

İÇİNDEKİLER

TÜRKÇE ÖZET.....	II
İNGİLİZCE ÖZET.....	III
GİRİŞ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	5
GEREÇ ve YÖNTEM.....	10
Gereç.....	10
Yöntem.....	11
İstatistiksel değerlendirme.....	22
BULGULAR.....	23
TARTIŞMA ve SONUÇ.....	34
EKLER.....	41
KAYNAKLAR.....	45
TEŞEKKÜR.....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	51

ÖZET

Farklı Kaba Yem Kaynaklarının Süt Sığırlarında Rumen Parametreleri ile Süt Verimi ve Bileşimi Üzerine Etkisi

Bu çalışma, süt sığırları beslenmesinde farklı kaba yem kaynakları kullanılmasının çiğneme aktivitesi, rumen fermantasyonu, sindirilebilirlik, süt verimi ve bileşimi üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Denemede laktasyonun 210 ± 20 günlerinde ve 575 ± 50 kg canlı ağırlığındaki, dördü rumen kanüllü olmak üzere toplam 12 baş ilk doğumunu yapmış Holştayn süt sığırı kullanılmıştır. Sığırlar kaba yem kaynakları farklı olan dört toplam karma rasyon ile beslenmişlerdir. Rasyonlar; 1) % 50 mısır silajı + % 50 konsantre yem (MS), 2) % 35 mısır silajı + % 15 buğday samanı + % 50 konsantre yem (MSS), 3) % 35 mısır silajı + % 15 yonca kuru otu + % 50 konsantre yem (MSY), 4) % 25 mısır silajı + % 10 buğday samanı + % 15 yonca kuru otu + % 50 konsantre yem (MSSY) şeklinde düzenlenmiştir. MSS ile beslenen ineklerin geviş getirme zamanı ise, MS ile beslenenlerden daha yüksek olmuştur ($P < 0.05$). MSS ve MSSY gruplarının toplam çiğneme zamanları (662 ve 633 dk/gün) MS grubuna göre (521 dk/gün) daha yüksek bulunmuştur ($P < 0.01$). Denemedeki hayvanların ortalama rumen pH değerleri, $\text{NH}_3\text{-N}$ miktarı, asetat/propionat oranları, toplam uçucu yağ asitleri ve kuru madde tüketim miktarları rasyon uygulamalarından etkilenmemiştir. Ancak 5.8'in altında kalan rumen pH süresi, MS ile beslenen ineklerde daha fazla bulunmuştur ($P < 0.001$). Bu çalışmadan, süt miktarı ve bileşimi üzerine olumsuz bir etki yaratmamasına rağmen, süt sığırı rasyonlarında kaba yem kaynağı olarak sadece mısır silajı kullanılmaması gerektiği sonucu çıkarılabilir.

Anahtar kelimeler: Kaba yem kaynağı, fiziksel etkin NDF, çiğneme aktivitesi, rumen parametreleri, süt verimi ve bileşimi

SUMMARY

The Effects of Different Forage Sources on Rumen Parameters, Milk Production and Composition in Dairy Cows

The objective of this experiment was to evaluate the effects of different forage sources on chewing activity, rumen fermentation, digestibility, milk production and composition in late lactating dairy cows. Twelve late lactating Holstein primiparous cows including four cows equipped with a rumen cannula, averaging 210 ± 20 d in milk and weighing 575 ± 50 kg. Cows were fed four total mixed diets that were varied in the forage sources: 1) 50% corn silage + 50% concentrate mixture (CS), 2) 35% corn silage + 15% wheat straw + 50% concentrate mixture (CSW), 3) 35% corn silage + 15% alfalfa hay + 50% concentrate mixture (CSA), 4) 25% corn silage + 10% wheat straw + 15% alfalfa hay + 50% concentrate mixture (CSWA). Cows fed with CSW spent more time ruminating than cows fed CS ($P < 0.05$). Total chewing time was higher ($P < 0.01$) in CSW (662 min/d) and CSWA (633 min/d) groups than CS (521 min/d). Mean rumen pH values, $\text{NH}_3\text{-N}$ content, acetate/propionate ratio, total concentration of volatile fatty acids in rumen fluid and dry matter intake levels were not affected by the treatments. However, the time (h/d) where the pH was under 5.8 value, was increased when cows fed the CS diet ($P < 0.001$). It is concluded that the corn silage should not use as sole forage source in dairy cow ratio, in spite of has no unfavorable effect on the milk production and composition.

Key words: Forage sources, physically effective NDF, chewing activities, rumen parameters, milk production and composition

1. GİRİŞ

Türkiye hayvan varlığı bakımından dünyanın önde gelen ülkelerinden biri olmasına rağmen hayvansal üretim ve kişi başına olan tüketim istenilen seviyenin çok altında kalmaktadır (1). Özellikle birim hayvan başına verim, içerisine girmeye çalıştığımız Avrupa Birliği ülkeleri ile mukayese edilemeyecek ölçüde geridedir. Türkiye’de kültür ırkı sığırlardan yılda ortalama 4500-5000 kg süt alınırken, gelişmiş ülkelerde bu rakam 8000-9000 kg civarındadır (2).

Türkiye’de kişi başına günlük protein tüketimi 84.1 g iken gelişmiş ülkelerdeki miktar 102.7 g düzeyindedir ve bu tüketimin Türkiye’de hayvansal orijinli miktarı sadece % 22 iken, gelişmiş ülkelerdeki oran % 58 civarındadır. Oysa insanlarda protein eksikliğine bağlı bozuklukları önlemek için günlük protein gereksiniminin 1/3’ünün hayvansal kaynaklı proteinlerden oluşması gerekmektedir (3).

Türkiye’de süt sığırlarının beslenmesinde kaba yem kaynağı olarak, çeşitli buğdaygil samanları, son yıllarda giderek artan biçimde mısır silajı ve az miktarda olmak üzere yonca kuru otu kullanılmaktadır. Söz konusu kaba yemler, farklı lif yapılarına ve partikül büyüklüklerine sahiptir. Türkiye’de süt sığırları üzerinde farklı kaba yem kullanılmasının etkilerinin araştırıldığı bir araştırma bulunmadığı gibi, dünyada da bu tarzda araştırmaların sınırlı sayıda yapıldığı düşünülmektedir.

Süt sığırı rasyonlarında, iyi kaliteli kaba yem kullanımı hem hayvan sağlığı hem de hayvanın besin maddesi ve enerji gereksinimlerinin karşılanabilmesi bakımından önemlidir. Türkiye’de kaliteli kaba yem kullanımındaki eksiklik ve hatalar; verim kaybı ve metabolik bozukluklara bağlı hastalıklar nedeniyle ulusal ekonomide önemli zararlara neden olmaktadır. Örneğin hem yem bitkilerinin üretilmesindeki eksikliklerden hem de bazı coğrafi ve iklim koşulları nedeni ile önemli bir yetiştirici grubu, saman gibi kalitesiz kaba yemleri kullanmak zorunda kalmaktadır. Süt sığırı beslenmesinde bu tarz yem kullanımı ise rasyonlarda enerji ve besin maddelerinin yeterince karşılanamamasına yol açmaktadır. Kaba yemin eksiklikleri, fazla miktarda kolay eriyebilir karbonhidratlara dayalı konsantre yemler kullanılarak giderilmeye çalışılmaktadır. Ruminantların sindirim metabolizmaları gereği fazla miktarda kolay eriyebilir karbonhidrat almaları nedeni ile klinik ve subklinik rumen asidozis oluşumuna ya da az konsantre yem kullanıldığında enerji yetersizliğine bağlı olarak klinik veya subklinik ketozis oluşmasına yol açmaktadır. Ortaya çıkabilecek verim kayıpları ve metabolik bozuklukların giderilmesi için yeni rasyon

ve besleme metotlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Türkiye’de süt sığırları rasyonlarında sıklıkla kullanılan buğday samanı ve daha az kullanılan yonca kuru otu yerine özellikle mısır silajının kullanılması, hayvanlarda verim miktarında artışın yanı sıra konsantre yem kullanımının azalması ile maliyetin düşürülebileceği varsayılmaktadır (4).

Kaliteli kaba yem açığı, Türkiye’de hayvan başına alınan verimin düşük olmasının en önemli sebeplerinden birisidir. Türkiye’nin hayvan varlığına baktığımızda, özellikle Marmara ve Ege Bölgeleri’ndeki hayvanların % 90’ının kültür ırkı ve melezi olduğu görülmektedir. Türkiye’deki büyükbaş hayvan sayısı 2004 yılı istatistik verilerine göre 9.105.735 baş olup, buna göre bir hesap yapıldığında kaliteli kaba yem ihtiyacı yıllık 50 milyon tondur (5). Bu ihtiyacın 11 milyon tonu çayır mera alanlarından, 6 milyon tonu yem bitkisi üretiminden, 4 milyon tonu silaj yapımından, 20 milyon tonu da saman, bahçe içi otlak artıkları gibi beslenme değeri çok düşük yemlerden karşılanmaktadır. Buna göre her yıl Türkiye’de 10 milyon ton kaba yem açığı görülmekte ise de gerçekte kaliteli kaba yem açığı 28-30 milyon ton dolayındadır (5, 6). Ülke düzeyinde mevcut hayvanların tümü kültür ırkı olsa dahi, mevcut kaba yem üretiminin yetersizliği karşısında alınacak verim yine değişmeyecektir. Hayvancılığın ileri olduğu ülkelerde yem bitkileri ekim alanlarının toplam ekilebilir alan içindeki payı % 10 iken, Türkiye’de bu oran % 3.5 civarındadır (1).

Yüksek verimli süt sığırlarının beslenmesinde, fazla oranda konsantre yem içeren rasyonlar yeterli düzeyde fiziksel etkin lif içermelidir (7). Rasyonlardaki lif içeriğinin ve kaba yem partikül büyüklüğünün artması çiğneme aktivitesini etkin bir şekilde uyararak; tükürük üretimini, rumen pH’ sını, asetat/propionat (A/P) oranını ve süt yağını artırıp, rumen asidozisi ve laminitis gibi hastalıkların oluşmasını engelleyebilmektedir (8, 9). Yang ve arkadaşları (10) rumen sağlığı ve fonksiyonu için çiğneme aktivitesi ve tükürük üretiminin, rasyonların bir belirteci olduğunu ileri sürmektedirler. Yüksek verimli süt sığırlarında enerji ihtiyacını karşılamak için yüksek miktarda konsantre yem ve düşük lif oranına sahip kaliteli kaba yemler kullanılmaktadır. Sindirilebilirliği yüksek kaba ve konsantre yemlerin kullanımıyla birlikte rumende yoğun bir fermantasyon işlemi gerçekleşmekte ve uçucu yağ asidi üretimi artmaktadır. Bunun sonucu olarak da; subklinik rumen asidozisi, lif sindiriminde azalma, süt yağı düşmesi, abomasum deplasmanı, laminitis ve yağlı inek sendromu gibi hastalıklar oluşabilmektedir (11). Bu yüzden rumenin işlevlerini tam olarak yerine getirebilmesi için rasyonun yeterli miktarda ve uzun partikül büyüklüğüne sahip kaba yem/yemler içermesi gerekmektedir.

Rumen içeriğinin tampon kapasitesi süt sığırlarında büyük ölçüde çiğneme işlemi ile ilişkilidir. Çünkü yüksek miktarda tampon içeren salya üretimi büyük oranda toplam

çiğneme zamanına bağlıdır (12). Çiğneme zamanı ise çeşitli faktörler tarafından ve de en çok rasyonun lif içeriği (13) ve partikül büyüklüğünden (14) etkilenmektedir. Mertens ve arkadaşları (15) büyük partiküllerin çiğneme aktivitesini uyardığını ve buna bağlı olarak da salya üretiminin artmasına yol açtığını belirtmişlerdir. Buna karşın küçük partikül büyüklüğüne sahip olarak hazırlanmış kaba yemlerin çiğneme zamanını azalttığı, A/P oranını düşürdüğü, daha düşük rumen pH' sının ortaya çıkmasına ve süt yağı elde edilmesine yol açtığı ileri sürülmüştür (16, 17).

Lezzetli olması, yüksek kuru madde miktarı ve ham protein seviyesine sahip olmasından dolayı, süt sığırları rasyonlarında önemli bir yer tutan yonca, hem kuru ot hem de silaj şeklinde muhafaza edilebilmektedir. Yüksek lif içeriği ve hacme ve düşük besin maddesine sahip olan buğday samanı da, Türkiye'de ve dünyanın birçok bölgesinde süt sığırları beslenmesinde sıklıkla kullanıldığı düşünülmektedir.

Mısır silajı yüksek besin maddesi içeriği ve toplam karma yem içerisinde kolayca karışabilme gibi özelliklere sahip olmasından dolayı bütün dünyada yaygın olarak süt sığırları beslenmesinde kullanılmaktadır (18). Birçok süt sığırları işletmesinde rasyonlar yüksek miktarda konsantre yem ile birlikte, ince kıyılmış kaliteli mısır silajına dayalı biçimde hazırlanmaktadır. Bu tür rasyonlar rumende daha fazla fermente olarak, süt verimini artırmakta buna karşın lif sindirimi ve süt yağında düşme (19), subklinik rumen asidozis, abomasum deplasmanları, laminitis ve yağlı karaciğer sendromu gibi birçok metabolik problemlere de yol açabilmektedirler (7). Rasyonlar da yonca kuru otu ve buğday samanı kullanılması durumunda; NDF veya bileşenlerinin sindiriminin artmasına bağlı olarak, rumen pH' sının yükselebileceği bildirilmektedir (20, 21). Mısır silajı yerine, kabaca kıyılmış yonca kuru otu ve/veya buğday samanının kullanılması durumunda; yukarıda belirtilen olumsuz etkilerin azalacağı, rumen fermantasyon parametreleri, lif sindirimi ve süt yağının pozitif yönde etkilenebileceği düşünülmektedir. Nørgaard (22) uzun doğranmış olan kaba yemlerin rasyonun fiziksel formuna önemli derecede katkı yaptığını belirtmektedir. Ayrıca, Allen (23) yemlerin fiziksel etkinliklerinin; yem tüketimini, sindirim etkinliğini, hayvanın sağlığını, süt miktarını ve bileşimini etkileyebileceğini açıklamaktadır. Diğer taraftan, Santini ve arkadaşları (24) kuru otun silajlara ilave edilmesiyle yararlı etkilerin görülmesinin, yemlerin partikül büyüklüğü ve rasyonda kullanılan yem çeşidi gibi faktörlere bağlı olduğunu belirtmektedir.

Yemlerin partikül büyüklüklerinin belirlenmesinde kullanılan Penn State Particle Separator (PSPS) cihazı esas alınarak, rasyonların feNDF düzeyleri belirlenebilmektedir. feNDF tüketiminin artması ile süt yağı oranının arttığı (10, 11), süt proteininin ise azaldığı

(11) açıklanmaktadır. Diğer taraftan ise feNDF' nin, süt kompozisyonu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığına dair araştırmalarda bulunmaktadır (25, 26).

Bu araştırmanın amacı, kolay sindirilebilir karbonhidratlarca zengin yem maddeleri kullanarak hazırlanmış konsantre yem karmalarının farklı lif oranına ve partikül büyüklüklerine sahip yonca kuru otu , mısır silajı ve buğday samanı gibi kaba yemlerle birlikte verilmesinin süt sığırlarında çiğneme aktivitesi, rumen fermantasyon parametreleri, süt verimi ve kompozisyonu ile besin maddesi sindirilebilirliği üzerine etkilerinin incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2. 1. Süt İneklerinin Besin Maddesi Gereksinimleri ve Beslenmesi:

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 sığırlarında istenilen verimin alınabilmesinde, sözü edilen dengeli ve düzenli beslenmenin yanı sıra hayvanların çevre koşullarının da düzeltilmesi gerekmektedir. 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. Yine yüksek süt verimi için, yeterli miktarda total sindirilebilir besin maddesi veya uygun yemlerle sağlanacak nispeten yüksek düzeyde protein, en azından belirli bir seviyede yağ, yeterli miktarda Ca, P, tuz ve gerekli minerallerin sağlanması, yüksek miktarda A, D vitamini ve diğer vitaminler ile süt sığırları için lezzetli olan bir rasyon oluşturulması esastır (27). Özellikle yüksek verimli inekler için besleme programlarının çoğunda, kaliteli kaba yemler rasyonun en önemli kısmını teşkil etmektedir (28). Süt sığırlarında koruyucu olarak, sindirim ve metabolik hastalıkların oluşumuna engel olmak için rasyon yeterli düzeyde belli bir fiziksel yapıya sahip olmalıdır. Öte yandan laktasyonun ilk dönemlerindeki ineklerin enerji ve besin maddesi ihtiyaçları fazla olduğundan, bu dönemde konsantre yemler kaba yemlere göre daha fazla verilebilmektedir (29).

Süt sığırlarının kuru madde tüketimi, rasyonu oluşturan hammaddelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve onların birbirleri arasındaki ilişkileri ile yakından ilgilidir. Kuru madde tüketimini etkileyebilen fiziksel ve kimyasal özellikler için; yemin ham selüloz miktarı, su düzeyi, protein miktarı ve rumende yıkılıp yıkılmaması, partikül büyüklüğü ve sertliği, silaj fermantasyon ürünü olup olmadığı, yağ içeriği, karakteri ve konsantrasyonu gibi faktörler sayılabilir. Retikulo-rumen ve diğer sindirim sistemi kompartımanlarının mevcut kapasitesi de süt ineklerinin kuru madde tüketimini etkileyen en önemli unsurların başında gelmektedir (30).

2. 2. Kaba Yemler:

Kaba yemler; taze, kurutulmuş veya silaj formunda, selülozca zengin (kuru maddesinde %18'den fazla selüloz kapsayan), buna karşın enerji ve proteince fakir ve hayvanların besin maddesi ihtiyaçlarını karşılamanın yanı sıra sindirim sistemi hareketlerini de düzenleyen yemler olarak tanımlanabilmektedir. Mısır silajı yada taze ve körpe otlar gibi yeşil kaba yemlerin selüloz içerikleri düşüktür. Ancak çok fazla su içermeleri nedeniyle birim ağırlıktaki enerji değerleri düşük olduğundan kaba yemler sınıfına girmektedirler (31). Enerji yönünden zengin ve selüloz sindirimi yüksek olan mısır silajı dünyanın pek çok bölgesinde olduğu gibi, Türkiye'de de oldukça geniş ölçüde kullanılmaktadır.

Poore ve arkadaşları (32) 24 baş holştayn inek üzerinde yaptıkları bir çalışmada kaba yem kaynağı olarak yonca ve samanı sırasıyla 0:3, 1:2, 2:1 ve 3:0 oranlarında kullanmış ve kaba/konsantre yem oranını da 49:51'den 28:72'ye kadar düşürmüşlerdir. Benzer NDF ve fiziksel büyüklüğe sahip yemlerin kuru madde tüketimi (23.1 kg/gün), toplam uçucu yağ asitleri, süt verimi (38.4 kg/gün) ve ham protein sindirilebilirliğinin belirtilen bu uygulamalardan etkilenmediği ileri sürülmüştür. Buna karşın rasyonda saman oranının artması durumunda NDF sindirilebilirliği, süt yağı ve A/P oranlarında bir azalma olduğu belirtilmiştir. Orskov ve arkadaşları (33) yaptıkları bir çalışmada saman miktarı daha yüksek olan rasyonları tüketen ineklerin yüksek süt miktarını karşılamak için yeterli düzeyde yem tüketemediklerini tespit etmişlerdir.

2. 3. Yemlerin Fiziksel Yapısının Değerlendirilmesi

Bir yemin fiziksel yapısı; o yemin partikül büyüklüğü, karbonhidrat içeriği ve özelliği gibi bir çok faktöre bağlıdır. Bu durum rumen fonksiyonlarının gerçekleşmesinde önemli katkılarda bulunmaktadır. Fiziksel yapının yetersizliği, rumen fermantasyonunun bozulmasına neden olabilmekte ve bunun sonucunda yem tüketimi ve sindirimde azalma, verim kaybı, asidozis, parakeratozis ve süt yağında düşme gibi belirtiler oluşabilmektedir.

Son yıllarda yetiştiricilik, beslenme ve yetiştirme şartlarının daha iyi yapılması süt üretiminde çok ciddi artışlara neden olmuştur ve bu artışın daha da devam edeceği düşünülmektedir. Süt üretiminin artması ile beraber, hayvanın yem tüketimi, artan enerji ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalabilmektedir. Böylece yüksek süt verimli hayvanların enerji ihtiyacını karşılamak için rasyonun hem konsantre yem oranı hem de kaba yem

kalitesi arttırılmaktadır. Bütün bu uygulamalar zamanla rasyonun fiziksel yapısını bozmuştur. Bundan dolayı fiziksel yapının önemi şimdi geçmişe göre çok daha önemli görünmekte, iyi ve yeterli bir fiziksel yapıya sahip rasyon modeline ihtiyaç, her zamankinden daha fazla olmaktadır.

Kristensen ve Nørgaard (29) çiğneme zamanının tükürük üretimini ve rumen motorik fonksiyonlarını uyardığını, dolayısıyla rumende selülitik mikroorganizmalar ve süt üretimi için uygun bir fermantasyon ortamı sağlamış olduğunu ve bunun içinde yemlerin çiğneme zamanının her kg kuru madde için en az 30 dk olması gerektiğini bildirmişlerdir. Nørgaard (34) optimum rumen ortamının; yeterli sayıda rumen hareketlerine, nötre yakın rumen pH' sına ve selülitik bakterilerin yaşaması için yüksek A/P oranı gibi şartlara bağlı olduğunu ileri sürmüştür. Nørgaard (22) yaptığı bir başka çalışmada uzun biçilmiş arpa samanının; yem yeme, geviş getirme zamanları ve toplam rumen hareketleri üzerine pozitif bir etki yaptığını belirtmektedir. Kaba yemlerin partikül büyüklüğünün ve selüloz düzeyinin artması belirgin biçimde çiğneme aktivitesini artırmakta ve dolayısıyla tükürük üretimi, rumen pH' sını, süt yağı ve A/P oranı da yükselmektedir (8, 9).

Gherardi ve arkadaşları (35) daha uzun partikül büyüklüğüne sahip yemlerin, kuru madde tüketimini sınırlaması ve düşük geçiş hızına sahip olmalarından dolayı, genellikle rumende dolgunluk sağladığını belirtmektedir. Allen (30) kısa partikül büyüklüğüne sahip yemlerin, kuru madde tüketimini artırdığını ileri sürmüştür. Diğer taraftan Woodford ve Murphy (36) farklı partikül büyüklüğüne sahip yonca kuru otu kullanarak yaptığı bir çalışmada; kısa partikül büyüklüğüne sahip yemlerin kuru madde tüketimini artırdığını, fakat kesim uzunluğunun etkisinin olup olmadığının tam anlaşılamadığını belirtmektedir.

Süt sığırları rasyonlarında optimum rumen aktivitesi için farklı metotlar önerilmektedir. Bazı yazarlar kaba/konsantre yem oranını en az 40/60 olarak önermiş (37) ve rasyondaki kaba yemde % 45'inin uzun kaba yemlerden oluşması gerektiğini ileri sürmüşlerdir (38). Kaba yemlerin çok farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olmalarından dolayı böyle standart değerler çok kullanışlı görünmemektedir. Öte yandan kaba yemlerin ham selüloz içerikleri arasında büyük farklılıkların olması, ayrıca kimyasal, fiziksel ve besleyici özelliklerinin bir üniformiteye sahip olmamasından dolayı ham selülozun genel bir standart değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilmemektedir (39-42). Amerika'da süt sığırları rasyonlarının düzenlenmesinde standart olarak NDF değeri kullanılmakla birlikte (43), fiziksel yapıyı değerlendirmek için tek başına yeterli görünmemektedir (44). Bu yüzden yemlerin fiziksel özellikleri, partikül büyüklükleri ve çiğneme aktiviteleri ile ilişkili olan feNDF değeri daha uygun bir standart olarak düşünülmektedir. feNDF kavramı; rasyonun

NDF içeriğinin çiğneme aktivitesini uyaran kısmı olarak tanımlanmaktadır. Etkin lif kaba yemlerin tipi ve miktarına, yemdeki kaba yem olmayan lif kaynaklarına, kaba yemlerin partikül büyüklüğüne ve rasyondaki lif olmayan karbonhidratların miktarına bağlıdır. Rasyondaki lif içeriği, NDF düzeyi esas alınarak tahmin edilmektedir. Yemlerin fiziksel yetersizlikleri durumunda; geviş getirmenin zayıflaması veya durması, geçirmede zorluk, timpani, iştahın azalması ve yem tüketiminde azalma gibi olumsuz belirtiler görülmektedir. Rasyondaki kaba lif oranının çiğneme aktivitesini ve tükürük üretimini uyardığı ve bu şekilde rumen pH' sını artırdığı ileri sürülmektedir (45).

De Brabender ve arkadaşları (46) ot silajı ile yaptıkları bir çalışmada, NDF içeriği daha yüksek silajla beslenen ineklerin, NDF oranı daha düşük ot silajını tüketen ineklere göre, her kg kuru madde için harcanan yem yeme, geviş getirme ve toplam çiğneme sürelerini daha yüksek bulmuşlardır. Araştırmacılar, partikül büyüklüğünün çiğneme aktivitesi üzerine etkisinin çok önemli olduğunu, fakat belli bir uzunluktan sonra, partikül büyüklüğünün artmasının çiğneme aktivitesini daha fazla artıramayacağını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada mısır silajı biçim uzunluğunun çiğneme aktivitesi üzerine etkisini belirlemek için yapılan denemelerde; 4, 6.5, 8 ve 16 mm boyutlarında biçilmiş mısır silajı örnekleri karşılaştırılmış ve 16 mm boyutlarında biçilmiş mısır silajı grubu hariç, diğer gruplardaki biçim uzunluğunun yem yeme süresi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Ancak 8 mm boyutlarında biçilmiş mısır silajı grubunun geviş getirme süreleri, 4 mm boyutlarında biçilmiş gruba göre daha da yüksek bulunmuştur. Clark ve Armentano (47) ot silajının kritik partikül uzunluğunun; çiğneme aktivitesi, rumen pH' sı ve A/P oranını dikkate alarak, 4 mm ile 8 mm arasında olması gerektiğini açıklamışlardır. Demarquilly (48) kısa boyutlarda biçilmiş mısır silajının süt yağı oranını düşürdüğünü ileri sürmüştür.

Çiğneme aktivitesinin yem tüketimi ile arasındaki ilişkinin değerlendirildiği bir çalışmada (46) yem tüketiminin % 1'lik artışı ile beraber, toplam çiğneme zamanının % 0.5 oranında artış gösterdiği ileri sürülürken, yaşın çiğneme aktivitesi üzerine bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Çalışmada kuru madde esasına göre ortalama NDF içeriği 432 g/kg ve ham selüloz içeriği de 230 g/kg olan 13 adet taze ot örneğinin, her kg kuru madde için ortalama yem yeme, geviş getirme ve toplam çiğneme süreleri sırasıyla 33.5, 37.3 ve 70.8 dk olarak belirlenmiştir. Taze ot örneklerinin sekizi ilkbahar, beşi ise sonbahar ayında elde edilmiş ve ham selüloz içerikleri benzer olmasına rağmen ilkbahar da elde edilen örneklerin çiğneme zamanları sonbahardakilere göre daha düşük bulunmuştur. Mevsimler arasında belli bir farkın oluşması; ilkbahar otunun fazla tüketilmesi, sindirim sisteminde

parçalanma direncinin düşük ve sindirilebilirliğinin yüksek olması ile açıklanmıştır. Aynı çalışmada NDF ve ham selüloz içerikleri 813 ve 469 g/kg olan buğday samanının her kg kuru madde için yem yeme, geviş getirme ve çiğneme süreleri sırasıyla 72.5, 85.8 ve 158.3 dk olarak belirlenmiştir. Arpa samanının ise buğday samanına göre NDF ve ham selüloz içerikleri daha yüksek olduğu için toplam çiğneme zamanlarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Büyük balyalarda preslenmiş ortalama 11.8 mm partikül büyüklüğüne sahip kuru yoncanın NDF ve ham selüloz içeriği kuru maddede sırasıyla 524 ve 367 g/kg olarak hesaplanmış ve her kg kuru madde için yem yeme, geviş getirme ve çiğneme süreleri sırasıyla kuru madde de 21.6, 29.4 ve 51.0 dk olarak bulunmuştur.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3. 1. GEREÇ :

3. 1. 1. Deneme Yeri :

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

3. 1. 2. Deneme Hayvanları :

Denemede, hayvan materyali olarak geç laktasyon dönemindeki dördü rumen kanüllü (Ankom, pliable rumen cannula # 29, 4 inches, NY, ABD) olmak üzere toplam 12 baş Holstein Fresian süt sığırı kullanılmıştır. Araştırmaya alınan hayvanların ortalama laktasyon süresi 210 ± 20 gün ve canlı ağırlıkları ise 575 ± 75 kg' dır.

3. 1. 3. Deneme Yemleri :

Bu çalışmada, aynı tarladan elde edilen silajlık mısır bitkisi (hibrit C955, Monsanto Seed Group, USA), hiçbir katkı maddesi ilave edilmeden, Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesine ait 300 tonluk bir yatay siloda, üzeri plastik naylon ile kapatılarak silolanmıştır. Kuru maddesi yaklaşık % 26.5 olan silajlık mısır bitkisi, dane ezme ünitesi bulunmayan bir silaj biçme makinesi (Tosun Tarım, İzmir, Türkiye) ile ortalama 10.0 mm partikül büyüklüğünde biçilmiştir. Yonca kuru otu; ikinci biçim olup, çiçeklenmenin ortalarında biçilerek, 20 kg' lık balyalar şeklinde depolanmıştır. Buğday samanı ise; biçerdöver (Model No: S8002, Tosun Tarım) yardımıyla, yaklaşık 5 cm boyutlarında kesilerek 25 kg' lık balyalar şeklinde depolanmıştır. Rasyonların bileşimine giren diğer konsantre yem hammaddeleri ve vitamin-mineral premiksleri Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesine ait Hayvan Sağlığı ve Hayvansal Üretim, Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan Yem Ünitesi'nden temin edilmiştir.

3. 1. 4. Naylon Keseler :

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

3. 2. YÖNTEM :

3. 2. 1. Deneme Düzeni

Süt sığırları her grupta rumen kanüllü birer baş hayvan olmak üzere üçer başlık dört gruba ayrılmışlardır. Her bir gruptaki hayvanların laktasyon dönemlerinin, süt verimlerinin, yaşlarının ve canlı ağırlıklarının birbirine benzer olmasına dikkat edilmiştir. Toplam 84 gün süren dört denemenin her biri, 14 günü adaptasyon dönemi, 7 günü ise deneysel dönem olmak üzere, toplam 21' er günlük periyotlar şeklinde 4x4 latin kare yöntemiyle yürütülmüştür. Süt sığırları serbest dolaşimli sistemde barındırılmıştır. Deneme döneminde yem tüketimlerinin belirlenebilmesi amacıyla inekler bireysel bölmelere alınmışlardır. İçme suyu devamlı olarak rahatça içebilecekleri şekilde, serbest biçimde sağlanmıştır.

Gruplar deneme süresince Tablo 1' de verilen dört farklı rasyonla beslenmişlerdir. Rasyonların kaba yem/konsantre yem oranı kuru madde esasına göre 50:50 olacak şekilde düzenlenmiştir. Gruplar; 1. % 50 mısır silajı + % 50 konsantre yem (MS), 2. % 35 mısır silajı + % 15 buğday samanı + % 50 konsantre yem (MSS), 3. % 35 mısır silajı + % 15 yonca kuru otu + % 50 konsantre yem (MSY) ve 4. % 25 mısır silajı + % 10 buğday samanı + % 15 yonca + % 50 konsantre yem (MSSY) şeklinde düzenlenmiştir. Konsantre yem karmaları ise kolay sindirilebilir karbonhidratlarca zengin yem maddeleri kullanılarak hazırlanmıştır. Kaba ve konsantre yemler günlük hazırlanıp elle karıştırılarak toplam karma rasyon (TKR) şeklinde hayvanların önüne konulmuştur. Her bir hayvanın tüketeceği günlük yem miktarı iki eşit parçaya ayrılarak sabah 09:00 ile akşam 21:00 saatlerinde olmak üzere iki öğünde verilmiştir. Rasyonlar süt sığırlarının National Research Council (NRC) 2001 (7) tarafından belirtilen asgari besin maddesi gereksinmelerini karşılayacak yada aşacak şekilde düzenlenmiştir.

Tablo 1: Denemede kullanılan toplam karma rasyonların bileşimi (Kuru madde esasına göre)

Yem Hammaddeleri	MS	MSS	MSY	MSSY
Kaba yemler, %				
Mısır silajı	50.00	35.00	35.00	25.00
Buğday samanı	0.00	15.00	0.00	10.00
Yonca kuru otu	0.00	0.00	15.00	15.00
Konsantre yem karmaları, %				
Arpa	10.81	13.74	14.39	13.19
Buğday	14.27	16.82	14.27	17.92
Soya fasulyesi küspesi ¹	16.47	11.47	12.89	10.72
Ayçiçeği küspesi ²	7.15	6.74	7.15	6.91
Mermer tozu	1.07	1.01	1.07	1.04
Vitamin-mineral premiksi ³	0.05	0.05	0.05	0.05
Tuz (NaCl)	0.18	0.17	0.18	0.17
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00

MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, **MSS** = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, **MSY** = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı ve **MSSY** = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.

¹Soya küspesi, %44 ham proteinli

²Ayçiçeği Tohumu Küspesi, % 27-28 ham proteinli

³Her kilogram premiksin (Kavimix VM, Kartal Kimya A.Ş., Gebze, Türkiye) Vitamin A 12000000 IU, Vitamin D₃ 3000000 IU, Vitamin E 30 g, Mn 50 g, Fe 50 g, Zn 50 g, Cu 10 g, I 0.8 g, Co 0.1 g, Se 0.15 g, Antioxidant 10 g içerdiği beyan edilmiştir.

3. 2. 2. Günlük Kuru Madde Tüketiminin Belirlenmesi :

Her biri 21 gün süren denemelerde, 14 günlük alıştırma döneminden sonraki yedi günlük deneme dönemi boyunca sığırların önünde artan yemler toplanarak miktarları kaydedilmiştir. Hayvanların önüne sunulan yem miktarından, arta kalan yem miktarı kuru madde esasına göre çıkartılarak her bir hayvan için günlük kuru madde tüketimi belirlenmiştir.

3. 2. 3. Rumen Sıvısı Uygulamaları :

Rumen fermantasyon özelliklerinin belirlenebilmesi için, deneme dönemlerinde rumen kanüllü sığırlardan, sabah yemlemesinden önce başlayacak şekilde birer saatlik aralıklarla 24 saat boyunca rumen sıvısı alınmıştır. Rumen sıvısı, kanül kapakları açılarak rumenin ventral, dorsal ve kaudal kısmından homojen bir şekilde el yardımıyla yaklaşık 50'şer ml'lik miktarlarda 250'şer ml'lik beherlere alınmıştır.

3. 2. 3. 1. Rumen Sıvısı Örneklerinde pH Ölçümü :

Her bir denemede, rumen pH'ının belirlenebilmesi amacıyla yemlemeden önce başlamak üzere birer saat aralıklarla 24 saat boyunca ölçümler yapılmıştır. Hayvanlardan rumen sıvısı örnekleri alınır alınmaz, zaman kaybedilmeden pH ölçümleri yapılmıştır. Bu amaçla dijital bir pH metrenin (Inolab pH, serial no: 00200018, pH-Electrode SenTix 41, D-82362, Weiheim, Germany) probu rumen sıvısı örneğine batırılarak, dijital ekranda okunan değer pH değeri olarak kaydedilmiştir.

Araştırmadaki hayvanların subklinik rumen asidoz riski hakkında fikir sahibi olabilmek için; 5.8' in altındaki rumen pH süreleri hesaplanmıştır.

3. 2. 3. 2. Rumen Sıvısı Örneklerinde Uçucu Yağ Asidi Analizleri :

İlke:

Rumen sıvısının gaz kromatografi cihazına enjekte edilerek, değişik sıcaklıklarda ve bileşiklerindeki karbon sayılarına göre uçucu yağ asitlerinin gaz haline gelmesi ve otomatik integratörde pik olarak ortaya çıkmasıdır.

Bireysel uçucu yağ asidi miktarını belirlemek için, iki saat aralıklarla rumen sıvısı alınmış ve takiben kaba partiküllerden arındırmak için dörde katlanmış tülbentten geçirilmiştir. Bu süzüntülerden yaklaşık 50 ml rumen sıvısına 0.6 ml % 50'lik sülfürik asit (H_2SO_4) ilave edilerek, pH metre probu bu sıvı içerisine batırılıp dijital ekranda görünen pH değeri iki oluncaya kadar asit ilavesi yapılmıştır. Bu işlem yapıldıktan sonra bu karışımdan 10 ml'lik plastik tüplere aktarılarak daha sonra gaz kromatografi cihazı ile bireysel uçucu yağ asidi analizi için derin dondurucuda saklanmıştır.

Deneyin Yapılışı:

1. Plastik tüpler (10 ml'lik) içerisinde -20°C ' de saklanan rumen sıvısı örnekleri derin dondurucudan çıkartılarak çözülünceye kadar oda ısısında bir süre bekletilmişlerdir.

2. Çözülmüş rumen sıvısı örnekleri plastik tüpler içerisinde 3000 rpm'de 15 dk. süreyle santrifüj edilmişlerdir.

3. Santrifüje edilen tüplerden homojen olarak süpernatantlardan 5'er ml rumen sıvısı alınıp üzerine 1 ml % 25'lik meta fosforik asit ilave edilerek 30 dk. bekletilmiştir.

4. Bekletilen karışımdan 2 ml alınarak, 2 ml'lik ependorf tüplerine aktarılmış ve özel ependorf santrifüj cihazında 10000 rpm'de 10 dk. süreyle santrifüj edilmişlerdir.

5. Santrifüje edilen karışımın süpernatant kısmından 1 ml alınıp viallere konularak gaz kromatografi cihazında, otomatik örnekleyici bölümüne yerleştirilmiştir.

6. Rumen sıvısı örnekleri enjekte edilmeden önce, uçucu yağ asidi standardından 1 ml vialere konularak, daha sonra otomatik sampler düzeneğinde bulunan örnekler sırasıyla otomatik olarak enjekte olmuş ve bilgisayardan pikler elde edilmiştir.

Gaz Kromatografi Cihazı ve Kolonun Özellikleri

Model : Hewlett Packard 6890N (Beijing, China)

Paketleme : 10% SP-1200/1% H_3PO_4 on 80/100 Chromosorb 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. 3. Rumen Sıvısı Örneklerinde Amonyak Azotu Analizi :

3. 2. 3. 3. 1. Rumen Sıvısı Örneklerinin Analiz İçin Hazırlanması :

Amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$) analizleri için, iki saat aralıklarla alınan rumen sıvısı, dörde katlanmış tülbentten geçirilerek süzülmüştür. Süzüntülerden 1 ml rumen sıvısı alınarak 10 ml distile su ile karıştırılmıştır. Bu karışımdan 0.5 ml alınmış, üzerine 0.5 ml Triklorasetik asit (TCA) eklenmiş ve 1.5 ml'lik ependorf tüplerine aktarılıp spektrofotometrik olarak $\text{NH}_3\text{-N}$ (49) yönünden analiz edilmek üzere derin dondurucuda -20°C 'de saklanmıştır.

3. 2. 3. 3. 2. Deneyde Kullanılan Kimyasal Maddeler :

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

-Standart solüsyon: 0,47189 g amonyum sülfat ((NH₄)SO₄) tartılıp, distile su ile 100 ml' ye tamamlanmıştır. Bu solüsyondan 2.5 ml alınarak distile su ile 100 ml' ye tamamlanmış, böylece 100 ml solusyonda 2.5 mg 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 tamamlanmıştır.

-Sodyum hipoklorid solüsyonu: 90 gr Na₂HPO₄ + 150 ml 1N NaOH + 13.5 ml NaClO (çamaşır suyu) 1 lt distile suya tamamlanmış ve karıştırılmıştır.

Deneyin Yapılışı:

1. Ependorf tüpler (1.5 ml'lik) içerisinde -20°C' de saklanan rumen sıvısı örnekleri derin dondurucudan çıkartılarak çözülünceye kadar oda ısısında bir süre bekletilmişlerdir.

2. Ardından çözülmüş ependorf tüpleri, 10000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmişlerdir.

3. Daha sonra 10'ar ml'lik üç adet tüp alınmış ve üzerlerine örnek, standart ve kör yazılmıştır.

4. Örnek yazılan tüpe 1 ml TCA ve 1 ml santrifüj edilmiş rumen içeriği, standart yazılan tüpe 1 ml TCA ve 1 ml standart, kör yazılan tüpe de 1 ml TCA ile 1 ml distile su konmuş ve tüpler 3000 rpm'de tekrar santrifüj edilmişlerdir.

5. Santrifüje edilen bu tüplerden örnek, standart ve kör olmak üzere ayrı ayrı 0.25 ml alınarak üzerlerine 2.5 ml fenol ayırıcı ve 2.5 ml sodyum hipoklorid solüsyonu ilave edilmiştir.

6. Tüpler karıştırılıp, 39 °C'de 30 dk bekletildikten sonra spektrofotometrede 623 nm'de köre karşı okunmuştur. Hesaplama aşağıdaki formüle göre yapılmıştır:

(Okunan numune değeri × Standardın yüzdesi) × 10

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

3. 2. 4. Naylon Kese Tekniği Uygulaması :

Naylon kese tekniği uygulamaları deneme dönemlerinin son beş gününde Orskov ve Mcdonald (50) tarafından bildirilen esaslara göre yapılmıştır. Uygulama ile MS, MSS, MSY ve MSSY gruplarına verilen rasyonların kuru madde (KM), ham protein (HP), NDF ve organik madde (OM) bakımından;

-Yıkama kayıpları

- Rumen yıkılabilirlikleri ve
- Rumen etkin yıkılabilirlikleri belirlenmiştir.

3. 2. 4. 1. Naylon Keselerin Uygulama İçin Hazırlanışı :

Naylon keseler uygulamaya konulmadan önce numaralandırılıp, yıkanıp, saf sudan geçirilerek kurutma dolabında 70 °C' de 24 saat tutulmuşlardır. Kurumuş keseler kurutma dolabından alınarak desikatörde soğumaya bırakılmış ve yarım saat sonra desikatörden alınan keseler, 0.0001 mg hassasiyete sahip dijital hassas terazide tartılarak daraları tespit edilmiştir.

3. 2. 4. 2. Naylon Keselere Konulacak Yem Örnekleri ve Uygulamaya Hazırlanışı:

Naylon kese uygulamasında MS, MSS, MSY ve MSSY gruplarına verilen rasyon örnekleri kullanılmıştır. Örnekler keselere konulmadan önce 3 mm çapında eleği bulunan bir değirmende öğütülmüşlerdir. Kuru madde esasına göre rasyon örneklerinden yaklaşık 5'er g alınarak darası alınan naylon keselere konulmuştur. İçinde örnek bulunan naylon keselerin ağzı paket lastiği ile bağlanmıştır.

3. 2. 4. 3. Naylon Keselerin Rumende İnkübasyona Bırakılmaları :

İn situ rumen KM, HP, NDF ve OM yıkılabilirliklerinin belirlenebilmesi amacıyla içlerine rasyon örneklerinin konulduğu naylon keseler sırasıyla rumende 0, 2, 4, 8, 12, 24, 48, 72, 96 saat süreyle rumen kanüllü ineklerde inkübe edilmişlerdir. Denemede her bir hayvanda her rasyon örneği için 0, 2, 4, 8 ve 12. saatlik inkübasyon zamanlarında altışar adet kese, 24, 48, 72 ve 96. saatlik inkübasyon zamanları için ise sekizer adet kese kullanılmıştır. Sıfır saatlik inkübasyon için hazırlanan keseler rumende inkübe edilmeyip daha sonra anlatılacak olan yıkama kayıplarının belirlenmesi için kullanılmıştır.

Ağzı kapatılan naylon keseler, naylon iplerle 50 cm uzunluğundaki ince plastik hortumlarla aralıklı bir şekilde bağlanıp, plastik hortumun bir ucu fistül kapağı ipinde sabit kalmak üzere hayvanların rumenin de inkübasyona bırakılmışlardır. Aynı anda içerisinde inkübasyona bırakılan rumendeki kese sayısınının 32'den fazla olmamasına dikkat edilmiştir.

3. 2. 4. 4. Rumende İnkübasyon Zamanı Dolan Keselerde Yapılan İşlemler :

İnkübasyon zamanı dolan keseler rumenden çıkartılarak, keselerden berrak su akıncaya kadar soğuk su altında yıkanmışlardır. Daha sonra plastik bir su kovasına atılarak akan soğuk su altında 12 saat süreyle bekletilmişlerdir. Sürenin bitiminde kovadan alınan keseler suları süzülme üzere bir ipe asılıp, suları süzülmesinin ardından kurutma dolabına konularak 55°C’de 72 saat kurutulmuşlar ve desikatörde soğutularak tartılmışlardır. Tartım işlemlerinden sonra kese daraları düşülerek, inkübasyondan sonra keselerde kalan örnek miktarları kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Çalışmada, rasyonların KM, HP, NDF ve OM yıkılabilirlikleri, etkin kuru madde yıkılabilirliği (eyKM), etkin ham protein yıkılabilirliği (eyHP), etkin NDF yıkılabilirliği (eyNDF) ve etkin organik madde yıkılabilirlikleri (eyOM) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (50).

$$P \text{ (herhangi bir zamandaki yıkılabilirlik)} = a + b (1 - e^{-ct})$$

$$eyKM, eyHP, eyNDF \text{ ve } eyOM = a + [(b \times c) / (k + c)]$$

Burada ilk formülde, P: t zamandaki yıkılabilirliği, a: hızlı bir şekilde eriyebilen fraksiyonu, b: parçalanmayan fakat potansiyel olarak fermente olabilir fraksiyonu (yavaş parçalanabilen fraksiyon), c: parçalanmayan ancak fermente olabilen komponentlerin birim zamandaki parçalanma oranının katsayısı (b’ nin parçalanabilir hız sabitini, % / saat veya l/ saat), a+b değeri potansiyel yıkılabilirliği, t: inkübasyon süresini ifade etmektedir. İkinci formülde ise a: yıkama kaybı, b: Rumende mikrobiyal aktiviteye bağlı parçalanmış miktarı, c: parçalanma (b’ nin) hız sabiti, k: rumenden geçiş hız sabitini (bu çalışmada 0.05 h⁻¹ alınmıştır) göstermektedir. eyKM, eyHP, eyNDF ve eyOM yukarıdaki modele göre “NEWAY” adlı bilgisayar programı ile hesaplanmıştır. Denemede elde edilen verilerin istatistiksel analizinde tek yönlü varyans analizi yöntemi kullanılmıştır.

3. 2. 4. 5. Yıkama Kayıplarının Belirlenmesi :

Sıfır saatlik inkübasyon için hazırlanan keseler rumende inkübe edilmeyip yıkama kayıplarının belirlenmesi için, içerisinde 38°C sabit sıcaklıkta su bulunan behere atılarak ısıtılmalı manyetik karıştırıcı üzerinde iki saat süreyle bekletilmişlerdir. Aynı anda beherin içerisine manyetik bir çubuk atılarak beherdeki suyun devamlı karışması sağlanmıştır. İki saatin sonunda keseler beherden alınarak tekrar akan soğuk su altında berrak su akıncaya kadar yıkanmışlar ve kurutma dolabına konularak 55°C’de 72 saat kurutulmuşlardır.

Kurutma işleminin bitiminde keseler desikatörde soğutulup tartılmışlardır. Daha sonra keselere konan örneklerin KM, HP, NDF ve OM yıkama kayıpları aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{KM Yıkama Kaybı, \%} = \frac{(\text{Yıkama Öncesi KM Miktarı} - \text{Yıkama Sonrası KM Miktarı}) \times 100}{\text{Yıkama Öncesi KM Miktarı}}$$

$$\text{HP Yıkama Kaybı, \%} = \frac{(\text{Yıkama Öncesi HP Miktarı} - \text{Yıkama Sonrası HP Miktarı}) \times 100}{\text{Yıkama Öncesi HP Miktarı}}$$

$$\text{NDF Yıkama Kaybı, \%} = \frac{(\text{Yıkama Öncesi NDF Miktarı} - \text{Yıkama Sonrası NDF Miktarı}) \times 100}{\text{Yıkama Öncesi NDF Miktarı}}$$

$$\text{OM Yıkama Kaybı, \%} = \frac{(A - B) \times 100}{A}$$

A= Yıkama Öncesi KM Miktarı – Yıkama Öncesi Ham Kül Miktarı

B= Yıkama Sonrası KM Miktarı – Yıkama Sonrası Ham Kül Miktarı

3. 2. 5. Süt Verimi ve Kompozisyonunun Belirlenmesi :

Süt verimleri yedi günlük deneme dönemi boyunca süt ölçer cihazı (Milko Scope MK II, Alfa Laval Agri, 985721-01, İsveç) vasıtasıyla bireysel olarak ölçülüp kaydedilmiştir. Sığırlar saat 06:00 ve 18:00 olmak üzere günde iki kez yemlemeden önce sağılmışlardır. Akşam saat 18:00 de alınan süt numuneleri + 4 °C de bekletilerek, ertesi sabah saat 06:00 da sağılan sütlerle karıştırılıp günlük süt şeklinde kaydedilmiştir. Günlük süt numuneleri derhal hayvan besleme laboratuvarına gönderilerek, yağ (gerber metodu), ham protein (kjeldahl metodu) ve laktoz (polarimetric metodu) yönünden analiz edilmişlerdir (51).

Araştırmada % 4'lük yağa göre düzeltilmiş süt miktarı (YDS), Gaines (52) tarafından bildirilen yöntem ile, günlük süt miktarı (GSM) ve süt yağı yüzdesi (Y) kullanılarak, řu formüle göre hesaplanmıştır: $YDS = GSM \times (0.4 + (0.15 \times Y))$. Tyrell and Reid (53) tarafından bildirilen yöntem kullanılarak sütün katı maddelerine göre günlük süt miktarı (KSM) hesaplanmıştır. Hesaplama, GSM, Y, protein (P) ve Laktoz (L) yüzdeleri kullanılarak řu formüle göre yapılmıştır: $KSM = GSM \times ((0.1224 \times Y) + (0.0710 \times P) + (0.0635 \times L) - 0.0345)$.

3. 2. 6. ığneme Aktivitesinin Belirlenmesi :

ığneme aktivitesi deneme döneminin son gününde belirlenmiştir. Bu amaçla süt sığırları 24 saat boyunca gözle izlenmiş ve her beş dakikada bir hayvanların yem yeme, geviş getirme ve dinlenme durumları kontrol edilerek kaydedilmiştir. Kontroller anında hayvan hangi durumda ise (yem yeme, geviş getirme ya da dinlenme) o durumu 5 dk olarak yaptığı varsayılmıştır. nce her bir grubun bir günlük yem yeme, geviş getirme ve dinlenme süreleri toplanarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. Daha sonra yem yeme süresi ile geviş getirme süresi toplanarak günlük toplam çığneme aktivitesi değeri bulunmuştur. Ayrıca her kg kuru madde tüketimi, NDF tüketimi ve feNDF tüketimi için, harcanan yem yeme süresi, geviş getirme süresi ve toplam çığneme süreleri hesaplanmıştır. Bu değerlerin dışında Allen (23) belirttiği yöntem ile hayvanın yem yeme, geviş getirme ve toplam çığneme için yaptığı günlük çene hareketi sayıları aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır:

Yem yeme esnasındaki çene hareketi sayısı: $-5854 + 84.75 \times \text{yeme zamanı (dk)}$

Geviş getirme esnasındaki çene hareketi sayısı: $-81 + 71.29 \times \text{geviş getirme zamanı (dk)}$

Toplam ene hareketi sayısı: $-12390 + 80.59 \times \text{toplam çığneme zamanı (dk)}$

3. 2. 7. Besin Maddesi Sindirilebilirliğinin Belirlenmesi :

3. 2. 7. 1. Hayvanlardan Dışkı Alınması :

Dışkı örnekleri, deneme dönemlerinin son üç gününde 1. gün 08:00, 14:00, 20:00 ve 02:00, 2. gün 10:00, 16:00, 22:00 ve 04:00 ve 3. gün 12:00, 18:00, 24:00 ve 06:00 saatlerinde olmak üzere 6 saat aralıklarla her sığırdan yaklaşık 250 g kadar alınmıştır. Dışkı toplama işlemi, her gün bir önceki günden iki saat ileri olacak şekilde başlatılmıştır. Böylece 3 günlük dışkı toplama süresi boyunca toplam 12 kez dışkı alınmıştır. Günlük olarak toplanan dışkılar homojenize edildikten sonra 55 °C' de hava üfleli sterilizatörde kurularak kuru maddeleri belirlenmesi ve daha sonra yapılacak olan bütün kimyasal analizler için saklanmıştır.

3. 2. 7. 2. Sindirilebilirliğin Hesaplanması :

Lignin, toplam sindirilebilirliğin hesaplanmasında marker olarak kullanılmıştır (54). Hem dışkıdaki hem de yemdeki kuru madde, ham protein, NDF ve organik madde değerleri kullanılarak, toplam sindirilebilirlik değerleri, aşağıdaki formül yardımıyla bulunmuştur (55).

Toplam besin maddesi sindirilebilirliği: $100 - 100 \times [(\% \text{ yemdeki lignin} / \% \text{ dışkıdaki lignin}) \times (\% \text{ dışkıdaki besin maddesi} / \% \text{ yemdeki besin maddesi})]$

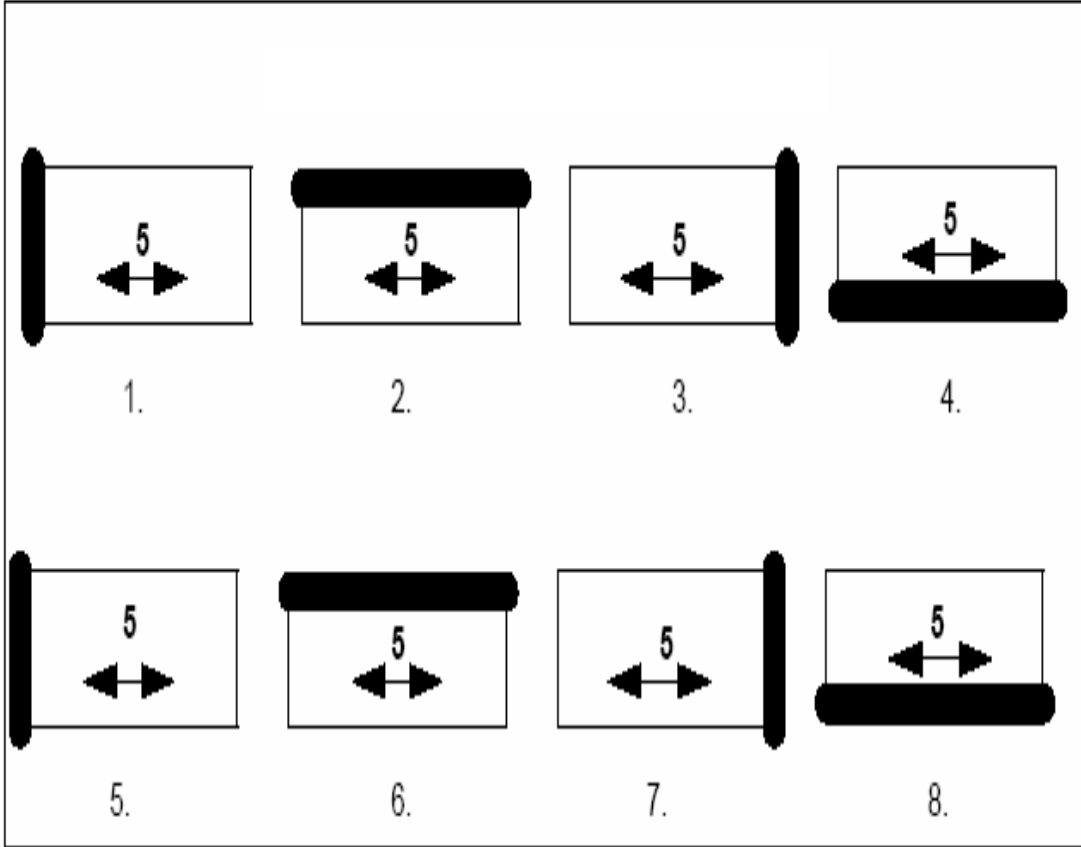
3. 2. 8. Yemlerin Partikül Büyüklüğünün Belirlenmesi :

Yemlerin partikül büyüklüğünün belirlenmesi Penn State Particle Separator (PSPS) yardımıyla, Kononoff ve arkadaşları (56) tarafından tanımlanan esaslara göre yapılmıştır. PSPS dikdörtgen şeklinde, 7 × 38 × 55 cm ebatlarında ve üst üste konulmuş toplam dört elekten oluşmaktadır. En üstteki eleğin por çapları 19 mm (A), orta eleğin por çapları 8 mm (B), bir alt eleğin por çapları 1.18 mm (C) tir. En altta da aynı ebatlarda düz tahtadan oluşan ve bu üç elekten süzülüp aşağıya düşen yemin olduğu kısım (D) bulunmaktadır.

Deneyin Yapılışı:

1. Her bir grup için TKR şeklinde hazırlanan yaklaşık 800 gr örnek alınarak üst üste konmuş PSPS' nin en üstündeki eleğe (A) konmuştur.

2. Karşılıklı iki kişinin yardımıyla her bir elek kenarı için beşer kez olmak üzere, harmonik bir hareketle, yaklaşık 40-45 saniye süre içerisinde sallama işlemi yapılmıştır. Bu işleme her kenar için ikişer kez olmak üzere toplam sekiz kez aynı işlem uygulanmış, yani toplam kırk defa sallama işlemi yapılmıştır (Şekil 1).
3. Sallama işlemi bittikten sonra her bir eleğin üstünde kalan yem miktarı tartılmış ve yüzde cinsinden hesaplamaları yapılmıştır.



Şekil- 1 Penn State Particle Separator ile sallama hareketinin kuşbakışı görünümü

3. 2. 8. 1. Fiziksel Etkin NDF (feNDF)'nin Belirlenmesi :

PSPS yardımıyla her bir gruba ait rasyon örneğinin partikül büyüklüğü dağılımı belirlenirken, 1.18 mm'lik eleğin üstünde kalan miktar yüzde cinsine çevrilerek fiziksel etkinlik faktörü (fef) hesaplanmış ve fef değeri kendi grubuna ait NDF oranı ile çarpılarak feNDF değeri bulunmuştur (45).

3. 2. 9. Ham Besin Maddeleri Analizleri :

Hayvanların beslenmesinde kullanılan rasyonların ham besin maddesi analizlerini yapabilmek için önce bütün rasyon örnekleri ayrı ayrı 1 mm çapında eleği bulunan değirmende öğütülerek analizler için hazır durumuna getirilmiştir.

Naylon kese uygulamalarında kullanılan örneklerin ham besin maddeleri analizleri, rumende inkübe edildikten sonra keselerde kalan yem örnekleri aynı saatin tekrarları birleştirilerek yapılmıştır.

Ham besin maddelerinin belirlenmesinde, KM, HP, HK analizleri için AOAC'de bildirilen yöntemler (57) NDF, asit deterjan fiber (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) analizleri için Van Soest ve arkadaşlarının (42) ve yemlerdeki nişasta analizi ise Bal ve arkadaşlarının (58) belirttiği yöntemler kullanılarak yapılmıştır.

3. 2. 10. İstatistik Analizler :

Bu çalışmada, sığırların yem tüketimleri, çiğneme aktiviteleri, rumen pH sı, bireysel uçucu yağ asitleri, $\text{NH}_3\text{-N}$, süt verimi ve bileşimi, toplam sindirilebilirlik ve rumen yıkılabilirlik değerleri 4x4 Latin kare yöntemine göre hesaplanmıştır. Ortalama rumen pH sı, bireysel uçucu yağ asitleri ve $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonlarının değerlendirilmesinde General Lineer Model, tekrarlı ölçümler prosedürü kullanılmış ardından da Varyans analizi yapılmıştır. Hayvanların yem tüketimleri, çiğneme aktivitesi parametreleri, 5.8 altında kalan rumen pH süreleri, partikül büyüklüğü değerleri, feNDF, süt verimi ve bileşimi, sindirilebilirlik ve rumen yıkılabilirlik değerlerinde tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) kullanılarak, ardından Tukey testi uygulanmıştır. Bütün istatistik analizler SPSS paket programı (59) kullanılarak yapılmıştır (version 10.0, SPSS Inc, Chicago, USA). Latin kareler ortalamaları belirtilerek istatistik önem $P<0.05$ olduğu durumlarda belirtilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Ham Besin Maddeleri Analizleri:

Araştırma süresi içerisinde deneme gruplarındaki hayvanların beslenmesinde kullanılan rasyonların ham besin maddesi analiz sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde MS grubuna verilen rasyon kuru maddesi düşük, nişasta ve selüloz olmayan karbonhidrat (SOK) düzeyi ise diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Saman içeren MSS ve MSSY gruplarının NDF ve kaba yemden gelen NDF oranları ise diğer gruplara göre daha yüksek saptanmıştır.

Tablo 2: Toplam karma rasyonların besin maddeleri içerikleri

	MS	MSS	MSY	MSSY
Kuru madde (KM), %	59.05	67.71	67.21	73.51
Ham protein (HP), % kuru maddede	16.13	15.19	17.38	16.45
Ham yağ (HY), % kuru maddede	3.18	3.08	2.98	2.54
Ham kül (HK), % kuru maddede	5.30	6.06	6.62	6.88
Nişasta, % kuru maddede	27.61	24.78	26.00	25.39
NDF ¹ , % kuru maddede	39.57	43.21	38.17	41.53
KNDF ² , % kuru maddede	27.82	31.06	26.96	29.11
Asit deterjan fiber, % kuru maddede	23.31	23.36	23.18	25.63
Asit deterjan lignin, % kuru maddede	3.85	4.71	4.51	5.10
SOK ³ , %	35.82	32.46	34.85	32.60
NE _L ⁴ , Mkal/kg, kuru maddede	1.63	1.58	1.61	1.57

MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, **MSS** = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, **MSY** = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve **MSSY** = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.

¹NDF = Neutral detergent fiber

²KNDF = Kaba yemden gelen NDF; kullanılan kaba yemlerin NDF içerikleri dikkate alınarak hesaplandı.

³SOK = Selüloz olmayan karbonhidrat: 100 - (% NDF + % HP + % HY + % HK).

⁴NE_L = Net enerji laktasyon, NRC 2001’e (7) göre hesaplandı.

Mısır silajı (KM esasına göre) = NDF, % 55.64

Buğday samanı (KM esasına göre) = NDF, % 77.22

Yonca kuru otu (KM esasına göre) = NDF, % 49.89

4. 2. Günlük Kuru Madde Tüketimi:

Partikül büyüklüğü analizi, feNDF (% KM), günlük NDF, feNDF ve kuru madde tüketim değerleri Tablo 3’de belirtilmektedir. PSPS yardımıyla yapılan eleme işlemi sonucunda, mısır silajının partikül büyüklüğünden dolayı, 19.0 mm’ nin üzerinde kalan miktar, MS grubunda diğer gruplardan çok daha düşük saptanmıştır ($P<0.001$). Yemlerin fiziksel etkinlik faktörü MSY grubunda diğer gruplara göre en yüksek bulunmuştur ($P<0.001$). Ayrıca, MSS ve MSSY rasyonlarının, feNDF, günlük NDF ve feNDF tüketimleri, MS ve MSY ile beslenen gruplardan daha yüksek olarak saptanmıştır ($P<0.001$). Çalışmada kullanılan bütün ineklerin, günlük ortalama kuru madde tüketimleri ortalama 15.7 kg olup, gruplar arasında herhangi bir fark saptanmamıştır.

4. 3. Çiğneme Davranışları:

Farklı kaba yem kaynakları ile beslenen ineklerin çiğneme davranışları yem yeme, geviş getirme ve toplam çiğneme şeklinde Tablo 4’te gösterilmiştir. İneklerin günlük yem yeme zamanları 2.6 ile 3.7 saat arasında değişiklik göstermiştir. MS ile beslenen ineklerin yem yeme zamanı (dk/gün), günlük çene hareketi sayısı ve her kg kuru madde tüketimi için harcanan yem yeme süresi diğer gruplardan daha düşük bulunmuştur ($P<0.01$). İneklerin günlük geviş getirme süreleri ise 6.1 ile 7.4 saat arasında değişiklik göstermiştir. MS ile beslenen ineklerde günlük geviş getirme süresi (dk/gün) ve günlük çene hareketi sayısı, MSS ile beslenen ineklere göre daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$). MSY ve MSSY ile beslenen ineklerin günlük geviş getirme süreleri, MS ile beslenen ineklere göre daha fazla olmasına rağmen istatistik anlamda bir fark bulunamamıştır. Aynı zamanda, her kg kuru madde ve NDF tüketimleri için harcanan geviş getirme süresi ve çene hareketi sayısı arasında da fark bulunmamıştır. MSS ile beslenen inekler, kaba yem kaynağı olarak sadece mısır silajı yiyen gruba (MS) göre günde 82 dk daha fazla süre geviş getirmiştir ($P<0.05$). MSS ve MSSY ile beslenen ineklerin, toplam çiğneme süreleri ve çene hareketleri sayısı ise MS ile beslenen ineklere göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Yine her kg kuru madde için harcanan toplam çiğneme zamanı ise MSS, MSY ve MSSY ile beslenen ineklerin, MS ile beslenen ineklere göre daha yüksek saptanmıştır.

Tablo 3. Farklı kaba yem kaynaklarının partikül büyüklüğü dağılımı, feNDF, feNDF tüketimi, NDF tüketimi ve kuru madde tüketimi üzerine etkisi

	MS	MSS	MSY	MSSY	SH	P
% KM						
>19.0 mm	3 ^c	14 ^b	12 ^b	24 ^a	1.2	***
19.0 - 8.0 mm	41 ^a	27 ^b	27 ^{bc}	19 ^c	2.1	**
8.0 - 1.18 mm	40 ^b	43 ^a	49 ^a	42 ^b	1.3	***
<1.18 mm	16 ^a	16 ^a	12 ^b	15 ^a	0.7	*
X _{gm} ¹ (mm)	5.08 ^d	5.33 ^c	5.46 ^b	6.15 ^a	0.4	***
S _{gm} ² (mm)	2.70 ^d	3.02 ^b	2.79 ^c	3.26 ^a	0.2	***
fef ³	0.84 ^b	0.84 ^b	0.88 ^a	0.85 ^b	0.1	***
feNDF ⁴ , % KM	33.24 ^b	36.30 ^a	33.59 ^b	35.30 ^a	0.2	***
feNDFT ⁵ , kg KM/gün	5.1 ^b	5.8 ^a	5.2 ^b	5.6 ^a	0.04	***
NDFT ⁶ , kg KM/gün	6.1 ^b	6.9 ^a	5.9 ^b	6.6 ^a	0.08	***
KNDFT ⁷ , kg KM/gün	4.26 ^c	4.77 ^a	4.27 ^c	4.52 ^b	0.03	***
KMT ⁸ , kg/gün	15.32	16.00	15.53	15.84	0.1	ÖD
ET⁹, kg KM/gün						
> 19.0 mm	0.5 ^c	2.2 ^b	1.9 ^b	3.8 ^a	0.1	***
19.0 - 8.0 mm	6.3 ^a	4.3 ^b	4.2 ^b	3.0 ^c	0.1	***
8.0 - 1.18 mm	6.1 ^c	6.9 ^b	7.6 ^a	6.7 ^b	0.09	***
<1.18 mm	2.5 ^a	2.6 ^a	1.8 ^b	2.3 ^a	0.1	***

MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, **MSS** = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, **MSY** = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve **MSSY** = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.

¹X_{gm} = Ortalama partikül büyüklüğü

²S_{gm} = Standart sapma

³Fiziksel etkinlik faktörü (fef) yatay olarak sallanan PSPS' in, 1.18mm üzerinde kalan miktarın yüzdesel ifadesidir

⁴feNDF = Fiziksel etkin neutral detergent fiber; her bir TKR örneğinin NDF yüzdesi ile aynı rasyonun fef değerinin çarpılmasından elde edilir (45).

⁵feNDFT = feNDF tüketimi

⁶NDFT = NDF tüketimi

⁷KNDFT = Kaba yemden gelen NDF tüketimi

⁸KMT = Kuru madde tüketimi

⁹ET = PSPS cihazına göre her bir eleğin üzerinde kalan yem miktarı tüketimi

ÖD = Önemli değil, P>0.05

* P<0.05

** P<0.01

*** P<0.001

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

Tablo 4. Farklı kaba yem kaynaklarının çığneme davranışları üzerine etkileri

	MS	MSS	MSY	MSSY	SH	P
Yem yeme						
Çığneme hareketi/Gün	7565 ^b	12543 ^a	11167 ^a	13109 ^a	558.3	***
Çığneme hareketi/kg KM ¹	494 ^b	783 ^a	719 ^{ab}	828 ^a	34.7	**
Çığneme hareketi/kg NDF ²	1240 ^b	1767 ^{ab}	1893 ^a	1986 ^a	82.5	**
Dakika/Gün	158.3 ^b	217.1 ^a	200.8 ^a	223.8 ^a	6.7	***
Dakika/kg KM	10.1 ^b	13.6 ^a	12.9 ^a	14.1 ^a	0.4	***
Dakika/kg NDF	25.5 ^b	31.4 ^{ab}	33.9 ^a	34.1 ^a	1.0	**
Dakika/kg feNDF ³	31.1 ^b	37.4 ^{ab}	38.6 ^{ab}	40.0 ^a	1.1	*
Geviş getirme						
Çığneme hareketi/Gün	21621 ^b	27473 ^a	24116 ^{ab}	24947 ^{ab}	806.5	*
Çığneme hareketi/kg KM	1411	1717	1552	1575	50.3	ÖD
Çığneme hareketi/kg NDF	3544	3869	4087	3780	120.0	ÖD
Dakika/Gün	363.3 ^b	445.5 ^a	398.3 ^{ab}	410.0 ^{ab}	11.3	*
Dakika/kg KM	23.1	27.8	25.7	25.9	0.7	ÖD
Dakika/kg NDF	58.5	64.4	67.2	62.3	1.7	ÖD
Dakika/kg feNDF	71.2	76.8	76.6	73.2	2.0	ÖD
Toplam çığneme						
Çığneme hareketi/Gün	29651 ^b	41001 ^a	35897 ^{ab}	38684 ^a	1257	**
Çığneme hareketi/kg KM	1935 ^b	2563 ^a	2311 ^{ab}	2442 ^{ab}	77.7	*
Çığneme hareketi/kg NDF	4861	5774	6084	5861	182.1	ÖD
Dakika/Gün	521.7 ^b	662.5 ^a	599.2 ^{ab}	633.8 ^a	15.9	**
Dakika/kg KM	33.2 ^b	41.4 ^a	38.6 ^a	40.1 ^a	1.0	**
Dakika/kg NDF	84.0 ^b	95.8 ^{ab}	101.1 ^a	96.4 ^{ab}	2.3	*
Dakika/kg feNDF	102.3	114.2	115.2	113.2	2.6	ÖD

MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, **MSS** = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, **MSY** = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve **MSSY** = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.

¹KM = Kuru madde

²NDF = Neutral detergent fiber

³feNDF = Fiziksel etkin NDF

ÖD = Önemli değil, P>0.05

* P<0.05

** P<0.01

*** P<0.001

a-b = Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.

4. 4. Rumen Fermantasyon Özellikleri :

İneklerin rumen pH, uçucu yağ asitleri ve NH₃-N verileri Tablo 5’te gösterilmiştir. Farklı kaba yem kaynaklarını kullanılması durumunda; ortalama rumen pH’ sı, toplam uçucu yağ asitleri, bireysel uçucu yağ asitleri ve rumen NH₃-N miktarları için gruplar arasında herhangi bir fark saptanmamıştır. Bununla birlikte 5.8’in altında kalan rumen pH süresi, MS ile beslenen ineklerde daha yüksek bulunmuştur. Bütün gruplarda en yüksek rumen pH değeri yemlemeden hemen önce (saat 09:00) tespit edilirken, en düşük rumen pH’ sı yemlemeden yaklaşık beş saat sonra (14:00) saptanmıştır (Şekil 2). Ayrıca her bir gruba ait günlük rumen pH değişim grafikleri EK 1’de ve günlük uçucu yağ asitleri değişim grafiği ise EK 2’de belirtilmiştir.

Tablo 5. Farklı kaba yem kaynaklarının rumen pH, UYA ve NH₃-N üzerine etkisi

	MS	MSS	MSY	MSSY	SH	P
pH						
Ortalama	6.26	6.42	6.24	6.30	0.1	ÖD
pH<5.8, saat/gün	7.3 ^a	4.5 ^b	5.0 ^b	5.3 ^b	0.3	***
UYA¹						
Toplam, mmol/l	103.0	100.6	105.9	106.9	7.2	ÖD
Mol/100 mol						
Asetik asit (A)	66.4	70.5	67.2	67.9	2.4	ÖD
Propionik asit (P)	16.7	15.8	17.0	18.3	2.0	ÖD
Butirik asit	12.7	10.6	11.6	10.5	0.8	ÖD
Isobutirik asit	0.6	0.6	0.6	0.6	0.1	ÖD
Isovalerik asit	1.7	1.7	1.7	1.4	0.2	ÖD
n-valerik asit	1.7	1.5	1.9	1.7	0.3	ÖD
A/P	4.0	4.5	4.1	4.0	0.6	ÖD
NH₃- N, mg/dl	20.2	17.9	20.7	17.4	2.5	ÖD

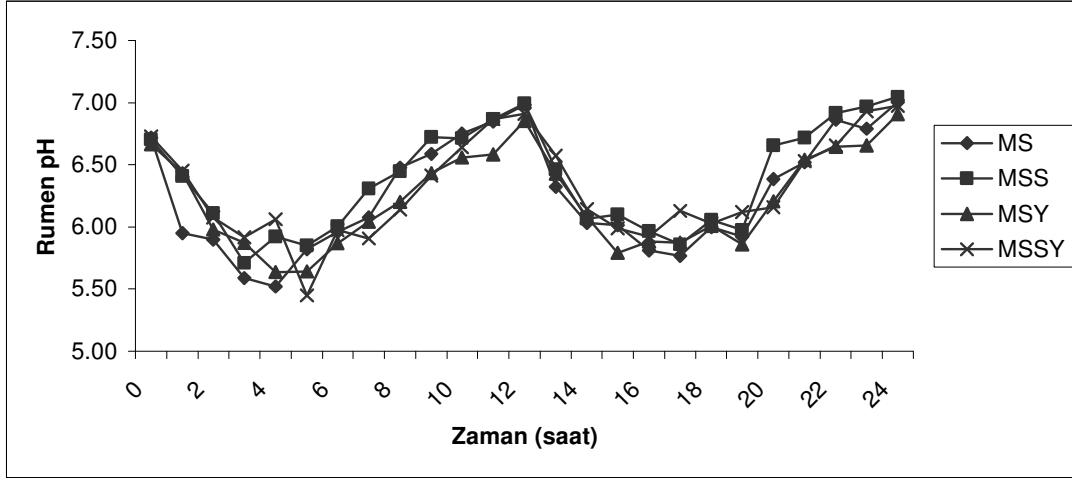
MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, **MSS** = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, **MSY** = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve **MSSY** = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.

¹UYA = Uçucu yağ asitleri

ÖD = Önemli değil, P>0.05

*** P<0.001

a-b = Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.



Şekil 2. Farklı kaba yem kaynaklarının günlük rumen pH dalgalanması üzerine etkisi

MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, **MSS** = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, **MSY** = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve **MSSY** = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.

4. 5. Süt Verimi ve Bileşimi:

Bütün grupların, süt verim ve bileşim verileri Tablo 6’da gösterilmiştir. Farklı kaba yem kaynaklarının kullanılması süt verimi ve bileşimi, yağa göre düzeltilmiş süt verimi ve kuru maddeye göre düzeltilmiş süt miktarı üzerine herhangi bir etki yaratmadığı saptanmıştır. Ayrıca günlük % 4 YDS, süt yağı, süt proteini ve süt laktozu miktarı grafikleri EK 3’te gösterilmiştir.

4. 6. Toplam sindirilebilirlik:

Hayvanların günlük KM, HP, NDF ve OM tüketimleri, toplam sindirilebilirlik ve sindirilebilir besin maddesi tüketim değerleri Tablo 7’de gösterilmiştir. HP sindirilebilirliği uygulamalardan etkilenmemiştir. Fakat MS ile beslenen grubun; kuru madde, NDF ve OM sindirilebilirlikleri diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur (P<0.01).

Tablo 6. Farklı kaba yem kaynaklarının süt verimi ve bileşimi üzerine etkisi

	MS	MSS	MSY	MSSY	SH	P
Verim						
Süt, kg/gün	18.47	18.34	18.64	18.75	0.15	ÖD
4% YDS ¹ , kg/gün	20.35	20.30	20.09	20.89	0.18	ÖD
KSM ² , kg/gün	20.08	19.85	19.87	20.45	0.17	ÖD
Yağ, g/gün	863.53	864.07	842.31	892.57	10.16	ÖD
Protein, g/gün	675.09	640.07	669.81	673.11	6.52	ÖD
Laktoz, g/gün	832.06	797.52	840.77	826.91	8.63	ÖD
Kimyasal bileşim, %						
Yağ	4.69	4.75	4.55	4.78	0.06	ÖD
Protein	3.69	3.62	3.64	3.67	0.03	ÖD
Laktoz	4.53	4.48	4.56	4.47	0.03	ÖD
KSM/KMT	1.31	1.24	1.28	1.29	0.01	ÖD

MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, **MSS** = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, **MSY** = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve **MSSY** = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.

¹YDS = Yağa göre düzeltilmiş süt miktarı

²KSM = Katı maddelere göre düzeltilmiş süt miktarı

³KMT = Kuru madde tüketimi

ÖD = Önemli değil, P>0.05

4. 7. Ruminal Yıkılabilirlik:

Rasyonların KM, HP, NDF, OM rumen yıkılabilirlik parametreleri Tablo 8'de ve bu besin maddelerinin rumen yıkılabilirlik grafikleri ise EK 4'te gösterilmiştir. Mısır silajının bir kısmı yerine yonca kuru otu ve buğday samanı kullanılması durumunda; kuru madde, NDF ve OM potansiyel yıkılabilirliği üzerine herhangi bir etki yaratmadığı gözlemlenmiştir. Kaba yem kaynağı olarak yonca kuru otu içeren grupların (MSY ve MSSY) kuru madde etkin yıkılabilirliği diğer iki gruptan daha yüksek saptanmıştır (P<0.01). MS ile beslenen ineklerin, ham protein etkin yıkılabilirliği diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur (P<0.01). MSSY ile beslenen grubun, organik madde etkin yıkılabilirliği MSS ile beslenen gruba göre daha fazla saptanmıştır (P<0.01).

Tablo 7. Farklı kaba yem kaynaklarının toplam sindirilebilirlik üzerine etkisi

	MS	MSS	MSY	MSSY	SH	P
Besin maddesi tüketimi, kg/gün						
Kuru madde	15.32	16.00	15.53	15.84	0.10	ÖD
Ham protein	2.47 ^b	2.43 ^b	2.75 ^a	2.55 ^b	0.02	***
Neutral detergent fiber	6.1 ^b	6.9 ^a	5.9 ^b	6.6 ^a	0.06	***
Organik madde	14.50	15.03	14.79	14.45	0.11	ÖD
Toplam sindirilebilirlik, %						
Kuru madde	71.67 ^a	66.79 ^b	67.55 ^b	67.76 ^b	0.60	**
Ham protein	78.11	75.06	76.44	75.62	0.54	ÖD
Neutral detergent fiber	56.47 ^a	49.71 ^b	51.96 ^b	51.75 ^b	0.69	**
Organik madde	74.23 ^a	69.35 ^b	70.16 ^b	69.87 ^b	0.56	**
Sindirilebilir besin maddesi tüketimi, kg/gün						
Kuru madde	10.98	10.69	10.70	10.51	0.08	ÖD
Ham protein	1.93 ^b	1.83 ^c	2.11 ^a	1.93 ^b	0.02	***
Neutral detergent fiber	3.42 ^a	3.44 ^a	3.14 ^b	3.34 ^a	0.03	***
Organik madde	10.77 ^a	10.42 ^{ab}	10.37 ^{ab}	10.10 ^b	0.08	*

MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, MSS = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, MSY = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve MSSY = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.

ÖD = Önemli değil, P>0.05

* P<0.05

** P<0.01

*** P<0.001

a-c = Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.

Tablo 8. Farklı kaba yem kaynaklarının in situ rumen KM¹, HP², NDF³ ve OM⁴ yıkılabilirliği ve etkin yıkılabilirlik üzerine etkisi

	MS	MSS	MSY	MSSY	SH	P
Kuru madde						
a ⁵ , %	39.50	40.63	41.48	43.43	0.6	ÖD
b ⁶ , %	46.70 ^a	42.80 ^a	41.53 ^a	39.03 ^b	1.0	*
c ⁷ , %/saat	0.026	0.025	0.029	0.029	0.0	ÖD
a+b ⁸ , %	86.20	83.43	83.00	82.45	0.7	ÖD
ey ⁹ , % 5/saat	42.76 ^b	41.52 ^b	43.82 ^a	44.44 ^a	0.3	**
Ham protein						
a, % KM	32.7 ^b	42.08 ^a	36.03 ^a	44.75 ^a	1.5	**
b, % KM	62.38 ^a	51.30 ^b	59.83 ^a	50.20 ^b	1.6	*
c, %/saat	0.052	0.047	0.049	0.046	0.0	ÖD
a+b, % KM	95.08 ^a	93.36 ^b	95.85 ^a	94.95 ^{ab}	0.2	**
ey, % 5/saat	56.97 ^a	50.21 ^b	50.02 ^b	51.64 ^b	0.8	**
Neutral detergent fiber						
a, % KM	3.75	2.43	3.08	2.83	0.3	ÖD
b, % KM	57.28	55.81	59.43	56.50	0.8	ÖD
c, %/saat	0.027	0.024	0.026	0.023	0.0	ÖD
a+b, % KM	61.03	58.24	62.55	59.33	0.9	ÖD
ey, % 5/saat	23.78 ^a	21.39 ^b	21.68 ^b	20.72 ^b	0.4	*
Organik madde						
a, % KM	39.00	40.23	40.20	40.50	0.5	ÖD
b, % KM	48.53 ^a	44.38 ^a	44.10 ^a	41.68 ^b	0.9	*
c, %/saat	0.024	0.025	0.030	0.028	0.0	ÖD
a+b, % KM	87.53	84.60	84.30	82.18	0.9	ÖD
ey, % 5/saat	41.48 ^a	40.80 ^b	42.90 ^a	43.58 ^a	0.3	**

MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, MSS = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, MSY = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve MSSY = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.

ÖD: Önemli değil, P>0.05

¹KM = Kuru madde, ²HP = Ham protein, ³NDF = Neutral detergent fiber, ⁴OM = Organik madde

⁵a = Rasyonun hızlı parçalanmış kısmı, ⁶b = Rasyonun potansiyel olarak fermente olabilir kısmı,

⁷c = b' nin parçalanabilir hız sabiti, ⁸a+b = Potansiyel yıkılabilirlik, ⁹ey = Etkin yıkılabilirlik

* P<0.05

** P<0.01

*** P<0.001

a-b = Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.

4. 8. Pearson Korelasyon Katsayıları:

Bazı parametreler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları Tablo 9 ve Tablo 10'da gösterilmiştir. Rasyonların feNDF değerleri ile yem yeme zamanı ($r=0.43$, $P<0.01$), geviş getirme zamanı ($r=0.29$, $P<0.05$) ve toplam çiğneme zamanı ($r=0.39$, $P<0.01$) arasında pozitif korelasyon saptanmıştır (Tablo 9). Benzer olarak 19.0 mm' den büyük partikül miktarı ile yem yeme zamanı ($r=0.48$, $P<0.01$) ve toplam çiğneme zamanı ($r=0.36$, $P<0.01$) arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Öte yandan 5.8'in altında kalan rumen pH süresi ile feNDF arasında ($r=-0.45$, $P<0.01$) ve 19.0 mm' den büyük partikül miktarı ($r=-0.50$, $P<0.01$) ile toplam çiğneme zamanı ($r=-0.37$, $P<0.01$) arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca NDF sindirilebilirliği ile % 4 YDS arasında pozitif bir korelasyon da ($r=0.30$, $P<0.05$) tespit edilmiştir (Tablo 10). Rasyonların NDF sindirilebilirliği ile ADF ($r=0.74$, $P<0.01$) ve organik madde sindirilebilirliği ($r=0.78$, $P<0.01$) arasında pozitif korelasyon elde edilmiştir. Fakat feNDF ile NDF ($r=-0.35$, $P<0.05$) ve organik madde sindirilebilirliği ($r=-0.30$, $P<0.05$) arasında negatif korelasyon saptanmıştır (Tablo 10). Bir diğer pozitif korelasyonda süt verimi ile NDF ($r=0.39$, $P<0.01$) ve ADF sindirilebilirliği ($r=0.33$, $P<0.05$) arasında bulunmuştur.

Tablo 9. Bazı parametreler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları

	1	2	3	4	5	6	7
1. Kuru madde tüketimi, kg/gün							
2. NDF ¹ tüketimi, kg/gün	0.36*						
3. feNDF ² tüketimi, % KM	0.10	0.70**					
4. 19.0 mm den büyük partikül tüketimi, kg/gün	0.20	0.41**	0.52**				
5. Yem yeme zamanı, dk/gün	-0.02	0.15	0.43**	0.48**			
6. Geviş getirme zamanı, dk/gün	0.02	0.08	0.29*	0.22	0.53**		
7. Toplam çiğneme zamanı, dk/gün	0.01	0.12	0.39**	0.36*	0.80**	0.93**	
8. 5.8 in altında kalan pH süresi, saat	0.21	-0.45**	-0.45**	-0.50**	-0.43**	-0.27	-0.37**

*Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

**Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

¹NDF = Neutral detergent fiber, ²feNDF = fiziksel etkin NDF

Tablo 10. Bazı Parametreler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları

	1	2	3	4	5	6
1. NDF ¹ sindirilebilirliği, % KM	1					
2. ADF ² sindirilebilirliği, % KM	0.74**	1				
3. OM ³ sindirilebilirliği, % KM	0.78**	0.75**	1			
4. feNDF ⁴ , % KM	-0.35*	-0.24	-0.30*	1		
5. Süt miktarı, kg/gün	0.39**	0.33*	0.27	-0.02	1	
6. YDS ⁵ %4, kg/gün	0.30*	0.20	0.21	0.26	0.80**	1

*Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

**Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

¹NDF = Neutral detergent fiber, ²ADF = Acid detergent fiber, ³OM = Organik madde, ⁴feNDF = fiziksel etkin NDF, ⁵YDS = Yağa göre düzeltilmiş süt verimi

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5. 1. Kuru Madde Tüketimi:

Bu çalışmada, mısır silajının bir kısmı yerine yonca kuru otu ve/veya buğday samanı kullanılması günlük kuru madde tüketimini etkilememiştir. Benzer şekilde, laktasyondaki süt sığırlarında, yonca kuru otu yerine buğday samanı kullanılması durumunda, kuru madde tüketiminde herhangi bir farklılık bulunmadığına dair araştırmalar bulunmaktadır (32, 60). Diğer taraftan, Rode ve arkadaşları (61) doğranma veya öğütme işlemine tabi tutulan kaba yemler ile beslenen ineklerde kuru madde tüketiminin etkilenmediğini, fakat herhangi bir işleme tabi tutulmayan uzun partikül büyüklüğüne sahip kaba yemlerin verilmesi durumunda etkilendiğini belirtmiştir. Araştırmada doğranma ve öğütme işlemine tabi tutulan yemlerle beslenen hayvanlar, uzun partikül büyüklüğüne sahip rasyonla beslenen hayvanlara göre daha fazla kuru madde tüketmişlerdir. West ve arkadaşları (62) mısır silajı yerine %15 bermuda otu ve % 30 yonca kuru otunu kullanarak yaptıkları bir çalışmada; kuru madde tüketiminin 22.9 kg' dan 22.0 kg' a kadar azaldığını tespit etmişlerdir. Kononoff ve arkadaşları (26) kaba yemlerin partikül büyüklüğünün azalması durumunda, kuru madde tüketiminin artabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, doğranmayan yonca kuru otu ve kaba kıyılmış buğday samanı katılan gruplarda 19.0 mm' den büyük partikül miktarının arttığı (Tablo 3) ve dolayısıyla da bu grupların, MS grubuna göre daha hacimli oldukları ortaya konmuştur. Rasyonlardaki bu hacim değişikliğine rağmen, kuru madde tüketimi bu faktörden etkilenmemiş ve kuru madde tüketimi ile 19.0 mm' den büyük partikül miktarı arasında herhangi bir korelasyon saptanmamıştır (Tablo 9). Belyea ve arkadaşları (63) ineklerin sadece kaba yemlerle beslenmeleri durumunda, partikül büyüklüğünün azalmasının yem tüketiminin artabileceğini belirtmişlerdir. Fakat kaba yemlere konsantre yemler ilave edilmesi durumunda kuru madde tüketiminin, yemlerin partikül büyüklüğünden etkilenmediğini bildirmişlerdir. Bu duruma neden olarak, ruminal dolgunluğun kuru madde tüketimi için sınırlayıcı bir faktör olmadığını ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmada, kuru madde tüketiminin kaba yem kaynaklarından etkilenmeme nedeninin, hayvanların geç laktasyon döneminde olmalarından ve nispeten az kuru madde tüketmelerine bağlı olabileceği düşünülmektedir.

5. 2. Hayvanların Çiğneme Davranışları:

Yonca kuru otu ve/veya buğday samanı yiyen hayvanlarda yem yeme zamanı (dk/gün), her kg kuru madde için harcanan yem yeme zamanı (dk/kg) ve günlük çene hareketleri sayısı kaba yem kaynağı olarak sadece mısır silajı yiyen hayvanlara göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0.001$). Bu durumun yemlerin partikül büyüklüğünden kaynaklandığı gibi (11), yemlerin lezzeti, NDF düzeyi, fermantasyon hızı ve sindirimi gibi etkenlerden de kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

feNDF ile geviş getirme zamanı arasında pozitif korelasyon olduğu ileri sürülmektedir (25, 64). Bu çalışmada da benzer şekilde feNDF tüketimi ile geviş getirme süresi arasında pozitif bir korelasyon (Tablo 9) bulunmuştur ($r=0.29$, $P<0.05$). Kaba yem kaynağı olarak sadece saman yiyen grubun geviş getirme süresi ve günlük çene hareketi sayısı, sadece mısır silajı yiyen gruba göre daha fazla olmuştur. Öte yandan MSSY rasyonu ile beslenen ineklerin, feNDF ve 19.0 mm den büyük partikül miktarı sadece mısır silajı yiyen gruba göre daha yüksek olmasına rağmen geviş getirme süreleri aynı düzeyde yüksek bulunmamıştır. Bu durumun sebebi tam açık olmamakla birlikte, rasyonun içerdiği saman miktarının ve lif yapısının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. MSY, MSSY ile beslenen ineklerin, geviş getirme süreleri ve günlük çene hareketleri sayısı MS rasyonuna göre daha yüksek bulunmuş, fakat istatistik bir fark bulunamamıştır. Beauchemin ve arkadaşları (16) kaba yem kaynağı olarak sadece kaba kıyılmış silaj ile beslenen grubun, % 10 düzeyinde (yaklaşık 2.3 kg/gün) yonca kuru otu yiyen gruba göre geviş getirme süresinin daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada kuru ot miktarının da önemli bir faktör olduğu vurgulanmıştır. Çünkü % 20 düzeyinde (yaklaşık 4.2 kg) yonca kuru otu katılan grupta geviş getirme zamanının aynı oranda bir artış sağlamadığı ifade edilmektedir. Yeterli lif içeren rasyonlara, yonca kuru otu katılması geviş getirme zamanını çok az etkileyebilir veya azaltabilir şeklinde bir dayanak belirtmişlerdir.

Buğday samanı içeren grupların, toplam çiğneme zamanı ve günlük çene hareketi sayısı sadece mısır silajı ile beslenen gruba göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Bu durum samanın düşük kaliteli lif yapısına ve diğer kaba yemlere göre daha uzun fermantasyon zamanına sahip olması ile açıklanabilir. Diğer taraftan, mısır silajı yerine yonca kuru otu ve/veya buğday samanı kullanılması, her kg kuru madde için harcanan toplam çiğneme zamanını artırmıştır ($P<0.01$). Beauchemin ve Yang (64) kaba yem kaynağı olarak sadece mısır silajı kullanarak, multiparous holştayn ineklerde günlük

çiğneme zamanını 12-13 saat olarak tespit ederlerken, bu çalışmada çiğneme zamanı 8.7 saat olarak bulunmuştur. Bu durumun nedeni olarak, bu çalışmada kullanılan hayvanların daha düşük kuru madde tüketmelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (21'e karşı 15 kg/gün, KM). Ayrıca, Maekawa ve arkadaşları (65) multiparous ineklerin, primiparous ineklere göre daha fazla kuru madde tüketmelerine bağlı olarak daha fazla çiğneme zamanı harcadıklarını tespit etmiştir.

Bu çalışmada, rasyonların feNDF değerlerinin ve 19.0 mm den büyük partikül miktarının artması süt sığırlarında toplam çiğneme zamanını etkileyen faktörlerden ikisi olabilir. Çünkü rasyonların feNDF değerleri ile yem yeme zamanı ($r=0.43$, $P<0.01$), geviş getirme zamanı ($r=0.29$, $P<0.05$) ve toplam çiğneme zamanı ($r=0.39$, $P<0.01$) arasında pozitif korelasyon saptanmıştır (Tablo 9). Kononoff ve arkadaşları (26) rasyonun 19 mm den büyük partikül miktarı arttıkça toplam çiğneme zamanında da artış olduğunu bildirmektedir. Benzer olarak bu çalışmada da, 19.0 mm' den büyük partikül miktarı yem yeme zamanı ($r=0.48$, $P<0.01$) ve toplam çiğneme zamanı ($r=0.36$, $P<0.01$) ile arasında pozitif korelasyon bulunmuştur (Tablo 9).

5. 3. Rumen pH' sının Değerlendirilmesi:

Çalışmada, günlük ortalama rumen pH değerleri farklı kaba yem uygulamalarından etkilenmemiştir. Bu durumun çalışmadaki rasyonların yeterli düzeyde NDF ve feNDF düzeylerine sahip olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çünkü süt sığırları için en az NDF düzeyinin % 25 olduğu ve bu değerinde % 75'inin kaba yemlerden gelmesi gerektiği belirtilmektedir (7). Ayrıca, Mertens (45) rumen pH değerlerinin 6.0'nın üzerinde devam edebilmesi için feNDF değerinin rasyonun kuru maddesinin % 22'si kadar olması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmadaki rasyonların NDF (Tablo 2) ve feNDF (Tablo 3) değerleri yukarıda belirtilen değerlerin çok üzerinde bulunmuştur (Tablo 2, Tablo 3). Owens ve arkadaşları (66) rumen pH' sının, toplam uçucu yağ asidi konsantrasyonundan etkilendiğini belirtmişlerdir. Bu araştırmada toplam uçucu yağ asitlerinin benzer olması rumen pH' sının da benzer çıkmasını sağlamış olabileceği düşünülmektedir.

Rumen pH' sının 6.2 ve 5.8 olduğu esas alınarak yapılan in vitro çalışmalarda; pH değeri 6.2'nin altında kaldığında, rumen aktivitesinin zayıfladığı (42), 5.8'in altına düştüğünde ise subklinik rumen asidozis riskinin arttığı belirtilmektedir (64). Bu çalışmada, kaba yem kaynağı olarak sadece mısır silajı ile beslenen MS grubunun, 5.8'in

altında kalan rumen pH süresi, diğer gruplara göre daha uzun bulunmuştur ($P<0.001$). Bu grupta daha uzun süre düşük rumen pH'ının elde edilmesi mısır silajının kolay fermente olabilir olması ve grubun daha düşük toplam çiğneme zamanına sahip olması ile açıklanabilir. Az çiğneme hareketi daha az salya üretimine sebep olmakta ve dolayısıyla rumende üretilen asit yeterince nötralize edilememektedir. Bu çalışmada 5.8'in altında kalan rumen pH süresi ile feNDF arasında ($r=-0.45$, $P<0.01$) ve 19.0 mm' den büyük partikül miktarı ($r=-0.50$, $P<0.01$) ile toplam çiğneme zamanı ($r=-0.37$, $P<0.01$) arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kaba yem kaynağı olarak sadece mısır silajı tüketen ve günde yaklaşık 15 kg kuru madde tüketen hayvanlar subklinik rumen asidozise karşı daha duyarlıdır. Kuru madde tüketimi arttığı takdirde bu duyarlılığın daha da artabileceği düşünülmektedir.

5. 4. Rumen Uçucu Yağ Asitleri ve Amonyak Azotu:

Farklı kaba yem kaynaklarının kullanılması, rumen sıvısındaki toplam uçucu yağ asitleri, asetat, propionat, bütirat, A/P ve rumen amonyak azotu oranları arasında herhangi bir fark bulunamamıştır. Araştırmadaki toplam uçucu yağ asitleri miktarı kaba yem kaynağı benzer olan başka çalışmalarla (11, 64) kıyaslandığında daha düşük bulunmuştur. Bu durum, rasyonların yüksek NDF ve düşük nişasta içermesi ve hayvanların düşük kuru madde tüketmeleri ile açıklanabilir. Krause ve arkadaşları (67) kaba yem kaynağı olarak yonca silajı kullandıkları bir çalışmada; partikül büyüklüğü azaldıkça, rumen propionat konsantrasyonunun arttığını belirtmektedirler. Krause ve Combs (68) yonca silajı yerine mısır silajı kullanılması durumunda rasyonun nişasta oranının artmasına bağlı olarak rumen sıvısındaki propionat oranının arttığını belirtmektedirler. Bu çalışmada gruplar arasında propionat miktarları bakımından fark bulunmaması rasyonların benzer nişasta düzeylerine sahip olması ile açıklanabilir. Kaba yem kaynağı olarak % 35 mısır silajı ve % 15 düzeyinde buğday saman katılan MSS grubun A/P oranı diğer gruplardan yüksek olmasına rağmen, gruplar arasında istatistiksel bir fark çıkmamıştır. Beauchemin ve Yang (64) kaba yem kaynağı olarak sadece mısır silajı ile beslenen ineklerin A/P oranını yaklaşık 2 bulurken, bu çalışmada kaba yem kaynağı olarak sadece mısır silajını yiyen ineklerde bu değer yaklaşık 4 civarında bulunmuştur. Beauchemin ve Yang (64)'in yaptığı çalışma ile kıyaslandığında, bu artışın sebebi rasyonun yüksek NDF (% 32.6 karşı % 39.57 KM) ve düşük nişasta düzeyine sahip olmasından kaynaklanabileceği söylenebilir. Bir başka neden olarak, Beauchemin ve Yang (64)'in yaptığı çalışmada silaj yapımı sırasında

mısır bitkisinin hasadı için kullanılan makinenin ilave olarak dane ezme ünitesine de sahip olması gösterilebilir. Böyle bir makine ile hasat yapıldığında mısır tanelerinin ezilmesi sonucunda rumende daha çok sindirildiği buna bağlı olarak da propionat seviyesinin artmasıyla A/P oranının daha düşük olduğu sonucu çıkarılabilmektedir.

5. 5. Süt Verimi ve Kompozisyonu:

Beauchemin ve Buchanan-Smith (19) yonca silajına kuru ot ilave edilmesiyle, kuru madde tüketimindeki artışa bağlı olarak süt veriminde artış sağlandığını diğer taraftan Woodford ve Murphy (36) silaja kuru otun ilave edilmesinin süt üretimini sürekli artıramayacağını belirtmektedirler. Bu çalışmada hayvanların geç laktasyon döneminde olmalarından dolayı, % 4'lük YDS (20.41 kg/gün) ve KDS (20.06 kg/gün) verimleri, düzeltilmemiş süt veriminden (18.55 kg/gün) daha yüksek düzeyde bulunmuştur (Tablo 6). Buna benzer olarak Robinson ve arkadaşları (69) geç laktasyon dönemindeki ineklerin erken laktasyondakilere göre daha az süt verimine, fakat daha fazla süt yağına sahip olduklarını bildirmektedirler. İnekler MS yerine MSS ile beslendiklerinde, süt üretim etkinliği olarak bilinen KDS/KMT oranı 1.31'den 1.24'e kadar düşüş göstermekle beraber gruplar arasında herhangi bir istatistiksel fark bulunamamıştır.

Araştırmada grupların süt yağı yüzdeleri 4.55 ile 4.78 arasında, süt yağı miktarları ise günlük 842 ile 892 gr arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 6). Mertens (45) erken ile orta laktasyon arasındaki ineklerde süt yağı yüzdesinin 3.4 olması için feNDF değerinin rasyonun kuru maddesinin % 20'si kadar olması gerektiğini belirtmektedir. Bu araştırmada buğday samanı içeren MSS ve MSSY gruplarının feNDF değerleri, MS ve MSY gruplarından daha yüksek olmasına rağmen, süt yağında herhangi bir etki yaratmamıştır. Farklı kaba yem kaynaklarının süt yağı üzerinde bir fark yaratmamasının sebebi tam olarak açıklanamamakla birlikte kullanılan rasyonların yüksek KNDF ve feNDF değerine sahip olmasından kaynaklandığına inanılmaktadır. Üstelik, % 4 YDS ile feNDF arasında bir korelasyon da saptanmamıştır (Tablo 10). Benzer şekilde, Zebeli ve arkadaşları (70) süt parametrelerinin; rumen pH'sı, çiğneme aktivitesi ve lif sindirim parametreleri ile karşılaştırıldığında rasyonun feNDF değerinden daha az etkilendiğini belirtmektedirler. Yang ve Beauchemin (71) düşük süt yağının, düşük rumen pH' sı ve düşük A/P oranından kaynaklandığını belirtmektedir. Bu çalışmada ortalama rumen pH değerleri 6.24 ile 6.42 ve A/P oranı ise 4 ile 4.5 arasında seyretmiştir (Tablo 5). Elde edilen süt yağı yüzdeleri benzer kaba yemleri yiyen ineklere göre (11, 25) daha yüksek

düzeyde bulunmuştur. Bu durumun nedeni kullanılan rasyonların benzer çalışmalara göre (11, 25) daha fazla KNDF ve feNDF değerlerine sahip olması ile açıklanabilir. Mertens (72) kaba yem kaynağı olarak mısır silajı, yonca kuru otu, bermudagrass otunu kullanarak yaptığı çalışmada rasyonun NDF düzeyi % 35' in üzerinde olduğu zaman, YDS değerini en yüksek bulmuştur. Mertens (45) partikül büyüklüğü rasyonun NDF oranı gereksinimin altında olduğu zaman süt yağı üzerine etkili olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada, mısır silajının kısa partikül büyüklüğünden dolayı MS ile beslenen ineklerde beklenen düşük süt yağı ihtimali; bu grubun NDF sindirilebilirliğinin ($P<0.01$) diğer gruplardan yüksek olması (Tablo 6) sonucunda ortadan kalkmış olabilir. Aynı zamanda NDF sindirilebilirliği ile % 4 YDS arasında pozitif bir korelasyon da ($r=0.30$, $P<0.05$) tespit edilmiştir (Tablo 10).

Grupların süt protein yüzdesi 3.62 ile 3.69 arasında, süt protein miktarları ise günlük 640 ile 675 gr arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 6). Grieve ve arkadaşları (73) benzer enerji değerlerine sahip rasyonlarla beslenen ineklerin, süt protein yüzdelерinin de benzer olduğunu ve süt proteini ile rasyonun enerjisi arasında pozitif bir korelasyon bulunduğunu tespit etmişlerdir. Krause ve arkadaşları (74) yüksek nemli mısırın yüksek nişasta içeriğinden dolayı rumende mikrobiyal protein sentezinin arttığını ve dolayısıyla süt protein yüzdesinde bir artışın olduğunu belirtmektedirler. Bu çalışmada kullanılan rasyonların benzer enerji değerlerine sahip olması nedeniyle gruplar arasında süt protein miktarlarının etkilenmemiş olabileceği düşünülmektedir.

5. 6. Toplam Sindirilebilirlik:

Kaba yem kaynağı olarak sadece mısır silajı ile beslenen ineklerde; mısır silajının rumende hızlı fermente olmasından dolayı MS grubunun KM, NDF ve OM sindirilebilirlik değerleri daha yüksek saptanmıştır. Diğer taraftan, Yang ve Beauchemin (75) kaba yem kaynağı olarak sadece mısır silajı ile beslenen ineklerde feNDF' nin artması durumunda, sindirilebilirlik ve özellikle toplam lif sindiriminin arttığını belirtmektedirler. Bu çalışmada feNDF ile NDF ($r=-0.35$, $P<0.05$) ve organik madde sindirilebilirliği ($r=-0.30$, $P<0.05$) arasında negatif korelasyon saptanmıştır (Tablo 10). Bu olay, rasyonlardaki kaba yemlerin farklı olmasından kaynaklanabilir. Çünkü mısır silajı diğer kaba yemlere göre daha hızlı fermente olabilmektedir. Fakat rasyonların NDF sindirilebilirliği ile ADF ($r=0.74$, $P<0.01$) ve organik madde sindirilebilirliği ($r=0.78$, $P<0.01$) arasında pozitif korelasyon saptanmıştır. Bir diğer pozitif korelasyonda süt verimi ile NDF ($r=0.39$, $P<0.01$) ve ADF sindirilebilirliği ($r=0.33$, $P<0.05$) arasında saptanmıştır.

5. 7. Rumen Yıkılabilirliği:

Farklı kaba yem kaynaklarının kullanılması, gruplar arasında in situ NDF a, b ve a+b yıkılabilirlik parametreleri bakımından herhangi bir farka yol açmamıştır (Tablo 8). Diğer taraftan MS ile beslenen ineklerde NDF etkin yıkılabilirliği, diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Bu durumun hücre duvarı lignin düzeyinden dolayı, mikrobiyal yıkılabilirlik duyarlılığının azalmasına (76) bağlı olabileceği belirtilmektedir. Çünkü Yonca kuru otu ve buğday samanı mısır silajına göre daha fazla lignin düzeyine sahiptir.

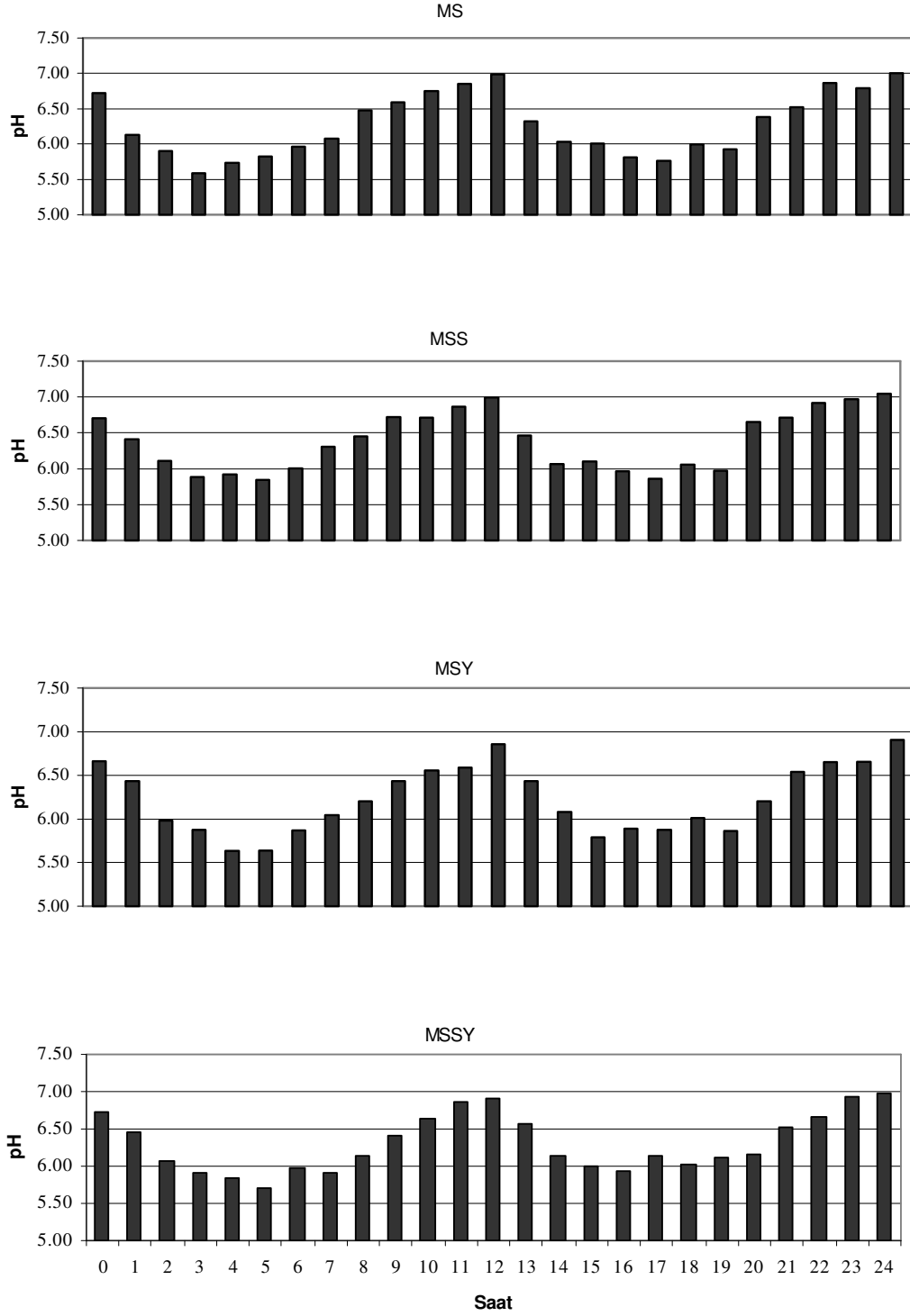
5. 8. Sonuç:

Farklı kaba yem kaynaklarının kullanılmasıyla ortalama rumen pH değerleri etkilenmez iken, çiğneme aktivitesi ve 5.8'in altındaki pH süresi bu uygulamalardan etkilenmiştir. Kaba yem kaynağı olarak buğday samanı, yonca kuru otuna göre hayvanın daha fazla çiğneme hareketi yapmasına yol açmaktadır. Rasyonların yüksek feNDF' ye sahip olması, çiğneme hareketlerinin artması ve buna bağlı olarak tükürük üretiminin artmasına ve dolayısıyla da rumen pH' sının da yükselmesine yol açmaktadır. Rasyonların feNDF değerleri ve 19.0 mm' den büyük partikül miktarı çiğneme aktivitesi ve subklinik rumen asidozisi için bir belirteç olabilir.

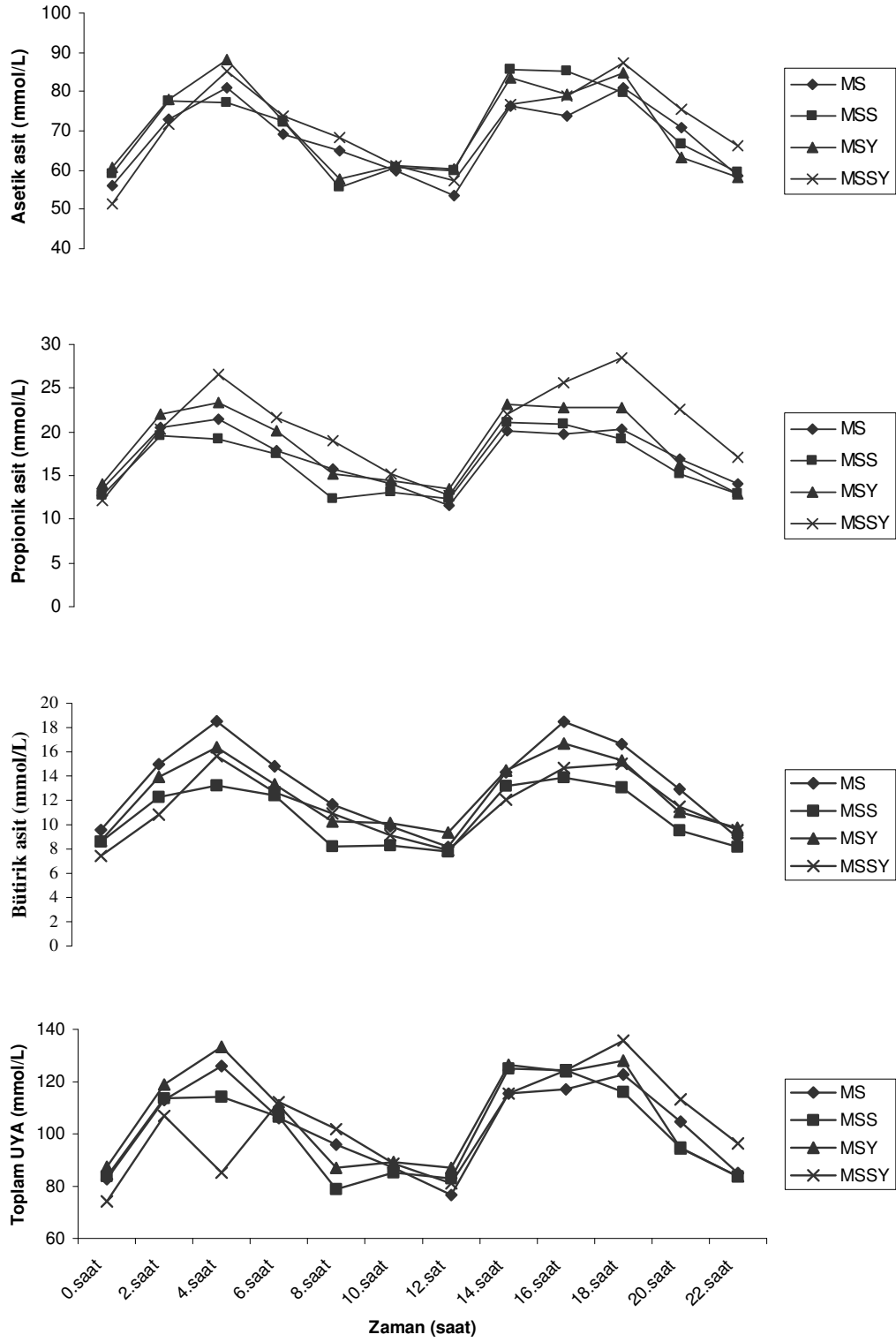
Bu çalışmadan, süt miktarı ve bileşimi üzerine olumsuz bir etki yaratmamasına rağmen, süt sığırı rasyonlarında kaba yem kaynağı olarak sadece mısır silajı kullanılmaması gerektiği sonucu çıkartılabilir.

6. EKLER

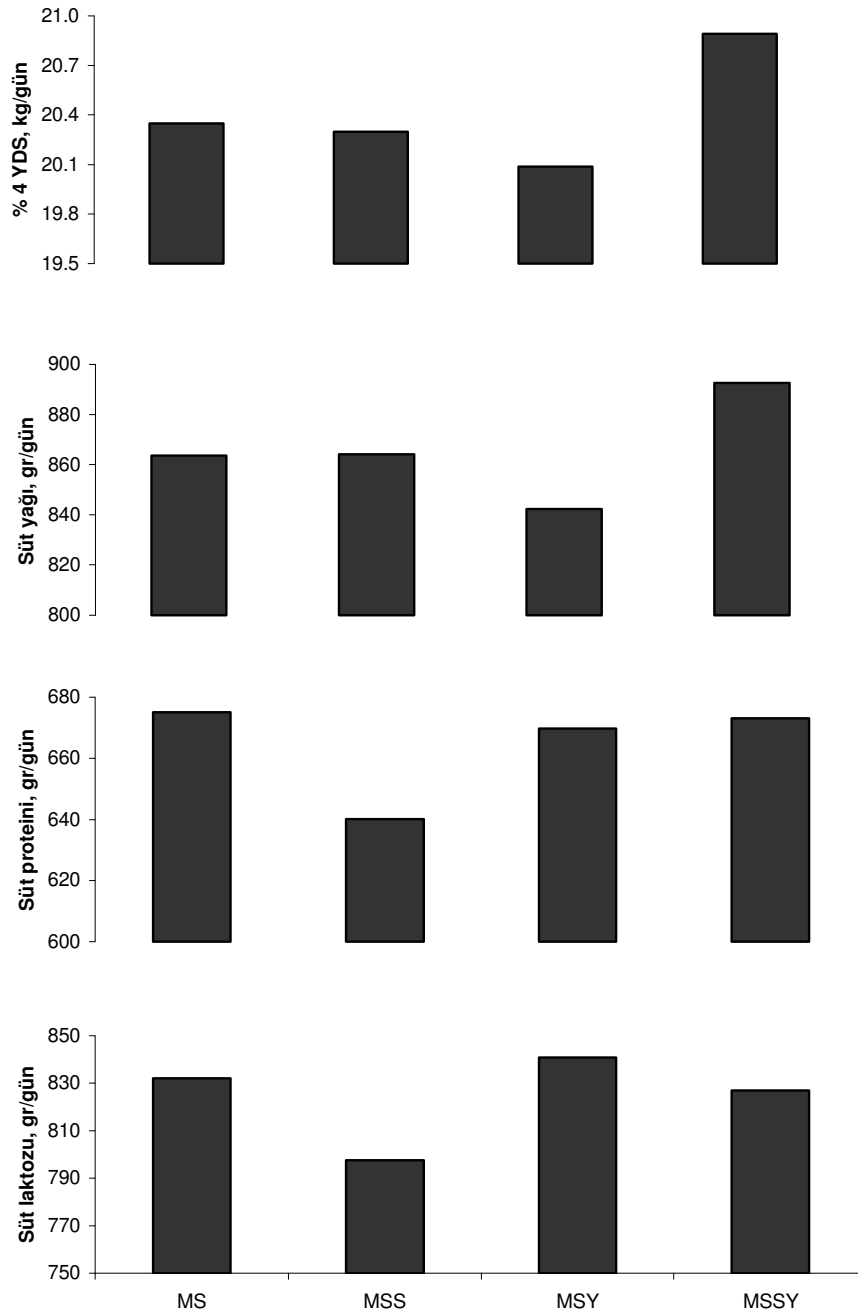
EK 1



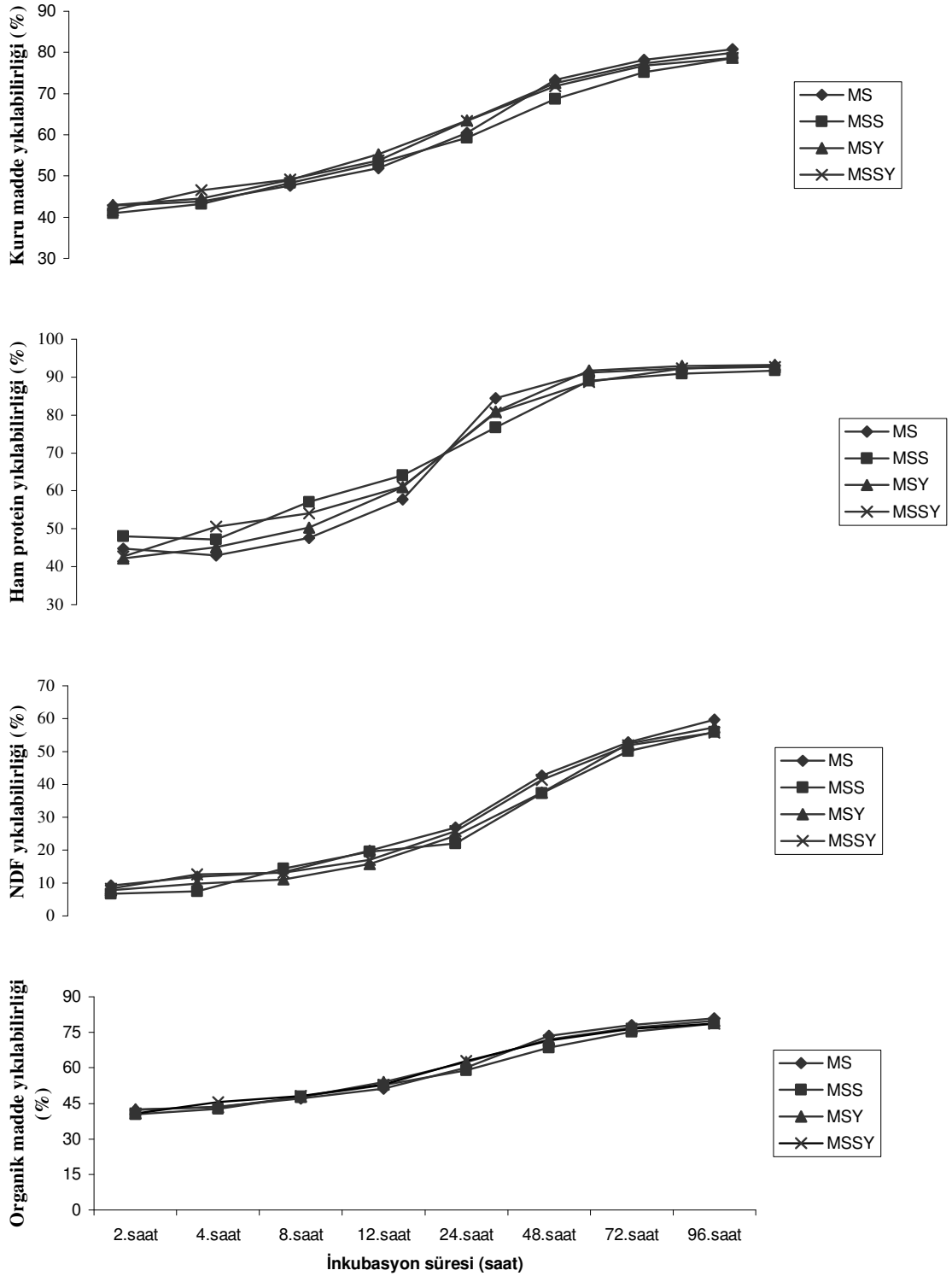
MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, **MSS** = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, **MSY** = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve **MSSY** = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.



MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, **MSS** = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, **MSY** = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve **MSSY** = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.



MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, **MSS** = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, **MSY** = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve **MSSY** = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.
YDS = Yağa göre düzeltilmiş süt verimi



MS = %50 mısır silajı + %50 konsantre yem karışımı, **MSS** = %35 mısır silajı + %15 buğday samanı + %50 konsantre yem karışımı, **MSY** = %35 mısır silajı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı, ve **MSSY** = %25 mısır silajı + %10 buğday samanı + %15 yonca kuru otu + %50 konsantre yem karışımı.

7. KAYNAKLAR

1. BARAN MS. Tane sorgumun süt ineklerinde ruminal fermantasyon, süt verimi ve bileşimi üzerine etkisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı. Sayfa 1-2, 1999.
2. KUTLU HR, GÜL A, GÖRGÜLÜ M. Türkiye Hayvancılığı; Hedef 2023. Sorunlar, çözüm yolları ve politika arayışları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 2003.
3. TEKİNŞEN OC, İZCİ C, ALKAN M. Türkiye Hayvancılığı. Mevcut durum ve geliştirilmesi. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları. Birinci Basım. Konya, 1997.
4. ALÇİÇEK A, AKDEMİR H, ERKEK R. Farklı mısır varietelerinin argonomik özellikleri, silolama kabiliyeti ve yem değerleri üzerine araştırmalar. 2. Silolama kabiliyeti ve yem değeri. Türkiye Birinci Silaj Kongresi. Hasat Yayıncılık, sayfa 235-240, 1997.
5. T.C. TARIM VE KÖYİŞLERİ BAKANLIĞI KORUMA VE KONTROL GENEL MÜDÜRLÜĞÜ. Türkiye'nin sığır sayısı ve kaba yem üretim miktarı. 250.10.01.10/KHŞ.3.1.1404, 21 Ekim 2005.
6. YALÇIN BC. Genel Zootečni. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1981.
7. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy Press. Washington, D.C., 2001.
8. BEAUCHEMIN KA, RODE LM. Minimum versus optimum concentrations of fiber in dairy cow diets based on barley silage and concentrates of corn or barley. Journal of Dairy Science, 80:1629-1639, 1997.
9. NØRGAARD P. Saliva secretion and acid-base status of ruminants: A review. Acta Veterinaria Scandinavica Suppl. 89: 93-100, 1983.
10. YANG WZ, BEAUCHEMIN KA, RODE LM. 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, 2001.
11. KONONOFF PJ, HEINRICHS AJ. The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. Journal of Dairy Science, 86:2438-2451, 2003.
12. BAILEY CB, BALCH CC. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 2. The composition and rate of secretion of mixed saliva in the cows during rest. British Journal of Nutrition, 15:383-402, 1961.
13. OBA M, ALLEN MS. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent: 2. Chewing activities. Journal of Dairy Science, 83:1342-1349, 2000.
14. MOONEY CS, ALLEN MS. Physical effectiveness of the neutral detergent fiber of whole linted cottonseed relative to that of alfalfa silage at two lengths of cut. Journal of Dairy Science, 80:2052-2061, 1997.
15. MERTENS DR, STRAWNAND TL, CARDOZA RS. Modeling ruminal particle size reduction: Its relationship to particle size description. Proc. Techniques in Particle size Analysis of Feed and Digesta Ruminants. P.M. Kennelly, ed. Canadian Social Animal Science Occasion. Publ. No 1. Page 184, 1984.
16. BEAUCHEMIN KA, FARR BI, RODE LM, SCHAALJE GB. 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, 1994.
17. GRANT RJ, COLENBRANDER VF, MERTENS DR. Milk fat depression in dairy cows: Role of particle size of alfalfa hay. Journal of Dairy Science, 73:1823-1833, 1990.

18. NEYLON JM, KUNG LJR. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 86:2163-2169, 2003.
19. BEAUCHEMIN KA, BUCHANAN-SMITH JG. Effects of fiber source and method of feeding on chewing activities, digestive function and productivity of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 73:749-762, 1990.
20. MOULD FL, ØRSKOV ER. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the rumen micro flora of sheep offered either hay or concentrate. *Animal Feed Science and Technology*, 10:1-14, 1983.
21. ROBINSON PH, TAMMINGA S, VAN VUUREN AM. Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen fermentation in dairy cows. *Livestock Production Science*, 15:173-189, 1986.
22. NØRGAARD P. The effect of the physical form of feed on the chewing activity and the rumen motility in lactating cows. PhD thesis, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, page 171, 1981.
23. ALLEN MS. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*, 80:1447-1462, 1997.
24. SANTINI FJ, HARDIE AR, JORGENSEN NA, FINNER WF. Proposed use of adjusted intake based on forage particle length for calculation of roughage indexes. *Journal of Dairy Science*, 66:811-820, 1983.
25. BEAUCHEMIN KA, YANG WZ, RODE LM. Effect of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 86:630-643, 2003.
26. KONONOFF PJ, HEINRICHS AJ, LEHMAN HA. The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86:3343-3353, 2003.
27. MORRISON FB. *Feeds and Feeding Abridged*. Vail-Ballou press, Inc., Binghamton, N.Y., USA, page 380-381, 1961.
28. MILLER WJ. *Animal Feeding and Nutrition*. Academic Press, N.Y., USA, page 221-222, 1979.
29. KRISTENSEN VF, NØRGAARD P. Effect of roughage quality and physical structure of the diet on feed intake and milk yield of the dairy cows. *Cattle Production Research. Danish Status and Perspectives*. Landhusholdningsselskabets Forlag, Copenhagen, page 79-91, 1987.
30. ALLEN MS. Effect of diet on short term regulation of feed intake by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 83:1598-1624, 2000.
31. YAVUZ HM. Süt Sığırlarının Beslenmesi. Editör: YAVUZ HM. Çiftlik hayvanlarının Beslenmesinde Temel Prensipler ve Karma Yem Üretiminde Bazı Bilimsel Yaklaşımlar, Figür tanıtım reklam ve matbaacılık, İstanbul, sayfa 169-234, 2001.
32. POORE MH, MOORE JA, SWINGLE RS, ECK TP, BROWN WH. Wheat straw or alfalfa hay in diets with 30 % neutral detergent fiber for lactating holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 74:3152-3159, 1991.
33. ØRSKOV ER, TAIT CAG, REID GW, FLACHOWSKY G. Effect of straw quality and ammonia treatment on voluntary intake, milk yield and degradation characteristics of faecal fiber. *Animal Production*, 46:23, 1988.
34. NØRGAARD P. The influence of physical form of ration on chewing activity and rumen motility in lactating cows. *Acta Agricultural Scandinavica*. 39:187, 1989.
35. GHERARDI SG, KELLAWAY RC, BLACK JL. Effect of forage particle length on digesta load, packing density and voluntary feed intake by sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43:1321-1336, 1992.

36. WOODFORD ST, MURPHY MR. Effect of Physical form of forage on chewing activity, dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 71:674-686, 1988.
37. FLATT WP, MOE PW, MUNSON AW, COOPER T. Energy utilization by dairy Holstein cows. In energy metabolism of farm animals. Publication No.12 Symposium European Association of Animal Production- sept. Warsaw, 235-251. Edited by K.L. Blaxter, J. Kielanowski and G. Thorbek, 1969.
38. SUTTON JD. Feeding and milk production. In milk compositional quality and its importance in future markets. Occasional publication No.9 of the British Society of Animal Production pp. 43-52. Edited by M.E. Castle and R.G. Gunn, 1984.
39. HOFFMAN M. Tierfütterung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, DDR-Berlin, 1983.
40. KESLER EM, SPAHR SL. Physiological effects of high level concentrate feeding. *Journal of Dairy Science*, 47:1122-1128, 1964.
41. KAUFMANN W. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and the feed intake in ruminants. *Livestock Production Science*, 3:103-114, 1976.
42. VAN SOEST PJ, ROBERTSON JB, LEWIS BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74:3583-3597, 1991.
43. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth Revised Edition. National Academy of Sciences, Washington, 158 pp, 1988.
44. WEISS WP. Fiber requirements of dairy cattle: emphasis NDF. 54th Minnesota Nutrition Conference & National Rendering Technical Symposium, September 20-22, Bloomington, Minnesota, 1993.
45. MERTENS DR. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80:1463-1481, 1997.
46. DE BRABENDER DL, DE BOEVER JL, VANACKER JM, BOUCQUÉ CHV, BOTTERMAN SM. Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition. Editor: GARNSWORTHY PC, WISEMAN J. Recent developments in ruminant nutrition 4, Nottingham University Press, Nottingham, page 47-80, 2002.
47. CLARK PW, ARMENTANO LE. Influence of particle size on the effectiveness of beet pulp fiber. *Journal of Dairy Science*, 80:898-904, 1997.
48. DEMARQUILLY C. Facteurs de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage. *INRA Productions Animales*, 7 :177-189, 1994.
49. ANNINO JS. *Clinical Chemistry*, Little, Brown and Co., New York, NY, pp.155, 1964.
50. ØRSKOV ER, McDONALD EI. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science (Camb)*, 92:499-503, 1979.
51. OYSUN G. Süt ve Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. (Genişletilmiş 2. Basım) E. Üni. Zir. Fak. Ofset Atelyesi, Bornova-İZMİR, 1996.
52. GAINES WL. The energy basis of measuring milk yield in dairy cows. Bull. 308, Illinois Agricultural Experiment Station, Urbana, 1928.
53. TYRRELL HF, REID JT. Prediction of the energy value of cow's milk. *Journal of Dairy Science*, 48:1215-1223, 1965.
54. VAN SOEST PJ. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1994.
55. SHNEIDER BH, FLATT W. The evaluation of feeds through digestibility experiments. The University of Georgia press, Athens, USA, 1975.

56. KONONOFF PJ, HEINRICHS AJ, BUCKMASTER DR. Modification of penn state forage and total mixed ration particle separator and the effect of moisture content on its measurements. *Journal of Dairy Science*, 86:1858-1863, 2003.
57. AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association Official Analytic Chemists, Arlington, VA, 1990.
58. BAL MA, SHAVER RD, JIROVEC AJ, SHINNERS KJ, COORS JG. Crop processing and chop length of corn silage: Effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 83:1264-1273, 2000.
59. SPSS 10.0 SPSS for Windows. Advanced statistic, SPSS Inc, Chicago, USA.
60. BROWN WH, KHALAF SS, MARMOLEJO A, SWINGLE RS, WHITING FM. Partial replacement of alfalfa hay with chopped wheat straw in diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 73:3172-3177, 1990.
61. RODE LM, WEAKLEY DC, SATTER LD. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial protein synthesis. *Canadian Journal of Animal Science*, 65:101-111, 1985.
62. WEST JW, HILL GM, GATES RN, MULLINIX BG. Effects of dietary forage source and amount of forage addition on intake, milk yield, and digestion for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80:1656-1665, 1997.
63. BELYEA RL, MARTIN PJ, SEDGWICK HT. Utilization of chopped and long alfalfa for dairy cows. *Journal Dairy Science*, 68:1297-1301, 1985.
64. BEAUCHEMIN KA, YANG WZ. Effect of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *Journal of Dairy Science*, 88:2117-2129, 2005.
65. MAEKAWA M, BEAUCHEMIN KA, CHRISTENSEN DA. Chewing activity, saliva production, and ruminal pH of primiparous and multiparous lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85:1176-1182, 2002.
66. OWENS FN, SECRIST DS, HILL WJ, GILL DR. Acidosis in cattle: A review. *Journal of Animal Science*, 76:275-286, 1998.
67. KRAUSE KM, COMBS DK, BEAUCHEMIN KA. Effects of forage particle size and grain fermentability in mid lactation cows: II. Ruminal pH and chewing activity. *Journal of Dairy Science*, 85:1947-1957, 2002.
68. KRAUSE KM, COMBS DK. Effects of forage particle size, forage source, and grain fermentability on performance and ruminal pH in mid lactation cows. *Journal of Dairy Science*, 86:1382-1397, 2003.
69. ROBINSON PH, TAMMINGA S, VAN VUUREN AM. Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen ingesta quantity, composition and kinetics of ingest turnover in dairy cows. *Livestock Production Science*, 17:37-62, 1987.
70. ZEBELI Q, TAJAJ M, STEINGASS H, METZLER B, DROCHNER W. Effects of physically effective fiber on digestive processes and milk fat content in early lactating dairy cows fed total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 89:651-668, 2006.
71. YANG WZ, BEAUCHEMIN KA. Effects of physically effective NDF on rumen fermentation and nutrient digestion of dairy cows fed diets based on barley or corn silages. *Journal of Animal Science*, 81(Supplied 1)/*Journal of Dairy Science*, 86(Supplied 1), 1:340, 2003.
72. MERTENS DR. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages. Page 60 in Proc. Cornell Nutrition Conference, Syracuse, Cornell Univ., Ithaca, NY, 1983.

73. GRIEVE DG, KORVER S, RIJPKEMA YS, HOF G. Relationship between milk composition and some nutritional parameters in early lactation. *Livestock Production Science*, 14:239-254, 1986.
74. KRAUSE KM, COMBS DK, BEAUCHEMIN KA. Effects of forage particle size and grain fermentability in mid lactation cows: I. Milk production and diet digestibility. *Journal of Dairy Science*, 85:1936-1946, 2002.
75. YANG WZ, BEAUCHEMIN KA. Effect of physically effective fiber on digestion and milk production by dairy cows fed diets based on corn silage. *Journal of Dairy Science*, 88:1090-1098, 2005.
76. TAMMINGA S, VAN VUUREN AM. Formation and utilization of end products of lignocellulose degradation in the rumen. *Animal Feed Science and Technology*, 21:141-159, 1988.

8. 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 Sayın Doç. Dr. İ.İsmet TÜRKMEN' e, bilgi ve tecrübesini bizimle paylaşan ve bizlere adil bir çalışma ortamı sağlayan Anabilim Dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. H.Melih YAVUZ' a, özellikle deneysel çalışma esnasında büyük desteklerini gördüğüm çalışma arkadaşlarım; Araş.Gör. B.Haluk GÜLMEZ, Veteriner Hekim Çağdaş KARA, Araş.Gör. Birgül BOZAN, Araş.Gör. Fatih ORHAN ve laborant Zahide BİLBAY' e, kanüllü hayvanların temininde bize yardımcı olan Sayın Yard.Doç. Dr. Hakan BİRİCİK' e, çalışmanın istatistik verilerinin değerlendirilmesi ve yorumlanmasında hiçbir yardımcı esirgemeyen Sayın Yard.Doç. Dr. Faruk BALCI ve Dr. Abdülkadir ORMAN' a, Araştırma ve Uygulama Merkezinde emeği geçen tüm çalışanlara ve bana bu uzun yolda her zaman destek ve sabır gösteren eşim Şehnaz GENÇOĞLU' na çok TEŞEKKÜR EDERİM.

9. ÖZGEÇMİŞ

Ekim 1976'da Tunceli'nin Pertek ilçesinde doğdum. İlkokul ve ortaokul eğitimini Pertek'te, lise eğitimini ise Tekirdağ Namık Kemal Lisesi'nde tamamladım. Eylül 1995 yılında girdiğim Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nden, 2000 yılında mezun oldum. Aynı yıl Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladım. Nisan – Temmuz 2004 tarihinde, yaklaşık 3 ay boyunca Danimarka Kraliyet Veteriner ve Ziraat Üniversitesi'nde, ruminantlarda çiğneme aktivitesi ve partikül büyüklüğünün belirlenmesi (image analysis) konular hakkında bilimsel çalışmalarda bulundum. Halen aynı anabilim dalında Araştırma Görevlisi olarak görevimi sürdürmekteyim.