



T.C.

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNER FAKÜLTESİ
HAYVAN BESLEME VE
BESLENME HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI**



Arda KOVANLIKAYA

HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ 2023

**ENERJİ SEVİYESİ FARKLI RASYONLARIN GEÇİŞ VE
ERKEN LAKTASYON DÖNEMİNDEKİ SÜT SIĞIRLARINDA
SÜT VERİMİ VE KOMPOZİSYONU İLE KAN VE RUMEN
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Arda KOVANLIKAYA

(DOKTORA TEZİ)

BURSA-2023



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



**ENERJİ SEVİYESİ FARKLI RASYONLARIN GEÇİŞ VE ERKEN
LAKTASYON DÖNEMİNDEKİ SÜT SİĞİRLARINDA SÜT
VERİMİ VE KOMPOZİSYONU İLE KAN VE RUMEN
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Arda KOVANLIKAYA

(DOKTORA TEZİ)

DANIŞMAN:

Prof.Dr. İbrahim İsmet TÜRKMEN

BURSA-2023

**T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ETİK BEYANI

Doktora tezi olarak sunduğum “Enerji Seviyesi Farklı Rasyonların Geçiş ve Erken Laktasyon Dönemindeki Süt Sığırlarında Süt Verimi ve Kompozisyonu ile Kan ve Rumen Parametreleri Üzerine Etkisi” adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen bütün süreçlerde bilimsel etik kurallarına uygun bir şekilde hazırlandığını ve yararlandığım eserlerin kaynaklar bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve beyan ederim.

Arda KOVANLIKAYA

Tarih ve İmza

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU

02/01/2023

Adı Soyadı: Arda KOVANLIKAYA

Anabilim Dalı: Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A.B.D.

Tez Konusu: Enerji Seviyesi Farklı Rasyonların Geçiş ve Erken Laktasyon

Dönemindeki Süt Sığırlarında Süt Verimi ve Kompozisyonu ile Kan ve Rumen

Parametreleri Üzerine Etkisi

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

DANIŞMAN ONAYI

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

İmza:

İÇİNDEKİLER

Dış Kapak

İç Kapak

ETİK BEYANI	II
TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU	III
İÇİNDEKİLER	IV
TÜRKÇE ÖZET	VIII
İNGİLİZCE ÖZET	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Süt Sığırlarının Besin Maddesi Gereksinimleri	6
2.1.1. Süt Sığırlarının Enerji İhtiyacı	8
2.1.2. Süt Sığırlarının Protein İhtiyacı	10
2.1.3 Süt Sığırlarının Vitamin-Mineral Gereksinimi	12
2.2. Süt Sığırlarında Kuru Madde Tüketiminin Hesaplanması	14
2.2.1. Kuru Madde Tüketimini Etkileyen Hayvansal Faktörler.....	15
2.2.2. Kuru Madde Tüketimini Etkileyen Rasyona Bağlı Faktörler	16
2.2.3. Kuru Madde Tüketimini Etkileyen Fizyolojik Durumlar	19
2.2.4. Kuru Madde Tüketimini Etkileyen Yönetimsel Faktörler	21
2.3. Süt Sığırlarında Geçiş Dönemi ve Ortaya Çıkan Hastalıklar.....	21
2.3.1. Süt Sığırlarında Asidozis	23
2.3.1.1. Asidozis 'in Nedenleri ve Tanımı	23
2.3.1.2. Asidoziste Rumen Popülasyonunda ve Fizyolojisinde Meydana Gelen Değişiklikler.....	24
2.3.1.3. Rumen Asidozunun Ortadan Kaldırılmasında Rol Alan Fizyolojik Etkenler ve Bakteriler	28
2.3.1.4. Rumen Asidozunda Şekillenen Fizyolojik Değişiklikler ve Etkileri	28
2.3.1.5. Asidozisten Kaçınma Yöntemleri	31
2.3.2. Süt Sığırlarında Ketozis	33
2.3.2.1. Ketozis'in Tanımı, Sınıflandırılması ve İnsidansı	33
2.3.2.2. Ketozisin Ekonomik Kaybı	34
2.3.2.3. Süt Sığırlarında Enerji Metabolizması	35
2.3.2.4. Ketozisin Oluşma Nedeni ve Enerji Metabolizmasına Etkisi	36
2.3.2.5. Kanda Bulunan NEFA Miktarını Arttıran Endokrin Değişiklikler.....	37
2.3.2.6. Ketozisten Korunma Yolları	39

2.3.3. Süt Sığırlarında Hipokalsemi	40
2.3.3.1. Kalsiyumun Görevleri ve Kontrol Mekanizması	40
2.3.3.2. Hipokalseminin Tanımı ve Hipokalsemide Gözlemlenen Fizyolojik Tepkiler	41
2.3.3.3. Hipokalsemiyi Tetikleyen Diğer Etkenler	42
2.3.3.4. Hipokalseminin Hayvan Sağlığına Olan Etkileri	42
2.3.3.5. Hipokalsemiden Korunma Yolları	43
2.4. Beslemenin Süt Kompozisyonuna Etkisi	45
2.4.1. Beslemenin Süt Yağı Üzerine Etkisi	45
2.4.2. Beslemenin Süt Proteini Üzerine Etkisi	48
2.5. Rumen Fermentasyonu ve Etkileyen Mekanizmalar	49
2.5.1. Rumende UYA'ların Oluşumu	52
2.5.1.1. Substratın Kompozisyonu	53
2.5.1.2. Substratın Varlığı ve Depolimerizasyon Hızı	54
2.5.1.3. Rumende Bulunan Mikrobiyal Türlerin Etkisi	54
2.5.2. Uçucu Yağ Asitlerinin Emilimi	54
2.6. Erken Laktasyon Döneminde Kan Parametrelerinin Değişimi	55
3. GEREÇ VE YÖNTEM	57
3.1. Deneme Yeri	57
3.2. Deneme Hayvanları ve Düzeni	57
3.3. Deneme Rasyonları	57
3.4. Kuru Madde Tüketiminin Belirlenmesi:	61
3.5. NEFA, Kan Üre Azotu, Glikoz, Kalsiyum, Fosfor, Toplam Protein, Toplam Bilirubin ve Serum Albümin Belirlenmesi İçin Örneklerin Alımı ve Değerlendirmesi	61
3.6. Kan BHBA Miktarının Belirlenmesi İçin Örneklerin Alımı ve Değerlendirilmesi:	62
3.7. Süt Verimleri ve Süt Analizleri	62
3.8. Vücut Kondisyonu	63
3.9. Rumen Sıvısının Alınması	63
3.10. Rumen pH'sı ve Uçucu Yağ Asitlerinin Belirlenmesi	64
3.11. İstatistiksel Analizler	65
4. BULGULAR	66
4.1. Kuru Madde Tüketimi	66
4.2. Süt Verimi	67
4.3. Süt Kompozisyonu	68
4.3.1. Süt Yağı	68

4.3.2. Süt Proteini.....	70
4.3.3. Süt Laktoz Seviyeleri	72
4.4. Rumen Parametreleri.....	73
4.4.1. Rumen pH Seviyeleri	73
4.4.2. Rumen Toplam UYA Seviyeleri	74
4.4.3. Rumen Asetik Asit Seviyeleri	75
4.4.4. Rumen Propiyonik Asit Seviyeleri.....	77
4.4.5. Rumen Bütirik Asit Seviyeleri	79
4.4.6. Rumen İzo Bütirik Asit Seviyesi	81
4.5. Kan Analizleri	83
4.5.1. Kan BHBA Seviyeleri.....	83
4.5.2. NEFA Seviyeleri	84
4.5.3. Kan Kalsiyum Seviyeleri	85
4.5.4. Kan Fosfor Seviyeleri	86
4.5.5. Kan Albümin Seviyeleri.....	87
4.5.6. Kan Bilirubin Seviyeleri	88
4.5.7. Kan Glikoz Seviyeleri	89
4.5.8. Kan Üre Azotu Seviyeleri	90
4.5.9. Kan Total Protein (TP) Seviyeleri	91
4.6. Vücut Kondisyon Skorları	92
4.6.1. Vücut Kondisyon Skorları Kayıp Seviyeleri.....	93
4. TARTIŞMA ve SONUÇ	94
5.1. Kuru Madde Tüketimi.....	94
5.2. Süt Verimi ve Süt Kompozisyonu	95
5.2.1. Süt Verimi	95
5.2.2. Süt Yağı.....	96
5.2.3. Süt Proteini.....	97
5.2.4. Süt Laktozu	97
5.3. Rumen Parametreleri.....	98
5.3.1. Rumen pH'sı	98
5.3.2. Rumen Uçucu Yağ Asitleri	98
5.3.3. Rumen Toplam Uçucu Yağ Asitleri.....	99
5.3.3.1. Rumen Asetik Asit Seviyesi.....	99
5.3.3.2. Rumen Propiyonik Asit Seviyesi	99
5.3.3.3. Rumen Bütirik Asit Seviyesi.....	100
5.4. Kan Analizleri	100

5.4.1. Serum BHBA, NEFA ve Glikoz Seviyesi.....	100
5.4.2. Serum Kalsiyum, Fosfor Seviyeleri	101
5.4.3. Serum Albümin ve Bilirubin Seviyesi	101
5.4.4. Serum Kan Üre Azotu ve Toplam Protein Değerleri	102
5.5. Vücut Kondisyon Skoru	103
5.6. Sonuç	104
5. KAYNAKLAR	105
6. SİMGE VE KISALTMALAR.....	125
7. EKLER.....	128
Tablo Dizini	128
Şekil Dizini	130
8. TEŞEKKÜR	131
9. ÖZGEÇMİŞ.....	132

TÜRKÇE ÖZET

Çalışmada üç farklı enerji seviyesine sahip rasyonların erken laktasyon dönemindeki ilkine doğum yapmış süt sığırlarının kuru madde tüketimi, süt verimi, süt kompozisyonu, vücut kondisyon skoru, kan ve rumen parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma iki denemeden oluşmuştur. İlk denemede 36 baş Holstein ırkı süt sığırı kullanılmış ve kuru madde tüketimi, süt verimi, süt kompozisyonu ve kan parametreleri incelenmiştir. Denemede yer alan süt sığırları serbest dolaşımli sistemde barındırılmış ve tartım sistemine sahip bireysel yemlikler kullanılarak beslenmiştir. İkinci denemede ise 3 baş rumen kanüllü süt sığırı 3x3 Latin kare deney düzeninde rumen parametrelerinin incelenmesi amacıyla araştırmaya dahil edilmiştir. Her iki denemede kullanılan rasyonlar birbirleri ile aynı şekilde düzenlenmiş ve enerji seviyeleri gruplara göre sırasıyla 1,51 NEL (Mkal/kg, düşük enerji), 1,56 NEL (Mkal/kg, orta enerji) ve 1,61 NEL (Mkal/kg, yüksek enerji) olacak şekilde tasarlanmıştır. Birinci denemeye sığırların beklenen doğum tarihine bir hafta kala başlanmış ve deneme doğumdan sonraki 100. güne kadar sürdürülmüştür. Kuru madde tüketimi ve süt verimleri haftalık ortalamalar şeklinde değerlendirilmiştir. Kan parametreleri ve süt kompozisyonu ise belirli günlerde ölçümlenmiş ve değerlendirilmiştir. İkinci denemede rumen pH'sı saatlik bazda takip edilirken rumen uçucu yağ asidi kompozisyonu iki saatlik aralıklarla takip edilmiş ve değerlendirilmeye alınmıştır. Deneme sonuçları ele alındığında kuru madde tüketimi, süt verimi, süt yağı, süt proteini, kan üre azotu, vücut kondüsyon skoru kayıpları, rumen pH'sı ile % asetik asit ve propiyonik asit miktarı enerji seviyesinden etkilenmiştir. Sonuç olarak ilkine doğum yapan süt sığırlarına uygulanacak olan rasyonların enerji içeriğinin kuru maddede 1,61 NEL (Mkal/kg) seviyesine ulaştırılmasının süt verimini olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji seviyesi, kuru madde tüketimi, rumen parametreleri, kan parametreleri, süt parametreleri

İNGİLİZCE ÖZET

The Effect of Different Energy Levels of Diets on Milk Yield and Composition and Blood and Rumen Parameters in Dairy Cattle in Transition and Early Lactation Period

In this study, the effects of diets with three different energy levels were investigated on dry matter intake, milk yield, milk composition, body condition score, blood and rumen parameters of dairy cattle in early lactation period on heifers. The study consists of two trials. In the first trial, 36 Holstein dairy cattle were used and dry matter intake, milk yield, milk composition and blood parameters were examined. In the first trial, the dairy cattle that were followed were kept in the free stall barns and their dry matter intake was determined by using individual feeders with a weighing system. In the second trial, 3 rumen cannulated dairy cattle were included in the study in a 3x3 Latin square experimental setup and rumen parameters were examined. The diets used in both periods were arranged to be the same in nutritional content, and their energy levels were 1.51 NEL (Mcal/kg, low energy), 1.56 NEL (Mcal/kg, medium energy) and 1.61 NEL (Mcal/kg, high energy). The first trial was started one week before the expected calving date and continued till 100th days of lactation. Dry matter intake and milk yields were monitored daily and evaluated as weekly averages. Blood parameters and milk composition were measured and evaluated on certain days. In the second trial rumen pH was monitored hourly, rumen volatile fatty acid composition was monitored and evaluated at two-hour intervals. Considering the results of the experiment, dry matter intake, milk yield, milk fat, milk protein, blood urea nitrogen, body condition score losses, rumen pH, % acetic acid and propionic acid amount were affected by energy level, while no difference was observed in the other measured parameters. As a result of this study, it has been observed that increasing the energy content of the diet to be applied to heifers to 1.61 NEL (Mcal/kg) positively affects the milk yield.

Keywords: Energy level, dry matter intake, rumen parameters, blood parameters, milk parameters

1. GİRİŞ

Günümüzde tıp biliminin gelişimi ile insan ömrü günden güne daha fazla uzamaktadır. Bu artışa ek olarak artan dünya nüfusunun ihtiyacı olan besinlerini sağlayabilmek amacıyla bilim insanları özellikle tarım ve hayvancılık konularında verimliliği arttırmak yönünde sürekli çalışmalar yapmaktadır. Yapılan genetik seleksiyonlar sonucu hayvanların süt ve et verimleri günden güne artış göstermektedir. Dolayısıyla hayvanların bakım ve besleme şartlarının da bu gelişime paralellik göstermesi gerekmektedir. Süt verimindeki artışa bağlı olarak hayvanların metabolik hastalıklara daha duyarlı olduğu bilimsel araştırmalarla kanıtlanmış bir gerçektir (Oltenu, & Algers, 2005). Tablo 1’de genetik seleksiyonların hastalıklar üzerine olan etkileri gösterilmiştir. Yapılan araştırmada süt verimi ile sağlık ve üreme parametrelerinin antagonist ve istatistiksel açıdan önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Yine yapılan araştırmalar sonucu metabolik hastalıkların birçoğunun geçiş döneminde şekillendiği ortaya konmuştur (Drackley, 1999; Van Saun, 2016). Geçiş dönemi birçok bilim insanı tarafından kuru dönemin son 3 haftası ile laktasyon döneminin ilk 3 haftasını kapsayan dönem olarak tanımlanmıştır. Bu dönemde süt sığırlarında gerek hormonal gerekse metabolik pek çok değişiklikler meydana gelmektedir. Bu yönetimsel ve metabolik değişime uyum sağlayamayan süt sığırlarının %75’i doğumu takip eden 1 ay içinde hastalanarak ekonomik anlamda kayba neden olmaktadır (Gressley, 2008)

Tablo 1. Süt verimi (305 gün süt verimi, kg) ile sağlık ve üreme parametrelerinin korelasyonu

Parametreler	Pryce ve ark. (1998) *	Pryce ve ark. (1997) **
Buzağılama aralığı (gün)	0,28 ± 0,06	0,50 ± 0,06
İlk tohumlama günü (gün)	0,41 ± 0,06	0,43 ± 0,08
Somatik Hücre Sayısı	0,16 ± 0,04	Raporlanmamıştır
Mastitis (görülme sıklığı)	0,29 ± 0,05	0,21 ± 0,06
Süt humması (görülme sıklığı)	Raporlanmamıştır	0,19 ± 0,06
Topallık (görülme sıklığı)	0,13 ± 0,06	0,29 ± 0,11

*10569 laktasyon kaydından elde edilen veri

** 33732 laktasyon kaydından elde edilen veri

Birçok bilim insanının üzerinde çalışmalar yürüttüğü bu dönem, bir işletmenin karlılığı için büyük önem taşımaktadır. Doğumun gerçekleştiği bu dönemde, doğuma 1 hafta kala, kuru madde tüketimi şiddetli şekilde baskılanır ve doğumu takip eden 6

hafta boyunca da istenilen düzeye yükselemez (Hayirli, Grummer, Nordheim, & Crump, 2002). Doğum ile süt veriminin arttığı ancak kuru madde tüketiminin baskılandığı bu dönem süt sığırlarında görülebilecek metabolik hastalıklar için uygun zemin oluşturmaktadır. Geçiş döneminde meydana gelen hastalıklar arasından ketozis, abomazum deplasmanı, asidozis ve süt humması, süt sığırlarının verimliliği açısından büyük rol oynamaktadır.

Ketozis, canlı ağırlık ve süt veriminde kayıp, iştahsızlık ve ileri boyuttaki vakalarda ise sinirsel belirtiler ile karakterize olan bir metabolizma hastalığıdır. Ketozisin oluşmasındaki en büyük neden süt sığırlarının erken laktasyon döneminde kuru madde tüketiminin azalması ancak aynı dönemde süt veriminin bu durumun aksine hızlı bir şekilde yükselmesidir. Süt sığırları kuru madde tüketimindeki yetersizlik sonucu enerji ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır. Bunun sonucu olarak vücuttaki yağ dokulardan yağlar hızlı bir şekilde mobilize edilmektedir. Mobilize edilen bu yağlar esterleşmemiş yağ asidi (NEFA) formundadır. NEFA'dan enerji elde edilmesi için bu yağ asitlerinin karaciğere gelmesi ve burada okside edilerek Asetil Koenzim A (Asetil KoA) ya çevrilmesi gerekmektedir. Ancak karaciğere gelen NEFA miktarı karaciğerin okside edebileceği miktarı aştığında kanda keton cisimciklerinin artmasına neden olmaktadır. Her ne kadar keton cisimcikleri kaslarda glikoza alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanılabilse de bunlardan elde edilecek enerji miktarı sınırlıdır (Herdt, 2000; LeBlanc, 2010). Bu keton cisimciklerinin kanda belirli bir miktarı aşması klinik ya da subklinik ketozis olarak adlandırılmaktadır.

Ketozisten korunmaya çalışmak besleme alanında çalışan birçok bilim insanı için oldukça önemli bir konudur. Yağ dokulardaki mobilizasyonu durdurmak için kanda belirli bir miktarda glikoz varlığına ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak son dönemde yapılan araştırmalar büyüme hormonunun da (GH) bu mobilizasyon üzerine etkileri olduğunu göstermiştir. Büyüme hormonu erken laktasyon döneminde artış göstermektedir ve bu artış hepatik glikoneogenezi uyarmakta ve daha çok glikoz üretilmesini sağlamaktadır. Ancak GH aynı zamanda insülin direnci oluşturarak üretilen glikozun karaciğer, kas ve yağ dokusu tarafından kullanılmasını engellemekte ve lipolizi tetiklemektedir (Drackley, 1999). Glikozun bu dönemdeki önemini açığa çıkartan araştırmalar sonucunda bilim insanları geçiş döneminde glikojenik diyetlerin

ve kuru madde tüketiminin önemini bir kere daha vurgulamışlardır. Ancak glikojenik rasyonların kullanımında bir başka beslenme hastalığı olan asidozisten kaçınmak geçiş dönemindeki süt sığırlarının sağlıkları açısından oldukça önemlidir.

Gerek yüksek süt verimine ulaşmak gerekse ketozisten kaçınmak amacıyla günümüzde rasyonlarda kullanılan selüloz yapısında olmayan karbonhidrat miktarı artmıştır. Karbonhidratlar rumende uçucu yağ asitlerine dönüşmekte ve bu sayede süt sığırları ihtiyaç duydukları enerjiyi karşılayabilmektedir. Ancak rasyonlardaki selüloz yapısında olmayan karbonhidratların aşırı derecede fazla olması rumende uçucu yağ asidi ve laktat birikimini arttırmaktadır. Bu durumun sonucu olarak rumen pH'sı ideal seviyelerin dışına çıkar ve rumen asidozu denilen tablo ile karşı karşıya kalınır. Bu tablo sadece rumen pH'sının düşüşü ile sınırlı kalmayıp süt sığırlarının tüm fizyolojisini etkileyecek bir duruma da dönüşebilir. Örneğin rumen asidozundan etkilenen Gram (-) bakterilerin parçalanması sonucu rumende serbest lipopolisakkarit (LPS) miktarı artmaktadır. Her ne kadar kandaki LPS miktarı artmasa da serum amiloid A miktarı artmakta bu da vücuttaki bağışıklık sistemini tetiklemektedir (Gozho, Krause, & Plaizier, 2017). Asidozisin diğer bir etkisi kuru madde tüketiminin baskılanmasıdır. Bu durum ise gerek geçiş döneminde gerekse erken laktasyon döneminde bulunan süt sığırları için oldukça önemlidir. Bu dönemde kuru madde tüketiminin düşmesi süt sığırlarının performans ve sağlığını olumsuz yönde etkileyecektir. Gerek geçiş dönemi gerekse erken laktasyon döneminde hedefimiz kuru madde tüketiminin biran evvel artırılması böylece vücutta oluşan negatif enerji dengesinin bertaraf edilmesidir.

Asidozise karşı alınabilecek yönetimsel ve besleme önlemleri mevcuttur. Partikül büyüklüğü, toplam karma rasyonun homojen bir şekilde sunulması ve yemlik kontrolleri asidozise karşı alınabilecek yönetimsel önlemlerdir. Besleme önlemleri arasında ise tamponlayıcıların kullanımı ve enerji ihtiyacının bir kısmının yağlardan karşılanması sayılabilir. Yağ kullanılarak elde edilecek enerji artışı kolay fermente edilebilir karbonhidratlardan elde edilecek enerjiye nazaran daha güvenli görünmektedir. Ancak doymamış yağların süt sığırları rasyonlarında aşırı düzeyde kullanımının da rumen mikrobiyolojisi üzerine negatif etkileri vardır. Bu nedenle süt sığırları rasyonlarında doymamış yağların kullanımı kısıtlanmıştır. Teknolojinin

gelişmesi ile enerji kaynağı olarak rumende yıkımlanmaya uğramayan ve ince bağırsaklarda sindirilebilen by-pass yağların kullanımı son dönemlerde artış göstermektedir. By-pass yağların kullanımında ise bu yağların sindirilebilirliği ve yağ asidi kompozisyonu önem taşımaktadır. Türkiye pazarında ağırlıklı olarak bulunan by-pass yağların yağ asidi içerikleri palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0) ağırlıklıdır. Son dönemde yapılan araştırmalarda C16:0'ın daha çok süt yağı üzerine etkili olduğu ve C18:0 ile C16:0'ın karışık olarak kullanılmasının süt sığırlarının verim ve sağlığı açısından daha doğru olacağı belirtilmiştir (Loften ve ark., 2014).

Kalsiyum (Ca), makromineraler sınıflandırmasında bulunan ve vücut fonksiyonlarının doğru bir biçimde devam etmesini sağlayan önemli mineraller arasındadır. Kalsiyum kas kasılmalarının şekillenmesinde, kanın pıhtılaşmasında, kemiklerin gelişiminde ve hücrelerin fonksiyonlarının regüle edilmesinde görev alan önemli bir mineraldir (Charlton, & Ewing, 2007). Bunların yanı sıra kalsiyum, ikincil bir mesajcı olarak, büyüme faktörleri ve birçok hormonun regüle edilmesinde de görev almaktadır. Doğum ile birlikte başlayan süt verimi, vücudun ihtiyaç duyduğu kalsiyum miktarını arttırmaktadır. Süt sığırlarının Ca ihtiyacı sağımın başlaması ile birlikte 80 mg dan 500mg kg^{0.75} seviyesine yükselmektedir (Horst, Goff, & Reinhardt, 2005). Bu ihtiyacın karşılanamaması ve kanda kalsiyum seviyesinin düşmesi hipokalsemi olarak adlandırılmaktadır. Hipokalsemi subklinik ve klinik hipokalsemi olarak sınıflandırılmıştır. Hipokalsemi süt sığırlarının laktasyon dönemindeki performansını ciddi oranda etkileyebilecek bir beslenme hastalığıdır. Hipokalsemiye sahip olan süt sığırları sağlıklı süt sığırlarına kıyasla 3-5 kat daha fazla doğum sonrası hastalığa yakalanmakta ve %50 daha fazla sürüyü terk etmektedirler (Chapinal ve ark., 2011; Rodriguez, Aris, & Bach, 2017; Venjakob, Pieper, Heuwieser, & Borchardt, 2018). Son dönemde yapılan araştırmalar Ca seviyesinin birinci ve ikinci gün için sırasıyla 2 ve 2,15 mmol/l olması gerektiğini belirtmektedir. Değerler göz önüne alındığında bu hastalık sürülerin %50'sini etkileyebilmektedir (Reinhardt, Lippolis, McCluskey, Goff, & Horst, 2011).

Yukarıda belirtilen bilgilerin ışığında geçiş döneminin ve erken laktasyon döneminin süt sığırları açısından ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu dönemin doğru bakım ve besleme ile yönetilmesi süt işletmeleri için kritik bir öneme sahiptir. Buradaki denememizin amacı hem ekonomik hem de hayvan sağlığı açısından önemli olan bu dönemdeki süt sığırlarında farklı net enerji laktasyon (NEL) seviyesine sahip olan rasyonların kuru madde tüketimi, kan rumen parametreleri ile süt kompozisyonuna etkilerini incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Süt Sığırlarının Besin Maddesi Gereksinimleri

Süt sığırlarının beslenmesinde şüphesiz önemi olan konulardan birisi de besin maddesi ihtiyaçlarının karşılanmasıdır. Süt sığırlarının besin maddesi ihtiyaçları yaşama payı ve verim payı adı altında iki başlığa ayrılmaktadır. Süt sığırlarından beklenen performansı elde edebilmek için bu iki ihtiyacın da karşılanması gerekmektedir. Bu iki ihtiyacın doğru belirlenmesi oldukça önemli bir husustur. Ancak bu ihtiyaçların yanlış hesaplanması ihtiyaçların fazla ya da eksik karşılanmasına neden olacak ve her iki senaryoda da süt sığırlarının sağlıkları olumsuz yönde etkilenecektir.

Süt sığırlarının ihtiyaçları her dönem için aynı değildir. Örneğin kuru dönemde gebelik için olan ihtiyacı ile erken laktasyonda süt verimi için oluşacak ihtiyaç birbirlerinden oldukça farklıdır. Bu ihtiyaçların belirlenmesinde süt sığırlarının fizyolojik dönemlerinin yanı sıra içinde buldukları ortamın da bu ihtiyaçların belirlenmesinde rolü vardır. Sıcak bir iklimde barındırılan bir süt sığırları ile soğuk bir iklimde barındırılan süt sığırlarının yaşama payı ihtiyaçları birbirlerinden farklı olacaktır. Ortamın haricinde yine süt sığırlarının gelişimi, günlük aktiviteleri, sağlık durumları ve vücut ağırlıkları da süt sığırlarının yaşama payı gereksinimleri üzerine etkilidir.

Besin maddeleri enerji, protein, vitamin ve mineraller olarak 4 ana başlık altında incelenmektedir. Bu ihtiyaçların belirlenen kuru madde tüketimi içinde sunulması doğru bir rasyon oluşturulması oldukça kritiktir. Tablo 2'de farklı dönemlerde bulunan bir süt sığırlarının ihtiyaç duyduğu protein, enerji, vitamin ve mineral madde miktarları paylaşılmıştır.

Tablo 2. Süt sığırlarının enerji ve besin maddesi ihtiyaçları (Mezzetti ve ark., 2021)

Enerji ve Besin Maddesi İhtiyaçları/Öngörülen Verim Parametreleri	Laktasyon Dönemi 90.gün	Kuru Dönem 240. gün	Yakın Kuru Dönem 270. gün	Taze Dönem 11.gün
Girilen Veriler				
Vücut Ağırlığı (kg)	680,00	730,00	751,00	680,00
Vücut Kondisyon Skoru	3,00	3,30	3,30	3,30
Yaş (ay)	49,00	57,00	58,00	58,00
Süt verimi (kg)	35,00	-	-	35,00
Süt Yağı (%)	3,50	-	-	3,50
Laktoz (%)	4,80	-	-	4,80
Gerçek Protein (%)	3,00	-	-	3,00
Kuru Madde Tüketimi (kg)	23,60	14,40	13,70	15,60
Enerji ve Besin Maddesi İhtiyaçları				
NE _L (Mkal/kg KM)	1,47	0,97	1,54-1,62	2,23
Metabolize Olabilir Protein (gr/gün)	2407,00	871,00	910,00	2157,00
Metabolize Olabilir Protein (%)	10,20	6,00	6,60	13,80
Rumende Yıkımlanabilir Protein (%) ¹	9,70	7,70	9,90	10,50
Rumende Yıkımlanmayan Protein (%) ¹	5,50	2,20	1,30	9,00
Nötral Deterjan Lif en az (%)	25,00-33,00	33,00	33,00	25,00-33,00
Asit Deterjan Lif en az (%)	17,00-21,00	21,00	21,00	17,00-21,00
Selüloz Yapısında olmayan Karbonhidrat en fazla (%)	36,00-44,00	42,00	43,00	36,00-44,00
Ca (%)	0,61	0,44	0,45	0,79
P (%)	0,35	0,22	0,30-0,40	0,42
Mg (%)	0,19	0,11	0,35-0,40	0,29
Cl (%)	0,26	0,13	0,15	0,40
K (%)	1,04	0,51	0,52	1,24
Na (%)	0,23	0,10	0,10	0,34
S (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Co (mg/kg KM)	0,11	0,11	0,11	0,11
Cu (mg/kg KM)	11,00	12,00	13,00	16,00
I (mg/kg KM)	0,50	0,40	0,40	0,77
Fe (mg/kg KM)	15,00	13,00	13,00	22,00
Mn (mg/kg KM)	14,00	16,00	18,00	21,00
Se (mg/kg KM)	0,30	0,30	0,30	0,30
Zn (mg/kg KM)	48,00	21,00	22,00	73,00
A vitamini (IU/kg KM)	3169,00	5576,00	6030,00	4795,00
D vitamini (IU/kg KM)	864,00	1520,00	1644,00	1308,00
E vitamini (IU/kg KM)	23,00	81,00	88,00	35,00

¹: Kuru maddenin yüzdesi olarak verilmiştir.

2.1.1. Süt Sığırlarının Enerji İhtiyacı

Enerji iş yapabilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu tanımlama biraz eksik olarak nitelendirilmektedir. Enerji kavramı fizikte zor tanımlanan terimlerden biridir. Enerji; elektrik, mekanik, ısı ve manyetik gibi birçok formda bulunabilir ve doğada asla yok olmaz. Hayvan besleme bilim dalında ise enerji özellikle taze dönemde sağlanması en zor ihtiyaç haline dönüşmektedir. Enerjinin tanımlanması da içinde farklılıklar göstermektedir. Bunlardan en eskilerinden biri olan brüt enerji tabiri sadece bir yem maddesinin bomba kalorimetrede yakıldığında elde edilen enerji miktarını göstermektedir. Ancak bu değerlendirme sisteminin önemli eksikleri vardır ve bu nedenle bilim insanları enerjiyi daha detaylı bir şekilde incelemişlerdir. Brüt enerjiden dışkı ile atılan enerji çıkartıldığında geriye kalan kısım sindirilebilir enerji olarak adlandırılmaktadır. Sindirilebilir enerjiden ise gaz ve idrar ile atılan kısım çıkartıldığında metabolik enerji miktarı hesaplanabilmektedir. Süt sığırlarında tek midelilerdeki gibi dokularda metabolik işlemler sırasında ortaya çıkan ısıya ek olarak mikrobiyal fermentasyon sırasında da ısı ortaya çıkmaktadır. İşte bu metabolik ve fermentasyon ısı miktarının metabolik enerjiden çıkartılması sonucu net enerji miktarı bulunabilmektedir. Net enerji ise kendi arasında yaşama ve verim payı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Günümüz süt sığırcılığında ağırlıklı olarak NEL tabiri kullanılmaktadır.

Net enerjinin hesaplanmasında toplam sindirilebilirlik göz önünde bulundurulmaktadır. Toplam sindirilebilir besin maddelerinin hesaplama formülü ve NEL değerinin hesaplanması National Research Council (NRC, 2001) tarafından aşağıdaki gibi Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 3. NRC (2001)'e göre TDN ve NEL hesaplama formülleri

Gerçek Sindirilebilir NFC (gsNFC)	= 0,98 x [100 - ((NDF - NDICP) + HP + HY + HK)x işlem etkisi faktörü]
Gerçek Sindirilebilir HP (gsHP) (kaba yemler için)	=HP x üs[-1,2 x (ADIP/HP)]
Gerçek Sindirilebilir HP (gsHP) (konsantre yemler için)	= [1 - (0,4 x (ADICP/HP))] x HP
Gerçek Sindirilebilir Yağ Asidi (gsYA)	= YA ham yağ<1 ise YA=0
Gerçek Sindirilebilir NDF (gsNDF)	= 0,75 x (NDF - NDIP - Lignin) x [1 - (Lignin/(NDF - NDIP)) ^{0,667}]
Toplam Sindirilebilir Besin Maddesi _{ix} (TSBM _{ix})	= gsNFC + gsHP + (gsYA x 2,25) + gsNDF - 7
Enerji _{ix} (Mkal/kg)	= (tdNFC/100)x 4,2 + (tdNDF/100) x 4,2 + (tdCP/100)x 5,6 + (FA/100) x 9,4 - 0,3
ME (Mkal/kg)	= [1,01 x (DE) - 0,45] + 0,0046 x (EE - 3)
NEL (Mkal/kg)	= 0,703 x ME - 0,19 + ((0,097 x MEp + 0,19)/97) x [EE - 3] (ham yağ değeri 3'ten büyük ise)

NDF: Nötral Deterjan Lif, NDICP: Nötral Deterjanda Çözünmeyen Ham Protein, HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HK: Ham Kül

Tablo 3'te belirtilen eşitliklerin geçerli olduğu şart ise enerjisi hesaplanacak olan yem maddesinin yağ seviyesinin 3'ün üzerinde olmasıdır. Bunun haricinde süt sığırlarında kullanılacak olan rasyonların TDN (Toplam Sindirilebilir Besin Maddesi) seviyesinin 60'ın üzerinde olduğu durumlarda süt sığırlarının kuru madde tüketimi artacağı için yemlerin geçiş hızı da artacaktır. Bu nedenler toplam sindirilebilir besin maddesinin 60'ın üzerinde olması durumunda yemlerin enerjisi hesaplanırken bir düzeltme faktörü uygulanmaktadır.

Tablo 3'te sunulan NRC (2001) tarafından bildirilen formüller yemlerin net enerjisinin hesaplanmasında oldukça geçerli bir yöntemdir. Ancak net enerjinin hesaplanması doğru bir rasyon için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle aynı zamanda süt sığırlarının farklı dönemler için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının da doğru hesaplanması gerekmektedir. Bu hesapların yapılabilmesi için Tablo 4'te belirtilen eşitlikler kullanılmaktadır.

Tablo 4. NRC (2001)'e göre süt sığırlarının enerji ihtiyaçları

NEL ihtiyacı, Mkal	Hesaplama Formülü
Yaşam Payı	$0,080 \text{ Mkal/CA}^{0,75}$
Süt Verimi	$\text{Kg süt verimi} \times (0,0929 \times \% \text{SY} + 0,0547 \times \text{TSP} + 0,0395 \times \% \text{L})$
Gebelik (gebeliğin 180 gün üzeri olduğu zaman uygulanır)	$0,64 \times (0,00318 \times \text{GG} - 0,0352) \times \text{BDA}/0,14$
Büyüme	$5,67 \times \text{kg CAA}^{0,75} \times (\text{CA}^{0,75} \times \text{ECA}^{0,75})/0,7$

CA: Canlı ağırlık, SY: Süt yağı, TSP: Toplam süt proteini, L: Laktöz, BDA: Buzağı doğum ağırlığı, GG: Gebelik gün sayısı, CAA: Canlı ağırlık artışı, ECA: Ergin canlı ağırlık

Süt sığırları için yeterli enerjinin sağlanabilmesinde kuru madde tüketiminin de önemi oldukça büyüktür. Süt sığırlarının kuru madde tüketiminin mümkün olduğunca artırılması rasyon çözümlerinde hayvan besleme uzmanlarına oldukça yardımcı olmaktadır. Kuru madde tüketimini etkileyen faktörler ileriki bölümlerde ayrıntılarıyla anlatılacaktır.

2.1.2. Süt Sığırlarının Protein İhtiyacı

Proteinler yapılarında azot içeren oldukça büyük moleküllerdir ve hayatın devamlılığı, üreme ve verim açısından oldukça önemlidir. Süt sığırlarının protein metabolizması Şekil 1'de gösterilmiştir. Süt sığırlarının tükettiği yemlerden aldığı protein miktarı rumende yıkımlanabilir protein (RDP) ya da rumende yıkımlanmayan protein (RUP) olarak sınıflandırılabilir. Rumende yıkımlanmayan proteinler direkt ince bağırsaklara geçerken, RDP rumende bulunan bakteriler tarafından kullanılır. Proteinleri azot kaynağı olarak kullanan bu bakteriler kendilerini çoğaltır ve ince bağırsaklara doğru geçtiklerinde sindirime uğrarlar. Oluşturulan bu mikrobiyal proteinler oldukça önemli bir protein kaynağıdır ve süt sığırlarının ihtiyaç duyduğu protein miktarının %80 kadarını karşılamaktadır (Williams, 2019).

Rumende yıkımlanabilir protein ve RUP süt sığırlarının verimliliğinin sağlanması için gerekli miktarda sağlanmalıdır. Rumende yıkımlanabilir protein rumende bulunan bakterilerin üremesi için gerekli bir protein kaynağıdır. Rumende yıkımlanabilir proteinin sınırlı kaldığı durumlarda bakterilerin üremesi baskılanacak ve bu nedenle yemlerin sindirilebilirliğinde sorunlar ortaya çıkacaktır. Rumende yıkımlanmayan proteinin yetersizliğinde ise süt sığırlarının ihtiyaç duyduğu kısım rumendeki

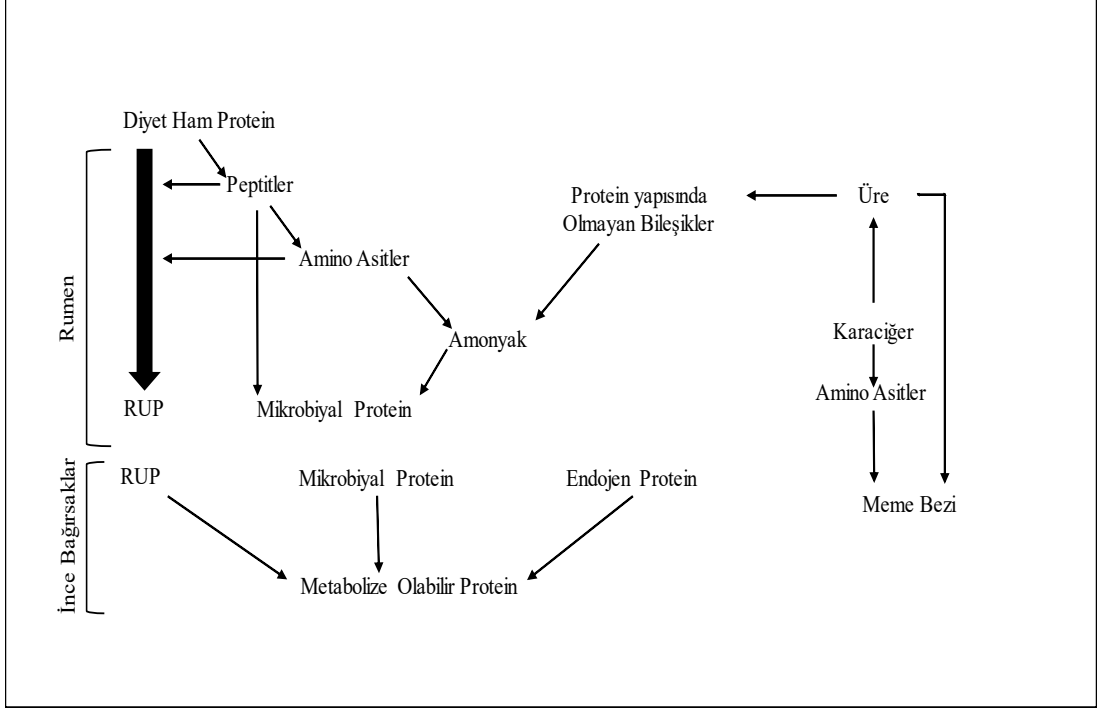
bakteriler tarafından karşılanmaya çalışılmaktadır. Bu ihtiyaç mikrobiyal protein tarafından sağlanamaz ise süt sığırlarının performanslarında düşüşler şekillenebilmektedir.

Proteinlerin bağırsaklardan emilen ve gerçek protein yapısında olan kısmı metabolize olabilir protein adını almaktadır (NRC, 2001). Metabolize olabilir proteinin kaynakları yem ham maddelerinden gelen, ham proteinler ve mikrobiyal proteinlerdir. Proteinlerin süt sığırı rasyonlarında az ya da fazla olması istenmemektedir. Protein fazlalığı ya da protein fraksiyonlarının doğru dengelenememesi durumuna kimi rasyonlarda rastlanabilmektedir. Bu durumun kandaki üre miktarının arttırdığı ve uterus pH'sının değiştirdiği gözlemlenmiştir. Bu iki durum da özellikle ilk 10 gündeki gebeliğe olumsuz yansımaktadır (Williams, 2019). Ayrıca fazla proteinin tekrar vücuttan atılımı için enerjiye ihtiyaç vardır. Enerji süt sığırı rasyonlarının hesaplanmasında önemli faktörlerden biridir. Son dönemlerde yüksek protein ile beslemenin aynı zamanda çevreye verdiği zararlar konuşulmaktadır. Bu nedenle belirli amino asitlere odaklanarak daha düşük ham protein seviyesinde çözümlenen rasyonlar ile ilgili çalışmalar ağırlık kazanmıştır.

Negatif enerji dengesinin ortaya çıktığı geçiş döneminde, aynı zamanda negatif protein dengesi de oluşmaktadır. İzotop dilüsyon yöntemi ile süt sığırları doğumdan önceki 2, doğumdan sonraki 5 ve 12'nci haftalarda incelenmiş ve vücutlarından ne kadar protein ve yağ yakılımı olduğu bulunmaya çalışılmıştır. Doğum öncesi 2 ile doğum sonrası 5. haftalar arasında süt sığırları 21 kg kadar vücut proteini ve 54 kg kadar vücut yağı mobilize etmişlerdir. Doğum sonrası 5 ile 12. haftalar arasında yağ mobilizasyonu devam etmiş ancak protein açısından mobilizasyonun durduğu açıklanmıştır (Komaragiri, & Erdman, 1997). Overton, Drackley, Douglas, Emmert, & Clark, (1998) yapmış oldukları çalışmada ise idrar bazlı işaretlemeler kullanılmış ve protein yıkımının en fazla doğum sonrası 10-14 gün arasında şekillendiğini ortaya koymuşlardır. Burhans (2006) 'da 1997-2002 arasında yayımlanan 13 araştırmayı incelemiş ve doğum öncesi farklı protein seviyelerinin doğum sonrası verim parametrelerine etki etmediği tespit etmiştir.

NRC (2001), Holstein ırkı süt sığırları ve düveler için ileri gebelikte 900 g/gün metabolize olabilir protein ihtiyacını belirlemiştir. Ancak bu tahmini ihtiyaç, meme

bezlerinin gelişimini kapsamamaktadır. Meme bezlerinin gelişimi için 120 g/gün metabolize edilebilir protein ihtiyacı vardır (Bell, Burhans, & Overton, 2000). Aynı zamanda NRC (2001), 1 kg %3 gerçek protein içeren bir sütün litre başına metabolize protein (MP) ihtiyacını 44,8 g olarak belirlemiştir.



Şekil 1. Protein Metabolizması (Schwab, 2021)

2.1.3 Süt Sığırlarının Vitamin-Mineral Gereksinimi

Vitamin ve mineraller her ne kadar düşük miktarda tüketilseler de eksikliklerinde sürünün gelişimi ve performansında oldukça büyük düşümlere neden olabilmektedirler. Mineraller makro ve mikro mineraller olarak iki kısımda incelenmektedir. Makromineraler genellikle daha fazla tüketilen mineralleri oluştururken hayvanların ihtiyaçları yüzdesel olarak belirlenmektedir. Mikromineraler ise daha az miktarda tüketilip rasyonlarda değerleri, ppm ya da mg/kg olarak belirlenmektedir. Vitaminler ise yağda ve suda çözünen vitaminler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Tablo 5'te mineral ve vitaminlerin sınıflandırmaları ve fonksiyonları belirtilmiştir. Süt sığırlarının vitamin ve mineral ihtiyaçları kuru madde tüketimi, gelişim dönemi ve içinde bulunduğu fizyolojik döneme göre farklılık göstermektedir. Daha önce Tablo 2'de paylaşmış olduğumuz örnekteki ihtiyaçlar fizyolojik dönemin etkilerini göstermektedir.

Süt sığırlarının karaciğer ve böbrekleri C vitamini sentezini gerçekleştirebilmektedir. Bunun yanı sıra rumende bulunan mikroflora sayesinde B grubu vitaminler de sentezlenebilmektedir. Ancak günümüzde süt veriminin artışına paralel olarak B grubu vitaminlerin de rasyonlara eklenmeye başladığı dikkat çekmektedir. B grubu vitaminlerin oluşumunda uygulanan rasyonların da etkisi olabilmektedir. Yüksek oranda fermente olabilecek bir rasyon ile yapılan denemede B grubu vitaminlerin rumende sentezlenen miktarı arttırılmış ancak B₁₂ vitamininin sentezi nişasta miktarının artışından olumsuz etkilenmiştir (Schwab, Schwab, Shaver, Girard, & Putnam, 2006).

Mineraller açısından ise durum vitaminlerden biraz farklıdır. Minerallerin birinin fazla miktarda sunulması diğerinin emilimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle mineraller arasındaki denge rasyonlar çözümlenirken göz önünde bulundurulmalı ve antagonist etkilerinden kaçınılmalıdır. Son dönemlerde üzerinde çalışılan konulardan biri de organik minerallerdir. Bilindiği gibi inorganik mineraller tuz formunda süt sığırlarına sunulmaktadır. Bu tuz formunda sunulan mineraller ince bağırsaklarda çözünmekte ve Zn⁺², Cu⁺² ve Mn⁺² gibi katyonlar serbest hale gelmektedir. Serbest hale gelen bu katyonlar ortamda bulunan diğer anyonlara bağlanabilmekte ve emilimi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle süt sığırlarının mineral ihtiyaçlarının bir kısmı günümüzde organik formda sağlanmaktadır. Organik formdaki mineraller karbon içeren moleküllere bağlanıp bu şekilde bağırsaklara ulaşmaları sağlanmaktadır. Bu durumda mineraller nötr bir değere sahip olacağı için diğer mineraller ile etkileşime girmez ve böylelikle emilimleri arttırılmış olur. Yapılan araştırmalarda süt sığırlarının mineral ihtiyaçlarının bir kısmının organik olarak sağlanması performans üzerine olumlu etkiler yaratmıştır (Rabie, Lean, Stevenson, & Socha, 2010).

Tablo 5. Vitamin ve minerallerin görevleri (Charlton, & Ewing, 2007)

Vitamin / Mineral Adı	Sınıflandırması	Görevi
Kalsiyum	Makromineral	Sinir impuls iletimi, kemik gelişimi, kan koagülasyonu, kasların kasılması, hücrel fonksiyonların regüle edilmesi, hormon sekresyonu
Fosfor	Makromineral	Enzim aktivasyonu, enerji metabolizması, yağ ve karbonhidratların metabolizması, kemik gelişimi
Magnezyum	Makromineral	Karbonhidrat metabolizması, kasların kasılması, sinir sistemi fonksiyonları, kemik yapısının şekillenmesi, enzim aktivatörü
Sodyum	Makromineral	Asit-baz dengesi, ozmotik basıncın düzenlenmesi, glikozun hücre içine taşınması
Potasyum	Makromineral	Ozmotik basıncın düzenlenmesi, kasların kasılması ve sinir iletimi
Klor	Makromineral	Ozmotik basıncın dengelenmesi, mide asitliğinin şekillendirilmesi
Kükürt	Makromineral	Yaraların iyileşmesinde, enerji metabolizması, proteinlerin esansiyel elementi, süt verimi, kemik ve kıkırdak doku oluşumunda görevlidir.
Çinko	Mikromineral	Metabolizma, bağışıklık, hormonal ve antioksidasyon gibi birçok sistemde görev alır, insülinin komponentlerinden biridir
Bakır	Mikromineral	Birçok enzim sisteminde görevlidir (üreme, kanın şekillenmesi, bağışıklık ve doku gelişiminde görev alır)
İyot	Mikromineral	Tiroid hormonların yapısında görev alır, bazı enzimlerin üretimi, termoregülasyon
Kobalt	Mikromineral	Rumen bakterilerinin gelişimi için önemlidir, propiyonik asitten glikoz oluşturulmasını sağlar, sinir sisteminin bütünlüğünün korunması
Krom	Mikromineral	Optimum insülin fonksiyonu için gereklidir
Manganez	Mikromineral	Kemik ve kıkırdak doku oluşumunda görevlidir. Bunun yanında üreme hormonları, enerji metabolizması ve bağışıklıkta da görevleri vardır.
Selenyum	Mikromineral	Bağışıklık için önemlidir. Antioksidan görevi vardır.
Vitamin A	Yağda Eriyen Vitamin	Normal görüşün sağlanması, kemik gelişimi, üremenin sürdürülmesi, epitel doku gelişimi, bağışıklık sisteminin sürdürülmesi.
Vitamin D	Yağda Eriyen Vitamin	Kemik mineralizasyonu, kalsiyum metabolizması, karbonhidrat metabolizması, immün sistemde görev alır.
Vitamin E	Yağda Eriyen Vitamin	DNA sentezinde, hücre içi ve dışı antioksidan görevi, kas, üreme, dolaşım, bağışıklık ve sinir sisteminin optimum şekilde çalışması için gereklidir.
Vitamin K	Yağda Eriyen Vitamin	Kanın pıhtılaşmasında görev almaktadır
B grubu vitaminler	Suda Eriyen Vitamin	B grubu vitaminlerin birincil görevi amino asit, enerji, yağ aside ve nükleik asit metabolizmasında yer alan enzimlerin kofaktörü olarak görev yapmaktır.
Vitamin C	Suda Eriyen Vitamin	Amino asit metabolizmasında görev alır, antioksidan özelliği vardır

2.2. Süt Sığırlarında Kuru Madde Tüketiminin Hesaplanması

Süt sığırlarının yeterli miktarda yem tüketip tüketmediklerini anlamanın yolu kuru madde tüketimlerini takip etmekten geçmektedir. Kuru madde tüketimi yemlerin suyu uçurulduktan sonra geriye kalan kısmının ölçümü ile hesaplanabilmektedir. Kuru madde tüketimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler rasyona, hayvana ya da yönetime bağlı faktörleri içerebilmektedir. Süt sığırlarından istenilen performansın elde edilmesi için doğru bir rasyon düzenlenmesi elzemdir. Ancak bu rasyon düzenlenirken süt sığırının ihtiyaç duyduğu besin maddeleri doğru bir şekilde hesaplanmalı ve tüketebileceği bir miktar içinde sunulmalıdır. İşte bu tüketebileceği

miktarın doğru hesaplanması rasyon çözümleri açısından büyük öneme sahiptir. Aşağıda belirtilen eşitlik süt sığırlarının kuru madde tüketimlerinin hesaplanması için kullanılmaktadır (NRC, 2001). Belirlenen model, Rayburn, & Fox'un (1993) çalışmalarının Fox, Van Amburgh, & Tylutki, (1999), tarafından modifiye edilmesiyle şekillenmiştir. Laktasyon haftasının nonlinear etkisi ise Roseler, Fox, Chase, Pell, & Stone, (1997) tarafından eşitliklere eklenmiştir. Yine NRC'de (2001) düveler ve sağmal olmayan süt sığırları için farklı bir model kullanılmaktadır. Bunun nedeni uygulanan modelin 350 kg üzerinde olan düvelerde sapma miktarının artmasından kaynaklanmaktadır. Uygulanan bu model besi sığırları üzerine kurgulanmış ancak düvelerde ve gelişmekte olan süt sığırlarında da doğru sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Bu model daha çok yaşam payı enerjisini göz önünde bulundurmaktadır.

$$\text{KMT (kg/gün)} = (0,372 \times \text{FCM} + 0,0968 \times \text{BW}^{0,75}) \times (1 - e^{(-0,192 \times (\text{WOL} + 3,67))})$$

$$\text{KMT (kg/gün)} = (\text{BW}^{0,75} \times (0,2435 \times \text{NE}_M - 0,0466 \times \text{NE}_M^2 - 0,1128) / \text{NE}_M)$$

KMT: Kuru Madde tüketimi, FCM: Yağca Düzeltmiş Süt Verimi, BW: Canlı ağırlık, NE_M: Net Enerji Yaşama Payı, WOL: Laktasyon Haftası

Ortam sıcaklığı da kuru madde tüketimine etki eden faktörler arasındadır. Bu nedenle Eastridge, Bucholtz, Slater, & Hall, (1998) süt sığırları için termonötral sıcaklıkların dışına çıkıldığında örneğin 20° C'nin üstüne ve 5° C'nin altına inildiği durumlarda kuru madde tüketimine bazı düzeltmeler uygulanmaktadır. Uygulanan düzeltmeler aşağıda belirtilmiştir.

$$\text{KMT} \times (1 - ((^\circ\text{C} - 20) \times 0,005922)) \text{ (20}^\circ\text{ C'nin üstündeki sıcaklıklarda)}$$

$$\text{KMT} / (1 - ((5 - ^\circ\text{C}) \times 0,004644)) \text{ (5}^\circ\text{ C'nin altındaki sıcaklıklarda)}$$

Özellikle geçiş döneminde kuru madde tüketiminin önemi iyi fark edilmeli ve alınan önlemler kuru madde tüketimini mümkün olduğunca arttırmaya yönelik olmalıdır. Genel bir kural olarak her 1 kg kuru madde artışı bize 2-2,5 kg fazladan süt verimi olarak yansımaktadır (Wiess, 2015).

2.2.1. Kuru Madde Tüketimini Etkileyen Hayvansal Faktörler

Hayvana bağlı faktörleri incelediğimizde bunları süt sığırlarının canlı ağırlığı, ırkı, kondisyonu, verimi ve sağlır gün sayısı olarak değerlendirebiliriz. Verim

parametresi kuru madde tüketimini etkileyen değerler arasındadır. Örneğin 20 kg/gün 'lük süt verim farkı kuru madde tüketimine 6-7 kg/gün olarak yansımaktadır. Bir diğer önemli faktör ise sağılır gün sayısıdır. Erken ve geç laktasyondaki süt sığırlarının kuru madde tüketimlerini kıyasladığımızda yaklaşık 5 kg kadar farklılıklar gözlemleyebiliriz. Az önce saydığımız kadar etkili olmasa da süt sığırlarının canlı ağırlıkları da kuru madde tüketimini etkilemektedir. Örneğin 100 kg canlı ağırlık farkı olan iki süt sığırının kuru madde tüketimleri arasında yaklaşık olarak 1,5 kg kadar farklılık olacaktır (Wiess, 2015).

Vücut kondisyonu da kuru madde tüketimi etkileyen faktörler arasında sayılmaktadır. Normal şartlar altında süt sığırları kuru madde tüketimlerini doğuma 3 hafta kala düşürmeye başlamaktadır ancak en fazla düşüş son 1 haftada şekillenmektedir. İncelenen araştırmalarda obez olan süt sığırlarının doğuma 3 hafta kala sürekli kuru madde tüketimini düşürdüğü ancak zayıf ve normal kondisyondaki süt sığırlarının kuru madde tüketimindeki düşüşün son 1 hafta kala şekillendiği belirtilmiştir (Hayirli ve ark., 2002).

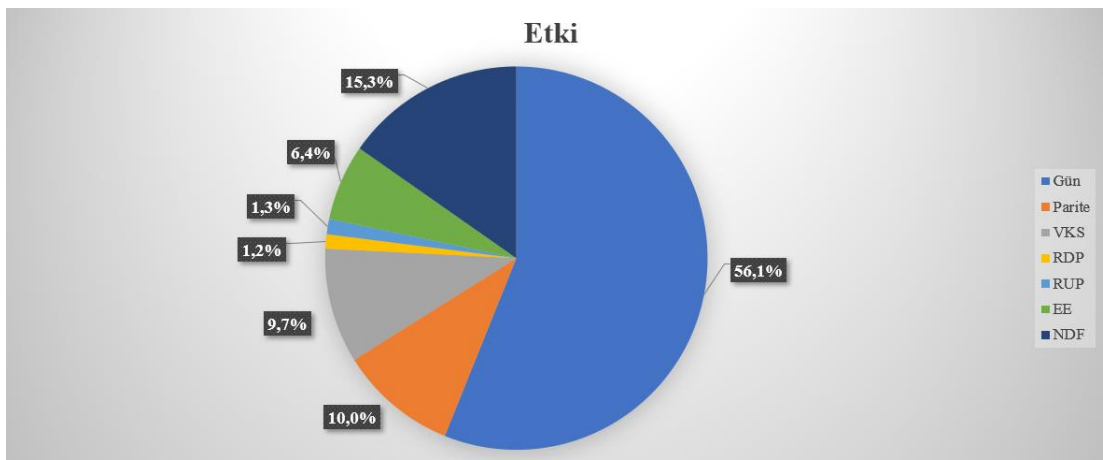
Yukarıda belirtilen faktörler dışında süt sığırlarının klinik ya da subklinik bir hastalığının oluşu, yeme ulaşmasını etkileyecek bir yürüme bozukluğunun şekillenmesi de kuru madde tüketimini etkileyebilecek faktörler arasındadır.

2.2.2. Kuru Madde Tüketimini Etkileyen Rasyona Bağlı Faktörler

Kuru madde tüketimini mineral yetersizlikleri ya da fazlalıkları olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Özellikle sodyum, fosfor ve potasyuma bu anlamda dikkat edilmesi gerekmektedir (Wiess, 2015).

Kuru madde tüketimini sınırlayan faktörlerden biri mekanik sindirimdir. Mekanik sindirim, sindirim sisteminin kapasitesi ile ilgili bir durumdur. Sindirim sisteminin kapasitesi hacimsel olarak doldurulduğunda tüketim durdurulur. Bu hacimsel doygunlukta kaba yemlerin önemi oldukça fazladır. Kaba yemler konsantre yemlere göre daha uzun sürede sindirilirler ve bu nedenle hacimsel anlamda daha fazla yeri daha uzun bir süre boyunca işgal ederler. Özellikle erken laktasyonda bu mekanik tokluk sınırlayıcı bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır ve bu nedenle yemlerin sindirilebilirliğinin artırılması oldukça önemlidir. Rumende yıkımlanabilir protein

rumen bakterileri tarafından rahatlıkla kullanılabilen bir azot kaynağıdır. Bu nedenle RDP miktarının yeterli olması süt sığırlarının kuru madde tüketimini arttırmaktadır ancak RDP miktarının fazla artırılması tam tersi etki yapıp kuru madde tüketimini baskılamaktadır (Cameron, Klusmeyer, Lynch, Clark, & Nelson, 1991; Choung, & Chamberlein, 1995). Yine aynı açıdan bakılacak olunursa RUP'nin rasyonlarda fazlaca artırılıp RDP'nin yetersiz hale gelişi ise süt sığırlarının kuru madde tüketimini olumsuz yönde etkileyecektir. Şekil 2'de rasyonların bazı besin maddesi parametrelerinin kuru madde tüketimini nasıl etkileyebileceği gösterilmiştir.



Şekil 2. Rasyonların Besin Maddesi Parametrelerinin Kuru Madde Tüketimine Etkileri (Hayirli ve ark., 2002)

Proteinlerin beslenmeye etkilerinin yanı sıra diğer besin maddelerinin de kuru madde tüketimini üzerine etkileri vardır. Bunlar içinde en önemlisi rasyonların NDF içeriğidir. Yapılan araştırmalarda konsantre yem ve kaba yem miktarının kuru madde tüketimini etkilediği bulunmuştur. Kaba yemlerin konsantre yemlerle yer değiştirmesi genellikle kuru madde tüketiminin artışı ile karakterize olmaktadır (Weiss, 2015). Ancak fizyolojik olarak süt sığırlarının geniş getirmeye ihtiyacı vardır ve bu nedenle kaba yem kullanımı hala önemini korumaktadır. Kaba / konsantre yem oranının, kuru madde tüketiminin belirlenmesinde zayıf bir indikatör olduğu ileri sürülmüştür (Weiss, 2015). Bu indikatörün yetersiz olması bilim insanlarını daha etkin bir indikatör aramaya yönlendirmiştir.

Olsson, Emanuelson, & Wiktorsson, (1998) NDF oranı %27,4 ve %31,5 olan iki rasyonu doğum öncesi ve doğum sonrasında uygulamışlardır. NDF oranı daha düşük olan rasyonların kuru madde tüketimini arttırdığı bu araştırma sonucunda

gözlemlenmiştir. Süt sığırlarının doğum öncesi ve sonrası yüksek NFC ile beslenmesi papillaların stimüle edilmesi, papillaların yüzey alanını genişletmesi ve emilimin artırılması açısından önemlidir (Dirksen, Hiebich, & Mayer, 1985). Bu durum aynı zamanda kuru madde tüketimini de olumlu yönde etkilemektedir. Ancak rumen pH'sının düşmesi ve rumen florası üzerine olumsuz etkileri olabileceği için aşırı yüksek NFC kullanımı bu dönemlerde önerilmemektedir.

Kuru madde tüketiminin belirlenmesi için son dönemlerde kaba yemden gelen NDF (fNDF) miktarı değerlendirilmektedir (Weiss, 2015). Kaba yemden gelen NDF miktarının artırılması kuru madde tüketimi üzerine olumsuz etki etmektedir. Kaba yemden gelen NDF miktarı, rasyonlarda kaba yemlerin azaltılması ya da daha kaliteli kaba yemlerin kullanımı ile düşürülebilmektedir. Bu parametrenin, her ne kadar kaba / konsantre yem oranına göre daha sağlıklı sonuçlar verse de eksik kısımları vardır. Kaba yemden gelen NDF'nin yetersiz olan kısmı sindirilebilirliği göz önüne alınmasıdır. Bu nedenle sindirilebilir NDF miktarı günümüzde kuru madde tüketimini belirlemede kullanılmaktadır. Laboratuvar şartlarında yapılan sindirilebilirlik analizleri sonucunda sindirilebilirliğin her 1 ünite artması kuru madde tüketimini 0,14 kg/gün arttırmakta ve süt verimine 0,22 kg/gün düzeyinde etki etmektedir (Weiss, 2015).

Kuru madde tüketiminde yağ asitlerinin de etkileri bulunmaktadır. Rasyonlara eklenen yağların selüloz parçalarının üstlerini kaplayarak bakterilerin selülozu sindirmesini engellemesi ve böylelikle selülitik bakterilerin üremesini baskılamasıdır. Bu durumda aynı zamanda çözünmeyen kalsiyum sabunları işkembede şekillenmekte bu da rumen bakterilerinin aktivitesi için gerekli olan kalsiyum miktarını azaltmaktadır. Bu iki durumda da selüloz sindirimi baskılanmaktadır (Devendra, & Lewis, 1974).

Kuru madde tüketimi üzerine rumende sindirilebilen karbonhidrat kaynaklarının (RSK) da etkisi vardır. Rumende sindirilebilen karbonhidrat kaynakları ağırlıklı olarak propiyonik aside çevrilmekte ve oluşturulan propiyonik asit glikoza dönüştürülmektedir. Bu nedenle RSK'ların aşırı kullanımı karaciğer oksidasyon kapasitesini aşacağından kuru madde tüketimini sınırlayıcı bir faktör olarak karşımıza çıkacaktır (Weiss, 2015). Geçiş döneminde uygulanan rasyonların, enerji miktarı

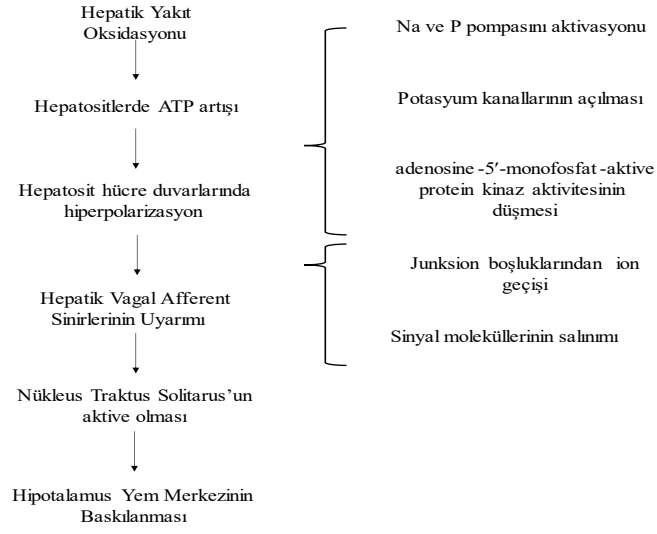
yükseltilmeye çalışılsa da hepatik oksidasyon teorisi göz önünde bulundurulmalı ve belirlenen sınırlar içinde kalınmaya dikkat edilmelidir.

2.2.3. Kuru Madde Tüketimini Etkileyen Fizyolojik Durumlar

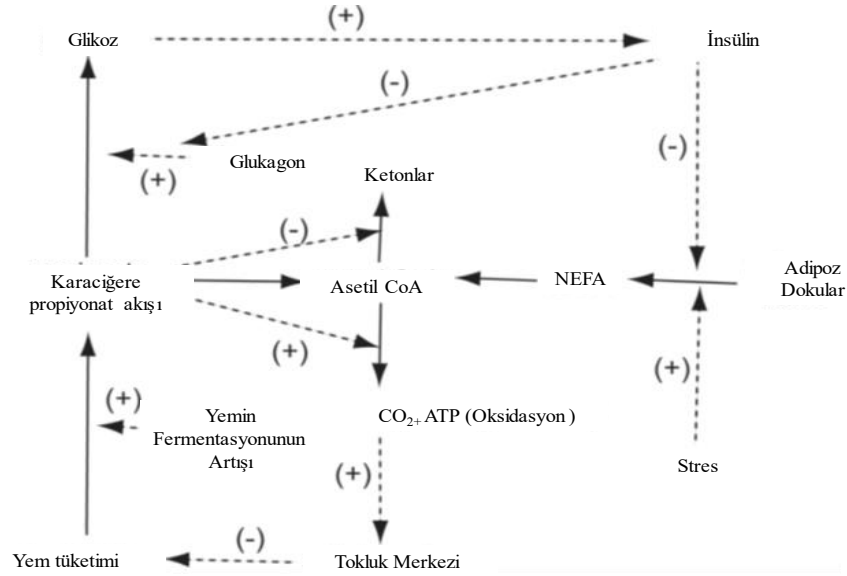
Kuru madde tüketimi beyinde hipotalamus tarafından kontrol edilmektedir. Stellar (1954) hipotalamusu 2 bölüme ayırmış ve kuru madde tüketimine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmacıya göre hipotalamusun ventromedial kısmı kuru madde tüketimini baskılamakta, lateral kısmı kuru madde tüketimini arttırmaktadır. Kuru madde tüketimini baskılayan hormonal yapı henüz çözülememiş olsa da serotonin hormonunun kuru madde tüketimini arttırıcı etkilerinin olduğu gözlemlenmiştir (Sakata, 1991). Kuru madde tüketimini baskılayan hormonları incelediğimizde bir çalışma koyunlarda gebelik sonunda serum östrojen oranı arttıkça kuru madde tüketiminin düştüğünü göstermiştir (Green, Brink, & Bauer, 1994). Grummer ve ark., (1990) ineklerde de östrojen enjeksiyonunun kuru madde tüketimini düşürdüğünü tespit etmiş olsalar da benzer serum östrojen konsantrasyonunda kuru madde tüketiminin baskılanmadığını gösteren çalışmalar da vardır (Bremmer, Christiansen, Grummer, Rasmussen, & Wiltbank, 1999). Geçiş döneminde kuru madde tüketiminin düşmesinin sebebinin hormonal olduğu görüşü hakimdir ancak metabolitleri, kortikosteroidler, leptin, insülin, bağırsak peptitleri ve sitokinlerin etkileri hakkında daha ileri düzeyde araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Ingvarsen, & Andersen, 2000).

Son dönemlerde incelenen konulardan biri de hepatik oksidasyon teorisidir. Bu teori karaciğerde şekillenen oksidasyon ile ilgilidir. Teorinin temeli karaciğerin belirli bir oksidasyon seviyesine ulaştığında tokluk hissi yaratmasıdır. Bu teoriye göre karaciğer vagal sinir yoluyla hipotalamusa bağlıdır ve bu sinir yoluyla iletişim kurulmaktadır (Berthoud, 2004). Bilindiği üzere süt sığırlarının temel uçucu yağ asitlerinden biri propiyonik asittir ve propiyonik asit glikoz oluşumunun %80'inden sorumludur (Steinhour, & Bauman, 1988). Aynı zamanda ruminantlarda propiyonik asit direk olarak trikarboksilik asit döngüsünde direkt olarak kullanılabilir ve bu durum ruminantları ruminant olmayan hayvanlardan ayırmaktadır (Aiello, & Armentano, 1987; Knapp, Freetly, Reis, Calvert, & Baltwin, 1992; Steinhour, & Bauman, 1988). Vagal sinir aracılığıyla tokluk hissini oluşturmada birincil sebep

karaciğerde propiyonat seviyesinin artışıdır. Propiyonat, yem tüketimi sırasında karaciğere en hızlı ulaşan ve glukoneogeneze uğrayan uçucu yağ asididir. Propiyonat karaciğerde Asetil KoA'nın oksidasyonunu stimüle etmektedir. Oluşan bu stimülasyon sonucu oksidasyon hızlanır ve adenozin trifosfat (ATP) üretimi şekillenir. ATP üretiminin sonucunda ise tokluk hissi gelişir ve kuru madde tüketimi durdurulur (Allen, Bradford, & Oba, 2009). Şekil 3 ve Şekil 4'te hepatic oksidasyon teorisinin olası etki mekanizması verilmiştir.



Şekil 3. Hepatik oksidasyon teorisinin yem tüketimine olası etki mekanizması (Allen ve ark., 2009)



Şekil 4. Hepatik oksidasyon teorisinin yem tüketimine etkisi (Allen ve ark., 2009)

2.2.4. Kuru Madde Tüketimini Etkileyen Yönetimsel Faktörler

Kuru madde tüketimini uygulanan rasyonların haricinde etkileyen önemli faktörlerden biri de yönetimsel faktörleridir. Yönetimsel faktörler içinde de öne çıkanlar su tüketimi, yeme ulaşılabilirlik, ventilasyon ve ışıklandırma. Su birçok canlı için vazgeçilmez bir besin kaynağıdır. Yetersiz su tüketimi süt sığırlarının kuru madde tüketimi baskılayabilmekte ve süt veriminde kayıplar şekillenebilmektedir. Yem ve su tüketimi, süt verimi üzerine belirgin miktarda etki etmektedir (Holter, & Urban, 1992).

Su tüketiminin haricinde süt sığırlarının yeme ulaşılabilirliği de kuru madde tüketimini etkilemektedir. Süt sığırları sürü şeklinde barındırılmakta ve yeterli yemlik alanları sağlanmadığında, sürü içinde hiyerarşi tetiklenerek kuru madde tüketimi etkilenmektedir (Albright, 1993). Bu nedenle süt sığırları için yeterli yemlik alanı buldurulmalı ve aynı zamanda istedikleri zaman yem tüketebilmeleri sağlanmalıdır. Yapılan araştırmalarda sınırsız şekilde yeme ulaşabilen süt sığırlarının kuru madde tüketimlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Martinsson, & Burstedt, 1990).

2.3. Süt Sığırlarında Geçiş Dönemi ve Ortaya Çıkan Hastalıklar

Geçiş dönemi birçok literatürde doğum öncesi 3 ve doğum sonrası 3 haftayı kapsayan dönem olarak belirtilmektedir (Grummer, 1995). Bu dönem süt sığırları işletmeleri için büyük önem taşımaktadır. Birçok metabolik hastalık bu dönemde ortaya çıkmakta ve sürüde şekillenecek olan zorunlu kesimlerin büyük bir kısmı yine bu dönemde şekillenmektedir.

Bu dönemde süt sığırları birçok metabolik ve hormonal değişiklikler ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu değişimler sadece süt sığırları özelinde gerçekleşmeyip aynı zamanda besleme rejiminde de gerçekleşmektedir. Kuru dönemde uygulanan rasyonlar ile erken laktasyon öneminde uygulanan rasyonlar kimyasal anlamda birbirlerinden farklılıklar göstermektedir. Tüm bu değişimlerin görüldüğü bu dönemin yakından incelenip takip edilmesi işletmelerin karlılığı açısından büyük önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalarda süt sığırlarında sağlık sorunlarının %75'inin bu dönemde görüldüğü belirtilmiştir. Bunun yanı sıra sürülerdeki süt sığırlarının %30-50'

si yine bu dönemde enfeksiyöz ya da metabolik bir hastalığa yakalanmaktadır (LeBlanc, Lissemore, Kelton, Duffield, & Leslie, 2006). Sürü dışı bırakılmalarının ise yarısından fazlası ilk 60 günlük dönemde gerçekleşmektedir (Grohn ve ark., 2003). Geçiş döneminde uygulanan yanlış yönetim sonucu ortaya çıkan hastalıkların maliyetleri ve ulaşılması gereken hedefler aşağıda belirtilmiştir. Tablo 6’da belirtilen hastalıkların en az seviyede oluşması uygulanan rasyonların içeriğine ve yönetimsel uygulamaların doğruluğuna bağlıdır. Bu dönemde önerilen yönetimsel uygulamalar ve hedefleri Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 6. Geçiş döneminde ortaya çıkan hastalıkların maliyetleri ve ulaşılması gereken hedefler (Luciano, & Bolbwealth, 2021)

Hastalığın Adı	Ulaşılabilecek Hedef	Alarm Seviyesi	Vaka Başı Maliyet*
Klinik Hipokalsemi	<%2	≥%5	246\$
Abomazum Deplasmanı	<%3	≥%6	700\$
Klinik Ketozis	<%2	≥%8	700\$
Subklinik Ketozis	<%15	≥%25	289\$
Retensiyon Sekundinarum	<%5	≥%10	232\$
Metritis	<%10	≥%20	218\$
Mastitis	<%1	≥%3	376\$

*Maliyetler direkt (veteriner maliyeti, ilaç maliyeti gibi) ve indirekt (süt verim kaybı, üreme performansındaki düşüş gibi) maliyetlerin ABD’deki Holstein ırkı süt sığırlarının değerleri alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 7. İşletmede yapılan yönetimsel uygulamalar ve hedefler (Luciano, & Bolbwealth, 2021)

Önerilen Uygulamalar	Hedef
Yemliklerden eski yemlerin alınması	Günlük
Yeme erişilebilirlik	>23 saat/gün
Yemlerin itilmesi	Her 4 saatte bir
Yemliklerde artan yem	% 3-5
Yemlik Alanı	>61cm/baş
Suluk Alanı	>10cm/baş
Sürü Yoğunluğu ¹	
Uzak Kuru	% 100
Yakın Kuru ²	% 80-100
Taze dönemdeki Süt sığırları	% 80
Doğum Öncesi Kuru Madde Tüketimi	
Düvelerde	>10 kg/gün
Çoklu Doğum Yapan Süt Sığırlarında	>12 kg/gün
Doğum Sonrası Kuru Madde Tüketimi	
Düvelerde	>15,5 kg/gün
Çoklu Doğum Yapan Süt Sığırlarında	>19 kg/gün
Sosyal Gruplandırma	Doğum sayılarına göre gruplama
Vücut Kondisyon Skorları	
Doğum Zamanında	3-3,25
Pik verime ulaştıklarında (~70-90 gün SGS ³)	2,5-3
Orta Laktasyon (~150 SGS ³)	3-3,25
Kuruya Aynılırken	3-3,25
Süt sığırlarının davranış biçimi	>%60'ından fazlası yemleme yapıldıktan 2 saat sonra yatıyor ve geviş getiriyor olmalıdır.
<p>1)Sürü yoğunluğu bulunan kafa kilidi sayısına göre belirlenmiştir.</p> <p>2) Belirlenen sürü yoğunluğu ırk ve demografiye göre değişiklik gösterebilir. Daha düşük sürü yoğunluğu (ör.%80) tekli ve çoklu doğum gerçekleştiren Holstein ırkı süt sığırları için daha faydalı olmaktadır. Jersey ırkı süt sığırlarında ise sürü yoğunluğunun (ör.%100) fazla olması herhangi bir performans ve sağlık parametresine etki etmemektedir.</p> <p>3)Sağılır Gün Sayısı.</p>	

2.3.1. Süt Sığırlarında Asidozis

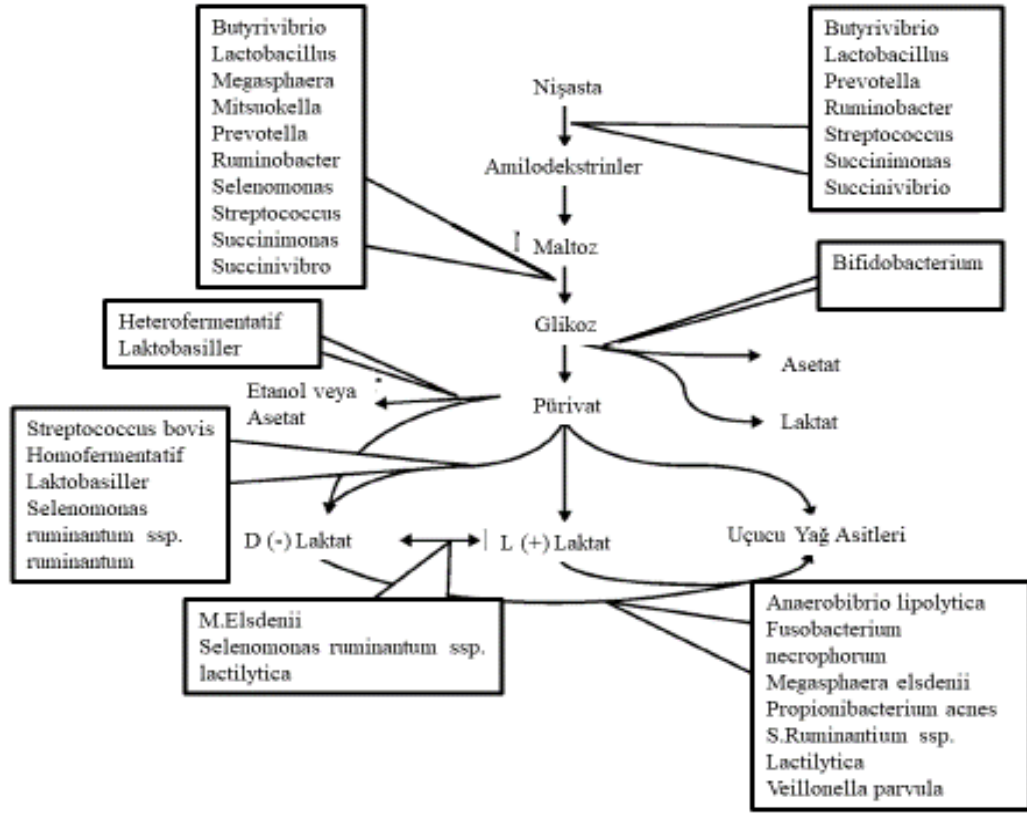
2.3.1.1. Asidozis 'in Nedenleri ve Tanımı

Günümüzde artan nüfusa bağlı olarak insanlığın ihtiyaç duyduğu besin miktarı da artış göstermiştir. Bu nedenle birim alandan daha fazla verim elde etmek günümüzün vazgeçilmez arayışı haline gelmiştir. Bu durum ise süt sığırlarından daha fazla verim elde etmeyi beraberinde getirmiş ve süt sığırlarını fizyolojilerinin izin verdiği ölçüde yüksek verime yöneltecek rasyonlar uygulanmaya başlanmıştır. Süt

sığırlarının rumen pH'ları tükettikleri rasyonlara göre değişkenlik göstermektedir. Örneği tahıl içeriği yüksek olan bir rasyona adapte edilmiş bir sığırın, fizyolojik olarak bir sorun oluşmadığı durumda, rumen pH'sı 5,8- 6,5 arasında değişkenlik göstermektedir. Bu pH aralığı gün içinde sabit olmayıp fermente olabilen karbonhidrat tüketimine, sığırın bunu tamponlama kapasitesine, uçucu yağ asitlerinin emilim ve kullanım seviyelerine göre değişkenlik göstermektedir (Nagaraja, & Titgemeyer, 2006). Rumen pH'sının 5,6'nın altına düşmesi durumunda rumen duvarından emilim miktarı artmaktadır bunun nedeni ise uçucu yağ asitlerinin daha fazla proton ile zenginleştirilmesi ve ayrışmamasıdır (Bergman, 1990). Ancak bu durum aynı zamanda rumendeki mikrobiyal popülasyonun daha fazla laktik asit üretimini teşvik eder ki bu da bu mekanizmanın olumsuz yönlerini ortaya çıkarır. Laktik asit diğer uçucu yağ asitlerine nazaran 10 kat daha kuvvetlidir ve daha az protonla doyurulmuştur (Nagaraja, & Titgemeyer, 2006). Asidozis 'in klinik tanısı rumen ve kan pH'sının ölçümü ile şekillenmektedir. Rumen pH'sının 5,6 altına düşmesi kronik asidozis, 5,2'nin altına düşmesi ise akut asidozis olarak adlandırılmaktadır (Cooper, & Klopfenstein, 1996). Rumen asidozu adapte edilmemiş hayvanların kolay fermente olabilen karbonhidrat kaynaklarından kısa sürede aşırı miktarda tüketimi ile oluşmaktadır. Karbonhidratların ise glikoza yıkılma hızı tüketilen nişasta kaynağının türüne, partikül büyüklüğüne, ısıl işlem görüp görmediğine göre şekillenmektedir (Britton, & Stock, 1987; Johnson, Clemens, Hinman, Cole, & Williams, 1974; Reinhardt, Brandt, Freeman, Eck, & Behnke, 1993).

2.3.1.2. Asidoziste Rumen Popülasyonunda ve Fizyolojisinde Meydana Gelen Değişiklikler

Karbonhidratların sindirimi rumende birçok bakteri tarafından oluşturulmaktadır. Bu bakterilerin her biri farklı besin maddelerini sindirerek ortama farklı bir besin maddesi sunarlar. Bu bakterilerin kendileri arasında uyumlu çalışması sağlıklı bir rumenin olmazsa olmazıdır. Şekil 5'te nişasta sindiriminde görev alan bakteriler sunulmuştur. Asidozis sadece rumen pH'sının düşmesi ile karakterize değildir. Asidozis şekillendiğinde rumenin mikrobiyal florasında ve fizyolojisinde değişimler meydana gelmektedir.



Şekil 5. Konsantre yem ile beslenen sığırlarda nişasta sindiriminde görev alan bakteriler (Nagaraja, & Titgemeyer, 2006)

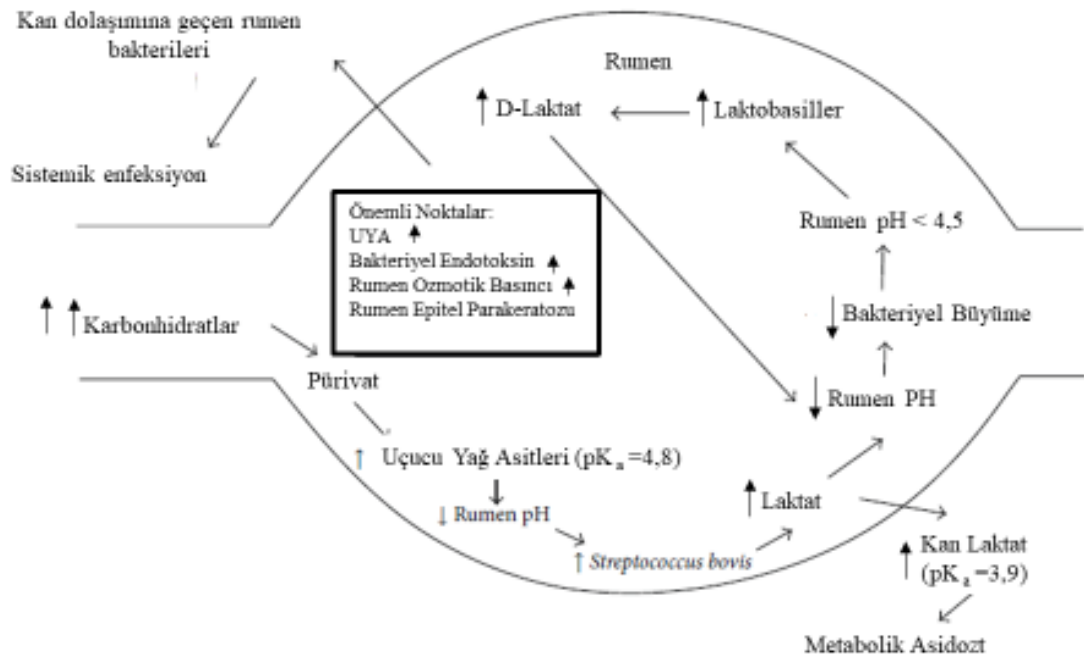
Normal şartlar altında rumende bulunan glikoz miktarı oldukça azdır. Ancak kimi asidozis denemelerinde rumende bulunan glikoz miktarı 1400 mg/dl ye kadar ulaşmıştır. Rumende serbest olarak glikozun bulunmasının 3 zararlı etkisi vardır (Owens, Secrist, Hill, & Gill, 1998). Bunlar;

- 1) Normal şartlar altında rumende fazla bulunmayan *Streptococcus bovis* miktarının artışı ve bu artışa bağlı olarak rumen pH'sının düşmeye başlaması,
- 2) Mikrofloranın bozulması ve bu pH düşüşünü fırsat olarak bilen koliform bakterilerin hızla üremesi (Leedle, 1993; Slyter, & Rumsey, 1991) ve bu bakterilerin endotoksinler ile amid salınımı gerçekleştirmesi (Brent, 1976; Huber, 1976),
- 3) Rumen sıvısının osmolaritesinin artması ve bu nedenle uçucu yağ asitlerinin rumen mukozasından emiliminin azalmasıdır.

Rumende fermente olabilen karbonhidrat sindirimini hızla arttıracak ve hızlı üreyen bakteriler *Selenomonas ruminantium*, *S. bovis* ve anaerob laktobasillerdir. Bu bakteriler hızla artarak DL-laktik asit ve uçucu yağ asidi birikimini teşvik ederler

(Nagaraja, & Titgemeyer, 2006). *S. ruminantium* rumende baskın olarak bulunan gram (-) bakterilerden biridir ve özellikle tahıl ile beslenen sığırların işkembesinde hızla ürer ve yüksek miktarda bulunmaktadır (Caldwell, & Bryant, 1966; Latham, Sharpe, & Sutton, 1971). Bu organizma nişasta ya da diğer polisakkaritleri fermente etmemektedir ancak maltoz, şeker ve bir kısım oligosakkaritleri kullanmaktadır. *S. ruminantium* iki türe ayrılmaktadır: bunlar içinde laktatları ve gliserolü kullananlar *Selenomonas lactilytica* ve diğer tüm türler *S. ruminantium* olarak adlandırılmaktadır (Ricke, Martin, & Nisbet, 1996). Bu nedenle *S. ruminantium* laktik asit üretiminde ve tüketiminde görev alabilmektedir (Nagaraja, & Titgemeyer, 2006). Nişasta rumendeki birçok mikroorganizma tarafından kullanılabilse de hızlı üreme yeteneği *S. bovis*'i diğerlerinden ayırmaktadır. Sayılarının iki katına çıkma süresi yalnızca 12 dakikadır (McAllister ve ark., 1993). Kaba yem bazlı rasyonlarla beslenen sığırlarda rumende bulunan *S. bovis* miktarı 10^4 - 10^7 /g civarında iken rumende fazla miktarda fermente olabilen karbonhidrat varlığında sayıları 10^{11} /g'a kadar ulaşabilmektedir (Nagaraja, & Titgemeyer, 2006). Bu artış sadece adapte edilmeyen sığırlarda şekillenmektedir. *S. bovis*, karışık fermentasyon yeteneğine sahiptir ve normal şartlar altında glikozdan asetat, format ve etanol üretiminden sorumludur. Ancak pH' nın 5,6'dan düşük olduğu ve ortamda çok fazla substrat olduğu durumlarda homolaktik fermentasyona başlar. Normal şartlar altında homolaktik fermentasyon daha az ATP üretimine neden olmaktadır ancak *S. bovis*' in hızlı fermentasyon yeteneğinden dolayı diğer tüm bakterilere göre daha fazla ATP üretilir (Hungate, 1979). *S. bovisin*'in fermentasyonunu etkileyen ortamın pH seviyesidir. Pirüvatı laktata çeviren enzim (laktik dehidrogenaz) pH 5,5' te en aktif haldedir (Russell, & Hino, 1985). Diğer bir enzim olan piruvat format liyaz ise pH 7,5 civarlarında en yüksek aktiviteye sahip olup pH 6 civarında aktivitesinin %10'luk kısmını kaybetmektedir (Asanuma, & Hino, 2002). *S. bovisin* asite dayanıklı bir mikroorganizma olarak adlandırılrsa da pH' nın 6'nın altına düştüğü durumlarda büyüme hızı yavaşlar ve aside daha toleranslı olan laktobasiller rumende dominant hale gelir (Finlayson, 1986; Wells, Krause, Callaway, & Russel, 1997). Her ne kadar düşük pH larda üreme hızı yavaşlasa da akut asidozisin sorumlusu olarak *S. bovisin* görülmekte ve bu bakteriyi hedefleyen stratejiler oluşturulmaktadır (Gill, Shu, & Leng, 2000; Nagaraja, & Miller, 1989). Bununla birlikte rumende laktobasillerin artışları akut ve subakut asidozisin bulguları

arasındadır (Goad, Goad, & Nagaraja, 1998; Nagaraja, & Miller, 1989; Slyter, 1976). Rumende homofermentatif ve heterofermentatif laktobasiller vardır. Homofermentatif olanlar (L ve D isomerleri), heterofermentatifler (laktat, asetat ya da etanol) laktobasilleri olarak adlandırılır (Nagaraja, & Titgemeyer, 2006). Normal şartlar altında rumende fazla miktarda laktat bulunmamaktadır bu miktarın 40 mM miktarını geçmesi asidozis için bir belirti olarak düşünülebilir. Rumende bakteriler tarafından laktatın 2 formu oluşturulur bunlar D+ ve L formlarıdır. L formu glikozun kaslar tarafından yıkımından oluşturulmaktadır ve karaciğer ve kalp dokusu tarafından kolaylıkla metabolize edilebilir (Owens ve ark., 1998). D laktat ise genellikle rumende bulunur ve memeli dokuları tarafından oluşturulmaz. D formunda bulunan laktat, diğer uçucu yağ asitleri ile birlikte, rumen asidozunun oluşumunda rol almaktadır. Bununla birlikte asidoziste diğer bazı mikrobiyal ürünlerde ortaya çıkmaktadır. Bunlar etanol, metanol, histamin, tiramin ve enterotoksinlerdir (Slyter, 1976). Her ne kadar rumen pH'sının düşmesinden birincil olarak laktat sorumlu olarak gösterilse de kimi araştırmalarda rumen pH'sı laktat varlığı olmadan da 5'in altına düşmüştür. Bu durumda rumende bulunan laktat varlığının yanı sıra toplam uçucu yağ asidi miktarının da önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Britton, & Stock, 1989). Rumen asidozunda şekillenen basamaklar Şekil 6'da özetlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 6. Rumen asidozunun şekillenme basamakları (Hernandez, Benedito, Abuelo, & Castillo, 2014)

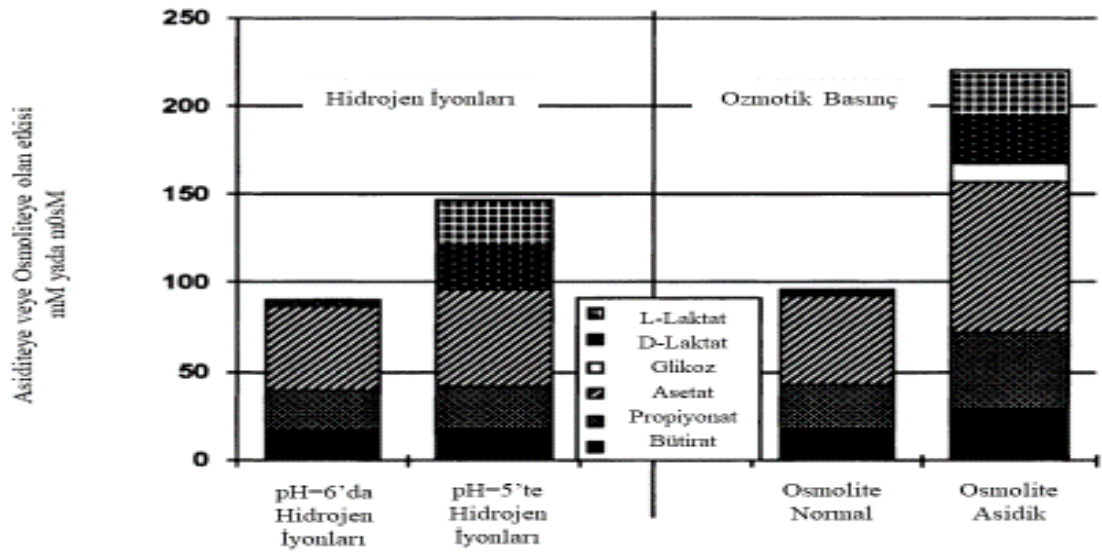
2.3.1.3. Rumen Asidozunun Ortadan Kaldırılmasında Rol Alan Fizyolojik Etkenler ve Bakteriler

Rumenin sağlığının ve pH'sının korunması burada oluşan laktik asit birikiminin bertaraf edilmesine bağlıdır. Laktik asit rumen fermantasyonun ve uçucu yağ asidi oluşumunun ara metabolitidir. Bu nedenle laktik asidi parçalayan bakteri miktarının artış göstermesi yüksek tahıllı diyetlerin kullanımında önemlidir (Counotte, & Prins, 1981; Huber, Cooley, Goetsch, & Das, 1976). Rumende laktik asidi yıkabilecek birçok bakteri bulunmaktadır ancak *Megaspora elsdenii* ve *S. ruminantum* bunlar içinde predominant olanlardır (Huber ve ark., 1976; Mackie, Gilchrist, Roberts, Hannah, & Schwartz, 1978). Yapılan araştırmalarda DL-laktatın %60-80'lik kısmının *Megasphaera elsdenii* tarafından fermente edildiği düşünülmektedir (Counotte, Prins, Janssen, & Debie, 1981). Bu denli yüksek fermentasyon yapabilmesinin nedeni ise aside karşı dayanıklı olmasına bağlanmaktadır (Therion, Kissedner, & Kornelius, 1982). *M.elsdenii* laktatı asetat, propiyonat, bütirat ve bir miktar kaproat ve valerata parçalamaktadır (Marounek, & Bartos, 1987). Laktatı sindirebilen bir diğer mikroorganizma ise *S. ruminantum lactilyticadır* ancak bu mikroorganizma gurubu laktat varlığında hızlı üreyememektedir (Therion ve ark., 1982).

Rumen pH'sı rumende bulunan bazların, asitlerin ve tamponlayıcıların bir sonucudur. Rumende bulunan en önemli tamponlayıcı amonyaktır. İkincil olarak ise bikarbonat ve fosfat sayılabilir (Owens ve ark., 1998).

2.3.1.4. Rumen Asidozunda Şekillenen Fizyolojik Değişiklikler ve Etkileri

Rumen pH'sı tamponlanamadığı zaman rumende ozmotik basınç asitlerin daha fazla iyonize oluşundan dolayı artar (Owens ve ark., 1998). Normal şartlar altında rumen duvarından uçucu yağ asitlerinin emilimi asitliğin dengelenmesinde rol alırken ozmotik basıncın değişiminden dolayı bu emilim azalır (Tabaru ve ark., 1990). Aynı zamanda düşük pH laktat dehidrogenaz enziminin aktivitesini artırır ve rumende bulunan pirüvat laktata dönüşmeye başlar (Russel, & Hino, 1985). Bu durum ise asidozisin daha da geri dönüşümsüz olarak şekillenmesini destekler. Şekil 7'de ozmotik basınç değişimi ve hidrojen iyonlarındaki artış özetlenmiştir.

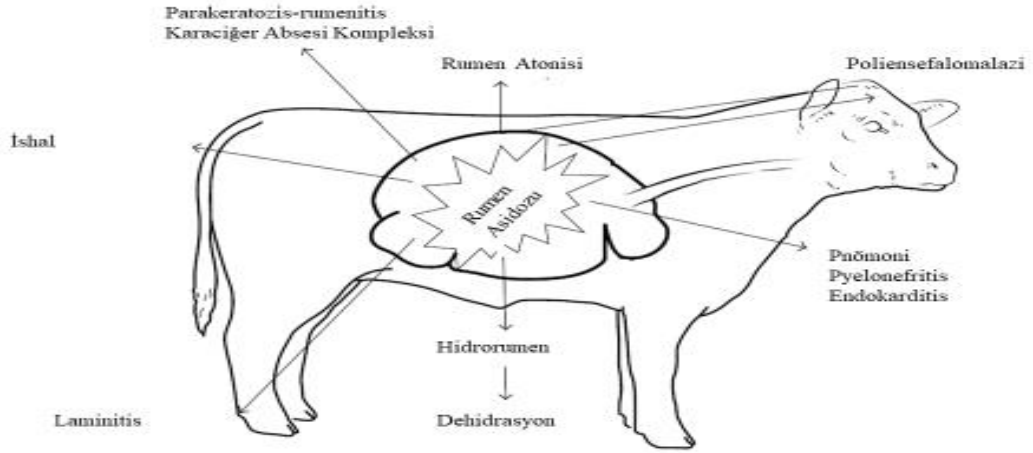


Şekil 7. Farklı organik bileşenlerin rumen asiditesine ve ozmotik basınca etkisi (Owens ve ark., 1998).

Yukarıda belirtilen değişikliklerin şekillenmesi ile sığırlarda klinik bulgular ortaya çıkmaya başlar. Asitliğin artmasından dolayı rumen epitel dokularında bulunan kimyasal reseptörler rumen motilitesinin azaltılmasına yönelik uyarıyı beyine iletir (Gonzalez, Manteca, Calsamiglia, Schwartzkopf-Genswein, & Ferret, 2012). Rumende artan ozmoliteye bağlı olarak damarlardan rumene doğru bir sıvı akışı şekillenir ve bu durum hidrorumenine neden olur. Oluşan hidrorumenin yan etkileri olarak sığırlarda dehidrasyon şekillenebilmektedir. Rumen sıvısının yapısının değişimi sığırlarda diyareye neden olmaktadır. Diyare sığırların fizyolojilerinde normal şekilde seyreden hidroelektrisel dengeyi bozmakta ve dışkının kokusunun, renginin, pH'sının ve yoğunluğunun değişimine neden olmaktadır (Hernandez ve ark., 2014). Rumen asidozu şekillendiğinde farklı vazoaktif bileşikler görev almaya başlar. Bunlar histamin, tiramin ve triptamindir. Bu bileşikler histidin, tirozin ve triptofanın dekarboksilasyonu sonucu ortaya çıkmakta ve hipomotiliteye neden olmaktadır (Hernandez ve ark., 2014). Bakteriye endotoksinlerin rumen motilitesini nasıl düşürdüğü kısmı ise henüz açıklığa kavuşmamıştır (Kleen, Pooijer, Rehage, & Noorduizen, 2003; Kleen, 2004). Düşen pH rumen duvarına da etki etmekte ve rumen epiteline zarar vermekte ve rumenitise ya da rumen dokularının parakeratoza uğramasına neden olmaktadır. Kimi durumlarda asidozis rumen duvarında mikroapselere neden olmakta ve bakterilerin rumen duvarı dışına çıkmasına olanak sağlamaktadır. Bu bakterilerden *Fusobacterium necrophorum* ve *Arcanobacterium*

pyogenes, karaciğer dokusuna yerleşip burada karaciğer apselerine neden olabilmektedir. Karaciğerden diğer dokulara da sıçrayan bu durum böbrek, kalp ve akciğerlerde de gözlemlenebilir ve parakeratoz-rumenitis karaciğer apse kompleksi olarak adlandırılmaktadır (Nagaraja, 2000; Norlund, Garred, & Oetzel, 1995). Asidozis aynı zamanda sinirsel semptomlara da neden olabilmektedir. Poliensefalomali asidozis esnasında gözlemlenebilen bir hastalıktır. Şekillenmesinde ise B₁ vitamini ya da tiamin yetersizliği rol oynamaktadır (Hernandez ve ark., 2014). Aynı zamanda gözlemlenebilen diğer sinirsel belirtiler D-laktat'ın serebrospinal sıvılarda birikiminden dolayı oluşabilmektedir (Abeysekara, Naylor, Wvassef, Issac, & Zello, 2007).

Asidozis aynı zamanda ayak hastalıklarına da neden olmaktadır. Rumen asidozisinde başlıca gözlemlenen ayak hastalığı laminitistir. Laminitisin histamin, LPS ve laktat varlığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Nocek, 1997; Kleen, 2004). Ancak son dönemlerde yapılan araştırmalarda asidozis esnasında kan LPS miktarında değişiklik saptanmamıştır (Gozho ve ark., 2017). Bu durum laminitis ile LPS arasındaki bağlantıyı sorgulanır hale getirmiştir (Hernandez ve ark., 2014). *Allisonella histaminiformans* genellikle alkali pH'larda artma eğilimindedir ancak düşük pH'larda da üremeye devam edebilmektedir. Bu bakteri daha çok histamin oluşumundan sorumludur. Yukarıda belirtilen veriler göz önünde bulundurulduğunda laminitisin sadece histamin artışında şekillenmediği aynı zamanda histamin yıkımının azalmasında buna neden olabileceği düşünülmektedir. Düşük pH'larda histaminin yıkımından sorumlu olan diamin oksidaz aktivitesi düşmektedir (Hernandez ve ark., 2014). Şekil 8'de asidoziste sığırlarda görülebilecek klinik tablo özetlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 8. Asidoziste sığırlarda görülebilecek klinik tablo (Hernandez ve ark., 2014)

2.3.1.5. Asidozisten Kaçınma Yöntemleri

Asidozisten kaçınmak için başlıca 3 yol vardır. Bunlar rasyonların doğru bir şekilde formüle edilmesi ve yönetilmesi, rumen pH'sının kontrol altında tutulması ve rumen fermantasyonunun kontrolüdür.

Doğru rasyon formülasyonu ve yemlik yönetimi rasyonlardaki selüloz miktarının artırılmasını ve doğru partikül boyutunda rasyonların sunulmasını içermektedir. Bilindiği üzere rumen pH'sının kontrolünde tükürüğün önemli bir rolü vardır. Tükürük salgısı ise en çok geviş getirme esnasında salgılanmaktadır. Geviş getirme süt sığırlarının fizyolojileri için gerekli ve partikül büyüklüğü ile kontrol edilen bir mekanizmadır. Rasyonların yeterli miktarda kaba yem içermesi geviş getirme için yeterli olmayacaktır. Kaba yemin varlığı kadar partikül büyüklüğü de önem taşımaktadır. Toplam karma rasyon için önerilen partikül büyüklükleri Tablo 8'de paylaşılmıştır. Partikül büyüklüğünün yanında süt sığırlarına sunulan rasyonun tahıl yapısının özenle seçilmesi hızla fermente olan tahıl kaynaklarının dikkatlice kullanılması gerekmektedir. Son dönemlerde rumende hızlı yıkımlanabilen tahıl kaynaklarının daha güvenli bir şekilde kullanılmasına olanak sağlayan katkıların kullanımı artmıştır. Bu katkıları sayesinde rumen pH'sı daha stabil bir şekilde tutulabilmektedir.

Tablo 8. Toplam karma rasyonun parçacık büyüklüğü dağımı (Heinrichs, & Jones, 2016)

Elek	Delik Çapı (mm)	Partikül Büyüklüğü (mm)	Mısır Silajı	Haylaj	TMR
Üst Elek	19	> 19	3 - 8	10 - 20	2 - 8
Orta Elek	8	8 - 19	45 - 65	45 - 75	30 - 50
Alt Elek	4	16 - 8	20 - 30	30 - 40	10 - 20
Alt Tabla		< 16	< 10	< 10	30 - 40

TMR: Toplam Karma Rasyon

Uygulanacak rasyonların dikkatlice seçiminden sonra rumeni tamponlayabilecek katkıların kullanımı da süt sığırlarının asidozise yakalanmamasına yardımcı olabilmektedir. Bu ajanlar genellikle tamponlayıcılar ve alkalize ediciler olarak sınıflandırılmaktadır. Tamponlayıcılar olarak genellikle kullanılan sodyum bikarbonat ve potasyum bikarbonattır. Alkalize edici ajanlar olarak da sodyum karbonat, potasyum karbonat ve magnezyum oksit çoğunlukla kullanılmaktadır. Bu tamponlayıcıların rumen pH'sı üzerine direkt etkileri mevcuttur. Etkilerini rumendeki H⁺ tutulumu ve rumen sıvısının tamponlama kapasitesini artırarak göstermektedirler (Hernandez ve ark., 2014).

Malik asitte rumen asidozundan kaçınmak için kullanılacak yöntemler arasındadır. Genel çalışma mekanizması laktik asit tüketimini arttırmak ve rumende bulunan laktat miktarının azaltılmasıdır (Castillo ve ark., 2008). Malik asit denemelerinin bir kısmında kan tamponlamasının değişimi ve rumen pH'sının düşüşü gözlemlenmiştir (Martin, & Streeter, 1995). Organik asitler haricinde kullanılacak diğer çözümler ise bitkisel ekstraktlar ve probiyotiklerdir. Bitkisel ekstraktlar üzerine çalışmalar hala devam etmekle birlikte doğru seçim ve kombinasyon sayesinde rumen mikrobiyal fermentasyonu manüple edilebilmektedir (Hernandez ve ark., 2014). Probiyotiklerle ilgili genellikle maya ve mantarlara odaklanılmıştır. Bunların genel etkileri rumende bulunan protozoaların artması suretiyle rumen motilitesini arttırmaktır (Desnoyers, Giger-Reverdin, Bertin, Duvaux-Ponter, & Sauvant, 2009). Mayaların gözlemlenen etkileri rumen pH'sı, uçucu yağ asidi miktarı ve toplam sindirilebilirliğin artışı ve laktik asit miktarının düşürülmesi olarak özetlenebilir (Desnoyers ve ark., 2009). Mantarlar ise yine mayalara benzer etkilere sahiptir. Ruminal fermentasyonu normalleştirip, ruminal bakteri aktivitesini arttırırken, laktik asit üretimini azaltmaktadır (Campbell, 2010; Desnoyers ve ark., 2009; McDaniel, 2009; Seo ve ark., 2010).

Bakteriler aynı zamanda direkt olarak süt sığırlarına verilebilmektedir. Bu konsept bağırsaklardaki faydalı bakteri miktarının artırılması ve rumen fermantasyonunun modifiye edilmesini hedeflemektedir (McDaniel, 2009). Genellikle yaklaşım *M. elsdenii* miktarını ya da *S. ruminantium* miktarının arttırılmaya çalışılmasıdır. Bu bakteriler laktatı tüketen bakterilerdir ve bu sayede rumen asidozu riski azaltılmış olur (Hernandez ve ark., 2014). *M. elsdenii* laktat birikimini azaltarak rumende şekillenen şiddetli pH düşüşlerine engel olabilmektedir (Campbell, 2010; Seo ve ark., 2010).

2.3.2. Süt Sığırlarında Ketozis

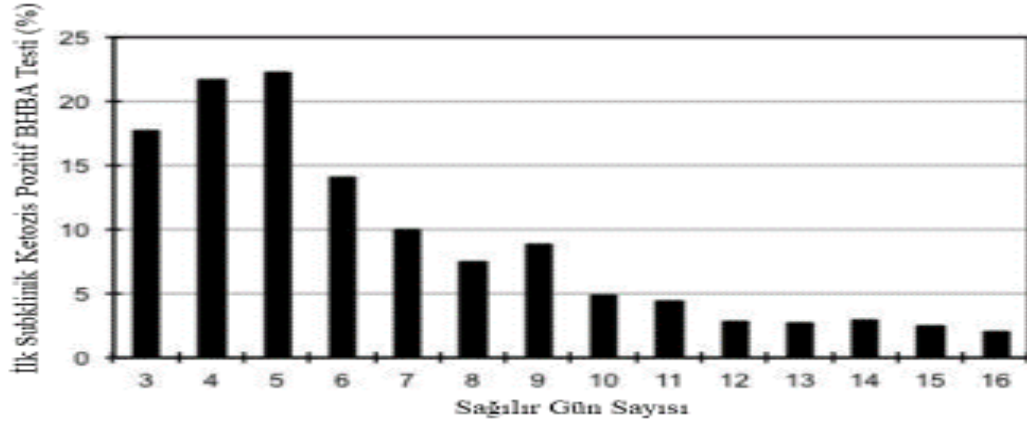
2.3.2.1. Ketozis'in Tanımı, Sınıflandırılması ve İnsidansı

Ketozis kanda yüksek miktarda keton cisimciklerinin (B-hidroksibütirat, asetoasetat ve aseton) bulunması ile karakterize olan metabolik bir hastalıktır. Ketozisin kaynağı endojen ya da eksojen olabilmektedir. Ketozisin nedeni hakkında günümüzde en önde olan teori buzağılama döneminde oluşan negatif enerji dengesinin sonucunda uzun zincirli yağ asitlerinin adipoz dokudan mobilize olması ve bu yağ asitlerinin karaciğerde keton cisimciklerine okside olması olarak tanımlanmaktadır (Zhang, & Ametaj, 2020). Ketozis 2 farklı yaklaşım ile tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımlardan ilki ketozisin klinik ve subklinik olmak üzere ikiye ayrılmasıdır. Kandaki β -hidroksibütirik asit (BHBA) miktarı 1,2-1,4 mmol/L'nin üstünde olduğu durumlar subklinik ketozis olarak adlandırılmakta ve bu miktar 3 mmol/L üzerine çıktığında klinik ketozis olarak tanı konmaktadır (Du_eld, 2000; Oetzel, 2007; Suthar, Canelas-Raposo, Deniz, & Heuwieser, 2013). Ketozisin subklinik formunda henüz bir ketozis belirtisine rastlanmazken, klinik formunda hiperketonemi, hipoglisemi, iştah düşüşü, canlı ağırlık kaybı, süt veriminde düşüş ve katı dışkı gözlemlenebilmektedir.

İkinci yaklaşımda ise ketozis 3 şekilde incelenmektedir. Bunlar tip I, tip II ve bütirik asit tüketimine bağlı ketozis olarak adlandırılmaktadır (Herdt, 2000; Holtenius, & Holtenius, 1996; Oetzel, 2007). Tip I ketozis genellikle süt veriminin pike yükseldiği 3-6 haftalar arasında gözlemlenmektedir. Genellikle hipoinsülinemi şekillendiğinde görünmektedir (Holtenius, & Holtenius, 1996). Tip II ketozis ise doğumdan hemen sonra görülmekte ve yağlı karaciğer sendromu ile birlikte

seyretmektedir. Tip II ketoziste hem kan glikozu hem de kan insülin miktarı yüksektir ancak bu tip ketoziste insülin direnci de gözlemlenebilmektedir (Holtenius, & Holtenius, 1996; Oetzel, 2007). Genellikle obez hayvanlarda tip II ketozis gözlemlenmektedir (Oetzel, 2007). Bütirik asit tüketimine bağlı ketozis ise genellikle bütirik asitçe zengin hale gelmiş bozulan silajların fazla miktarda verilmesiyle ortaya çıkmaktadır (Zhang, & Ametaj, 2020).

Yapılan araştırmalar erken laktasyon döneminde olan süt sığırları sürülerinin %40-60'ında subklinik ketozise rastlandığını göstermektedir (Duffield ve ark., 1998; Emery, Burg, Brown, & Blank, 1964; Simensen, Halse, Gillund, & Lutnaes, 1990). Başka araştırmalar da subklinik ketozisin insidansının 5. günde en yüksek seviyeye çıktığını göstermiştir (McArt, Nydan, & Oetzel, 2012). Subklinik ketozis insidansının günlere göre dağılımı Şekil 9'da paylaşılmıştır. Genellikle subklinik ketozisin insidansı prevalansının 2,2 katı olarak kabul edilmektedir (Duffield ve ark., 1998; Oetzel, 2004).



Şekil 9. Ketozis ve sağılır gün sayısı ilişkisi (Oetzel, 2013)

2.3.2.2. Ketozisin Ekonomik Kaybı

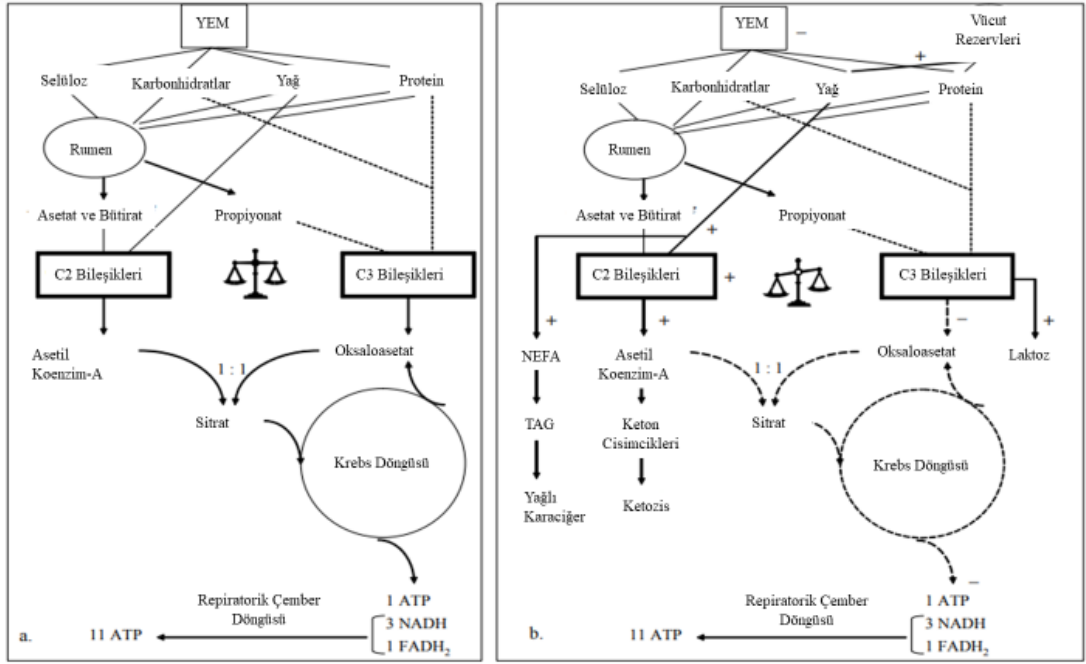
Ketozisin süt sığırlarında gözlemlenen en büyük etkilerinden biri süt verimidir. Dohoo ve Martin, (1984) ketotik ve ketotik olmayan süt sığırlarının verimleri arasında %4,4-6,6 arasında kayıplar olduğunu göstermiştir. Bir başka araştırmada Ospina, Nydam, Stokol, & Overton, (2010) kan BHBA miktarı alt sınırını 1mmol/L ve laktasyon sayısını 2 üstü olarak almış ve yaşanan verim kayıplarının %7 civarında olduğunu belirtmişlerdir. McArt, Nydam, & Oetzel, (2012) yaptıkları araştırmada, 1,2 mmol/L'nin üzerindeki BHBA seviyelerinde, BHBA miktarındaki her bir 0,1

mmol/L'lik artışın ilk 30 gündeki süt verimine günlük 0,5 kg kadar kayıp olarak yansıtıldığını tespit etmişlerdir (McArt ve ark., 2012).

Ketozis aynı zamanda süt sığırlarının sürü dışı kalmalarına da neden olmaktadır. Sağımın ilk 30 gününde subklinik ketozise yakalanan süt sığırlarının yakalanmayanlara kıyasla sürü dışı bırakılma oranı 3 kat daha fazladır (McArt ve ark., 2012). Abomasum deplasmanı süt sığırlarının sürü dışı kalmalarındaki önemli faktörlerden biridir. Subklinik ketozise yakalanan süt sığırları 19,3 kat daha fazla abomasum deplasmanı yaşamaktadır (Oetzel, 2013). Ketozis tüm bu ekonomik kayıpların yanı sıra sürünün döl verimini olumsuz yönde etkileyerek çiftliklerin ekonomik kaybını daha da yukarı taşımaktadır. Yapılan araştırmalarda ketozisin metritis ve döl verimini olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmıştır (Duffield, Lissemore, McBride, & Leslie, 2009; Ospina, Nydam, Stokol, & Overton, 2010; Walsh ve ark., 2007).

2.3.2.3. Süt Sığırlarında Enerji Metabolizması

Süt sığırlarını tek midelilerden ayıran en büyük özellik glikoz ihtiyacının direkt olarak karşılanmak yerine uçucu yağ asitlerinden karşılanmasıdır. Bu sayede süt sığırları tek midelilerin sindiremeyeceği kaynaklardan bile enerji elde edebilmektedir. Glikoz kuşkusuz ki tüm organların ihtiyaç duyduğu enerji kaynağıdır. İşte bu enerji kaynağının şekillendirilmesinde birden çok mekanizma çalışmaktadır. Uçucu yağlardan glikoz elde edilmesi işlemi karaciğerde gerçekleşmektedir. Uçucu yağ asitleri lipojenik ve glikojenik olarak 2 kısımda incelenmektedir. Lipojenik olanlar iki karbonlu olup asetik asit ve bütirik asit bunlara örnek olarak verebilmektedir. Üç karbonlu olan yağ asitleri ise glikojenik olarak adlandırılır ve propiyonik asit buna örnek olarak verilebilir. Enerji dengesinde bir sorun oluşmadığında oksidasyonun son aşamasında iki karbonlulardan Asetil KoA oluşturulurken, 3 karbonlulardan oksaloasetat oluşturulur. Bu iki form sitrat'ın önemli parçalarıdır. Daha sonra sitrat Krebs döngüsüne katılarak ATP oluşumunu sağlar. Bu döngünün sorunsuz bir şekilde çalışması Asetil KoA'nın ve oksaloasetat miktarları arasındaki dengeye bağlıdır (Van Kneusel, 2007). Şekil 10'da normal enerji dengesinde ve negatif enerji dengesinde şekillenen döngüler gösterilmiştir (Webster, 1993).



Şekil 10. Sağmal dönemde olmayan (a) ve negatif enerji dengesinde bulunan (b) süt sığırlarının enerji metabolizmaları (Webster, 1993)

2.3.2.4. Ketozisin Oluşma Nedeni ve Enerji Metabolizmasına Etkisi

Ketozisin kaynaklanmasının birincil nedeni erken laktasyonda süt sığırlarının içinde bulunduğu negatif enerjidir. Negatif enerji dengesi ise süt sığırlarının yaşama ve verim payının rasyonlar tarafından karşılanamaması olarak tanımlanabilir. Süt sığırlarının glikoz ihtiyacı doğumla birlikte ciddi oranda artmakta ancak kuru madde tüketimi bu ihtiyaç artışını destekleyememektedir. İleri gebelikte ihtiyaç duyulan günlük glikoz miktarı 1 kg/gün civarındadır ancak doğum ile bu rakam 2,5 kg/gün seviyelerine ulaşmaktadır (Reynold, Aikman, Lupoli, Humphries, & Beever, 2003). Glikoz ihtiyacının şiddetli şekilde artmasının nedeni süt verimidir. Sütte bulunan laktöz glikoz tarafından sentezlenmektedir. Sütün üretimi için gerekli olan glikoz rasyonlardan sağlanamaz ise vücut yağları yıkımlanmaya başlamaktadır (Bruss, 2008). Bu durum erken laktasyonda oluşan negatif enerji dengesini şiddetlendirmektedir.

Negatif enerji dengesi şekillendiğinde kan glikoz seviyesi, insülin seviyesi ve insülin benzeri büyüme hormonu seviyesi düşerken kan BHBA ve NEFA seviyesinde artış gözlemlenmektedir. Normal şartlar altında pozitif enerji dengesinde olan bir süt sığırının kanında bulunan NEFA miktarı 0,2 mM'den düşüktür (Drackley, 2000). Kan

NEFA değeri doğum öncesi yükselmekte ve doğum ile birlikte en yüksek seviyesine ulaşmaktadır. Doğum ile tekrar düşüşe geçen NEFA seviyesinin 0,7 mM değerinin üzerinde olması şiddetli negatif enerji dengesinin göstergesi olarak belirtilmektedir (Drackley, 2000). Overton (2001), kan NEFA seviyesinin yakın kuru dönemindeki kuru madde tüketimi ve rasyonu ile ilgili değerlendirmelerde kullanılabileceğini belirtmiştir.

NEFA vücut yağlarının mobilize edilmeye başlaması ile oluşmaktadır. Mobilize edilen bu yağların enerjiye dönüşümü ise karaciğerde şekillenmektedir. Karaciğere gelen NEFA'lar 2 karbonlu birleşikler gibi hareket etmektedir. Bunlardan enerji elde edilmesi için yine oksaloasetata ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bu dönemde oksaloasetatın yeterli miktarda bulunması oldukça zordur çünkü süt sığırlarının erken laktasyon döneminde özellikle ilk 6 haftalık dönemde kuru madde tüketimi oldukça sınırlıdır. Bu nedenle yetersiz oksaloasetat varlığında NEFA'lar Asetil KoA'ya kadar okside olabilmekte ancak döngünün devamı sağlanamamaktadır. Döngünün devamının sağlanamaması Asetil KoA birikimine neden olur ve biriken Asetil KoA'lar keton cisimciklerine çevrilir. NEFA'ların karnitin açıl transferaz tarafından mitokondriye alınamayan kısmı trigliserit (TG) olarak depolanır. Sitozolda depolanan TG'ler daha sonra enerji kullanılmak amacıyla okside edilebilir ya da çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL) olarak uzaklaştırılabilir (Allen, & Piantoni, 2013). Ancak sığırların VLDL üretme kapasiteleri oldukça sınırlıdır ve biriken TG'ler zamanla karşımıza yağlı karaciğer sendromu olarak çıkmaktadır (Grummer, 1995).

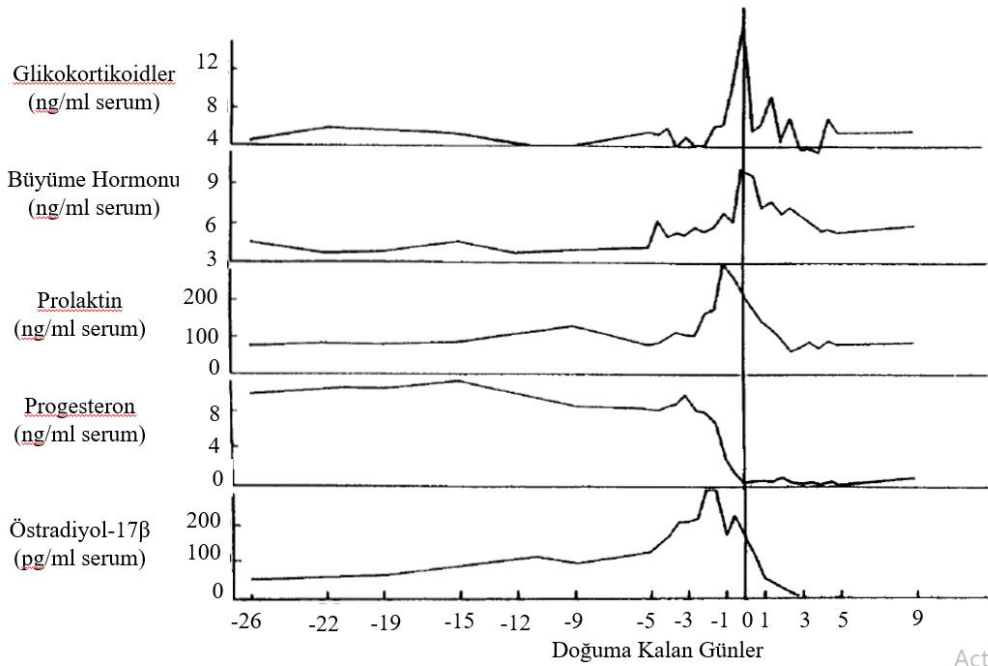
2.3.2.5. Kanda Bulunan NEFA Miktarını Arttıran Endokrin Değişiklikler

Yağ dokularının mobilizasyonu düzenleyen kandaki insülin-glukagon oranıdır (Bell, 1995; Bell, & Bauman, 1997). Glikoz genellikle 2 şekilde hücre içine geçmektedir. Bunlar birlikte taşınma ve kolaylaştırılmış difüzyondur. Birlikte taşınma genellikle sodyuma bağlı glikoz taşıyıcıları tarafından gerçekleştirilir. Hücre içi ve hücre dışı sodyum yoğunluğu farkı kullanılarak taşıma işlemi gerçekleştirilir. Genellikle böbreklerdeki tübüler hücrelerde ve ince bağırsaklardaki epitel hücrelerinde bu taşıyıcılar bulunmaktadır (Zhao, & Keating, 2007). Ancak birçok hücre kolaylaştırılmış difüzyon ile glikozu hücre içine alır. Kolaylaştırılmış difüzyonda ise önemli olan glikoz transfer (GLUT) molekülleridir. Bu transport şekli

genellikle hücre içi ve dışı glikoz miktarının değişiminden tetiklenmektedir (Sasaki, 2002; Zhao, & Keating, 2007). GLUT'ların 13 farklı izoformu vardır. Bunlardan GLUT1 tüm hücrelerde bazal glikoz alımını kontrol eder. GLUT4 ise insülin ile stimüle olan ve iskelet, kalp ve yağ dokuda glikoz alımını kontrol eden tek GLUT'tur (Zhao, & Keating, 2007).

Gebeliğin son döneminde kas ve yağ dokularında insülin direnci şekillenmektedir. İnsüline karşı olan bu değişimin östradiol ve progesteron hormonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Bell, 1995). Gebeliğin son döneminde şekillenen hormonal değişimler Şekil 11'de sunulmuştur (Tucker, 1985). Green, Brink, Bauer, & Wester, (1992) yaptıkları araştırmada koyunlara uygulanan östradiyolün adipoz lipogenezi ve yağ asidi esterifikasyonunun invitro kapasitesini düşürdüğünü gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar prolaktin hormonunun doğum öncesi dönemde yağ dokuda glikoz taşınımını azalttığını bildirmişlerdir. Aynı etkinin plasental laktojen içinde geçerli olduğu düşünülmektedir. Progesteron ve kortizol hormonlarının etkisi ise prolaktinden bir kısım farklılık göstermektedir. Bu hormonların varlığında glikoz taşınımını yine azaltılmaktadır ancak yağ dokunun insülin bağlama kapasitesi artmaktadır (Ryan, & Enns, 1988). Gebeliğin son döneminde artan bir başka hormon olan büyüme hormonu ve tiroksin ise perifer dokuların besin maddesi sindirimini ve insüline olan duyarlılıklarını değiştirmektedir (Fickova, Zorad, & Macho, 1997; Smith, Elmen, Dorf, David, & Turisky, 1997). Büyüme hormonu uygulanan bir araştırmada büyüme hormonunun uygulanmasının GLUT4 miktarında %48 oranında düşüşe neden olduğu tespit edilmiş olup, benzer etkiler tiroksin için de geçerlidir (Fickova ve ark., 1997; Smith ve ark., 1997).

Gebeliğin son döneminde buzağının ihtiyaç duyduğu enerji miktarı artmaktadır. Koyunlarda üretilen glikozun %42-50'si fetus tarafından kullanılmaktadır (Prior, & Christenson, 1978). Bu açıdan bakılacak olursa gebeliğin son döneminde şekillenen bu değişimlerin nedenleri ortaya çıkmaktadır. Ancak bu durum süt sığırlarının süt verimine başlamasıyla ketozis için hazırlayıcı bir durum haline gelmektedir.



Şekil 11. Doğum öncesi ve doğum sonrası hormonların değişimi (Tucker, 1985)

Activate W

2.3.2.6. Ketozisten Korunma Yolları

Ketozis özellikle erken laktasyon döneminde gözlemlenen bir beslenme hastalığıdır. Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi negatif enerji dengesi bu hastalığa neden olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında negatif enerji dengesinin azaltılması sağlayacak her yöntem ketozisten korunmaya yardımcı olacaktır.

Kuru madde tüketiminin özellikle ilk 3 hafta içinde en yüksek seviyeye çıkartılması ketozisten korunmak için oldukça önemlidir. Bu nedenle bu dönemde yemlik skorlamasının önemi büyüktür. Yemlikler yakından takip edilmeli ve süt sığırlarının önleri hiçbir zaman boş bırakılmamalıdır. Bunun haricinde sürü yoğunluğu da bu dönemde önem taşımaktadır. Sürü içinde hiyerarşiye izin vermemek ve hayvan refahını bu anlamda yüksek tutmak süt sığırları için oldukça önemlidir.

Birinci laktasyondaki süt sığırlarının çoklu doğum yapmış süt sığırlarından bu dönemde ayrılması gerekmektedir. Yem tüketiminin yanı sıra önemli bir diğer faktör ise hayvan refahıdır. Bu dönemde süt sığırlarının yatabileceği yeterli bir alan bulunması ve yataklıkların ölçülerinin yatılabilecek düzeyde olması stres seviyesini düşürerek süt sığırlarının daha şiddetli negatif enerji dengesine girmesine engel olur.

Bağışıklık sisteminin bu dönemde kuvvetli tutulması daha şiddetli ketozis vakalarının yaşanmasına engel olmaktadır. Enflamasyonlar bağışıklık sistemini tetikleyeceği için glikoz kullanımını arttıracaktır. Bu dönemde süt sığırlarının vücutlarında yeterli miktarda glikoz bulunmadığı için bağışıklık sisteminin uyarılması ve buna bağlı glikoz tüketiminin artırılması, süt sığırlarının daha şiddetli bir negatif enerji dengesini yaşamasına neden olabilir.

Bu dönemde uygulanacak olan rasyonlar mümkün olduğunca glikojenik olarak şekillendirilmelidir. Bu tür rasyonlar uygulanırken asidozis riski her zaman göz önünde bulundurulmalı ve asidozise karşı önlemler mutlaka alınmalıdır.

Süt sığırlarının vücut kondisyon skorları kuru döneme girmeden önce yakından incelenmeli ve şişman olan süt sığırları geç laktasyon döneminde zayıflatılmaya çalışılmalıdır.

2.3.3. Süt Sığırlarında Hipokalsemi

2.3.3.1. Kalsiyumun Görevleri ve Kontrol Mekanizması

Kalsiyum makromineraler arasında yer alan bir besin maddesidir. Vücut için önemli rolleri olan kalsiyum kasların kasılmasında, sinirlerin iletilmesinde, kemik mineralizasyonunda, ikincil mesajcı olarak hücre sinyalizasyonunda ve hücre içi-dışı sıvıların regülasyonunda görev almaktadır (Wilkens, Corwin, Hernandez, Jessica, & McArt, 2020). Tüm bu görevleri göz önüne aldığımızda kalsiyumun aşırı kaybının ölüm ile sonuçlanabileceğini söyleyebiliriz. Vücutta kalsiyum dengesi kalsitonin, parathormon ve $1,25 (OH)_2 D_3$ ile kontrol altında tutulmaktadır. Normal şartlar altında erişkin bir süt sığırında kan Ca seviyesi 2,0-2,5 mmol/L (8-10 mg/L) civarındadır. Kalsiyum aynı zamanda sütte de bulunmaktadır. Süt verimi için 50 g'dan daha fazla kalsiyuma ihtiyaç duyulmaktadır. Bu rakam fetusun gelişimi için 15 g/gün kadardır (DeGaris, & Ian, 2008).

2.3.3.2. Hipokalseminin Tanımı ve Hipokalsemide Gözlemlenen Fizyolojik Tepkiler

Hipokalsemi süt sığırlarının laktasyon dönemine geçişi ile gözlemlenen bir metabolizma hastalığıdır. Kandaki Ca seviyesinin 2 mmol/L altına düşmesi subklinik hipokalsemi, 1,4 mmol/L altına düşmesi ise klinik hipokalsemi olarak adlandırılmaktadır (DeGaris, & Ian, 2008). Kandaki kalsiyum seviyesi doğumu takip eden 12-24 saat arasında en düşük seviyededir. Düverlerin neredeyse %25'inde, yetişkin ineklerin ise %50'sinde kan kalsiyum seviyesi 2mmol/L'nin altına düşmüştür. Bir araştırmanın sonuçlarına göre iyi bir anyonik besleme ya da hipokalsemiden kaçınmayı hedefleyen bir besleme yöntemi ile bu rakamlar yarı yarıya indirilebilmekte ve hatta klinik hipokalsemi sayısı %1'in altına düşürülebilmektedir (Goff, 2007).

Kandaki kalsiyum miktarının düşüşü sonucu metabolizma bu düşüşü dengelemeye çalışacaktır. Bu dengeleme genellikle kalsiyum emiliminin artışı ya da kemiklerden kalsiyum mobilizasyonu ile sağlanmaktadır. Memeliler genellikle kalsiyumu dengelemek için kemiklerden mobilizasyona başlamaktadır. Bu durum süt sığırları içinde geçerlidir. Kalsiyum miktarının düşük olduğu dönemlerde iskelet sisteminde bulunun kalsiyumun %9-13'sini mobilize eder ancak sonraki dönemlerde bu kayıp yerine konmaktadır (Ellenberger, Newlander, & Jones, 1932). Plazma Ca seviyesinin 10 mg/dl'nin altına düşmeye başlamasıyla paratiroid bezlerden paratiroid hormonu (PTH) salınmaya başlar (Horst, Goff, & Reinhardt, 1997). Paratiroid hormon peptit yapıya sahip bir hormondur ve hedef olan hücrelerin yüzeylerine bağlanmaktadır. PTH'nin hedef aldığı hücreler osteoblast, osteosit ve renal tübül epitelleridir. PTH salgılanması hızla renal tübüllerden Ca geri emilimini başlatır. Ancak idrar ile atılan Ca seviyesi çok düşüktür. Bu nedenle şiddetli hipokalsemilerde yeterli olmamaktadır. Ca konsantrasyonu düşük devam ettikçe PTH salgılanmaya devam eder ve kemik yüzeylerindeki osteoblastlardaki reseptörlere bağlanır. Bu bağlanma sonucu G-proteinleri ve adenilat siklaz'ı uyarır ve siklik AMP (cAMP) salgılanır. CAMP, hedef hücrelerin sitozolünde ikincil haberci görevi görür ve böbreklerden vitamin D'nin en aktif formu olan 1,25(OH)₂ D₃ salgılanmasını sağlar (Goff, 2007). Vitamin D metabolitlerinin hiperkalsemik etkileri vardır. Bağırsaklardan

Ca emilimini arttırırken (Goff, Horst, Beitz, & Littledike, 1988) muhtemelen kemiklerden Ca mobilizasyonunu da arttırmaktadır (Littledike, & Horst, 1982).

2.3.3.3. Hipokalsemiyi Tetikleyen Diğer Etkenler

Hipokalsemiyi, yaş, hipomagnezemi, diyetin kalsiyum ve fosfor (P) miktarı ve metabolik alkaloz etkileyebilmektedir (Seifi, & Kia, 2017). Yapılan araştırmalar süt sığırlarının laktasyon sayısı arttıkça hipokalsemiye olan eğilimlerinin arttığını göstermiştir. Bu durum yaşlanan ineklerin bağırsaklarında bulunan ve vitamin D'ye duyarlı olan reseptörlerin ve PTH hormonunun etki ettiği reseptörlerin azalması ile açıklanmıştır (Hanai ve ark., 1990; Horst, Goff, & Reinhardt, 1990).

Normal şartlar altında süt sığırlarının kan magnezyum (Mg) seviyesi 0,75-1,0 mmol/L' civarındadır. Bu değerin düşmesiyle ortaya çıkan hipomagnezemi, reseptörlerin PTH'a hassasiyetini ve PTH sekresyonunu azaltarak hipokalsemiye yol açar (Littledike, Stuedmann, Wilkinson, & Horst, 1983; Rude, 1998).

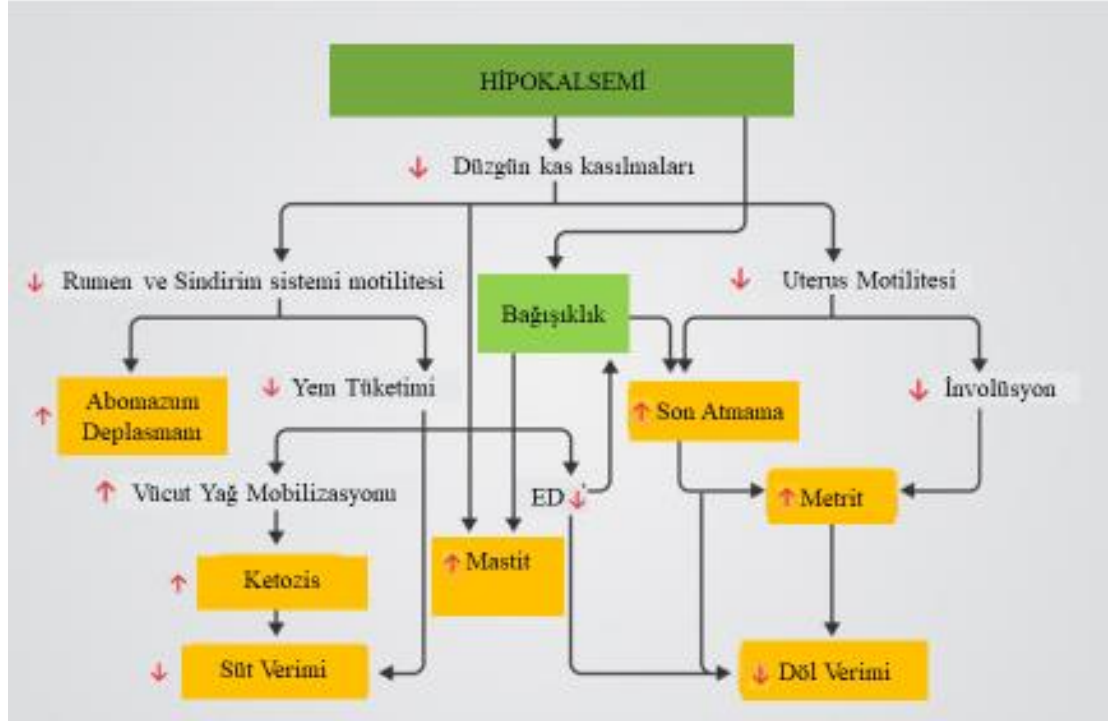
Metabolik alkaloz, diyetle katyonların (potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum) anyonlardan (klor, sülfat, fosfat) daha fazla olmasından kaynaklanır. Metabolik alkaloz durumunda PTH reseptörlerinin yapısı değişime uğrar ve PTH'a hassasiyetleri azalır (Goff, 2007).

Kuru dönemde fosfor miktarının uygulanan rasyonlarda fazla (%0,5'in üstünde) olması serum inorganik fosfor miktarını arttırmaktadır. Bu artan miktar D vitamininin aktif formu olan $1,25(\text{OH})_2 \text{D}_3$ 'i katalize eden 1α -hidroksilaz enzimini inhibe etmektedir (Grünberg, 2014; Jorgensen, 1974; Reinhardt, & Conrad, 1980) Hipokalsemiye neden olmasının başka bir nedeni ise fazla miktarda bulunan inorganik fosfatın bağırsaklardan Mg emilimini baskılamasıdır (Goff, 2004; Schnewille, Klooster, & Beynen, 1994).

2.3.3.4. Hipokalseminin Hayvan Sağlığına Olan Etkileri

Kalsiyum vücut için önemli bir makromineraldir ve yukarıda söz edildiği gibi birçok vücut fonksiyonunun yerine getirilmesinde görev alır. Kalsiyum kasların kasılmasında görev aldığı için eksikliğinde kas kasılmaları şekillenemez ve buna bağlı birçok sağlık sorunu oluşmaya başlar. Bunlardan ilk göze çarpan hayvanların yatalak

kalmasıdır. Diğer etkileri her ne kadar bu denli göze çarpmasa da ekonomik anlamda sürünün karlılığını ve performansını oldukça şiddetli şekilde etkiler. Hipokalsemi kuru madde tüketimi düşüklüğüne, mastitise, metritise, retensiyo sekundinaruma, ketozis ve abomazum deplasmanına neden olabilmektedir (Seifi, & Kia, 2017). Şekil 12’de hipokalseminin sürü sağlığına etkileri özetlenmeye çalışılmıştır (Howard, & Smith, 1999).



Şekil 12. Hipokalseminin sürü sağlığı üzerine etkileri (Howard, & Smith, 1999).
ED: Enerji Dengesi

2.3.3.5. Hipokalsemiden Korunma Yolları

Hipokalsemiden korunma yollarını genel olarak ikiye ayırabiliriz. Bunlardan ilki yakın kuru dönemde kullanılacak olan rasyonların Ca seviyesinin kısıtlandırılmasıdır. Bu dönemde uygulanacak olan rasyonların Ca seviyesi %0,45-0,55 aralığında olması istenmektedir. Başka bir yaklaşımla emilebilir Ca miktarının 20 g/günün altında olması gerekmektedir. Ca seviyelerinin bu civarda tutulması Ca emilimini yüksek düzeyde tutacak ve böylelikle doğum ile ihtiyaç duyulan Ca süt sığırı tarafından karşılanabilecektir (Goff, 2007). Bir diğer yöntem genellikle Ca sınırlamasının yapılamadığı durumlarda önlem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu önlem rasyonların Rasyon Katyon Anyon Dengesi (DCAD) değerlerinin eksi

değerlere çekilmesidir. DCAD'nın negatif seviyesi vücutta hafif bir metabolik asidoz tablosunu oluşturacak böylelikle PTH uyarılacaktır. Ancak unutulmamalıdır ki DCAD'in hesaplanmasında Ca, Mg ve P eşitliğe dahil edilmemektedir. Ancak bu minerallerde kan pH'sı üzerine etkilidir. Bu nedenle bu mineralleri önerilen seviyelerde Mg (%0,35–0,40) ve P (%0,4) tutmak hipokalsemiden korunmakta faydalı olacaktır (Goff, 2007). Aynı zamanda fosforun 80 g/günden fazla verilmesi böbreklerde 1,25 (OH)₂ D₃ üretimini engelleyecektir (Barton, 1978; Kichura, Horst, Beitz, & Littledike, 1982). DCAD'in formülü aşağıda paylaşılmıştır.

$$\text{MEq/100 g KM} = (\% \text{Na}/0,0230 + \% \text{K}/0,0390) - (\% \text{Cl}/0,0355 + \% \text{S}/0,0160)$$

(Ender, Dishington, & Helgebostad, 1971)

Yapılan araştırmalar DCAD'in -100-150 mEq/kg civarında tutulmasının hipokalsemiyi engellediğini belirtmiştir. Bunun nedeni süt sığırlarının zamanla vücutta oluşan asitliği kemiklerden Ca mobilize ederek bertaraf etmektedir (Goff, 2007). Rasyonlar anyonize edildiğinde idrar pH'sının düzenli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Hipokalsemiden korunabilmek için ideal idrar pH'sı 6,2-6,8 aralığında olmalıdır. Bu değerlerin çok altına inilmesi böbreklere zarar verebilmektedir. İdrar pH'sına rasyon değişiminden sonra 48 saat içinde bakılabilir (Goff, 2007). Anyonik tuzların kullanımı genellikle son 3 haftadır. Ancak kimi işletmeler bütün kuru dönem boyunca anyonik tuzları kullanabilmektedir. Böyle bir durumda hedeflenen idrar pH'sının üzerine 0,5 eklenmelidir (Goff, 2007).

Kalsiyumun sınırlanamadığı durumlarda uygulanabilecek başka bir yöntem rasyonlara zeolit eklenmesidir. Ancak zeolit Ca harici P'un da emilimini olumsuz yönde etkilediği için pratikte uygulanması çok tercih edilmemektedir (Katsoulos ve ark., 2005; Pallesen, Pallesen, Jorgensen, & Thilsing, 2007; Thilsing-Hansen, Jorgensen, Enemark, & Larsen, 2002). Bir başka yaklaşım ise rasyonlara sıvı yağ katılmasıdır. Sıvı yağlar rumende Ca ile birleşerek sabun oluşturmakta ve böylelikle emilebilir Ca miktarı düşürülmektedir (Wilson, 2003).

2.4. Beslemenin Süt Kompozisyonuna Etkisi

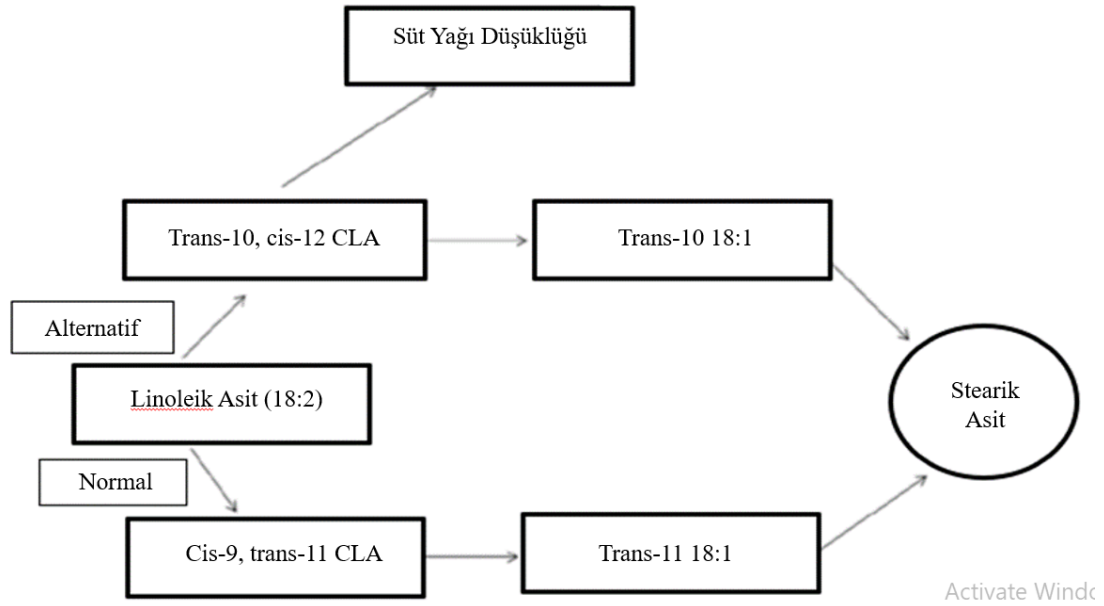
Süt son dönemlerde yakından incelenen ve insan sağlığına faydaları olan bir besindir. Sütte bulunan bazı yağ asitlerinin antikarsinojenik etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Cook, 1999; Parodi, 1997; Parodi, 1999). Sütte bulunan bütirik asit ve konjuge linoleik asidin antikarsinojenik etkileri bu iki bileşenin daha detaylı incelenmesine neden olmuştur. Süt sığırlarının süt verimi kadar süt kompozisyonunun da önemi bulunmaktadır. Süt kompozisyonu süt sığırlarının ırkı, beslenmesi, hastalıkları, laktasyon dönemi ve sayısından etkilenebilmektedir. Sütün içeriğinde yağ, protein, laktoz, mineral ve vitaminler vardır. Süt içeriğinde beslemeden en çok etkilenen parametreler ise yağ ve proteindir. Süt yağı süt işletmeleri için ekonomik bir öneme sahiptir ancak henüz Türkiye’de süt proteini için bir uygulama yapılmamaktadır. Süt yağı süt proteinine nazaran beslemeye daha şiddetli tepkiler vermektedir.

2.4.1. Beslemenin Süt Yağı Üzerine Etkisi

Süt yağının beslemeye bağlı değişimi ile ilgili birçok farklı çalışma ve teori vardır. Genel olarak süt yağının düşüşünün meme dokusunda bulunan yağ asidi prokürsörlerinin azalışı olarak tanımlayabiliriz. Süt yağında iki ana yağ asidi grubu vardır. Bunlar 16 ya da daha fazla karbon içeren yağ asitleri (uzun zincirli) ve 14 karbondan daha az zincirli yağ (kısa ya da orta zincirli) asitleridir. Uzun zincirli yağ asitleri sütteki yağ asidi miktarının %50-70’inin oluştururken, bu rakam kısa ya da orta zincirli yağ asitleri için %30-50 civarındadır. Uzun zincirli yağ asitleri rasyondan gelen ya da yağ dokunun mobilize edilmesi ile oluşan yağ asitlerinin meme bezi tarafından alınması ile süt yağı haline dönüşmektedir (Santos, 2002). Kısa zincirli yağ asitleri ise bütirat veya asetat kullanılarak meme bezinde yağ sentezlenmesi ile oluşur. Süt yağının düşüşünden genellikle kısa zincirli yağ asitleri sorumludur (Palmquist, Beaulieu, & Barbano, 1993).

Süt yağının düşüş nedenleri ile ilgili birçok teori bulunmaktadır. Bunlar arasında yetersiz yağ, asetat, bütirat, Vitamin B₁₂ miktarları ve insülin teorileridir. Ancak bunlar içinde en geçerli olan teori Erdman’ın açıklamalarıdır (Erdman, 1999). Erdman (1999) birçok araştırmayı incelemiş ve olası bir süt yağı düşüşünün trans yağ

asitlerinden kaynaklanabileceği kanısına varmıştır. Trans yağ asitleri rumende bulunan metabolik ara ürünlerdir. Bu ürünler doymamış yağların biyohidrojenasyonu sırasında oluşturulmaktadır (Jenkins, 1993). Ancak kimi durumlarda biyohidrojenasyon tam olarak şekillenememekte ve duodenuma trans yağ asitleri ulaşmaktadır. Şekil 13'te trans yağ asitlerinin oluşumu ve süt yağına olan etkileri özetlenmeye çalışılmıştır. Cornell Üniversitesinde yapılan bir araştırmada duodenuma konjuge linoleik asit karışımları (CLA-C18:2 cis-9 trans-11 ve C18:2 trans-10 cis-12) verilmiş ve süt yağının baskılandığı tespit edilmiştir (Grinari, Chouinard, & Bauman, 1997). Aynı zamanda sütteki CLA miktarı da bu denemede artış göstermiştir. Bu tespitlere ek olarak meme bezinde bulunan stearat desaturat enzimi stearik asidi oleik aside çevirebilmektedir (Bauman, Corl, & Baumgard, 1998). Bu nedenle sütte bulunan trans yağ asitleri sadece bu yağ asitlerinin emiliminden kaynaklanmayıp meme bezindeki desaturasyondan da kaynaklanabilmektedir.



Şekil 13. Süt yağı baskılanmasında biyohidrojenizasyonun etkisi (Jenkins, 2015)

Erdman (1999), sütün trans yağ asidi içeriği ile süt yağı içeriği arasında negatif bir ilişki ($r = -0,53$) göstermiştir. Sütteki trans yağ asitlerinin konsantrasyonları arttıkça, sütteki yağ içeriği azalmıştır. Piperova, Teter, Bruckental, Sanpugna, & Erdman, (1998) yaptıkları çalışmada, yüksek tahıl ve yağ içeren rasyonların sütteki trans yağ asidi içeriğini arttırdığı ve Asetil KoA karboksilaz ve yağ asidi sentaz

enzimlerinin aktivitesini azalttığını göstermiştir. Bu çalışmada ayrıca, trans yağ asitlerinin sadece lipojenik enzimlerin aktivitesini baskılamakla kalmayıp, aynı zamanda Asetil KoA karboksilaz için gen transkripsiyonunu da engellediği gösterilmiştir (Piperova ve ark., 1998). Süt yağı düşüklüğü genellikle kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin düşüşünden kaynaklanmaktadır (Palmquist ve ark., 1993). Tüm bu veriler göz önünde bulundurulduğunda trans yağ asitlerinin yağ sentezini ve lipojenik enzimleri baskılayarak süt yağı düşüklüğüne neden olduğu söylenebilmektedir (Santos, 2002).

Rasyonlarda bulunan karbonhidratların da süt yağı üzerine etkileri vardır. Genellikle NFC bakımından zengin olan rasyonlar rumende bulunan propiyonik asit miktarını artırır. Bu durum rumende bulunan uçucu yağ asitlerinin molar konsantrasyonunda değişime ve pH'nın düşmesine neden olmaktadır (Santos, 2002). Rumen pH düşüşü ise rumenin ozmolitesini değiştirmekte bu da trans yağ asitlerinin üretimini tetiklemektedir. Kauscheur, Teter, Piperova, & Erdman, (1997) yaptıkları araştırmada süt sığırlarına düşük miktarda kaba yem verilmesinin rumen pH'sında düşüşe, trans yağların duodenuma daha fazla geçmesine ve sütte daha fazla trans yağ bulunmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Allen (1997), ise rumen pH'sı ve süt yağı arasında lineer bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Rasyonların NDF, fiziksel efektif NDF ve kaba yem miktarı rumen florasını etkilemekte ve süt yağının baskılanmasına neden olmaktadır. Süt yağının özellikle deprese olan kısmı kısa ve orta zincirli yağ asitleri asetik asit ve bütirik asitten sentezlenmektedir. Bu bağlamda bakacak olursak rumende düşük asetik asit üretiminin de süt yağı depresyonuna neden olabileceği düşünülebilir. Kharitonov (2022), tarafından yapılan araştırmada süt yağının düştüğü durumlarda asetik asit miktarının düştüğü ve propiyonik asit/asetik asit oranının değiştiği ve fibrolitik aktivitenin düşme eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Rasyonlardaki yağ miktarıda süt yağının etkilenmesine neden olmaktadır. Süt yağına olumsuz olarak yansıyan değişiklikler genellikle rasyonlara doymamış yağ asitlerinin eklenmesi ile şekillenmektedir. Doymamış yağ asitlerinin rasyonlara eklenmesi kısa zincirli yağ asitlerinin de novo sentezini etkilemekte ve süt yağı düşüşüne neden olmaktadır. Grummer'ın yaptığı bir araştırmada (1991) rasyonların yağ içerikleri %1'den %5 e kadar yükseltilmiş ve kısa zincirli yağ asitlerinin

sentezlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Doymamış yağların rasyonlara eklenmesi aynı zamanda trans yağ asitlerinde artmasına neden olmaktadır (Erdman, 1999). Kaba yem seviyesi ve eklenebilecek doymamış yağ asidi miktarının arasında bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki asit deterjan lif (ADF) oranı ile bağdaştırılmıştır. Bunun nedeni doymamış yağların rumende kalma süresinin hidrojenizasyonu etkilemesindedir. Rasyonlara katılabilecek doymamış yağ miktarının hesaplanabilmesi için Jenkins (1998) aşağıdaki eşitliği önermiştir.

Eklenebilecek Yağ Miktarı (%) = (6x%rasyon ADF'si) / %eklenecek yağın doymamışlığı (Santos, 2002)

Süt yağı üzerine doymuş yağlarında etkileri bulunmaktadır. Özellikle C16'ca zengin olan by-pass yağlar süt yağı üzerine olumlu etkilere sahiptir (Loften ve ark., 2014).

DCAD'inde süt yağı üzerine etkisi bulunmaktadır. Bilindiği üzere DCAD rasyonlardaki anyon katyon seviyesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Rasyonları daha katyonik hale getirmek rumen pH'sını yükselteceği için süt yağı depresyonuna engel olmaktadır. Bu nedenle uygulanacak olan rasyonların DCAD seviyesinin 350-400 mEq/kg civarında olması istenmektedir (Santos, 2002).

2.4.2. Beslemenin Süt Proteini Üzerine Etkisi

Sütün proteininin büyük bir kısmı mikrobiyal protein tarafından sağlanmaktadır. Bu nedenle mikrobiyal proteinin oluşumu süt proteininin oluşumu için oldukça önemlidir. Mikrobiyal protein rumende azot ve karboksil grubunun bulunması durumunda sentezlenebilmektedir. Bu nedenle rasyonlarda yeterli miktarda RDP'nin ve bununla birlikte yeterli miktarda karboksil grubunun bulunması gereklidir.

Meme bezi kandaki amino asitleri emebilme yeteneğine sahiptir. Birçok araştırma metiyonin ve lizin'in süt protein sentezi için sınırlayıcı 2 amino asit olduğunu ortaya koymuştur. Rulquin, Verite, Guinard, & Pisulewski, (1995), 121 çalışmada metiyonin ve lizinin süt proteini üzerine etkilerini incelemiş ve ortalamada 29 g/günlük bir protein artışını gözlemlemişlerdir. Yine aynı derlemede metiyonin ve

lizinin emilebilir amino asit bakımından miktarının sırasıyla %2,5 ve %7,2 olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Rasyonların enerji içeriği süt protein miktarını en çok etkileyen parametredir. Ancak bu durum bütün enerji kaynakları için geçerli değildir. Genellikle glikojenik enerji kaynakları bu artışa neden olmaktadır. Rumende fermente olabilen karbonhidratlarca zengin rasyonlar süt protein miktarını arttırmaktadır. Bunun nedeni rumende fermente olabilen karbonhidratların mikrobiyal protein sentezini artırması ve aynı zamanda propiyonik asit miktarının rumende artışıdır. Propiyonatin artması daha fazla glikoz oluşumunu tetikler ve bu durum insülin miktarında artışa neden olur (Santos, 2002). İnsülin meme dokusunda protein sentezi için önemli bir araçtır (Mackle, & Bauman, 1998). Aynı durum yağlar için geçerli değildir. Her ne kadar yağlar da rasyonların enerji içeriğini arttırmak için kullanılsa da rasyonlarda yağların artırılması genellikle süt protein miktarını düşürücü etkiye sahiptir. Yüksek yağ ile beslenen süt sığırlarında süt üretmek için gerekli kan akış miktarı daha düşük olacaktır. Meme damarlarından geçecek olan daha az kan ise kandan daha az amino asit emilimine neden olacak ve böylelikle sütteki protein miktarı düşüş gösterecektir (Cant, DePeters, & Baldwin, 1993; Santos, 2002).

2.5. Rumen Fermentasyonu ve Etkileyen Mekanizmalar

Ruminantlarda fermentasyon retikulo-rumen'de şekillenmektedir. Oluşturulan uçucu yağ asitleri genellikle rumen ya da omasum duvarından emilmektedir. Rumende yıkılmayan mikrobiyal kütle ve rumen sindirime dayanıklı olan yem maddeleri sindirimin sisteminin ilerleyen bölümlerinde sindirilmektedir. Rumen içerisinde mikroorganizmalar bulunmakta ve bu mikroorganizmalar sayesinde memelilerin enzimatik olarak sindiremeyeceği selülozlu içerikler sindirilmektedir. Aynı zamanda toksik olan bazı bitkiler ve otlar bu bakteriler tarafından detoksifiye edilmektedir (Owens, & Basalan, 2016). Ruminantlar birçok rasyona uyum sağlayabilmektedir. Bu nedenle tek midelilerde kullanılamayacak yemler ruminantlarda kullanılabilen ve insanlık için değerli olan besinler oluşturulmaktadır. Ruminantların bu üstünlüğü rumen fermentasyonu sayesinde oluşmaktadır.

Fermantasyon anaerobik ortamda organik besinlerin daha basit bileşiklere parçalanması ve ortaya enerji çıkması olarak tanımlanabilmektedir. Fermantasyon endüstriyel anlamda yığın ya da devamlı akış fermantasyonu olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu iki tip, alt iki sınıfa ayrılmakta ve bunlar da kapalı ya da açık olarak tanımlanmaktadır. Fermantasyonun kapalı ya da açık oluşu ortamdan fermantasyon ortamına serbest mikroorganizma girip giremediğine bağlıdır. Bu durumda rumen fermantasyonu açık yarı devamlı akış fermantasyonu olarak adlandırılmaktadır. Rumen fermantasyonu heterolaktik bir fermantasyon çeşididir. Bu fermentasyon sırasında ortaya birçok farklı ara ürün (suksinik asit, malik asit, hidrojen, etanol, laktat) çıkmaktadır (Owens, & Basalan, 2016). Bu oluşan ara ürünler genellikle başka mikroorganizma tarafından kullanılarak son ürün olan uçucu yağ asitleri (UYA), karbondioksit, hidrojene olmuş yağ asitleri, elektron ya da hidrojen kabul eden yapılar ve mikrobiyal içerik şekillenir. Rumende bulunan bakteri yoğunluğu enerji ve diğer ihtiyaç duyulan besin maddelerinin eksikliğinde azalmaktadır. Mikrobiyal içerik karbon, azot ve bir kısım mineral ile kendilerinin üremesini ve büyümesini sağlamaktadır (Owens, & Basalan, 2016). Ancak bazı mikrobiyal türler daha spesifik organik içeriğe ihtiyaç duymaktadır. Örneğin selüloolitik bakteriler büyümek için dallı zincirli yağ asitlerine ihtiyaç duymaktadır. Rumende selüloolitik bakterilerin büyümesi için bu besin maddesinin eklenmesine gerek yoktur çünkü bu besin maddesi diğer bakteriler tarafından sentezlenmektedir (Owens, & Basalan, 2016).

Rumendeki mikrobiyal popülasyon yem ve su ile birlikte düzenli olarak farklı bakterilerin gelmesiyle kontrolsüz olarak adlandırılmaktadır. Rumende bulunan bileşikler yutularak ya da rumen duvarından emilerek rumene ulaşır. Katmanlı olan rumen duvarından geçiş genellikle rumen ve kanın osmolitesine bağlıdır. Sadece belirli kan içerikleri rumene kandan difüzyon yoluyla geçebilir. Bunlar üre, bikarbonat, su ve oksijendir. Ancak rumen pH'sının rumene besin maddesi geçişini değiştirebileceğinin unutulmaması gerekmektedir. Rumende fermentasyon sonucunda oluşan ürünler 3 yolla rumenden uzaklaştırılır. Bunlar geçirme, kan ve lenfatik sisteme difüzyon ve omazuma geçiştir. Oluşturulan karbondioksit, metan ve hidrojen sülfidin büyük bir çoğunluğu rumenden geçirme ile uzaklaştırılır. Oluşturulan organik asitler rumenden pasif ve kolaylaştırılmış difüzyon ile geçer. Amonyak ya da iyonize edilmiş

mineraller ise kan ya da lenfatik sistem yolu ile rumenden ayrılır (Owens, & Basalan, 2016).

Rumen ortamının mikroorganizmaların üremeleri için uygun ortama sahip olması önemlidir. Bu nedenle rumene gelen oksijen fakültatif bakteriler ya da aerobik oksijeni tüketen mayalar tarafından uzaklaştırılır.

Rumende mikrobiyal üremenin devamlılığının sağlanması için gerekli koşullar aşağıda belirtilmiştir (Owens, & Basalan, 2016)

- a) Taze substrat ve suyun düzenli olarak sağlanması gerekir
- b) Ek besinlerin (üre, kükürt, fosfor) düzenli olarak tükürük veya difüzyon yoluyla dönüşümü sağlanmalıdır
- c) Partikül büyüklüğünün geniş ya da çiğneme yoluyla küçültülmesi gerekmektedir.
- d) Sıvı ya da akışkan durumun oluşması için yeterli su bulunmalıdır
- e) Rumen kasları tarafından çalkalama ve karıştırma hareketi yapılmalıdır
- f) Daha uzun süre rumende kalacak besinlerin rumende tabakalaşarak yüzmesi sağlanmalıdır
- g) Bakterilerin büyüme ve çoğalması için partiküllerin belirli bir süre kalması sağlanmalıdır
- h) 38-42°C ısıya ihtiyaç duyulmaktadır
- i) Salyadan sağlanacak olan bikarbonatın yardımı ile 5,5-7,0 pH aralığında bir rumen ortamı ve emilen iyonize asitler ile bikarbonatın değişimi sağlanmalıdır
- j) Ozmolite kan sıvıları ile değişim sağlanana kadar korunmalıdır
- k) Son ürünlerin geçirme, kana geçiş ya da omazuma ilerlemesi şeklinde uzaklaştırılması gerekmektedir.

Üreme hızları rumenden uzaklaştırılma hızından yüksek olan bakteriler sayıca artarken bunun aksi hareket eden bakteriler sayıca azalmaktadır. Her ne kadar rumendeki rekabet ölümcül olsa da yine de tüm bakteriler belirli oranlarda bulunur ve rasyon değişimlerine bağlı olarak tekrar kendilerini üretme fırsatı bulabilirler (Owens, & Basalan, 2016). Bilindiği üzere bakterilerin yeni bir substrata adapte olması birkaç gün içinde şekillenmektedir. Ancak bu durum stabil bir enerji sağlandığında

geçekleşmektedir. Mikroplara stabil bir enerji sağlanmadığında ya da başka bir deyişle sağlanan enerji miktarı artıp azaldığında bakteri popülasyonunda şiddetli değişiklikler meydana gelmektedir (Owens, & Basalan, 2016).

Rumende bakteriyel fermantasyonun sınırlanabileceği bazı durumlar vardır. Bunlardan en önemlileri bitki ve hayvan hücrelerinde bulunan farklı kimyasal bileşiklerdir. Bu bileşiklerin temel amacı hücreleri mikrobiyal ya da böcek istilasından korumak ve canlılığını sağlamaktır. Yağlı tohumlarda bulunan perikarp, nişasta etrafında bulunan protein ile kaplanmış ya da nişasta ya da hidrofobik olan alanlar (prolamin) bunlara örnek olarak verilebilir. Buna benzer bir şekilde hemiselüloz da lignin ile çapraz bağlar kurup bu tür saldırılardan korunmayı amaçlamaktadır (Owens, & Basalan, 2016).

Partikül büyüklüğü de sindirim hızını etkileyen parametreler arasındadır. Partikül büyüklüğünün küçültülmesi fermentasyon hızını arttırmaktadır. Partikül büyüklüğünün küçültülmesi fiziksel ya da fizyolojik olarak yapılabilmektedir. Fizyolojik olarak yapılan işlemler geviş getirme ve çiğnemedir. Geviş getirme genellikle rumende üst tabakada kalan yem maddelerinin kardiyak alanda bulunan reseptörleri uyarması ile şekillenir. Rumeni terk edebilecek olan besin maddelerinin partikül büyüklüğü 1,14 mm'den küçük olmalıdır. Ancak partikül büyüklüğü rumeni terk etmeleri için tek parametre değildir aynı zamanda spesifik ağırlıklarının 1-1,2 civarında olması gerekmektedir (Owens, & Basalan, 2016).

2.5.1. Rumende UYA'ların Oluşumu

Rumende oluşturulan UYA'lar şüphesiz ki süt sığırlarının süt verimlerini ve kompozisyonunu etkilemektedir. Rumende genellikle bulunan UYA'lar asetik asit, bütirik asit ve propiyonik asittir. Tüm bu UYA'lar ATP üretimi için kullanılabilir ancak bunlar içinde sadece propiyonik asit glikoz prokürsörü olarak görev yapmaktadır. Propiyonik asit karaciğerde şekillen glikoneogenezisin %46-73 civarını oluşturmaktadır (Dijkstra, 1994). Rumende genellikle ağırlıklı olan UYA asetik asittir. Üretilen UYA'ların %50-60'ını oluşturur. Asetik asit yağ asidi sentezinde kullanılır ve lipogenezisin ana prokürsörüdür. Bu miktarı %18-20 ile propiyonik asit takip eder. Rumende genellikle en az olan UYA bütirik asittir. Bütirik

asit yine yağ asidi sentezinde kullanılmaktadır (Ishler, Heinrichs, & Varga, 1996). Rumende UYA miktarının ölçümü birçok metot ile yapılabilmektedir ancak değerlendirme aşamasında oldukça dikkat edilmelidir. Uygulanan metotların çoğunda varyasyon oldukça yüksek miktarlardadır (Dijkstra, 1994).

Rumende bulunun UYA'lar ve bunların miktarları sıklıkla ölçülmüş ve bu durum genellikle rasyonların karakterleri ile örtüşürülmüştür (Dijkstra, 1994). Genel olarak tekrar okside olan ve azalan piridin nükleotidleri (NAD) fermentasyonu kontrol eder ve bu durum elde edilen enerji miktarını ve oluşan fermentasyon ürünlerini etkiler (Tamminga, & Van Vuuren, 1988). Redoks dengesinin devamlılığında birçok farklı faktör görev almaktadır. Bunlar substratın kimyasal kompozisyonu, substratın depolimerasyon hızı ve substratı fermente edecek farklı mikrobiyal türlerin izlediği yoldur (Dijkstra, 1994).

2.5.1.1. Substratın Kompozisyonu

Genel olarak substratlar için kabul edilen selülozdan ağırlıklı olarak asetik asit oluşturulurken, nişasta gibi kaynaklardan daha çok propiyonik asitin oluşturulduğudur (Dijkstra, 1994). Ancak bu durum her zaman geçerli olmayabilir. Murphy, (1984) yaptığı araştırmada kaba yem ağırlıklı (> %60 kaba yem) ya da konsantre yem ağırlıklı (<%40 kaba yem) rasyonlar kullanılarak farklı substratları incelemiştir. Bunun sonucunda substratların arasındaki etkileşimin de önemli bir etken olduğu kanısına varılmıştır. Tablo 9'da deneme sonuçları paylaşılmıştır.

Tablo 9. Kaba ve konsantre yemce zengin rasyonların uçucu yağ asitleri üzerine etkisi (Murphy, 1984)

Rasyon Türü								
	Kaba Yem (mol substrat başına oluşan mol UYA miktarı) (>60'tan fazla kaba yem içeren)				Konsantre Yem (mol substrat başına oluşan mol UYA miktarı) (<40'tan az kaba yem içeren)			
	AS	PR	BÜ	VL	AS	PR	BÜ	VL
Selüloz	1,32	0,17	0,23	0,03	1,58	0,12	0,06	0,09
Hemiselüloz	1,13	0,36	0,21	0,05	1,12	0,51	0,11	0,07
Protein	0,40	0,13	0,08	0,33	0,36	0,16	0,08	0,33
Nişasta	1,19	0,28	0,20	0,06	0,80	0,60	0,20	0,10
Çözünabilir Karbonhidrat	1,38	0,41	0,10	0	0,90	0,42	0,30	0,04

AS: Asetik Asit, PR: Propiyonik Asit, BÜ: Bütirik Asit, VL: Valerik Asit,
Substratların fermentasyonlarının Stoikhiyometrik ölçümü (her mol substrat için mol UYA oluşumu)

2.5.1.2. Substratın Varlığı ve Depolimerizasyon Hızı

İnvitro ortamda yüksek substrat varlığı fermentasyonu genellikle asetik asitten bütirik asit ve laktik aside yönlendirmektedir (Cummings, & Macfarlane, 1991). Ancak karbon sınırlı ortamda asetik asit üretimi optimal düzeydedir. İnvitro başka bir denemede ise miks bakteriler kullanılmış ve nişasta fermentasyonu esnasında pH düşüşüne bağlı olarak asetik asit miktarı azalırken propiyonik ve bütirik asidin molar miktarlarında artış gözlemlenmiştir (Marounek, Bartos, & Brezina, P., 1985). Bu noktada bakterilerin pH değişimlerine tepki olarak fermentasyonlarını değiştirebildiği söylenebilmektedir. Robinson (1989), bu durumu substrat varlığı, depolimerizasyon hızı ve pH değişiminin UYA'ların molar miktarlarındaki değişimle bağdaştırmıştır.

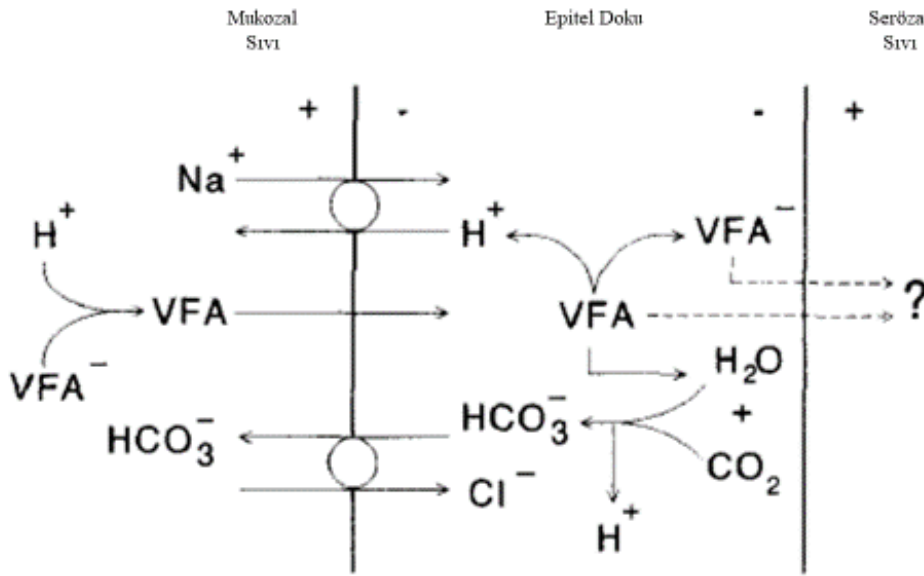
2.5.1.3. Rumende Bulunan Mikrobiyal Türlerin Etkisi

Rumende birçok mikrobiyal tür bulunmaktadır ve bu türler seçici fermentatiftir. Bu nedenle rumende bulunan bakterilerin farklılığı oluşturulacak UYA'ların miktarını değiştirebilmektedir (Dijkstra, 1994). Bu açıdan bakacak olursak metajonik bakteriler ile spesifik bir ilişkisi olan protozoaların üzerine odaklanmak önemli olacaktır (Dijkstra, 1994; Stumm, & Zwart, 1986). Protozoalar genellikle enerji kaynağı olarak nişasta ve şekeri kullanmaktadır (Coleman, 1986; Jouany, Demeyer, & Grain, 1988). Ancak bu ilişki hızlı hidrojen transferine olanak sağlamakta ve protozoaların daha fazla asetik asit oluşturmaya olanak sağlamaktadır (Dijkstra, 1994). Bakteriler tarafından nişasta ve şekerlerin fermentasyonu esnasında propiyonik asit ortaya çıkarken daha önce bahsedilen ilişki sayesinde protozoalar da son ürün olarak asetik asit ve bütirik asit oluşmaktadır (Russell, & Hespell, 1981; Williams, & Coleman, 1988).

2.5.2. Uçucu Yağ Asitlerinin Emilimi

Rumende UYA'ların Emilimi birçok farklı faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler pH, ozmolite, efektif yüzey alanı, UYA'ların tipi ve miktarı olarak sıralanabilir (Bergman, 1990). Rumenden UYA'ların emiliminde aynı zamanda iyonlar da görev almaktadır. Bu model Gabel, & Martens (1991), tarafından çalışılmış ve Şekil 14'te belirtildiği gibi düşünülmüştür. Bu teoriye göre rumen epitelinin

lipofilik yapısından dolayı sadece ayrışmamış UYA'lar membranlara difüze olabilmektedir. Bu ayrışmamış UYA'ları rumen duvarına girdikten sonra düşük pK değeri sayesinde direkt çözünmektedir. Bu çözünme sonrasında oluşan hidrojen iyonları hücre içine Na^+ / H^+ değişimi sayesinde geri dönüştürülür. Bu durum $\text{Cl}^- / \text{HCO}_3^-$ değişimini de tetiklemektedir. Bu Na^+ / H^+ dengesi pH düştüğü zaman artmaktadır (Dijkstra, 1994).



Şekil 14. UYA'ların fraksiyonel emilimleri (Gabel, & Martens, 1991)

UYA rumende yüksek miktarda bulduklarında, fraksiyonel emilimlerini azaltan mekanizmanın, daha çok bununla ilgili olan hücrelere ya da ilgili iyonların yardımcı ya da engelleyici taşınımına bağlı olduğu düşünülmektedir (Bergman, 1990; Thornley, & Johnson, 1990).

2.6. Erken Laktasyon Döneminde Kan Parametrelerinin Değişimi

İlgili bölümlerde belirtildiği üzere erken laktasyon döneminde NEFA, BHBA ve Ca gibi değerler ketozis ve hipokalsemi gibi hastalıklarda değişkenlik göstermektedir. Bunların dışında kalan bazı kan parametreleri yine erken laktasyonda süt sığırlarının sağlık ve metabolizmasının gözlemlenmesi için önem taşımaktadır.

Erken laktasyon döneminde karaciğer sağlığı süt sığırlarının genel sağlığı açısından oldukça önemlidir. Karaciğerde üretilen Albümin ozmolitik olarak en aktif

proteinlerden biridir ve birçok substratın taşınması için oldukça önemlidir (Piccione ve ark., 2011). Fizyolojik ve patolojik değişimler albümin ve globülin miktarını etkilemektedir (Alberghina ve ark., 2010). Düşük albümin seviyeleri genellikle karaciğer fonksiyonlarının yetersiz olduğunu göstermektedir. Bu durum karaciğerin çok fazla yağ asidini okside etmeye çalıştığı ve bu nedenle yeterince fonksiyonlarını tamamlayamadığına işaret edebilir. Toplam protein ise albümin ve globülinin toplamından meydana gelmektedir. Doğum ile birlikte kandaki toplam protein miktarında düşüş görülmektedir. Yine NEFA ve toplam protein miktarı arasında negatif bir korelasyon olduğu Gonzalez, Muino, Pereira, Campos, & Benedito, (2011) tarafından saptanmıştır.

Bilirubin, biliverdin redüktazın biliverdin üzerine olan etkisi ile oluşmaktadır. Okside olduğu zaman tekrar biliverdin haline dönüşür. Bu durum bilirubinin ana fizyolojik rolünün antioksidan olarak görev yaptığı hipotezine yol açmıştır (Baranano, Rao, Ferris, & Snyder, 2002). Kan bilirubin seviyesinin doğumdan sonraki 1 hafta içindeki artışının şiddetli karaciğer yağlanması ile ilişkilendirildiği, yine sağlıklı süt sığırlarında bilirubin artışının karaciğerde yağ birikiminin bir göstergesi olduğu bildirilmektedir (Reid, & Collins, 1980; Reid, Roberts, & Manston, 1979).

Kan üre seviyesi bizlere hem uygulanan rasyonlardaki protein seviyesi hakkında hem de RDP ve enerji dengesinin doğruluğu hakkında bilgi vermektedir. Kan üre seviyesinin düşük olması genellikle düşük rasyon proteini ile ilişkilendirilirken yüksekliği rumende amonyak birikiminin bir göstergesidir. Bunlara ek olarak yapılan araştırmalarda negatif enerji dengesinin de kan üre değeri üzerine negatif etki oluşturduğu saptanmıştır (Bobe, Yang, & Beitz, 2004).

Tüm bu bilgiler ışığında denememizin amacı farklı enerji seviyelerinin ilkinde doğum yapan süt sığırlarının kuru madde tüketimi, süt verimi, süt kompozisyonu, kan ve rumen parametreleri üzerine etkisini incelemektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Deneme Yeri

Deneme Matlı Yem A.Ş. ye ait Ömer Matlı Hayvansal Üretim, Eğitim ve Araştırma Merkezinde yürütülmüştür. Deneme boyunca süt sığırları serbest dolaşimli, bireysel yemliklere ve donmaz suluklara sahip ahırda barındırılmıştır. Farklı grupların aynı çevre koşullarında bulunmaları açısından araştırma tek bir ahırda yürütülmüştür.

3.2. Deneme Hayvanları ve Düzeni

Araştırmada hayvan materyali olarak doğumuna 20 gün kalmış 36 baş Holstein ırkı ilk doğumunu yapacak süt sığırı seçilmiştir. Çalışmada kullanılan deneme hayvanları seçilirken sağlık durumu, yaşı, canlı ağırlığı ve vücut kondisyon skorları göz önüne bulundurulmuştur. Kullanılacak olan 36 baş süt sığırı, tüm grupların canlı ağırlık ve yaşları eşit olacak şekilde, her grup ise 12 hayvandan oluşan 3 gruba ayrılmıştır. Her bir grup özel bir tartım sistemine sahip bireysel yemlikler içeren serbest dolaşimli ahırlarda barındırılmıştır. Rumen parametrelerinin incelenmesi amacıyla 3 adet kanüllü süt sığırı çalışma boyunca bulundurulmuştur. Bu denemede kullanılacak olan süt sığırlarına rumen kanülü uygulanmış ve bu uygulama Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı'ndan bir uzman tarafından gerçekleştirilmiştir. Rumen parametrelerinin inceleneceği deneme düzeni 3x3 Latin kare olarak belirlenmiştir.

Denemede kullanılacak hayvanlar yukarıda ismi belirtilen araştırma merkezine ait olup izin yazısı ve Uludağ Üniversitesi Hayvan Deneyleleri Yerel Etik Kurulu'nun 14.12.2010 tarihli B.30.2.ULU.0.8Z.00.00/114 sayılı kararı ile araştırmaya alınmıştır.

3.3. Deneme Rasyonları

Doğum öncesi ve sonrası uygulanacak rasyonlar NRC (2001)'e göre süt sığırlarının ihtiyaçlarını karşılayacak ya da hafifçe aşacak şekilde oluşturulmuştur. Doğum öncesi uygulanan rasyonlar mısır silajı, yonca, saman ve konsantre yem karmasından oluşacak şekilde tasarlanmış ve doğumu takiben saman rasyonlardan çıkarılmıştır. Oluşturulan rasyonlar günde bir kez hazırlanmış ve deneme hayvanlarına ad libitum olarak sunulmuştur.

Doğuma 1 hafta kalana kadar ilkine doğum yapacak süt sığırlarına düve rasyonları uygulanmış (Tablo 10) ve doğuma 1 hafta kala gruplarına göre farklı enerji seviyesindeki süt yemleri eklenmeye başlanmıştır.

Doğuma son 1 hafta kala uygulanacak rasyonların enerji seviyeleri sırasıyla kuru maddede 1,38 NEL (Mkal/kg, Düşük enerji), 1,43 NEL (Mkal/kg, Orta enerji) ve 1,48 NEL (Mkal/kg, Yüksek enerji) olacak şekilde düzenlenmiştir (Tablo 11). Doğum sonrası rasyonların enerji seviyeleri ise kuru maddede 1,51 NEL (Mkal/kg, Düşük enerji), 1,56 NEL (Mkal/kg, Orta enerji) ve 1,61 NEL (Mkal/kg, Yüksek enerji) olacak şekilde tasarlanmıştır (Tablo 12). Rasyonların enerji seviyelerindeki farklılıklar farklı enerji seviyelerine sahip süt yemleri (düşük, orta ve yüksek enerjili) ile sağlanmıştır. Denemede kullanılan süt yemleri Matlı Yem A.Ş. Karacabey fabrikasında granül formunda üretilmiştir (Tablo 13).

Çalışma boyunca rasyonlarda bulunan kaba yemler karma makinesi ile kıyılarak hayvanların tüketimine uygun miktarlarda bireysel yemliklere konmuştur. Süt yemi olarak adlandırılan konsantre yem karmaları da aynı bireysel yemliklere konulup kaba yemlerle homojen olacak şekilde karıştırılmıştır. Yemleme tüm gruplara günde tek öğün şeklinde sabah saat 08:30' da yapılmıştır. Kullanılan sağmal dönem rasyonları Tablo 12'de verilmiştir. Araştırmada ineklerin tüketimine sunulacak yem miktarları bireysel yemliklerde bulunan tartı ile kontrol edilmiş ve tüketim miktarları günlük olarak kaydedilmiştir. Deneme boyunca hayvanların önlerinde kalan yemler günlük olarak uzaklaştırılmış ve gün sonunda hayvanların önünde en az %10 olacak şekilde porsiyon takibi oluşturulmuştur. Uygulanan rasyonlara ek olarak doğumu takiben tüm gruplardaki ineklere 3 gün boyunca 400 g monopropilen glikol (Ozan Kimya) ve kas içi A, D, E (10ml, ADEMİN, Ceva) vitamini uygulaması yapılmıştır.

Tablo 10. Düve döneminde uygulanan rasyonlar

Ham maddeler (% Kuru Maddede)	Düve Rasyonu
Buğday Samanı	39,64
Mısır Silajı	23,60
Yonca Kuru Otu	15,66
Düve Yemi ¹	21,10
Kimyasal Bileşimi (% Kuru madde)	
Ham Protein	9,90
NDF	57,60
ADF	37,40
NFC	23,60
Metabolik Enerji (Mkal/kg)	2,00
NEL (Mkal/kg)	1,22
Kalsiyum	0,80
Fosfor	0,40
Ham Yağ (Eter Ekstraksiyon)	3,20
Anyon-Katyon Dengesi (mEq/kg)	183,00

¹: Matlı Yem Sanayii Ticaret Anonim Şirketi tarafından düve yemi adı altında piyasaya sunulan karma yem

Tablo 11. Doğuma 1 hafta kala uygulanan rasyonlar

Ham maddeler (%Kuru Madde)	Düşük Enerji	Orta Enerji	Yüksek Enerji
Buğday Samanı	33,33	33,33	33,33
Mısır Silajı	18,98	18,98	18,98
Yonca Kuru Otu	12,99	12,99	12,99
Süt Yemleri ¹ (Karma Yem)	34,70	34,70	34,70
Kimyasal Bileşimi (% Kuru madde)			
Ham Protein	14,10	14,20	14,10
NDF	52,80	52,30	51,30
ADF	34,10	33,40	33,00
NFC	24,50	24,80	24,70
Metabolik Enerji (Mkal/kg)	2,22	2,30	2,46
NEL (Mkal/kg)	1,38	1,43	1,48
Kalsiyum	0,80	0,80	0,80
Fosfor	0,40	0,40	0,40
Ham Yağ, (Eter Ekstraksiyon)	3,40	4,00	4,90
Anyon-Katyon Dengesi (mEq/kg)	209,00	196,00	204,00

¹: Matlı Yem Sanayii Ticaret Anonim Şirketi tarafından deneme amaçlı üretilen süt yemi karmaları.

Tablo 12. Denemede kullanılan sağmal d6nem rasyonları

Ham maddeler (% Kuru Madde)	Düşük Enerji	Orta Enerji	Yüksek Enerji
Mısır Silajı	36,05	36,05	36,05
Yonca Kuru Otu	21,07	21,07	21,07
Süt Yemleri ¹ (Karma Yem)	41,56	41,56	41,56
Sodyum Bikarbonat	0,88	0,88	0,88
Magnezyum Oksit	0,44	0,44	0,44
Kimyasal Bileşimi (% Kuru madde)			
Ham Protein	17,00	17,00	16,90
NDF	42,30	41,60	40,30
ADF	26,80	25,80	25,30
NFC	29,80	30,20	29,90
Metabolik Enerji (Mkal/kg)	2,40	2,47	2,54
NEL (Mkal/kg)	1,51	1,56	1,61
Kalsiyum	1,00	1,00	1,00
Fosfor	0,50	0,50	0,50
Ham Yağ, (Eter Ekstraksiyon)	4,20	5,00	6,00
Anyon-Kasyon Dengesi (mEq/kg)	305,00	289,00	299,00

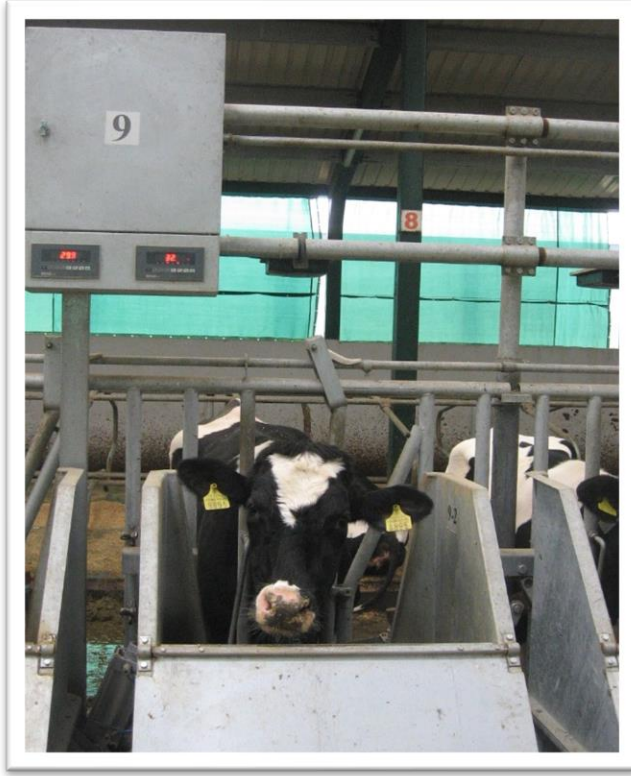
¹: Matlı Yem Sanayii Ticaret Anonim Şirketi tarafından deneme amaçlı üretilen süt yemi karmaları.

Tablo 13. Denemede kullanılan süt yemlerinin kompozisyonları

Ham maddeler (%)	Düşük Enerji	Orta Enerji	Yüksek Enerji
Mısır	12,75	23,09	17,00
Ayçiçeği Tohumu Küspesi	21,00	9,00	7,00
Soya Küspesi	12,00	17,00	20,00
Buğday Kepeği	5,89	15,00	3,00
Pirinç Kepeği	19,00	-	10,00
Mısır Gluten Yemi	20,00	8,00	17,00
DDGS	3,00	19,00	15,00
Melas	3,00	3,00	5,50
By-Pass Yağ	-	2,00	3,00
Mermer Tozu	2,67	2,68	1,47
Tuz	0,39	0,80	0,63
DCP	-	0,13	0,10
Premix	0,30	0,30	0,30
Kimyasal Bileşimi (% Kuru madde)			
Ham Protein	26,15	26,14	26,13
Ham Selüloz	10,76	7,10	7,62
Ham Kül	10,24	9,25	9,11
Ham Yağ	5,69	8,01	9,64
NDF	28,92	26,41	25,58
ADF	13,09	9,84	9,94
ADL	3,58	2,41	2,26
NFC	29,00	29,89	29,54
Nişasta	17,60	21,47	18,97
Kalsiyum	1,36	1,72	1,67
Fosfor	0,89	0,69	0,78
NEL (Mkal/kg)	1,80	1,95	2,10

3.4. Kuru Madde Tüketiminin Belirlenmesi:

Araştırmada kullanılan süt sığırlarının kuru madde tüketimleri bireysel yemlikler (gerçek zamanlı yem ölçme sistemi) aracılığıyla saptanmıştır. Bireysel yemliklerin görseli Şekil 15’te verilmiştir. Denemeye alınan süt sığırlarının boyunlarına takılan verici sayesinde yemlikler tanımlanan hayvanın tanımlanan yemlikten yem tüketmesine izin vermiş, yanlış hayvanın yanlış yemliğe erişimine izin vermemiştir. Her bir yemlik sadece 1 hayvana tanımlanmıştır. Bireysel yemlikler 10 g ölçüm hassasiyetinde tartı sistemine sahip olup kuru madde tüketimleri günlük olarak kaydedilmiştir. Elde edilen günlük verilerin haftalık ortalamaları alınarak karşılaştırmalar yapılmıştır.



Şekil 15 Bireysel besleme sistemleri

3.5. NEFA, Kan Üre Azotu, Glikoz, Kalsiyum, Fosfor, Toplam Protein, Toplam Bilirubin ve Serum Albümin Belirlenmesi İçin Örneklerin Alımı ve Değerlendirmesi

Kandaki NEFA, Üre Azotu, Glikoz, Kalsiyum, Fosfor, Toplam Protein, Toplam Bilirubin ve Serum Albümin belirlenmesi amacıyla denemede bulunan süt

sığırlarından doğum sonrası 1, 4, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 84 ve 100. günlerde kan örnekleri alınmıştır. Örnekler sabah yemlemesinden 2 saat önce kuyruk altı venasından (coccygeal) 10 ml jelli-vakumlu tüpler aracılığıyla toplanmıştır. Toplanan örneklerin serumları 10 dakika boyunca 4000 rpm'de santrifüj (Sigma2-6, Germany) edilerek elde edilmiştir. Elde edilen serumların bir kısmı daha sonra NEFA seviyelerinin belirlenmesi için 2 ml'lik Eppendorf tüplerine aktararak -20°C'de derin dondurucuda depolanmıştır. Depolanan örnekler daha sonra NEFA-HR2 (Wako, Saitama, Japan) kiti kullanılarak spektrofotometrik olarak analiz edilmiş ve NEFA konsantrasyonları belirlenmiştir.

Alınan serum örneklerinden 100 µl alınarak oto analizör (Vetscan VS-2, Abaxis, USA) vasıtasıyla kan üre azotu, glikoz, kalsiyum, fosfor, toplam protein, toplam bilirubin ve serum albümin değerleri yönünden analiz edilmiştir.

3.6. Kan BHBA Miktarının Belirlenmesi İçin Örneklerin Alımı ve Değerlendirilmesi:

BHBA tayini için kullanılacak olan kan örnekleri doğum sonrası 1, 4, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 84 ve 100. günlerde sabah yemlemesinden 4 saat sonra kuyruk altı venasından (coccygeal) 10 ml jelli-vakumlu tüplere alınmış ve 10 dakika 4000 rpm'de santrifüj edilerek serumları ayrılmıştır. Çıkartılan serumlar 2 ml'lik Eppendorf tüplerine aktarılmış ve analiz için hazır hale getirilmiştir.

Serumlarda BHBA saptanması için Eppendorf tüplerinden mikro pipet yardımıyla 22 µl serum örneği alınmış ve analiz kiti (Ketosite®, Stanbio laboratory, USA) üzerine damlatılarak spektrofotometrik okuyucuda (Stat Site Analyzer) okutulmuş sonuçlar kaydedilmiştir.

3.7. Süt Verimleri ve Süt Analizleri

Her gurup saat 06:00, 14:00 ve 22:00'de olmak üzere günde 3 kez sağılmıştır. Hayvanların süt verimleri boyunlarında takılı olan birer adet telsiz vericisi (Transponder) yardımıyla sağım sistemindeki yazılım programı aracılığıyla otomatik olarak takip edilmiştir. Süt verimleri hayvanın doğumunu takiben 4. günden itibaren

doğum sonrası 14. haftaya kadar günde bir kez toplam süt verimi şeklinde işlenmiştir. Günlük veriler ortalamaları alınarak haftalık ortalamalar olarak karşılaştırılmıştır.

Sütlerin kuru madde, yağ, laktoz ve kuru madde miktarları doğumu takiben 14 hafta boyunca birer hafta aralıklarla haftada bir kez ölçülmüştür. Analiz edilecek süt numuneleri süt sağım sisteminden bireysel olarak özel süt numune alma kapları (mm15, De Laval, İsveç) ile alınmış, sütler bu özel numune kabından önceden numaralandırılmış olan 50 ml'lik plastik, kapaklı özel süt numune kaplarına homojen olacak şekilde aktarılmıştır. Numuneler her bir sağımdan elde edilmiştir. Bu özel numune kapları süt iç ısı 40°C olacak şekilde su banyosunda (WNB 7 model Memmert marka, Germany) bekletilmiş ve sütlerin iç ısıları belirtilen dereceye ulaştığında analiz başlatılmıştır. Elde edilen numunelerin ölçümü infrared hızlı süt analiz cihazı (Bentley B-150, Bentley Instruments Incorporated, USA) ile yapılmış ve her seferinde süt analiz cihazı kalibre edilmiştir. Sonuçlar süt verimi ve kompozisyonunun ağırlıklı ortalaması ile elde edilmiştir.

3.8. Vücut Kondisyonu

Hayvanların vücut kondisyonları doğum yaptıktan hemen sonra 0,25 puan aralıklı 1-5 (1=çok zayıf, 5=obez) puanlık vücut kondisyonu puanlama skalası ile görsel olarak değerlendirilmiştir (Ferguson, Galligan, & Thomsen, 1994). Doğumu takiben 7 günlük aralıklarla 84 gün boyunca hayvanların vücut kondisyonları belirlenmiştir.

3.9. Rumen Sıvısının Alınması

Denemenin bu aşamasında rumen kanüllü birinci doğumunu yapmış 3 hayvan kullanılmış ve deneme düzeni 3x3 Latin kare şeklinde belirlenmiştir. Deneme hayvanları canlı ağırlık, vücut kondisyon skoru, süt verimi ve laktasyon günleri göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Seçilen inekler deneme süresi boyunca bireysel padoklarda bulundurulmuştur. Her bir deneme periyodu toplam 15 gün sürmüştür ve ilk 14 gün adaptasyon, 15. günleri ise deneme günü olarak belirlenmiştir.

3.10. Rumen pH'sı ve Uçucu Yağ Asitlerinin Belirlenmesi

pH ölçümleri elde taşınabilir pH metre (Sartorius PT-10, Germany) ile 24 saat boyunca saatte 1 kez olmak üzere elde edilmiştir. Rumenden uçucu yağ asidi ve amonyak azotu ölçümleri için ise 24 saat boyunca 2 saatlik aralıklarla rumen sıvısı alınmıştır. Rumen sıvısı örnekleri dorsal, ventral ve kranial bölümlerden olmak üzere 3 bölümden toplam 100 ml olacak şekilde elde edilmiştir. Rumen sıvısı 1 mm delik çapına sahip rumen örnek alma aparatı kullanılarak elde edilmiştir. Alınan rumen sıvısı örnekleri 2 kat tülbentten süzülerek önceden hazırlanan ependorf tüplerine aktarılmıştır. Rumen uçucu yağ analizinde kullanılacak rumen sıvı örneğinin alınacağı ependorf tüplerine örnek alınmadan hemen önce %50' lik sülfirik asit çözeltisinden 0,03 ml damlatılmıştır. Hazırlanmış ependorf tüplerine rumen sıvıları süzildükten sonra 1,5ml rumen sıvısı konacak ve analiz edilinceye kadar – 20°C' de muhafaza edilmiştir. Derin dondurucuda muhafaza edilen örnekler analiz edilmek üzere oda sıcaklığında çözdürülmüş ve 3000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen süpernatantlardan mikropipet yardımıyla 600 µl rumen sıvısı alınmış ve bu sıvıya 120 µl %25'lik meta fosforik asit eklenerek 30 dakika süreyle bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda oluşturulan karışımdan 1ml alınarak viallare aktarılmış ve gaz kromatografte bulunan otomatik örnekleyiciye yerleştirilmiştir. Örnekler okutulmadan önce uçucu yağ asidi standartları okutulmuş ve elde edilen pikler değerlendirilmiştir. Uçucu yağ asitlerinin tayininde Uludağ Üniversitesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalında bulunan gaz kromatograf cihazı (Hewlett Packard 6890N, Beijing, China) kullanılmıştır. Kromatografi cihazının çalışma şartları, dedektör sıcaklığı FID 175 °C, kolon sıcaklığı 130 °C, taşıyıcı gaz nitrojen (40 ml/dk) ve kolon özellikleri 6' x 2 mm ID cam kolon (Superco, Bellefonte, PA) şeklinde oluşmuştur.

3.11. İstatistiksel Analizler

Kuru madde, kan ve süt verileri One Way ANOVA ile karşılaştırılmış, post test olarak da Tukey HSD tercih edilmiştir. Diğer yandan rumen parametrelerinin analizinde ise Kruskal-Wallis testi, ikili karşılaştırmalarda ise Mann-WhitneyU testi kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlar IBM SPSS (versiyon 24,SPSS Inc.) paket programı ile incelenmiştir. İstatistiki olarak nemlilikler $P < 0,05$ düzeyinde ifade edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Kuru Madde Tüketimi

Günlük olarak elde edilen kuru madde tüketimleri haftalık olarak değerlendirilmiştir. Haftalık dönemler açısından 3 grup arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Deneme süresince kuru madde tüketimleri değerlendirildiğinde Orta enerji grubu Düşük enerji gruplarına göre daha az kuru madde tüketmiştir (Tablo 14).

Tablo 14. Deneme boyunca haftalara göre ortalama kuru madde tüketimleri (kg/KM/gün)

Dönem (Hafta)	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
1	11,38±(0,25)	11,06±(0,40)	11,27±(0,42)
2	12,59±(0,32)	12,74±(0,48)	13,55±(0,58)
3	14,05±(0,65)	13,05±(0,44)	14,63±(0,72)
4	15,49±(0,39)	13,88±(0,59)	15,70±(0,92)
5	16,23±(0,66)	14,98±(0,40)	15,48±(1,21)
6	16,11±(1,04)	15,20±(0,60)	16,24±(1,22)
7	17,05±(0,61)	15,81±(0,49)	16,88±(1,38)
8	17,68±(0,72)	16,17±(0,39)	17,08±(1,47)
9	18,11±(0,86)	16,44±(0,57)	17,69±(1,44)
10	19,01±(0,85)	16,95±(0,71)	17,59±(1,72)
11	19,72±(0,86)	17,66±(0,76)	17,89±(1,79)
12	20,13±(0,93)	18,88±(0,94)	18,27±(1,74)
13	20,24±(0,79)	18,72±(1,17)	19,45±(1,32)
14	19,30±(1,10)	19,07±(1,00)	19,82±(1,48)
Grup Ortalaması	16,94±(0,29) ^a	15,76±(0,25) ^b	16,54±(0,38) ^{ab}

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.2. Süt Verimi

Süt verimleri karşılaştırıldığında ilk 5 hafta gruplar arasında farklılık gözlemlenmezken 6,7,9 ve 10. haftalarda Yüksek enerji grubu diğer gruplara kıyasla daha fazla süt vermiştir. Orta ve Düşük enerji grupları arasında süt verimi bakımından bir farklılık şekillenmemiştir. Deneme boyunca süt verimleri kıyaslandığında Yüksek enerji grubu diğer gruplara nazaran daha fazla süt vermiştir (Tablo 15).

Tablo 15. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen süt verimleri (L/gün)

Grupların Süt Verimleri (L/gün)			
Dönem (Hafta)	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
1	20,55±(0,60)	20,46±(0,89)	19,08±(0,81)
2	24,08±(0,70)	24,35±(0,89)	23,28±(1,01)
3	26,61±(0,77)	26,70±(0,98)	26,59±(0,75)
4	28,28±(0,89)	28,22±(1,15)	29,95±(0,91)
5	29,80±(0,96)	28,97±(1,23)	30,99±(0,92)
6	29,13±(1,26) ^b	28,70±(0,73) ^b	32,47±(0,76) ^a
7	29,74±(1,01) ^b	30,10±(0,67) ^b	32,84±(1,03) ^a
8	29,78±(0,98)	29,95±(0,86)	32,85±(1,36)
9	29,33±(0,96) ^b	29,66±(0,82) ^b	32,68±(1,79) ^a
10	28,98±(0,95) ^b	28,57±(1,09) ^b	33,02±(1,31) ^a
11	29,68±(1,07)	29,78±(1,20)	32,68±(1,19)
12	30,56±(1,18)	30,83±(1,11)	33,41±(1,61)
13	30,71±(1,09)	31,07±(1,22)	33,73±(1,15)
14	30,18±(1,11) ^b	31,25±(1,11) ^{ab}	34,35±(1,03) ^a
Grup Ortalaması	28,39±(0,33) ^b	28,49±(0,34) ^b	30,59±(0,44) ^a

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.3. Süt Kompozisyonu

4.3.1. Süt Yağı

Süt yağı miktarları araştırma boyunca yüzde olarak ve gram olarak ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Süt yağı miktarı yüzdesel olarak değerlendirildiğinde 2, 7, 8, 9, 11,12, 13 ve 14. haftalarda Yüksek enerji grubu Orta enerji grubuna göre yüksektir. Düşük enerji grubu ise yine Orta enerji grubuna göre 7, 8, 11, 12 ve 13. haftalarda daha yüksektir. Bütün deneme dönemi ele alındığında yine en yüksek % süt yağı miktarı Yüksek enerjide gözlemlenmiştir. En düşük % süt yağı ise orta enerji grubunda gözlemlenmiştir (Tablo 16).

Tablo 16. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen süt yağı düzeyleri (%)

Süt Yağ Miktarı (%)			
Dönem (Hafta)	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
1	4,79±(0,17)	5,30±(0,27)	5,20±(0,21)
2	4,38±(0,40) ^{ab}	3,70±(0,26) ^b	4,69±(0,24) ^a
3	3,55±(0,16)	3,05±(0,24)	3,54±(0,13)
4	3,18±(0,19)	2,89±(0,28)	3,03±(0,21)
5	3,04±(0,15)	2,65±(0,26)	3,34±(0,14)
6	2,86±(0,16)	2,76±(0,27)	3,35±(0,19)
7	2,96±(0,17) ^a	2,23±(0,13) ^b	3,13±(0,21) ^a
8	3,06±(0,16) ^a	2,14±(0,18) ^b	3,24±(0,27) ^a
9	2,87±(0,18) ^{ab}	2,34±(0,17) ^b	3,19±(0,29) ^a
10	3,00±(0,13)	2,50±(0,16)	2,97±(0,15)
11	2,70±(0,13) ^a	2,17±(0,15) ^b	2,92±(0,15) ^a
12	2,79±(0,16) ^a	2,23±(0,11) ^b	3,04±(0,18) ^a
13	2,94±(0,18) ^a	2,36±(0,11) ^b	3,01±(0,14) ^a
14	2,96±(0,13) ^{ab}	2,55±(0,21) ^b	3,12±(0,09) ^a
Grup Ortalaması	3,23±(0,07) ^b	2,78±(0,08) ^c	3,42±(0,07) ^a

a-c: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

Süt yağı miktarı gram olarak değerlendirildiğinde 5-14. haftalarda Yüksek enerji grubu Orta enerji grubuna göre yüksektir. Düşük verim grubu ise yine Orta verim grubuna göre 5, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. haftalarda daha yüksektir (Tablo 17). Bütün deneme dönemi ele alındığında gram cinsinden en yüksek süt yağı miktarı Yüksek enerjide grubunda gözlemlenmiştir. En düşük gram cinsinden süt yağı ise Orta enerji grubunda gözlemlenmiştir.

Tablo 17. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen günlük süt yağı verimleri (g/gün)

Günlük Süt Yağı Verimi (g/gün)			
Dönem (Hafta)	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
1	980,74±(38,81)	1083,96±(68,59)	993,07±(60,47)
2	1037,00±(74,80)	892,25±(56,88)	1080,40±(57,29)
3	935,59±(30,71)	804,06±(54,11)	938,57±(36,66)
4	888,78±(39,15)	792,81±(53,13)	894,06±(54,22)
5	896,06±(38,43) ^b	748,42±(64,66) ^c	1028,46±(36,74) ^a
6	818,55±(36,74) ^b	782,78±(68,66) ^b	1075,52±(44,55) ^a
7	875,23±(46,38) ^a	673,47±(42,22) ^b	1022,98±(63,89) ^a
8	913,05±(46,16) ^a	645,19±(61,08) ^b	1051,24±(90,09) ^a
9	830,50±(37,57) ^b	696,88±(58,89) ^c	990,52±(46,93) ^a
10	863,33±(37,53) ^a	714,78±(53,57) ^b	977,79±(51,73) ^a
11	797,37±(37,12) ^b	650,74±(59,95) ^c	943,82±(43,24) ^a
12	847,44±(52,24) ^b	691,22±(49,97) ^c	1004,78±(44,84) ^a
13	900,27±(58,86) ^{ab}	740,37±(54,51) ^b	1005,55±(35,88) ^a
14	887,09±(42,98) ^b	813,99±(88,73) ^b	1067,51±(33,09) ^a
Grup Ortalaması	890,79±(12,59) ^b	766,5049±(17,76) ^c	1005,310±(13,97) ^a

a-c: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.3.2. Süt Proteini

Süt protein miktarları araştırma boyunca konsantrasyon ve günlük verim olarak ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Süt protein miktarı yüzdesel olarak değerlendirildiğinde 11, 12, 13 ve 14. haftalarda Orta enerji grubu, Yüksek enerji grubuna göre yüksektir (Tablo 18). Düşük verim grubu ise yine Orta verim grubuna göre 8, 12 ve 13. haftalarda daha düşüktür. Bütün deneme dönemi ele alındığında yine en yüksek % süt proteini miktarı Orta enerji grubunda gözlemlenmiştir.

Tablo 18. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen süt protein düzeyleri (%)

Süt Protein Miktarı (%)			
Dönem (Hafta)	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
1	3,58±(0,07)	3,67±(0,07)	3,53±(0,11)
2	3,13±(0,05)	3,12±(0,06)	2,95±(0,08)
3	2,98±(0,05)	3,00±(0,08)	2,95±(0,06)
4	2,83±(0,04)	2,90±(0,06)	2,92±(0,04)
5	2,91±(0,07)	2,81±(0,04)	2,90±(0,05)
6	2,79±(0,35)	2,83±(0,05)	2,78±(0,05)
7	2,79±(0,05)	2,92±(0,04)	2,88±(0,07)
8	2,78±(0,05) ^b	2,97±(0,04) ^a	2,81±(0,05) ^{ab}
9	2,83±(0,05)	2,95±(0,05)	2,78±(0,05)
10	2,86±(0,05)	3,00±(0,06)	2,82±(0,04)
11	2,90±(0,06) ^{ab}	3,06±(0,05) ^a	2,83±(0,04) ^b
12	2,87±(0,04) ^b	3,08±(0,06) ^a	2,85±(0,03) ^b
13	2,87±(0,07) ^b	3,14±(0,04) ^a	2,82±(0,05) ^b
14	2,94±(0,06) ^{ab}	3,09±(0,05) ^a	2,88±(0,03) ^b
Grup Ortalaması	2,94±(0,22) ^b	3,04±(0,22) ^a	2,91±(0,21) ^b

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

En düşük gram protein miktarı ise Düşük enerji grubunda gözlemlenmiştir (Tablo 19).

Tablo 19. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen günlük süt protein verimleri (g/gün)

Günlük Süt Protein Verimi (g/gün)			
Dönem (Hafta)	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
1	737,68±(26,63)	748,77±(29,52)	671,03±(30,60)
2	754,75±(26,58)	759,23±(25,53)	690,97±(39,11)
3	792,87±(22,73)	801,85±(31,51)	785,22±(24,70)
4	802,27±(27,32)	821,48±(37,08)	873,84±(27,57)
5	868,92±(37,74)	814,62±(36,30)	900,98±(29,43)
6	812,40±(35,60)	813,94±(24,17)	904,70±(33,58)
7	827,73±(23,51)	878,98±(23,91)	950,19±(33,75)
8	827,19±(23,14)	890,44±(29,69)	931,22±(49,85)
9	827,56±(20,82)	876,05±(24,69)	919,09±(59,82)
10	825,66±(18,04)	857,05±(34,09)	933,00±(38,79)
11	857,75±(28,21)	909,16±(30,67)	927,32±(40,29)
12	880,45±(38,85)	947,19±(32,44)	955,03±(36,72)
13	879,19±(29,30)	973,03±(30,43)	954,51±(38,91)
14	885,86±(31,32)	964,50±(32,63)	991,66±(35,33)
Grup Ortalaması	827,18±(8,06) ^b	861,18±(9,47) ^a	884,92±(12,23) ^a

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.3.3. Süt Laktoz Seviyeleri

Araştırmada süt laktoz seviyesi normal seviyelerde seyretmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmemiştir (Tablo 20).

Tablo 20. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen süt laktoz düzeyleri (%)

Süt Laktoz Seviyeleri (%)			
Dönem (Hafta)	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
1	4,60±(0,04)	4,53±(0,04)	4,35±(0,14)
2	4,86±(0,04)	4,91±(0,04)	4,78±(0,07)
3	4,96±(0,04)	4,95±(0,05)	4,88±(0,07)
4	4,92±(0,07)	4,93±(0,05)	4,92±(0,07)
5	4,96±(0,04)	4,94±(0,03)	4,87±(0,07)
6	4,98±(0,04)	4,92±(0,06)	4,91±(0,06)
7	4,94±(0,05)	4,94±(0,03)	4,92±(0,07)
8	4,93±(0,05)	4,95±(0,03)	4,92±(0,07)
9	4,94±(0,04)	4,95±(0,04)	4,88±(0,09)
10	4,95±(0,03)	4,94±(0,03)	4,90±(0,07)
11	4,89±(0,05)	4,91±(0,03)	4,93±(0,07)
12	4,95±(0,06)	4,89±(0,05)	4,92±(0,08)
13	4,93±(0,04)	4,94±(0,03)	4,90±(0,08)
14	4,93±(0,05)	4,80±(0,07)	4,92±(0,07)
Grup Ortalaması	4,92±(0,15)	4,91±(0,15)	4,86±(0,24)

4.4. Rumen Parametreleri

4.4.1. Rumen pH Seviyeleri

Rumen pH seviyeleri, belirlenen saatlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Rumen pH seviyeleri 22 ve 23. saatlerde gruplar arasında farklılık göstermiştir (Tablo 21). Deneme boyunca değerlendirilecek olursak pH seviyesi Düşük enerji grubunda diğer gruplara göre düşük olmuştur. Araştırma boyunca en düşük rumen pH seviyesi 8. saatte Düşük enerji grubunda görülmüştür.

Tablo 21. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen pH seviyeleri

Rumen pH Seviyeleri			
Saat	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0 (Yemleme saati)	6,76±(0,04)	6,97±(0,01)	6,92±(0,17)
1	6,37±(0,06)	6,70±(0,04)	6,46±(0,04)
2	6,31±(0,03)	6,54±(0,09)	6,44±(0,01)
3	6,19±(0,05)	6,60±(0,08)	6,39±(0,08)
4	6,23±(0,08)	6,56±(0,08)	6,41±(0,05)
5	6,24±(0,08)	6,43±(0,08)	6,19±(0,08)
6	6,27±(0,10)	6,53±(0,09)	6,33±(0,05)
7	6,22±(0,11)	6,49±(0,19)	6,11±(0,03)
8	6,02±(0,11)	6,21±(0,04)	6,06±(0,10)
9	6,15±(0,11)	6,33±(0,02)	6,14±(0,04)
10	6,10±(0,06)	6,29±(0,01)	6,18±(0,05)
11	6,14±(0,07)	6,32±(0,01)	6,22±(0,03)
12	6,17±(0,04)	6,32±(0,06)	6,32±(0,05)
13	6,07±(0,02)	6,42±(0,03)	6,34±(0,09)
14	6,36±(0,06)	6,40±(0,11)	6,36±(0,01)
15	6,48±(0,02)	6,39±(0,14)	6,44±(0,04)
16	6,40±(0,20)	6,49±(0,08)	6,61±(0,05)
17	6,65±(0,04)	6,59±(0,08)	6,68±(0,01)
18	6,65±(0,05)	6,72±(0,15)	6,83±(0,01)
19	6,74±(0,01)	6,87±(0,12)	6,87±(0,01)
20	6,64±(0,02)	6,80±(0,13)	6,85±(0,02)
21	6,71±(0,05)	6,84±(0,08)	6,89±(0,02)
22	6,69±(0,03) ^b	6,88±(0,03) ^b	6,94±(0,02) ^a
23	6,64±(0,08) ^b	6,80±(0,01) ^a	6,86±(0,02) ^{ab}
24	6,69±(0,06)	6,85±(0,01)	6,83±(0,02)
Grup Ortalaması	6,40±(0,03) ^c	6,58±(0,03) ^a	6,51±(0,03) ^b

a-c: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.4.2. Rumen Toplam UYA Seviyeleri

Rumen toplam UYA seviyeleri, belirlenen saatlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Rumen UYA seviyeleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 22).

Tablo 22. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen toplam UYA seviyeleri (mmol/l)

Rumen Toplam UYA Seviyeleri (mmol/l)			
	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
Saat	Düşük	Orta	Yüksek
0	99,81±(25,82)	106,86±(2,89)	103,59±(16,13)
2	120,70±(8,35)	141,64±(10,44)	114,30±(28,75)
4	146,95±(16,64)	134,14±(5,56)	128,04±(13,37)
6	127,86±(22,80)	159,22±(38,29)	149,07±(12,55)
8	144,78±(17,70)	151,70±(13,10)	127,29±(11,49)
10	158,64±(13,99)	144,19±(15,29)	139,41±(17,58)
12	136,42±(7,044)	146,51±(23,13)	131,73±(16,33)
14	134,88±(10,73)	150,82±(13,20)	149,81±(18,03)
16	130,73±(5,31)	136,12±(14,97)	134,93±(20,21)
18	129,53±(4,31)	128,21±(9,41)	119,57±(13,15)
20	104,07±(23,74)	120,63±(13,47)	124,11±(6,98)
22	120,55±(5,87)	133,26±(4,96)	124,90±(15,97)
24	105,82±(11,74)	121,90±(6,74)	121,49±(5,22)
Grup Ortalaması	127,75±(4,42)	136,56±(4,31)	128,33±(4,21)

4.4.3. Rumen Asetik Asit Seviyeleri

Rumen asetik asit seviyeleri, belirlenen saatlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Rumen asetik asit seviyeleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 23).

Tablo 23. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen asetik asit seviyeleri (mmol/l)

Rumen Asetik Asit Seviyesi (mmol/l)			
	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
Saat	Düşük	Orta	Yüksek
0	66,67±(16,63)	70,22±(0,47)	70,46±(10,04)
2	75,99±(6,19)	89,61±(5,30)	73,06±(18,10)
4	93,74±(9,67)	83,68±(5,47)	83,19±(10,58)
6	81,67±(15,85)	98,46±(21,43)	95,76±(8,04)
8	91,07±(11,33)	93,37±(7,32)	80,65±(9,50)
10	99,85±(10,08)	87,88±(6,27)	88,95±(11,82)
12	86,37±(4,76)	89,56±(13,19)	84,67±(11,82)
14	87,75±(5,93)	93,67±(10,63)	97,15±(12,89)
16	86,49±(3,65)	85,20±(10,23)	88,54±(13,85)
18	86,45±(2,14)	82,63±(6,67)	80,20±(9,06)
20	70,13±(15,93)	79,60±(9,41)	84,32±(4,92)
22	79,93±(2,61)	86,98±(1,33)	84,67±(10,49)
24	71,45±(6,41)	80,45±(2,76)	82,17±(3,40)
Grup Ortalaması	82,89±(2,73)	86,26±(2,43)	84,14±(2,78)

Rumen % asetik asit seviyeleri, belirlenen saatlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Rumen % asetik asit bakımından en düşük seviye Orta enerji grubunda şekillenmiştir. (Tablo 24)

Tablo 24. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen asetik asit seviyeleri

Rumen Asetik Asit Seviyeleri (Toplam UYA' nın % oranı şeklinde)			
	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
Saat	Düşük	Orta	Yüksek
0	67,40±(1,44)	65,79±(1,55)	68,42±(1,80)
2	62,86±(1,20)	63,43±(1,37)	64,23±(1,08)
4	63,95±(0,91)	62,28±(1,86)	64,67±(1,47)
6	63,42±(1,36)	62,44±(1,86)	64,24±(1,00)
8	62,91±(1,05)	61,70±(2,17)	63,05±(1,80)
10	62,82±(1,01)	61,37±(2,04)	63,72±(0,80)
12	63,31±(0,86)	61,43±(2,27)	64,02±(1,14)
14	65,17±(0,73)	61,90±(2,25)	64,63±(1,01)
16	66,17±(1,26)	62,57±(2,10)	65,49±(0,43)
18	66,78±(0,57)	64,49±(2,27)	67,036±(0,34)
20	67,38±(0,53)	65,98±(1,85)	67,923±(0,40)
22	66,41±(1,08)	65,40±(1,89)	67,85±(0,27)
24	67,85±(1,55)	66,15±(1,39)	67,65±(0,63)
Grup Ortalaması	65,11±(0,39) ^a	63,46±(0,53) ^b	65,61±(0,38) ^a

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.4.4. Rumen Propiyonik Asit Seviyeleri

Rumen propiyonik asit seviyeleri, belirlenen saatlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Tüm deneme sürecinin ortalaması kıyaslandığında rumen propiyonik asit seviyesi bakımından en yüksek grup Orta enerji grubu olarak ölçümlenmiştir (Tablo 25).

Tablo 25. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen propiyonik asit seviyeleri (mmol/l)

Rumen Propiyonik Asit Seviyeleri(mmol/l)			
Saat	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	18,55±(5,42)	23,30±(3,43)	19,15±(3,54)
2	26,63±(2,70)	33,78±(4,56)	24,30±(5,41)
4	31,30±(3,62)	32,48±(3,36)	26,55±(1,38)
6	27,02±(4,76)	40,61±(14,92)	31,68±(3,47)
8	31,56±(4,44)	38,88±(7,75)	27,07±(1,57)
10	35,01±(1,55)	37,53±(9,31)	30,01±(3,37)
12	29,89±(2,26)	37,86±(10,59)	27,99±(2,29)
14	28,07±(3,31)	36,74±(4,86)	31,38±(2,70)
16	26,38±(2,22)	33,11±(5,96)	27,88±(3,32)
18	25,28±(2,16)	29,19±(5,09)	23,26±(1,97)
20	19,86±(5,06)	25,63±(4,58)	23,09±(0,86)
22	23,37±(2,00)	29,34±(5,43)	23,31±(2,45)
24	19,33±(3,36)	26,11±(4,81)	22,89±(1,54)
Grup Ortalaması	26,33±(1,13) ^b	32,66±(1,88) ^a	26,05±(0,88) ^b

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

Rumen % propiyonik asit seviyeleri, belirlenen saatlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Rumen % propiyonik asit seviyeleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 26).

Tablo 26. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen propiyonik asit seviyeleri

Rumen Propiyonik Asit Seviyeleri (Toplam UYA' nın % oranı şeklinde)			
Saat	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	18,11±(1,44)	21,68±(2,61)	18,34±(1,52)
2	21,97±(0,76)	23,65±(1,77)	21,71±(0,88)
4	21,33±(0,67)	24,36±(3,02)	20,97±(1,21)
6	21,25±(0,89)	24,27±(3,28)	21,21±(1,04)
8	21,68±(0,61)	25,38±(3,52)	21,43±(1,20)
10	22,23±(0,92)	25,27±(3,55)	21,61±(0,69)
12	21,86±(0,69)	25,28±(4,03)	21,49±(1,01)
14	20,70±(0,80)	24,70±(3,76)	21,14±(0,84)
16	20,15±(1,27)	24,40±(3,68)	20,85±(0,63)
18	19,45±(1,07)	22,80±(3,65)	19,56±(0,59)
20	18,81±(0,68)	21,34±(3,22)	18,65±(0,55)
22	19,32±(0,76)	21,80±(3,23)	18,76±(0,38)
24	18,02±(1,15)	21,12±(2,72)	18,83±(0,87)
Grup Ortalaması	20,38±(0,32)	23,55±(0,79)	20,35±(0,29)

4.4.5. Rumen Bütirik Asit Seviyeleri

Rumen bütirik asit seviyeleri, belirlenen saatlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Rumen bütirik asit seviyeleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 27).

Tablo 27. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen bütirik asit seviyeleri (mmol/l)

Rumen Bütirik Asit Seviyeleri (mmol/l)			
Saat	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	13,70±(3,78)	12,25±(0,97)	12,94±(2,86)
2	17,27±(0,84)	17,35±(1,16)	16,13±(5,04)
4	20,99±(3,41)	16,98±(1,88)	17,43±(1,77)
6	18,40±(2,26)	19,25±(2,85)	20,70±(1,45)
8	21,33±(2,24)	18,65±(2,18)	18,70±(0,89)
10	22,85±(2,45)	18,06±(0,36)	19,70±(2,43)
12	19,36±(0,57)	18,32±(3,17)	18,30±(2,29)
14	18,22±(1,52)	19,54±(3,62)	20,40±(2,41)
16	17,00±(0,46)	17,00±(3,27)	17,66±(2,94)
18	16,86±(0,52)	15,53±(2,61)	15,27±(2,09)
20	13,23±(2,55)	14,44±(2,85)	15,67±(1,30)
22	16,25±(1,40)	15,81±(1,28)	15,79±(2,93)
24	14,13±(2,04)	14,29±(0,89)	15,34±(0,90)
Grup Ortalaması	17,66±(0,67)	16,73±(0,63)	17,24±(0,68)

Rumen % bütirik asit seviyeleri, belirlenen saatlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Rumen % bütirik asit seviyeleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 28).

Tablo 28. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen bütirik asit seviyeleri

Rumen Bütirik Asit Seviyeleri (Toplam UYA' nın % oranı şeklinde)			
Saat	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	13,56±(0,39)	11,52±(1,15)	12,22±(0,86)
2	14,48±(1,41)	12,28±(0,45)	13,43±(1,57)
4	14,10±(0,81)	12,61±(1,10)	13,68±(0,92)
6	14,72±(0,95)	12,71±(1,46)	13,92±(0,18)
8	14,83±(0,76)	12,38±(1,34)	14,80±(0,64)
10	14,37±(0,58)	12,84±(1,48)	14,13±(0,14)
12	14,24±(0,63)	12,76±(1,75)	13,88±(0,36)
14	13,51±(0,41)	12,82±(1,51)	13,63±(0,16)
16	13,02±(0,16)	12,44±(1,57)	13,02±(0,26)
18	13,05±(0,62)	12,05±(1,46)	12,70±(0,34)
20	13,01±(0,67)	11,87±(1,40)	12,59±(0,32)
22	13,44±(0,63)	11,95±(1,29)	12,47±(0,69)
24	13,25±(0,17)	11,87±(1,34)	12,61±(0,28)
Grup Ortalaması	13,82±(0,20)	12,32±(0,32)	13,32±(0,19)

4.4.6. Rumen İzo Bütirik Asit Seviyesi

Rumen izo bütirik asit seviyeleri, belirlenen saatlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Rumen izo bütirik asit seviyeleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 29).

Tablo 29. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen izobütirik asit seviyeleri (mmol/l)

Rumen İzo Bütirik Asit Seviyeleri (mmol/l)			
	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
Saat	Düşük	Orta	Yüksek
0	0,88±(0,18)	1,07±(0,10)	1,03±(0,09)
2	0,81±(0,02)	0,89±(0,08)	0,79±(0,29)
4	0,91±(0,17)	0,99±(0,14)	0,86±(0,11)
6	0,76±(0,12)	0,90±(0,21)	0,91±(0,04)
8	0,81±(0,10)	0,80±(0,13)	0,86±(0,13)
10	0,92±(0,13)	0,71±(0,04)	0,75±(0,13)
12	0,79±(0,03)	0,77±(0,15)	0,76±(0,07)
14	0,83±(0,08)	0,86±(0,10)	0,86±(0,09)
16	0,85±(0,04)	0,79±(0,11)	0,84±(0,11)
18	0,93±(0,08)	0,84±(0,06)	0,82±(0,09)
20	0,84±(0,22)	0,95±(0,09)	1,03±(0,08)
22	0,99±(0,03)	1,12±(0,06)	1,11±(0,13)
24	0,90±(0,04)	1,04±(0,10)	1,08±(0,04)
Grup Ortalaması	0,87±(0,29)	0,90±(0,33)	0,90±(0,35)

Rumen % izo bütirik asit seviyeleri, belirlenen saatlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Rumen % izo bütirik asit seviyeleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 30).

Tablo 30. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen izobütirik asit seviyeleri

Rumen İzo Bütirik Asit Seviyeleri (Toplam UYA' nın % oranı şeklinde)			
Saat	Gruplar Enerji Seviyelerine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	0,92±(0,07)	1,00±(0,06)	1,01±(0,08)
2	0,68±(0,03)	0,63±(0,01)	0,62±(0,14)
4	0,61±(0,07)	0,73±(0,08)	0,67±(0,04)
6	0,60±(0,04)	0,56±(0,01)	0,62±(0,04)
8	0,56±(0,01)	0,52±(0,04)	0,69±(0,14)
10	0,57±(0,04)	0,50±(0,02)	0,53±(0,03)
12	0,58±(0,03)	0,51±(0,02)	0,59±(0,05)
14	0,61±(0,02)	0,56±(0,02)	0,58±(0,06)
16	0,65±(0,05)	0,58±(0,02)	0,63±(0,07)
18	0,71±(0,04)	0,65±(0,01)	0,70±(0,08)
20	0,79±(0,04)	0,79±(0,01)	0,83±(0,07)
22	0,82±(0,02)	0,84±(0,06)	0,90±(0,10)
24	0,87±(0,07)	0,85±(0,05)	0,89±(0,07)
Grup Ortalaması	0,69±(0,22)	0,67±(0,26)	0,72±(0,30)

4.5. Kan Analizleri

4.5.1. Kan BHBA Seviyeleri

Kan BHBA seviyeleri araştırma boyunca belirlenen günlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Kan BHBA seviyelerinde 1, 42, 49, 56 ve 100. günde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür (Tablo 31). Buna göre 1. gün ölçülen kan BHBA seviyesi Yüksek enerji grubunda en düşük seviye de ölçülmüştür. Bununla birlikte 42. günde Yüksek enerji grubu en yüksek BHBA seviyesine ulaşmıştır. Orta enerji grubu 49. günde en düşük BHBA seviyesine sahip olmuştur. Yüksek enerji grubu 56 ve 100. günlerde Düşük enerji grubuna göre daha yüksek BHBA seviyesi göstermiştir. Örnek alınan bütün günlerin ortalamalarında ise bir farklılık ortaya çıkmamıştır.

Tablo 31. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan BHBA düzeyleri (mg/dl)

Kan BHBA Seviyeleri (mg/dl)			
	Gruplar Enerji Seviyesine Göre		
Dönem (Gün)	Düşük	Orta	Yüksek
0	7,16±(0,96)	5,18±(0,21)	6,41±(0,54)
1	6,64±(0,57) ^a	5,97±(0,43) ^a	4,48±(0,40) ^b
4	7,70±(0,72)	5,87±(0,76)	7,70±(1,06)
7	6,39±(1,15)	7,29±(0,76)	8,19±(1,15)
14	6,27±(0,58)	8,49±(3,01)	7,10±(1,44)
21	6,64±(0,45)	8,62±(3,03)	6,80±(0,52)
28	5,46±(0,33)	7,85±(2,33)	6,51±(0,53)
35	6,30±(0,62)	5,63±(0,47)	6,89±(0,91)
42	4,79±(0,27) ^b	4,20±(0,29) ^b	7,47±(0,91) ^a
49	5,34±(0,48) ^{ab}	4,46±(0,23) ^b	5,73±(0,41) ^a
56	4,94±(0,72) ^b	5,53±(0,49) ^{ab}	7,66±(0,86) ^a
63	5,09±(0,51)	4,58±(0,66)	5,22±(0,42)
70	6,19±(0,53)	4,11±(0,50)	5,81±(0,92)
84	4,82±(0,30)	4,18±(0,53)	5,97±(1,02)
100	4,13±(0,37) ^b	4,60±(0,52) ^{ab}	5,73±(0,56) ^a
Grup Ortalaması	5,86±(0,17)	5,77±(0,35)	6,52±(0,22)

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.5.2. NEFA Seviyeleri

NEFA seviyeleri araştırma boyunca belirlenen günlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. NEFA seviyelerinde 14. günde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür (Tablo 32). Buna göre 14. günde ölçülen NEFA seviyesi Düşük ve Orta enerji grubunda aynı olmakla birlikte Yüksek enerji grubuna kıyasla daha yüksek olmuştur.

Tablo 32. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan NEFA düzeyleri (mEq/L)

Kan Nefa Seviyesi (mEq/L)			
Dönem (Gün)	Gruplar Enerji Seviyesine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
1	0,26±(0,03)	0,21±(0,03)	0,23±(0,01)
4	0,26±(0,03)	0,22±(0,02)	0,20±(0,01)
7	0,21±(0,02)	0,27±(0,02)	0,23±(0,02)
14	0,27±(0,02) ^a	0,27±(0,03) ^a	0,17±(0,01) ^b
21	0,22±(0,02)	0,27±(0,02)	0,23±(0,01)
28	0,21±(0,01)	0,22±(0,02)	0,24±(0,00)
35	0,21±(0,01)	0,20±(0,02)	0,28±(0,04)
42	0,25±(0,01)	0,23±(0,01)	0,29±(0,02)
49	0,21±(0,02)	0,21±(0,02)	0,20±(0,02)
56	0,19±(0,01)	0,17±(0,01)	0,23±(0,01)
63	0,21±(0,01)	0,25±(0,01)	0,21±(0,02)
70	0,24±(0,03)	0,18±(0,01)	0,20±(0,02)
84	0,21±(0,01)	0,25±(0,01)	0,23±(0,01)
100	0,26±(0,02)	0,24±(0,02)	0,24±(0,02)
Grup Ortalaması	0,23±(0,01)	0,23±(0,01)	0,23±(0,01)

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.5.3. Kan Kalsiyum Seviyeleri

Kan kalsiyum seviyeleri araştırma boyunca belirlenen günlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür (Tablo 33). Kan kalsiyum seviyelerinde 7. günde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür. Buna göre 7. günde ölçülen kan kalsiyum seviyesi Düşük enerji grubunda en yüksek seviye de ölçülmüştür bunu Orta ve Yüksek enerji seviyesi grubu takip etmiştir.

Tablo 33. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan kalsiyum düzeyleri (mg/dl)

Kan Kalsiyum Seviyeleri (mg/dl)			
Dönem (Gün)	Gruplar Enerji Seviyesine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	8,51±(0,08)	8,60±(0,10)	8,59±(0,10)
1	8,42±(0,10)	8,46±(0,07)	8,31±(0,11)
4	8,66±(0,08)	8,78±(0,11)	8,47±(0,16)
7	9,25±(0,09) ^a	8,98±(0,08) ^{ab}	8,90±(0,13) ^b
14	9,27±(0,08)	9,10±(0,09)	9,21±(0,13)
21	9,25±(0,10)	9,22±(0,07)	9,40±(0,09)
28	9,40±(0,08)	9,27±(0,11)	9,31±(0,09)
35	9,40±(0,20)	9,43±(0,14)	9,47±(0,10)
42	9,41±(0,13)	9,36±(0,15)	9,33±(0,12)
49	9,51±(0,11)	9,60±(0,09)	9,48±(0,12)
56	9,57±(0,11)	9,32±(0,11)	9,37±(0,15)
63	9,69±(0,11)	9,41±(0,13)	9,81±(0,16)
70	9,46±(0,12)	9,65±(0,12)	9,60±(0,18)
84	9,58±(0,11)	9,82±(0,09)	9,38±(0,16)
100	9,36±(0,19)	9,61±(0,17)	9,72±(0,08)
Grup Ortalaması	9,26±(0,04)	9,25±(0,04)	9,23±(0,05)

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.5.4. Kan Fosfor Seviyeleri

Kan fosfor seviyeleri araştırma boyunca belirlenen günlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Kan fosfor seviyelerinde 14, 28, 42, 56 ve 100. günde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür (Tablo 34). Buna göre 14. günde ölçülen kan fosfor seviyesi en düşük Orta enerji grubunda ölçümlenmiştir. 100. günde ölçülen kan fosfor seviyesi Orta enerji grubunda en yüksek seviye de ölçülmüştür, bunu Yüksek ve Düşük enerji seviyesi grubu takip etmiştir. 56. günde ölçülen kan fosfor seviyesi en düşük Orta enerji grubunda ölçülmüştür.

Tablo 34. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan fosfor düzeyleri (mg/dl)

Kan Fosfor Seviyeleri (mg/dl)			
Dönem (Gün)	Gruplar Enerji Seviyesine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	4,67±(0,34)	4,47±(0,23)	5,06±(0,24)
1	6,48±(0,35)	7,06±(0,45)	6,16±(0,19)
4	6,03±(0,24)	5,36±(0,22)	5,33±(0,13)
7	5,93±(0,27)	5,82±(0,17)	6,01±(0,19)
14	6,55±(0,24) ^a	5,91±(0,14) ^b	6,76±(0,36) ^a
21	6,90±(0,30)	6,41±(0,24)	6,62±(0,25)
28	5,97±(0,14) ^b	6,90±(0,20) ^a	6,32±(0,24) ^{ab}
35	6,60±(0,23)	6,39±(0,10)	6,41±(0,20)
42	7,16±(0,24) ^a	6,21±(0,12) ^b	6,71±(0,21) ^a
49	6,76±(0,17)	6,12±(0,17)	6,21±(0,26)
56	6,17±(0,21) ^a	5,60±(0,15) ^b	6,56±(0,28) ^a
63	6,41±(0,27)	5,92±(0,22)	6,21±(0,43)
70	6,66±(0,28)	6,09±(0,33)	5,76±(0,27)
84	6,67±(0,40)	6,26±(0,25)	6,17±(0,22)
100	5,40±(0,32) ^c	6,45±(0,19) ^a	6,09±(0,11) ^b
Grup Ortalaması	6,30±(0,08)	6,07±(0,07)	6,16±(0,07)

a-c: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.5.5. Kan Albümin Seviyeleri

Kan albümin seviyeleri araştırma boyunca belirlenen günlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Kan albümin seviyelerinde 14. günde Orta enerji grubunda, Yüksek enerji ve Düşük enerji grubuna göre daha yüksek olmuştur. 14. gün kan albümin seviyesinin en düşük olduğu grup Yüksek enerji grubu olmuştur (Tablo 35). Bütün deneme dönemi ele alındığında istatistiksel olarak bir farklılık görülme de en yüksek seviyesi Yüksek enerji grubunda 100. gün yapılan ölçümde görülmüştür. Kan albümin seviyesinin en düşük seviyesi ise Yüksek enerji grubunda 7. gün ölçülmüştür.

Tablo 35. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan albümin düzeyleri (g/dl)

Kan Albümin Seviyeleri (g/dl)			
Dönem (Gün)	Gruplar Enerji Seviyesine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	1,94±(0,04)	1,83±(0,06)	2,00±(0,04)
1	1,74±(0,06)	1,65±(0,04)	1,75±(0,04)
4	1,80±(0,05)	1,71±(0,05)	1,64±(0,06)
7	1,89±(0,08)	1,74±(0,04)	1,63±(0,07)
14	1,91±(0,05) ^{ab}	2,03±(0,05) ^a	1,76±(0,06) ^b
21	2,12±(0,04)	2,09±(0,05)	2,01±(0,06)
28	2,17±(0,03)	2,17±(0,05)	2,07±(0,06)
35	2,08±(0,05)	2,25±(0,05)	2,17±(0,05)
42	2,15±(0,07)	2,24±(0,08)	2,26±(0,05)
49	2,24±(0,05)	2,33±(0,03)	2,33±(0,05)
56	2,25±(0,05)	2,27±(0,02)	2,33±(0,08)
63	2,38±(0,04)	2,27±(0,03)	2,37±(0,10)
70	2,29±(0,05)	2,35±(0,06)	2,40±(0,09)
84	2,39±(0,03)	2,41±(0,07)	2,47±(0,07)
100	2,44±(0,03)	2,46±(0,06)	2,55±(0,05)
Grup Ortalaması	2,12±(0,02)	2,12±(0,02)	2,12±(0,03)

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.5.6. Kan Bilirubin Seviyeleri

Kan bilirubin seviyeleri araştırma boyunca belirlenen günlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Kan bilirubin seviyelerinde 21. günde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür (Tablo 36). Buna göre 21. gün ölçülen kan bilirubin seviyesi Orta enerji grubunda en yüksek seviyede ölçülmüştür bunu Düşük ve Yüksek enerji grubu takip etmiştir.

Tablo 36. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan bilirubin düzeyleri (mg/dl)

Kan Bilirubin Seviyeleri (mg/dl)			
Dönem (Gün)	Gruplar Enerji Seviyesine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	0,39±(0,04)	0,42±(0,03)	0,47±(0,03)
1	0,33±(0,02)	0,37±(0,02)	0,37±(0,02)
4	0,44±(0,03)	0,46±(0,03)	0,46±(0,02)
7	0,43±(0,03)	0,46±(0,03)	0,42±(0,03)
14	0,34±(0,01)	0,37±(0,02)	0,31±(0,01)
21	0,28±(0,01) ^b	0,36±(0,02) ^a	0,28±(0,06) ^b
28	0,41±(0,05)	0,39±(0,08)	0,30±(0,01)
35	0,41±(0,05)	0,35±(0,02)	0,30±(0,02)
42	0,26±(0,01)	0,31±(0,01)	0,28±(0,01)
49	0,28±(0,02)	0,31±(0,01)	0,27±(0,01)
56	0,28±(0,02)	0,28±(0,01)	0,54±(0,18)
63	0,29±(0,01)	0,28±(0,01)	0,32±(0,02)
70	0,25±(0,01)	0,29±(0,02)	0,30±(0,02)
84	0,26±(0,01)	0,31±(0,01)	0,28±(0,01)
100	0,31±(0,01)	0,29±(0,01)	0,30±(0,01)
Grup Ortalaması	0,33±(0,01)	0,35±(0,01)	0,35±(0,01)

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.5.7. Kan Glikoz Seviyeleri

Kan glikoz seviyeleri araştırma boyunca belirlenen günlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Kan glikoz seviyelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir (Tablo 37). İstatistik olarak bir farklılık olmamasına rağmen rakamsal olarak değerlendirildiğinde en yüksek kan glikoz düzeyi 0. günde Orta enerji grubunda görülmüştür. En düşük kan glikoz seviyesi ise 28. günde Düşük enerji grubunda görülmüştür.

Tablo 37. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan glikoz düzeyleri (mg/dl)

Kan Glikoz Miktarı (mg/dl)			
Dönem (Gün)	Gruplar Enerji Seviyesine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	110,70±(6,87)	123,40±(7,22)	101,43±(6,85)
1	64,70±(1,34)	66,50±(2,74)	63,43±(2,70)
4	56,80±(1,87)	63,90±(2,84)	59,10±(2,80)
7	60,70±(1,71)	59,20±(2,71)	63,00±(4,80)
14	60,70±(1,95)	58,80±(3,69)	59,21±(2,27)
21	61,10±(1,40)	60,80±(3,65)	60,00±(2,12)
28	51,30±(3,92)	57,40±(3,64)	62,00±(2,44)
35	64,50±(1,82)	56,80±(4,41)	58,56±(3,04)
42	62,90±(1,56)	65,20±(2,84)	60,56±(2,85)
49	57,30±(2,59)	59,50±(3,35)	64,78±(3,47)
56	59,20±(2,20)	62,00±(2,73)	57,78±(2,24)
63	59,90±(2,17)	60,00±(3,30)	65,10±(2,31)
70	58,00±(3,11)	63,70±(3,08)	61,10±(2,24)
84	60,20±(2,17)	65,00±(3,10)	58,32±(3,35)
100	63,80±(2,16)	64,20±(2,66)	66,89±(2,15)
Grup Ortalaması	63,45±(1,20)	65,76±(1,48)	64,09±(1,12)

4.5.8. Kan Üre Azotu Seviyeleri

Kan üre azotu (BUN) seviyeleri araştırma boyunca belirlenen günlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Kan üre azotu seviyelerinde 84. günde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür (Tablo 38). Buna göre 84. gündeki en yüksek kan üre azotu seviyesi Düşük enerji grubunda ölçümlenmiş, bunu Orta ve Yüksek enerji grubu takip etmiştir. Denemenin tamamı ele alındığında kan üre azotu seviyesi Düşük ve Yüksek enerji grubunda farklılık göstermiştir. Rakamsal olarak en yüksek seviye Düşük enerji grubunda ölçümlenmiştir.

Tablo 38. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan üre azotu düzeyleri (mg/dl)

Kan Üre Azotu Seviyesi (mg/dl)			
Dönem (Gün)	Gruplar Enerji Seviyesine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	10,70±(0,66)	10,30±(0,57)	11,67±(0,89)
1	12,70±(0,86)	14,50±(0,73)	13,67±(1,08)
4	12,00±(0,50)	12,20±(0,50)	10,78±(0,57)
7	12,10±(0,57)	10,20±(0,48)	10,67±(0,57)
14	11,80±(0,53)	11,80±(0,54)	10,21±(0,44)
21	13,40±(0,52)	12,80±(0,86)	12,43±(0,62)
28	13,30±(0,27)	14,30±(0,69)	13,89±(0,65)
35	14,30±(0,49)	14,40±(0,63)	14,78±(0,62)
42	15,10±(0,76)	13,80±(0,45)	14,43±(0,50)
49	14,50±(0,73)	15,50±(0,58)	14,78±(0,42)
56	15,30±(0,90)	14,10±(0,48)	16,21±(0,60)
63	15,00±(0,73)	14,40±(0,53)	13,67±(0,99)
70	15,80±(0,53)	14,90±(0,65)	14,21±(0,68)
84	17,60±(0,93) ^a	14,80±(0,51) ^b	14,32±(0,61) ^b
100	16,20±(0,74)	14,70±(0,64)	15,56±(0,67)
Grup Ortalaması	13,99±(0,22) ^a	13,51±(0,19) ^{ab}	13,42±(0,22) ^b

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.5.9. Kan Total Protein (TP) Seviyeleri

Kan total protein seviyeleri araştırma boyunca belirlenen günlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Kan total protein seviyelerinde 42. günde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür (Tablo 39). Buna göre 42. günde ölçülen kan total protein seviyesi Düşük ve Orta enerji seviyesinde farklılık göstermiştir.

Tablo 39. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan TP düzeyleri (mg/dl)

Kan Toplam Protein Miktarı (mg/dl)			
Dönem (Gün)	Gruplar Enerji Seviyesine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	6,51±(0,10)	6,33±(0,16)	6,61±(0,17)
1	6,07±(0,07)	5,84±(0,17)	6,23±(0,14)
4	6,59±(0,09)	6,37±(0,16)	6,56±(0,18)
7	6,92±(0,07)	6,63±(0,17)	6,80±(0,19)
14	7,45±(0,08)	7,34±(0,15)	7,43±(0,24)
21	7,81±(0,13)	7,52±(0,17)	7,77±(0,17)
28	7,82±(0,12)	7,61±(0,19)	7,40±(0,18)
35	7,80±(0,12)	7,69±(0,16)	7,51±(0,16)
42	7,97±(0,06) ^a	7,68±(0,12) ^b	7,50±(0,13) ^{ab}
49	7,76±(0,12)	7,74±(0,16)	7,77±(0,13)
56	7,87±(0,14)	7,85±(0,16)	7,68±(0,13)
63	7,90±(0,10)	7,97±(0,15)	7,72±(0,15)
70	7,69±(0,09)	7,98±(0,16)	7,78±(0,19)
84	7,70±(0,10)	7,87±(0,14)	7,80±(0,19)
100	7,716±(0,07)	7,83±(0,14)	7,80±(0,16)
Grup Ortalaması	7,44±(0,05)	7,35±(0,06)	7,36±(0,06)

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.6. Vücut Kondisyon Skorları

Vücut kondisyon skorları, araştırma boyunca belirlenen günlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Vücut kondisyon skorları bakımından 42 ile 84. günler arasında gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür (Tablo 40). Buna göre 49, 56, 63 ve 70. günlerde ölçülen vücut kondisyon skorları, Düşük enerji grubunda en düşük seviyede ölçülmüştür bunu takiben Yüksek ve Orta enerji seviyesi grubu benzer olmuştur.

Tablo 40. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen VKS seviyeleri

Vücut Kondisyon Skoru			
Dönem (Gün)	Gruplar Enerji Seviyesine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
0	3,66±(0,04)	3,56±(0,06)	3,70±(0,04)
1	3,54±(0,04)	3,50±(0,07)	3,52±(0,03)
4	3,43±(0,05)	3,45±(0,06)	3,47±(0,04)
7	3,43±(0,05)	3,43±(0,07)	3,43±(0,03)
14	3,31±(0,06)	3,33±(0,07)	3,31±(0,04)
21	3,18±(0,05)	3,29±(0,06)	3,29±(0,04)
28	3,18±(0,05)	3,31±(3,25)	3,27±(0,03)
35	3,10±(0,06)	3,31±(0,05)	3,25±(0,04)
42	3,08±(0,06) ^b	3,29±(0,05) ^a	3,22±(0,03) ^{ab}
49	3,04±(0,06) ^b	3,29±(0,04) ^a	3,20±(0,05) ^a
56	3,02±(0,06) ^b	3,27±(0,03) ^a	3,22±(0,05) ^a
63	3,04±(0,06) ^b	3,27±(0,03) ^a	3,22±(0,05) ^a
70	2,97±(0,06) ^b	3,29±(0,04) ^a	3,18±(0,05) ^a
84	2,97±(0,06) ^b	3,27±(0,04) ^a	3,10±(0,05) ^{ab}
Grup Ortalaması	3,22±(0,02) ^b	3,34±(0,02) ^a	3,31±(0,02) ^a

a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4.6.1. Vücut Kondisyon Skorları Kayıp Seviyeleri

Vücut kondisyon skorları kayıp seviyeleri, araştırma boyunca belirlenen günlerde üç farklı enerji seviyesinde beslenen hayvan gruplarında ölçülmüştür. Vücut kondisyon skorları bakımında 7 ile 84. günler arasında gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür. Buna göre 7. ve 14. günlerde Orta enerji grubu Yüksek enerji grubuna göre daha az kondisyon kaybetmiştir. Vücut kondisyon skoru kayıpları, 21 ile 42. günler arasında Düşük ve Yüksek enerji grubundaki hayvanlarda yüksek seviyede, Orta enerji seviyesinde grupta ise düşük seviyede seyretmiştir. Vücut kondisyon skoru kayıpları 56, 63 ve 70. günlerde Düşük enerji grubunda yüksek düzeyde olmuş, 84. günde ise Düşük ve Yüksek enerji grubunda yüksek seviyede olmuştur (Tablo 41).

Tablo 41. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen VKS kayıp seviyeleri

Vücut Kondisyon Skoru Kaybı			
Dönemler (Gün)	Gruplar Enerji Seviyesine Göre		
	Düşük	Orta	Yüksek
1	0,12±(0,03)	0,06±(0,03)	0,18±(0,03)
4	0,22±(0,03)	0,10±(0,03)	0,22±(0,03)
7	0,22±(0,03) ^{ab}	0,12±(0,03) ^b	0,27±(0,03) ^a
14	0,35±(0,05) ^{ab}	0,22±(0,03) ^b	0,39±(0,04) ^a
21	0,47±(0,04) ^a	0,27±(0,02) ^b	0,41±(0,04) ^a
28	0,47±(0,06) ^a	0,25±(0,03) ^b	0,43±(0,03) ^a
35	0,56±(0,08) ^a	0,25±(0,03) ^b	0,45±(0,02) ^a
42	0,58±(0,08) ^a	0,27±(0,03) ^b	0,47±(0,02) ^a
49	0,62±(0,06) ^a	0,27±(0,05) ^b	0,50±(0,03) ^{ab}
56	0,64±(0,06) ^a	0,29±(0,06) ^c	0,47±(0,03) ^b
63	0,62±(0,05) ^a	0,29±(0,06) ^c	0,47±(0,03) ^b
70	0,68±(0,05) ^a	0,27±(0,05) ^c	0,52±(0,03) ^b
84	0,68±(0,05) ^a	0,29±(0,05) ^b	0,60±(0,04) ^a
Grup Ortalaması	0,48±(0,02) ^a	0,22±(0,01) ^c	0,41±(0,01) ^b

a-c: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur, P<0,05.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Kuru Madde Tüketimi

Kuru madde tüketimi daha önce de belirtildiği gibi birçok parametreden etkilenebilmektedir. Yürütmüş olduğumuz araştırmada farklı enerji seviyelerinin kuru madde tüketimi üzerine olan etkilerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

Bu araştırma ile benzer bir araştırmada buzağılama öncesi son 17 gün ve buzağılama sonrası 14 gün boyunca iki farklı enerji seviyesi (1,77 Mkal/kg ve 1,71 Mkal/kg) ile beslenen hayvan grupları arasında kuru madde tüketimi, süt verimi, süt kompozisyonu, canlı ağırlık değişimi ve vücut kondisyon skoru değişimi bakımından bir farklılık tespit edilmemiştir (Guo, Peters, & Kohn, 2007).

McNamara, O'Mara, Rath, & Murphy, (2003) yaptıkları araştırmada kaba yem kaynaklarının yanına farklı miktarda konsantre yem kullanarak enerji seviyelerini arttırmış ve bu durumun doğum sonrası kuru madde tüketimini arttırdığı sonucuna varmışlardır. Araştırmacı bu durumun düşük konsantre yem tüketen grubun doğum sonrası arttırılan konsantre yem miktarına adapte olamamasına bağlamıştır.

Sıcak stresi altındaki süt sığırlarında yürütülen bir araştırmada enerji seviyesinin artışı süt sığırlarının kuru madde tüketimlerinin düşüşü ile sonuçlanmıştır (Yan ve ark., 2016). Zhou ve ark., (2015) yaptıkları araştırmada orta laktasyondaki süt sığırlarında farklı enerji seviyelerini karşılaştırmış ve enerji seviyesinin (1,51, 1,71 Mkal/kg) arttırılmasının kuru madde tüketimini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Yürütmüş olduğumuz araştırma sonuçları incelendiğinde haftalık bazda gruplar arasında bir farklılık gözlemlenmemiştir (Tablo 14). Bu durum daha önce erken laktasyonda yapılan bazı araştırmalar ile paralellik göstermiştir (Guo ve ark., 2007). Kuru madde tüketimlerinin yanı sıra yüksek enerjiye sahip olan süt sığırı rasyonlarının aynı kuru madde tüketiminde daha yüksek süt verimine ulaşması yemden yararlanma oranının artması olarak değerlendirilmelidir.

Denemenin bütünü ele alındığında orta enerji grubunun kuru madde tüketimi diğer gruplara nazaran daha düşük şekillenmiştir (Tablo 14). Orta enerji grubunun kuru madde tüketiminin daha düşük şekillenmesi durumu, düşük enerji grubu ile

kıyaslandığında süt verim kaybına neden olmamıştır. Bu açıdan değerlendirecek olursak kuru madde tüketiminin daha düşük şekillenmesi hepatik oksidasyon teorisinin bir etkisi olarak düşünülebilir. Bilindiği üzere hepatik oksidasyon teorisinde karaciğer oksidasyon kapasitesine ulaşıldığında kuru madde tüketiminin baskılanması durumu şekillenmektedir. Aynı süt verimine sahip ancak enerjice farklı rasyonlarla beslenen süt sığırlarında, daha yüksek enerji seviyesine sahip olan rasyonlar beslenen süt sığırlarının oksidatif doygunluğa ulaşması daha düşük bir kuru madde tüketiminde oluşacaktır. Fizyolojik doygunluk Yüksek enerji grubunda şekillenmemiştir çünkü yüksek verim grubu diğer gruplara nazaran daha fazla süt verine ulaşmış ve böylelikle vücuttan daha fazla enerjiyi uzaklaştırmıştır.

5.2. Süt Verimi ve Süt Kompozisyonu

5.2.1. Süt Verimi

Birçok araştırma rasyon enerji seviyesinin, erken laktasyon dönemindeki negatif enerji dengesinin şiddeti ve metabolik bozukluklar bakımından oldukça önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır (Gong, 2002; Grummer, & Carroll, 1988). Bu araştırmaların yanı sıra Broderick (2003) kaba yem miktarının azaltılarak rasyon enerji seviyesinin artırılmasının süt verimine pozitif etkilerinin olduğunu tespit etmiştir. Yine bu çalışmaya paralel olarak Ballard, Mandebvu, Sniffen, Emanuele, & Carter, (2001) doğum sonrası şeker pancarı posası, melas, propilen glikol ve kalsiyum propiyonat içeren bir karışımın düşük miktarlarda eklenerek artırılan rasyon enerjisinin süt verimine olumlu yönde yansıdığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada süt verimleri karşılaştırıldığında ilk 5 hafta gruplar arasında farklılık gözlemlenmezken 6, 7, 9 ve 10. haftalarda yüksek enerji grubu diğer gruplara kıyasla daha fazla süt vermiştir. Orta ve Düşük enerji grupları arasında süt verimi bakımından bir farklılık gözlenmemiştir. Deneme boyunca süt verimleri kıyaslandığında Yüksek enerji grubu diğer gruplara nazaran daha fazla süt vermiştir (Tablo 15). Orta enerji grubunun Düşük enerji grubu ile aynı süt verimine sahip olmasının, kuru madde tüketimleri arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Orta enerji grubu günde 15,76 kg/gün kuru madde tüketimine sahipken, Düşük enerji grubu günde 16,94 kg/gün kuru madde tüketmiştir.

Aralarındaki 1,18 kg/gün' lük kuru madde tüketim farkı iki grup arasındaki süt veriminin benzer olmasının nedenini açıklayabilir.

5.2.2. Süt Yağı

Van Kneysel (2007) yürüttüğü bir araştırmada süt yağı seviyesini, glikojenik rasyonlarla beslenen çoklu doğum yapan süt ineklerinde, karışık veya lipojenik rasyonlarla beslenen hayvanlara kıyasla daha düşük ölçmüşlerdir. Benzer biçimde lipojenik rasyonla beslenen hayvanlarda süt yağının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Grum, Drackley, Hansen, & Cremin, 1996; Moallem, Folman, Bor, Arav, & Sklan, 1999)

Farklı enerji seviyeleri ve farklı enerji kaynaklarıyla (öğütülmüş mısır ve flake mısır) beslenen laktasyondaki sığırlarda; sindirilebilirlik, rumen mikrobiyal sentezi ve süt performansı üzerine yapılan çalışmada düşük enerji seviyesi (1,52-1,53 Mkal) ve yüksek enerji (1,71-1,72 Mkal) seviyesine sahip iki rasyon kullanılmıştır. Buna göre yüksek enerji seviyesinde beslenen hayvan grubunda benzer biçimde süt verimi, süt proteini ve süt laktoz verimi artmış ancak süt yağı ve laktoz içerikleri etkilenmemiştir (Zhou ve ark., 2015).

Süt yağı üzerine etki eden yağ asitlerinden biri şüphesiz ki palmitik asittir. Loften ve ark., (2014) yapmış olduğu bir derlemede palmitik asit rasyonlarda kullanıldığında süt yağı üzerine pozitif etkilerinin olduğu açık bir şekilde belirtilmiştir. Bizim de yürütmüş olduğumuz araştırmada kullanılan by-pass yağ kaynağının palmitik asit açısından yüksek olduğu göz önünde bulundurulursa Yüksek enerji grubunun süt yağındaki artışın nedeninin palmitik asit olabileceği düşünülmektedir.

Orta enerji grubunda süt yağı düşüklüğünün nedeni tam olarak anlaşılamamıştır. Bu durumda akla gelen bir ihtimal, Orta enerji grubunda kullanılan süt yeminin diğer süt yemlerine göre nişastaca daha yüksek, dolayısıyla daha glikojenik olması olabilir. Ancak araştırmada ölçülen günlük pH ortalamasının Orta enerji grubunda diğer iki gruba göre daha yüksek olması bu ihtimali bertaraf etmektedir. Gruplar genelinde süt yağı ortalamaları Holstein ırkı süt sığırlarından

beklenen seviyelerin altında kalmıştır. Bunun nedeni süt yemlerinde kullanılan yağlı ham maddelerin (Örn: DDGS, Pirinç Kepeği) yağlarının okside olması ve bu yolla rumen fermantasyonunu olumsuz etkilemesi olabilir.

5.2.3. Süt Proteini

Watanabe ve ark., (2006) yaptıkları bir araştırmada rasyonlarında yeterli miktarda metiyonin ve lizin bulunmayan süt sığırlarına yapılan metiyonin ve lizin katkısının süt proteinini olumlu yönde etkilediği kanısına varmışlardır. Hullar, & Brand, (1993) yapmış olduğu derlemede bypass proteinlerin süt proteinine olumlu etkilerinin olacağını belirtilmişlerdir. Bizim yürütmüş olduğumuz araştırmada gram süt proteini açısından Orta ve Yüksek grup, düşük enerji grubuna göre daha yüksek değerler göstermiştir. Bu durum Orta ve Yüksek enerji gruplarına verilen rasyonlarda daha fazla soya, mısır gluten yemi ya da DDGS bulunmasından ileri gelebilir. Bu kaynakların sindirilebilirliklerinin ya da RUP seviyelerinin Düşük enerji grubunda yüksek miktarda kullanılan ayçiçeği tohumu küspesine kıyasla daha yüksek olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır.

5.2.4. Süt Laktozu

Araştırma sonuçlarına yüzdesel olarak bakıldığında farklılık gözlemlenmemekle birlikte süt verimi göz önünde bulundurulduğunda yüksek enerji grubunun daha fazla laktoz sentezlediği kanısına varılabilir. Costa ve ark., (2019) tarafından yapılan derlemede sütteki laktoz miktarının süt sığırlarının içinde bulunduğu enerji dengesi ile direk bağlantılı olduğu vurgulanmıştır. Bu makaleye benzer şekilde, Xue, Yan, Ferris, & Mayne, (2011) yılında yaptıkları araştırmada yüksek enerji ile beslenen süt sığırlarının süt laktoz yüzdesinin arttığını tespit etmişlerdir. Bu araştırmaya paralel olarak, Ouweltjes, Beerda, Windig, Calus, & Veerkamp, (2007)'da benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Farklı bir araştırmada ise Beerda, Ouweltjes, Sebek, Windig, & Veerkamp, (2007)'da düşük enerji seviyesi ile beslenen süt sığırlarının süt laktoz seviyelerinin düştüğünü tespit etmişlerdir.

Bu açıdan bakacak olursak en yüksek laktoz miktarının yüksek enerji grubunda olması bu durum ile paralellik göstermektedir.

5.3. Rumen Parametreleri

5.3.1. Rumen pH'sı

Rabelo, Rezende, Bertics, & Grummer, (2003) yaptıkları araştırmada farklı enerji seviyelerinin rumen pH ve uçucu yağ asidi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan araştırmada farklı NFC (%38-44) ve farklı NDF seviyeleri uygulayarak rasyonların enerji seviyelerini arttırmışlardır (1,58-1,70). Rasyonlarda farklı miktarlarda kırık mısır kullanılmıştır. Araştırma sonucunda en düşük pH ve en yüksek propiyonik asit, yüksek NFC içeren grupta tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın aksine Yanliag, Shuqin, Rongqiyu, & Yan, (2018) yaptıkları araştırmada farklı enerji seviyesine sahip 3 rasyonun rumen parametreleri üzerine etkisini incelemiş ve farklılık tespit edememişlerdir.

Genellikle rasyonlardaki yüksek enerji artışları kaba/konsantre yem miktarları değiştirildiğinde elde edilmektedir. Ancak bu durum rumen pH'sında dalgalanmalara neden olup asidozise sebep olabilmektedir (Klieve, 2003; Nocek, 1997).

Bizim yürütmüş olduğumuz araştırmada kaba yem kaynakları ve miktarları aynı olduğundan hiçbir grupta asidozis gözlemlenmemiştir. pH'lar incelendiğinde bütün grupların pH seviyeleri birbirlerinden farklı çıkarken, en düşük pH seviyesi düşük enerji grubunda gözlemlenmiştir. Nişasta kaynakları incelendiğinde Orta enerji grubunun ana nişasta kaynağı mısır iken, diğer gruplarda nişastanın bir kısmının pirinç kepeğinden geldiği görülmektedir. Yoo ve ark., (2020) yaptıkları araştırmada mısır yerine pirinç kullanımının rumen pH'sını istatistiksel anlamda düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

5.3.2. Rumen Uçucu Yağ Asitleri

Rumendeki bakteriyel topluluk, yemlerin yıkımlanması ve verim için kritik rol oynar. Farklı kaba: konsantre yem oranlarının rumen mikrobiyal popülasyon yapısı üzerine etkisi bakımından çok sayıda araştırma mevcuttur ancak farklı enerji seviyelerindeki konsantre yemler ve aynı kaba yemlerle beslenen hayvanlarla ilgili rumen popülasyonu üzerine etkileri konusunda çalışma sayısı azdır (Yanliag ve ark.,

2018). Rasyon, rumen popülasyon yapısını ve mikrobiyal fermentasyonu belirleyen temel husustur (Petri ve ark., 2013). Ruminal asidoz, rumen mikroorganizmaları ve rasyon arasındaki etkileşimin önemli bir göstergesidir (Tajima ve ark., 2000).

5.3.3. Rumen Toplam Uçucu Yağ Asitleri

Yanliag ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmada, aynı kaba yem: konsantre yem oranlarında ve yalnızca %8'lik rasyon enerji farkına sahip rasyonlarla beslenen düvelerde rumen bakteriyel popülasyonunda bir farklılık görülmemiştir. Rumen bakteriyel popülasyonu ile uçucu yağ asidi profili doğrudan ilişkilidir.

5.3.3.1. Rumen Asetik Asit Seviyesi

Yanliag ve ark., (2018) tarafından yapılan araştırmada, aynı konsantre: kaba yem oranına sahip ancak farklı enerji seviyelerinde beslenen düve gruplarının rumen asetik asit seviyeleri benzerlik göstermiştir. Szumacher-Strabel ve ark., (2002) rasyonlara farklı yağ kaynakları ekleyerek koyunlarda rumen uçucu yağ asitlerini incelemişlerdir. Deneme sonucunda soya ve keten tohumu yağlarının kullanımı rumendeki asetik asit miktarını artırırken, balık yağının rumendeki asetik asit miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Andersen, Sehested, & Ingvarsten, (1999) ise sabah beslemesinde süt sığırlarına sadece arpa vermiş ve asetik asit miktarında bir farklılık gözlemlenmemişlerdir.

Bizim çalışmamızdaki deneme rasyonlarında Orta enerji grubunun rasyonu diğer gruplara göre daha az bitkisel yağ içermektedir. Deneme sonuçlarında toplam asetik asit miktarında bir fark gözlemlenmese de asetik asit yüzdesel olarak daha düşük bulunmuştur. Bu durum daha önce yapılan araştırmalarla paralellik göstermektedir.

5.3.3.2. Rumen Propiyonik Asit Seviyesi

Araştırmada propiyonik asit seviyesi Orta enerji grubunda en yüksek düzeyde seyretmiştir. Yanliag ve ark. (2018) yaptıkları araştırmada rasyon enerji seviyesindeki artışın, propiyonik asit üreten bakteri popülasyonunu arttırdığını tespit etmişlerdir. Yine buna paralel bir araştırmada Andersen ve ark., (1999) kuru dönemde ve erken laktasyon döneminde süt sığırlarına gündüz beslemesinde sadece arpa ve konsantre

yem vermişlerdir. Bu deneme düzeninde rumende propiyonik ve bütirik asit artışı gözlemlenmiştir.

Bu araştırmada Orta enerji grubunun süt yemleri daha fazla nişasta içermektedir. Orta enerji grubunda propiyonik asidin daha fazla oluşması bu sebep ile açıklanabilir. Aynı zamanda rumen pH'ları göz önünde bulundurulduğunda Orta enerji grubunun pH seviyesi diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Buda mısırın daha yavaş yıkımlanarak rumende laktik asit birikimine engel olduğu ve laktik asidin yeterli biçimde propiyonik aside çevrildiğini göstermektedir.

5.3.3.3. Rumen Bütirik Asit Seviyesi

Araştırmada gruplar arasında bütirik asit seviyeleri bakımından bir farklılık görülmemiştir. Fibrolitik bakterilerden olan *Butyrivibro*, aynı zamanda nişastanın sindiriminde de görev alır ve bütirat üretir (Fernando ve ark., 2010). Yanliag ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada benzer kaba yem: konsantre yem oranlarına sahip rasyonlar ile beslenen ve tahıl içeriğinin %15,42' den %27,85'e çıkartılmasıyla enerji seviyesi arttırılan rasyonların, *Butyrivibro* popülasyonu ve bütirik asit seviyesinde, fark oluşturmadığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar araştırmada bulduğumuz sonuçlar ile uyum göstermektedir.

5.4. Kan Analizleri

5.4.1. Serum BHBA, NEFA ve Glikoz Seviyesi

BHBA ve NEFA seviyesi süt sığırlarında gözlemlenen negatif enerji dengesinin bir göstergesi olarak kabul edildiğinden farklı enerji seviyeleri ile BHBA seviyeleri arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok araştırma yapılmıştır. Ranaweera, Mahipala, & Weerasinghe, (2019) araştırmalarında rasyonların enerji seviyelerinin bypass yağlarla arttırılmasının BHBA üzerine bir etkisinin olmadığını gözlemlenmiştir. Yine bu çalışmaya paralel olarak Van Kneysel (2007), glikojenik ve lipojenik rasyonlarla beslenen hayvan gruplarında plazmada NEFA, BHBA, glikoz, üre ve karaciğer trigliseritlerinde bir farklılık ölçülmemiştir. Bu bulguların aksini elde eden araştırmalarda mevcuttur. Garcia ve ark., (2011) linoleik ve linolenik yağ asitlerinin tuzlarının serum NEFA ve BHBA seviyelerini arttırdığını

gözlemlemişlerdir. Aynı enerji seviyesindeki rasyonlarda, rasyonların glikojenik ya da lipojenik olması BHBA miktarına etki etmemiştir. Ancak NEFA miktarının düşürülmesinde glikojenik rasyonlar daha başarılı olma eğiliminde bulunmuştur (Van Knegsel, 2007).

Law ve ark., (2011) doğum öncesi ve sonrası uygulanan düşük ve yüksek enerjili rasyonların ilkinde ve çoklu doğum yapan hayvanlardaki kan metabolitlerini incelemişlerdir. Doğum öncesi ve sonrası uygulanan rasyonların kan glikoz seviyesine bir etkisinin olmadığını gözlemlemişlerdir.

Yapmış olduğumuz araştırmada kan BHBA ve NEFA seviyeleri uygulamış olduğumuz rasyonlardan etkilenmemiştir. Bütün çalışma periyodunun ortalamasına bakıldığında rakamsal olarak Yüksek enerji grubunun yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni rasyonların enerji seviyesinin yağlar ile artırılmış olması olabilir. En yüksek BHBA seviyeleri 7, 14 ve 21. günlerde gözlemlenmiş ve bu durum diğer araştırmalar ile paralellik sağlamıştır. NEFA değerleri göz önünde bulundurulduğunda gerek haftalık bazda gerekse bütün çalışma periyodu boyunca gruplar arasında bir farklılık gözlemlenmemiştir. Kan glikoz seviyesi ise daha önceki yapılan araştırmalarla paralellik göstermiş ve enerji seviyesinden etkilenmemiştir. Kan glikoz seviyesi sadece propilen glikol verilmesini takiben artmış ve daha sonra normal seviyelerine dönmüştür.

5.4.2. Serum Kalsiyum, Fosfor Seviyeleri

Denememizde farklı enerji seviyelerinin kan kalsiyum ve fosfor seviyelerine herhangi bir etkisi bulunmamıştır.

5.4.3. Serum Albümin ve Bilirubin Seviyesi

Araştırmada 14. gün haricinde, araştırma boyunca albümin seviyeleri gruplar arasında farklılık göstermemiştir. Denemenin bütünü ele alındığında yine gruplar arasında bir farklılığa rastlanmamıştır. Albümin yağlı karaciğer hastalığının şiddetine bağlı olarak düşüş gösterebilen bir kan parametresidir ancak albümin seviyesi farklı etkenlerden de etkilenebildiği için tek başına bir gösterge olarak kabul edilmemelidir

(Lager, & Jordan, 2012). Bizim araştırmamızda albümin seviyelerinin genel olarak gruplarda düşük seyretmesinin nedeni anlaşılamamıştır.

Garcia ve ark., (2011) yaptıkları bir araştırmada linoleik ve linolenik asitlerin tuzlarının rasyonlara eklenmesinin erken laktasyon döneminde serum albümin seviyesini arttırdığını gözlemlemişlerdir. Bir başka araştırmada ise uzun zincirli yağ asitlerinin kalsiyum sabunlarının hayvan başı 200 gram ilavesinin kan albümin seviyesini değiştirmediği tespit edilmiştir (Ranaweera ve ark., 2019).

Kan bilirubin seviyesi gruplar arasında farklılık göstermemiştir. Busato, Faissler, Küpfer, & Blum, (2002) yaptığı araştırmada bilirubin seviyesinin negatif enerji dengesinin en yoğun olduğu dönemlerde NEFA ile birlikte arttığını belirtmiş ve aşırı kondisyon kayıplarında bilirubin seviyesinin yükseldiğini tespit etmiştir. Bu bulgu ve deneme sonuçları göz önünde bulundurulduğunda denemede bilirubin seviyesinde artışın şekillenmemesi normal olarak değerlendirilmiştir.

5.4.4. Serum Kan Üre Azotu ve Toplam Protein Değerleri

Law ve ark., (2011) yaptıkları araştırmada farklı enerji seviyelerinin kan üre üzerine olan etkilerini incelemiş ve düşük enerji gruplarında kan üre seviyesinin daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bu araştırmalarında kaba konsantre yem oranlarında değişiklik yaparak enerji kısıtlamasını uygulamışlardır. Bilindiği üzere kan ürenin artışı rumende amonyak birikimi sonucu şekillenmektedir. Rumen bakterileri rumende oluşturulan amonyağı bir enerji kaynağı ile birleştiremez ise rumen ortamında amonyak birikimi oluşur ve bu da kan üre azotunun artışına neden olur.

Kurgulamış olduğumuz deneme sonuçları incelendiğinde kan üre azotunun değerleri normal seviyeler içinde bulunmuş ancak gruplar arasında farklılıklar şekillenmiştir. En yüksek değerin Düşük enerji grubunda oluşmasının nedeni, diğer gruplarda kullanılan süt yemlerinin bypass proteince hafifçe zengin olması olabilir. Düşük enerji grubunda kullanılan ayçiçeği tohumu küspesi (ATK)'nın RDP değeri oldukça yüksek olduğu için diğer gruplara nazaran biraz daha yüksek bir amonyak birikimine neden olabileceğini düşünmekteyiz.

Gonzalez, Muino, Pereira, Campos, & Benedito, (2011), tarafından yapılan araştırmada yüksek verimli süt sığırlarında yüksek ve düşük yağ mobilizasyonunun kan metabolitleri üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda fazla yağ mobilizasyonu şekillenen süt sığırlarının kan toplam protein miktarında düşüş gözlemlenmiştir.

Yürütmüş olduğumuz denemede gruplar arasında toplam protein açısından fark çıkmamasının nedeni şiddetli bir şekilde negatif enerji dengesinin oluşmaması olabilir.

5.5. Vücut Kondisyon Skoru

Araştırma boyunca vücut kondisyon skorları bakımında gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık grlmştir. Bunun aksine Van Kneysel (2007), tarafından yapılan çalışmada glikojenik ve lipojenik rasyonlarla beslenen hayvanlarda gruplar arasında vücut kondisyon skorları ve canlı ağırlıkları arasında bir farklılık görülmemiştir.

5.6. Sonuç

Yüksek enerji seviyesine sahip olan rasyonların ilkinde doğum yapan süt sığırlarında yemden yararlanmaya olumlu etki ettiği gözlemlenmiştir. Günümüzde Türkiye’de henüz yemden yararlanma tabiri istenilen noktaya ulaşamasa da gelecek dönemlerde tartışılması gereken önemli hususlardan biri olacağı göz ardı edilmemesi gereken önemli bir husustur. Dünya nüfusunun hızla artması ve kaynakların git gide azalması bu parametrenin daha da önemli olmasında tetikleyici bir rol oynayacaktır. Araştırmamızda enerji seviyesinin 1,61 kcal/kg NEL seviyesine ulaştırılmasının süt verimini ve süt yağını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Süt veriminin işletmelerin birincil finans kaynağı olduğu düşünülürse uygulanan rasyonların süt işletmesine finansal olarak olumlu yansıtacağı ortadadır. Enerji seviyesinin artırılmasının süt sığırlarının sağlık parametreleri yansımadığı denememizde gözlemlenmiştir. Ancak bu denemenin ilkinde doğum yapan süt sığırlarında gerçekleştirilmiş olması ve denemenin yürütüldüğü işletmede ketozis ve hayvan sağlığı açısından birçok önlem alınıyor olması deneme sonucunda farklılık gözlemlenmemiş olmasına neden olmuş olabilir.

Tüm sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, enerji kaynağının tek bir değişken ile kontrol edilmesinin ve nişasta ya da yağdan sağlanması şeklinde daha ileri araştırmalara gereksinim olduğu düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Abeysekara, S., Naylor, J. M., Wassef, A., Isak, U., & Zello, G. A. (2007). D-Lactic acid-induced neurotoxicity in a calf model. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 293(2), 558–565. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00063.2007>
- Aiello, R. J., & Armentano, L. E. (1987). Gluconeogenesis in goat hepatocytes is affected by calcium, ammonia and other key metabolites but not primarily through cytosolic redox state. *Journal of Comparative Biochemistry and Physiology*, 88(1), 193–201. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(87\)90100-3](https://doi.org/10.1016/0305-0491(87)90100-3)
- Alberghina, D., Casella, S., Vazzana, I., Ferrantelli, V., Giannetto, C. & Piccione, G. (2010). Analysis of serum proteins in clinically healthy goats (*Capra hircus*) using agarose gel electrophoresis. *Veterinary Clinical Pathology*, 39(3), 317–321. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.2010.00226.x>
- Albright, J.L. (1993). Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 76(2), 485-498. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77369-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77369-5)
- Allen, M.S. (1997). Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1447–1462. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(97\)76074-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76074-0)
- Allen, M. S., Bradford, B. J., & Oba, M. (2009). Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *Journal of Animal Science*, 87, 3317–3334. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1779>
- Allen, M. S., & Piantoni, P. (2013). Metabolic control of feed intake implications for metabolic disease of fresh cows. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*, 29, 279–297. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.04.001>
- Andersen, J.B., Sehested, J., & Ingvarsen, K.L. (1999). Effect of dry cow feeding strategy on rumen pH, concentration of volatile fatty acids and rumen epithelium development. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science*, 49, 149-155. <https://doi.org/10.1080/090647099424051>
- Asanuma, N., & Hino, T. (2002). Regulation of fermentation in a ruminal bacterium, *Streptococcus bovis*, with special reference to rumen acidosis. *Journal of Animal Science*, 73, 313–325. <https://doi.org/10.1046/j.1344-3941.2002.00044.x>
- Ballard, C.S, Mandebvu, P., Sniffen, C.J., Emanuele, S.M., & Carter, M.P. (2001). Effect of feeding an energy supplement to dairy cows pre- and postpartum on intake, milk yield and incidence of ketosis. *Animal Feed Science and Technology*, 93(1-2), 55-69. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00270-X](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00270-X)
- Baranano, D.E., Rao, M., Ferris, C.D., & Snyder, S.H. (2002). Biliverdin reductase: A major physiologic cytoprotectant. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(25), 16093–16098. <https://doi.org/10.1073/pnas.252626999>

- Barton, B.A., (1978). *Studies of vitamin D, calcium, and phosphorus metabolism of the dairy cow*. [Master's thesis dissertation. University of Wisconsin, Madison, WI, USA].
- Bauman, D. E., Corl, B.A., & Baumgard, L.H. (1998). Trans fatty acids, conjugated linoleic acid and milk fat synthesis. Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers Department Animal Science. Ithaca: Cornell University (pp. 95-103).
- Beerda, B., Ouweltjes, W., Sebek, L. B. J., Windig, J. J., & Veerkamp, R. F. (2007). Effects of genotype by environment interactions on milk yield, energy balance, and protein balance. *Journal of Dairy Science*, 90, 219–228. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)72623-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)72623-1).
- Bell, A.W. (1995). Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science*, 73, 2804-2819. <https://doi.org/10.2527/1995.7392804x>
- Bell, A.W. & Bauman D.E. (1997). Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 2(3), 265-278. <https://doi.org/10.1023/a:1026336505343>
- Bell, A. W., W. S. Burhans, and T. R. Overton. (2000). Protein nutrition in late pregnancy, maternal protein reserves, and lactation performance in dairy cows. *Proceedings of the Nutrition Society*, 59, 119–126. <https://doi.org/10.1017/S0029665100000148>
- Bergman, E. N., (1990). Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiology Reviews*, 70(2), 567-590. <https://doi.org/10.1152/physrev.1990.70.2.567>
- Berthoud, H. R. (2004). Anatomy and function of sensory hepatic nerves. *Anatomical Record*, 280(1), 827-35. <https://doi.org/10.1002/ar.a.20088>
- Bobe, G., Young, J.W., & Beitz, D.C. (2004). Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(10), 3105-3124. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73446-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73446-3)
- Bremmer, D. R., Christiansen, J. O., Grummer, R. R., Rasmussen, F. E., & Wiltbank, M. C. (1999). Effects of induced parturition and estradiol on feed intake, liver triglyceride concentration, and plasma metabolites in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82(7), 1440–1448. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(99\)75371-3](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(99)75371-3)
- Brent, B. E. (1976). Relationship of acidosis to other feedlot ailments. *Journal of Animal Science*, 43, 930–935. <https://doi.org/10.2527/jas1976.434930x>
- Britton, R. A., & Stock R. A. (1987). *Acidosis, rate of starch digestion and intake*. Oklahoma Agricultural Experiment Station (pp 125–137).

- Britton, R., & Stock, R. (1989). *Acidosis: A continual problem in cattle fed high grain diets*. In Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Ithaca: Cornell University (pp. 8-15).
- Broderick, G.A., (2003). Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1370–1381. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73721-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73721-7)
- Bruss, M. (2008). *Lipids and Ketones*. Clinical biochemistry of domestic animals. (6th edition) içinde (pp 81-115). Elsevier Incorporated.
- Burhans, W. S., (2006). *Effects of nutritional management on peripartum glucose and energy metabolism and postpartum health in transition dairy cows*. [Ph.D. Dissertation. Cornell University, Ithaca, NY].
- Busato, A., Faissler, D., Küpfer, U., & Blum, J. W. (2002). Body condition scores in dairy cows: associations with metabolic and endocrine changes in healthy dairy cows. *Journal of Veterinary Medicine*, 49, 455–460. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2002.00476.x>
- Caldwell, D. R., & Bryant, M. P. (1966). Medium without rumen fluid for nonselective enumeration and isolation of rumen bacteria. *ASM Journals, Applied Microbiology*, 14, 794–801. <https://doi.org/10.1128/am.14.5.794-801.1966>
- Cameron, M. R., Klusmeyer, T. H., Lynch, G. L., Clark, J. H., & Nelson, D. R. (1991). Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum, and performance of cows. *Journal of Dairy Science*. 74, 1321–1336. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78288-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78288-X)
- Campbell, A. (2010). *Optimizing the adaptation rate of feedlot steers doses with Megasphaera elsdenii NCIMB 41125 and fed high starch diets*. [Dissertation (MSc). University of Pretoria] Erişim Adresi: <http://hdl.handle.net/2263/29035>
- Cant J.P., DePeters E.J., & Baldwin, R.L. (1993). Mammary uptake of energy metabolites in dairy cows fed fat and its relationship to milk protein depression. *Journal of Dairy Science*, 76(8), 2254-2265.
- Castilloa, C., Beneditoa, J.L., Pereira, V., Méndezb, J., Vazqueza, P., Lo'pez-Alonso, M., & Joaquin Herná'ndeza, J. (2008). Effects of malate supplementation on acid-base balance and productive performance in growing/finishing bull calves fed a high-grain diet. *Archives of Animal Nutrition*, 62(1), 70–81. <https://doi.org/10.1080/17450390701780193>
- Chapinal, N. M., Carson, T. F., Duffield, M., Capel, S., Godden, M., Overton, J. E., Santos, & LeBlanc S. J. (2011). The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 94, 4897–4903. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4075>
- Charlton, S. J., & Ewing, W. N., (2007). *The Minerals Directory*. England: Context Publication.

- Charlton, S. J., & Ewing, W. N., (2007). *The Vitamins Directory*. England: Context Publication.
- Choung, J., & Chamberlain, D. G. (1995). Effects of intraruminal infusion of propionate on the concentrations of ammonia and insulin in peripheral blood of cows receiving an intraruminal infusion of urea. *Journal of Dairy Research*, 62, 549–557. <https://doi.org/10.1017/s0022029900031277>
- Cook, M. E., (1999). Conjugated linoleic acid. Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers Department Animal Science. Ithaca: Cornell University, (pp. 102-108).
- Coleman, G.S., (1986). The metabolism of rumen ciliate protozoa. *FEMS Microbiology Reviews*, 2(4), 321-344. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1986.tb01864.x>
- Cooper, R., & Klopfenstein T. (1996). Effect of Rumensin and feed intake variation on Rumensin/Tylan/Mycotil for the Professional Feedlot Consultant. S. A1–A14. Elanco Animal Health, Indianapolis, IN.
- Costa A., Lopez-Villalobos, N., Sneddon, N.W., Shalloo, L., Franzoi, M., De Marchi M., & Penasa, M. (2019) Invited review: Milk lactose—Current status and future challenges in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 5883-5898. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15955>
- Counotte, G. H. M., & Prins, R. A. (1981). Regulation of lactate metabolism in the rumen. *Veterinary Research Communications*, 5(1),101–115. <https://doi.org/10.1007/bf02214975>
- Counotte, G. H. M., Prins, R. A., Janssen, R. H. A., & DeBie, M. J. A. (1981). Role of *Megasphaera elsdenii* in the fermentation of DL- [2-13C] lactate in the rumen of dairy cattle. *Applied Environment Microbiology*, 42(4), 649–655. <https://doi.org/10.1128/aem.42.4.649-655.1981>
- Cummings, J. H., & Macfarlane, G.T. (1991). The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *Journal of application bacteriology*, 70(6), 443-459. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1991.tb02739.x>
- DeGaris, P.J., Ian, J., & Lean, I.J. (2008). Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. *The Veterinary Journal*, 176 (1),58–69. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.029>
- Desnoyers, M., Giger-Reverdin, S., Bertin, G., Duvaux-Ponter, C., & Sauvant, D. (2009). Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1620–1632. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1414>
- Devendra, C., & Lewis, D. (1974). The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep 2. Digestibility studies. *Animal Science*, 19, 67–76. <https://doi.org/10.1017/S0003356100022583>

- Dijkstra, J. (1994). Production and absorption of volatile fatty acids in the rumen. *Livestock Production Science*, 39(1), 61-69.
- Dirksen, G., Liebich, H., & Mayer, K. (1985). Adaptive changes of the ruminal mucosa and functional and clinical significance. *Bovine Practices*, 20, 116–120. <https://doi.org/10.21423/bovine-vol1985no20p116-120>
- Dohoo, I. R., & Martin, S. W. (1984). Subclinical ketosis: prevalence and associations with production and disease. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 48, 1-5.
- Drackley, J. K. (2000) *Use of NEFA as a tool to monitor energybalance in transition dairy cows*. ErişimAdresi: <http://livestocktrail.illinois.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?ContentID=330>
- Drackley, J. K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2259-2273. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75474-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3)
- Du_eld, T.F. (2000). Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Veterinary Clinical North America Food Animal Practice*, 16(2), 231–253. [https://doi.org/10.1016/s0749-0720\(15\)30103-1](https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30103-1)
- Duffield, T. F., Lissemore, K. D., McBride, B. W., & Leslie, K. E. (2009). Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of Dairy Science*, 92(2), 571-580. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1507>
- Duffield, T. F., Sandals, D., Leslie, K. E., Lissemore, K., McBride, B. W., Lumsden, J. H., Dick, P., & Bagg, R. (1998). Efficacy of monensin for the prevention of subclinical ketosis in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81, 2866-2873. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(98\)75846-1](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(98)75846-1)
- Eastridge, M. L., Bucholtz, H. F., Slater, A. L., & Hall, C. S. (1998). Nutrient requirements for dairy cattle of the national research council versus some commonly used software. *Journal of Dairy Science*, 81, 3049– 3062.
- Ellenberger, H.B., Newlander, J.A., & Jones, C.H. (1932). Calcium and phosphorus requirements of dairy cows. II. Weekly balances through lactation and gestation periods. *Vermont Agricultural Experiment Station*, 342.
- Emery, R. S., Burg, N., Brown, L. D., & Blank, G. N. (1964). Detection, occurrence, and prophylactic treatment of borderline ketosis with propylene glycol feeding. *Journal of Dairy Science*, 47, 1074-1079. <https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302%2864%2988848-2>
- Ender, F., Dishington, I. W., & Helgebostad, A. (1971). Calcium balance studies in dairy cows under experimental induction and prevention of hypocalcaemic paresis puerperalis. The solution of the aetiology and the prevention of milk fever by dietary means. *Zeitschrift für Tierphysiologie Tierernährung und*

- Futtermittelkunde*, 28(5), 233–256. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1971.tb01573.x>
- Erdman, R. (1999). Trans fatty acids and fat synthesis in milk. In Proceedings. Southwest Nutrition and Management Conference Department of Animal Science, Tucson: University of Arizona (pp. 113-125).
- Ferguson, J.D., Galligan, D.T., & Thomsen, N. (1994). Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 77, 2695-2703.
- Fernando, S. C., Purvis, H.T.I., Najar, F.Z., Sukharnikov, L.O., Krehbiel, C.R., Nagaraja, T.G., Roe, B.A., & DeSilva, U. (2010). Rumen microbial population dynamics during adaptation to a high-grain diet. *Application Environmental Microbiology*, 76(22), 7482–90. <https://doi.org/10.1128/aem.00388-10>
- Fickova, M., Zorad, S., & Macho, L. (1997). The effect of in vivo thyroxin treatment on insulin receptors, glucose transport and GLUT4 in rat adipocytes. *Hormone and Metabolism Research*, 29, 16–19. <https://doi.org/10.1055/s-2007-978973>
- Finlayson, H. J. (1986). The effect of pH on the growth and metabolism of *Streptococcus bovis* in continuous culture. *Journal of Applied Bacteriology*, 61, 201–208. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1986.tb04277.x>
- Fox, D. G., Van Amburgh, M. E., & Tylutki, T. P. (1999). Predicting requirements for growth, maturity, and body reserves in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 82(2), 1968–1977. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(99\)75433-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(99)75433-0)
- Garcia, A.M.B., Cardoso, F.C., Campos, R., Diego, X., Thedy, D.X., & Gonzalez, F.H.D. (2011). Metabolic evaluation of dairy cows submitted to three different strategies to decrease the effects of negative energy balance in early postpartum. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 31(1), 11-17. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2011001300003>
- Gill, H., Shu, S. Q., & Leng, R. A. (2000). Immunization with *Streptococcus bovis* protects against lactic acidosis in sheep. *Vaccine*, 18, 2541–2548. [https://doi.org/10.1016/s0264-410x\(00\)00017-7](https://doi.org/10.1016/s0264-410x(00)00017-7)
- Goad, D. W., Goad, C. L., & Nagaraja, T. G. (1998). Ruminal microbial and fermentative changes associated with experimentally induced subacute acidosis in steers. *Journal of Animal Science*, 76(1), 234–241. <https://doi.org/10.2527/1998.761234x>
- Goff, J. P. (2004). Macromineral disorders of the transition cow. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 20(3), 471-94. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.003>
- Goff, J.P. (2007). The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *The Veterinary Journal*, 176(1), 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.020>

- Goff, J.P., Horst, R. L., Beitz, D. C., & Littledike, E. T. (1988). Use of 24-F-1,25-dihydroxyvitamin D₃ to prevent parturient paresis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 71(5), 1211–1219. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(88\)79676-9](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(88)79676-9)
- Gong, J. G. (2002). Influence of metabolic hormones and nutrition on ovarian follicle development in cattle: Practical implications. *Domestic Animals Endocrinology*, 23(1-2), 229–241. [https://doi.org/10.1016/S0739-7240\(02\)00159-5](https://doi.org/10.1016/S0739-7240(02)00159-5)
- Gonzalez, F.D, Muino, R., Pereira, V., Campos, R., & Benedito, J.L. (2011). Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. *Journal of Veterinary Science*, 12(3), 251-255. <https://doi.org/10.4142/jvs.2011.12.3.251>
- Gonzalez, L.A., Manteca, X., Calsamiglia, S., Schwartzkopf-Genswein, K. S., & Ferret, A. (2012). Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*, 172(1-2), 66–79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.009>
- Gozho, G.N., Krause, D.O., & Plaizier, J.C. (2017). Ruminal Lipopolysaccharide Concentration and Inflammatory Response During Grain-Induced Subacute Ruminal Acidosis in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90, 856-866. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71569-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71569-2)
- Green, D., Brink, DR., & Bauer, M.L. (1994). Characterization of feed intake and estradiol-17b during gestation and lactation in twin-bearing ewes. *Small Ruminant Research*, 13, 153–158. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(94\)90091-4](https://doi.org/10.1016/0921-4488(94)90091-4)
- Green, D. A., Brink D. R., Bauer M. L., & Wester T. J. (1992). Estradiol-170 effects on lipid metabolism of adipose tissue in nutritionally induced lean and obese ovariectomized ewes. *Journal of Animal Science*, 70, 2120-2129. <https://doi.org/10.2527/1992.7072120x>
- Gressley, T. F. (2008). Managing the Transition Cow: Recent Research and Recommendations. *Proceedings of the 2008 Delmarva Dairy Day*. Harrington.
- Griinari, J. M., Chouinard, P.Y., & Bauman, D.E. (1997). Trans fatty acid hypothesis of milk fat depression revised. *Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers Department Animal Science*. Ithaca: Cornell University (pp. 208-216).
- Grohn, Y., Rajala, P., Allore, H., DeLorenzo, M., Herti, J., & Galligan, D. (2003). Optimizing replacement of dairy cows, modeling the effects of diseases. *Preventive Veterinary Medicine*, 61(1), 27-43. [https://doi.org/10.1016/s0167-5877\(03\)00158-2](https://doi.org/10.1016/s0167-5877(03)00158-2)
- Grum, D. E., Drackley, J. K., Hansen, L. R., & Cremin, J. D. (1996). Production, digestion, and hepatic lipid metabolism of dairy cows fed increased energy from fat or concentrate. *Journal of Dairy Science*, 79(10), 1836–1849. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(96\)76552-9](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(96)76552-9)

- Grummer, R.R. (1991). Effect of feed on the composition of milk fat. *Journal of Dairy Science*, 74(9), 3244-3257. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78510-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78510-x)
- Grummer, R.R. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science*, 73, 2820–33. <https://doi.org/10.2527/1995.7392820x>
- Grummer, R. R., Bertics, S. J., LaCount, D. W., Snow, J. A., Dentine, M. R., & Stauffacher R. H. (1990). Estrogen induction of fatty liver in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 73, 1537–1543. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)78822-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)78822-4)
- Grummer, R. R., & Carroll, D. J. (1988). A review of lipoprotein cholesterol metabolism: Importance to ovarian function. *Journal of Animal Science*, 66(12), 3160–3173. <https://doi.org/10.2527/jas1988.66123160x>
- Grünberg W., (2014). Treatment of phosphorus balance disorders. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 30(2), 383-408. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.03.002>
- Gabel, G., & Martens, H. (1991). Transport of Na⁺ and Cl⁻ across the forestomach epithelium: Mechanisms and interactions with short-chain fatty acids. In: Tsuda, T., Sasaki, Y., & Kawashima, R. (Eds.), *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants* (pp.129-151). Academic Press Incorporated.
- Guo, J., Peters, R. R., & Kohn, R. A. (2007). Effect of a transition diet on production performance and metabolism in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(11), 5247–5258. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0326>
- Hanai, H., Brennan, D. P., Cheng, L., Goldman, M. E., Chorev, M., Levine M. A., Sacktor, B., & Liang, C. T. (1990). Downregulation of parathyroid hormone receptors in renal membranes from aged rats. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 259(3), 444-450. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.1990.259.3.f444>
- Hayirli, A., Grummer, R. R., Nordheim, E. V., & Crump, P. M. (2002). Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in holsteins. *Journal of Dairy Science*, 85, 3430–3443. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74431-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74431-7)
- Heinrichs J., & Jones C.M. (2016). *Penn State Particle Separator*. Erişim Adresi: <https://extension.psu.edu/penn-state-particle-separator>
- Herd, T. (2000). Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Veterinary Clinical North American Food Animal Practice*, 6(2), 215-30. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30102-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30102-X)
- Hernandez, J., Benedito, J.L., Abuelo, A., & Castillo C. (2014). Ruminant acidosis in feedlot: from aetiology to prevention. *Scientific World Journal*. <https://doi.org/10.1155/2014/702572>

- Holtenius, P., & Holtenius, K. (1996). New aspects of ketone bodies in energy metabolism of dairy cows: A review. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 43, 579–587. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1996.tb00491.x>
- Holter, J. B., & Urban, W. E. Jr. (1992). Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 6, 1472-1479. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77904-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77904-1)
- Horst, R. L., Goff, J. P., & Reinhardt, T. A. (1990). Advancing age results in reduction of intestinal and bone 1, 25-dihydroxyvitamin D receptor. *Endocrinology*, 126(2), 1053-7. <https://doi.org/10.1210/endo-126-2-1053>
- Horst, R.L., Goff, J.P., & Reinhardt, T.A. (1997). Calcium and vitamin D metabolism during lactation. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*, 2(3), 253-63.
- Horst, R. L., Goff, J. P., & Reinhardt, T. A. (2005). Adapting to the transition between gestation and lactation: Differences between rat, human and dairy cow. *Journal of Mammary Gland Biology Neoplasia*, 10, 141–156. <https://doi.org/10.1007/s10911-005-5397-x>
- Howard, J. L., & Smith, R. A. (1999). *Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice*. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Huber, T. L. (1976). Physiological effects of acidosis on feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 43(4), 902–909. <https://doi.org/10.2527/jas1976.434902x>
- Huber, T. L., Cooley, J. H., Goetsch, D. D., & Das, N. K. (1976). Lactic acid-utilizing bacteria in ruminal fluid of a steer adapted from hay feeding to a high-grain ration. *American Journal of Veterinary Research*, 37(5), 611–613.
- Hullar, I., & Brand, A. (1993). Nutritional factors affecting milk quality, with special regard to milk protein: a review. *Acta Veterinaria Hungarica*, 41(1-2), 11-32.
- Hungate, R. E., (1979). Evolution of a microbial ecologist. *Annual Review of Microbiology*, 33, 1–20. <https://doi.org/10.1146/annurev.mi.33.100179.000245>
- Ingvarthsen, K.L., & Andersen, J.B. (2000).ve arkve Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. *Journal of Dairy Science*, 83, 1573–97. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(00\)75029-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(00)75029-6)
- Ishler, V., Heinrichs, J., & Varga, G. (1996). *From Feed to Milk: Understanding Rumen Function, Extension Circular 422*. Erişim Adresi: <https://www.topsoils.co.nz/wp-content/uploads/2014/09/From-Feed-to-Milk-Understanding-Rumen-function-Penn-State-University.pdf>
- Jenkins, T. C. (1993). Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 76, 3851-3863.
- Jenkins, T.C. (2015). Milk Fat Depression: How Important is Rumen pH? Erişim Adresi: <http://www.fattyacidforum.com/milk-fat-depression-how-important-is-rumen-ph-dr-tom-jenkins/>

- Johnson, R. R., Clemens, E. T., Hinman, D. D., Cole, N. A., & Williams, D. (1974). Influence of grain processing on development of subclinical acidosis in beef cattle. *Oklahoma Agricultural Experiment Station*, 92, 107–118.
- Jorgensen, N. A. (1974). Combating milk fever [Dairy cattle, metabolic disorders]. *Journal of Dairy Science*, 57, 933– 44. <https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302%2874%2984989-1>
- Jouany, J.P., Demeyer, D.I., & Grain, J. (1988). Effect of defaunating the rumen. *Animal Feed Science and Technology*, 21 (2-4), 229-265. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(88\)90105-8](https://doi.org/10.1016/0377-8401(88)90105-8)
- Katsoulos, P. D., Roubies, N., Panousis, N., Arsenos, G., Christaki, E., & Karatzias, H. (2005). Effects of long-term dietary supplementation with clinoptilolite on incidence of parturient paresis and serum concentrations of total calcium, phosphate, magnesium, potassium and sodium in dairy cows. *American Journal of Veterinary Research*, 66 (12), 2081–2085. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2005.66.2081>
- Kauscheur, K.F., Teter, B.B., Piperova, L.S., & Erdman, R.A. (1997). Effect of dietary forage level and buffer addition on milk trans fatty acid and duodenal trans fatty acid flow in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80(9), 2104-2114. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(97\)76156-3](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76156-3)
- Kharitonov E. (2022). The processes of nutrition and metabolism affecting the biosynthesis of milk components and vitality of cows with high- and low-fat milk. *Animals*, 12, 604. <https://doi.org/10.3390/ani12050604>
- Kichura, T.S., Horst, R. L., Beitz, D. C., & Littledike, E. T. (1982). Relationships between prepartal dietary calcium and phosphorus, vitamin D metabolism and parturient paresis in dairy cows. *The Journal of Nutrition*, 112(3), 480–487. <https://doi.org/10.1093/jn/112.3.480>
- Kleen, J. (2004). Prevalence of subacute ruminal acidosis in Dutch dairy herds—a field study. *The Veterinary Record*, 164(22), 681-683. <http://dx.doi.org/10.1136/vr.164.22.681>
- Kleen, J. L., Hooijer, G. A., Rehage, J., & Noordhuizen, J. P. T.M. (2003). Subacute ruminal acidosis (SARA), a reviews. *Journal of Veterinary Medicine*, 50(8), 406–414. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2003.00569.x>
- Klieve, A.V., Hennessy, D., Ouwkerk, D., Forster, R.J., Mackie, R.I., & Attwood, G.T. (2003). Establishing populations of *Megasphaera elsdenii* YE 34 and *Butyrivibrio fibrisolvens* YE 44 in the rumen of cattle fed high grain diets. *Journal of Applied Microbiology*, 95(3), 621–30. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.02024.x>
- Knapp, J. R., Freetly, H. C., Reis, B. L., Calvert, C. C., & Baldwin, R. L. (1992). Effects of somatotropin and substrates on patterns of liver metabolism in lactating

- dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 75, 1025–1035. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77846-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77846-1)
- Komaragiri, M.V.S., & Erdman, R. A. (1997). Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 1. Effect of dietary protein on mobilization of body fat and protein. *Journal of Dairy Science*, 80, 929–937. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(97\)76016-8](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76016-8)
- Lager, K. & Jordan, E. (2012). The metabolic profile for the modern transition dairy cow. Grapevine: Mid-South Ruminant Nutrition Conference (pp. 9–16).
- Latham, M. J., Sharpe, M. E., & Sutton, J. D. (1971). The microbial flora of the rumen of cows fed hay and high cereal rations and its relationship to the rumen fermentation. *Journal of Applied Bacteriology*, 34, 425–434. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1971.tb02302.x>
- Law, R. A., Young, F. J., Patterson, D. C., Kilpatrick, D. J., Wylie, A. R. G., Ingvarsten, K. L., Hameleers, A., McCoy, M. A., Mayne, C. S., & Ferris, C. P. (2011). Effect of precalving and postcalving dietary energy level on performance and blood metabolite concentrations of dairy cows throughout Lactation. *Journal of Dairy Science*, 94, 808–823. doi: [10.3168/jds.2009-2728](https://doi.org/10.3168/jds.2009-2728)
- LeBlanc, S. (2010). Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *Journal of Reproduction and Development*, 56(S), 29-35. <https://doi.org/10.1262/jrd.1056S29>
- LeBlanc, S., Lissemore, K., Kelton, D., Duffield, T., & Leslie, K. (2006). Major advances in disease prevention in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89, 1267-1279. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72195-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72195-6)
- Leedle, J.A.Z. (1993). Modulating ruminal fermentation in high-grain fed cattle: The role of Rumensin. In: *Scientific Update on Rumensin/Tylan for the Professional Feedlot Consultant*, (pp. B1–B24). Elanco Animal Health.
- Littledike, E.T., & Horst, R. L. (1982). Vitamin D3 toxicity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 65(5), 749–759. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82263-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82263-7)
- Littledike, E.T., Stuedemann, J. A., Wilkinson, S. R., & Horst, R. L. (1983). Grass tetany syndrome. In: Fontenot, J.P., Bunce, G.E., Webb, Jr., K.E., Allen, V. (Eds.), *Proceedings of John Lee Pratt International Symposium on the Role of Magnesium in Animal Nutrition*, Virginia: Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Loften, J. R., Linn, J. G., Drackley, J. K., Jenkins, T. C., Soderholm, C. G., & Kertz, A. F. (2014). *Invited review*: Palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(8), 4661–4674. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7919>
- Luciano, S. C., & Bobweath, O. O. (2021). Monitoring & Improving the Metabolic Health of Dairy Cows during the Transition Period. *Animals Basel*, 11(2), 352. <https://doi.org/10.3390/ani11020352>

- Mackie, R. I., Gilchrist, F. M. C., Roberts, A. M., Hannah, P. E., & Schwartz, H. M. (1978). Microbiological and chemical changes in the rumen during the stepwise adaptation of sheep to high concentrate diets. *Journal of Agricultural Science*, 90, 241–254.
- Mackle, T.R., & Bauman, D.E. (1998). *Recent developments in the regulation of milk protein production*. In Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers Department Animal Science. Ithaca: Cornell University (pp. 104-112).
- Marounek, M., Bartos, S., & Brezina, P. (1985). Factors influencing the production of volatile fatty acids from hemicellulose, pectin and starch by mixed culture of rumen microorganisms. *Zeitschrift für Tierphysiologie Tierernahrung und Futtermittelkunde*, 53: 50-58.
- Marounek, M., & Bartos, S. (1987). Interactions between rumen amylolytic and lactate-utilizing bacteria in growth on starch. *Journal of Applied Microbiology*, 63, 233–238. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1987.tb04941.x>
- Martin, S. A., & Streeter, M. N. (1995). Effect of malate on invitro mixed ruminal microorganism fermentation. *Journal of Animal Science*, 73, 7, 2141–2145. <https://doi.org/10.2527/1995.7372141x>
- Martinsson, K., & Burstedt, E. (1990). Effects of length of access time to feed and allotment of hay on grass silage intake and production in lactating dairy cows. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 20, 169-176.
- Mc Daniel, M. R. (2009). *The effects of dosing feedlot cattle with Megasphaera elsdenii strain NCIMB 41125 prior to the introduction of a grain-rich diet* [M.S. thesis of Science, Kansas State University]. Erişim Adresi: <https://core.ac.uk/download/pdf/5165674.pdf>
- McAllister, T. A., Dong, Y., Yanke, L. J., Bae, H. D., Cheng, K. J., & Costerton, J. W. (1993). Cereal grain digestion by selected strains of ruminal fungi. *Canadian Journal of Microbiology*, 39, 367–376. <https://doi.org/10.1139/m93-054>
- McArt, J. A., Nydam, D. V., & Oetzel, G. R. (2012). Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 5056-5066. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5443>
- McNamara, S., O'Mara, F. P., Rath, M., & Murphy, J. J. (2003). Effects of different transition diets on dry matter intake, milk production, and milk composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86, 2397–2408. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73834-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73834-X)
- Mezzetti, M., Cattaneo, L., Passamonti, M.M., Lopreiato, V., Minuti, A., & Erminio, T. E. (2021). The transition period updated: a review of the new insights into the adaptation of dairy cows to the new lactation, *Dairy*, 2(4), 617-636. <https://doi.org/10.3390/dairy2040048>

- Moallem, U., Folman, Y., Bor, A., Arav, A., & Sklan, D. (1999). Effect of calcium soaps of fatty acids and administration of somatotropin on milk production, preovulatory follicular development, and plasma and follicular fluid lipid composition in high yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2358–2368. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(99\)75486-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(99)75486-x)
- Murphy, M.R. (1984). Modeling production of volatile fatty acids in ruminants. In: Baldwin, R.L. & Bywater, A.C. (Eds.), *Modeling Ruminant Digestion and metabolism in Ruminants*. Davis: University of California (pp. 59-62).
- Nagaraja, T. G. (2000). Liver abscesses in beef cattle-potential for dairy Monitoring. In *Proceedings of the 33rd Annual Convention of the American Associations of Bovine Practice. Rapid City* (pp. 65–68). <https://doi.org/10.21423/aabppro20005362>
- Nagaraja, T. G., & Miller, G. W. (1989). Rumen microbial changes in ionophore antibiotic-treated steers with experimenally induced acidosis. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2(3), 465-468.
- Nagaraja, T. G., & Titgemeyer, E. C. (2006). Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *Journal Dairy Science*, 90 (E. Suppl.), E17–E38. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-478>
- National Research Council (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Seventh edition, National Academy Pres, Washington, D.C.
- Nocek, J.E. (1997). Bovine acidosis: implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 1005–28. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76026-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76026-0)
- Norlund, K. V., Garret, E. F., & Oetzel, G. R. (1995). Herd-based ruminocentesis-a clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. *The Compendium X*, 17, 48–56.
- Oetzel, G. R. (2004). Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Veterinary Clinical North America Food Animal Practice*, 20(3), 651-674. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.006>
- Oetzel, G. R. (2007). Herd-level ketosis–diagnosis and risk factors. American Association of Bovine Practitioners. In *Proceedings of the 40th Annual Conference*. Vancouver: Canada.
- Oetzel, G. R. (2013). Understanding the Impact of Subclinical Ketosis. Erişim Adresi: https://animal.ifas.ufl.edu/apps/dairymedia/rns/2013/2_oetzel.pdf
- Olsson, G., Emanuelson, H., & Wiktorsson, H. (1998). Effects of different nutritional levels prepartum on the subsequent performance of dairy cows. *Livestock Production Science*, 53, 279–290.
- Oltenucu, P. A., & Algers, B. (2005). Selection for increased production and the welfare of dairy cows: are new breeding goals needed? *Ambio*, 34, 311-315.

- Ospina, P. A., Nydam, D. V., Stokol, T., & Overton, T. R. (2010). Association between the proportion of sampled transition cows with increased nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate and disease incidence, pregnancy rate, and milk production at the herd level. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3595-3601. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3074>
- Ospina, P.A., Nydam D.V., Stokol T., & Overton T.R. (2010). Evaluation of nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *Journal of Dairy Science*, 93, 546-554. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2277>
- Ouweltjes, W., Beerda, B., Windig, J. J., Calus, M. P. L., & Veerkamp, R. F. (2007). Effects of management and genetics on udder health and milk composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90, 229– 238. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)72624-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)72624-3).
- Overton T.R. (2001). Transition cow programs. The good, thebad, and how to keep them from getting ugly. *Advances in Dairy Technology*, 13, 17-26.
- Overton, T. R., Drackley, J. K., Douglas, G. N., Emmert, L. S., & Clark, J. H. (1998). Hepatic gluconeogenesis and whole-body protein metabolism of periparturient dairy cows as affected by source of energy and intake of the prepartum diet. *Journal of Dairy Science*, 81(Suppl. 1), 295.
- Owens, F. N., & Basalan, M. (2016). Ruminant fermentation. In: Millen, D. D., Arrigoni, M. B., & Pacheco, R.D. (Eds). *Rumenology 1st edition* (pp.63-102). Switzerland: Springer.
- Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J., & Gill, D. R. (1998). Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 76(1), 275-286. <https://doi.org/10.2527/1998.761275x>
- Pallesen, A., Pallesen, F., Jorgensen, R. J., & Thilising, T. (2007). Effect of precalving zeolite, magnesium and phosphorus supplementation on periparturient serum mineral concentrations. *The Veterinary Journal*, 175(2), 234-239. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.01.007>
- Palmquist, D.L., Denise A. B., & Barbano, D.M. (1993). Feed and animal factors influencing milk fat composition. *Journal of Dairy Science*, 76(6), 1753-1771. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(93\)77508-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(93)77508-6)
- Parodi, P.W. (1997). Cows' milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *Journal of Nutrition*, 127(6), 1055-1060. <https://doi.org/10.1093/jn/127.6.1055>
- Parodi, P.W. (1999). Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *Journal of Dairy Science*, 82(6), 1339-1349. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75358-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75358-0)
- Petri, R.M., Schwaiger, T., Penner, G.B., Beauchemin, K.A., Forster R.J., McKinnon, J.J., & McAllister, T.A. (2013). Characterization of the core rumen microbiome in cattle during transition from forage to concentrate as well as during and after

anacidotic challenge. *Plos One*, 8(12).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083424>

- Piccione, G., Messina, V., Schembari, A., Casella, S., Giannetto, C., & Alberghina, D. (2011). Pattern of serum protein fractions in dairy cows during different stages of gestation and lactation. *Journal of Dairy Research*, 78(4), 421–425.
<https://doi.org/10.1017/s0022029911000562>
- Piperova, L. S., Teter, B.B., Bruckental, I., Sampugna, J., & Erdman, R.A. (1998). Association of diet induced increases in milk trans fatty acids with the activities of acetyl-CoA 19 carboxylase and fatty acid synthetase in the mammary gland of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 81(1), 352.
- Prior, R. L., & Christenson, R.K. (1978). Insulin and glucose effects on glucose metabolism in pregnant and nonpregnant ewes. *Journal of Animal Science*, 46, 201–210. <https://doi.org/10.2527/jas1978.461201x>
- Pryce, J. E., Esslemont, R. J., Thompson, R., Veerkamp, R. F., Kossaibati, M. A. & Simm, G. (1998). Estimation of genetic parameters using health, fertility and production data from a management recording system for dairy cattle. *Animal Science*, 66, 577-584. <https://doi.org/10.1017/S1357729800009152>
- Pryce, J. E., Veerkamp, R. F., Thompson, R., Hill, W. G., & Simm, G. (1997). Genetic aspects of common health disorders and measures of fertility in Holstein Friesian dairy cattle. *Animal Science*, 65, 353-360.
<https://doi.org/10.1017/S1357729800008559>
- Rabelo, E., Rezende, R.L., Bertics, S.J., & Grummer, R.R. (2003). Effects of Transition Diets Varying in Dietary Energy Density on Lactation Performance and Ruminal Parameters of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 86(3), 916–925.
[https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73674-1](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73674-1)
- Rabiee, A. R., Lean, I. J., Stevenson, M. A., & Socha, M. T. (2010). Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 93, 4239–4251.
<https://doi.org/10.3168/jds.2010-3058>
- Ranaweera, K.K.T.N., Kumara, M.B.P., & Weerasinghe, W.M.P.B. (2019). Influence of rumen bypass fat supplementation during early lactation in tropical crossbred dairy cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 1403-1411.
<https://doi.org/10.1007/s11250-019-02140-5>
- Rayburn, E. B., & Fox, D. G. (1993). Variation in neutral detergent fiber intake of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 76(2), 544–554
- Reid, I. M., & Collins, R. A. (1980). The pathology of post-parturient fatty liver in high yielding dairy cows. *Investigative Cellular Pathology*, 3(3), 237-249
- Reid, I. M., Roberts, C. J., & Manston, R. (1979). Fatty liver and infertility in high-yielding dairy cows. *Veterinary Record*, 104, 75-76

- Reynolds, C., Aikman, P., Lupoli, B., Humphries, D., & Beever, D. (2003). Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. *Journal of Dairy Science*, 86, 1201-1217. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73704-7](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73704-7)
- Reinhardt, C. D., Brandt, R. T., Freeman, A. S., Eck, T. P., & Behnke, K. C. (1993). Effect of density of steam-flaked milo on animal performance, mill production rate and subacute acidosis. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 0(1). <https://doi.org/10.4148/2378-5977.2120>
- Reinhardt, T. A., & Conrad, H. R. (1980). Mode of action of pharmacological doses of cholecalciferol during parturient hypocalcemia in dairy cows. *The Journal of Nutrition*, 110(8), 1589-1596. <https://doi.org/10.1093/jn/110.8.1589>
- Reinhardt, T.A., Lippolis, J.D., McCluskey, B.J., Goff, J.P., & Horst, R.L. (2011). Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *The Veterinary Journal*, 188(1), 122–124. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.03.025>
- Ricke, S. C., Martin, S. A., & Nisbet, D. J. (1996). Ecology, metabolism, and genetics of ruminal selenomonads. *Critical Reviews in Microbiology*, 22,27–65. <https://doi.org/10.3109/10408419609106455>
- Robinson, P.H. (1989). Dynamic aspects of feeding management for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 72(5), 1197-1209. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79224-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79224-9)
- Rodriguez, E. M., Aris, A., & Bach, A. (2017). Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 100, 7427–7434. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12210>
- Roseler, D. K., Fox, D. G., Chase, L. E., Pell, A. N., & Stone, W. C. (1997). Development and evaluation of equations for prediction of feed intake for lactating Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80(5), 878– 893. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(97\)76010-7](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76010-7)
- Rude, R.K. (1998). Magnesium deficiency: a cause of heterogeneous disease in humans. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13(4):749–758. <https://doi.org/10.1359/jbmr.1998.13.4.749>
- Rulquin, H., Verite, R., Guinard, G., & Pisulewski, P. M. (1995). Dairy cow's requirements for amino acids. In *Animal Science Research and Development: Moving toward a new century*. M. Ivan, (Eds.). Centre for Food Animal Research Contribution 2321. Ontario: Ottawa (pp. 143).
- Russell, J.B., & Hespell, R.B. (1981). Microbial rumen fermentation. *Journal of Dairy Science*, 64, 1153-1169. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(81\)82694-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(81)82694-x)
- Russell, J. B., & Hino, T. (1985). Regulation of lactate production in *Streptococcus bovis*: A spiraling effect that contributes to rumen acidosis. *Journal of Dairy Science*. 68(7),1712–1721. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)81017-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)81017-1)

- Ryan, E.A., & Enns, L. (1988). Role of gestational hormones in the induction of insulin resistance. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 67, 341–347. <https://doi.org/10.1210/jcem-67-2-341>
- Sakata, T. (1991). Newly detected endogenous substances: their physiological implications on food intake. *Agressologie*, 32, 215–219.
- Santos, J.E.P. (2002). Feeding for Milk Composition. In Proceedings VI International Congress on Bovine Medicine. Santiago de Compostela: Spanish Association of Specialists in Bovine Medicine (pp 163-172).
- Sasaki, S. (2002). Mechanism of insulin action on glucose metabolism in ruminants. *Animal Science Journal*, 73(6), 423–33. <https://doi.org/10.1046/j.1344-3941.2002.00059.x>
- Schnewille, J.T., Klooster, A.T., & Beynen, A.C. (1994). High phosphorus intake depresses apparent magnesium absorption in pregnant heifers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 71(1-5), 15-21. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1994.tb00334.x>
- Schwab, C. (2021). Advances in protein and amino acid nutrition: Implications on transition cow performance. Erişim Adresi: <https://slideplayer.com/amp/4214425/>
- Schwab, E. C., Schwab, C. G., Shaver, R. D., Girard, C. L., & Putnam, D. E. (2006). Dietary forage and nonfiber carbohydrate contents influence B-vitamin intake, duodenal flow, and apparent ruminal synthesis in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89, 174-187. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72082-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72082-3)
- Seo, J. K., Kim, S. W., Kim, M. H., Upadhaya, S.D., Kam, D. K., & Ha, J. K. (2010). Direct-fed microbials for ruminant animals. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(12), 1657–1667.
- Seifi, H.A., & Kia, S. (2017). Subclinical Hypocalcemia in Dairy Cows: Pathophysiology, Consequences and Monitoring. *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*, 9, 2. <https://doi.org/10.22067/veterinary.v9i2.69198>
- Simensen, E., Halse, Gillund, P., & Lutnaes, B. (1990). Ketosis treatment and milk yield in dairy cows related to milk acetoacetate levels. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 31, 433- 440.
- Slyter, L. L. (1976). Influence of acidosis on rumen function. *Journal of Animal Science*, 43(4), 910–929. <https://doi.org/10.2527/jas1976.434910x>
- Slyter, L. L., & Rumsey, T. S. (1991). Effect of coliform bacteria, feed deprivation, and pH on ruminal D-lactic acid production by steer or continuous-culture microbial populations changed from forage to concentrates. *Journal of Animal Science*, 69(7), 3055–3066. <https://doi.org/10.2527/1991.6973055x>
- Smith, T. R., Elmendorf, J. S., David, T. S., & Turisky, J. (1997). Growth hormone-induced insulin resistance: role of the insulin receptor, IRS-1, GLUT-1, and GLUT-

4. *American Journal of Physiology*, 272, 1071–1079.
<https://doi.org/10.1152/ajpendo.1997.272.6.e1071>
- Steinhour, W. D., & Bauman, D. E. (1988). Propionate metabolism: A new interpretation. In aspects of digestive physiology in ruminants: Proceedings of a satellite symposium of the 30th international congress of the international union of physiological sciences. Ithaca: New York (pp. 238-256).
- Stellar, E. (1954) The physiology of motivation. *Psychological Review*, 61(1), 5-22.
- Stumm, C.K., & Zwart, K.B. (1986). Symbiosis of hydrogen utilizing methanogens. *Microbiological Sciences*, 3(4), 100-105.
- Suthar, V.S., Canelas-Raposo, J., Deniz, A., & Heuwieser, W. (2013). Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 2925–2938.
<https://doi.org/10.3168/jds.2012-6035>
- Szumacher-Strabel, M., Potkariski, A., Kowalczyk, J., Cieslak, A., Czauderna, M., Gubala, A., & Jedroszkowiak, P. (2002). The influence of supplemental fat on rumen volatile fatty acid profile, ammonia and pH levels in sheep fed a standard diet. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 11(4), 577-587.
<https://doi.org/10.22358/jafs/67912/2002>
- Tabaru, H., Ikeda, K., Kadota, E., Murakami, Y., Yamada H., Sasaki, N., & Takeuchi, A. (1990). Effects of osmolality on water, electrolytes and VFA absorption from the isolated ruminoreticulum in the cow. *Japanese Journal of Veterinary Science*. (52), 91-96. <https://doi.org/10.1292/jvms1939.52.91>
- Tajima, K., Arai, S., Ogata, K., Nagamine, T., Matsui, H., Nakamura, M., Aminov, R.I., & Benno, Y. (2000). Rumen bacterial community transition during adaptation to highgrain diet. *Anaerobe*, 6(5), 273–84. <https://doi.org/10.1006/anae.2000.0353>
- Tamminga, S., & Van Vuuren, A.M. (1988). Formation and utilization of end products of lignocellulose degradation in ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 21, 141-159. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(88\)90096-X](https://doi.org/10.1016/0377-8401(88)90096-X)
- Therion, J. T., Kistner, A., & Kornelius, J. H. (1982). Effect of pH on growth rates of rumen amylolytic and lactilytic bacteria, *Applied Enviroment Microbiology*, 44 (2), 428–434. <https://doi.org/10.1128/aem.44.2.428-434.1982>
- Thilsing-Hansen, T., Jorgensen, R. J., Enemark, J. M., & Larsen, T. (2002). The effect of zeolite a supplementation in the dry period on periparturient calcium, phosphorus and magnesium homeostasis. *Journal of Dairy Science*, 85(7), 1855-1862.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74259-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74259-8)
- Thornley, J.H.M., & Johnson, I. R. (1990). Plant and crop modelling. A mathematical approach to plant and crop physiology (pp.669). Clarendon Press, Oxford.
- Tucker, H. A. (1985). Endocrine and neural control of the mammary gland. In: B. L. Larson (Eds.), Lactation (pp. 39-79). Ames: Iowa State University Press.

- Van Knegsel A.T.M. (2007). *Energy partitioning in dairy cows – Effects of lipogenic and glucogenic diets on energy balance, metabolites and reproduction variables in early lactation* [PhD thesis, Wageningen University]. Erişim Adresi: <https://edepot.wur.nl/2461>
- Van Saun, R.J. (2016). Indicators of dairy cow transition risks: Metabolic profiling revisited. *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Großtiere Nutztiere*, 44(2), 118-126. <https://doi.org/10.15653/tpg-150947>
- Venjakob, P. L., Pieper, L., Heuwieser, W., & Borchardt, S. (2018). Association of postpartum hypocalcemia with early-lactation milk yield, reproductive performance, and culling in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 101,9396–9405. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14202>
- Walsh, R.B., Walton, J.S., Kelton, D. F., LeBlanc, S. J., Leslie, K. E., & Duffield, T. F. (2007). The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90, 2788-2796. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-560>
- Watanabe, K., Fredeen, A.H., Robinson, P. H., Chalupa, W., Julien, W.E., Sato, H., Suzuki, H., Katoh, K., & Obara, Y. (2006). Effects of fat coated rumen bypass lysine and methionine on performance of dairy cows fed a diet deficient in lysine and methionine. *Animal Science Journal*, 77, 495–502. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2006.00377.x>
- Webster, J. (1993). *Understanding dairy cow* (2nd edition). Oxford: Blackwell Science.
- Weiss, B. (2015). Optimizing and evaluating dry matter intake of dairy cows. *Western Canadian Dairy Seminar Advances in Dairy Technology*, 27, 189-200.
- Wells, J. E., Krause, D. O., Callaway, T. R., & Russell, J. B. (1997). A bacteriocin-mediated antagonism by ruminal lactobacilli against *Streptococcus bovis*. *Federation of European Microbiological Societies Microbiology Ecology*, 22(3), 237–243. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.1997.tb00376.x>
- Wilkens, M. R., Corwin, D. N, Hernandez, L. L., & McArt, J. A. A. (2020). Symposium review: Transition cow calcium homeostasis—Health effects of hypocalcemia and strategies for prevention. *Journal of Dairy Science*, 103(3):2909–2927. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17268>
- Williams, C. (2019). How low can you go? Importance of protein in the dairy cow diet. *Published in Farming Connect*. Erişim adresi: https://pure.aber.ac.uk/portal/files/30451259/ta_proteinfeedingindairy cows_final.pdf
- Williams, A.G., & Coleman, G.S. (1988). The rumen protozoa. In: Hobson, P.N. (Eds), *Rumen Microbial Ecosystem* (pp.77-128). Elsevier Science Publishers.
- Wilson, G. F. (2003). Development of a novel concept (Calcigard) for activation of calcium absorption capacity and prevention of milk fever. *Acta Veterinaria*

Scandinavica, Supplementum 97, 77–82. Erişim Adresi:
https://europepmc.org/search?query=SRC:*

- Xue, B., Yan, T., Ferris, C. F., & Mayne, C. S. (2011). Milk production and energy efficiency of Holstein and Jersey-Holstein crossbred dairy cows offered diets containing grass silage. *Journal of Dairy Science*, 94, 1455–1464. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3663>
- Yan, F., Xue, B., Song, L., Dalecuo, Xiao, J., Ding, S., Hu, X., Bu, D., & Yan, T. (2016). Effect of dietary net energy concentration on dry matter intake and energy partition in cows in mid-lactation under heat stress. *Animal Science Journal*, 7(11), 1352-1362. <https://doi.org/10.1111/asj.12561>
- Yanliang, B., Shuqin, Z., Zhang, R., Diao, Q., & Tu, Y. (2018). Effects of dietary energy levels on rumen bacterial community composition in Holstein heifers under the same forage to concentrate ratio condition. *BMC Microbiology*, 18(1), 69. <https://doi.org/10.1186/s12866-018-1213-9>
- Yoo, D., Hamid, M.M.A., Kim, H., Moon, J., Song, J., Lee, S., & Seo, J. (2020). Substitution effects of rice for corn grain in total mixed ration on rumen fermentation characteristics and microbial community in vitro. *Journal of Animal Science Technology*, 62(5), 638-647. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.5.638>
- Zhang, G., & Ametaj, B.N. (2020). Ketosis an Old Story Under a New Approach. *Dairy*, 1, 42-60. <https://doi.org/10.3390/dairy1010005>
- Zhao, F. Q., & Keating, A. F. (2007). Expression and regulation of glucose transporters in the bovine mammary gland. *Journal of Dairy Science*, 90(1), E76–86. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-470>
- Zhou, X. Q., Zhang, Y. D., Zhao, M., Zhang, T., Zhu, D., Bu, D. P., & Wang, J. Q. (2015). Effect of dietary energy source and level on nutrient digestibility, rumen microbial protein synthesis, and milk performance in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98, 7209–7217. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9312>

6. SİMGE VE KISALTMALAR

SİMGE

%	Yüzde
kg	Kilogram
mg	Miligram
gr	Gram
IU	İnternasyonel ünite
lbs	Libre
°F	Fahrenheit
mmol/L	Milimol/Litre
mM	Milimol
mg/L	Miligram/Litre
mg/dL	Miligram/desilitre
α	Alfa
mEq	Miliequivalent
Mkal/kg	Megakalori/kilogram
ml	Mililitre
μ l	Mikrolitre
°C	Santrigrat
g/dL	Gram/desilitre
mmol/l	Milimol/litre
kcal/kg	Kilokalori/kilogram

KISALTMALAR

NEFA	Esterleşmemiş Yağ Asidi
GH	Büyüme Hormonu
C16	Palmitik Asit
C18	Stearik Asit
Ca	Kalsiyum
NEL	Net Enerji Laktasyon
NDF	Nötral Deterjan Lif
NDICP	Nötral Deterjanda Çözünmeyen Ham Protein
HP	Ham Protein
HK	Ham Kül

HY	Ham Yağ
TDN	Toplam Sindirilebilir Besin Maddesi
NFC	Selüloz Yapısında Olmayan Karbonhidratlar
gsNFC	Gerçek Sindirilebilir NFC
gsHP	Gerçek Sindirilebilir HP
gsYA	Gerçek Sindirilebilir Yağ Asiti
gsNDF	Gerçek Sindirilebilir NDF
TSBM	Toplam Sindirilebilir Besin Maddesi
ME	Metabolik Enerji
CA	Canlı Ağırlık
SY	Süt Yağı
TSP	Toplam Süt Proteini
BDA	Buzağı Doğum Ağırlığı
GG	Gebelik gün sayısı
CAA	Canlı Ağırlık Artışı
ECA	Ergin Canlı Ağırlığı
RDP	Rumende Yıkımlanabilir Protein
RUP	Rumende Yıkımlanmayan Protein
NRC	National Research Council
MP	Metabolize Protein
DMI	Kuru Madde Tüketimi
FCM	Yağca Düzeltilmiş Süt Verimi
BW	Canlı ağırlık
NEm	Net Enerji Yaşama Payı
fNDF	Kaba Yemden Gelen NDF
RSK	Rumende Sindirilebilen Karbonhidrat Kaynakları
ATP	Adenozin Trifosfat
KMT	Kuru Madde Tüketimi
LPS	Lipopolisakkarit
BHBA	β -hidroksibütirik asit
TG	Trigliserid
VLDL	Çok Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
GLUT	Glikoz Transfer
PTH	Paratiroid Hormonu

cAMP	Siklik Adenozin Monofosfat
P	Fosfor
Mg	Magnezyum
DCAD	Rasyon Katyon Anyon Dengesi
CLA	Konjuge Linoleik Asit
ADF	Asit Deterjan Lif
UYA	Uçucu Yağ Asitleri
NAD	Piridine Nükleotidleri
AS	Asetik Asit
PR	Popiyonik Asit
BÜ	Bütirik Asit
VL	Valerik Asit
pK	Asitlik İyonlaşma Değeri
pH	Asitlik, Bazlık Derecesi
Na	Sodyum
H	Hidrojen
TP	Toplam Protein
VKS	Vücut Kondüsyon Puanı
ATK	Ayçiçeği Tohumu Küspesi
DDGS	Damıtılmış Kuru Tahıl Çözünürleri
rpm	Dakikadaki dönüş sayısı
BUN	Kan Üre Azotu

7. EKLER

Tablo Dizini

Tablo 1. Süt verimi (305 gün süt verimi, kg) ile sağlık ve üreme parametrelerinin korelasyonu	1
Tablo 2. Süt sığırlarının enerji ve besin maddesi ihtiyaçları (Mezzetti ve ark., 2021) 7	7
Tablo 3. NRC (2001)'e göre TDN ve NEL hesaplama formülleri	9
Tablo 4. NRC (2001)'e göre süt sığırlarının enerji ihtiyaçları	10
Tablo 5. Vitamin ve minerallerin görevleri (Charlton, & Ewing, 2007)	14
Tablo 6. Geçiş döneminde ortaya çıkan hastalıkların maliyetleri ve ulaşılması gereken hedefler (Luciano, & Bolbwealth, 2021).....	22
Tablo 7. İşletmede yapılan yönetsel uygulamalar ve hedefler (Luciano, & Bolbwealth, 2021)	23
Tablo 8. Toplam karma rasyonun parçacık büyüklüğü dağımı (Heinrichs, & Jones, 2016).....	32
Tablo 9. Kaba ve konsantre yemce zengin rasyonların uçucu yağ asitleri üzerine etkisi (Murphy, 1984)	53
Tablo 10. Düve döneminde uygulanan rasyonlar	59
Tablo 11. Doğuma 1 hafta kala uygulanan rasyonlar	59
Tablo 12. Denemede kullanılan sağmal dönem rasyonları	60
Tablo 13. Denemede kullanılan süt yemlerinin kompozisyonları	60
Tablo 14. Deneme boyunca haftalara göre ortalama kuru madde tüketimleri (kg/KM/gün)	66
Tablo 15. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen süt verimleri (L/gün)	67
Tablo 16. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen süt yağı düzeyleri (%)	68
Tablo 17. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen günlük süt yağı verimleri (g/gün).....	69
Tablo 18. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen süt protein düzeyleri (%).....	70
Tablo 19. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen günlük süt protein verimleri (g/gün).....	71
Tablo 20. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen süt laktoz düzeyleri (%)	72
Tablo 21. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen pH seviyeleri	73
Tablo 22. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen toplam UYA seviyeleri (mmol/l)	74
Tablo 23. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen asetik asit seviyeleri (mmol/l)	75
Tablo 24. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen asetik asit seviyeleri .	76
Tablo 25. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen propiyonik asit seviyeleri (mmol/l).....	77
Tablo 26. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen propiyonik asit seviyeleri	78

Tablo 27. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen bütirik asit seviyeleri (mmol/lt)	79
Tablo 28. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen bütirik asit seviyeleri	80
Tablo 29. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen izobütirik asit seviyeleri (mmol/lt)	81
Tablo 30. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen rumen izobütirik asit seviyeleri	82
Tablo 31. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan BHBA düzeyleri (mg/dl)	83
Tablo 32. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan NEFA düzeyleri (mEq/L)	84
Tablo 33. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan kalsiyum düzeyleri (mg/dl).....	85
Tablo 34. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan fosfor düzeyleri (mg/dl)	86
Tablo 35. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan albümin düzeyleri (g/dl)	87
Tablo 36. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan bilirubin düzeyleri (mg/dl)	88
Tablo 37. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan glikoz düzeyleri (mg/dl)	89
Tablo 38. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan üre azotu düzeyleri (mg/dl).....	90
Tablo 39. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen kan TP düzeyleri (mg/dl)	91
Tablo 40. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen VKS seviyeleri	92
Tablo 41. Deneme boyunca farklı zamanlarda ölçülen VKS kayıp seviyeleri	93

Şekil Dizini

Şekil 1. Protein Metabolizması (Schwab, 2021).....	12
Şekil 2. Rasyonların Besin Maddesi Parametrelerinin Kuru Madde Tüketimine Etkileri (Hayırlı ve ark., 2002).....	17
Şekil 3. Hepatik oksidasyon teorisinin yem tüketimine olası etki mekanizması (Allen ve ark., 2009).....	20
Şekil 4. Hepatik oksidasyon teorisinin yem tüketimine etkisi (Allen ve ark., 2009). 20	
Şekil 5. Konsantre yem ile beslenen sığırlarda nişasta sindiriminde görev alan bakteriler (Nagaraja, & Titgemeyer, 2006).....	25
Şekil 6. Rumen asidozunun şekillenme basamakları (Hernandez, Benedito, Abuelo, & Castillo, 2014).....	27
Şekil 7. Farklı organik bileşenlerin rumen asiditesine ve ozmotik basınca etkisi (Owens ve ark., 1998).	29
Şekil 8. Asidoziste sığırlarda görülebilecek klinik tablo (Hernandez ve ark., 2014). 31	
Şekil 9. Ketozis ve sağılır gün sayısı ilişkisi (Oetzel, 2013).....	34
Şekil 10. Sağmal dönemde olmayan (a) ve negatif enerji dengesinde bulunan (b) süt sığırlarının enerji metabolizmaları (Webster, 1993).....	36
Şekil 11. Doğum öncesi ve doğum sonrası hormonların değişimi (Tucker, 1985)....	39
Şekil 12. Hipokalseminin sürü sağlığı üzerine etkileri (Howard, & Smith, 1999). ...	43
Şekil 13. Süt yağı baskılanmasında biyohidrojenizasyonun etkisi (Jenkins, 2015)...	46
Şekil 14. UYA'ların fraksiyonel emilimleri (Gabel, & Martens, 1991).....	55
Şekil 15 Bireysel besleme sistemleri.....	61

8. TEŞEKKÜR

Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalında yapmış olduğum doktora çalışmamda desteğini eksik etmeyen, bilgi ve tecrübesini paylaşarak yetişmemde büyük emeği olan değerli danışman hocam Prof. Dr. İbrahim İsmet TÜRKMEN'e ve Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine, tezimin deneysel aşamasının yürütülmesine destek sağlayan Matlı Yem A.Ş.'ye ve Ömer Matlı Araştırma Çiftliği Müdürü Dr. Abdurrahman ÖZLÜER'e, çalışmamın istatistik verilerinin değerlendirilmesinde desteğini esirgemeyen Prof.Dr. Abdülkadir ORMAN'a ve bana her zaman her konuda destek olan kıymetli eşim Elif KOVANLIKAYA ile birlikte destek veren babam Prof.Dr. İlhami KOVANLIKAYA ve annem Seza AGUN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

9. ÖZGEÇMİŞ

Lise eğitimini Özel Türk Koleji Fen Lisesi'nde tamamlamıştır. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nden 2007 yılında mezun olduktan sonra Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A. B. D'ında araştırma görevlisi olarak meslek hayatına başlamıştır. Tez aşaması sırasında özel sektöre geçiş yaparak birçok firmada farklı pozisyonlarda görev almıştır. 2015 yılında Cargill Tarım ve Gıda San.Tic. A.Ş.'de çalışmaya başlamış olup halen Türkiye ve Ortadoğudan sorumlu Ruminant Teknik Lideri olarak görev yapmaktadır.