



# Rumen Düzenleyicilerinin Tampon Özellikleri Kullanılarak *In Vitro* Yöntemiyle Rumen Fermantasyonuna Etkisinin Belirlenmesi\*

Fatih Şahiner<sup>1†</sup>, Musa Yavuz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Isparta, Türkiye (ORCID: 0000-0003-1580-3378)

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Isparta, Türkiye (ORCID: 0000-0003-4936-1846)

(İlk Geliş Tarihi 1 Eylül 2020 ve Kabul Tarihi 22 Ekim 2020)

(DOI: 10.31590/ejosat.807578)

ATIF/REFERENCE Şahiner, F. & Yavuz, M. (2020). Rumen Düzenleyicilerinin Tampon Özellikleri Kullanılarak *In Vitro* Yöntemiyle Rumen Fermantasyonuna Etkisinin Belirlenmesi. *European Journal of Science and Technology*, (Special Issue), 431-444.

## Öz

Bu çalışmada rumen düzenleyici olarak kullanılan (sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit) ve kullanılabilir (amonyum bikarbonat ve sönmüş kireç) tampon maddelerinin zamana bağlı rumen pH'sına etkisi *in vitro* yöntemiyle incelenmiştir. Bunun dışında farklı yem maddeleri saman, yonca, TMR, kesif yem, mısır silajı, nişasta ve melas rumen sıvısına *in vitro* yöntemiyle farklı zaman (0, 20, 40, 60, 80, 100 ve 120 dak.) aralıklarında kayıt edilmiştir. Tampon maddelerinin rumen sıvısı içinde ilk 15 dakika içerisinde çözünmesiyle birlikte etkileri hızlı bir şekilde görülmektedir. Amonyum bikarbonat ve sodyum bikarbonat benzer özellikler göstermelerine rağmen sönmüş kireç ve magnezyum oksitin yüksek düzeylerde kullanımında pH 8.0 üzerine çıkmıştır. Bu sebeple bu iki madde iyi bir tampon özelliği göstermediği için kullanılacak miktarların sınırlandırılması gereklidir. Çalışmada yem maddelerinin farklı dozlarda rumen sıvısına ilavesi ile yem maddelerinin pH değerlerine bağlı olarak ilk 15 dakika içerisinde dengeye geldiği daha sonrasında ise fermantasyona bağlı olarak düşmeye başladığı gözlemlenmiştir. Rumen sıvısına konulan yem miktarı artıkça rumen pH'sı da buna bağlı şekilde doğru orantılı olarak değişim göstermiştir. Nişasta, rumen sıvısı içerisindeki parçalanma hızına bağlı olarak, rumen pH'sına da etki etmektedir. Yüksek melas kullanımı rumen bakterilerinde hipertonic ve düşük pH değerine sahip bir ortam oluşturduğu için fermantasyonun yavaşlamasına sebep olmaktadır. Sodyum bikarbonatın tampon maddesi olarak kullanımı tercih edilmekle birlikte sodyumun yüksek olmasından oluşabilecek diğer problemlerin azaltılması amacı ile tampon maddeleri hem mineral ihtiyacının karşılanması (magnezyum oksit) ya da mikroorganizmaların azot ihtiyacının karşılanması (amonyum bikarbonat) veya daha ucuz tampon maddesi (sönmüş kireç) kullanılabilir. Bu maddelerin tek başlarına ya da karışım olarak kullanılması, hayvanın ihtiyacı ve kısıtlamalar göz önünde bulundurularak yapılması önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Rumen, Asidoz, Tampon Maddeleri, pH

## The Effect Of Rumen Regulators Buffer Characteristics On Rumen Fermentation Using *In Vitro* Method

### Abstract

In this study, the effects of rumen buffers (sodium bicarbonate and magnesium oxide) and possible rumen buffers (ammonium bicarbonate and slaked lime) were investigated with *in vitro* method measuring rumen pH changes over time. In addition to this, different feedstuffs (straw, alfalfa, TMR, concentrate, corn silage, starch and molasses) were incubated *In vitro* and pH levels were recorded at different time (0, 20, 40, 60, 80, 100 ve 120 min) intervals. In the first 15 minutes, the effects of the buffer substances of dissolving in the rumen liquid can be seen quickly. Ammonium bicarbonate and sodium bicarbonate showed similar properties but lime and magnesium oxide increased pH more than 8.0. These two substances do not show a good buffer property, so the amounts of use should be limited. It was observed that when the raw feedstuffs were added to the rumen liquid at different doses, rumen pH values began to stabilize in the first 15 minutes depend on pH value of feed and then rumen pH changes with rumen fermentation. Increasing the amount of feed stuffs which put in to the rumen fluid have been shown to lower the rumen pH. The rate of starch breakdown in rumen fluid affects the rumen pH levels. The use of high molasses slows down the fermentation where it creates a hypertonic and low pH

\* Bu makale yüksek lisans tezinden çıkarılmıştır.

†Corresponding Author: Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Isparta, Türkiye, ORCID: 0000-0003-1580-3378, [sahiner1453@gmail.com](mailto:sahiner1453@gmail.com)

environment for rumen bacteria. In particular, if it is desired to reduce other problems that may occur in exceeding the sodium level and to meet the mineral need (magnesium oxide) or to meet the nitrogen need of microorganisms (ammonium bicarbonate) or to use cheaper buffer (slaked lime), these substances should be used alone or as a mixture, the animal needs and restrictions should be taken into account. Although sodium bicarbonate is preferred to be used as a buffer substance; however, in order to reduce other problems that may arise from high sodium, other buffering agents can be used to meet the mineral requirement (magnesium oxide) or to meet the nitrogen requirement of microorganisms (ammonium bicarbonate) or to have cheaper buffer (lime). The use of these substances alone or as a mixture should be done considering the needs and restrictions of the animal.

**Keywords:** Rumen, Asidoz, Buffer substance, pH.

## 1. Giriş

Dünya genelindeki hayvansal üretim modelleri incelendiğinde, Amerika ve Avrupa şartlarında hayvancılık için tarımsal üretim yapılıyorken, ülkemizde bunun aksine tarım için hayvancılık modeline devam edildiği söylenebilmektedir. Karbonhidrat ağırlıklı yemlerin hayvanlara dengesiz oranlarda verilmesi, ruminantların sindirim sisteminde başta ruminal asidozis olmak üzere farklı sindirim sistemi bozukluklarına yol açmaktadır (Gökçe ve İmren, 1998).

Sindirim sistemindeki faaliyetlerin düzenli gerçekleşebilmesi için pH dengesi önem arz etmektedir. Özellikle rumen içerik pH'sının optimum düzeyinden sapmalar göstermesi sindirim olaylarında aksaklıklar meydana getirebilmekte ve hayvan sağlığı olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Ruminant hayvanlarda, rumen, retikulum ve omasum ön mideyi, abomasum da asıl mideyi oluşturarak monogastriklerde olduğu gibi enzimatik bir yapıya sahiptir (Özel ve Sarıççek, 2009). Sindirim sisteminde yem ve diğer yem maddelerinin daha fazla çiğneme ve tükürük ile karıştırılması için rumenden ağza geri gönderilmesinden sonra, ağızdaki yem tekrar yutulur ve retikulum içerisine geçer (Parish, 2017). Rumen içerisinde bulunan bakteri, protozoa ve mantarların salgıladıkları enzimlerle lifli maddeler parçalanıp sindirilebilmekte ayrıca azot içeren bileşikler bakteriyel proteine çevirebilmektedir (Russell ve Rychlik, 2001). Normal yemleme şartlarında, 1 mL rumen sıvısı yaklaşık  $10^{10}$ - $10^{12}$  bakteri,  $10^5$ - $10^6$  protozoa ve  $10^3$ - $10^5$  kadarda fungus içerir (Özöğretmen, 1991). Normal şartlar altında rumen içeriği, bakteri ve protozoalar tarafından oluşturulan fermentasyon nedeniyle asidik nitelikte olup, rumen sıcaklığı yaklaşık olarak 38-41 °C ve rumen pH'sı ise 5,5-7 arasında değişiklik göstermektedir (Church, 1984). Laktik asit bakterileriyle yapılan çalışmalarda pH 2 'de *Pediococcus* izolatlarının bazılarının gelişme göstermediği, pH 9,6'da bir *Pediococcus pentosaceus* izolati hariç izole edilen diğer laktik asit bakterilerinin iyi gelişme gösterdiği tespit edilmiştir (Kahraman ve Arıcı, 2020). Rumen içi sıcaklığının Sevgican (1996) 38-42 °C, Church (1984) 39-41 °C ve Lederberg (1992) 38-41 °C olması gerektiğini söylemişlerdir. Rumen pH değerinin ise Sevgican (1996) 5.5-6.5, Lederberg (1992) 5.5-7.3, Murphy vd. (1982) ise 5.8-6.4 aralığında olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Rumen içerisi mikroorganizmaların gelişimi için ideal bir ortama sahiptir. Rumen içeriği pH'sının ağızda üretilen salya tarafından tamponlanması sağlamaktadır. Yapılan çalışmalarda rumende oluşan nemli ortamın birçok mikroorganizma için ideal bir yaşam ortamı sunduğu ve %95-99'u anaerobik karakterde olan mikroorganizma popülasyonu için uygun bir ortam oluşturduğu belirtilmektedir (Garipoğlu ve Sarıççek, 2000). Rumenin normal pH aralığında ki en önemli tamponları, tükürük sayesinde gelen tamponlardır. Kay (1960) sığırlarda tükürüğün, parotid, mandibular, dil altı, labiyal, ventral, medial ve dorsal bukal ve faregeal bezlerden üretildiğini ifade etmiştir. Beal (1974) sığır tükürük pH'sının 8.6, koyun tükürüğünün pH'sının 8.1 olduğunu belirtmiştir. Hayvan metabolizması asit-baz dengesini istenilen pH aralığında tutabilmek için *buffer* sistemi denilen bazı dengeler oluşturmuştur. Umucahalılar ve Şeker (2000) bikarbonat sistemini kan ve hücreler arası sıvıların istenilen pH da tutulmasını sağlayan asit-baz dengesini koruma sistemlerinden birisi olduğunu belirtmişlerdir. Asidoz, Dodurka (2012) tarafından kolay fermente olabilen nişasta yönünden zengin besinlerin hayvanlar tarafından aniden ve fazla miktarda alınımı sonucu depresyon ve komayla karakterize bir hastalık olarak belirtilip, rumende ve kanda laktik asit düzeyinin artması, rumen içerik pH'sının düşmesi, rumende laktik asit üretimi ve buna bağlı olarak rumen pH'sının normal düzeyinden daha aşağılara inmesiyle karakterize bir beslenme hastalığı olarak tarif edilmiştir. Yoğun içerikli rasyonlara alışmamış inekler özellikle ruminal asidoza daha çok duyarlıdır (Owens ve Goetsch, 1988). Stone (1999), subakut ruminal asidoz (SARA)'un maliyetlerinin inek başına günlük 1.12 dolar olarak tahmin edildiğini bildirmiştir. Bunun için asidoz özellikle süt üretimi yapan çiftliklerde ve süt sanayisinde endişe kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Mickdam vd. (2016), SARA durumunda normalde 6.5-6.8 arasında olan rumen pH'sının, 5.6-5.7 seviyelerine düştüğünü belirtmiştir. Oetzel vd. (1999), bu değişimin hızlı bir şekilde mayalanabilen organik karbon asitlerinin birikmesine yol açan büyük miktarda hızlı bir karbonhidrat alımından kaynaklandığını, ticari mandıra çiftliği ineklerinin % 20'sinin laktasyonun başlarında SARA'yı gösteren pH 5.5'in altında rumen pH değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Süt sığırlarından maksimum verim alabilmek için endüstriyel bir yatırım alanı olarak görülen süt sığırı yetiştiriciliğinde, asidotik rasyonlara önem verilmektedir (Yıldız ve Parlat, 2019). Fermentasyon hızındaki her hangi bir artıştan sonra pH'daki azalma miktarı rumenin tamponlama kapasitesine ile alakalıdır (Counotte vd, 1979). Diyet tamponlarını ve değiştiricileri kullanmak rumenin fizyolojik tamponlama sistemine destek amaçlı giderek üzerinde durulan bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Ruminant beslemede tampon maddesi olarak magnezyum oksit, sodyum bikarbonat, sodyum bentonit, kalsiyum karbonat, potasyum karbonat, sodyum seskikarbonat, (Hutjens, 1991), kireç taşı (Hill, 1962), sodyum klorür (NRC, 2001), amonyak (Parkes ve Shilton, 2011) hayvan beslemesinde kullanıldığı rapor edilmiştir. Bu tampon maddeleri arasında en fazla kullanılan sodyum bikarbonat ve magnezyum oksittir. Özellikle bu ikisinin karışımlarının kullanılmasına yönelik çalışmalar vardır (Erdman ve ark, 1980; Ülger ve Küçük, 2014).

Bu çalışmada rumen pH düzenleyici olarak kullanılan (sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit) ve kullanılabilir (amonyum bikarbonat ve sönmüş kireç) tampon maddelerinin laboratuvar ortamında rumen pH'sına etkisi *in vitro* yöntemiyle incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Deneysel tasarım

Çalışmada rumen düzenleyici olarak kullanılan magnezyum oksit, sönmüş kireç, sodyum bikarbonat ve amonyum bikarbonatın rumen içerisinde pH seviyesini iyileştirmedeki doz miktarları ve etki süreleri ele alınmıştır. Çalışmada rumen düzenleyici maddelerin *in vitro* ortam yöntemi ile etkileri belirlenmiştir. Kullanılan farklı miktar ve özellikteki yem çeşitlerinin rumende meydana getirdiği olumsuz sonuçların giderilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ile hayvan beslemede kullanılan yem materyellerinin rumen pH'sına etkisi ve alternatif rumen düzenleyici maddelerinin kullanım zamanları ve hangi dozlarda kullanılması gerektiğinin hesaplamaları yapılmıştır. Çalışma Ziraat Fakültesi uygulama alanlarında yürütülmüştür. Çalışma kapsamında 3 adet yerli ırk üzerinde kanül takılı inek kullanılmıştır.

### 2.2. Rasyon Özellikleri

Çalışmada kullanılan yem maddelerinden, kaba yem kaynağı olarak silaj ve buğday sapı (saman), kesif yem (sığır süt yemi) ve tam yemleme karışım örneği (TMR) içeren yem maddeleri 3-4 kg kadar Ziraat Fakültesi uygulama alanlarından temin edilmiştir. Zootečni bölümü yemler ve hayvan besleme laboratuvarlarında ön kurutma ve öğütme işlemleri yapıldıktan sonra yem analizleri yapılmıştır. Örnekler analizler öncesinde homojen hale gelmesi için öğütücü yardımıyla öğütülmüştür. Çalışmadaki, silaj, buğday sapı (saman), yonca, kesif yem (sığır süt yemi) ve tam yemleme karışım örnekleri (TMR) 1'e 10 oranında (g/mL) saf su içerisinde 10 dk çalkalanarak pH ölçümleri yapılmıştır. Analizler 3'er tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Yemlerin kuru madde analizleri ve pH ölçümleri yapılmıştır.

### 2.3. *In vitro* Sindirimi ve pH Ölçümleri

Monogastrik hayvanlardan farklı olarak ruminantlarda sindirim işkembelerindeki barındırdıkları mikroorganizmalar yardımıyla meydana gelmektedir. Bu farklılıktan dolayı ruminant hayvanlarda mikroorganizmaların fermantasyonu sonucu oluşan besin kayıplarının (sindirim) ölçülmesi gerekmektedir (Van Soest, 1994). Besin kayıplarının ölçülmesinde *in vivo* ve *in vitro* gibi yöntemler kullanılmaktadır. Boisen ve Eggum (1991)'a göre *in vitro* teknik, maksimum sindirilebilirlik değerleri vermek ya da ilk hidroliz oranını ölçmek için spesifik enzimleri kullanmak üzere tasarlanabilmekle birlikte, kullanılan enzimler sindirim sisteminde mevcut olanlara benzer özelliklere sahip olmalıdır. Hem *in vivo* hem de *in vitro* metotta faydalanılabilecek olan rumen kanül yöntemi, ruminal sıvının temsili örneklerini elde etmek için tercih edilen yöntemdir (Nocek, 1997) ancak bu yöntem araştırma önerisiyle sınırlıdır. Kanül kapağının tekrar tekrar açılması ve hareket ettirilmesi hayvanı rahatsız eder ve rumen içeriğinin kaçmasına sebep olabilir (Tajik ve Nazifi, 2011).

Çalışmada hayvanların beslenmelerinden 4 saat sonrasında rumen içeriği alınarak laboratuvar ortamına getirilmiş, rumen içeriği ve karışımlar su banyosu içerisinde 39-41 °C sıcaklıkta muhafaza edilerek pH ölçümleri yapılmıştır (Şekil 1). Her inekten yaklaşık 1 L alınan rumen içeriği taşıma kaplarında ve sıcak su muhafazasında laboratuvara götürülerek 40 °C de saklanmıştır. Laboratuvara getirilen rumen içeriği 4 kat katlanmış olan sargı bezinden süzülmüştür. Önceden hazırlanmış ve 40 °C de ısıtılmış olan erlenlere rumen içeriği 100 mL olarak ilave edilmiştir. Rumen içeriğine çalışmada kullanılacak maddeler de ilave edildikten sonra anaerobik ortamın kaybolmaması için erlenlere CO<sub>2</sub> ilave edilerek ağızları kapatılmıştır.



Şekil 1. *In vitro* Rumen Sıvısı Ölçümleri ve Saklanması

Öncelikle yemler ve kimyasal maddelerin pH ölçümü yapılmıştır. Tampon maddeler için (tampon mader+saf su) ve yemler için (saf su + yem karışımı) ayrı ayrı 1/10 (g/mL) olacak şekilde karışımlar yapılmıştır. Numuneler saf su eklendikten sonra 10 dk çalkalanmıştır. Daha sonra pH ölçümleri HANNA HI2002-01 marka pH ölçer ile yapılmıştır. Çalışmanın 2. kısmında tampon maddelerin ve yemlerin pH tayinleri yapıldıktan sonra laboratuvar ortamına getirilen rumen içerikleri belirlenen oranlarda maddelerle karıştırıldıktan sonra belirlenen sürelerde pH ölçümleri yapılarak kaydedilmiştir.

## 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

### 3.1. Yem Hammaddeleri Besin İçerikleri ve pH Değerleri

Araştırmada çiftliklerde çok kullanılan yem hammaddeleriyle birlikte TMR yem hammaddesi tercih edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan yem besin içerikleri ve pH değerleri belirlenmiştir. Tablo 1’de belirtilen kuru madde içeriklerine göre hesaplamalar yapılarak çalışmada kullanılmıştır. Seçilen yemlerin besin içerikleri farklı olduğu gibi yemin pH değerleride farklıdır.

Tablo 1. Yemlerin Temel Besin Değerleri (%)

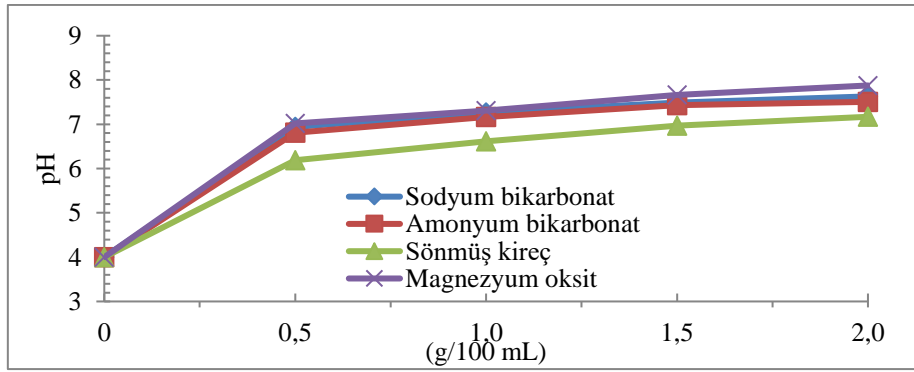
	% KM	% HP	% HK	% HS	% HY	pH
TMR	89.80	12.90	9.50	14.20	3.00	5.50
Sılaç	91.30	11.30	12.50	15.20	2.80	3.90
Kesif yem	88	18.50	9.00	12.00	4.50	5.68
Yonca	94.50	17.20	9.20	22.30	2.00	5.87
Saman	91	3.4	7.1	41.7	1.5	5.90

### 3.2 Tampon Maddelerin pH Değerleri

40 °C sıcaklıkta üç tekerrürlü olacak şekilde tampon maddelerinin her birinden pH değeri sabitleninceye kadar 100 mL saf su içerisine eklemeler yapılmıştır. Çözünen maddenin çözünme miktarı sıcaklığa bağlı değişme gösterdiğinden rumen sıcaklığındaki çözünme miktarını ölçmek amacıyla bu yöntem yapılmıştır. Bu sonuçlara göre pH sabitleninceye kadarki madde ilavelerinin büyükten küçüğe sıralanması; amonyum bikarbonat (9 g), sodyum bikarbonat ve sönmüş kireç (6.5 g), magnezyum oksit (3 g). Çalışma kapsamında kullanılan tampon maddelerin maksimum pH değerleri; sodyum bikarbonat (8.5), amonyum bikarbonat (8.21), magnezyum oksit (9.78) ve sönmüş kireç (12.09) olarak belirlenmiştir.

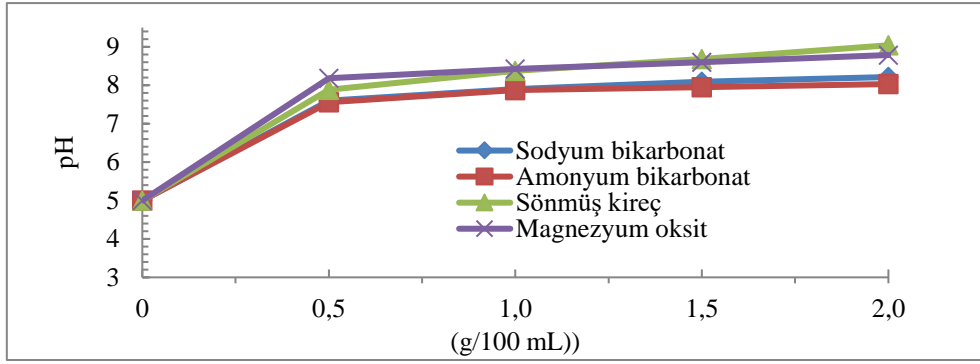
#### 3.2.1. Solüsyonlarda Uygulanan Farklı Dozlardaki Tampon Maddelerinin pH Değişimleri

Rumen düzenleyiciler laboratuvar ortamında ayarlanmış pH solüsyonuna 39-40 °C sıcaklıkta farklı miktarlarda ilave edilip 3 dakika bekletilmiş ve pH değerindeki değişimler incelenmiştir. Çalışmada yapılan analizler 3 tekerrürlü olarak yapılmış ve ölçüm sonuçlarının ortalaması verilmiştir. pH 4 değerindeyken (Şekil 2.) 100 mL solüsyona magnezyum oksidin 0.5 g ilavesi ile pH 7.02’ye, sönmüş kirecin 0.5 g ilavesi ile pH 6.19’a, amonyum bikarbonatın 0.5 g ilavesi ile pH 6.81’e ve sodyum bikarbonatın 0.5 g ilavesi ile pH 6.94’e değişmiştir.



Şekil 1. pH 4 Solüsyonuna İlave Edilen Tampon Maddelerin pH Değerleri

100 mL solüsyona pH 5 düzeyindeyken; 0.5 g magnezyum oksidin ilavesi ile pH 8.18’e, 0.5 g sönmüş kirecin ilavesi ile pH 7.88’e, 0.5 g amonyum bikarbonatın ilavesi ile pH 7.56’ya ve 0.5 g sodyum bikarbonatın ilavesi ile pH 7.60’a yükselmiştir.

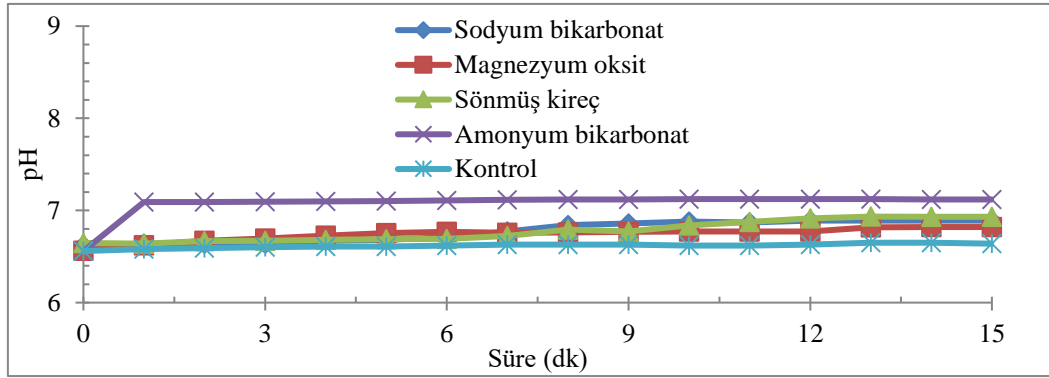


Şekil 2. pH 5 Solüsyonuna İlave Edilen Tampon Maddelerin pH Değerleri

### 3.3. Rumen İçeriğine İlave Edilen Tampon Maddelerin Dozlara Göre pH Etkilerinin Karşılaştırılması

#### 3.3.1. Rumen İçeriğine 0.5 g İlave Edilen Tampon Maddelerinin 15 dk İçerisindeki pH Değişiminin Karşılaştırılması

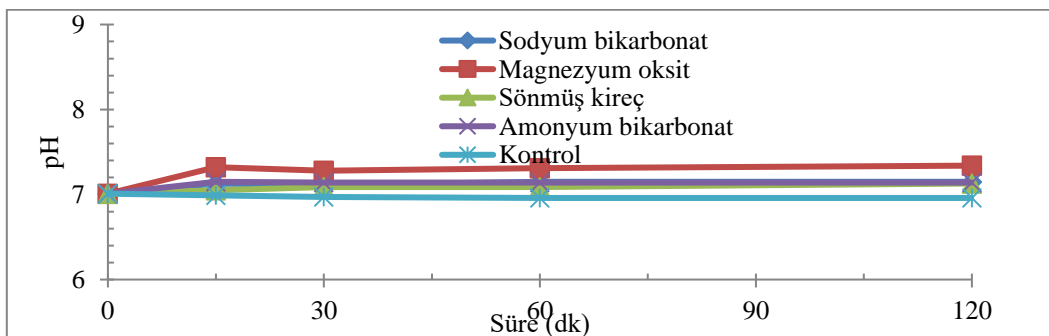
Çalışmada yapılan ölçümlerden ayrı olarak 15. dk'ya kadarki yükseliş eğrisini daha iyi gözlemleyebilmek için rumen içeriğine tampon maddelerinin (0.5 g) ilave edilmesinden itibaren ilk 15 dakika içerisindeki pH değişimlerinde incelenmiştir (Şekil 4). Çalışmada kullanılan tampon maddelerinin rumen içeriğinin pH'sını değiştirme eğrilerine bakılarak genel olarak ilk 15. dk'da, dik bir artış olduğu görülmektedir. Buradaki sonuçlara göre çözünürlük hızlarını dolayısıyla ile reaksiyon hızlarına bağlı pH değişimini görmekteyiz. Kontrole kıyasla amonyum bikarbonat ilavesinde 1. dk sonunda pH 6.56 seviyesinden 7.09'a yükselmiş, 15 dk sonunda ise diğer tampon maddelerine göre en fazla yükselişi göstererek pH 7.12 'ye çıkmıştır. 15 dk sonunda en az yükselişi göstererek pH 6.82 ile magnezyum oksit göstermiştir.



Şekil 4. Tampon Maddelerin (0.5 g) Rumen İçeriğine İlavesindeki 15 dk'lık pH Değişimleri

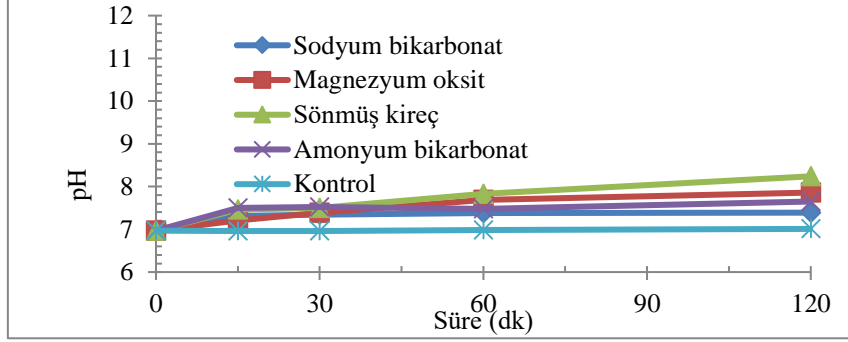
#### 3.3.2. Rumen İçeriğine 0.25 g, 0.5 g, 1.0 g, 1.5 g ve 2.0 g İlave Edilen Tampon Maddelerinin 0 dk, 30 dk, 60 dk, 90 dk ve 120 dk İçerisindeki pH Değişiminin Karşılaştırılması

Denemede kullanılan tampon maddelerin 39-40 °C sıcaklıkta 100 mL rumen içeriğine 0.25 g madde ilavesi ile 15, 30, 60 ve 120 dk olarak tampon özellik gösteren maddelerin birbirleri arasındaki pH değiştirme seviyelerinin ölçümleri yapılmıştır (Şekil 5.). Buna göre pH artışının tampon maddeler arasında yine ilk 15 dk içerisinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 15 dk sonunda en az artış sönmüş kireçte (pH 7.05), en fazla artışta magnezyum oksit ilavesinde (pH 7.32) gözlemlenmiştir. 120 dk sonundaki ölçümlere göre ise pH artış miktarı küçükten büyüğe sıralanacak olursa; sönmüş kireç (pH 7.13), amonyum bikarbonat (pH 7.14), sodyum bikarbonat (pH 7.15) ve magnezyum oksit (pH 7.34) şeklindedir. 120 dk sonunda sönmüş kireç, amonyum bikarbonat ve sodyum bikarbonat yaklaşık değerler göstermiştir.



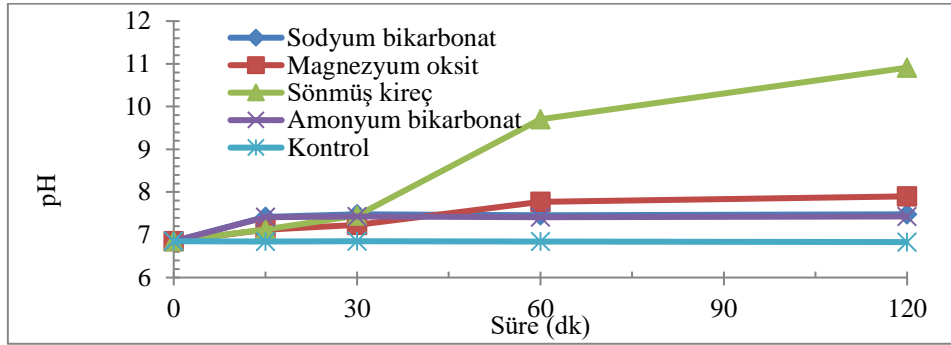
Şekil 5. Tampon Maddelerin (0.25 g) Rumen İçeriğine İlavelerdeki pH Değişimleri

Şekil 6.'da 15 dk sonundaki ölçümlerde başlangıçta rumen içeriğinin pH'sı 7 seviyesinde iken, 0.5 g amonyum bikarbonatın ilavesi ile pH 7.50'ye, 0.5 g sönmüş kirecin ilavesi ile pH 7.46'ya, 0.5 g magnezyum oksidin ilavesi ile pH 7.21'e ve 0.5 g sodyum bikarbonatın ilavesi ile pH 7.31'e, yükselmiştir. 0.5 g ilavelerin ilk 15 dk ölçümleri değerlendirildiğinde artış miktarı azdan yükseğe doğru; magnezyum oksit, sodyum bikarbonat, sönmüş kireç ve amonyum bikarbonat olarak sıralanmaktadır. İlk ilavelerden 120 dakika sonra yapılan ölçüm sonuçlarına göre ise pH değiştirmeleri şu şekildedir; sodyum bikarbonat 7.39, amonyum bikarbonat 7.65, magnezyum oksit 7.86 ve sönmüş kireç 8.24. Buna göre rumen içerişi ideal pH değerlerine en yakın değişim 0.5 g madde ilavelerinde sodyum bikarbonatta gözlemlenmiştir.



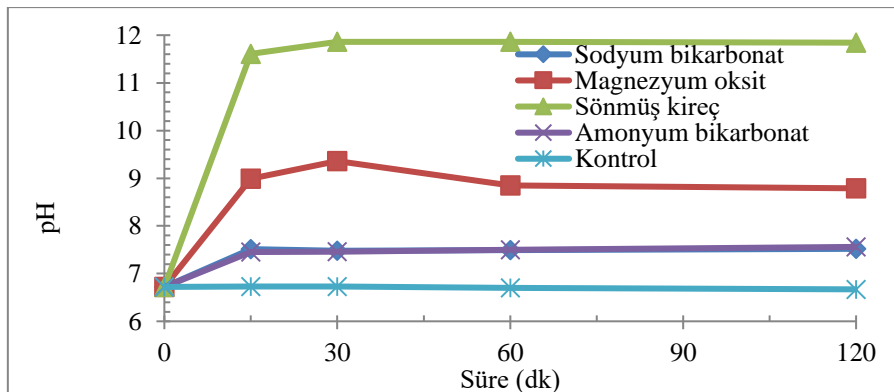
Şekil 6. Tampon Maddelerinin Rumen İçeriğine 0.5 g İlavelerdeki pH Değişimleri

Tampon maddelerin 1 g, 1.5 g, ve 2 g ilavelerinde amonyum bikarbonatın ve sodyum bikarbonatın yaklaşık olarak aynı eğri üzerinde değişimleri gözlemlenmiştir. Tampon maddelerin rumen içeriğine 1.0 g ilavelerinde sönmüş kirecin pH'sı 10.91 olarak ölçülmüştür (Şekil 7.).



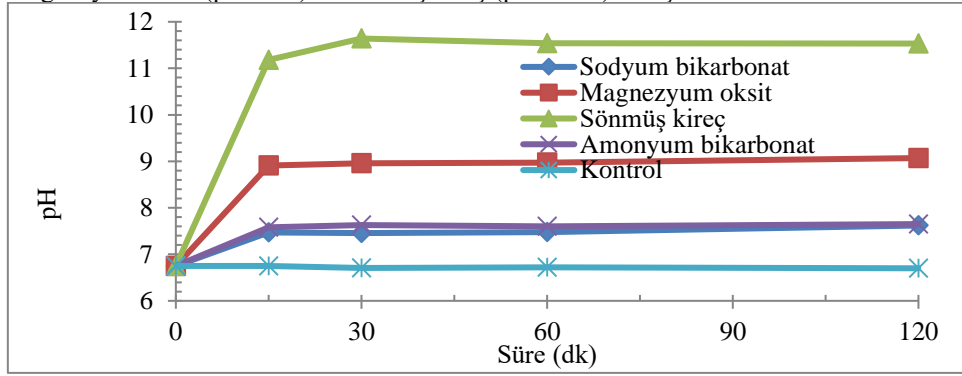
Şekil 7. Tampon Maddelerin Rumen İçeriğine 1.0 g İlavelerdeki pH Değişimleri

Her ne kadar en fazla artışı sönmüş kireç göstermiş olsada (Şekil 8.) rumen içeriğinde tam çözünememiş olup, gözle görülür derecede çökme meydana gelmiştir. Rumen içeriğine magnezyum oksit ilavesinde de sönmüş kirece yakın derecede çökme meydana geldiği gözlemlenmiştir.



Şekil 8. Tampon Maddelerin Rumen İçeriğine 1.5 g İlavelerdeki pH Değişimleri

Önceki ölçümlerde olduğu gibi rumen içeriğine 2 g madde ilave değerlerinde de pH değişimleri genellikle ilk 15 dakika içerisinde gözlemlenmiştir (Şekil 9). 120 dk sonraki ölçüm sonuçlarına göre en düşük değeri sırasıyla, sodyum bikarbonat (pH 7.62), amonyum bikarbonat (pH 7.65), magnezyum oksit (pH 9.07) ve sönmüş kireç (pH 11.53) almıştır.



Şekil 9. Tampon Maddelerin Rumen İçeriğine 2.0 g İlavelerdeki pH Değişimleri

Kireç ve manezyum oksitin rumen sıvısı içerisindeki çözünme hızı ve miktarı yavaş olduğu için hayvan beslemede kullanılacak miktarının rumen pH'sını bazik hale getirmeyecek şekilde kullanılmasına ihtiyaç vardır. Rumen sıvısı içerisindeki miktarı %0.5'i geçmeyecek şekilde yemin kuru maddesinde ayarlanmalıdır. Kireç ve manezyum oksitin bazik madde olarak kısıtlı oranlarda kullanılması gerektiği tampon özelliği taşımadığı unutulmamalıdır.

Literatürde verilen değerlere göre bazı rumen tamponlayıcı maddelerin günlük yaklaşık kullanım aralıklarını; sodyum bikarbonat (110-225 g/gün), magnezyum oksit (50-90 g/gün), kalsiyum karbonat (115-180 g/gün), sodyum bentonit (225-454), sodyum seskikarbonat (110-225 g/gün), potasyum karbonat (270-410 g/gün) olarak tavsiye edilmektedir (Hutjens, 1991), NRC (2001) tavsiyelerine göre süt sığırlarında ihtiyaca göre verilmeli ve yem içerisinde kalsiyum miktarı %1 geçmesinde özellikle fosfor ve diğer mineral alımlarını etkilediği bildirilmiştir.

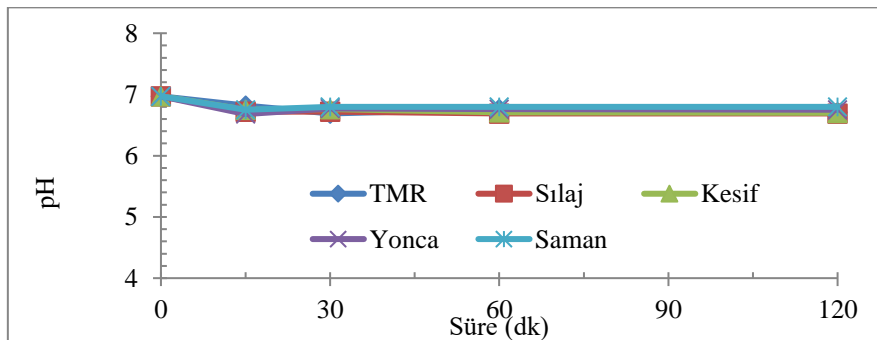
Amonyum bikarbonatın hayvancılıkta kullanımına yönelik çok bir kaynak bulunmamakla birlikte protein yapısında olmayan azot kaynağı olmasından dolayı kullanımında diğer azot kaynakları gibi sınırlandırmaya ihtiyaç vardır. Sığırlarda kullanılacak maksimum üre miktarı 0.1g/kg canlı ağırlık/gün olarak tavsiye edilmiştir (Parkes ve Shilton, 2011).

Ülger ve Küçük (2014), tarafından yapılan bir çalışmada süt sığırlarında magnezyum oksit kullanımı 2 aşamalı olarak araştırılmıştır. Birinci aşamaya göre laktasyonun ilk 70 günündeki süt sığırı rasyonlarına ilave edilen magnezyum oksit (MgO) (100 g/baş/gün) uygulamasının; süt verimini, yemden yararlanmayı, rumen, dışkı, idrar ve süt pH'sını yükselttiği, ancak süt yağını düşürdüğü gözlemlenmiştir. Erken laktasyonda süt inekleri için NaHCO<sub>3</sub> ve magnezyum oksit (MgO) kullanımı ile ilgili olarak, NaHCO<sub>3</sub>'ün etki göstermediğini, MgO'nun ise dışkı pH'sını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir (Erdman ve ark, 1980).

### 3.4. Rumen İçeriğine İlave Edilen Yemlerin Dozlara Göre pH Etkilerinin Karşılaştırılması

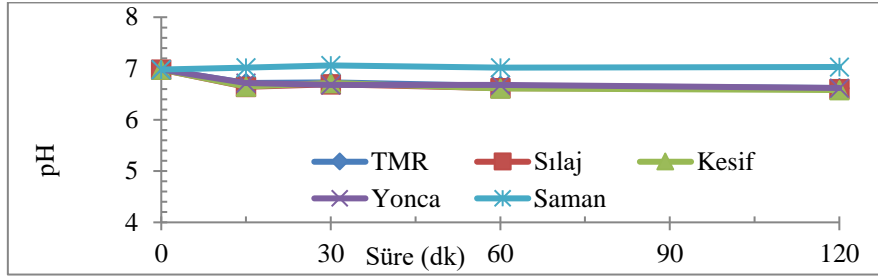
Tampon maddelerde olduğu gibi denemede kullanılan yemlerin de 39-40 °C sıcaklıkta laboratuvar ortamında 0.5 g, 1 g, ve 2 g ilavelerinin rumen içerik pH'sına etkilerine bakılmıştır. Farklı yemlerin aynı dozlarda ki uygulamalarının rumen içerik pH'sını ne kadar değiştirdiğine ve birbirlerine kıyasla farklarının ne olduğuna 15 dk, 30 dk, 60 dk ve 120 dk olarak bakılmıştır.

Rumen içeriğinin başlangıçta pH'sı 6.97 seviyesinde iken 0.5 g yem ilavesi ile yine ilk 15 dakika içerisinde pH hızlı düşmüş, daha sonra düzenli bir eğri oluşmuştur (Şekil 10.). 15. dk sonundaki ölçümlere göre, 0.5 g yonca ilavesi ile pH 6.68'e, 0.5 g silaj ilavesi ile pH 6.72'ye, 0.5 g kesif yem ilavesi ile pH 6.75'e, 0.5 g TMR ilavesi ile pH 6.82'ye, ve 0.5 g saman ilavesi ile pH 6.75'e ve düşmüştür. 0.5 g ilavelerin ilk 15 dk ölçümleri değerlendirildiğinde pH azalış miktarı en az TMR de en fazla yoncada gözlemlenmiş, saman ve kesif yem ilavelerindeki pH değişimleri aynı ölçülmüştür. 30. dk'dan sonra pH eğrileri 6.70-6.80 arasında paralel doğrultuda devam etmiştir.



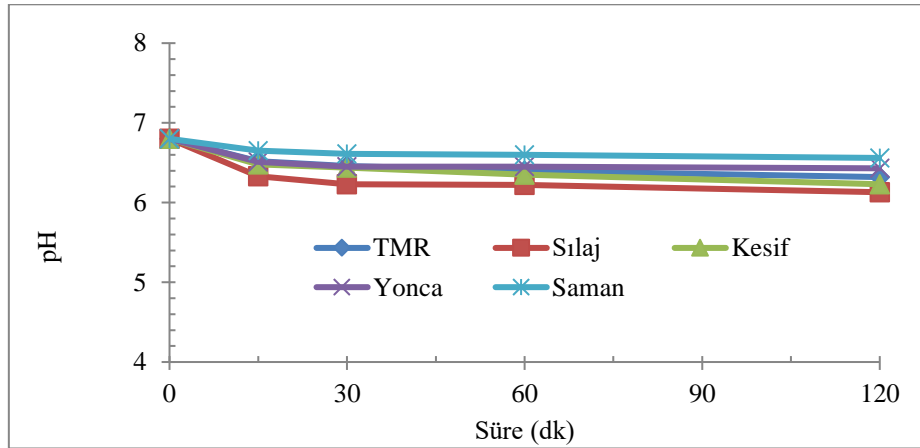
Şekil 10. Yemlerin Rumen İçeriğine 0.5 g İlavelerdeki pH Değişimleri

Yemlerin rumen içeriğine 1g ilaveleri incelendiğinde (Şekil 11.) başlangıçta 6.98 olan rumen içerik pH'sı ilk 15 dk. da samanda artmış, diğer yemlerde birbirlerine benzer şekilde azalmıştır. 15 dk sonundaki pH azalış miktarları büyükten küçüğe; sılaj (pH 6.64) ve kesif yem (pH 6.65) şeklindedir. 3. Sırada ise aynı pH'da olan TMR ve yonca (pH 6.72) bulunmaktadır. Samanın (1 g) sadece bu uygulamada pH değerini arttırdığı gözlemlenmiştir.



Şekil 11. Yemlerin Rumen İçeriğine 1 g İlavelerdeki pH Değişimleri

Yemlerin rumen içeriğine ilave edilen 2 g doz uygulamalarında, diğer yem uygulamalarına kıyasla madde miktarının da artması ile pH değişimlerinin en fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 12). Daha önceki ölçümlerde olduğu gibi benzer şekilde pH değişimleri ilk 15 dk içerisinde olup en fazla pH değişimi başlangıca kıyasla (pH 6.80) sırasıyla sılaj, kesif yem, yonca, TMR ve samanda gözlemlenmiştir. 120 dk sonundaki pH ölçümlerine bakıldığında en düşük pH; sılaj (pH 6.13), kesif yem (pH 6.23), TMR (pH 6.32), yonca (pH 6.43) ve saman (pH 6.56) şeklinde sıralanmıştır.



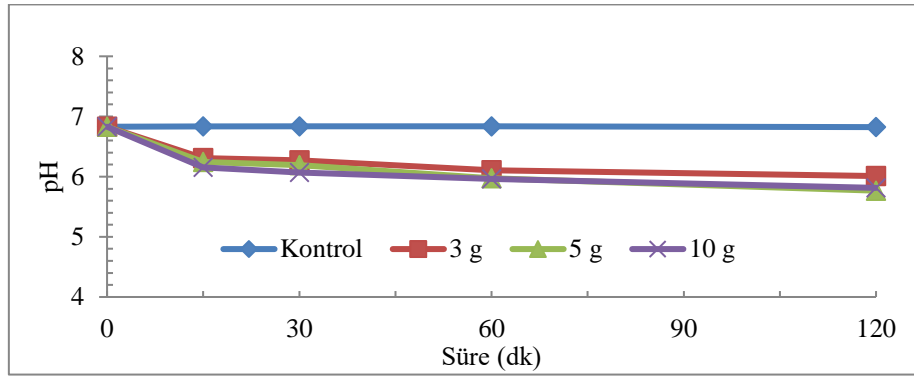
Şekil 12. Yemlerin Rumen İçeriğine 2 g İlavelerdeki pH Değişimleri

Hayvanların besin madde ihtiyaçlarını eksiksiz olarak karşılayabilmek için rasyonda yer alan yemlerin sindirilebilirliklerini bilmek şarttır (Akyıldız, 1984). Özellikle pH 5.2-6 aralığında iken aktif görev yapan rumen mikro organizmaları tarafından selüloz rahatlıkla sindirilmektedir. Rumende meydana gelen pH değişimleri mikroorganizmaların çeşitliliğine ve faaliyetine etki etmektedir. Ası (1999), rumen içerisindeki pH seviyesi 5 ve altına düştüğünde laktik asit bakterilerinin hızlı bir şekilde çoğaldığını ve glikozu laktik asite (pKa 3.8) dönüştürdüğünü belirtmiştir. Enemark vd. (2002), selülotik aktivite için pH aralığını (pH 6-7), rumen içerisinde fiziksel pH aralığını (pH 5.5-7), subklinik rumen asidozun pH aralığını (pH 5-5.5), akut klinik rumen asidozun pH aralığını (pH 5<) çalışmalarında ortaya koymuşlardır. Enemark vd. (2002), selülotik aktivite için pH aralığını (pH 6-7), rumen içerisinde fiziksel pH aralığını (pH 5.5-7), subklinik rumen asidozun pH aralığını (pH 5-5.5), akut klinik rumen asidozun pH aralığını (pH 5<), araştırmalar sonucunda ifade etmişlerdir. Bölükbaşı (1989), rumende oluşan UYA miktarının tüketilen rasyon kuru maddesinin %20 si kadar olduğunu ifade etmiştir. Umucalılar ve Şeker (1998), sılaj, saman ve kuru ot gibi yemlerle beslenme sonucunda bütirik asit %10-15, propiyonik asit %15-20 ve asetik asit % 60-70 arasında değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Literatürde normalin altında bağırsak pH değerleri ile dışkıda hatırı sayılır miktarda nişasta içeriğinin olduğu belirlenen hayvanların tamamen konsantrasyonla beslenen hayvanlar olduğu bildirmiştir. Bu gözlemlere göre yüksek konsantrasyonla yemle beslenmelerde azalan nişasta sindirimini, kısmen, optimal pH değerinin altındaki pH değerlerine bağlı olarak, ince bağırsakta pankreatik alfa amilaz aktivitesinin azalmasıyla alakalı olabileceği tahmin edilmektedir (Long, 1961). Kern vd. (1974), tamamen saman yemleri ile beslenen hayvanların bağırsak pH değerlerinin 7.0 ile 7.3 arasında farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Kesif yem kullanımında nişasta ve suda çözünabilir karbonhidrat oranı yüksek olduğu için rumende kolay parçalanabilen karbonhidrat miktarı tampon madde kullanımını belirleyen en önemli faktördür. Bu yüzden kesif yemin rumen içeriğinin pH'sını ne kadar değiştireceği 3 g, 5 g ve 10 g ilaveler ile bakılmış ve 120 dk ölçümlü sonuçlar Şekil 13.'teki gibi belirlenmiştir. Kesif yemin rumen içeriğine ilavesi

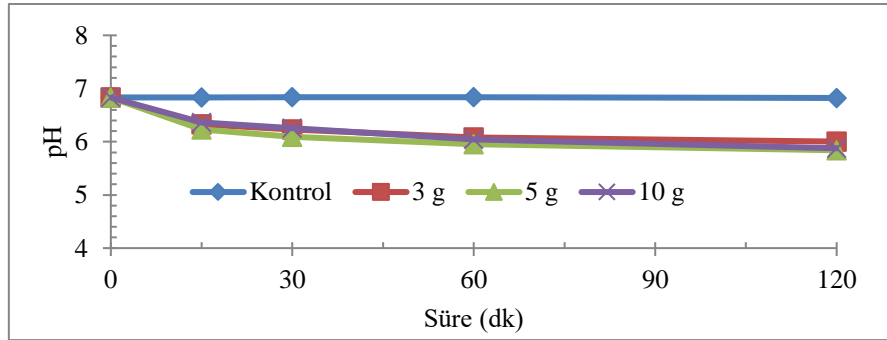


ile 120 dk sonundaki pH değişimleri; 3 g ilavesinde pH 0.82 (pH 6.01), 5 g ilavede 1.06 (pH 5.77) ve 10 g ilavede (pH 1.02) de ilk pH ya göre 1.02 düşmüştür. Hızlı pH düşüşleri benzer şekilde yine ilk 15 dk içerisinde olmuştur.



Şekil 13. Kesif Yemin Rumen İçeriğine 3 g, 5 g ve 10 g Uygulamalarındaki pH Değişimi

Diğer aşamada rumen içeriğine sodyum bikarbonat ve kesif yem karışımı 3 g, 5 g ve 10 g ilave edilip pH değişimi incelenmiştir (Şekil 14.). Çalışma 100 mL rumen içeriğine 60 g yem karışımı olacak şekilde planlanmıştır; 0.6 g sodyum bikarbonat 59.4 g yeme eklenerek ölçüm sonuçları değerlendirilmiştir. Kesif yem + rumen içeriği, sodyum bikarbonat + kesif yem + rumen içeriği karışımına göre kıyaslanacak olursa pH değişimleri her ikisinde de benzer farklılık göstermiştir. Değişim pH ları değerlendirilecek olursa 10 g ilavede pH 5.88'e, 5 g ilavede pH 5.84'e ve 3 g ilavede pH 6.0' ya düşmüştür. En fazla düşüş 5 g ilavede tespit edilmiştir (-1.06).

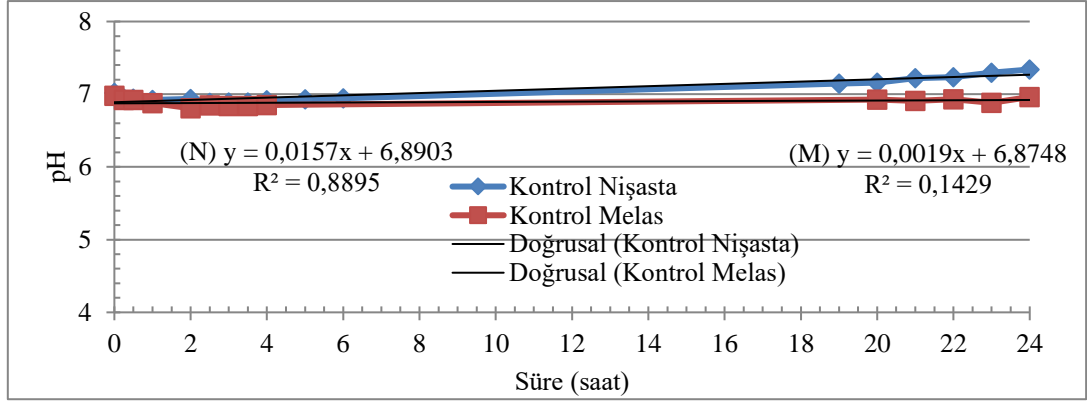


Şekil 14. Rumen İçeriğine Sodyum Bikarbonat ve Kesif Yem İlavesi İle pH Değişimi

pH değeri kesif yem kullanımının artmasıyla zamana bağlı olarak düşüş göstermiştir. Nişastanın rumen pH'sına olan olumsuz etkisi sodyum bikarbonat ilavesiyle azalmıştır. Belirlenen sonuç sahada kullanılan sodyum bikarbonat tampon maddesini destekler niteliktedir. Hernekadar bu sonuçlar sahaya desteklese de sodyum kullanımının hayvanlarda sodyum zehirlenmesini tetiklemeyecek şekilde planlanmasına dikkat edilmelidir. Umucalılar ve Şeker (2000), tarafından yapılan bir çalışmada arpa, buğday, mısır ve yulaf gibi tane yemlerle beraber rasyona %0.5, %1.0 ve %1.5 düzeyinde sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) ilave edilmiş, bu oranlardaki ölçüm sonuçlarının kontrol gruplarından farklı olmadıkları, %1.5  $\text{NaHCO}_3$  katılan grupta buğday ve yulaf için belirlenen 6.83 değerinin arpadan (6.60) önemli ölçüde yüksek olduğu ifade edilmiştir. Gökçe ve İmren (1998)'in asidotik karakterdeki yemlere (buğday ezmesi) %3, %6 ve %9 oranında sodyum bikarbonat katıldıktan sonra koyunların ruminal asidozdan ne derece korunduklarını saptamak amacıyla yaptıkları çalışmalarına göre ise sodyum bikarbonat ilavesinin asidozdan koruduğu tespit edilmiştir.  $\text{NaHCO}_3$ 'ün lif sindirilebilirliğini artırdığı (Erdman vd. 1982) rumen pH'sını düzenleyerek selülotik bakteriler için uygun yaşama ortamı sağladığı aktarılmıştır. Trenkle (1979), laktasyondaki ineklere  $\text{NaHCO}_3$  eklenerek protein kullanımının sağlanabileceğini tespit etmiştir. Ancak Erdman vd. (1982), 40:60 tahıl rasyonunda % 1 ilave edilen  $\text{NaHCO}_3$ 'ün azot dengesinin iyileştirmediğini savunmuştur.

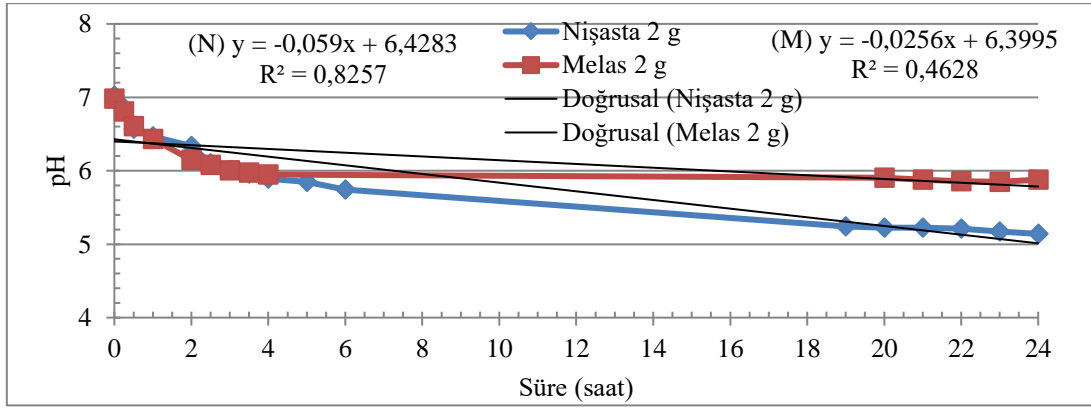
### 3.5. Rumen İçeriğine İlave Edilen Nişasta ve Melasın Dozlara Göre pH Etkilerinin Karşılaştırılması ve Doğrusal Eğim Grafikleri

Her bir inkübasyonda kullanılan kontrol gruplarından elde edilen pH değişimi Şekil 15.'te gösterildiği gibidir. Kontrol grupları arasında pH değişimleri arasında çok az bir farklılık olması, melas ve nişasta gruplarında kullanılan rumen içeriğindeki farklılığın olmadığını göstermektedir.



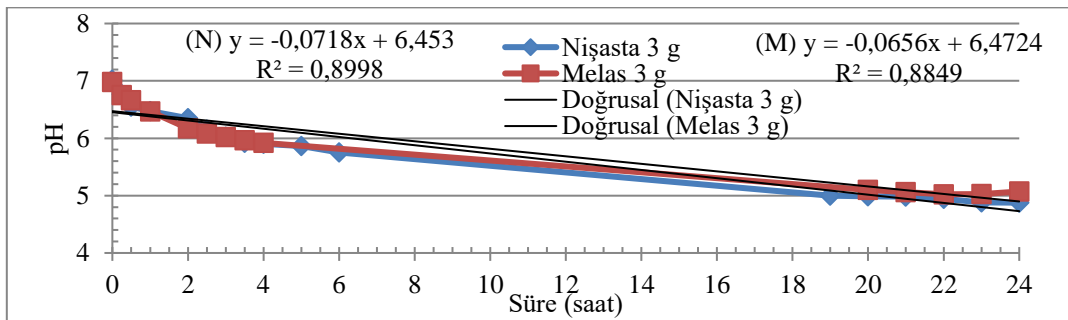
Şekil 15. Nişasta ve Melas Uygulamalarında Rumen İçeriğine Kontrol Grubu

Şekil 16.'da %2 nişasta veya melas ilavesi sonucu inkübasyonda süreye bağlı pH değişimleri gösterilmiştir. Rumen içeriğine ayrı ayrı ilave edilen 2 g nişasta ve melasın karşılaştırmalı grafiğinde 7 saatte pH 6 civarında gözlemlenmiştir. 16. saatten itibaren pH 5.5 civarına inmesiyle asidoz başlangıcının olduğu belirlenmiştir. 2 g nişasta ilavesinde 7. Saatten sonra rumende selülotik bakterilerin yaşama ortamının olumsuz olduğu, 24 saat sonunda asidoz olduğu gözlemlenmiştir (pH 5.14).



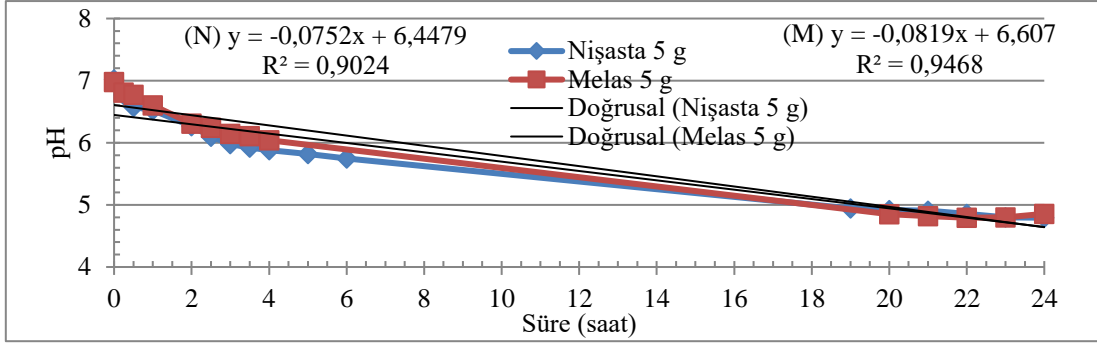
Şekil 16. Rumen İçeriğine Nişasta ve Melas (2 g) İlavesi İle pH Değişimi

Şekil 17'de %3 nişasta veya melas ilavesi sonucu inkübasyonda süreye bağlı pH değişimleri aktarılmıştır. 3 g ilave edilen nişasta ve melasın rumen içeriği pH değişimine göre yaklaşık olarak 8. saatten sonra asidoz olduğu gtespit edilmiştir. Kullanılan %3'lük nişasta veya melas ilavesinde fermentasyon sonucu %3 melas ilave edilen örneklerde pH'nın hızlı değişmesi beklenirken %3'lük nişasta ilave edilen örneklerde zamana bağlı pH değişimleri düzeyleri arasında farklılık tespit edilememiştir.



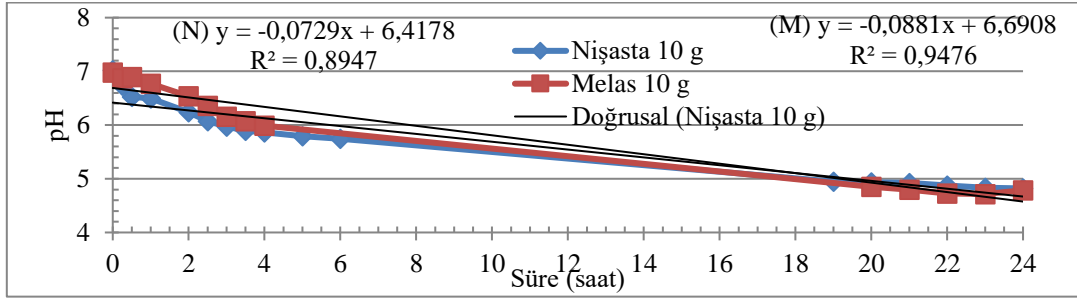
Şekil 17. Rumen İçeriğine Nişasta ve Melas (3 g) İlavesi ile pH Değişimi

Şekil 18.'de %5 nişasta veya melas ilavesi sonucu inkübasyonda süreye bağlı pH değişimleri gösterilmiştir. Ayrı ayrı 5 g ilave edilen nişasta ve melasın rumen içeriği pH değişimine göre yaklaşık olarak 6. saatten sonra asidoza sebep olduğu belirlenmiştir. Burada da %3 lük ilavede olduğu gibi nişasta veya melas kullanımına bağlı pH değişimi arasında farklılık tespit edilememiştir.



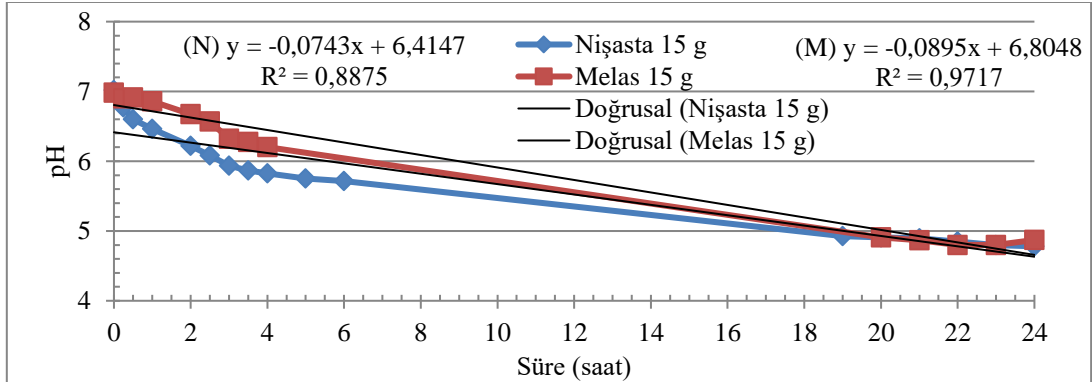
Şekil 18. Rumen İçeriğine Nişasta ve Melas (5 g) İlavesi İle pH Değişimi

Şekil 19'da %10 nişasta veya melas ilavesi sonucu inkübasyonda süreye bağlı pH değişimleri gösterilmiştir. Aynı ayrı 10 g ilave edilen nişasta ve melasın rumen içeriği pH değişimine göre yaklaşık olarak 6. saatten sonra asidoz olduğu gözlemlenmiştir. Burada da %3 ve 5'lik nişasta veya melas ilavesinde olduğu gibi %10'luk kullanımında da pH değişimleri arasında da farklılık belirlenememiştir.



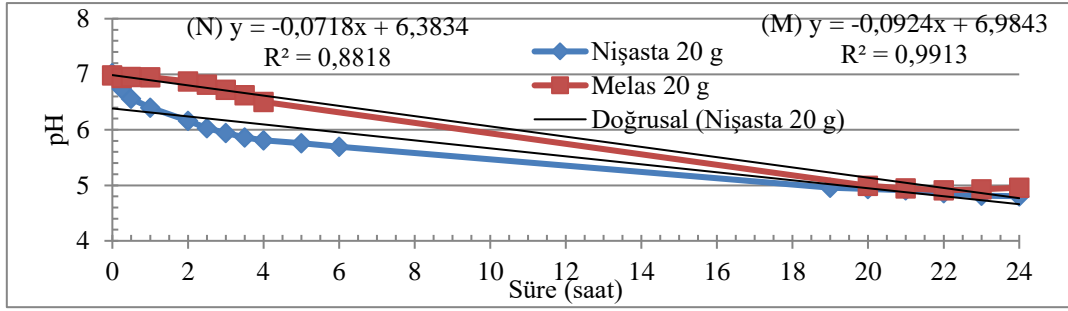
Şekil 19. Rumen İçeriğine Nişasta ve Melas (10 g) İlavesi İle pH Değişimi

Şekil 20.'de %15 nişasta veya melas ilavesi sonucu inkübasyonda süreye bağlı pH değişimleri gösterilmiştir. Burada da %3 - 10'lık nişasta veya melas ilavesinde olduğundan farklı olarak %15'lik kullanımında da pH değişimleri melas ve nişasta arasında farklılık görülmeye başlamıştır. Nişasta suda çözünmediği için aşağıya çökmeye başlamıştır ama fermentasyona negatif bir etkisi olmamıştır. Fakat melasın rumen içeriğinde çözünmesi ve rumen derişimini değiştirmesine bağlı olarak fermentasyonu ilk başlarda yavaşlattığı gözlemlenmiştir. 24 saat sonuna doğru pH düzeyleri hemen hemen bütün ölçümlerde aynı olmuştur.



Şekil 20. Rumen İçeriğine Nişasta ve Melas (15 g) İlavesi İle pH Değişimi

Şekil 21'de %20 nişasta veya melas ilavesi sonucu inkübasyonda süreye bağlı pH değişimleri gösterilmiştir. Burada da %20'lik nişasta veya melas ilavesinde olduğu gibi zamana bağlı pH değişimleri arasında farklılık tespit edilmiştir. 24 saat sonuna doğru pH düzeyleri hemen hemen aynı seviyelerdedir.



Şekil 21. Rumen İçeriğine Nişasta ve Melas (20 g) İlavesi İle pH Değişimi

Hayvanların tükettikleri yem ve su miktarı ağırlıkça belirlenerek, laboratuvarda rumen içeriğine ilave edilen tampon maddelerinin ağırlıkları hayvanın yediği miktardaki yem+su ağırlığına oranlanarak hayvana verilmesi gereken tampon maddelerinin hesaplamaları yapılmıştır. Tampon maddesine hangi saatte ihtiyaç olduğunun belirlenmesi için nişasta ve melas ilavesi sonucu 24 saatlik pH değişimlerinin grafiği oluşturulmuştur. Elde edilen doğrusal eğim grafiği üzerinden inkübasyona bağlı pH değişimi denklemi hesaplanmıştır. pH 5.8 asidoz başlangıcı olmak üzere farklı pH düzeylerine ne kadar sürede ulaştığı denklem üzerinden hesaplanmıştır. Tablo 2.'de nişastanın farklı düzeylerde inkübasyon sonuçlarını gösteren grafiklerden elde edilen verilerden oluşturulan denklemlerle hesaplanan farklı pH değerlerine hangi inkübasyon saatinde ulaştığı hesaplanmıştır. Tablo 2.'de görüldüğü üzere inkübasyon süreleri %2 ve %3 nişasta kullanımında daha uzun sürmektedir fakat %5-20 nişasta konulmasında fermentasyon pH'sı arasında bir farklılığa yol açmadığı tespit edilmiştir. Dolayısı ile aralıklarda nişastanın sindirilebilirlik hızı değişmediğinden daha fazla nişasta ilave edilmesi de pH değişiminde farklılıklara sebep olmamıştır.

Tablo 2. İnkübasyon Zamanına ve Kullanılan Nişasta Miktarına Bağlı Değişen pH Değerleri

pH	Nişasta					
	2 g	3 g	5 g	10 g	15 g	20 g
5.8	10.65	9.09	8.62	8.47	8.27	8.56
5.5	15.73	13.27	12.61	12.59	12.31	12.74
5	24.21	20.24	19.25	19.45	19.04	19.70

Tablo 3.'te melasın farklı düzeylerde inkübasyon sonuçlarını gösteren grafiklerden elde edilen denklemlerden hesaplanan farklı pH değerlerine hangi inkübasyon saatinde ulaştığı hesaplanmıştır. Tablo 3.'te de görüldüğü üzere inkübasyon süreleri %2 ve 3 melas kullanımında daha uzun sürmektedir fakat %5-20 nişasta konulmasında fermentasyon pH'sı arasında bir farklılığa yol açmadığı gözlemlenmiştir. Dolayısı ile melasın fermentasyon hızı değişmediğinden daha fazla melas ilave edilmesi pH değişimini etkilememiştir.

Tablo 3. İnkübasyon Zamanına ve Kullanılan Melas Miktarına Bağlı Değişen pH Değerleri

pH	Melas					
	2 g	3 g	5 g	10 g	15 g	20 g
5.8	23.42	9.14	9.85	10.11	11.23	12.82
5.5	35.14	13.71	13.52	13.52	14.58	16.06
5	54.67	21.33	19.62	19.19	20.17	21.48

Nişasta ve melas grafikleri ve hesaplanan sonuçlara göre; %2 lik melasın hızlı fermente olduğu 4 saat içerisinde tükendiği pH değerlerinden anlaşılmaktadır. Bunun yanında %2 lik nişasta sindirilmesi daha çok zaman almış ve pH 6'nın altına daha uzun zaman da düşmüştür. %3 -5 nişasta veya melas kullanılan grafiklerde ve hesaplamalarda görüleceği üzere inkübasyon süresine bağlı pH değişimleri hemen hemen aynıdır. %10-20 arasında melas kullanımında pH değişiminin nişastayla kıyaslandığında fermentasyonu yavaşlattığı görülmektedir. Dolayısı ile yüksek şekerin nişastaya oranla rumen mikroorganizmalarını negatif yönde etkilediği söylenebilir. Chalupa (1983), kalsiyum karbonatın, ince bağırsağa geçen nişasta miktarına bağlı olarak değişen bağırsak pH'sini düzenleyip, pankreatik alfa amilaz aktivitesi için optimum değere yakınlaraştırıp düzenleyici özelliği ile etki ettiğini ifade etmiştir. Hill (1962)'e göre kireçtaşı gastrointestinal sistemden yavaş yavaş emildiği için daha etkili bir bağırsak tamponudur. Emziren ineklerle yapılan beslenme denemelerine göre, mısır silajı ve mısır tanesi ile beslenen süt veren düve yemlerine, kireçtaşı tamponu ilavelerinin dışkıdaki nişasta kayıplarını azalttığı, dışkı pH'sını artırdığı ve genel yem verimliliğini artırdığı belirtilmiştir (Wheeler, 1976).

### 3.6. İneklerin verim dönemlerine göre su ve kuru madde tüketimine bağlı dönemlik tampon madde ihtiyaçlarının hesaplanması

Hartnell ve Satter (2011), belirli CA'taki ineklerin, laktasyon haftalarına göre su tüketimlerini, kuru madde tüketimlerini ve süt verimlerini Tablo 4.'teki gibi belirtmişlerdir. Bu verilerden faydalanılarak ineklerin verim dönemlerine göre su ve kuru madde tüketimine bağlı dönemlik tampon maddelerinde bulunan ve normalde rasyona konulabilecek Na, Ca, MgO, Üre miktarları hesaplanmıştır. Hayvanların ihtiyacı olan Na, Ca, MgO, Üre miktarı yemde olan miktarları analiz edilip eksik kalan kısımları tampon maddeleri ile tamamlanabilir. Bu düzeylerden fazla kullanmak hayvanlarda beslenme kaynaklı problemler oluşturabilir.

Tablo 4. Canlı Ağırlık, Süt Verimi, Su ve Kuru Madde Tüketimlerine Göre Laktasyon Haftalarındaki İnekler (Hartnell ve Satter, 2011)

	Laktasyon süresi (haftalar)			
	(Kuru dönem) -8 - 0	0-12	13-24	25-44
Kaba yem: Kesif yem	82.5: 17.5	45:55	57:43	25:44
Canlı ağırlık (kg)	700	606	628	656
Süt üretimi (kg / gün)	0	28.5	24.4	16.2
Su tüketimi (kg / gün)	19.8	17.6	0.9	78.6
Kuru madde tüketimi (kg / gün)	10.8	16.9	19.8	17.6
*Rasyonun %0,196 kadar Na (g/gün)	21.168	33.124	38.808	34.496
*Rasyonun %1 kadar Ca (g/gün)	108	169	198	176
*Canlı Ağırlığın %0,6 kadar MgO (g/gün)	420	363,6	376.8	393.6
*Canlı Ağırlığın %0,1 kadar Üre (g/gün)	70	60,6	62.8	65.6

\*Kuru madde tüketimi ve canlı ağırlığa bağlı hesaplanan tüketilebilecek tampon madde miktarları.

#### 4. Sonuç

Rumen pH sını tamponlamak için kullanılacak ürünlerde suda veya rumen sıvısında çözünürlük hızı ve miktarı rumen pH sına etki etmektedir. Bir kısım ürünler tampon özelliği gösterirken kullanılan diğer ürünler bazik özellik gösterdiğinden pH'nın istenilmeyen seviyelere çıkmasına sebep olmaktadır. Rumende asitliğin düşmesini engellemek veya pH'sı düşük bir ortamın hızla normal pH ulaşmasını sağlamak isteniyorsa tampon maddeleri tercihi ve yemleme stratejileri iyi düşünülmelidir.

Yem maddelerinin kendi pH'sı rumen pH'sını etkilemektedir. Dolayısı ile rasyonda kullanılacak yem hammaddelerinin seçimi ve oranı rumen pH sına değiştirmektedir. Rumen pH'sının düşmesine etki eden en önemli faktör suda çözünen karbohidrat ve nişasta miktarıdır. Yem içerisinde fazla nişastanın bulunması, nişastanın parçalanma hızına bağlı olarak, pH'nın düşmesine sebep olurken yüksek melas kullanımı, rumen bakterilerinde hipertonic ve düşük pH değerine sahip bir ortam oluşturduğundan, fermantasyonun yavaşlamasına sebep olmaktadır. Melasla kıyaslandığında nişasta bileşenlerinin sindiriminin yavaş olması hayvanlara aynı miktarlarda verilse bile nişastadan kaynaklı asidoz daha az olmaktadır. Özellikle mısır nişastası yüksek verimli hayvanların beslenmesinde tercih edilmektedir.

Hayvanlarda rumen içeriğindeki yemlerin tamamen sindirime uğraması ile birlikte, rumen içerisinde yem kalmadığı için pH yükselme göstermektedir. Acıkan hayvanların ihtiyaçlarını gidermek için aniden verilen yemler (özellikle pH sını düşük olan kesif, sılag vb.) hızlı bir şekilde rumen içerik pH'sında düşüşe sebebiyet verecek ve asidoz riski artacaktır. Bu riskten kurtulmak için hayvan önünde sürekli kaba yem bulundurarak hızlı kesif yem alımının önlenmesi gerekmektedir.

Sodyum bikarbonata eşdeğer veya alternatif tampon maddelerinin incelenmesinde kullanılan diğer üç farklı kimyasalında rumen pH'sını yükselttiği gözlemlenmiştir. Özellikle sodyum düzeyinin aşılmasında oluşabilecek diğer problemlerin azaltılması ve mineral ihtiyacının karşılanması (magnezyum oksit) ya da mikroorganizmaların azot ihtiyacının karşılanması (amonyum bikarbonat) veya daha ucuz tampon maddesi (sönmüş kireç) kullanılmak isteniyorsa, bu maddelerin tek başlarına ya da karışım olarak kullanılması, hayvanın ihtiyacı ve kısıtlamalar göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Yapılan bu çalışmada önemli sonuçlar alınmış olsada, laboratuvar ortamında alınan bu sonuçların teyit edilmesi ve modellenmesi için hayvanlar üzerinde de benzer çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

#### Kaynakça

- Akyıldız, A.R., 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 895, Uygulama Kılavuzu: 213, Ankara.
- Ası, T., 1999. Tablolarla Biyokimya Ders Kitabı, Ankara.
- Beal, A.M., 1974. Proceedings: A Chronic Re-Entrant Parotid Duct Cannula For Long-Term Salivary Collection and Replacement in the Sheep. J. Physiol 242, 22-24.
- Boisen, S., Eggum, B.O., 1991. Critical Evaluation of *In Vitro* Methods For Estimating Digestibility in Simple-Stomach Animals.

- National Institute of Animal Science, Foulum, DK-8830 Tjele, Denmark.
- Bölükbaşı, M.F., 1989. Fizyoloji Ders Kitabı. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, 413 Ankara.
- Chalupa, W.F., Kronfeld, D.S., 1983. Buffers For Dairy Cattle. *Animal Nutrition Health* (May-June), 50-56.
- Church, D.C., 1984. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants.
- Counotte, G.H.M., Klooster, A., Kuilen, J., Prins, R.A., 1979. An Analysis of the Buffer System in the Rumen of Dairy Cattle. *Journal of Animal Science*, 49, 6, 1, 1536-1544.
- Dodurka, T., 2012. Ders Notu, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Enemark, J.M., Jorgensen, R.J., Enemark, P., 2002. Rumen Acidosis With Special Emphasis on Diagnostic Aspects of Subclinical Rumen Acidosis: a Review. *Veterinarija Ir Zootechnika*. T., 20-42.
- Erdman, R. A., Botts, R. L., Hemken, R.W., L. Bull, S., 1980. Effect of Dietary Sodium Bicarbonate and Magnesium Oxide on Production and Physiology in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*. 63:923.
- Erdman, R.A., Hemken, R.W. Bull, L.S., 1982. 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.
- Garipoğlu, A.V., Sarıççek, B.Z., 2000. Rumen Bakterileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (3), 131-137.
- Gökçe, G. İmren, H.Y., 1998. Koyunlarda Ruminal Asidozis Olaylarının Yemlere Sodyum Bikarbonat ilavesiyle Koruyucu Tedavi Denemeleri Üzerinde Çalışmalar. *Tr. Journal. of Veterinary and Animal Sciences*. 22, 333-343.
- Hartnell, G., Satter L., 2011. Determination of Rumen Fill, Retention Time And Ruminal Turnover Rates of Ingesta at Different Stages Of Lactation in Dairy Cows. *Journal of Animal Science*, 48, 2, 706.
- Hill R., 1962. The Provision And Metabolism of Calcium and Phosphorus in Ruminants. *World Review Nutrition Dieter*, 3,130.
- Hutjens, M.F., 1991. Feed Additives. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 7, 525-540.
- Kahraman, M., Arıcı, M., 2020. Ekşi Hamur Fermentasyonu ile Üretilmiş Kek Hamurunun Laktik Asit Bakterileri Çeşitliliği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), 32-42.
- Kay, R.N.B., 1960. The Rate of Flow and Composition of Various Salivary Secretions in Sheep and Calves. *Journal of Physiology*, 150, 515-537.
- Kern, D.L., Slyter, L.L., Leffel, E.C., Weaver, J.M., Ohjen, R.R., 1974. Ponies vs. Teers: Microbial and Chemical Characteristics of Intestinal Ingesta. *Journal of Animal Science* 38, 559.
- Lederberg, J., 1992. *Encyclopedia of Microbiology*. Academic press. Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers, New York.
- Long, C., 1961. *Biochemists Handbook*. D. Van Nostrand Co., New York.
- Mickdam, E., Khiaosa-ard, R., Metzler-Zebeli, B.U., Klevenhusen, F., Chizzola, R., Zebeli, Q., 2016. Rumen Microbial Abundance and Fermentation Profile During Severe Subacute Ruminal Acidosis and it's Modulation by Plant Derived Alkaloids *in Vitro*. *Institute of Animal Nutrition and Functional Plant Compounds. Science Direct Anaerobe*, 39, 4-13.
- Nocek, J.E., 1997. Bovine Acidosis: İmplications on Laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80, 1005-1028.
- Murphy, M.R., Baldwin, R.L., Koomg, L.J., 1982. Estimation of Stoichiometric. Parameters for Rumen Fermentation of Roughage and Concentrate. *Journal of Animal Science*, 55, 411-421.
- NRC., 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Seventh Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC.
- Oetzel, G.R., Norlund, K.V., Garrett, E.F., 1999. Effect of Ruminal pH and Stage of Lactation on Ruminal Lactate Concentrations in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 82,38.
- Owens, F.N., Goetsch, A.L., 1988. Ruminal Fermentation. *The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition*. D. C. Church, ed. P, 145-171.
- Özel, O.T., Sarıççek B.Z., 2009. Ruminantlarda Rumen Mikroorganizmalarının Varlığı ve Önemi. *Tübvav Bilim Dergisi*, 2, 277-285.
- Özöğretmen, T., 1991. Geviş Getirenlerin Beslenmesinde Kullanılan Önemli Bazı Yemlerin Nel İçeriklerinin *İn Vivo* ve *İn Vitro* Yöntemleri ile Saptanması. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi.
- Parish, J.A., 2017. *Understanding the Ruminant Animal Digestive System*, Mississippi State University, U.S.
- Parkes, H., Shilton, C., 2011. Urea Poisoning in Cattle. Northern Territory Government of Australia, K46.
- Russell, J.B. Rychlik, J.L., 2001. Factors That Alter Rumen Microbial Ecology. Factors <http://www.distillersgrains.com/pdf/Russell - That Alter Rumen.pdf>.
- Sevgican, F., 1996. Ruminantların Beslenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:524. İzmir.
- Stone, W.C., 1999. The Effect of Subclinical Rumen Acidosis on Milk Components. 40-46p in *Proc. Cornell Nutr. Conf*.
- Tajik, J., Nazifi, S., 2011. Diagnosis of Subacute Ruminal Acidosis: a review. *Asian Journal of Animal Sciences*. 5, 80-90.
- Trenkle, A.H., 1979. The Relationship Between Acid-Base Balance and Protein Metabolism in Ruminants. *Regulation of acid-base balance*. Church & Dwight Co., Inc., NJ. 146.
- Umucalılar, H.D., Şeker E., 2000. Tampon Etkili Madde Olarak Kullanılan Sodyum Bikarbonat ve Magnezyum Oksit Tane Yemlerin *İn Vitro* Sindirilme Dereceleri Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Besleme Hastalıkları ABD. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 16,2: 129-135.
- Umucalılar, H.D., Şeker, E., 1998. Tampon Etkili Madde Olarak Kullanılan Sodyum Bikarbonat ve Magnezyum Oksit Tane Yemlerin *İn Vitro* Sindirilme Dereceleri İle İneklerde Süt Verim Parametreleri Üzerine Etkileri. S.Ü. Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Besleme Hastalıkları ABD. Doktora Tezi, Konya.
- Ülger, İ., Küçük, O., 2014. Süt Sığırlarında Magnezyum Oksit Kullanımı. *Journal Of Health Sciences*, 23: 149-154.
- Van Soest, P.J., 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2nd Ed.). Ithaca, N.Y. Cornell University Press.
- Wheeler, W.E., Noller, C.H., 1976. Limestone Buffers in Complete Mixed Rations For Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 59:1788.
- Yıldız, M.A., Parlat, S.S., 2019. Rumen Ph'sının Regülasyonu İçin *In Vitro* Tampon Sistem Çözümlerinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.