¹NDF: Nötral Deterjan Fiber

²ADF: Asit Deterjan Fiber

³ADL: Asit Deterjan Lignin

⁴NFC: Selüloz Olmayan Karbonhidrat: $100 - (\% \text{NDF} + \% \text{HP} + \% \text{HY} + \% \text{HK})$

⁵NEL : Net Enerji Laktasyon : NRC (2001)'e göre hesaplanmıştır

4.2. Günlük Kuru Madde Tüketimi:

Araştırmada kullanılan rasyonların parçacık büyüklüğü analizi ve fNDF değerleri Tablo 17’de gösterilmiştir. PSPS kullanılarak yapılan parçacık büyüklüğü analizinde 4 adet veri dönemine ait 4 adet TKR örneği kullanıldığı ve örneklem sayısı az olduğu için istatistik uygulanmamış ortalama değerler verilmiştir.

Çalışmada kullanılan ineklerin günlük kuru madde tüketimleri ile birlikte günlük NDF, kNDF ve fNDF tüketimleri Tablo 18’de gösterilmiştir. Çalışmada yer alan hayvanların kuru madde, NDF, kNDF ve fNDF tüketimleri açısından gruplar arasında herhangi bir fark saptanmamıştır.

Tablo 17. Toplam Karma Rasyonların parçacık büyüklüğü dağılımı ve feNDF değerleri

	TKR Deneme Dönemi-1	TKR Deneme Dönemi-2	TKR Deneme Dönemi-3	TKR Deneme Dönemi-4
%KM				
>19.0 mm	8,86	10,20	8,40	9,00
19.0 – 8.0 mm	29,27	32,40	37,96	48,73
8.0 – 1.18 mm	39,07	37,25	37,74	30,40
<1.18 mm	22,80	20,15	15,90	11,87
Ortalama parçacık büyüklüğü, mm	4,30	5,00	5,50	6,80
Standart Sapma, mm	3,00	3,00	2,80	2,70
fe ¹	0,72			
feNDF², % KM	21,44	22,04	22,35	20,43

¹fe¹: Fiziksel etkinlik faktörü. Mertens (2009)'dan alınan tabular değerleri kullanılarak hesaplanmıştır

²feNDF: fiziksel etkin NDF; rasyonun NDF değeri ile fe¹ değeri çarpılarak elde edilmiştir.

Tablo 18. Farklı rumen tampon maddelerin kuru madde tüketimi, NDF, kNDF ve feNDF tüketimi üzerine etkisi

	KONT¹	SB²	SBMO³	KDA⁴	S_x	P
KMT⁵, kg/gün	19,54	20,02	19,08	19,53	0,34	ÖD
NDF⁶ Tüketimi, kg/gün	5,84	5,98	5,70	5,79	0,11	ÖD
kNDF⁷ Tüketimi, kg/gün	4,04	4,14	3,94	4,01	0,07	OD
feNDF⁸ Tüketimi, kg/gün	4,22	4,32	4,11	4,18	0,08	ÖD

¹KONT: Kontrol

²SB: Sodyum bikarbonat

³SBMO: Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit

⁴KDA: Kalkerleşmiş deniz algı

⁵KMT: Kuru madde tüketimi

⁶NDF: Nötral Deterjan Fiber

⁷kNDF: Kaba yemden gelen NDF

⁸feNDF: fiziksel etkin NDF

S_x: Standart hata

ÖD: Önemli değil, p>0,05

4.3. Rumen Fermantasyon Özellikleri:

4.3.1. Rumen Amonyak Azotu ve Uçucu Yağ Asitleri:

Araştırmada yer alan hayvanlara ait rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ değerleri Tablo 19'da; UYA değerleri Tablo 20 ve 21'de gösterilmiştir. Farklı rumen tampon maddelerin rasyonda kullanımıyla toplam ve bireysel UYA miktarları ile rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ bakımından gruplar arasında fark tespit edilmemiştir.

Tablo 19. Farklı rumen tampon maddelerin rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonu üzerine etkisi

Zaman	KONT ¹	SB ²	SBMO ³	KDA ⁴	S_x	P
0. Saat, mg/dl	8,83	7,87	8,39	8,03	1,54	ÖD
2. Saat, mg/dl	12,48	14,22	13,91	13,75	1,66	OD
4. Saat, mg/dl	10,79	12,68	14,77	15,02	1,30	ÖD
8. Saat, mg/dl	10,82	9,89	8,73	12,85	2,32	ÖD
12. Saat, mg/dl	12,07	12,14	9,14	15,49	1,53	OD
16. Saat, mg/dl	10,98	12,13	11,47	13,75	2,06	ÖD

¹KONT: Kontrol

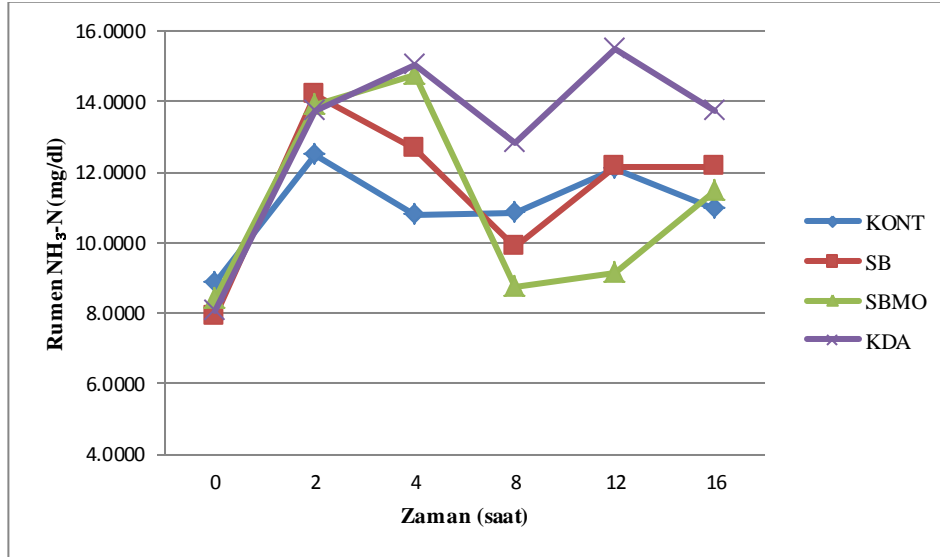
²SB: Sodyum bikarbonat

³SBMO: Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit

⁴KDA: Kalkerleşmiş deniz algı

S_x : Standart hata

ÖD: Önemli değil, $p>0.05$



Şekil 19. Farklı rumen tampon maddelerin rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonu üzerine etkisi

Tablo 20. Farklı rumen tampon maddelerin toplam UYA, asetik, propiyonik ve bütirik asit üzerine etkisi

Parametre	KONT ¹	SB ²	SBMO ³	KDA ⁴	S _x	P
Toplam UYA⁵						
0. Saat, mmol/L	103,04	105,20	104,90	101,55	2,83	ÖD
2. Saat, mmol/L	119,42	121,17	122,84	120,95	2,78	ÖD
4. Saat, mmol/L	129,26	118,69	120,04	118,41	3,68	ÖD
8. Saat, mmol/L	114,87	126,27	125,30	120,40	3,98	ÖD
12. Saat, mmol/L	118,75	126,51	133,65	127,36	3,87	ÖD
16. Saat, mmol/L	105,52	118,90	118,59	109,00	3,75	ÖD
Asetik Asit (AA)						
0. Saat, mmol/L	51,02	55,82	53,54	51,31	1,37	ÖD
2. Saat, mmol/L	61,58	65,97	63,58	63,52	1,34	ÖD
4. Saat, mmol/L	68,51	66,00	63,70	62,90	1,48	ÖD
8. Saat, mmol/L	63,44	74,64	70,30	67,91	2,58	ÖD
12. Saat, mmol/L	57,06	66,24	65,53	61,33	1,94	ÖD
16. Saat, mmol/L	56,71	66,75	63,50	59,08	1,76	ÖD
Propiyonik Asit (PA)						
0. Saat, mmol/L	20,95	19,61	21,97	19,81	1,06	ÖD
2. Saat, mmol/L	26,64	25,37	27,41	26,93	1,25	ÖD
4. Saat, mmol/L	31,45	26,19	28,88	28,58	1,65	ÖD
8. Saat, mmol/L	28,72	29,13	30,02	30,19	1,14	ÖD
12. Saat, mmol/L	27,16	25,98	30,02	26,72	1,42	ÖD
16. Saat, mmol/L	25,42	26,25	28,01	25,67	1,20	ÖD
Bütirik Asit (PA)						
0. Saat, mmol/L	15,79	15,71	15,17	15,05	0,44	ÖD
2. Saat, mmol/L	21,82	20,85	20,64	21,82	0,53	ÖD
4. Saat, mmol/L	21,55	21,56	21,11	21,55	0,97	ÖD
8. Saat, mmol/L	22,54	23,08	22,89	22,54	0,97	ÖD
12. Saat, mmol/L	20,83	20,61	22,06	20,83	0,84	ÖD
16. Saat, mmol/L	19,07	19,75	20,38	19,07	0,77	ÖD

¹KONT: Kontrol

²SB: Sodyum bikarbonat

³SBMO: Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit

⁴KDA: Kalkerleşmiş deniz algi

⁵UYA: Uçucu yağ asitleri

S_x: Standart hata

ÖD: Önemli değil, $p > 0.05$

Tablo 21. Farklı rumen tampon maddelerin İsobütirik, isovalerik ve n-valerik asit ile AA:PA oranı üzerine etkisi

Parametre	KONT ¹	SB ²	SBMO ³	KDA ⁴	S _x	P
İsobütirik Asit						
0. Saat, mmol/L	8,59	8,29	7,34	8,65	0,55	ÖD
2. Saat, mmol/L	10,12	8,59	9,50	7,02	0,60	ÖD
4. Saat, mmol/L	4,93	6,32	6,75	6,44	0,49	ÖD
8. Saat, mmol/L	6,58	4,80	6,98	5,02	0,59	ÖD
12. Saat, mmol/L	6,37	4,67	6,43	5,25	0,60	ÖD
16. Saat, mmol/L	9,03	9,25	8,97	7,50	0,47	ÖD
İsovalerik Asit						
0. Saat, mmol/L	3,31	3,24	3,70	3,35	0,19	ÖD
2. Saat, mmol/L	3,85	4,09	4,38	4,33	0,22	ÖD
4. Saat, mmol/L	4,29	4,11	4,09	3,97	0,23	ÖD
8. Saat, mmol/L	3,52	4,21	4,04	4,25	0,25	ÖD
12. Saat, mmol/L	3,29	3,98	3,70	4,43	0,29	ÖD
16. Saat, mmol/L	3,55	4,05	3,93	4,37	0,26	ÖD
n-Valerik Asit						
0. Saat, mmol/L	6,12	5,28	5,92	5,68	0,32	ÖD
2. Saat, mmol/L	7,60	6,89	7,91	7,93	0,29	ÖD
4. Saat, mmol/L	8,84	7,35	8,35	7,80	0,37	ÖD
8. Saat, mmol/L	7,73	7,94	8,60	8,01	0,32	ÖD
12. Saat, mmol/L	6,72	6,60	7,47	10,37	0,79	ÖD
16. Saat, mmol/L	7,30	7,30	8,26	7,76	0,37	ÖD
Asetik Asit : Propiyonik Asit oranı (A/P)						
0. Saat, mmol/L	2,69	3,02	2,70	2,82	0,14	ÖD
2. Saat, mmol/L	2,60	2,86	2,55	2,69	0,11	ÖD
4. Saat, mmol/L	2,50	2,89	2,55	2,58	0,14	ÖD
8. Saat, mmol/L	2,40	2,83	2,59	2,51	0,13	ÖD
12. Saat, mmol/L	2,29	2,74	2,44	2,50	0,13	ÖD
16. Saat, mmol/L	2,46	2,86	2,54	2,63	0,13	ÖD

¹KONT: Kontrol

²SB: Sodyum bikarbonat

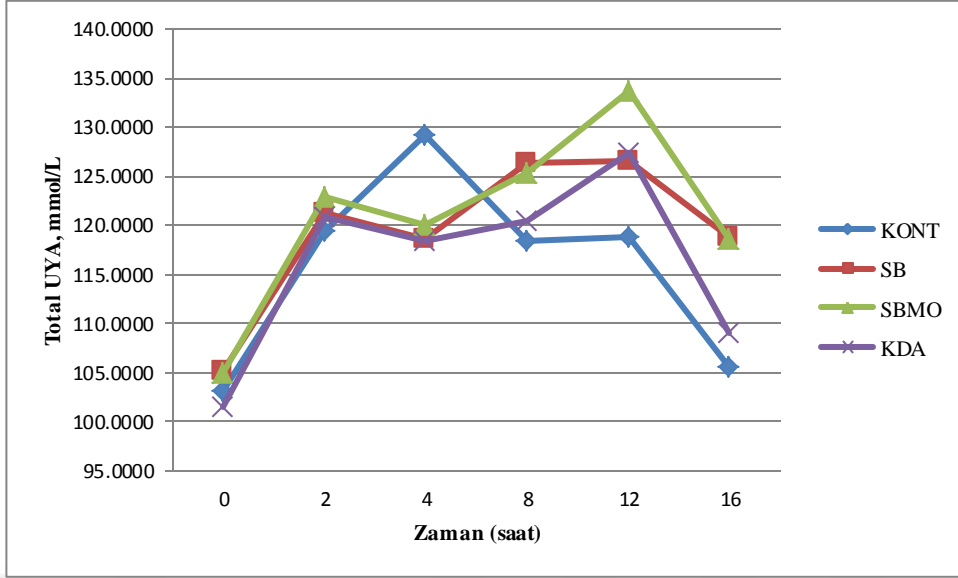
³SBMO: Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit

⁴KDA: Kalkerleşmiş deniz algi

⁵UYA: Uçucu yağ asitleri

S_x: Standart hata

ÖD: Önemli değil, $p > 0.05$



Şekil 20. Farklı rumen tampon maddelerin rumen total UYA konsantrasyonu üzerine etkisi

4.3.2. Rumen pH'sı:

Çalışmada yer alan hayvanların günlük en düşük, en yüksek ve ortalama rumen pH değerleri, günlük rumen pH'sının 5,80 ve 5,50'nin altında kalma süresi ile rumen sıcaklığı Tablo 22'de verilmiştir. Farklı rumen tampon maddelerin rumen pH dalgalanması üzerindeki etkisi Şekil 21'de gösterilmiştir.

En düşük rumen pH'sı 5,26 ile KONT grubunda, en yüksek rumen pH'sı 6,84 ile SB grubunda tespit edilmiş ancak istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Ortalama rumen pH'sı SB grubunda diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,0001$). Gün içinde, 24 saatlik zaman dilimi boyunca rumen pH'sının 5,80'in altında kaldığı süre bakımından en uzun süre KONT grubunda tespit edilmiştir ($P = 0,0003$). Ancak gün içinde rumen pH'sının 5,50'nin altında kaldığı süre açısından gruplar arasında farklılık görülmemiştir.

Çalışmada kullanılan hayvanların rumen sıcaklığı ölçümleri arasında farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 22. Farklı rumen tampon maddelerin rumen pH'sı ve sıcaklığı üzerine etkisi

Parametre	KONT ¹	SB ²	SBMO ³	KDA ⁴	S _x	P
pH, en düşük	5,26	5,37	5,30	5,33	0,12	ÖD
pH, en yüksek	6,65	6,84	6,81	6,63	0,16	ÖD
Ortalama pH	6,02 ^c	6,19 ^a	6,02 ^b	6,03 ^{bc}	0,07	<0,0001
pH<5,80 dakika/gün	344,16 ^a	267,16 ^b	293,66 ^b	302,66 ^{ab}	129,87	0,0003
pH<5,50 dakika/gün	72,16	47,33	77,83	54,33	57,40	ÖD
Rumen sıcaklığı, C°	39,83	39,58	39,79	39,75	0,15	ÖD

¹KONT: Kontrol

²SB: Sodyum bikarbonat

³SBMO: Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit

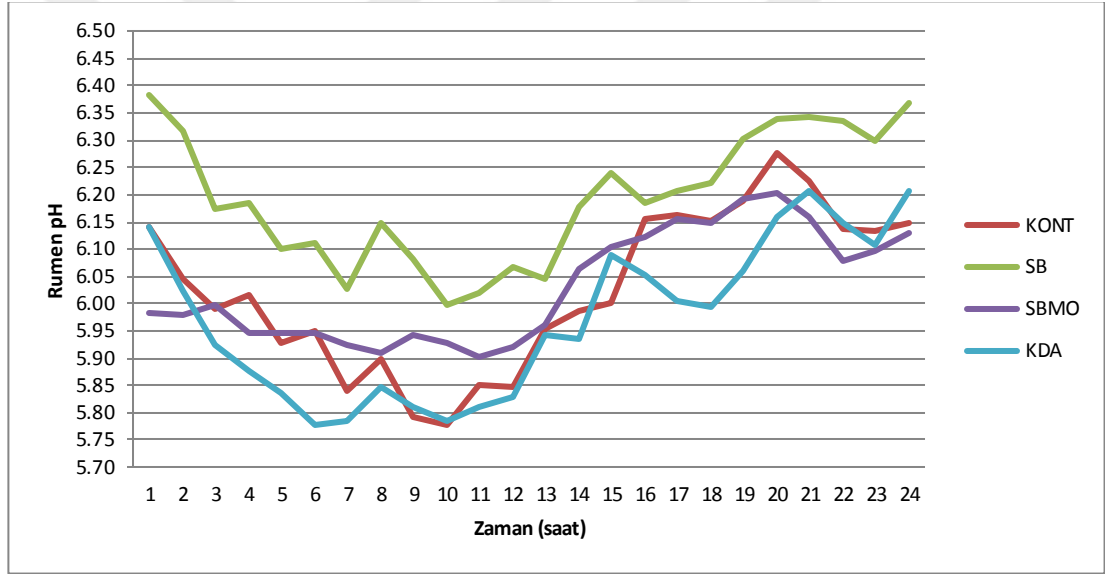
⁴KDA: Kalkerleşmiş deniz algi

⁵Gün içinde sabah yemlemesini takiben en düşük pH ölçümünün yapıldığı dakika (1 gün 1440 dakika, sabah yemlemesi 09:00-10:00 aralığında yapıldı)

S_x: Standart hata

ÖD: Önemli değil, p>0.05

a-d: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.



Şekil 21. Farklı rumen tampon maddelerin günlük rumen pH dalgalanması üzerine etkisi

4.4. Süt Verimi ve Kompozisyonu:

Araştırmada yer alan grupların süt verimleri ve kompozisyonu Tablo 23'de gösterilmiştir. Farklı rumen tampon maddelerin kullanımının süt verimi, kompozisyonu ve yağa ve enerjiye göre düzeltilmiş süt verimi üzerinde herhangi bir farklılık yaratmadığı saptanmıştır.

Tablo 23. Farklı rumen tampon maddelerin süt verimi ve kompozisyonu üzerine etkisi

Parametre	KONT ¹	SB ²	SBMO ³	KDA ⁴	S _x	P
Verim						
Süt, kg/gün	20,91	20,77	21,64	21,25	2,07	ÖD
%4 YDS ⁵ , kg/gün	18,54	18,39	19,28	18,78	1,73	ÖD
EDS ⁶ , kg/gün	20,20	19,94	20,82	20,34	1,74	ÖD
Yağ, g/gün	661,05	656,45	689,83	667,80	64,61	ÖD
Protein, g/gün	627,97	610,23	628,97	620,68	45,08	ÖD
Laktoz, kg/gün	987,17	977,30	1021,26	1002,11	100,40	ÖD
Kazein, kg/gün	501,48	488,66	509,31	493,98	38,04	OD
Kimyasal bileşim						
Yağ, %	3,19	3,16	3,22	3,25	0,19	OD
Protein, %	3,07	3,00	2,95	3,00	0,12	OD
Laktoz, %	4,70	4,71	4,71	4,70	0,07	OD
Kazein, %	2,45	2,40	2,38	2,40	0,09	OD
MUN ⁷	16,02	14,18	14,38	15,02	0,38	ÖD
YY ⁸ (KSM/KMT)	1,03	1,02	1,09	1,05	0,06	ÖD

¹KONT: Kontrol

²SB: Sodyum bikarbonat

³SBMO: Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit

⁴KDA: Kalkerleşmiş deniz algi

⁵YDS: Yağa göre düzeltilmiş süt miktarı

⁶EDS: katı maddelere göre düzeltilmiş süt miktarı

⁷MUN: Milk Urea Nitrojen (süt üre nitrojeni)

⁸YY: Yemden yararlanma

S_x: Standart hata

ÖD: Önemli değil, $p > 0.05$

4.5. Toplam Sindirilebilirlik:

Çalışmada yer alan hayvanların KM, OM, HP ve NDF tüketimleri, toplam sindirilebilirlik ve sindirilebilir besin maddesi tüketimleri Tablo 24'de gösterilmiş, belirtilen parametrelerin uygulamalardan etkilenmediği tespit edilmiştir.

Tablo 24. Farklı rumen tampon maddelerin toplam sindirilebilirlik üzerine etkisi

Parametre	KONT ¹	SB ²	SBMO ³	KDA ⁴	S _x	P
Besin maddeleri tüketimi, kg/gün						
Kuru madde	19,54	20,02	19,08	19,53	0,34	ÖD
Ham protein	3,00	3,07	2,94	2,98	0,06	ÖD
NDF ⁵	5,84	5,98	5,70	5,79	0,11	ÖD
Organik madde	18,07	18,52	17,65	17,94	0,31	ÖD
Toplam sindirilebilirlik, %						
Kuru madde	82,80	82,80	82,23	82,57	0,27	ÖD
Ham protein	84,73	84,71	83,90	84,28	0,36	ÖD
NDF	64,17	63,89	62,58	63,58	0,51	ÖD
Organik madde	84,01	84,06	83,50	83,83	0,27	ÖD
Sindirilebilir besin maddesi tüketimi						
Kuru madde	16,17	16,57	15,69	16,02	0,28	ÖD
Ham protein	2,54	2,60	2,47	2,52	0,05	ÖD
NDF	3,75	3,82	3,58	3,68	0,08	ÖD
Organik madde	15,18	15,56	14,74	15,04	0,26	ÖD

¹KONT: Kontrol

²SB: Sodyum bikarbonat

³SBMO: Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit

⁴KDA: Kalkerleşmiş deniz algi

⁵NDF: Nötral Deterjan Fiber

S_x: Standart hata

ÖD: Önemli değil, $p>0.05$

4.6. Ruminal Yıkılabilirlik:

Araştırmada kullanılan rasyonların KM, OM, NDF ve nişasta rumen yıkılabilirlik parametreleri Tablo 25-26'da, grafikleri ise Şekil 22-25'de sunulmuştur. Rasyonda farklı tampon maddelerin kullanımının KM, OM, NDF ve nişasta yıkılabilirliği üzerinde bir etki yaratmadığı belirlenmiştir.

Tablo 25. Farklı rumen tampon maddelerin in situ rumen KM ve OM yıkılabilirliği üzerine etkisi

Parametre	KONT ¹	SB ²	SBMO ³	KDA ⁴	S _x	P
Kuru Madde						
2. Saat, %	44,58	45,15	46,89	42,96	1,01	ÖD
4. Saat, %	47,09	47,96	46,68	47,28	1,14	ÖD
8. Saat, %	55,85	55,86	55,36	54,37	0,76	ÖD
12. Saat, %	53,23	54,78	51,07	51,73	0,79	ÖD
24. Saat, %	66,49	63,17	62,37	62,69	0,78	ÖD
48. Saat, %	74,95	74,73	73,95	71,54	0,69	ÖD
120. Saat, %	82,56	82,60	84,00	81,73	0,72	ÖD
Organik Madde						
2. Saat, %	40,60	41,27	44,30	39,67	1,00	ÖD
4. Saat, %	48,51	49,70	48,31	44,40	1,78	ÖD
8. Saat, %	52,99	53,65	51,80	51,53	0,80	ÖD
12. Saat, %	59,13	59,50	55,40	56,66	1,95	ÖD
24. Saat, %	70,65	67,98	66,76	67,52	1,85	ÖD
48. Saat, %	78,18	78,40	77,72	76,19	1,54	ÖD

¹KONT: Kontrol

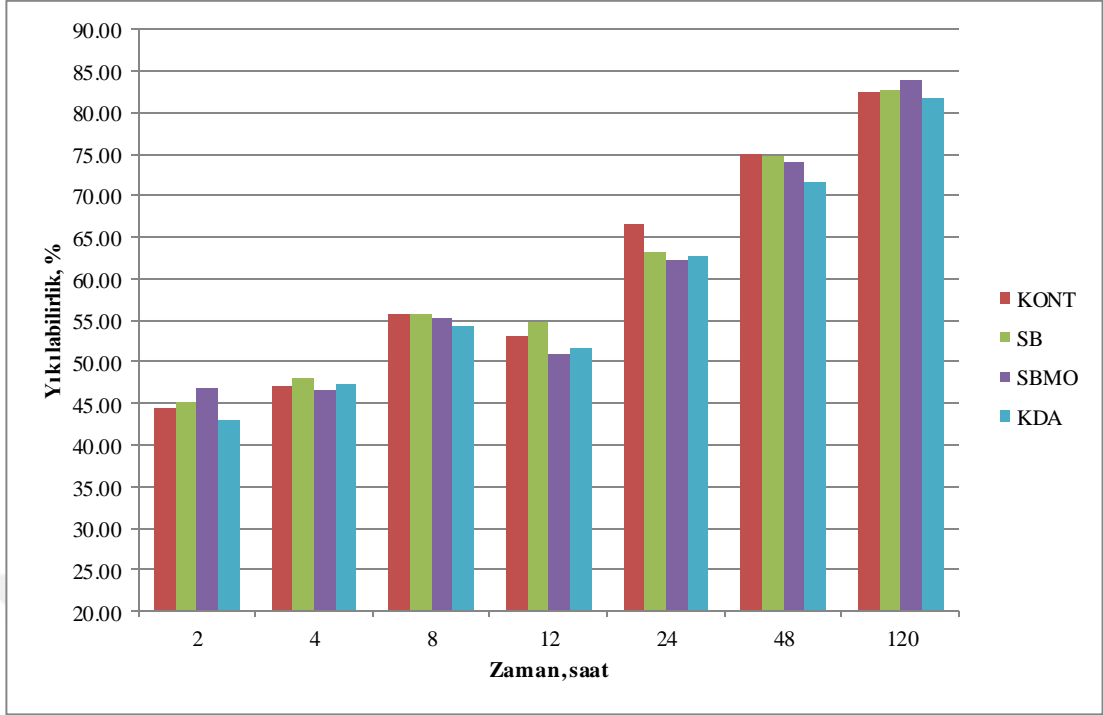
²SB: Sodyum bikarbonat

³SBMO: Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit

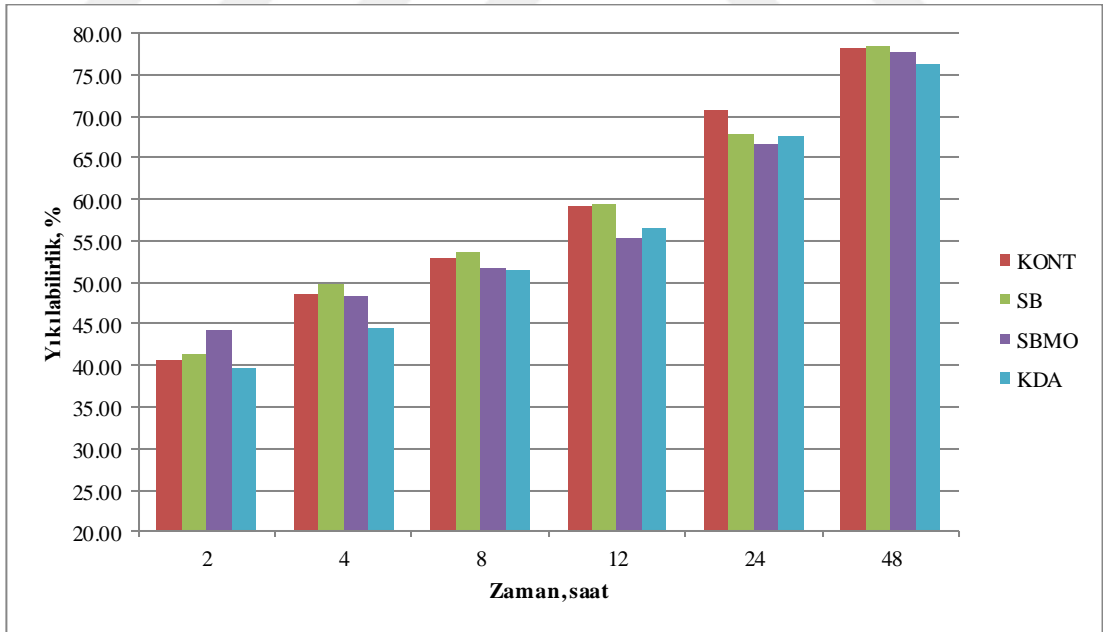
⁴KDA: Kalkerleşmiş deniz algi

S_x: Standart hata

ÖD: Önemli değil, $p>0.05$



Şekil 22. Farklı rumen tampon maddelerin KM yıkılabilirliği üzerine etkisi



Şekil 23. Farklı rumen tampon maddelerin OM yıkılabilirliği üzerine etkisi

Tablo 26. Farklı rumen tampon maddelerin in situ rumen NDF ve Nişasta yıkılabilirliği üzerine etkisi

Parametre	KONT ¹	SB ²	SBMO ³	KDA ⁴	S _x	P
NDF						
8. Saat, %	13,52	14,18	13,65	13,02	1,42	ÖD
12. Saat, %	11,25	12,81	12,91	12,54	1,80	ÖD
24. Saat, %	22,83	19,73	18,04	18,36	1,99	ÖD
48. Saat, %	39,08	39,29	36,15	30,66	1,97	ÖD
120. Saat, %	56,10	56,31	60,42	53,90	2,20	ÖD
Nişasta						
2. Saat, %	59,77	61,86	62,71	61,43	1,20	ÖD
4. Saat, %	69,82	69,86	69,69	69,12	1,38	ÖD
8. Saat, %	84,08	82,25	82,08	77,37	1,15	OD
12. Saat, %	87,90	86,77	81,54	83,63	0,89	OD

¹KONT: Kontrol

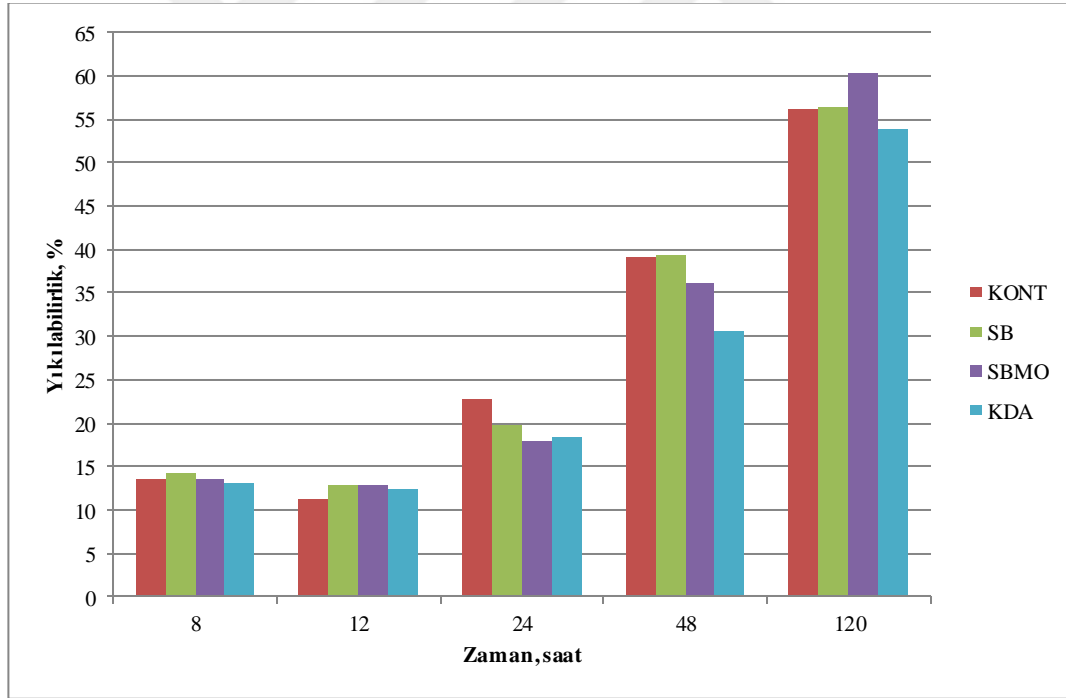
²SB: Sodyum bikarbonat

³SBMO: Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit

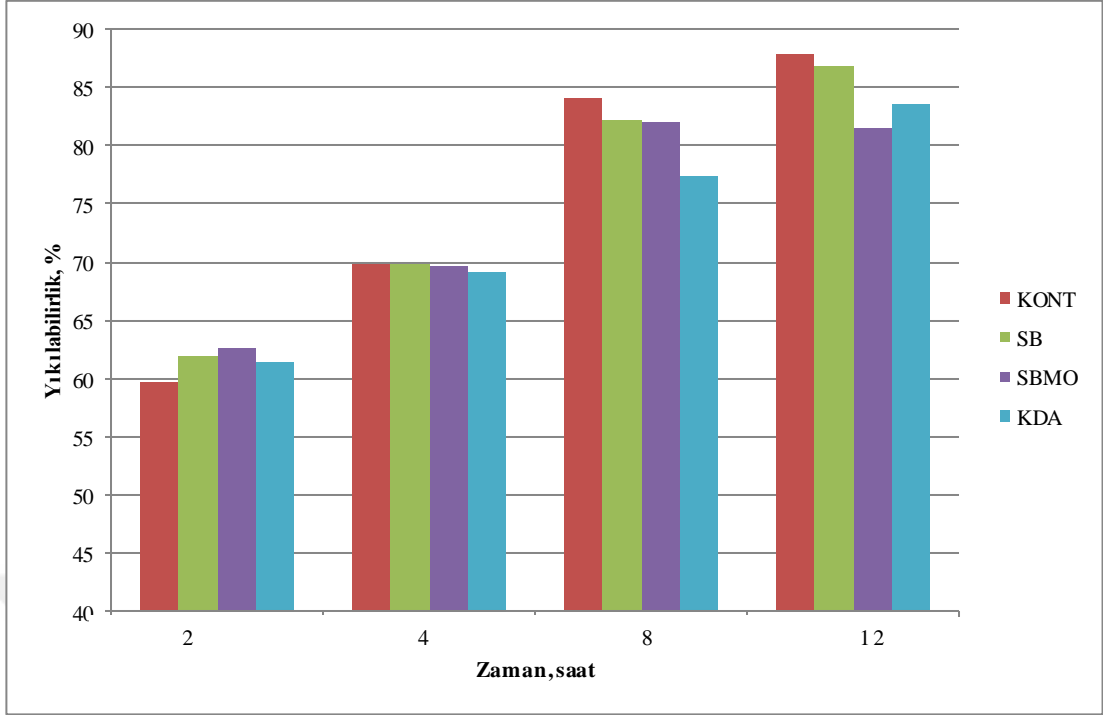
⁴KDA: Kalkerleşmiş deniz algı

S_x: Standart hata

ÖD: Önemli değil, p>0.05



Şekil 24. Farklı rumen tampon maddelerin NDF yıkılabilirliği üzerine etkisi



Şekil 25. Farklı rumen tampon maddelerin Nişasta yıkılabilirliği üzerine etkisi

4.7. Gübre Fitik Asit Konsantrasyonu ve Kıvam Skoru:

Yapılan çalışmada kullanılan farklı rumen tamponlayıcı maddelerin Tablo 27’de gösterildiği gibi, gübre fitik asit konsantrasyonu ve dışkı kıvam skoru üzerinde herhangi bir fark yaratmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 27. Farklı rumen tampon maddelerin gübre fitik asit konsantrasyonu ve dışkı kıvamı üzerine etkisi

Parametre	KONT ¹	SB ²	SBMO ³	KDA ⁴	S _x	P
Gübre fitik asit konsantrasyonu, g/100 g	0,0490	0,0490	0,0490	0,0491	0,00	ÖD
Dışkı kıvam skoru ¹	2,94	2,97	2,95	2,90	0,04	ÖD

¹KONT: Kontrol

²SB: Sodyum bikarbonat

³SBMO: Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit

⁴KDA: Kalkerleşmiş deniz algi

⁵ Skorum Zaaijer ve Noordhuizen (2001)’de belirtildiği gibi, 1 çok sulu, 5 çok katı

S_x: Standart hata

ÖD: Önemli değil, p>0.05

4.8. Pearson Korelasyon Katsayıları:

Çalışmada bazı parametreler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları Tablo 28 ve 29'da gösterilmiştir. Kuru madde tüketimi ile süt verimi ($r=0,60$, $p<0,01$), %4 YDS ($r=0,50$, $p<0,01$), süt yağı verimi ($r=0,37$, $p<0,01$) ve süt proteini veriminde ($r=0,63$, $p<0,01$) pozitif korelasyon saptanmıştır. kNDF tüketimi ile süt yağı verimi ($r=0,35$, $p<0,05$) ve süt proteini veriminde ($r=0,58$, $p<0,01$) pozitif korelasyon belirlenmiştir. Rumen pH'sının 5,50'nin altında kalma süresi ile ortalama rumen pH değeri arasında ($r=-0,59$, $p<0,05$) negatif korelasyon bulunmuştur. Süt proteini verimi ortalama rumen pH ve pH 5,50'nin altında kalma zamanı haricindeki tüm parametreler ile, $p<0,01$ anlamlılık derecesinde, pozitif korelasyon halinde tespit edilmiştir (Tablo 28).

Kuru madde sindirilebilirliği ile ham protein sindirilebilirliği ($r=0,65$, $p<0,01$), ve NDF sindirilebilirliği ($r=0,73$, $p<0,01$) sindirilebilirliği arasında pozitif, süt verimi ($r=-0,39$, $p<0,01$) ve %4 YDS arasında ($r=-0,35$, $p<0,05$) arasında negatif korelasyon saptanmıştır. OM sindirilebilirliği ile HP sindirilebilirliği ($r=0,66$, $p<0,01$) ve NDF sindirilebilirliği ($r=0,73$, $p<0,01$) arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir. Süt verimi ile NDF sindirilebilirliği ($r=-0,36$, $p<0,05$) arasında negatif, OM sindirilebilirliği ($r=0,44$, $p<0,01$) arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir.

Tablo 28. Bazı parametreler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Kuru madde tüketimi kg/gün	1								
2. NDF¹ tüketimi, kg/gün	0,97**	1							
3. kNDF² tüketimi, kg/gün	0,97**	1,00**	1						
4. Nişasta tüketimi	0,96**	0,90**	0,90**	1					
5. NFC³ tüketimi, kg/gün	0,98**	0,94**	0,94**	0,98**	1				
6. Süt yağı verimi, g/gün	0,37**	0,35*	0,35*	0,41**	0,36*	1			
7. Süt proteini verimi, g/gün	0,63**	0,58**	0,58**	0,61**	0,57**	0,72**	1		
8. Ortalama rumen pH	-0,21	-0,13	-0,06	-0,28	-0,27	0,20	0,01	1	
9. pH<5,80 dakika/gün	0,16	0,09	0,07	0,21	0,16	0,20	0,26	-0,59*	1

¹NDF: Nötral Deterjan Fiber

²kNDF: kaba yemden gelen Nötral Deterjan Fiber

³NFC: Nişasta yapısında olmayan karbonhidrat

*Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır

**Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır

Tablo 29. Bazı parametreler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. KM ¹ tüketimi kg/gün	1								
2. KM sindirilebil.%	-0,13	1							
3. HP ² sindirilebil.%	0,03	0,65**	1						
4. NDF ³ sindirilebil.%	0,11	0,73**	0,24	1					
5. OM ⁴ sindirilebil.%	-0,06	0,99**	0,66**	0,73**	1				
6. Süt verimi, kg/gün	0,60**	-0,39**	-0,10	-0,36*	0,44**	1			
7. %4YDS ⁵ , kg/gün	0,50**	-0,35*	-0,15	-0,33*	-0,39**	0,94**	1		
8. Ortalama rumen pH	-0,21	-0,10	-0,08	0,15	-0,13	0,11	0,17	1	
9. pH<5,80 dakika/gün	0,16	-0,12	0,11	-0,39	-0,10	0,01	0,12	-0,59*	1

¹KM: Kuru Madde

²HP: Ham protein

³NDF: Nötral Deterjan Fiber

⁴OM: Organik Madde

⁵YDS: Yağa göre düzeltilmiş süt verimi

*Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır

**Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1 Kuru Madde Tüketimi:

Bu araştırmada, rasyonlarda farklı rumen tamponlayıcı maddelerin kullanılması, günlük kuru madde tüketiminde gruplar arasında değişiklik yaratmamıştır. Benzer şekilde, laktasyondaki süt ineklerinin beslenmesinde, farklı tampon maddelerin kullanımı halinde, kuru madde alımında herhangi bir fark gözlenmediğine dair çalışmalar bulunmaktadır (Fisher ve ark., 1982; Harts ve Polan, 1984; Coppock ve ark., 1986; Ghorbani ve ark., 1989; Kennelly ve ark., 1999; Keunen ve ark., 2003). Erdman ve ark. (1982)'de, rasyonda tek kaba yem kaynağı olarak %40 oranında mısır silajı kullanarak yaptıkları çalışmada, rasyona %1 SB %0,8 MgO veya %1 SB+%0,8 MgO ilavesi ile hayvanların kuru madde tüketimlerinde bir farklılık tespit etmemiştir. Ancak, Erdman ve ark. (1980), rasyonlarına %1,5 SB, %0,8 MgO ve %1,5 SB+%0,8 MgO kombinasyonu ilave edilen laktasyondaki süt sığırlarında, SB alan hayvanlarda kuru madde tüketimini kontrol grubuna göre 2,1 kg daha fazla olarak bildirmiştir.

Hu ve Murphy (2005)'de, 1980-1999 yılları arasında yayımlanmış 27 çalışmada yer alan, 369 süt sığırmı kapsayan 30 deneme ve 73 diyetsel muameleyi istatistiki olarak değerlendirmiştir. Çalışmada, SB kullanımı ile kuru madde tüketiminde, mısır silajı ağırlıklı rasyonlarda 1,24 kg artış tespit edilirken, mısır silajı ağırlıklı olmayan rasyonlarda kuru madde tüketiminin etkilenmediği belirtilmiştir. Rauch (2012), düşük oranda mısır silajı ve nişasta (kuru madde bazında %10,5 mısır silajı, %16 nişasta içeren TKR) içeren rasyonla beslenen süt sığırlarında kuru madde tüketimi bakımından kontrol, SB ve kalsiyum magnezyum karbonat grupları arasında bir fark tespit etmemiştir. Araştırmacı bu sonucu rasyonda yüksek miktarda yonca kuru otu ve lif bulunmasının rasyonun tampon kapasitesini ve ruminasyonu

arttırmasına, aynı zamanda rasyonun rumende muhtemelen düşük asit oluşturma potansiyeline sahip olmasına bağlamıştır.

Wester (2002)'de %60 kaba yem, %29,9 NDF ve %34 nişasta içeren, bileşiminde %40,1 mısır silajı bulunan rasyon ile beslediği süt sığırlarında kuru madde tüketimini kontrol grubuna göre, %1,2 SB içeren rasyonla beslenen hayvanlarda daha yüksek bulmuştur ($p<0,01$). Wester (2002) tarafından rasyonda tampon madde olarak SB kullanımında kuru madde tüketiminde tespit edilen artış Erdman ve ark. (1980) ve Tucker ve ark. (1994) ile uyum göstermektedir. Farran ve ark. (2003)'de, besi sığırlarında tampon madde olarak KDA ve SB'n etkinliğini incelikleri çalışmada, kuru madde bazında %0,75 ve %1,25 KDA ile %1,25 SB kullanmıştır. Sonuç olarak, kontrol grubuna göre KDA gruplarında kuru madde tüketimini daha az ($p<0,02$), SB grubunda ise kuru madde tüketiminin kontrol ve KDA gruplarının arasında olduğunu bildirmiştir.

Der Bedrosian (2009)'da, rasyonlarına %0,93 düzeyinde SB ilave edilen erken laktasyon dönemindeki süt sığırlarında kuru madde tüketimini kontrol grubuna göre daha yüksek bulmuştur ($p<0,05$). Ancak bu tüketim farkına rağmen, süt veriminde bir değişim olmadığı için yemden yararlanma, SB grubunda daha düşük seviyede tespit edilmiştir ($p<0,05$). Rasyonda SB kullanımına bağlı olarak bazı çalışmalarda bildirilen kuru madde tüketimindeki artışın yüksek düzeyde sodyum kullanımı nedeniyle artan rumen pasaj oranından ileri gelebileceği Russell ve Chow (1993) tarafından bir hipotez olarak öne sürülmüştür. Bu artan rumen geçiş oranı teorisini destekler nitelikte, Der Bedrosian (2009) çalışmasında, SB verilen grupta organik madde, kuru madde, ham protein ve NDF sindirilebilirliği daha düşük tespit edilmiştir (OM, KM, HP için $p<0,05$; NDF için $p=0,1$).

Cruywagen ve ark. (2015)'de, rumen kanülü uygulanmış 6 adet Holstein ırkı süt ineğini asidozis oluşturma potansiyeline sahip; %35,2 kaba yem kuru maddesi, %26,2 NDF ve %47,1 NFC içeren TKR ile besleyerek, tampon madde olarak hayvan başı 90g KDA veya 180g SB kullanmıştır. Çalışmada farklı tampon madde kullanımına bağlı olarak kuru madde alımları arasında fark gözlenmemiş, bu durum farklı tampon maddelerin rasyon kabul edilebilirliğini etkilemediği şeklinde yorumlanmıştır.

Bernard ve ark. (2014)'de, erken laktasyon döneminde, SGS'leri çalışma başlangıcında 14 ± 4 olan, 36 adet Holstein ırkı süt ineğini üç gruba ayırmış, tampon madde olarak hayvan başı günlük 87g KDA veya 204g SB kullanmıştır. Hayvanların beslenmesinde kullanılan TKR, %49,4 kaba yem içeriğine sahip olup, ağırlıklı olarak mısır silajı içerecek şekilde (%34,2) hazırlanmış, NDF, NFC ve nişasta içeriği sırası ile %38, %32 ve %22 olarak belirtilmiştir. Bernard ve ark. (2014) araştırması, hayvanların SGS ve laktasyon dönemi haricinde, rasyonun kaba yem oranı ve kullanılan tampon madde miktarları açısından bu tez çalışmasına oldukça benzer değerlere sahip olup, farklı tampon maddelerin kullanımı iki çalışmada da gruplar arasında kuru madde tüketimi açısından fark yaratmamıştır.

Wu ve ark. (2015)'de, önce gebeliğinin son 3 haftası içindeki 36 hayvanı (24 inek, 12 ilk doğumunu yapacak düve) iki gruba ayırarak kalsiyum kaynağı olarak kalsiyum karbonat veya hayvan başı 50g KDA içeren TKR (anyonik olarak hazırlanmış) ile beslemiştir. Doğum sonrasında hayvanlar iki gruba ayrılarak 6 hafta süre ile günlük 317g SB veya 100g KDA alacak şekilde beslenmeye devam edilmiştir. Çalışmada, doğum öncesi ve sonrası gruplarda kuru madde tüketimi açısından farklılık tespit edilmemiştir.

Bu çalışmada kullanılan TKR %50 kaba yem içeriğine sahip olup, kaba yem %33,8 oranında ağırlıklı olarak mısır silajından oluşmakta, geriye kalanının tamamı %16 seviyesinde yonca kuru otu tarafından sağlanmaktadır. Hu ve Murphy (2005)'nin de ileri sürdüğü gibi, mısır silajı temelli rasyonlarda tampon madde olarak sadece SB kullanımında tespit edilen kuru madde tüketim artışının görülmemiş olmasının nedeni, rasyonda mısır silajı kuru maddesinin yarısı nispetinde yonca kuru otu kullanılmış olmasıyla ilişkili olabilir. Teh ve ark. (1985)'de tek kaba yem kaynağı olarak %50 mısır silajı içeriğine sahip TKR ile besledikleri süt sığırlarına 0, %0,4 ve %0,8 MgO'i yalnız veya %0,8 SB ile birlikte verdikleri çalışmada, gruplar arasında kuru madde alımı bakımından fark tespit etmemiştir.

SARA problemi yaşayan hayvanlarda değişken ve düzensiz kuru madde tüketimi bildirilmekte, bu bulgunun hayvanların SARA'nın negatif etkilerini yatıştırmak ve rumendeki yüksek UYA seviyesini düzenlemek amacıyla ortaya çıktığı düşünülmektedir (Cooper ve ark., 1999; Owens ve ark., 1998; Ghorbani ve

ark., 2002). Bu çalışmada, TKR'da nispeten yüksek kaba yem ve kNDF içeriğinin ve rasyonda mısır silajı ile birlikte tampon kapasitesi yüksek yonca kuru otunun kullanımının rumende SARA'ya bağlı şiddetli değişikliklerin oluşmasını azaltarak veya ortadan kaldırarak, gruplar arasında kuru madde tüketiminin farklılık göstermesini önlediği düşünülmektedir.

5.2. Rumen pH'sının Değerlendirilmesi

Araştırmada, en düşük rumen pH'sı KONT grubunda, en yüksek rumen pH'sı SB grubunda tespit edilmiş, minimum ve maksimum pH değerleri açısından gruplar arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Çalışmada kullanılan temel KONT grubu rasyonunun formülasyonunda ülkemiz genel besleme koşullarını yansıtabilme amacı ile kuru madde bazında %50 kaba yem, %30 NDF ve %20,7 kNDF kullanılmıştır. NRC (2001) tarafından süt sığırları rasyonlarında, minimum %30 NDF kullanımı halinde, en düşük kNDF seviyesi %17, en yüksek NFC seviyesi %40 olarak önerilmektedir. Bu çalışmada kullanılan rasyonun kNDF seviyesi önerilen minimum değerin üzerinde olmakla birlikte, NFC seviyesi %42,4 olduğu için KONT grubunda tespit edilen en düşük rumen pH değerinin, kısmen rasyonun yüksek NFC içeriğinden, kısmen de tampon madde kullanılmamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada, ortalama rumen pH'sı farklı tampon madde kullanımından etkilenmiş, SB grubunda diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,0001$). Mısır silajı ağırlıklı beslenen süt sığırlarında rasyonda SB kullanımının ortalama rumen pH'sını, tamponlayıcı kullanılmayan rasyonla beslenen hayvanlara göre 0,13 puan yükselttiği bildirilmektedir (Hu ve Murphy, 2005). Bu tez çalışmasında, Hu ve Muphy (2005)'e oldukça benzer bir şekilde KONT grubuna göre SB grubunda ortalama rumen pH'sı 0,17 puan daha yüksek saptanmıştır. Ancak, rasyonda farklı tampon maddelerin kullanımı ile tespit edilen ortalama rumen pH değerleri çalışmalar arasında farklılıklar göstermektedir. Erdman ve ark (1980), tek başına SB, MgO ve kombinasyon halinde SB+MgO kullanımı ile ortalama rumen pH değerlerinde fark tespit etmemişken, Erdman ve ark (1982)'de SB, MgO veya

SB+MgO kullandıkları araştırmada ortalama rumen pH'sında fark bulunduğunu bildirmiştir ($p<0,05$). Teh ve ark. (1985), erken laktasyon dönemindeki süt sığırlarında tampon madde olarak MgO ve SB+MgO kullanarak yürüttükleri çalışmada SB grubunda rumen pH'sını yüksek olarak tespit etmiştir ($p<0,05$). Bazı araştırmacıların SB kullanımı ile ortalama rumen pH değerinde artış tespit etmelerinde, örnek alım zamanının oldukça kritik önemli oluğu, rumen pH'sının yemleme sonrası 4-6 saat sonra en düşük seviyeye ulaştığı belirtilmektedir (The ve ark., 1985). Bu çalışmada, rumen pH'ları rumen içine yerleştirilen ve sürekli pH ölçümü yapaan sistem ile ölçüldüğü için örnek alım zamanı ile rumen pH'sı arasında bir bağlantıdan söz etmek mümkün değildir. Ancak, SB'n MgO ile kombine kullanıldığı grupta, MgO'in tamponlama kapasitesinin üretim prosesi ve partikül büyüklüğünden büyük oranda etkilenmesi (Stout ve ark., 1972; Jesse ve ark., 1981; Schaefer ve ark., 1982; Beede ve ark., 1989) SBMO grubunda ortalama rumen pH değerinin SB grubu kadar ykseklk gstermeyişinin nedeni olabilir.

Cruywagen ve ark. (2004), sağmal süt sığırlarında KDA kullanımı ile rumen pH'sının yükselip, optimal KDA dozunu hayvan başı günlük 80g olarak bildirmiş, sağmal süt ineklerinde rumen asidozisi kontrolünde günlük 90g KDA kullanımının 180g SB kullanımına göre daha etkin olduğunu belirtmiştir (Cruywagen ve ark., 2007). Calitz (2009)'da, günlük 80g KDA'nin etkin bir rumen tampon madde olarak rumen pH'sının 5,50 kritik seviyesine düşüşünü önlediğini ifade etmiştir. Çalışmada, KDA 80g/gün dozda, tek tampon madde olarak kullanıldığında ortalama rumen pH'sı 6,03 olarak llmştir. Diğer üç muamele grubunda ise KDA 40g, 80g ve 80g olmak üzere sırası ile 40g, 80g ve 120g SB ile birlikte kullanılmıştır. Sözü edilen üç grupta ortalama rumen pH'sı KDA ile birlikte 40g, 80g ve 120g SB kullanımı halinde sırası ile 6,11; 6,15 ve 6,28 olarak kayıt edilmiş, gruplar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,013$). Cruywagen ve ark. (2015), yüksek seviyede, %64,8 konsantre yem içeren TKR ile besledikleri süt ineklerinde, kontrol grubu ile hayvan başına günlük 90g KDA veya 180g SB'n etkinliğini karşılaştırmış, ortalama rumen pH'sı kontrol, KDA ve SB grupları için sırası ile 5,56, 5,66 ve 5,60 olarak llmştir ($p>0,05$). Bu araştırmada, 100g KDA kullanımı ile tespit edilen rumen pH değerinin 6,03 olması araştırmada kullanılan rasyonun

konsantr yem içeriğinin Cruywagen ve ark. (2015)'e göre daha düşük olmasından ileri gelebilir.

Ruminal sıvıda pH değeri 6,20 ve 5,80 olarak yapılan in vitro çalışmalarda Van Soest ve ark (1991)'de pH 6,10'nun altında kaldığında rumen aktivitesinin zayıfladığına, Beauchemin ve Yang (2005)'de 5,80'in altına indiğinde SARA riskinin yükseldiğine dikkat çekmiştir. Bu tez çalışmasında, KONT grubunda rumen pH'sının 5,80'nin altında kalma süresi diğer gruplara göre daha uzun bulunmuştur ($P<0,0003$). KONT grubunda daha uzun süre ile düşük rumen pH değerinin gözlenmesinin nedeni, hiçbir tampon madde içermeyen TKR ile beslenmesi ile açıklanabilir ve SARA korumasında rumen tampon maddelerin yararlı etkilerinin söz konusu olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu nedenle, günlük 19,5 kg kuru madde tüketen, %30 NDF ve %25 nişasta içeriğine sahip TKR ile beslenen, orta-geç laktasyon dönemindeki süt sığırlarının beslenmesinde tampon madde kullanılmaması durumunda SARA riskinin artış gösterebileceği düşünülmektedir.

Wales ve ark. (2004) tarafından yapılan in vitro çalışmada en yüksek NDF sindirilebilirliği rumen pH'sının 5,60 yerine 6,10 dolaylarında değişim gösterdiğinde saptanmış, bu farklılığın pH'nın 5,60'ın altına inmesi önlendiğinde azaldığı belirlenmiştir. Calsamiglia ve ark. (1999) ve Mourino ve ark. (2001)'e göre pH 5,80'nin altında rumende fibrolitik bakteri aktivitesi azalmakta ancak amilolitik bakteriler pH 5,20-6,00 aralığında daha fazla aktivite göstermektedir (Ishler ve ark., 1996). Bu bulgular ışığında, fermente olabilirliği yüksek rasyonlarda, pH 6,10'in altına inmediği sürece rumen fonksiyonlarında bir azalma beklenmemekte, yalnızca pH 5,50'nin altına indiğinde SARA'ya bağlı olumsuz etkilerin görülebileceği bildirilmektedir.

Cruywagen (2015)'de, rumen pH'sının 5,50 altında kaldığı süre 24 saatlik zaman diliminde devamlı olarak 1 saatten fazla olarak tespit edilmiş; saat olarak pH 5,50'in altında KDA, SB ve kontrol grubunda sırası ile 4, 7,5 ve 13,8 saat kalmıştır ($p<0,001$). Ferran ve ark. (2003)'de besi sığırlarında tampon madde olarak KDA ve SB kullanımı ile pH 5,60'nun altında geçen zaman bakımından tampon madde grupları ile kontrol grubu arasında farklılık tespit etmemiştir. Bu tez çalışmasında, rumen pH'sının 5,50'nin altında kaldığı süre bakımından gruplar arasında fark

görülmemiş, 24 saatlik süreçte pH 5,50'nin altında kaldığı zaman, KDS ve SB için 1 saatin altında, KONT ve SBMO gruplarında 1 saatin biraz üzerinde tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Paton (1998) ve Keunen ve ark. (2003)'de rumen tamponlayıcı olarak kullanılan SB'nin rasyona ilave edilerek veya serbest olarak sunulması halinde, rumen pH'sının 5,80 ve 5,60 altında kaldığı süreler arasında fark görmemiştir.

Fermentasyon sonucunda oluşan UYA'leri rumen duvarından ayrılmamış formda, büyük oranda pasif difüzyon ile emilmektedir (Dijkstra ve ark., 1993; Lopez ve ark., 2003; Graham ve ark., 2007). UYA'lerinin pKa değeri 4,90 dolayında olduğu için, rumen pH'sının 5,80'in altında kritik seviyelere doğru hareket etmesiyle birlikte UYA'leri rumen sıvısından bir hidrojen atomu alarak, ayrılmamış forma geçmeye başlar ve rumen duvarından emilerek rumen sıvısını terk ederek rumen pH'sının fizyolojik sınırlarda tutulmasına çalışır (Oetzel, 2007). Bu çalışmada, pH 5,50'nin altında geçen süre açısından fark gözlenmemiş olmasının, rumende oluşan UYA'lerinin kritik pH 5,50-5,80 aralığında ayrılmamış formda rumen duvarı tarafından etkin bir biçimde emilmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

5.3. Rumen Uçucu Yağ Asitleri ve Amonyak Azotu:

Farklı rumen tamponlayıcı maddelerin kullanılması, rumen sıvısındaki toplam UYA, asetat, propionat, bütirat, A/P (Asetik/Propiyonik asit oranı) ve rumen amonyak azotu seviyeleri arasında herhangi bir fark meydana getirmemiştir.

Khorasani ve Kennelly (2001)'de tampon madde olarak SB kullanılan, %50 veya %75 konsantre yem içeren TKR beslenen süt sığırlarında tampon madde ilavesi ve konsantre yem seviyesinin total UYA konsantrasyonunu arttırdığını, tampon madde içeren rasyonla beslenen gruplarda asetik asit konsantrasyonunun yükseldiğini, ancak propiyonik asidin değişmediğini bildirmiştir. Tampon madde almayan hayvanlarda ise rumen propiyonat seviyesinin yükseldiği ($p<0,01$) tespit edilmiştir.

Optimum rumen fonksiyonlarının devamlılığının sağlanabilmesi için A/P'nin 3,00'ı aşmaması gerektiği bildirilmektedir (Van Kessel ve Russel, 1996b). Bu

çalışmada günlük 0-16 saatlik süreçte ölçülen A/P değerleri 2,29-3,02 arasında değişim göstermiş ve önerilen A/P sınırmı aşmadığı görülmüştür. Khorasani ve Kennelly (2001), günlük A/P değişiminin 1,40-3,40 aralığında dağılım gösterdiğini, A/P'nin konsantre yem artırımı ile yükselip, tampon madde olarak SB kullanımıyla azaldığını belirtmiştir. SB'nin tampon madde olarak kullanımı ile rumen asetat seviyesinde ve A/P'da artış bildirilmektedir (Emery ve ark., 1961; Emery ve ark., 1965; Erdman ve ark., 1980). Tampon madde olarak MgO kullanımında, A/P'da önemli bir değişim olmadığı, hatta asetat konsantrasyonunda azalma eğilimi bulunduğu tespit edilmiştir (Erdman ve ark., 1980). Teh ve ark (1985), süt sığırları rasyonlarında SB kullanımı ile propiyonik asit molar konsantrasyonunun azaldığını, SB'nin MgO ile birlikte kullanıldığında bu azalmanın daha fazla olduğunu, buna bağlı olarak da A/P'nin yükseldiğini belirtmiştir. Chibisa ve ark (2016)'da, %30 ve %70 oranında düşük ve yüksek kaba yem içeriğine sahip ve tampon madde içermeyen TKR ile beslenen besi sığırlarında, A/P'nin düşük ve yüksek kaba yem grupları için sırası ile 2,40 ve 3,99 olarak belirtmiştir. Rumen asidozisi ve asidozis halinde rumen parametrelerinde meydana gelen değişimler bakımından süt ve besi sığırları, her ne kadar tükettikleri rasyonların kaba yem oranları farklı olsa da, süt sığırlarının yüksek kuru madde tüketim potansiyelinden dolayı benzer risk altındadır (Oetzel, 2007). Bu noktada, yapılan çalışmada A/P bakımından 2,29-3,02 aralığında değerlerin tespit edilmiş olması, %50 kaba yem içeren TKR ile beslenen süt sığırlarında, %30 oranında kaba yem ile beslenen besi sığırlarına yakın ruminal A/P değerinin gözlenebileceği, TKR'nin %50 kaba yem ihtiva etmesine karşın risk arz edebileceği şeklinde yorumlanabilir.

Cruywagen ve ark (2015), Khorasani ve Kennelly (2001)'e paralel olarak, kontrol grubuna kıyasla, rasyon ile SB alan hayvanlarda total UYA konsantrasyonunun yükselme eğiliminde olduğunu belirtmiş ($p=0,074$), asetat konsantrasyonu KDA grubunda kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuş, asetat oranını SB grubunda KDA ve kontrol grubu değerlerinin arasında, ancak kontrol grubundan farklı eğiliminde olduğu belirtilmiştir ($p=0,082$). Bu çalışmada, rumen total UYA konsantrasyonu ve tampon madde kullanılmaması halinde rumen sıvısında propiyonik asit seviyesinde artış görülmemesinin nedeninin, konsantre yem miktarının diğer çalışmalar kadar düşük olmaması ile ilişkili olduğu

düşünülmektedir. Benzer şekilde, Danscher ve ark. (2015), %74,6 oranında kaba yem içeren TKR ile beslenen hayvanlarda, %50:50 oranında arpa ve buğday içeren kesif yem ile yaptıkları SARA uyarımında, toplam UYA, bütirat ve propiyonat seviyesinde bir değişim görmemiştir. Araştırmacılar, asetat oranının uyarım sonrasında sadece 2 gün olmak üzere SARA grubunda düştüğünü ($p<0,02$) tespit etmiştir. Bu çalışmada, hazırlanan temel rasyon araştırma boyunca kullanıldığı ve muamele grupları dışarıdan tampon madde ilave etmek sureti ile oluşturulup özel bir SARA uyarım prosesi uygulanmadığı için, zaman içerisinde rasyona adapte olan sığırlarda, SARA'ya bağlı bildirilen, toplam ve bireysel UYA seviyelerindeki değişimlerin görülmemiş olması normal olarak değerlendirilebilir (Erfler ve ark., 1982; Nagaraja ve Titgemeyer, 2007). Bu çalışmada UYA tespiti amacıyla rumen sıvısı örnekleri 16 saat süreyle, 4 saatte bir alınmıştır. Benzer biçimde, Macmillan ve ark. (2016)'da her 3 saatte bir rumen sıvısı olarak tespit ettikleri toplam UYA ve UYA profilinde, saat başı numune alımı yapılan çalışmalara göre (Sutton ve ark., 1988; French ve Kennelly, 1990) örnek alım sıklığının bir fark yaratmadığını bildirmiştir. Bu açıdan, çalışmada UYA seviyeleri üzerinde muamele gruplarının bir etki yaratmamış olmasının yetersiz rumen sıvısı örneği alma sıklığı ile ilişkilendirilemeyeceği düşünülmektedir.

Tampon maddelerin rumen amonyak azotu üzerinde artış (Kilmer ve ark., 1981), azalma (Stokes ve ark., 1986b) ve bir etkisi olmadığına dair (Lilmer ve ark., 1980; Teh ve ark., 1985) bildirimler bulunmaktadır. Rumen amonyak konsantrasyonunun istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte, rasyonda MgO kullanımı ile azaldığı, bu azalmanın özellikle %0,8 MgO kullanımı ile belirgin olduğu belirtilmektedir (Teh ve ark., 1985). Stokes ve ark. (1986a)'da, rasyonda tampon madde olarak SB veya MgO'in yalnız kullanımlarına kıyasla, kuru madde bazında %0,70 SB+%0,28 MgO kombinasyonunun ruminal amonyak konsantrasyonunu arttırdığını tespit etmiştir. Bu çalışmada, farklı rumen tamponlayıcı maddelerin kullanımı ile rumen amonyak azotu konsantrasyonunda bir farklılık gözlenmemiş olup, bu yönde bildirimler bulunmaktadır. Cruywagen ve ark. (2015)'de, tampon madde olarak SB veya KDA kullanımının rumen amonyak azotu üzerinde etkisi olmadığını belirtmiştir. Bu bulgu, Doepel ve Hayırlı (2011) ile uyum içerisinde olup, SB ilaveli veya ilavesiz, tahıl olarak buğday bazlı besledikleri sağmal

ineklerde, rumen amonyak konsantrasyonunda farklılık tespit etmemiştir. Benzer şekilde, Kennelly ve ark. (1999), %50 konsantre yem içeren rasyona tampon madde olarak SB ilavesi ile rumen amonyak seviyesinde bir artış sağlanmadığını bildirmiştir. Gonzales ve ark. (2008)'de, %1,25'den %5 seviyesine kadar artan oranlarda SB kullanımı ile rumen amonyak azotu konsantrasyonunda bir fark tespit etmemiştir. Bu araştırmada, hayvanlar günde tek öğün olarak sabah 09:00'da beslenmiştir. Gün içinde, besleme sonrası en yüksek rumen amonyak azotu ölçüm değerleri Doepel ve Hayırlı (2011) ile uyumlu bir biçimde, besleme sonrası 2-4 saat aralığında tespit edilmiştir.

5.4. Süt Verimi ve Kompozisyonu:

Bu çalışmada ortalama SGS'leri 193 ± 67 olan, orta-geç laktasyon dönemindeki inekler kullanılmıştır. Robinson ve ark. (1987) geç laktasyon dönemindeki sağmal süt ineklerinin erken laktasyon dönemindeki hayvanlara göre daha az süt verimine, ancak daha fazla süt yağına sahip olduklarını bildirmesine karşın, hayvanların %4 YDS verimleri, çalışmada tespit edilen düşük süt yağı değerlerinden dolayı, süt verimlerinin altında tespit edilmiştir.

Bu araştırmada, tampon maddelerin süt verimi üzerinde fark yaratmamasına benzer şekilde bildirimler bulunmaktadır. Stokes ve ark. (1986a), kontrol, %0,7 SB ve %0,7 SB+%0,28 MgO kullanımının süt verimi ve süt bileşimini etkilemediğini belirtmiştir. Calitz (2009), tampon madde olarak KDA, SB veya bu iki ürünün kombinasyon halinde kullanımının süt verimi ve kompozisyonu üzerinde bir fark yaratmadığını tespit etmiştir. Calitz (2009) ile uyumlu bir şekilde, Wu ve ark. (2014), kontrol, rasyonda KDA veya SB kullanımı halinde süt verimi ve kompozisyonu arasında farklılık bulunmadığını bildirmiştir. Doepel ve Hayırlı (2011) rasyonda SB kullanımı halinde, süt verimi ve kompozisyonunda bir değişim tespit etmemiş, ancak Doepel ve ark. (2009) çalışmasında, %20 buğday içeren rasyonla beslenen süt ineklerinde SB kullanımı ile süt yağında düşüş meydana gelmediğinin altını çizmiştir.

English ve ark. (1985), %50 kaba yem içeren TKR'da tampon madde olarak %1,5 SB+%0,5 MgO kullanarak düzenledikleri çalışmada, süt verimi ve kompozisyonunda herhangi bir fark tespit etmemiştir. Hu ve Murphy (2005)'de, mısır silajı ağırlıklı veya mısır silajı ağırlıklı olmayan TKR ile beslenen süt sığırlarında, rasyona SB ilavesinin süt verimi, süt protein oranı ve protein verimini etkilemediğini bildirmiştir. Aynı araştırmacılar, mısır silajı ağırlıklı rasyon ile beslenen hayvanlarda, süt yağ oranının 0,27 puan ($p<0,02$), yağ veriminin de 105 g/gün ($p<0,01$) daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Kennelly ve ark. (1999), %75 oranında yüksek düzeyde konsantre yem içeren rasyon ile besledikleri süt sığırlarında, %1,2 SB kullanımı ile süt verimi ve %4 YDS veriminde artış saptamış, bu sonucu rumende artan asetik asit miktarına bağlı toplam UYA'leri yükselmesi ile ilişkilendirmiştir. Benzer yapıdaki diğer bir diğer çalışmada, Khorasani ve Kennelly (2001), %50 veya %75 konsantre yem içeren rasyon ile beslenen süt sığırlarında, SB kullanımının süt verimini etkilemediği, ancak süt yağındaki artışa bağlı olarak %4 YDS veriminin arttığını belirtmiş, süt veriminin kaba yem seviyesi veya tampon madde kullanımından etkilenmediğini ifade etmiştir. Cruywagen ve ark. (2015), rasyonda KDA kullanımı ile süt verimi ve süt yağ oranında SB ve kontrol grubuna göre artış belirlemiştir.

Rauch (2012) tampon madde olarak SB kullanımı halinde kontrol grubuna göre, süt veriminin azaldığını ($p<0,01$), süt yağ ve protein oranının yükseldiğini (sırası ile, $p<0,01$; $p=0,04$), süt yağ veriminin ise değişim göstermediğini belirtmiştir. Wester (2002), rasyona SB ilavesinin süt verimini arttırdığını ($p=0,04$), ancak süt yağı, süt proteini, %4 YDS ve MUN (Milk Urea Nitrogen; süt üre nitrojeni) değerlerinde bir değişiklik yaratmadığını bildirmiştir. Benzer şekilde, bu çalışmada farklı tampon maddelerin kullanımı ile MUN değerlerinde bir fark tespit edilmemiştir.

Colman ve ark. (2010), altı haftayı kapsayan, buğday bazlı konsantre yemin kademeli olarak artırımı ile başarılı bir şekilde SARA uyarımı yapılan, dolayısı ile hiçbir tampon madde kullanılmayarak beslenen süt sığırlarında, zamanın ilerlemesi ve SARA şiddetinin artmasına paralel olarak süt veriminde ve süt yağında azalma, süt proteininde artış tespit etmiştir.

Cerbulis ve Farrell (1974), Amerika Birleşik Devletleri'nde, Holstein, Jersey, Guernsey, Ayrshire, Brown Swiss ve sütçü Shorthorn ırkları için süt kompozisyonunu ve bileşenlerinin dağılımı inceleyerek, Holstein ırkı için süt kazein miktarını $2,53 \pm 0,40$ olarak belirtmiştir. Bu araştırmada, süt kazein miktarı bakımından gruplar arasında bir farklılık tespit edilmemesine karşın, $2,38-2,45$ aralığında belirlenen kazein seviyesi Cerbulis ve Farrell (1974) ile uyumludur.

Holstein ırkı süt sığırlarında, Süt Yağı Depresyonu (SYD), süt yağı analiz değerinin $3,20$ 'nin altında olma durumu olarak tanımlanmaktadır (Oetzel, 2007). Bu çalışmada, gruplarda ölçülen süt yağı değeri $3,16$ ile $3,25$ arasında değişiklik göstermektedir. Hutjens (1999), Holstein ırkı süt ineklerinde yaz aylarında, sonbahar dönemine göre süt yağı seviyesine $0,25$ puanlık azalma görülmesinin normal olarak karşılanması gerektiğini bildirmiştir. Yaz aylarında yaşanan bu problemin, artan SARA riski ile ilişkili olduğu, sıcak stresi nedeniyle azalan tükürük tamponlama kapasitesi, solunuma bağlı alkalozis ve sıcak stresine bağlı düzensiz yem tüketiminin yapıcı nedenler arasında yer aldığı ifade edilmektedir (Oetzel, 2007; Buamgard, 2014). Bu çalışma, 15.06.2014 -12.08.2014 tarihleri arası yaz döneminde gerçekleştiği, hayvanlar bağlı sistemde barındırılıp, barınak içinde serinletme için fan sistemi bulunmadığından, süt yağında yazın sıcak stresine bağlı olarak, tüm grupları kapsayan SYD yaşanmış olabilir. Ancak, ardışık 4 deneme dönemini kapsayan çalışmada, deneme etkisi ile süt yağları arasındaki ilişki incelendiğinde, dört deneme döneminde, sırası ile süt yağ değerlerinin $3,10$, $2,99$, $3,41$ ve $3,32$ olması ($p > 0,05$), sıcak stresi ve SARA haricinde bazı diyetel etkenlerinde SYD üzerinde etkisi olabileceğini düşündürmektedir. Doymamış yağ asitleri rumende tam olarak biyohidrojenize olmadığında ortaya çıkan bazı ara ürünler, özellikle *trans-10*, *cis-12* konjuge linoleik asit, ince bağırsaklardan emilip meme dokusuna ulaştığında, burada süt yağ asitleri sentezi ve salgısını kontrol eden genlerin yanıtını baskılamaktadır (Piperova ve ark., 2000; Harvatine ve Bauman, 2006). Yüksek oranda tahıl, linoleik asit açısından zengin mısır ve mısır yan ürünlerinin rasyonda aşırı kullanımı neticesinde oluşan daha asidik rumen ortamından dolayı ($pH 6,40$ karşı $pH 6,10$) linoleik asitten, *trans-10* linoleik asit isomerlerine dönüşüm artmaktadır (Grünari ve ark., 1998).

Rumene her gün, tüketilen yemlerden gelen toplam doymamış yağ asitleri miktarını takip etmek yararlı bir izleme aracı olarak önerilmiş, günlük 500g üzerinde oleik, linoleik ve linolenik asit alımı yağ kaynaklı SYD için riskli olarak bildirilmiştir (Jerkins, 2011). Bu çalışmada kullanılan konsantre yem karması sırası ile %22,8 mısır ve %21,92 mısır DDGS içeriğine sahip olup, TKR'nin gruplarda gözlemlenen 19,5-20,0 kg aralığındaki ortalama kuru madde tüketimi seviyesinde sağladığı toplam doymamış yağ asidi alım miktarı 374-384 g/gün arasında değişmektedir (CNCPS version 6.5.5). Günlük 5 g veya daha az miktarda *trans-10* konjuge linoleik asit isomeri alınımının ciddi süt yağı düşüşü yaratmak için yeterli olduğu belirtilmektedir (Oetzel, 2007). Bu bilgidен yola çıkarak, çalışmada kullanılan rasyonun mısır silajı, dane mısır ve mısır DDGS içeriği ile birlikte değişen derecelerde meydana gelen SARA'nda etkisi ile Bauman ve Grünari (2001)'de belirtilen trans-teorisine bağlı SYD ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir.

5.5. Toplam Sindirilebilirlik:

Rumen tamponlayıcı olarak SB, SB+MgO veya KDA kullanımı; KM, OM, HP ve NDF sindirilebilirliği üzerinde fark yaratmadığı için, sindirilebilir besin maddesi tüketimlerinde de bir farklılık saptanmamıştır. Benzer şekilde, Rauch (2012), tampon madde olarak SB kullanımı halinde KM, NDF ve HP sindirilebilirliğinde fark tespit etmemiş, KM sindirilebilirliğinin SB grubunda, kontrol grubuna göre daha düşük olma eğiliminde olduğunu belirtmiştir ($p=0,05$). Stokes ve ark. (1986a), tampon madde olarak SB, MgO ve SB+MgO kullanımı halinde kontrol grubuna kıyasla KM, OM, HP ve NDF sindirilebilirliğinde bir fark tespit etmemiştir. Tampon madde olarak üç farklı partikül büyüklüğüne sahip MgO kaynağı ve SB'nin kullanıldığı çalışmada KM sindirilebilirliği açısından farklılık görülmediği saptanmıştır (Thomas ve ark., 1987).

Rasyonda kullanılan karbonhidrat kaynakları ve tampon maddeler arasındaki ilişkiyi inceleyen Khorasani ve Kennelly (2001); bikarbonat tamponlayıcıların etkisini araştıran McKinnon ve ark. (1990) ve erken laktasyon dönemindeki süt sığırlarında farklı tahıl işleme yöntemleri ile tampon madde ilavesi arasındaki ilişkiyi

inceleyen Moore ve ark. (1992); KM, HP ve NDF sindirilebilirliği açısından farklılık oluşmadığını bildirmişlerdir. Dopel ve Hayırlı (2011), rasyonda SB kullanımını kontrol grubu ile kıyasladıkları araştırmada, SB kullanımı ile KM, HP ve NDF sindirilebilirlikleri açısından fark tespit etmemiştir. Bu tez çalışmasında, NDF sindirilebilirliği açısından muamele grupları ile kontrol grubu arasında fark görülmemesinin nedeni, ortalama rumen pH'ları açısından SB grubu ile diğer 3 grup arasında istatistikî fark olmasına karşın, ortalama pH'nın 6,02-6,19 arasında tespit edilmiş olması ile açıklanabilir. Rumen pH'sının yaklaşık 6,00 dolaylarına inmesine neden olan hafif pH düşüşlerinde, lif sindiriminde oluşan düşüş az olmakta ve fibrolitik bakteriler genelde etkilenmemektedir. Rumen pH değerinin 5,50 veya 5,00 seviyelerine inmesine neden olan düşüşler fibrolitik bakteri sayı ve büyüme oranında depresyona neden olmaktadır (Terry ve ark., 1969; Therion ve ark., 1982). Bu araştırmada, pH 5,50'nin altında geçen zaman bakımından gruplar arasında farklılık bulunmaması, lif sindiren bakterilerin sayı ve aktivitesinde bir azalma olmadığı şeklinde yorumlanmıştır.

Erdman ve ark. (1982); kontrol, SB ve SB+MgO kullanımı halinde HP sindirilebilirliğinde bir farklılık belirlememiş olmasına karşın, MgO'in KM ve OM sindirilebilirliğini arttırdığını ($p<0,01$), SB'nin bu şekilde bir etki ortaya koymadığını belirtmiştir. Bu noktada araştırmacı, toplam sindirimde meydana gelen iyileşmenin temelde lif ve nişasta sindiriminden ileri geldiğinin altını çizmiştir. Rumen pH'sında meydana gelen değişimlerin lif sindirimini etkilediği uzun süredir bilinmektedir (Nicholson ve ark., 1960; Lassiter ve Cook, 1963;). Calsamiglia ve ark. (2002), rumen pH'sı ve pH dalgalanmalarının ruminal fermentasyon üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, düşük rumen pH'sının (pH 5,70'de sabit) KM ve NDF sindirilebilirliğinde azalmaya neden olduğunu belirtmiştir.

Mesgaran ve ark. (2013), farklı tampon maddelerin rumen pH'sı ve KM sindirilebilirliği üzerindeki etkisini incelediği in vitro çalışmada, KM sindirilebilirliği açısından kontrol, SB, MgO ve KDA grupları arasında fark tespit etmemiş, ancak SB+KDA kombinasyon halinde kullanıldığında en iyi tamponlama ve en yüksek kuru madde sindirilebilirliğinin tespit edildiğini bildirmiştir.

5.5. Rumen Yıkılabilirliği:

Farklı rumen tampon maddelerin kullanılması, gruplar arasında KM, OM, NDF ve nişasta yıkılabilirliği bakımından bir fark yaratmamıştır.

Kaba yem kalitesine dair birçok parametre süt sığırı rasyon formülasyonu ve maliyetini etkilemekte, ancak bunların çok azı kuru madde tüketimi ve süt verimi ile direkt ilişki halindedir (Oba ve Allen, 2011). İn situ NDF sindirilebilirliğinin her 1 puan artmasına karşılık, kuru madde tüketiminde 0,17 kg, % 4 YDS veriminde 0,25 kg artış meydana geldiği bildirilmiştir (Oba ve Allen, 1999). Hoffman ve ark. (2003), bu tez çalışmasında kullanılan mısır silajı ve yonca kuru otu besin değerlerine göre 48 saatlik ruminal NDF yıkılabilirliğini sırası ile %50,1 ve %46,7 olarak belirtmektedir. Bu çalışmada, muamele gruplarında tespit edilen 48 saatlik NDF yıkılabilirliğinin %40'ın biraz altında ve referans değerlere göre düşük olması, rumende lif sindiriminde azalmanın serinletme olanaklarının bulunmaması, sıcak stresi ve beslemeye bağlı oluşan SARA'dan ileri geldiği düşünülmektedir.

Ruminant beslemede, yem hammaddelerindeki nişastanın ruminal yıkılabilirliği ve sindirimi rumendeki fermantasyonun gidişatını, lif sindirimini ve mikrobiyal protein sentezini etkilemektedir (Chamberlain ve ark., 1985; Ørskov, 1986). Rumende nişastanın hızlı yıkılması düşük rumen pH'sı ve laktik asidozise neden olabilir (Nocek ve Russell, 1988; Nocek, 1995). Bu çalışmada kullanılan TKR'nin bileşimindeki nişastanın %35'i mısır silajından, geriye kalan %65'i ise konsantre yemden sağlanmıştır. Konsantre yem karomasında doğal halde, sırası ile %22,8 mısır, %12 buğday, %10 arpa ve %5 buğday kepeği kullanılmış olup, kesif yemin bileşimindeki nişastanın ise %48'i mısırdan, %50'si arpa ve buğdaydan köken almıştır.

Batajoo ve Shaver (1998), mısır ve arpanın 4 ve 12 saatlik rumen nişasta yıkılabilirliğini inceledikleri çalışmada, mısır için 4 ve 12. saatlerde sırası ile %38 ve %55; arpa için %65 ve %90 yıkılabilirlik tespit etmiştir. Monteils ve ark. (2002) rumende buğday nişastasının 1. saatin sonunda %90'dan fazla oranda yıkıldığını, 12 saatte %100 yıkılma derecesine ulaşıldığını bildirmektedir. Offner ve ark (2003) rumen pasaj oranını %6/saat olarak hesapladıkları rumen etkin nişasta yıkılabilirlik

değerlerini mısır, arpa, buğday ve mısır silajı için sırası ile %59,7, %85,9, %93,9 ve %86,5 olarak tespit etmiştir. Buradan görüleceği üzere, silaj olarak fermentasyona tabi tutulan mısır nişastasında, nişasta yıkılma oranı kuru öğütülmüş mısıra göre artış göstermektedir.

Firkins ve ark. (2001) rumende sindirilen nişasta miktarının artması ile rumen pH'sının azalarak rumen asidozisi riskinin arttığını belirtmiş, nişastanın rumende yıkılma oranının artması ile oluşan düşük pH'nın ruminal NDF sindirilebilirliğini de azalttığını ifade etmiştir. Rumen sıvısı pH değeri ile rasyondaki sindirilebilir nişasta değeri arasında güçlü negatif korelasyon ($R=-0,97$) olduğu bildirilmektedir (Sauvant ve ark., 1999). Bu çalışmada, nişasta sindirilebilirliği ile ortalama rumen pH'sı arasındaki korelasyon incelenmemiş olmakla birlikte, toplam nişasta ve OM tüketimi ile ortalama rumen pH'sı ve pH 5,80 altında geçen süre bakımından gruplar arasında fark tespit edilmemiştir. Araştırmada, tüm gruplarda, nişastanın yaklaşık %70'i ilk 4 saat içinde yıkılmış, nişasta sindirilebilirliği 8. Saate kadar artış göstermiş, 8 ve 12. saatler arasında önemli ölçüde farklılık meydana gelmemiştir. Bu noktada, TKR içindeki toplam nişastanın yalnızca yaklaşık %30'luk kısmının öğütülmüş mısırdan sağlandığı ve bu nişastanın ruminal yıkılma oranı nispeten düşük olduğu için, 4. saate tespit edilen nişasta yıkılabilirliğinin arpa, buğday ve fermente olmuş mısır silajı nişasta değerine yakın tespit edilmiş olması normal bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

5.6. Gübre Kıvamı ve Dışkı Fitik Asit Konsantrasyonu :

Bu araştırmada, gübre kıvam skoru ve dışkı fitik asit konsantrasyonu bakımından gruplar arasında fark saptanmamıştır.

SARA ile karşı karşıya kalan süt sığırlarının gübre kıvamında birtakım değişimler olduğu belirlenmiştir (Rossow, 1984; Dirksen, 1985; Nordlund ve ark., 1995; Garry, 2002). SARA'dan etkilenen hayvanlarda, sindirim kanalındaki içeriğin artan osmolaritesi ve ince bağırsaklarda su çekici özelliğinden dolayı gübre kıvamında yumuşama bildirilmektedir (Garry, 2002). Colman ve ark. (2010), SARA uyarımı sonrasında hayvanlarda gübre kıvamında değişim ve yumuşama meydana

geldiğini bildirmiştir. Ireland-Perry ve Stallings (1993), mısır silajı ve yonca kuru otu tüketen süt ineklerinde gübre kıvam skorunu 2,31 olarak belirlemiştir. Wester (2002), kaba yem olarak mısır silajı ve yonca kuru otunun kullanıldığı, tampon madde olarak SB'nin etkisinin incelendiği çalışmada, gübre kıvam skorunu 2,40 olarak bildirmiştir. Bu çalışmada, 2,90-2,97 arasında tespit edilen gübre kıvam skoru yapılan çalışmalarla paralellik göstermekle birlikte bir miktar daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

He ve ark. (2009), New York bölgesindeki 10 süt sığırı işletmesinden topladıkları taze dışkı örneklerini analiz ettikleri çalışmada, süt sığırı dışkılarında fitik asit konsantrasyonunu 858 mg/kg olarak tespit etmiştir. Ancak kullanılan farklı fitik asit ekstraksiyon metotlarına göre fitat miktarının KM bazında 291 ile 965 mg/kg arasında geniş bir dağılım gösterdiği bildirilmiştir.

Guyton ve ark. (2003), rasyondaki nişasta kaynağı ve rasyona saflaştırılmış fitik asit ilavesinin ruminal fitaz enzim aktivitesi üzerinde etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir. Fitik asit ilavesine karşın oluşan yanıt, nişasta kaynağına göre değişiklik göstererek, düşük fosfor seviyesi (%0,32 fosfor) ve rasyonda kuru öğütülmüş mısır kullanılan hayvanlarda, rumen fitaz enzim aktivitesi sayısal olarak daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın, rasyonda mısır flake kullanılan hayvanların rumenindeki fitaz enzim aktivitesi fitik asit ilavesinden etkilenmemiştir.

Ruminant beslemede, kanatlı beslenmesinde olduğu gibi dışarıdan fitaz enzimi kullanımı, dışkı ile fosfor atılımı ve dışkıdaki fitik asit konsantrasyonu ile ilgili yayınlar kısıtlıdır. Ayrıca, yayınlarda bildirilen fitik asit seviyeleri, fitik asidin ekstrakte edilme metoduna göre farklılık göstermektedir (He ve ark., 2009). Bu çalışmada, dışkıdaki fitik asit seviyesinin oldukça düşük tespit edilmesi, rasyonların makro mineraller açısından NRC (2001) normlarını aşmayacak şekilde hazırlanmış olması yanında, Guyton ve ark. (2003)'de açıklandığı şekilde, rasyonlarda kuru öğütülmüş mısır kullanımına bağlı artan ruminal fitaz enzim aktivitesinden ileri gelebilir.

5.7. Sonuç:

Farklı tampon maddelerin %50 kaba yem içeren TKR ile beslenen, orta laktasyon dönemindeki sağmal süt sığırlarında kullanımı, kuru madde tüketimi, süt verimi ve kompozisyonu ile yemden yararlanma etkinliğini etkilememiştir. SB süt sığırıcılığı endüstrisinde uzun süredir kullanılmakta olan, rumen pH'sı üzerindeki yararlı etkileri bilinen tampon etkili bir maddedir. Rasyonda SB kullanımı, SB'nin MO ile kombine halde veya tampon madde olarak KDA kullanımı ile kıyaslandığında ortalama rumen pH değerinde artış meydana getirmiştir. Ancak, SARA'ya bağlı rumen pH değerinde azalma, kuru madde tüketiminde ve lif sindiriminde düşüş ortalama rumen pH'sından çok, gün içinde pH'nın 5,50'in altında ne kadar süre kaldığı ile ilişkili olup, bu parametre bakımından tampon madde grupları arasında farklılık tespit edilmemiştir.

Farklı tampon maddelerin kullanımının rumen amonyak azotu, toplam ve bireysel UYA konsantrasyonu, toplam sindirilebilirlik, rumen yıkılabilirliği, gübre kıvam skorun ve dışkıdaki fitik asit konsantrasyonunda bir değişiklik meydana getirmediği belirlenmiştir.

Süt sığırı işletmelerinde elde edilen gelirin temelini süt veriminin oluşturması, kullanılan hayvan materyalinin yüksek süt verimi ve kuru madde tüketim kabiliyeti ve ülkemiz koşullarında karşı karşıya kaldığımız kaba kalitesi ile ilgili problemler ruminant besleme uzmanlarını daha yüksek seviyelerde konsantre ve rumen fermente olabilirliği yüksek yem hammaddeleri kullanmaya itmektedir. Bu durum kaçınılmaz olarak sahada SARA'nın önemli bir besleme problemi olarak mevcudiyetini sürdürmeye devam edeceği anlamına gelmektedir. Bu nedenle, süt sığırlarında daha düşük kaba yem ve daha yüksek seviyede fermente olabilir karbonhidrat kaynaklarının kullanımı ile deneysel olarak uyarılan SARA varlığında, farklı tampon madde ve bunların kombinasyonlarının rumen pH'sı, fermantasyonu, süt verimi ve kompozisyonu ile ekonomik getirisinin değerlendirildiği çalışmalara gereksinim olduğu düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Akman N (2016). Dünya ve Türkiye’de Hayvansal Üretim. http://zootekni.agri.ankara.edu.tr/wpcontent/uploads/sites/353/2016/03/HYB_G%C2%A6-R%C2%A6-%C5%9E_2016.pdf (25.02.2017)

Allen MS (1997). Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*, 80 (7). 1447-1462.

Allen MS (2000) Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 83:1598-1624.

Allison MJ, Robinson LM, Dougherty RW, et al. (1975). Grain overload in cattle and sheep: changes in microbial populations in the cecum and rumen. *Am. J. Vet. Res.* 36:181-185.

AlZahal O, Kebreab E, France J, et al. (2007). A mathematical approach to predicting biological values from ruminal pH measurements. *Journal of Dairy Science*, 90(8): 3777-3785.

Andersen JB, Sehested J, Ingvarsen L (1999). Effect of dry cow feeding strategy on rumen pH, concentration of volatile fatty acids and rumen epithelium development. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* 49:149-155.

Antanaitis R, Žilaitis V, Kučinskis A, et al. (2015). Changes in cow activity, milk yield, and milk conductivity before clinical diagnosis of ketosis, and acidosis. *Veterinarija ir Zootechnika*, 70:(92).

Armstrong DV (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*.77:2044-2050.

Aschenbach JR, Bilk S, Tadesse G, et al. (2009). Bicarbonate-dependent and bicarbonate-independent mechanisms contribute to nondiffusive apical uptake of acetate in the ruminal epithelium of sheep. *Animal Journal of Physiology. Gastrointest. Liver Physiology*. 296:G1098–G1107.

Aschenbach JR, Penner GB, Stumpff F, et al. (2010). Invited review: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. *Journal of Animal Science*. DOI:10.2527/jas.2010-3301.

Ash RW, Dobson A (1963). The effect of absorption on the acidity of rumen contents. *Journal of Physiology*. 169:39-61.

AOAC (1990). Official methods of analysis, 15th edition. Association of Official Analytic Chemist. Arlington.

ASÜD Süt ve Süt Ürünleri Tüketimi (2015). <http://www.asuder.org.tr/veriler/turkiyede-sut-ve-sut-urunleri/sut-ve-sut-urunleri-tuketimi-2015/> (25.02.2017)

Bach A, Dinarés M, Devant M, et al. (2007). Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. *The Journal of Dairy Research*.74(1): 40.

Bach A (2008). The etiology of low rumen pH and possible tools to reduce the incidence of sub-acute rumen acidosis. *Proc California Animal Nutrition Can*, pp: 1-17, Fresno, CA.

Bailey CB, Balch CC (1961). Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 2. The composition and rate of secretion of mixed saliva in the cow during rest. *British Journal of Nutrition*, 15(03) : 383-402.

Bailey CB (1961). Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 3. The rate of secretion of mixed saliva in the cow during eating with an estimate of the magnitude of the total daily secretion of mixed saliva. *British Journal of Nutrition* 15(3):443–451.

Bandaranayaka DD, Holmes CW (1976). Changes in the composition of milk and rumen contents in cows exposed to a high ambient temperature with controlled feeding. *Trop Animal Health Production*. 8(1):38-46.

Batajoo KK, Shaver RD (1998). In situ dry matter, crude protein, and starch degradabilities of selected grains and by-product feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 71(1):165-176.

Bauman DE, Currie WB (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science* 63 1514–1529.

Bauman DE, Griinari NM (2001). Regulation and nutritional manipulation of milk fat: Low-fat milk syndrome. *Livestock Production Science*.70:15-29

Baumgard LH, Mattitashvill E, Corl BA, et al. (2002). Trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid decreases lipogenic rates and expression of genes involved in milk lipid synthesis. *Journal of Dairy Science*.85: 2155–2163.

Baumgard LH, Rhoads RP (2007). The effects of hyperthermia on nutrient partitioning. *Proc. Cornell Nutr. Conf., Ithaca, NY*. pp: 93-104.

Baumgard LH, Abuajamieh MK, Stoakes SK, et al. (2014). Feeding and managing cows to minimize heat stress. In *Proc. 23rd Tri-State Dairy Nutrition Conference* (pp. 61-74). Ohio State University, Ames.

Beauchemin KA, Farr BI, Rode LM, et al. (1994). Effects of Alfalfa Silage Chop Length and Supplementary Long Hay on Chewing and Milk Production of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 77: 1326-1339.

Beauchemin KA (2005). Applying nutritional management to rumen health. *Dairy Science Update* 352.

Beauchemin KA, Yang WZ (2005). Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *Journal of Dairy Science*, 88(6), 2117-2129.

Beauchemin KA (2008). Preventing ruminal acidosis in dairy cows. *Dairy Nutritional Strategies to Meet Economic and Environmental Challenges*, 155. https://www.researchgate.net/profile/Karen_Beauchemin/publication/239580178_Reducing_Methane_Emissions_from_Dairy_Cows/links/55e5b46c08aecb1a7ccd0bf0/Reducing-Methane-Emissions-from-Dairy-Cows.pdf#page=159 (11.04.2018)

Beede DK, Hirschert EM, Lough DS, et al. (1989). Solubility of magnesium from feed grade sources in an invitro and abomasal system. *Proceeding Florida Dairy Production Conference*.

Benjamin TL, Leytem AB (2004). Phosphorus compounds in sequential extracts of animal manures: Chemical speciation and a novel fractionation procedure. *Environmental science & technology*, 38(22):6101-6108.

Bergman EN (1990). Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiological Reviews*, 70:567-590.

Bernard JK, West JW, Mullis N, et al. (2014). Evaluation of calcareous marine algae supplements on production and metabolic parameters of early lactation dairy cows. *The Professional Animal Scientist*, 30(6): 649-656.

Beya MM (2007). The effect of buffering dairy cows diets with limestone, Acid Buf or sodium bicarbonate on production response and rumen metabolism. MS Thesis. Stellenbosch Univ., Matieland, South Africa.

Bhatti AS, Dollimore D, Dyer A (1984). Magnesia from seawater: a review. *CLAY MINER. Clay Miner.*, 19(5): 865.

Bilik K, Strzetelski J, Furgal-Dierzuk I, et al. (2014). Effect of supplementing TMR diets with artificial saliva and acid buf on optimizing ruminal pH and fermentation activity in cows. *Annals of Animal Science*, 14(3): 585-593.

Blood, DC, Studdert VP(1988). Baillière's comprehensive veterinary dictionary. Baillière Tindall.

Braithwaite GD (1976). Calcium and phosphorus metabolism in ruminants with special reference to parturient paresis. Journal of Dairy Research, 43(3): 501-520.

Calitz T (2009). The effect of Acid Buf and combinations of Acid Buf and sodium bicarbonate in dairy cow diets on production response and rumen parameters. MS Thesis. Stellenbosch Univ., Matieland, South Africa.

Canale CJ, Stokes MR (1988). Sodium bicarbonate for early lactation cows fed corn silage or hay crop silage-based diets. Journal of Dairy Science. 71:373-380.

Calsamiglia S, Ferret A, Plaixats J, et al. (1999). Effect of pH and pH fluctuations on microbial fermentation in a continuous culture system. Journal of Dairy Science 82(Suppl. 1):38.

Calsamiglia S, Ferret A, Devant M (2002). Effects of pH and pH fluctuations on microbial fermentation and nutrient flow from a dual-flow continuous culture system. Journal of Dairy Science, 85(3), 574-579.

Calsamiglia S, Cardozo PW, FerretA, et al. (2008). Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. Journal of Animal Science, 86(3):702-711.

Celtic Sea Minerals Technical Bulletins (2010) More about calcareous marine algae. http://www.celticseaminerals.com/calcareous_marine_algae.html (05.09.2017)

Celtic Sea Minerals Acid Buf brochure 1 (2005). Celtic Sea Minerals Corporate brochure. http://www.celticseaminerals.com/calcareous_marine_algae.html (05.09.2017)

Celtic Sea Minerals Acid Buf manufacturing process (2008). http://www.celticseaminerals.com/calcareous_marine_algae.html (05.09.2017)

Cerbulis J, Farrell HM (1975). Composition of milks of dairy cattle. I. protein, lactose, and fat contents and distribution of protein fraction 2. *Journal of Dairy Science*, 58(6), 817-827.

Cerrato-Sánchez M, Calsamiglia S, Ferret A (2008). Effect of the magnitude of the decrease of rumen pH on rumen fermentation in a dual-flow continuous culture system. *Journal of Animal Science*. 86: 378-383.

Chalupa W, Sniffen CJ, Stone GM (2000). Balancing rations for milk components Asian-Australasian. *Journal of Animal Science*. 13 (Suppl.):388–396.

Chamberlain DG, Thomas PC, Wilson W, et al. (1985). The effects of carbohydrate supplements on ruminal concentrations of ammonia in animals given diets of grass silage. *Journal of Agricultural Science Camb*. 104, 331–340.

Chase LE (2006). Climate change impacts on dairy cattle. Fact sheet, Climate Change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses. Online at : <http://dbccc.onep.go.th/Climate/attachments/article/105/Climate%20Change%20Impacts%20on%20Dairy%20Cattle.pdf> (28.02.2017)

Church DC, Pond WG (2005). *Basic Animal Nutrition and Feeding*. 5th Edition, Wiley Press, New Jersey, pp: 422-428.

Clarkson MJ, Downham DY, Faull WB, et al. (1996). Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *Vet. Rec*. 138:563–567.

Cottee G, Kyriazakis I, Widowski TM, et al. (2004). The effects of sub-acute ruminal acidosis on sodium bicarbonate supplemented water intake for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 87: 2248-2253.

CPM Dairy Version-3 Manual (2007). <https://cahpwww.vet.upenn.edu/lib/exe/fetch.php/software:cpm:man:cpmdairyhelpv3.pdf>

Cook NB, Nordlund KV, Oetzel GR (2004). Environmental influences on claw horn lesions associated with laminitis and subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 87: E36-E46.

Cooper RJ, Klopfenstein TJ, Stock RA, et al. (1999). Effects of imposed feed intake variation on acidosis and performance of finishing Steers. *Journal of Animal Science* 77:1093-1099.

Coppock CE, Schelling GT, Byers FM, et al. (1986). A naturally occurring mineral as a buffer in the diet of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 69:111-123.

Crichlow EC, Chaplin RK (1985). Ruminant lactic acidosis: Relationship of forestomach motility to nondissociated volatile fatty acids levels. *American Journal of Veterinary Research*. 46 (9): 1908-1911.

Cruywagen CW, Swiegers JP, Taylor SJ, et al. (2004). The effect of Acid Buf in dairy cow diets on production response and rumen parameters. *Journal of Dairy Science*. 87 (Suppl.1): 46.

Cruywagen CW, Taylor SJ, Beya MM (2007). The effect of buffering dairy cow diets with limestone, Acid Buf or sodium bicarbonate + limestone on production response and rumen parameters. *Journal of Dairy Science*. 90 (Suppl.1): 561.

Cruywagen CW, Taylor S, Beya MM, et al. (2015). The effect of buffering dairy cow diets with limestone, calcareous marine algae, or sodium bicarbonate on ruminal pH profiles, production responses, and rumen fermentation. *Journal of Dairy Science*, 98(8): 5506-5514.

Dale HE, Goberdhan CK, Brody S (1954). A comparison of the effects of starvation and thermal stress on the acid-base balance of dairy cattle. *Am J Vet Res*, 15(55):197-201.

Das LK, Kundu SS, Kumar D, et al. (2014). Metabolizable protein systems in ruminant nutrition: A review. *Veterinary World*, 7(8).

Davis CL (1979). The use of buffers in the rations of lactating dairy cows. Regulation of acid base balance. Hale WH and Meinhardt P. Church and Dwight CO., Inc. Piscataway, NJ. pp:51-64.

Davis CL, Brown RE, Bietz DC (1964). Effects of feeding high-grain, restricted-roughage rations with and without bicarbonates on the fat content of milk produced and the molar proportions of VFA in the rumen. *Journal of Dairy Science* 47:1217-1219.

De Brabander DL, De Boever JL, Vanacker JM, et al. (2002). Evaluation and effects of physical structure in dairy cattle nutrition. In *Recent Developments and Perspectives in Bovine Medicine*. Kaske M, Scholz H, Holtershinken M (eds.). Keynote Lectures from the XXII World Buiatrics Congress. pp:182-197.

Dehority BA (2003). *Rumen Microbiology*. Nottingham University Press, Nottingham, England.

Der Bedrosian MC (2009). The effect of sodium bicarbonate or live yeast culture (*saccharomyces cerevisiae*) on the metabolism and production of lactating dairy cows. PhD Thesis.

DeVries TJ, Beauchemin KA, Dohme F, et al. (2009). Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: Feeding, ruminating, and lying behavior. *Journal of Dairy Science* 92:5067-5078.

DeVries TJ (2014). Improving Health And Management Through Knowledge Of Dairy Cow Behaviour. <http://www.simleite.com/home/anais/IV/04.pdf> (25.01.2017).

Dijkstra J, Boer H, van Bruchem J, et al. (1993). Absorption of volatile fatty acids from the rumen of lactating dairy cows as influenced by volatile fatty acid concentration, pH, and rumen liquid volume. *British Journal of Nutrition*. 69:385–396.

Dikmen S, Hansen PJ (2009). Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *Journal of Dairy Science*.92(1):109-116.

Dirksen GU, Liebich HG, Mayer E (1985). Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. *Bovine Practitioner* 20:116-120.

Dirksen G (1985). Der Pansenazidose Komplex neuere Erkenntnisse und Erfahrungen. *Tiera. Rztl. Prax.* 13:501–512.

Dirksen G (1990). Erkrankungen des Verdauungsapparates. in: G. ROSENBERGER (ed.) *Die klinische Untersuchung des Rindes.* Verlag Parey, Berlin und Hamburg, pp. 288 – 400.

Doepel L, Cox A, Hayirli A (2009). Effects of increasing amounts of dietary wheat on performance and ruminal fermentation of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 92(8), 3825-3832.

Doepel L, Hayirli A (2011). Exclusion of dietary sodium bicarbonate from a wheat-based diet: Effects on milk production and ruminal fermentation. *Journal of Dairy Science*, 94(1), 370-375.

Donker JD, Marx GM (1980). Sodium bicarbonate in diets for milking Holstein cows. *Journal of Dairy Science.* 63:931.

Doria E , Galleschi L, Calucci L, et al. (2009). Phytic acid prevents oxidative stress in seeds: evidence from a maize (*Zea mays* L.) low phytic acid mutant. *Journal of Experimental Botany*, 60(3): 967-978.

Duffield T, Plaizier JC, Bagg R, et al. (2004). Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science.* 87: 59–66.

Eastridge ML (2000). Walking the rumen health tightrope. *Hoard's Dairyman.* Vol. 145. pp: 626. Fort Atkinson, WI.

Emery RS, Brown LD (1961). Effect of feeding sodium and potassium bicarbonate on milk fat, rumen pH, and VFA production. *Journal of Dairy Science* 44:1899.

Emery RS, Brown LD, Thomas JW (1964). Effect of sodium and calcium carbonates on milk production and composition of milk, blood, and rumen contents of cows fed grain ad libitum with restricted roughage. *Journal of Dairy Science* 47:1325.

Emery RS, Brown LD, Bell JW (1965). Correlation of milk fat with dietary and metabolism factors in cows fed restricted-roughage rations supplemented with magnesium oxide or sodium bicarbonate. *Journal of Dairy Science* 48:1647

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.

Enemark JM (2008). The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. *The Veterinary Journal*. 176(1): 32-43.

Enemark JMD, Peters G, Jørgensen RJ (2003). Continuous monitoring of rumen pH—a case study with cattle. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 50(2): 62-66.

Enjalbert F, Videau Y, Nicot MC, et al. (2008). Effects of induced subacute ruminal acidosis on milk fat content and milk fatty acid profile. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 92(3):284-291.

Erdman RA (1988). Dietary buffering requirements of the lactating dairy cow: a review. *Journal of Dairy Science*, 71 (12) : 3246 – 3266.

Erdman RA, Botts RL, Hemken RW, et al. (1980). Effect of dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide on production and physiology in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 63:923-930.

Erdman RA, Hemken RW, Bull LS (1982a). Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows: Effects on production, acid-base metabolism and digestion. *Journal of Dairy Science*. 65:712.

Erdman RA, Hemken RW, Douglass LW, et al. (1982b). Effects of sodium bicarbonate on palatability and voluntary intake of concentrates fed lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 65:1647-1651.

Erfe JD, Boila RJ, Teather RM, et al. (1982). Effect of pH on fermentation characteristics and protein degradation by rumen microorganisms in vitro. *Journal of Dairy Science*. 65:1457–1464.

Etschmann B, Suplie A, Martens H (2009). Change of ruminal sodium transport in sheep during dietary adaptation. *Arch. Animal Nutrition*. 63:26–38.

FAO Statistical Yearbook (2014). <http://www.fao.org/3/a-i3621e.pdf> (25.02.21017)

Farran T, Erickson GE, Klopfenstein TJ (2003). Evaluation of buffering agents in feedlot diets for cattle. *Nebraska Beef Catle Reports*. pp:226.

Ferraretto LF, Crump PM, Shaver RD (2013). Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 96(1): 533-550.

Faser J (2010). Keep sodium bicarbonate for buffering in dairy cow rations. <http://www.americandairymen.com/articles/keep-sodium-bicarbonate-buffering-dairy-cow-rations> (10.12.2012)

Firkins JL, Eastridge ML, St-Pierre NR, et al. (2001). Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. *Journal of Animal Science*. 79 (E. Suppl.) : E218.

Fisher LJ, Mackay VG (1983). The investigation of sodium bicarbonate or bentonite as supplements in silages fed to lactating cows. *Can. J. Anim. Sci*. 63:939-947.

Fellner V (2009). Reactions in the Rumen – Limits and Potential for Improved Animal Production Efficiency, <http://www.dairyweb.ca/Resources/SWNMC2009/Fellner.pdf> (17.01.2017)

Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 77: 2695-2703.

French N, Kennelly JJ (1990). Effects of feeding frequency on ruminal parameters, plasma insulin, milk yield, and milk composition in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 73:1857–1863.

Gäbel G, Bestmann M, Martens H (1991). Influences of diet, short-chain fatty acids, lactate and chloride on bicarbonate movement across the reticulorumen wall of sheep. *Zentralbl. Veterinarmed. A* 38:523–529.

Gaines WL (1928). The energy basis of measuring milk yield in dairy cows. Bulletin University of Illinois (Urbana-Champaign campus). Agricultural Experiment Station); No. 308.

Gakhar N, Li S, Krause DO, et al. (2009). Development of alternate markers for subacute ruminal acidosis (SARA) (Doctoral dissertation, University of Manitoba).

Garciam AD, Diaz-Royon F (2013). Dietary carbohydrates in heat-stressed dairy cows. <http://www.progressivedairy.com/topics/feed-nutrition/dietary-carbohydrates-in-heat-stressed-dairy-cows> (28.02.2017)

Garrett EF (1996). Subacute rumen acidosis. Large Animal Vet. X, 6–10.

Garrett EF, Nordlund KV, Goodger WJ, et al. (1997). A cross-sectional field study investigating the effect of periparturient dietary management on ruminal pH in early lactation dairy cows. Journal of Dairy Science. 80(Suppl. 1):169-169. (Abstr.)

Garrett EF, Pereira MN, Nordlund KN, et al. (1999). Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. Journal of Dairy Science. 82:1170-1178.

Garry FB (2002). Indigestion in ruminants. in: B.P. SMITH (ed.): Large animal internal medicine 2nd ed. Mosby, St. Louis and Baltimore, pp:722 – 747.

Ghorbani GR, Jackson JR, Hemken RW (1989). Effects of sodium bicarbonate and sodium sesquicarbonate on animal performance, ruminal metabolism, and acid-base status. Journal of Dairy Science 72:2039-2045.

Ghorbani GR, Morgavi DP, Beauchemin KA, et al. (2002). Effects of bacterial direct-fed microbials on ruminal fermentation, blood variables, and the microbial population of feedlot cattle. Journal of Animal Science 80:1977-1986

Giesecke D, Stangassinger M (1980). Lactic acid metabolism. Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Y. Ruckebusch, and P. Thivend, Eds. AVI Publishing Co., Westport, CT. pp:523-540.

Godoy S, Chicco C, Meschy F, et al. (2005). Phytic phosphorus and phytase activity of animal feed ingredients. *Interciencia*, 30(1).

Goff JP (2006). Macromineral physiology and application to the feeding of the dairy cow for prevention of milk fever and other periparturient mineral disorders. *Animal feed science and technology*, 126(3): 237-257.

González LA, Ferret A, Manteca X, et al. (2008). Increasing sodium bicarbonate level in high-concentrate diets for heifers. I. Effects on intake, water consumption and ruminal fermentation. *Animal*: 2(5):705-712.

González LA, Manteca X, Calsamiglia S, et al. (2012). Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*.172:(1), 66-79.

Gozho GN, Plazier JC, Krause DO, et al. (2005). Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *Journal of Dairy Science*.88: 1399-1403.

Graham C, Gatherer I, Haslam I, et al. (2007). Expression and localization of monocarboxylate transporters and sodium/proton exchangers in bovine rumen epithelium. *Animal Journal of Physiology Regul. Integr. Comp. Physiol.* 292:R997–R1007.

Grant RJ, Colenbrander VF, Mertens DR (1990). Milk fat depression in dairy cows: role of particle size of alfalfa hay. *Journal of Dairy Science*. 73: 1823-1833.

Grant RJ (1997). Interactions among forages and nonforage fiber sources. *Journal of Dairy Science*.80:1438-1446.

Grant RJ, Albright JL (2001). Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 84: E156 - E163.

Griinari JM, Dwyer DA, McGuire MA, et al. (1998). Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 81:1251-1261.

Grove-White D (2004). Rumen healthcare in the dairy cow. *In Practice*,26(2):88-95.

Guyton AD, Knowlton KF, Casper DP, et al. (2000). Starch source affects phosphorus excretion in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*(Suppl. 1): 288.(Abstr.).

Guyton AD, McKinney JM, Knowlton KF (2003). The effect of steam-flaked or dry ground corn and supplemental phytic acid on phosphorus partitioning and ruminal phytase activity in lactating cows. *Journal of dairy science*, 86(12):3972-3982.

Gülmez BH, Türkmen İİ (2007). Effect of starch sources with different degradation rates on ruminal fermentation of lactating dairy cows. *Revue Med. Vet.* 158 (02): 92-99.

Gürtler H, Schweigert FJ (2000). Physiologie der Laktation. In:Engelhardt, W., and V. U. G. Breves (eds), *Physiologie der Haustiere*, pp: 572–593.

Hackmann TJ (2014). Strategies to improve rumen microbial efficiency. Florida Ruminant Nutrition Symposium, University of Florida, Gainesville.

Hall MB, Larson CC, Wilcox CJ (2010). Carbohydrate source and protein degradability alter lactation, ruminal, and blood measures. *Journal of Dairy Science*.93: 311-322.

Hart SP, Polan CE (1984). Effect of sodium bicarbonate and disodium phosphate on animal performance, ruminal metabolism, digestion, and rate of passage in ruminating calves. *J. Dairy Sci.* 67:2356-2368

Harvatine KJ, Bauman DE (2006). SREBP1 and thyroid hormone responsive spot 14 (S14) are involved in the regulation of bovine mammary lipid synthesis during diet-induced milk fat depression and treatment with CLA. *The Journal of Nutrition*, 136(10), 2468-2474.

He Z, Toor GS, Honeycutt CW, et al. (2006). An enzymatic hydrolysis approach for characterizing labile phosphorus forms in dairy manure under mild assay conditions. *Bioresource technology*, 97(14): 1660-1668.

He Z, Waldrip HW, Honeycutt CW, et al. (2009). Enzymatic quantification of phytate in animal manure. *Communications in soil science and plant analysis*, 40(1-6): 566-575.

Heinrichs J (2013). The penn state particle separator, <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/forages/forage-quality-physical/separator> (16.01.2017).

Helmenstine AM (2017). Equation for the reaction between baking soda and vinegar. <https://www.thoughtco.com/equation-for-the-reaction-of-baking-soda-and-vinegar-604043> (04.09.2017)

Hernández J, Benedito JL, Abuelo A, et al. (2014). Ruminant acidosis in feedlot: from aetiology to prevention. The Scientific World Journal. Article ID: 702572.

Hobson PN (1989). The rumen microbial eco-system. Elsevier Applied Science, London.

Hoffman PC, Lundberg KL, Bauman LM, et al. (2003). In vitro NDF digestibility of forages: The 30 vs. 48 hour debate. Focus on Forage, 5(16), 1-3.

Hogue JF, Tucker WB, Van Koeveering MT, et al. (1991). Controlled Ruminant Infusion of Sodium Bicarbonate. 1. Influence of Post feeding Infusion Interval on Ruminant Milieu, Journal of Dairy Science. 74 (5):1675-1683.

Hoover WH, Kincaid CR, Varga GA, et al. (1984). Effects of solid and liquid flows on fermentation in continuous cultures. IV. pH and dilution rates. Journal of Animal Science. 58:692–699.

Hu W, Murphy MR (2005). Statistical evaluation of early- and mid-lactation dairy cow responses to dietary sodium bicarbonate addition. Animal Feed Science Technology. 119:43-54.

Hutjens MF (1998). Strategic Use of Feed Additives in Dairy Cattle Nutrition. <http://www.livestocktrail.uiuc.edu/dairy/paperdisplay.cfm?contentid=156> (03.09.2017)

Hutjens MF (1999). Milk yield, milk fat percentage, and milk protein percentage by month for Holstein cows. Hoards Dairyman 144(12):494, 1999.

IBT Bulletin (2003). Sodium bicarbonate chemistry.
http://www.ibtbiomed.com/tech_corner/pdf/sodium_bicarb.pdf (02.09.2017)

Ireland-Perry RL, Stallings CC (1993). Fecal consistency as related to dietary composition in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 76:1074-1082.

Ishler V, Heinrichs AJ, Varga G (1996). From feed to milk: Understanding rumen function. Penn State University Extension Circular 422, University Park, PA. pp: 1-26.

Ivany JM, Rings DM, Anderson DE (2002). Reticuloruminal disturbances in the bovine. *The Bovine Practitioner* 36: 56–64.

Jenkins TC (2011). Managing the rumen environment to control milk fat depression. Pages 31-37 in Proc. Penn State Dairy Nutrition Workshop, Grantville, PA.

Jensen AT, Aaes O, Madsen HEL (1986). The reactivity of magnesium oxide in relation to its use as a feed additive. *Acta Agric. Scand.* 36:217

Jesse BW, Thomas LW, Emery RS (1981). Availability of Magnesium from Magnesium Oxide Particles of Differing Sizes and Surfaces¹. *Journal of Dairy Science*, 64(2): 197-205.

Johnson KA, Johnson DE (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73:2483-2492.

Kamra DN (2005). Rumen microbial ecosystem. *Current Science* 89:124-135.

Kaufman WH, Hagemester, Dirksen G (1980). Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Y. Ruckebusch and P. Thivend, ed. AVI Publishing, Westport, CT. pp: 587.

Kellems RO, Church DC (2009). *Livestock Feeds and Feeding*. 6th edition, Pearson Press, pp:306-307.

Kelly EF, and Leaver JD (1990). Lameness in dairy cattle and the type of concentrate given. *Anim. Prod.* 51: 221–227.

Kennelly JJ, Robinson B, Khorasani GR (1999). Influence of carbohydrate source and buffer on rumen fermentation characteristics, milk yield and milk composition in early lactation Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 82:2486–2496.

Keunen JE, Plaizier JC, Kyriazakis I, et al. (2003). Short communication: effects of subacute ruminal acidosis on free-choice intake of sodium bicarbonate in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 86:954–957.

Khafipour E, Krause DO, and Plaizier JC (2009a). A grain-based subacute ruminal acidosis challenge causes translocation of lipopolysaccharide and triggers inflammation. *Journal of Dairy Science*, 92(3): 1060-1070.

Khafipour E, Krause DO, Plaizier JC (2009b). Alfalfa pellet-induced subacute ruminal acidosis in dairy cows increases bacterial endotoxin in the rumen without causing inflammation. *Journal of Dairy Science*, 92(4): 1712-1724.

Khalili H, Sairanen A (2000). Effect of concentrate type on rumen fermentation and milk production of cows at pasture. *Animal Feed Science and Technology*. 84 : 199-212.

Khorasani GR, Kennelly JJ (2001). Influence of carbohydrate source and buffer on rumen fermentation characteristics, milk yield, and milk composition in late-lactate Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 84:1707–1716.

Kilmer LH, Muller LD, Wangsness PJ (1980). Addition of sodium bicarbonate to rations of pre- and postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 63:2026

Kilmer LH, Muller LD, Snyder TJ (1981). Addition of sodium bicarbonate to rations of postpartum dairy cows: physiological and metabolic effects. *Journal of Dairy Science* 64:2357

Kincaid RL, Garikipati DK, Nennich TD, et al. (2005). Effect of grain source and exogenous phytase on phosphorus digestibility in dairy cows. *Journal of dairy science*, 88(8):2893-2902.

Kleen JL, Hooijer GA, Rehage J, et al. (2003). Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 50(8), 406-414.

Kleen JL (2004). Prevalence of subacute ruminal acidosis in Deutch dairy herds—A field study. INAUGURAL-DISSERTATION Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Veterinärmedizin (Dr. med. vet.) durch die Tierärztliche Hochschule Hannover.

Knowlton KF, Herbein JH (2002). Phosphorus Partitioning During Early Lactation in Dairy Cows Fed Diets Varying in Phosphorus Content¹. *Journal of Dairy Science*, 85(5): 1227-1236.

Kononoff PJ, Heinrichs AJ, Buckmaster DR (2003). Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *Journal of Dairy Science*. 86(5): 1858-1863.

Kramer T, Michelberger T, Gürtler H, et al. (1996). Absorption of short chain fatty acids across ruminal epithelium of sheep. *Journal of Comp. Physiology. B* 166:262–269.

Krause MK, Oetzel GR (2006). Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: a review. *Animal Feed Science Technology*. 126:215-236.

Krause KM, Combs DK, Beauchemin KA (2002). Effects of forage particle size and grain fermentability in midlactation cows. II. Ruminal pH and chewing activity. *Journal of Dairy Science*. 85:1947-1957.

Krause KM, Oetzel GR (2005). Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 88:3633-3639.

Keunen JE, Plaizier JC, Kyriazakis I, et al. (2002). Effects of a subacute ruminal acidosis model on the diet selection of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 85: 3304–3313.

Lassiter JW, Cook MK (1963). Effect of sodium bicarbonate in the drinking water of ruminants on the digestibility of a pelleted complete ration. *Journal of Animal Science* 22:384.

Lean IJ, Wade LK (2000). New Approaches to Control of Ruminant Acidosis in Dairy Cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 13 (Suppl): 266-26.

Lee DHK (1965). Climatic stress for domestic animals. *Journal of Biometeorol.* 9 (1):29-35.

Leonardi C, Armentano LA (2003). Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86:557-564.

Le Ruyet P, Tucker WB (1992). Ruminant Buffers: Temporal Effects on Buffering Capacity and pH of Ruminant Fluid from Cows Fed a High Concentrate Diet. *Journal of Dairy Science*. 75(4): 1069-1077.

Lin C, Raskin L, Stahl DA (1997). Microbial community structure in gastrointestinal tracts of domestic animals: comparative analyses using rRNA-targeted oligonucleotide probes. *FEMS Microbiology Ecology*, 22(4) :281-294.

Livesey CT, Fleming FL (1984). Nutritional influences on laminitis, sole ulcer and bruised sole in Friesian cows. *Vet. Rec.* 114:510–512

López S, Hovell FD, Dijkstra J, et al. (2003). Effects of volatile fatty acid supply on their absorption and on water kinetics in the rumen of sheep sustained by intragastric infusions. *Journal of Animal Science*. 81:2609-2616.

Lott JN, Ockenden I, Raboy V, et al. (2000). Phytic acid and phosphorus in crop seeds and fruits: a global estimate. *Seed Science Research*, 10(1): 11-33.

Macmillan K, Gao X, Oba M (2016). Increased feeding frequency increased milk fat yield and may reduce the severity of subacute ruminal acidosis in higher-risk cows. *Journal of Dairy Science* 100:1045–1054.

McDougall E (1948). Studies on ruminant saliva. I. The composition and output of sheep's saliva. *Biochem. J.*, 43: 99–109

McKinnon JJ, Christensen DA, Laarveld B (1990). The influence of bicarbonate buffers on milk production and acid-base balance in lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 70:875–886.

Maekawa M, Beauchemin KA, Christensen DA (2002). Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and ruminal pH of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 85(5) :1165-1175.

Manson FJ, Leaver JD (1988). The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness in dairy cattle. *Animal Production* 47: 185–190.

Masson MJ, Phillipson AT (1951). The absorption of acetate, propionate and butyrate from the rumen of sheep. *Journal of Physiology*. 113:189-206.

Martens H (2000). Resorptionsvorgänge. 360–361. In: WV Engelhardt, G Breves (Ed), *Physiologie der Haustiere*. Enkeim Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart

Mertens DR, Strawn TL, Cardoza RS (1984). Modelling ruminal particle size reduction: Its relationship to particle size description. *Proc. Techniques in Particle Size Analysis of Feed and Digesta in Ruminants*. P. M. Kennelly, edition Canadian Soc. Anim. Sci. Occas. Publ. No. 1. pp. 184.

Mertens DR (1992). Nonstructural and structural carbohydrates. In *Large Dairy Herd Management*. H. H. Van Horn and C. J. Wilcox (Ed.). p: 219 Animal Dairy Science Association, Champaign, IL.

Mertens DR (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 79: 922-928.

Mertens DR (1995). U.S Dairy forage center research summaries, https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/50901500/rs95_pdfs/fu2.pdf (16.01.2017).

Mertens DR (2009). Maximizing forage use by dairy cows. *WCDS Advances in Dairy Technology*. Volume 21:303-319.

Mertens DR (2016). Using uNDF to predict dairy cow performance and design rations. In *Proceedings of Four-State Dairy Nutrition and Management Conference*, Dubuque, IA (pp. 12-19).

Mesgaran DM, Amini J, Paktinat M (2013). In vitro usage of various non-organic compounds to subdue acidogenic value and enhance the fermentation of alfalfa hay based diets by mixed rumen microbiota. *International Journal of Livestock Production*. 4 (10):165-171.

Messana JD, Berchielli TT, Arcuri PB, et al. (2013). Rumen fermentation and rumen microbes in Nelore steers receiving diets with different lipid contents. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(3) :204-212.

Moore JA, Poore MH, Eck TP, et al. (1992). Sorghum grain processing and buffer addition for early-lactation cows. *Journal of Dairy Science* 75:3465–3472.

Morrison FB (1961). *Feeds and Feeding Abridged*. Vail-Ballou Press, New York, pp: 380-381.

Morse D, Head HH, Wilcox CJ (1992). Disappearance of Phosphorus in Phytate from Concentrates In Vitro and from Rations Fed to Lactating Dairy Cows¹. *Journal of Dairy Science*, 75(7):1979-1986.

Mould FL., Ørskov ER, Mann SO (1983). Associative effects of mixed feeds. I. Effect of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion on various roughages. *Animal Feed Science Technology*. 10:15–30.

Mould FL, Ørskov ER (1983). Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the ruminal microflora of sheep offered either hay or concentrate. *Animal Feed Science Technology*. 10:1–14.

Mouriño F, Akkarawongsa R, Weimer PJ (2001). Initial pH as a determinant of cellulose digestion rate by mixed ruminal microorganisms in vitro. *Journal of Dairy Science* 84:848–859.

Mortensen K (1993). Laminitis in cattle. PhD. Thesis, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark, p: 253.

Murphy M, Akerlind M, Holtenius K (2000). Rumen fermentation in lactating cows selected for milk fat content fed two forage to concentrate ratios with hay or silage. *Journal of Dairy Science*. 83:756–764.

Mutsvangwa T, Walton JP, Plaizier JC, et al. (2002). Effects of a monensin controlled-release capsule or premix on attenuation of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 85(12): 3454-3461.

Nagaraja TG, Lechtenberg KF (2007). Acidosis in feedlot cattle. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*. 23 (2): 333–350.

Nagaraja TG, Titgemeyer EC (2007). Ruminant acidosis in beef cattle: The current microbiological and nutritional outlook. *Journal of Dairy Science*, 90, E17-E38.

Nakashima BA, McAllister TA, Sharma R, and Selinger LB (2007). Diversity of phytases in the rumen. *Microbial ecology*, 53(1): 82-88.

Nicholson JWG, Loosli JK, Warner RG (1960). Influence of mineral supplements on the growth of calves, digestibility of the rations and intraruminal environment. *Journal of Animal Science* 19:1071.

Niles MA, Collier RJ, Croom WJ (1998). Effects of heat stress on rumen and plasma metabolite and plasma hormone concentrations in Holstein cows. *Journal of Animal Science*. 50(Suppl.1):152.

Nocek JE, Russell JB (1988). Protein and energy as an integrated system: relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *Journal of Dairy Science*. 71: 2070.

Nocek JE (1995). Energy metabolism and rumen acidosis. In: *Tri-State Dairy Nutrition Conference* May 23–24, Fort Wayne, IN. p: 155.

Nocek JE (1997). Bovine Acidosis: Implications on Laminitis. *Journal of Dairy Science*. 80 (5): 1005-1028.

Nocek JE, Allman JG, Kautz WP (2002). Evaluation of an indwelling ruminal probe methodology and effect of grain level on diurnal pH variation in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 85(2): 422-428.

Nordlund KV, Garret EF (1994). Rumenocentesis: A technique for collecting rumen fluid for the diagnosis of subacute rumen acidosis in dairy herds. *The Bovine Practitioner* 28:109–112.

Nordlund KV, Garrett EF, Oetzel GR (1995). Herd-based rumenocentesis: a clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian – Food Animal*.17: S48–S56.

Nordlund KV (2003). Herd-based diagnosis of subacute ruminal acidosis. In *Proceedings of the American Association of Bovine Practitioners Preconvention Seminar* . September 15-17. Columbus. OH. p.p:1-6.

NRC (1971). *A Guide to Environmental Research on Animals*. National Academy Science. Washington, DC.

NRC (1989). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academy Press, Washington, DC.

NRC, (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Revised Edition*. National Academy Press, Washington, pp: 3.

Oba M, Allen MS (1999). Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82:589-596.

Oba M, Allen MS (2011). The impact of improving NDF digestibility of corn silage on dairy cow performance. In *Proceedings of the 22nd annual Florida ruminant nutrition symposium*. pp:105-117.

Oetzel GR (2000). Clinical aspects of ruminal acidosis in dairy cattle. *Proceedings of the 33rd Annual Convention of the American Association of Bovine Practitioner*, Rapid City. pp:46–53.

Oetzel GR (2003). Subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *Advances in Dairy Technology*. 15: 307–317.

O'Gady L, Doherty ML, Mulligan FJ (2008). Subacute ruminal acidosis (SARA) in grazing Irish dairy cows. *Veterinary Journal*.76: 44-49.

Okeke GC, Buchanan-Smith JG, Grieve DG (1983). Effect of sodium bicarbonate on rate of passage and degradation of soybean meal in postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 66:1023-1031.

Omidian H, Poorjavadi A, Zohorayan MJ, et al. (2007). Chemical industries, chemical process industries shryv. Center for Academic Publication. Tehran. 370:14-15.

Orpin C (1984). The role of ciliate protozoa and fungi in the rumen digestion of plant cellwalls. *Animal Feed Science Technology*. 10:121-143.

Ørskov ER, McDonald I (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*. 92(02): 499-503.

Ørskov ER (1986). Starch digestion and utilization in ruminants. *Journal of Animal Science* 63, 1624–1633.

Owens FN, Secrist D, Hill J, Gill D (1996). A new look at acidosis. In Proc. Southwest Nutr. Manag. Conf. Dept. Animal Sci., Univ. of Arizona, Tucson, AZ. pp. 1-16.

Owens FN, Secrist DS, Hill WJ, et al. (1998). Acidosis in cattle: A review. *Journal of Animal science*. 76: 275-286.

Patnaik P (2003). Handbook of inorganic chemicals (Vol. 529). New York: McGraw-Hill. pp: 568-570.

Paton LJ (1998). Effects of sodium bicarbonate on reducing acidosis in cattle. PhD thesis

Penner GB, Beauchemin KA, Mutsvangwa T (2006). An evaluation of the accuracy and precision of a stand-alone submersible continuous ruminal pH measurement system. *Journal of Dairy Science*. 89(6): 2132-2140.

Penner GB, Beauchemin KA, Mutsvangwa T (2007). Severity of ruminal acidosis in primiparous Holstein cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Science*. 90:365–375.

Penner GB, Aschenbach GR, Gabel G, et al. (2009). Epithelial capacity for apical uptake of short chain fatty acids is a key determinant for intraruminal pH and the susceptibility to subacute ruminal acidosis in sheep. *Journal of Nutrition*. 139:1714–1720.

Penner GB, Oba M (2009). Increasing dietary sugar concentration may improve dry matter intake, ruminal fermentation, and productivity of dairy cows in the postpartum phase of the transition period. *Journal of Dairy Science*. 92:3341–3353.

Penner GB, Aschenbach JR (2011). Mechanisms of acid absorption in the rumen and impacts on subacute ruminal acidosis. http://www.diss.fu-berlin.de/docs/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDOCs_derivate_00000002305/9penner.pdf (26.02.2017)

Philippeau C, Martin C, Michalet-Doreau B (1999). Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site, and extent of digestion in beef steers. *Journal of Animal Science*. 77(6):1587-1596.

Piperova LS, Teter BB, Bruckental I, et al. (2000). Mammary lipogenic enzyme activity, trans fatty acids, and conjugated linoleic acids are altered in lactating cows fed a milk fat-depressing diet. *J. Nutr.* 130:2568-2574.

Plaizier JC, Krause DO, Gozho GN, et al. (2008). Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal*. 176(1): 21-31.

Possin I, DeCorte C, Shaver RD (1995). Particle length of forages and total mixed rations on commercial dairies. *Journal of Animal Science Midwestern Sec. Mtg. Abstr.*

Preiss J, Romeo T (1990). Physiology, biochemistry and genetics of bacterial glycogen synthesis. *Advances in Microbial Physiology*, 30:183-238.

Pütün AE (1993). Asitler ve Bazlar. Anadolu Üniversitesi Ders Notları. Sayfa: 254-255. <http://w2.anadolu.edu.tr/aos/kitap/ioltp/2280/unite13.pdf> (26.02.2017)

Radostits OM, Blood DC, Gay CC (1994). Acute carbohydrate engorgement of ruminants (rumen overload). *Veterinary Medicine*. Philadelphia, PA. pp:262-269

Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, et al. (2006). Acute carbohydrate engorgement of ruminants (ruminal lactic acidosis, rumen overload). *Veterinary Medicine: A text book of the disease of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. Tenth Edition. Elsevier Health Sciences. pp:316-325.

Rauch R (2012). Effect of sodium bicarbonate and calcium magnesium carbonate supplementation on milk production of high producing Holstein cows. PhD Thesis. University of Pretoria

Ravindran V, Ravindran G, Sivalogan S (1994). Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant origin. *Food Chemistry*, 50(2):133-136.

Reece WO, Erickson HH, Goff, JP, et al. (2004) *Dukes' physiology of domestic animals*. 12th edition, Cornell University Press, Ithaca, pp:442-451.

Rémond D, Meschy F, Bovin R (1996). Metabolites, water and mineral exchanges across the rumen wall: mechanisms and regulation. *Ann. Zootech.* 45:97-119.

Reynolds CK, Kristensen NB (2008). Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: An asynchronous symbiosis. *Journal of Animal Science*. 86(E. Suppl.):E293–E305.

Robinson PH, Tamminga S, Van Vuuren AM (1987). Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen ingesta quantity, composition and kinetics of ingesta turnover in dairy cows. *Livestock Production Science*, 17, 37-62.

Rogers JA, Davies CL, Clark JH (1982). Alteration of rumen fermentation, milk fat synthesis, and nutrient utilization with mineral salts in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 65:577–586.

- Rogers JA, Muller LD, Davis CL, et al. (1985). Response of dairy cows to sodium bicarbonate and limestone in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 68:646-660.
- Rossow N (1984). Erkrankungen der Vormägen und des Labmagens. In: Rossow, N. (ed.), *Innere Krankheiten der landwirtschaftlichen Nutztiere*, pp. 224–259.
- Russell JB (1998). Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. *Journal of Anim. Science* 76:1955-1963.
- Russell JB, Cook GM (1995). Energetics of bacterial growth: balance of anabolic and catabolic reactions. *Microbiological reviews*, 59 (1):48-62.
- Russell JB (2002). *Rumen Microbiology and Its Role in Ruminant Nutrition*, Ithaca, New York, pp: 60-63.
- Russell JB (2007) The energy spilling reactions of bacteria and other organisms. *Journal of molecular microbiology and biotechnology*, 13(1-3): 1-11.
- Russell JB (1998) Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. *Journal of Animal Science*, 76 (7) :1955-1963.
- Russell JB, Baldwin RL (1979) Comparison of maintenance energy expenditures and growth yields among several rumen bacteria grown on continuous culture. *Applied Environmental Microbiology*. 37:537–543.
- Russell JB, Chow JM (1993). Another theory for the action of ruminal buffer salts: Decreased starch fermentation and propionate production. *Journal of Dairy Science*. 78: 826-830.
- Russell JB, Wilson DB (1996). Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH?. *Journal of Dairy Science*, 79(8) : 1503-1509.
- Sanchez WK, Beede DK, Cornell JA (1994). Interactions of Sodium, Potassium, and Chloride on Lactation, Acid-Base Status, and Mineral Concentrations¹. *Journal of Dairy Science*. 77(6): 1661-1675.
- Sauvant D, Meschy F, Mertens D (1999). Les composantes de l'acidose ruminale et les effets acidogènes des rations. *INRA Prod. Anim.* 12, 49–60.

Schaefer DM, Wheeler LJ, Noller CH, et al. (1982). Neutralization of Acid in the Rumen by Magnesium Oxide and Magnesium Carbonate¹. *Journal of Dairy Science*, 65(5): 732-739.

Scheifinger CC, Latham MJ, Wolin MJ (1975). Relationship of lactate dehydrogenase specificity and growth rate to lactate metabolism by *Selenomonas ruminantium*. *Applied Microbiology*. 30:916–921.

Schirmann K, von Keyserlingk MAG, Weary DM, et al. (2009). Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 92: 6052-6055.

Schneider BH, Flatt WP (1975). The evaluation of feeds through digestibility experiments. University of Georgia Press.

Schwab C (2012). The principles of balancing diets for amino acids and their impact on N utilization efficiency. In *Proceedings of the 23rd Ruminant Nutrition Symposium*. University of Florida, Gainesville, FL (pp. 1-15).

Sedighi G, Amin A (1988). Nutrition therapy. Cardio Vascular diseases. Chapter 9. The fourth turn. Teran, Join Stock Company. pp:228-253.

Selle PH, Walker AR, Bryden WL (2003). Total and phytate-phosphorus contents and phytase activity of Australian-sourced feed ingredients for pigs and poultry. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43(5):475-479.

Shand MA (2006). The chemistry and technology of magnesia. John Wiley & Sons. pp: 228-253.

Shaver RD (2005). Feeding to minimize acidosis and laminitis in dairy cattle. *Proceedings of the 7th Western Dairy Management Conference*. Reno, NV. pp:157-166.

Smilie RH, Hoblet KH, Weiss WP, et al. (1996). Prevalence of lesions associated with subclinical laminitis in first-lactation cows from herds with high milk production. *JAVMA* 208:1445–1451.

Snyder TJ, Rogers JA, Muller LD (1983). Effects of 1.2% Sodium Bicarbonate with Two Ratios of Corn Silage: Grain on Milk Production, Rumen Fermentation, and Nutrient Digestion by Lactating Dairy Cows¹. *Journal of Dairy Science*. 66 (6): 1290-1297.

Solorzano LC, Armentano LE, Grummer RR, et al. (1989). Effects of sodium bicarbonate and sodium sesquicarbonate on lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 72: 453-461.

Sprecher DJ, Hostetler DE, Kaneene JB (1997). A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*. 47:1179–1187.

Staples CR, Lough DS (1989). Efficacy of supplemental dietary neutralizing agents for lactating dairy cows. A Review. *Animal Feed Science Technology* 23:277-303.

Staples CR (2007). Feeding dairy cows when corn prices Proc. 44th Florida Dairy Production Conference. Gainesville, FL.

Stokes MR, Vandemark LL, Bull LS (1986a). Effects of Sodium Bicarbonate, Magnesium Oxide, and a Commercial Buffer Mixture in Early Lactation Cows Fed Hay Crop Silage¹. *Journal of Dairy Science*, 69(6), 1595-1603.

Stokes MR, Bull LS (1986b). Effects of Sodium Bicarbonate with Three Ratios of Hay Crop Silage to Concentrate for Dairy Cows¹. *Journal Of Dairy Science*, 69(10), 2671-2680.

Stone WC (1999). Effect of subclinical rumen acidosis on milk components. *Proceedings in Cornell Nutrition Conference*. Cornell University. Ithaca. New York. pp:40-46.

Stone WC (2004). Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 87 (E.Suppl.): E13–E26.

Storry JE, Brumby PE, Hall AJ, et al. (1974). Response in rumen fermentation and milk fat secretion in cows receiving low-roughage diets supplemented with protected tallow. *Journal of Dairy Res*. 41: 165–173.

Stout JD, Bush LJ, Morrison RD (1972). Palatability of buffered concentrate mixtures for dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 55:131

Stouthamer AH (1973). A theoretical study on the amount of ATP required for synthesis of microbial cell material. *Antonie van Leeuwenhoek*, 39(1): 545-565.

St. Pierre NR, Cobanov B, Schmitkey G (2003). Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*. 86:(IssueE):E52-E77.

Sutton JD, Dhanoa MS, Morant SV, et al. (2003). Rates of production of acetate, propionate, and butyrate in the rumen of lactating dairy cows given normal and low-roughage diets. *Journal of Dairy Science*. 86:3620–3633.

Sutton JD, Hart IC, Morant SV, et al. (1988). Feeding frequency for lactating cows: Diurnal patterns of hormones and metabolites in peripheral blood in relation to milk-fat concentration. *Br. J. Nutr.* 60:265–274.

Svensson C, Bergsten C (1997). Laminitis in young dairy calves fed a high starch diet and with a history of bovine viral diarrhoea virus infection. *Veterinary Record* 140: 574–577.

Ulusal Süt Konseyi Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri (2013) <http://www.ulusalsutkonseyi.org.tr/dunya-ve-turkiyede-sut-sektor-istatistikleri-2013/> (25.02.2017)

Tajik J, Nadalian MG, Raofi A, et al. (2008). Evaluation faecal quality as a diagnostic tool in SARA diagnosis in dairy cattle. *Proceedings of the 25th World Buiatrics Congress*. Budapest. Pp:30-30.

Tajik J, Nazifi S (2011). Diagnosis of subacute ruminal acidosis: a review. *Asian Journal of Animal Sciences*.5(2): 80-90.

Terry RA, Tilley JMA, Outen GE (1969). Effect of pH on cellulose digestion under in vitro conditions. *Journal of Science Food Agric*. 20:317–320.

The TH, Hemken RW, Harmon RJ (1985). Dietary magnesium oxide interactions with sodium bicarbonate on cows in early lactation. *Journal of Dairy Scienc*. 68:881.

Therion JJ, Kistner A, Kornelius JH (1982). Effect of pH on growth rates of rumen amylolytic and lactolytic bacteria. *Applied Environmental Microbiology*. 44:428-434.

Thomas JW, Emery RS, Breaux JK, et al. (1984). Response of Milking Cows Fed a High Concentrate, Low Roughage Diet Plus Sodium Bicarbonate, Magnesium Oxide, or Magnesium Hydroxide¹. *Journal of Dairy Science*. 67 (11): 2532-2545.

Tucker WB, Shin IS, Hogue JF, et al. (1994). Natural sodium sesquicarbonate fed for an entire lactation: Influence on performance and acidbase status of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 77:3111-3117.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Temel İstatistikleri (2016). <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (25.02.2017)

Tyrrell HF, Reid JT (1965). Prediction of the energy value of cow's milk. *Journal of Dairy Science*. 48:1215:1223.

VanBaale MJ, Smith JF, Brouk MJ, et al. (2005). Evaluate the efficacy of your cooling system through core body temperature. *Hoards Dairyman: Western Dairy News*. Aug 5:W147-W148.

Van Beukelen P, Wensing T, Breukink HJ (1985). Some experiments with the feeding of chopped roughage to high producing dairy cows. *Zeitschr. Tierphys., Tierern., Futtermittelk.* 53: 19–34.

Van Kessel JS, Russell JB (1996a). The effect of amino nitrogen on the energetics of ruminal bacteria and its impact on energy spilling. *Journal of Dairy Science* 79:1237-1243.

Van Kessel JS, Russell JB (1996b). The effect of pH on ruminal methanogenesis. *FEMS Microbiol. Ecol.* 20: 205-210.

Van Kessel JS, Russell JB (1993). Energy spilling in mixed ruminal bacteria. In: *Proc. Conf. Rumen Function, Chicago*. pp:27.

VandeHaar MJ (2005). Dairy Cattle. Basic Animal Nutrition and Feeding. 5th edition., John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, NJ.

Van Soest PV, Robertson JB, Lewis BA (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(10): 3583-3597.

Van Soest PV (1982). Nutritional ecology of the ruminant. O & Books, Inc, Corvallis, OR.

Van Soest PV (1994). Nutritional ecology of the ruminant (2nd ed). In: Feeding strategies, taxonomy and evolution. Comstock Publishing Associates, London, UK.

Vermunt JJ (1992). "Subclinical" laminitis in dairy cattle. *New Zealand Veterinary Journal*. 40:133-138

Vermunt JJ (2000). Risk factors of laminitis an overview. Proceedings III International Conference on Bovine Lameness. C. M. Mortellaro, L. De Vecchis, and A. Brizzi, eds. Parma, Italy. pp: 34-35.

Vermunt JJ, Tranter BP (2011). Heat stress in dairy cattle—a review, and some of the potential risks associated with the nutritional management of this condition. In review of AVA QLD Division Conference 25-27/3/10. pp: 212-221). Australian Veterinary Association.

Von Keyserlingk MAG, Rushen J, Passille AM, et al. (2009). The welfare of dairy cattle - Key concepts and the role of science. *Journal of Dairy Science*. 92:4101-4111.

Wales WJ, Kolver ES, Thorne PL, et al. (2004). Diurnal variation in ruminal pH on the digestibility of highly digestible perennial ryegrass during continuous culture fermentation. *Journal of Dairy Science* 87:1864-1871.

Warnick LD, Janssen D, Guard CL, et al. (2001). The effect of lameness on milk production in dairy cows. *J. Dairy Sci*. 84:1988-1997.

Wells ST, Trent AM, Marsh WE, et al. (1995). Some risk factors associated with clinical lameness in dairy herds in Minnesota and Wisconsin. *Veterinary Record* 136, 537–540.

West JW (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 86(6), 2131-2144.

Wester LE (2002). Offering sodium bentonite and sodium bicarbonate free choice to lactating dairy cattle. Virginia Polytechnic Institute and State University. Master Thesis.

Whay HR, Main DC, Green LE, et al. (2003). Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: Direct observations and investigation of farm records. *Vet. Rec.* 153:197–202.

Wu Z, Bernard JK, Taylor SJ (2015). Effect of feeding calcareous marine algae to Holstein cows prepartum or postpartum on serum metabolites and performance. *Journal of dairy science*, 98(7): 4629-4639.

Yang WZ, Beauchemin KA, Rode LM (2001). Effects of grain processing, forage to concentrate ratio, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 84:2203-2216.

Yang WZ, Beauchemin KA, Rode LM (2002). Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on site and extent of digestion. *Journal of Dairy Science*. 83: 554-568.

Yang W, Martens H, Shen Z (2009). Effects of energy intake and ruminal SCFA on mRNA expression of Na⁺/H⁺ exchangers in rumen epithelium of goats. *Proceeding 11th International Symposium of Ruminant Physiology*. Clermont-Ferrand, France. 412–413.

Zaaijer D, Noordhuizen JPTM (2001). Dairy cow monitoring in relation to fertility performance. *Cattle Practice*. 9(3): 205-210. Zebeli Q, Tafaj M, Steingrass H, et al. (2006). Effect of physically effective fibre on digestive processes and milk fat content in early lactation dairy cow fed total mixed rations. *Journal of Dairy Science*. 84:651-668.



7. SİMGE VE KISALTMALAR

AA	Asetik Asit
A/P	Asetik Propiyonik asit oranı
ATP	Adenozin Tri-Phosphate
BA	Bütirik Asit
eNDF	etkin Nötral Deterjan Fiber
fef	fiziksel etkinlik faktörü
feNDF	fiziksel etkin Nötral Deterjan Fiber
HP	Ham Protein
KDA	Kalkerleşmiş Deniz Algi
KM	Kuru Madde
KMT	Kuru Madde Tüketimi
kNDF	Kaba yemden gelen Nötral Deterjan Fiber
KZYA	Kısa Zincirli Yağ Asitleri
MgO	Magnezyum Oksit
MP	Metabolize Protein
MUN	Milk Urea Nitrogen; süt üre nitrojeni)
NDF	Nötral Deterjan Fiber
NEL	Net Enerji Laktasyon
NFC karbonhidrat	Non-Fiber Carbohydrates; Fiber yapısında olmayan

OM	Organik Madde
PA	Propiyonik Asit
PSPS	Penn State Partikül Separatörü
SARA	Subakut Rumen Asidozisi
SB	Sodyum Bikarbonat
SBMO	Sodyum Bikarbonat Magnezyum Oksit
SGS	Sağmal Gün Sayısı
SNİ	Sıcaklık Nem İndeksi
SYD	Süt Yağı Depresyonu
UYA	Uçucu Yağ Asitleri
TKR	Toplam Karma Rasyon
VKS	Vücut Kondisyon Skoru

8. EKLER



9. TEŞEKKÜR

Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalında yapmış olduğum doktora çalışmamı, proje aşamasından bitimine kadar büyük bir dikkat ve özveri ile izleyen, bana gerekli tüm önerileri sunarak yetişmemde büyük emeği olan başta danışmanım ve Anabilim Dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. İbrahim İsmet TÜRKMEN'e, bilgi ve tecrübesini bizimle paylaşan Sayın Prof. Dr. Hakan BİRİCİK ve Doç. Dr. Hıdır GENÇOĞLU'na, özellikle deneysel çalışma esnasında büyük desteklerini gördüğüm Sayın Doç. Dr. Çağdaş KARA, Sayın Dr. Öğr. Üyesi İsmail ÇETİN, çalışma arkadaşlarım; Dr. Yavuz MERAL, Araştırma Görevlisi Merve EFİL, ve laborant Zahide BİLBEY'e, çalışmanın istatistik verilerinin değerlendirilmesi ve yorumlanmasında hiçbir yardımı esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Yakut GEVREKÇİ'ye, Araştırma ve Uygulama Merkezinde emeği geçen tüm çalışanlara, doktora tezime başladığım ilk günden itibaren desteğini esirgemeyen yakın çalışma arkadaşlarım Veteriner Hekim A. Tuna ÇAĞLICAN ve Ziraat Mühendisi Atilla ÖYEL'e, bana bu uzun yolda her zaman destek ve sabır gösteren aileme, özellikle sevgili annem Nurdan ŞEN'e TEŞEKKÜR EDERİM.

10. ÖZGEÇMİŞ

Ağustos 1980’de Balıkesir’in Bandırma ilçesinde doğdum. İlkokul ve ortaokul eğitimini Bandırma’da, lise eğitimini ise Bandırma Şehit Mehmet Gönenç Lisesi’nde tamamladım. Eylül 1999 yılında girdiğim Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi’nden, 2004 yılında mezun oldum. Askerlik görevini tamamladıktan sonra 2005 yılında özel sektörde çalışmaya başladım. 2008 yılı Kasım – Ağustos ayları arasında Yeni Zelanda’da İngilizce eğitimi aldım. Türkiye’ye döndükten sonra Eylül 2008’de İstanbul merkezli bir yem katkı firmasında ürün müdürü olarak çalışmaya başladım. 2009 yılında Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı’nda doktora eğitimine başladım. Halen, 2011 yılında kurulan yem katkıları satışı ile birlikte danışmanlık hizmeti veren İzmir merkezli Nutrivet İç ve Dış Ticaret A.Ş adlı firmada çalışmaktayım.