

57326

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANİZASYON MERKEZİ

SÜT SIĞIRLARI RASYONLARINDA
KATYON - ANYON DENGESİ VE ETKİLERİ

HAZIRLAYAN: Mehmet Levent ÖZDÜVEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKİRDAĞ ZİRAAT FAKÜLTESİ

ZOOTEKNİ ANA BİLİMDALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Sabahattin ÖĞÜN

1996
TEKİRDAĞ

57326

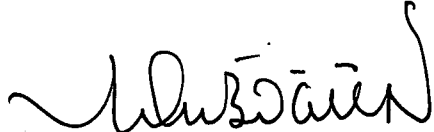
T.C
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜT SIĞIRLARI RASYONLARINDA
KATYON-ANYON DENGESİ VE ETKİLERİ

Mehmet Levent ÖZDÜVEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOOTEKNİ ANA BİLİM DALI

Bu tez 02/ 09 / 1996 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Kabul Edilmiştir.


Prof. Dr. Sabahattin ÖĞÜN
Danışman


Yrd. Doç. Dr. İ. Yaman YURTMAN


Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, süt sığırları rasyonlarının sahip oldukları katyon - anyon dengesi değerlerinin verim, sağlık ve üremeye olan etkilerinin incelenmesi ve bu tip uygulamaların kullanım olanaklarının tartışılmasıdır.

Süt sığırları rasyonlarının katyon - anyon dengesi bakımından değerlendirilmesi ruminant beslemede oldukça yeni bir yaklaşımdır. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar rasyonların sahip olduğu katyon - anyon dengesi değeri ile verim seviyesi, sağlık, üremeye ilişkin performans arasında önemli ilişkilerin mevcut olduğunu destekler niteliktedir.

Ruminant rasyonlarında katyon - anyon dengesi değeri ile verim düzeyi ve hayvan sağlığı arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar genellikle "süt ateşi"nden korunum konusunda yaygınlık kazanmıştır. Yapılan bir çok araştırmalardan elde edilen sonuçlar süt sığırlarında süt ateşinden korunum ya da gözlenme oranının azaltılması için kuru dönem rasyonlarının negatif RKAD değerine sahip olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ne yazık ki kuru dönem için hazırlanan rasyonlarda rasyonun yapısına giren temel kaba yem kaynaklarının özellikleri nedeniyle pozitif RKAD değerleri hakimdir. Buzağılama öncesi dönemde kullanılan rasyonlara anyonik tuzların ilavesi bu anlamda yeni bir uygulamadır.

SUMMARY

The aim of this study was determination of the effects of rations cation - anion balance values of the dairy cattle on yield, health and reproductivity and possibility of using this kind of applications.

Evaluation of dairy cattle rations in respect of their cation-anion balance (DCAB) is relatively new concept in ruminant nutrition. Results from many experiments suggested that there were significant relationship between cation-anion balance values of rations and production level, health, reproductive performance of the animals.

The studies that investigated relationships of the cation - anion balance values of ruminant rations with yield and animal health were generally being common for prevention milk fever.

Results of the experiments suggested that the negative DCAB values of the rations are necessary to prevent and to reduction the milk fever in dairy cows. Unfortunately, in dry period most of the dairy cow rations have positive DCAB values because of the dairy basal forage ingredients. Addition of the anionic salts to the close-up rations is new management tool in this matter.

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. Asit-Baz Dengesi.....	4
2.1. Hayvanlarda Asit - Baz Dengesi.....	5
2.2. Asidosis ve Alkolosis.....	6
2.3. Ruminant Rasyonları ve Katyon-Anyon Dengesi.....	7
2.4. Rasyon Katyon - Anyon Dengesi Değerinin Hesaplanması.....	8
3. Süt Ateşi.....	13
3.1.Kalsiyum Metabolizması.....	16
3.2.Kalsiyum Metabolizmasını Düzenleyen Hormonlar.....	17
3.2.1. Parathormon.....	17
3.2.2. Kalsitrol	20
3.3. Süt Sığırlarında Kalsiyum Dengesi ve Kontrolü.....	23
3.3.1.Bağırsaklarda Kalsiyum Emilimi.....	24
3.3.2. Kemiklerden Kalsiyum Çekilimi.....	26
3.4. Endokrin Bir Hastalık Olarak Süt Ateşi.....	26
3.4.1. Süt Ateşinin Nedeni Olarak Hormonal Yetersizlik.....	27
3.4.2. Süt Ateşinin Bir Nedeni Olarak Reseptör Yetersizliği.	27
3.4.3. Yaşın Artmasıyla Kalsiyum İsteğine Uyumun Azalması	28
3.4.4. Gebelik ve Laktasyonun Vitamin D ₃ Almaçlarındaki Etkileri.....	29
4. Temel Koruyucu Yaklaşımlar.....	30
4.1. Rasyonların Kalsiyum ve Fosfor İçerikleri Bakımından Kontrolü.....	30
4.2. Vitamin D ₃ ve Aktif Metabolitlerinin Kullanımı.....	33
4.3. Parathormon Uygulamaları.....	36
4.4. Rasyon Katyon - Anyon Dengesi ve Süt Ateşi.....	37
5. Laktasyon ve Rasyon Katyon - Anyon Dengesi	44
6. SONUÇ.....	46
7.KAYNAKLAR.....	47

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Mineral maddelerin atom ağırlığı, equivalent ağırlığı ve % rasyonda mEq ya dönüşüm faktörü.....	9
Çizelge 2.1.a. Yonca : Mısır-soya fasulyesi (60 : 40).....	9
Çizelge 2.1.b. Yonca - Mısır silajı (75 : 25).....	9
Çizelge 2.2. Bazı yem maddelerine ilişkin hesaplanmış RKAD değerleri	10
Çizelge 3.1. Normal ve süt ateşi gözlenen süt sığırlarında kalsiyum, fosfor ve magnezyum seviyeleri.....	15
Çizelge 3.2. Genç ve yaşlı ratlar ve süt sığırlarının Bağırsak dokularındaki 1,25 (OH) ₂ D sayısı.....	29
Çizelge 3.3. Çeşitli fizyolojik dönemlerde ratlar ve süt sığırlarında bağırsak dokularında 1,25 (OH) ₂ D almaç sayıları....	29
Çizelge 4.1. Bazı kaba yem maddelerinin kalsiyum ve fosfor içerikleri (% KM olarak).....	32
Çizelge 5.1. Anyonik rasyonların laktasyon ve üremeye ilişkin performans değerleri üzerinde etkileri.....	44

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Öküz pre-pro-paratiroithormonun yapısı	18
Şekil 3.2. Parathormonun fizyolojik fonksiyonları.....	19
Şekil 3.3. Ultraviyole ışıklarının etkisiyle bitki dokularında ergosterolden Vitamin D ₂ , hayvanların derilerinde bulunan 7-dehidroksisterolden Vitamin D ₃ ün oluşumu	20
Şekil 3.4. Vitamin D ₃ ün metabolik çevrilimleri	21
Şekil 3.5. D ₃ vitamininin, 1,25(OH) ₂ D oluşumu için atkivasyonu ve kalsiyum düzeyinin düzenlenmesinde D vitamininin rolü.....	22
Şekil 3.6. Laktasyondaki süt sığırlarında kalsiyum homeostasisi..	24
Şekil 3.7. Rasyonlar ile alınan kalsiyum miktarına göre adaptasyon mekanizmaları.....	25

1. GİRİŞ

Organizmada gerçekleşen besin madde çevrilimlerinin karşılıklı etkileşimleri kapsayan karmaşık yapısı, tüketilen rasyonlara ilişkin özelliklerin olabildiğince geniş bir açıdan tanımlanmasını gerekli kılmaktadır. Enerji, protein, mineral madde ve vitamin kapsamları tüm türler için rasyonların tanımlanabilmesinde kullanılan ortak parametrelerdir. Gerek sindirim fizyolojisinde ve gerekse de metabolik çevrilimler bazında gözlenen farklılıklar, rasyonların yapısının tanımlanmasında yararlanılan parametreler bakımından türler arası farklılıklara temel teşkil ederler. Rumen fermantasyonunun etkin rol oynadığı ruminantlar için hazırlanan rasyonlarda bu özelliği kuvvetli bir şekilde hissetmek mümkündür. Doğal olarak adı geçen parametrelerin varlığı ve pratikte etkin bir şekilde kullanılabilmesi, konuya ilişkin mekanizmaların tam olarak açıklanabilmesine ve tüketimi söz konusu olan yem materyalinin bu özellikler bakımından tanımlanabilmesine bağımlılık gösterir.

Ruminant rasyonlarının hazırlanmasına yönelik olarak 1800 lü yıllardan bu yana gözlenen sistemli yaklaşımların bu hedeflere yönelik olarak gelişim gösterdiği gözlenmektedir. Sonuçta, başlangıç aşamalarında temel besin madde gereksinmelerine yönelik tanımlamaları içeren parametrelerin yer aldığı rasyonlardan, tüketilen rasyonun kapsamındaki besin maddelerinin organizmada maruz kalabileceği çevrimleri tahmine yönelik ve daha dinamik bir yapıya sahip ayrımlara ulaşıldığını söylemek mümkündür (Özdüven ve Yurtman, 1996).

Rasyonların içerdikleri anyon (Cl^- , S^{-2}) ve katyonlar (Na^+ , K^+) bakımından dengelenmeleri hayvan beslemede yeni bir yaklaşım olmayıp, özellikle kanatlı rasyonlarının verim ve ürün kalitesine yönelik değişik parametreler üzerindeki olası etkilerinin değerlendirilmesinde uzun yıllardan bu yana dikkate alınan bir kriterdir (Block 1994). Oysa ruminant beslemede **rasyon anyon-katyon dengesi (RAKD)** değeri ile verimlilik arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar ve konunun

pratikteki kullanımı ruminant beslemede henüz yaygınlık kazanmamıştır. Block (1994) günümüzde RAKD nin süt sığırı rasyonlarında bir değerlendirme kriteri olarak ele alınmamasını, konuyla ilgili ayrıntılı veri sağlayan araştırmaların yetersizliğine bağlanmaktadır. Bununla birlikte yapılan çeşitli çalışmalar sonrasında süt sığırlarında farklı fizyolojik dönemler için rasyonların sahip olması gerektiği RAKD değerleri için genelleme yapılabilecek literatür birikimine ulaşıldığını gözlemek mümkündür.

Ruminant rasyonlarında RAKD ile verim düzeyi ve hayvan sağlığı arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar genellikle "süt ateşi"nden korunum konusunda yoğunluk kazanmış durumdadır. Konu özellikle anyonik karakterlerdeki rasyonların süt ateşinin önlenmesi açısından gösterdiği olumlu etkilere bağımlı olarak güncel bir hale gelmiştir.

Süt ateşi süt sığırlarında laktasyonun başlamasıyla ilişkili olan hipokalsemik bir rahatsızlıktır. Buzağılamayı takip eden süreçte hızla gerçekleşen kalsiyum kayıplarının yarattığı dengesizliğin biyolojik mekanizmalar tarafından düzenlenememesi sonucu ortaya süt ateşi adı verilen rahatsızlık ortaya çıkar. Bu metabolik rahatsızlık bağırsak ve kemiklerden hücre dışı sıvı içerisine kalsiyum giriş oranının arttığı ölçüde önlenebilir (Goff ve Horst 1993, Goff ve Horst, 1994).

Rasyon yapısında ve mineral madde kompozisyonunda yapılabilecek düzenlemeler, vitamin-D₃ ve aktif metabolitlerin uygulanması bu aksaklığa yatkınlığı azalttığı bilinen başlıca yöntemlerdir. Ancak günümüze değin uygulanmaya çalışılan bu tip metodların kendi içerisinde taşıdıkları bazı dezavantajlar konuyla ilgili yeni arayışları da gündemde tutmaktadır.

Rasyon katyon - anyon dengesi değeri bakımından negatif değerlere sahip rasyonların kullanımı ile süt ateşinden korunum ve bu hedefe yönelik olarak anyonik tuzların rasyonlara ilave edilmeleri son

yıllarda ilgi ile izlenen konulardan birini oluşturmaktadır. Gebe hayvanlarda süt ateşine olan yatkınlığı hangi mekanizmalar aracılığı ile azalttığı tam olarak açıklanamamakla birlikte, anyonik karakterli rasyonların metabolik asidosisi geliştirerek kemiklerden kalsiyum salınımı ve bağırsaklardan kalsiyum emilimini düzenleyen mekanizmaları aktif halde tutarak bu fonksiyonu oluşturabileceği bildirilmektedir (Goff ve ark. 1991 a, Goff ve ark. 1991 b, Romo ve ark. 1991, Beede 1994).

Kuru dönemde negatif değerlere sahip rasyonların kullanımının etkilerinin sadece süt ateşinden korunma anlamında sınırlı kalmadığı, yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar arasında dikkati çeken bir başka konuyu oluşturmaktadır. Toplam laktasyon veriminde artış, doğum sonrası üreme performansında iyileşme, meme bezi ödemi ve gecikmiş son atımlarında azalma işaret edilen başlıca olumlu noktalaradır.

Süt sığırlarında rasyon iyon dengesi ile verim ve hayvan sağlığı arasındaki ilişkileri inceleyen araştırmalardan elde edilen bulgular tüm fizyolojik dönemler için uygun RAKD değerlerinin benzer olmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum RAKD ile sistemik asit-baz dengesi arasındaki ilişkilerin yanı sıra farklı fizyolojik dönemlerin organizmada oluşturduğu metabolik değişimlerin asit-baz dengesinin düzenlenmesinde yarattığı farklı etkilerin de doğal bir sonucu olarak gözükmektedir. Bu nedenlerle konuyla ilgili araştırmacıların fikir birliğine vardıkları ortak nokta, süt sığırları rasyonları için optimal RAKD değerlerinin saptanabilmesine yönelik daha çok sayıda temel araştırmaya gereksinim duyulduğudur.

Bu çalışma ilede bu konuda yapılan araştırmaların değerlendirilmesi, süt sığırlarını rasyonlarının sahip oldukları katyon - anyon dengesi değerinin verim, sağlık ve üremeye olan etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

2. Asit-Baz Dengesi

Canlı hücrelerde, biyokimyasal maddelerin büyük kısmı sulu bir ortamda bulunur ve reaksiyonların büyük bölümü böyle bir ortamda meydana gelir. Su, bir çok biyokimyasal reaksiyona aktif olarak katılan ve protein gibi makro moleküllerin özelliklerini tayin eden önemli bir maddedir (Menteş ve Ersöz, 1993).

Erişkin sığırların vücut ağırlıklarının yaklaşık % 40 kadarı katı maddelerden, % 40 kadarı hücre içi sıvılardan geri kalan % 20 kadarı da hücre dışı sıvılardan oluşmuştur. Görüldüğü gibi vücut sıvılarının yaklaşık 2/3'ü hücre içerisinde, 1/3'ü hücre dışında bulunmaktadır (Aytuğ ve ark. 1991).

Vücut sıvılarında pozitif ve negatif elektrik yüklü anyon ve katyonlar halinde bulunan iyonize ve dissosiyeye olan mineral maddelere elektrolit denir. Sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum katyon, klor, bikarbonat, fosfat, sülfat ve organik asitler ise anyondur. Vücut sıvılarındaki elektrolitlerin değerleri yoğunluklarının çok az olması nedeniyle milliequivalent (mEq) gram olarak ifade edilir.

$$\text{mEq} = \text{Miligram} \times \text{Değerlilik} / \text{Atom ağırlığı}$$

Organizmanın çeşitli doku ve organlarındaki su miktarı elektrolit yoğunluğu gibi özellikler doğrudan doğruya fiziksel ve kimyasal denge ile ilgilidir. Organizmadaki elektrolit dengesinin bozulması asit - baz dengesinin ve hücre içi sıvılardaki sodyum, potasyum ve kalsiyum yoğunluklarını etkiler.

Su, OH⁻ ve H⁺ oluşturacak şekilde dissosiyeye olur. pH terimi, hücreler içinde ve vücut sıvılarında bulunan hidrojen iyon yoğunluklarını göstermek için kullanılır (Menteş ve Ersöz, 1993).

Bir çözeltinin H⁺ iyonu aktivitesi pH olarak ifade edilmektedir. pH, (H⁺)iyonu aktivitesinin negatif logaritmasıdır.

$$\text{pH} = \log [\text{H}^+] = \log 1/ [\text{H}^+]$$

Bu eşitlikten anlaşıldığı gibi, kuvvetli asitler düşük, kuvvetli bazlar ise yüksek pH değerleri gösterirler (Özen, 1986).

Su içerisinde çözüldüğü zaman H^+ iyonu veren bütün bileşikler asit, OH^- iyonu veren bütün bileşikler de baz olarak adlandırılır (Demirsoy 1992) .

Sağlığın devamlılığını sağlamak için vücudun iç ortam sabitliğini, oldukça dar sınırlar içerisinde tutma zorunluluğu vardır ki, bu temel bir ilkedir (Menteş ve Ersöz 1993).

Süt sığırları organizmasında kan pH' sı çok dar sınırlar içerisinde kontrol edilmeye çalışılır (pH 7.31-7.53). Yüksek oranda gerçekleşebilecek asidik veya bazik koşulların başta membran yapısında yer alan proteinlerin yapısal özelliklerini etkilemesi nedeniyle hücrenin ölümüne kadar giden olumsuzlukların gözlenmesi olasıdır. Ortam pH sındaki daha düşük düzeylerdeki değişimler dahi enzim aktivitesi ve hormon almaçlarının yapılarında oluşturabilecekleri değişimlere bağımlı olarak verimliliğin azalmasında, metabolik rahatsızlıklara olan direncin kırılmasında etkili olabilirler (Goff 1992) .

2.1. Hayvanlarda Asit - Baz Dengesi

Normal koşullar altında, hayvansal organizmalarda hücre içi ve hücreler arası sıvıların asitlik veya bazlık durumları, yani pH' ları sabit olup ancak çok dar sınırlar içerisinde değişim gösterirler. Halbuki hayvanlar yedikleri yemler ile vücutlarına devamlı olarak klor, fosfor, kükürt gibi asit yapıcı, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi baz yapıcı mineraller almakta, dokularda metabolik faaliyetler sonucu karbonik asit, laktik asit, asetoasetik asit, sülfürik asit, fosforik asit gibi bir çok asitler üretmektedirler (Özen 1986, Ünal 1992).

Hatta yemler asit veya baz yapma özelliklerine göre de iki gruba ayrılabilirler. Örneğin, buğday asit yapıcı, kuru yonca otu baz yapıcıdır. Genel olarak kaba yemler baz yapıcı, tahıl dane yemleri ile bitkisel ve hayvansal kökenli protein ek yemleri asit yapıcıdır. Kısaca özetlenmeye çalışılırsa, normal koşullar altında, vücut sıvılarına asit ve bazlar gerek dışarıdan yemlerle alınmak suretiyle, gerekse de bunların metabolizmalarının bir ürünü olarak sürekli katılmaktadır (Özen 1986).

Biyolojik bir ortamda, iyon yoğunluğunu, mevcut asit ve baz iyonlarının oranı ve miktarı ile belirlenir. Bir çözeltinin asitliği veya alkaliliği o çözeltinin reaksiyonu olarak adlandırılır. Vücut reaksiyonlarındaki çok küçük değişiklikler bile ağır durumların ortaya çıkmasına ve hatta ölümlere neden olmaktadır (Mengi, 1991). Bu nedenle vücutta pH'yı düzenli tutan bazı mekanizmalar vardır.

2.2. Asidosis ve Alkolosis

Hücreler arası sıvılarda asitliğin normalin üzerine çıkmasına METABOLİK ASİDOSİS, asitliğin azalıp, bazlığın artmasına METABOLİK ALKOLOSİS denir (Özen 1986). Metabolik asidosis ve alkolosisi önlemek için organizmada çeşitli savunma sistemleri mevcuttur. Bu sistemler çok kısa bir zaman içinde faaliyete geçerek etkilerini gösterirler. Tampon sistemlere rağmen hidrojen iyonları yoğunluğu önemli miktarlarda değişir ise, solunum merkezleri uyarılarak solunum hızı değişir. bunun neticesinde CO₂ in vücuttan uzaklaştırılması hızı değiştirilerek pH ayarlanır. Bu sistem ile hidrojen iyonları yoğunluğunun normal değerlere ayarlanması 2 - 3 dakikalık bir zaman alır. Hidrojen iyonları yoğunluğunun normalin dışında ise, böbrekler asit veya alkali idrar salgılayarak vücut sıvılarında hidrojen iyonları yoğunluğunu normale ayarlar. Bu mekanizma bütün sistemlerin en güçlüsü olmasına rağmen, bu sistem ile hidrojen iyon yoğunluğunun normale dönüşmesi bir kaç saat ile bir kaç gün arasında bir zaman alır (Yazgan ve Aksoy 1983).

Canlılık olayları için önem taşıyan pH sınırlarının korunması organizmanın asit - baz homeostasis mekanizması aracılığı ile gerçekleşir. Rasyonlarda yer alan pozitif ve negatif yüklü iyonların arasında denge biyolojik sıvılardaki asit-baz dengesinin düzenlenmesi üzerinde belirleyici etkilere sahiptir. Bu nedenle fizyolojik fonksiyonları optimize edilmesi açısından bu unsurların dengelenmesi gerekmektedir (Goff 1992).

2.3. Ruminant Rasyonları ve Katyon-Anyon Dengesi

Genel bir tanımlama ile, rasyon katyon-anyon dengesi (RKAD) ifadesi rasyondaki pozitif ve negatif yüklü iyonlar arasındaki dengeyi tanımlar. Farklı bildirişlerde rasyon elektrolit dengesi, kuvvetli iyon farklılığı, rasyon fikse iyon dengesi, gibi tanımlamalarla da ifade edilmektedir. (Oetzel ve ark.1991, Beede 1994).

Bu özelliğin belirlenmesinde değişik formulasyonlardan yararlanıldığı gözlenmektedir. Rasyonlarda katyon-anyon dengesi en mükemmel şekli;

$$\text{mEq} [(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}) - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{-2} + \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HPO}_4^{-2})]$$

olarak ifade edilebilir. Pratikte, yukarıda ifade de yer alan sekiz elementin hepsinin birden hayvan tarafından tüketilen miktarlarını tespit etmek zordur. Örneğin, yemlerde iki fosfat (PO_4) anyonu mevcuttur. Organik (fosfoprotein ve fosfolipit) ve inorganik (mineral fosfat). Üstelik organik fosfatın mono-asit, tri-asit veya fitat formlarından hangisi halinde bulunduğunu bilmekte ayrı bir sorundur. İnorganik fosfat dikalsiyum fosfatın yapısında çok miktarda bulunur. Dikalsiyum fosfat rasyonlarda katyon - anyon dengesini sağlamak için değil, hayvanın fosfor ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Diğer taraftan, hayvan tarafından tüketilen magnezyum miktarı rasyonu oluşturan bileşenlerin yapısında bulunan miktarlar dikkate alınarak hesaplanır ve genelde hayvanın ihtiyacından fazladır. Kalsiyum ise karbonat tuzlarında fazla miktarda bulunur ve asit - baz homeostasisinden çok iskelet için gereklidir (Zincirlioğlu, 1986).

Organizmada ozmatik dengenin, asit-baz dengesinin temininde oynadıkları önemli roller nedeniyle katyon - anyon dengesinin belirlenmesinde sodyum, potasyum, klor ve kükürt tanımlamada en fazla kullanılan faktörlerdir (Asetine 1991). Mongin (1980), kanatlılar için rasyon katyon-anyon dengesini $[(Na^+ + K^+) - Cl^-]$ mEq/ 100 g KM olarak tanımlanabileceğini bildirirken, Tucker ve ark. (1991), süt sığırlarının sistemik asit-baz dengelenmesinde kükürt'ün klor'a benzer etkilere sahip olduğunu, bu nedenle süt sığırları için rasyon katyon - anyon dengesinde kükürt'ün de dikkate alınması gerektiğini bildirmektedir. Buna göre süt sığırları için rasyon katyon-anyon dengesi

$$[(Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^{-2})] \text{ mEq / kg KM}$$

olarak ifade edilebilir.

Rasyon katyon - anyon dengesi, süt sığırlarında asit-baz dengesini, laktasyon performansını ve kalsiyum metabolizmasını etkiler (Jackson ve ark. 1992).

2.4. Rasyon Katyon - Anyon Dengesi Değerinin Hesaplanması

Bir rasyonun katyon - anyon dengesi değerini hesaplayabilmek için, rasyona katılan yem maddelerinin mineral madde içeriklerini bilmek gerekmektedir. Rasyonda mineral maddelerinin oransal payı hesaplandıktan sonra, her bir mineral için farklı olan mEq dönüşüm faktörü ile çarpılarak mEq değeri tespit edilir(çizelge 2.1.). Buradan elde edilen sonuçlar formülde yerine konularak rasyonun katyon - anyon dengesi değeri hesaplanır.

Çizelge 2.1. Mineral maddelerin atom ağırlığı, equivalent ağırlığı ve % rasyonda mEq ya dönüşüm faktörü.

Element	Atomik ağırlığı	Equivalent ağırlığı	dönüşüm faktörü
Na ⁺	23.0	23.00	435
K ⁺	39.1	39.10	256
Ca ⁺²	40.1	20.05	499
Mg ⁺²	24.3	12.15	823
Cl ⁻	35.5	35.50	282
S ⁻²	32.1	16.05	624
P ⁻³	31.0	10.33	968

Buna göre örnek bir rasyonu aşağıdaki gibi hesaplayabiliriz.

Çizelge 2.1.a. Yonca : Mısır-soya fasulyesi (60 : 40)

% yemde	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	S ⁻²	P ⁻³
Yonca	0.11	3.6	1.56	0.30	0.30	0.26	0.25
Mısır-S. fasulyesi	0.06	2.0	0.39	0.18	0.65	0.11	0.48
Toplam rasyon	0.09	2.96	1.09	0.25	0.44	0.20	0.34
Dönüşüm Faktörü	x 435	x 256	x 499	x 823	x 282	x 624	x 645
mEq / kg yem	39	758	544	206	124	125	219

$$(Na^{+} + K^{+}) - (Cl^{-} + S^{-2}) = (39 + 758) - (124 + 125) = + 548 \text{ mEq / kg}$$

Çizelge 2.1.b. Yonca - Mısır silajı (75 : 25)

% yemde	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	S ⁻²	P ⁻³
Yonca	0.12	1.71	1.41	0.31	0.38	0.28	0.24
Mısır silajı	0.01	0.96	0.23	0.19	0.06	0.15	0.22
Toplam rasyon	0.092	1.52	1.12	0.28	0.30	0.25	0.23
Dönüşüm Faktörü	x 435	x 256	x 499	x 823	x 282	x 624	x 645
mEq / kg yem	40	389	558	230	85	156	148

$$(Na^{+} + K^{+}) - (Cl^{-} + S^{-2}) = (40 + 389) - (85 + 156) = + 188 \text{ mEq / kg}$$

(Goff 1992).

Ruminant rasyonlarını oluşturabilecek olan yem kaynakları ve bunların rasyonlardaki olası oransal payı göz önünde bulundurulduğunda, yıllık üretim döngüsü içerisinde genellikle pozitif rasyon katyon - anyon dengesi değerine sahip olacağı gözlenir (Çizelge 2.2.).

Çizelge 2.2. Bazı yem maddelerine ilişkin hesaplanmış RKAD değerleri (Block 1994).

Yem	Na ⁺ % KM	K ⁺ % KM	Cl ⁻ % KM	S ⁻² % KM	RKAD mEq/Kg KM
Yonca K.O.	0.15	2.56	0.34	0.31	+431.10
Mısır Silajı	0.01	0.96	-	0.15	+156.40
Mısır (Dane)	0.03	0.37	0.05	0.12	+18.80
Yulaf	0.08	0.44	0.11	0.23	- 26.95
Arpa	0.03	0.47	0.18	0.17	- 23.40
Biracılık Art.	0.10	0.18	0.08	0.46	-219.38
Soya Küspesi	0.03	1.98	0.08	0.37	+266.37
Balık Unu	0.85	0.91	0.55	0.84	- 75.60

Üretim döngüsü içerisinde yer alan farklı fizyolojik dönemlerin besin madde gereksiniminin belirlenmesi üzerindeki kuvvetli etkileri dolaylı olarak toplam rasyonu oluşturan kaba ve kesif yemlerin oransal paylarını da etkiler. Bu zorunluluk rasyonların sahip olduğu RKAD değerlerinin fizyolojik gereksinimlere uygun sınırlar içerisinde çekilebilmesi bakımından rasyonun yapısını oluşturan temel yem maddelerinin dışında bir müdahaleyi zorunlu kılar. Rasyonların katyon - anyon dengesi değerini negatif yöne çekmek amacıyla anyonik tuzların rasyonlara ilavesini bu tip uygulamalara örnek olarak vermek mümkündür.

Örnek olarak verilen 2.rasyonun katyon -anyon dengesi değeri + 188 mEq / kg KM olduğu belirlenmişti. Bu rasyonu negatif yöne çekmek için anyonik tuzları rasyona ilave edebiliriz. Buna göre;

a. Kükürt içeriğini % 0.45'e getirebilmek için yeterli miktarda CaSO_4 ilave edilir.

- % 0.25 den % 0.45 getirebilmek için birim kg rasyona 2 g S ilave edilir.

- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ un % 20.76' sı S'dır. Buna göre 2 g S / kg rasyon için 9.63 g $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ / kg rasyon ilave edilir.

- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ un % 26 Ca dır. Böylece birim kg rasyona 2.5 g Ca ilave etmiş oluruz (Ca düzeyini % 1.12 den % 1.37 ye yükseltiriz).

b. % 1.37 Ca içeren bir rasyondan 9 kg/gün KM tüketildiği farzedilirse, bir günde 123 g Ca bu rasyonla hayvana verilmiş olur. Rasyonun 140 g Ca /gün içermesi için 17 g Ca / 9 kg ilave edilmesi gerekmektedir. Buda kg rasyon başına 1.88 g Ca/gün dür.

- $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ nun % 31 i Ca dır. Bu durumda rasyona 6.06 g $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ilave edilmesi gerekmektedir. Böyle bir ilave rasyona 3.32 g Cl / kg lık bir ilave sağlayacaktır. bu durumda rasyonun Cl içeriği % 0.3 den %0.63 e yükselecektir.

c. Son duruma göre rasyon katyon - anyon dengesi şöyle hesaplanır.

% Yemde	Na	K	Ca	Mg	Cl	S	P
Toplam rasyon	0.092	1.52	1.55	0.40	0.63	0.45	0.23
Dönüşüm Faktörü	x 435	x 256	x 499	x 823	x 282	x 624	x 645
mEq / kg yem	40	389	773	329	177	281	148

$$(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^{2-}) = (40 + 389) - (177 + 281) = -29 \text{ mEq /kg}$$

d. Bu rasyonun katyon - anyon dengesi değerini - 100 mEq / kg KM ye getirebilmek için rasyona 71 mEq Cl / kg ilave edilmesi gerekmektedir. Rasyona ilave edilmesi gereken klor miktarını hesaplamak için dönüşüm faktöründen faydalanırız. Klorun dönüşüm faktörü 282 dir. Buna göre $71 \text{ mEq} / 282 = 0.25$ dir. Rasyona % 0.25 klor ilave edersek - 100 mEq ya ulaşabiliriz.

- NH_4Cl nin % 66 sı Cl dir. 3.79 g NH_4Cl ilave edilmesi gerekir.

e. Tüm bu sonuçları toplarsak, rasyonun kation - anyon dengesi değerini + 188 meq /kg KM den -100 mEq /kg KM ye getirebilmek için rasyona 9.63 g $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 6.06 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 3.79 g NH_4Cl /kg ilave edilmesi gerekmektedir.

Kanatlı rasyonlarında bir değerlendirme kriter olarak uzun yıllardır kullanılmakta olan kation-anyon dengesi, ruminant beslemede oldukça yakın bir geçmişe sahiptir. Block (1994), günümüzde rasyon kation - anyon dengesi değerinin süt sığırları rasyonlarında bir değerlendirme kriteri olarak ele alınmamasını, konuyla ilgili ayrıntılı veri sağlayan araştırmaların yetersizliğine bağlamaktadır.

Ruminant rasyonlarında kation - anyon dengesi değeri ile verim düzeyi ve hayvan sağlığı arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar genellikle süt ateşinden korunum konusunda yoğunluk kazanmıştır. Konu özellikle anyonik karakterdeki rasyonların süt ateşinin önlenmesi açısından gösterdiği olumlu etkilere bağımlı olarak güncel bir hale gelmiştir. Bu nedenle konunun ilerleyen bölümlerinde süt ateşi ve gelişmesine zemin hazırlayan faktörler ile temel koruyucu uygulamalar ve bu metabolik hastalıktan korunmada rasyon kation - anyon dengesi değerinin etkileri anlatılmaya çalışılacaktır.

3. Süt Ateşi

Süt ateşi süt sığırlarında laktasyonun başlamasıyla ilişkili olan hipokalsemik bir hastalıktır(Kehrlı ve Goff 1989, Delaquis ve Block 1995). Yüksek süt verimine sahip süt sığırlarında çoğunlukla doğum esnasında veya doğumdan sonraki bir hafta içerisinde nadiren de doğumdan bir hafta önce ortaya çıkan ve felç ile karakterize edilen bir metabolik hastalıktır (Aslan ve Kalaycıoğlu 1992.).

Süt ateşinde hiç bir zaman bir ateş yükselmesi söz konusu değildir. Bu hastalıkta vücut sıcaklığı ya normal yada normalin altındadır. İlk kez 1793 yılında tanımlanmıştır. Başlangıçta % 60 - 70 kayıplara yol açan bu hastalık 1897 yılında Danimarkalı Schmidt tarafından memeye potasyum iyodür enjeksiyonu ile önlenebileceği tespit edilmiştir. Ancak Schmidt süt ateşinin memedeki bir virüsten ileri geldiğini kabul etmişse de, 1925 yılında parathormon yetersizliğinin neden olduğunu anlaşılmıştır (Sevgican 1977).

Süt ateşi her işletmede rastlanılabilen bir hastalıktır. Yüksek süt verimli kültür ırklarında daha çok, yerli ırklarda nisbeten daha az rastlanır. Bunun sebebi, yüksek süt üretimi nedeniyle hem kalsiyuma olan ihtiyacın daha çok olması hem de kalsiyum kayıplarının daha fazla olmasıdır (Aytuğ 1991). Kültür ırkları arasında da hastalık oranı bakımından farklılıklar olabilir. Örneğin Jersey ırkı süt sığırlarında diğer ırklara nazaran daha yüksek bir orandan gerçekleşir. Bu oran yaklaşık % 30 düzeyindedir. Diğer ırklarda bu oran % 6 - 8 arasında değişmektedir (Etgen ve ark. 1987).

Süt veriminin yanı sıra, yaş faktöründe hastalık oranını etkilemektedir. Bu metabolik hastalık ilk laktasyondaki süt sığırlarında çok nadir görülürken, üç ve daha fazla laktasyon sayısına sahip süt sığırlarında çok fazla görülmektedir.

Süt ateşinin etiyolojisine ilişkin olarak uzun yıllardan bu yana bir çok teori ortaya atılmıştır. Bulgular, süt sığırında verimli ömrün

ortalama 3.4 yıl gerilemesine neden olabilen bu rahatsızlığa olan yatkınlığın genotip, yaş ve verim düzeyi tarafından da belirlenebildiğini ortaya koymaktadır (Schultz vd. 1993).

Süt ateşi buzağılamayı takiben hızla gerçekleşen kalsiyum kayıplarının yarattığı dengesizliğin organizmadaki biyolojik mekanizmalarca düzenlenememesi sonucu ortaya çıkar. Diğer bir deyişle, Süt sığırları laktasyon başında aniden başlayan fazla süt üretimi nedeni ile dışarı atılan fazla miktardaki kalsiyumu karşılamak amacıyla yeterince kalsiyumu kendi iskeletinden mobilize edemezler (Kılıç 1985) .

Söz konusu metabolik hastalıkta klinik belirtiler oldukça ani başlar. Bir gün önce normal şekilde doğum yapan ve tamamen sağlıklı görünen inek, ertesi gün belirsiz bir saatte, dıştan gelen etkilere karşı normalden daha duyarlı görünmeye başlar. Başlangıçta yem yeme ve geviş getirme aksamakta, hayvanlar yürümeye zorlandığında sendelemekte, sağa ve sola sallanmaktadır. Daha sonra göğüs ve sternum üzerine yatarak karakteristik pozisyonunu almakta, baş koltuk altına veya omuza dönerek istirahat etmektedir. Gözler donuşlaşmakta, göz bebekleri irileşmekte, ağız ve burun kurumaktadır. Nabız 50 ila 80 arasında değişmekte, ısı ise normal veya normalin altında olmaktadır. Hazım organlarında tembellik başlamakta, sık sık gaz teşekkülü ve kusma meydana gelmektedir. Hastalığın ileri durumlarında koma ve sonunda ölüm meydana gelmektedir (Sevgican 1977, Aytuğ ve ark. 1991).

Hastalığın esas nedeni, doku sıvılarındaki iyonize kalsiyum miktarının birdenbire ve aniden düşmesi sonucunda, motorik kas tellerinin sinir impulslarına cevap verememesi ve kas tonusunun düşmesidir. Aslında vücut sıvılarındaki kalsiyum seviyesi doğumdan sonra bir miktar düşme gösterir. Ancak süt ateşi belirtileri gösteren ineklerde bu düşüş daha belirgin olmaktadır (Aytuğ ve ark. 1991).

Süt ateşinde başlıca biyokimyasal değişiklik kan serumunda kalsiyum miktarının düşmesi, magnezyum miktarında da bir artma

şeklinde kendisini gösterir. Normal olarak 9 - 10 mg / dl olan kalsiyum seviyesi ortalama olarak 4 - 5 mg / dl ye kadar düşmektedir.

Çizelge 3.1. Normal ve süt ateşi gözlenen süt sığırlarında kalsiyum, fosfor ve magnezyum seviyeleri (Schultz, 1993).

	Serum (mg/dl)		
	Kalsiyum	Fosfor	Magnezyum
Normal	9.4	4.6	1.7
Normal (Doğumda)	7.7 ± 0.9	3.9	3.0 ± 0.5
Süt Ateşi			
I	6.2 ± 1.3	2.4 ± 1.4	3.2 ± 0.7
II	5.5 ± 1.3	1.8 ± 1.2	3.1 ± 0.8
III	4.6 ± 1.1	1.6 ± 1.0	3.3 ± 0.8

Doğumu takiben ineğin ağız sütü vermeye başlaması (normal süt 1.3 g Ca / litre içerirken, ağız sütü 2.3 g Ca / litre içermektedir) kalsiyum ihtiyacını arttırmaktadır. Hayvanın bu kritik dönemde bağırsaklardan emilime uğratabileceği kalsiyum ile bu ihtiyacını karşılaması mümkün değildir. Artan kalsiyum açığı kemiklerdeki kalsiyum depolarından karşılanmaya çalışılır. İhtiyaç kadar iyonize kalsiyumun kemik depolarından kana geçmesini sağlayan hormonal mekanizmaların bu yeni şartlara ayak uyduramaması sonucunda, doğumdan 48 - 72 saat sonra hipokalsemi riski belirir (Aytuğ ve ark. 1991).

Araştırmacılar süt ateşine zemin hazırladığı bilinen unsurların laktasyon dönemi içerisinde şekillenebilecek bir çok ikincil problemlerinde (ketosis, mastitis vb.) kaynağını oluşturduğunu bildirmektedirler. Verimlilik üzerinde etkili olan bu problemlerin süt ateşine bağımlı olarak yükseldiği vurgulanmaktadır.

Beraberinde getirdiği ekonomik kayıpların boyutları nedeniyle, süt ateşinden korunum anlamında alınacak önlem ve yapılacak uygulamaların süt sığırı sürülerinin idaresinde önemli bir yeri vardır. Bu

metabolik aksaklığın gelişmesindeki merkezi rolü nedeniyle kalsiyum metabolizması ve bu metabolizmayı kontrol eden faktörler koruyucu uygulamaların hedefini oluşturur.

3.1. Kalsiyum Metabolizması

Kalsiyum ergin bir süt sığırının vücut ağırlığının yaklaşık % 1.25 ini oluşturur. Bu element iskelet dokusunun ana yapısal maddesini oluşturur. Vücutta toplam kalsiyumun % 99'u iskelette, geri kalan %1'lik kısım ise vücut sıvılarında bulunur. Bu kısım normal vücut fonksiyonlarının korunmasında son derece önemli bir rol oynar. Kan plazmasında ve hücre içi sıvılarda kalsiyum;

- 1- Kanın pıhtılaşması,
 - 2- Membranların geçirgenliği,
 - 3- Sinir impulslarının taşınımı,
 - 4- Bazı enzimlerin aktivasyonları,
 - 5- Normal kas kontraksiyonu
- için oldukça önemli bir maddedir (Braak 1986).

Bu olayların normal bir işlerlik göstermesini garantilemek için plazma kalsiyum yoğunluğu son derece dar sınırlar içerisinde tutulur. Genellikle plazma ve serum 5 mEq Ca / litre (9 - 11 mg Ca / dl) içerir.

Kalsiyum, fosfat ile birlikte iskeletin inorganik ve yapısal bileşimini sağlayan hidroksiapatit kristallerini oluşturmak üzere kemik dokusu ortamında yer alır. Kemik dinamik bir dokudur ve etki eden gerilimler değiştikçe yeniden modellenmeye uğrar, kararlı hal durumunda yeni kemik formasyonu ve kemik rezorpsiyonu arasında bir denge vardır. Kemikte bulunan kalsiyumun büyük bir kısmı hücre dışı sıvı kalsiyumu ile serbestçe değişik tokuşa uğrayamaz. Kemik büyük bir kalsiyum deposu olarak görev yapar. İskelet kalsiyumunun % 1'i serbestçe değiş-tokuşa uğrayabilen bir gölcüktedir ve bu diğer % 1 ile birlikte kalsiyum gölcüğünü oluşturmaktadır (Menteş ve Ersöz 1993).

Plazma kalsiyumunun % 45-50' si iyonize kalsiyum, % 40-45'i proteinlere bağlı ve % 5'i sitrat, bikarbonat, fosfat ve laktat ile kompleksleşmiş olarak 3 farklı formda bulunur.

İyonize kalsiyum biyolojik aktif formdur. İyonize kalsiyumun normal sınırlardan belirgin bir sapmaya organizmanın çok az toleransı vardır. İyonize kalsiyumun normal sınırların dışına çıkması pek çok bozukluğa neden olur ve yaşamı tehdit edici olabilir (Menteş ve Ersöz 1993).

Kalsiyum metabolizmasına bağırsak, iskelet ve böbreklerin yardımı ile başlıca parathormon, kalsitonin ve vitamin D metabolitleri tarafından düzenlenir. Büyüme hormonu, tiroit hormonları, östrojenler, androjenler, glukokortikoidler, insulin ve prolaktin gibi diğer hormonlarda kalsiyum metabolizmasını etkileyebilirler.

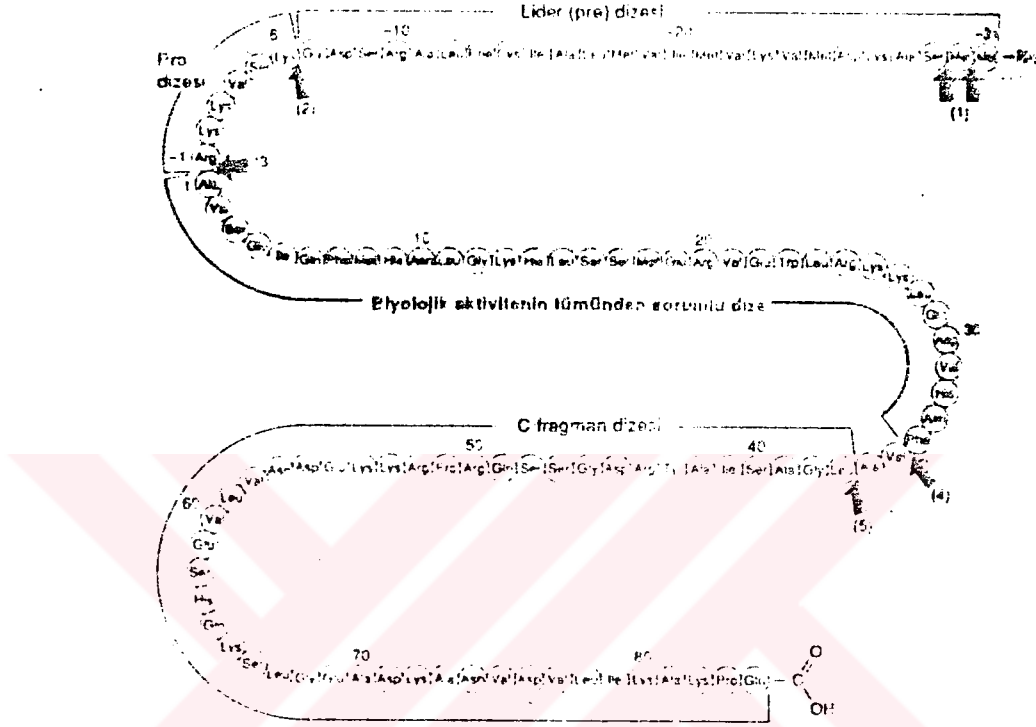
3.2.Kalsiyum Metabolizmasını Düzenleyen Hormonlar

Kalsiyum homeostasisinde iki ana hormon etkilidir. Organizmada son derece önemli fonksiyonlara sahip olan gerek plazmada gerekse de hücre içi yoğunluğunun korunmasında paratiroid bezi tarafından üretilen parathormon ve böbreklerde üretilen kalsitrol (1,25 (OH)₂ D) birlikte etkili olurlar. Bu iki unsur bağırsaklardan kalsiyum emilimi, kemiklerden kalsiyumun serbest bırakılarak yarayışlı hale getirilmesini ve böbreklerde geri emiliminin temininde işlev görürler (Goff ve ark. 1988, Goff ve ark. 1991a, Horst ve ark. 1992, Block 1994, Goff ve ark. 1995).

3.2.1. Parathormon

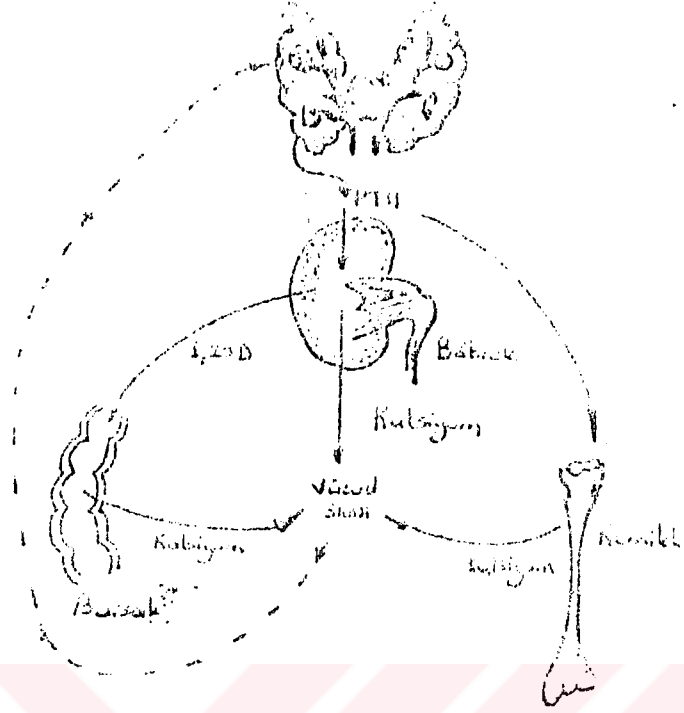
Parathormon 84 aminoasitli tek zincirli bir peptiddir. Molekül ağırlığı 8500'dür (Demirsoy 1992). Parathormon, paratiroid hücrelerinden 115 aminoasitten oluşan pre-pro-parathormon olarak sentezlenir. Sentezinden birkaç saniye sonra 90 amino asitten oluşan pro-parathormon stoplazmada özel kesecikler içerisinde depolanır. Kana

verildiğinde 6 aminoasit daha kaybederek aktif parathormona dönüşür (Öğün ve Yurtman 1994).



Şekil 3.1. Öküz pre-pro-paratiroithormonun yapısı (Menteş ve Ersöz 1993).

Parathormon etkili olduğu iki ana bölge vardır. Bunlardan birisi böbrekler, diğeri ise kemiklerdir. Hormon böbrekler üzerinde etkili olarak idrardaki kalsiyumun gerisin geriye emilmesine dolayısı ile idrardaki kalsiyumun azalmasına neden olur. Buna karşın kemiklerden kalsiyumun serbest kalıp kana geçmesine neden olur. Hormon, böbreklerde $1,25 (OH)_2 D$ sentezini artırır, bu madde ise yemler içerisindeki kalsiyumun barsak epitel hücreleri tarafından emilimini kolaylaştırır. Bu yolla parathormon kalsiyum emilimine dolaylı yoldan etkili olur (Öğün ve Yurtman 1994).



Şekil 3.2. Parathormonun fizyolojik fonksiyonları

Parathormon, normal hücre dışı sıvı kalsiyum yoğunluğunu, direkt olarak kemik ve böbrekler tarafından, indirekt olarak bağırsak mekanizmasına kalsitonin sentezinin uyarılması etki ederek normale döndürür.

Parathormon;

1- Kemiğin çözünme hızını arttırarak kalsiyumu hücre dışı sıvıya yöneltir.

2- Kalsiyum renal atımını azaltır, böylece kalsiyumun hücre dışı sıvılardaki yoğunluğunu arttırır.

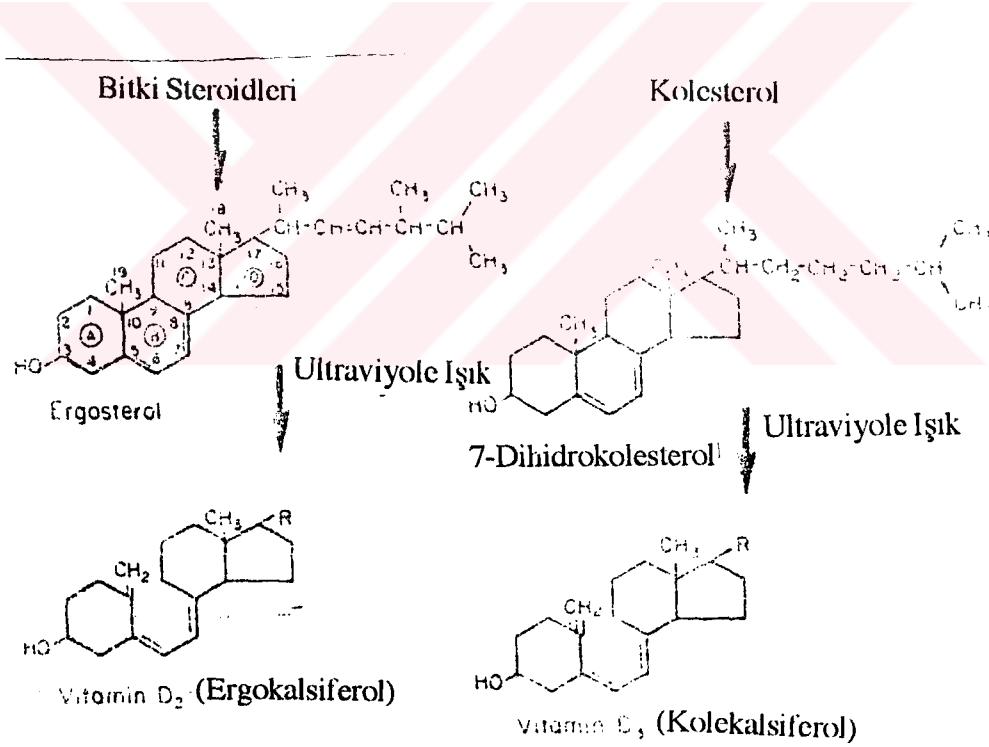
3- Kalsitrol sentezini uyararak bağırsaklardan kalsiyum emilimini arttırır.

En hızlı değişiklikler böbrek üzerindeki etkinlikleri ile ortaya çıkar. Ancak temel etki kemikleredir (Menteş ve Ersöz 1993).

3.2.2. Kalsitrol

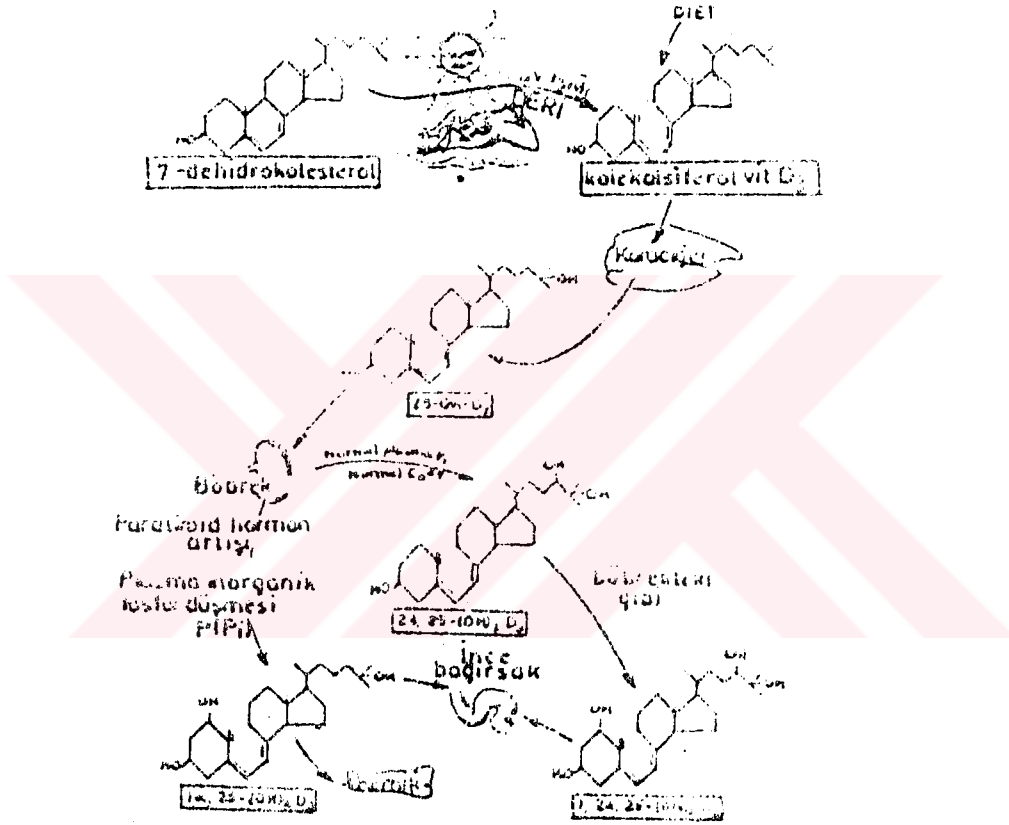
Vitamin D nin en önemli temsilcileri 7-dehidrokolesterinden türemiş olan kolekalsiferol Vitamin D₃ ve ergosterinden türemiş olan ergokalsiferol Vitamin D₂ dir. Etkin olan form, hidroksilasyon ürünü kalsitrol (1,25 (OH)₂ D) dür. Bu madde, hormon benzeri regülasyon işlevlerine sahiptir (Telefoncu 1988).

Vitamin D etkisi gösteren iki bileşikten Vitamin D₃ hayvansal dokularda 7-dehidrokolesterolden, vitamin D₂ bitkilerde ergosterinden meydana gelir. 7-dehidrokolesterol'un vitamin D₃'e dönüştürülmesi ultraviyole ışık etkisiyle deri altı yağ dokusunda mümkün olmaktadır. Bitkilerdeki ergosterolde yine ultraviyole ışık etkisiyle bitkilerde vitamin D₂'ye dönüştürülmektedir (Ersoy ve Bayşu 1986).



Şekil 3.3. Ultraviyole ışıklarının etkisiyle bitki dokularında ergosterolden Vitamin D₂, hayvanların derilerinde bulunan 7-dehidroksiterolden Vitamin D₃ ün oluşumu (Mc Dowell, 1989).

Deride toplanan 7-dihidroksikolesterol ultraviyole ışık etkisiyle kolekalsiferole dönüştürüldükten sonra, karaciğerde bir enzimle hidroksile edilip 25-hidroksikolekalsiferol 25-OHD₃ haline çevrilir. Bu metabolit, sonra kan sistemiyle böbrekle taşınır. Burada yine hidroksillenerek steroid hormon 1, 25-dihidroksikolekalsiferol haline veya diğer iki metabolitten 24,25 dihidroksikolekalsiferol yahut 1, 24,25 trihidroksikolekalsiferolden birisine çevrilir (Doğan 1993).



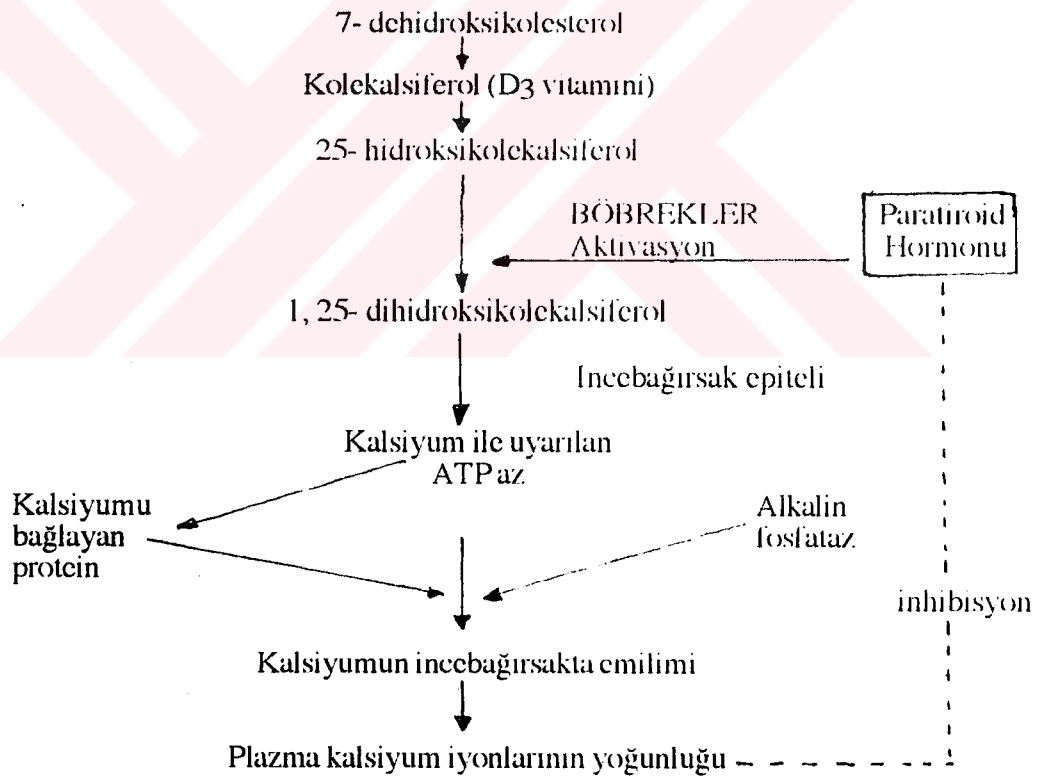
Şekil 3.4. Vitamin D₃ ün metabolik çevrilimleri (Doğan 1993).

1, 25-dihidroksikolekalsiferol (1,25 (OH)₂ D) incebağırsak epiteli üzerinde birkaç etkiye sahiptir. Bu etkilerinin en önemlisi, bu hormonun incebağırsak epitel hücrelerinin stoplazmasında kalsiyum bağlayıcı bir protein oluşumuna neden olmasıdır. Bundan başka 1,25 (OH)₂ D vücuttan

çıktıktan sonra haftalarca bu protein hücrelerde kalmakta ve böylece uzun süren kalsiyum emilimi sağlamaktadır.

1,25 (OH)₂ D epitel hücrelerin fırçamsı kenarlarındaki kalsiyum ile uyarılan ATP'nin ve epitel hücrelerde alkali fosfotaz oluşumuna neden olması kalsiyum emilimini hızlandırmasında rol alır.

Paratiroid hormon salgı hızı hemen tamamen ve çok etkili bir şekilde kan kalsiyum düzeyi ile ayarlanmaktadır. Kalsiyum iyon yoğunluğu artınca, bu derhal paratiroid hormon salgılanmasını engelleyecek, böylece 1, 25 (OH)₂ D böbreklerde yapılmayacaktır. Kalsiyum iyon yoğunluğundaki bir artış vitamin D etkisini azaltmaktadır.



Şekil 3.5. D₃ vitamininin, 1,25(OH)₂D oluşumu için atkivasyonu ve kalsiyum düzeyinin düzenlenmesinde D vitamininin rolü

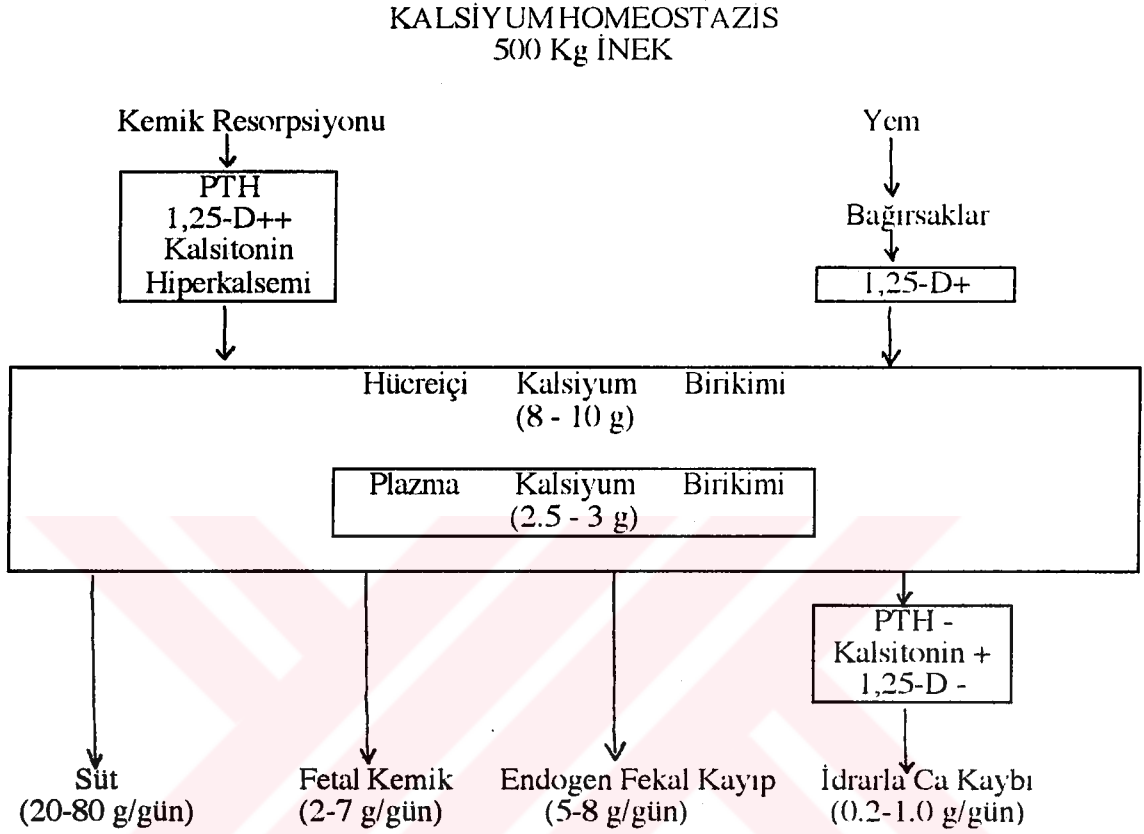
3.3. Süt Sığırlarında Kalsiyum Dengesi ve Kontrolü

Süt sığırlarında laktasyon esnasında plazma kalsiyum düzeyini korumak için büyük bir değişim gözlenir. Laktasyon verimi 9000 kg süt olan bir inek bu dönem boyunca 11.07 kg Ca ve 8.56 kg P'u sadece süt ile dışarı atar. Yemlerdeki Ca'un % 38, P'un % 45'inden yararlanıldığı düşünülürse, bu ineğin laktasyon dönemi boyunca Ca ve P ihtiyacını karşılamak için hergün ortalama 90-100 gr. Ca ve 60-70 g P tüketmesi gerekmektedir. Buna 25-30 g/gün Ca ve 15-20 g/gün P eklenerek bu ineğin yaşama payı gereksinimleri karşılanmış olur. Çoğu inek laktasyonun başlangıcında rasyonlardan Ca emilimine göre daha fazla kalsiyum endojen fekal kayıp, idrar ve sütle vücuttan dışarı atıldığı için negatif Ca dengesi içindedir.

Normal plazma kalsiyum düzeyinin korunması için, negatif kalsiyum dengesi, kemiklerden kalsiyum çekilimi ve bağırsaklardan kalsiyum emilimi ile karşılanmaya çalışılır. Kemiklerden kalsiyum çekilimi parathormon ve $1,25 (OH)_2 D$ etkili olurken, barsaklardan kalsiyum emiliminde sadece $1,25 (OH)_2 D$ etkili olur (Naito ve ark. 1990).

Süt sığırlarında laktasyonun başlangıcında kalsiyuma aniden yüksek bir istek oluşur. Bir inek 10 lt ağız sütü üretimiyle (2.3 g Ca/litre) yalnızca süt salgılanmasıyla 23 gram kalsiyumun vücutundan dışarı atar. Plazma kalsiyum birikiminde meydana gelen bu kayıp bağırsaklardan kalsiyum emilimi ve kemiklerden mobilizasyonun arttırılmasıyla dengelenmelidir. Kuru dönemde bir süt sığırının kalsiyum ihtiyacı (10-12 g Ca / gün) en düşük düzeydedir. Bu dönemde kalsiyum mekanizması ile plazma kalsiyumu arasındaki ilişki nispeten inaktiftir. Doğumla birlikte süt salgılanmasının başlaması nedeniyle inek kalsiyum birikimine günde en az 30 g Ca u plazma kalsiyum birikimine getirmesi gerekmektedir. Bu nedenlerden dolayı hemen hemen bütün süt sığırları laktasyonun kalsiyum isteğine bağırsak ve kemikler uyum gösterene kadar buzağılamadan sonraki ilk günlerde hipokalsemi bir derece

görülür. Kalsiyum homeostasisinde meydana gelen bu büyük değişime bazı ineklerin uyum gösterememesi sürpriz olmamalıdır (Goff ve ark., 1991 a).

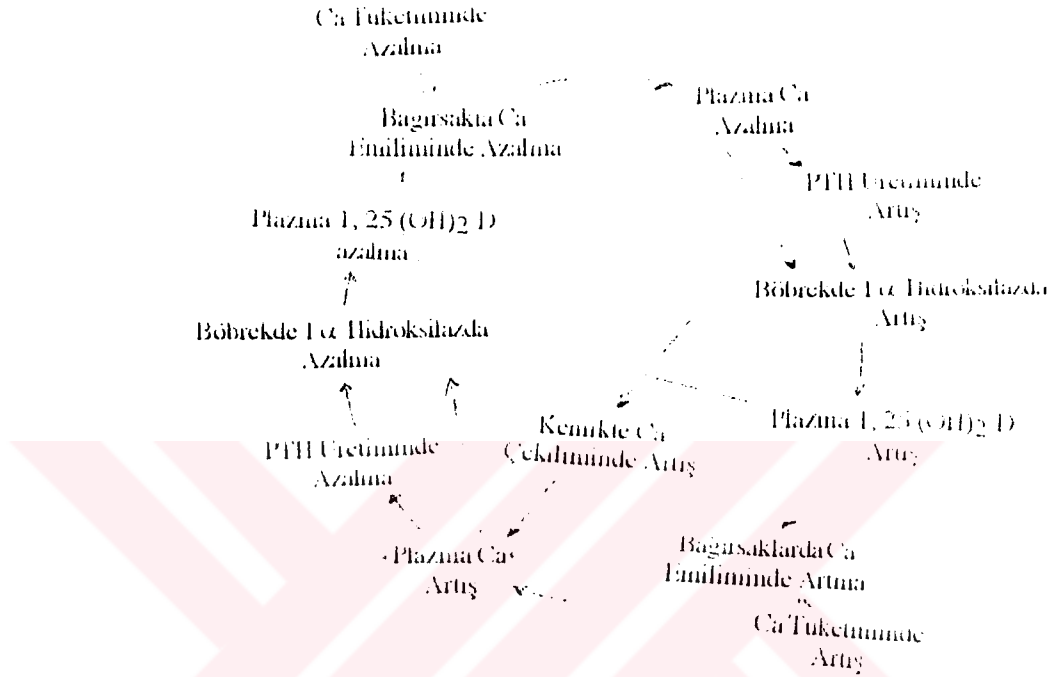


Şekil 3.6. Laktasyondaki süt sığırlarında kalsiyum homeostasisi (Horst ve ark. 1992).

3.3.1. Bağırsaklarda Kalsiyum Emilimi

Bir hayvan kendi gereksinmesinden daha az kalsiyum içeren bir rasyon ile beslendiğinde yemler içerisinde bulunan kalsiyum bağırsaklarda daha etkin bir şekilde emilime uğratılır. Gereksinmeden daha fazla kalsiyumun alınması durumunda ise bağırsaklardan kalsiyum emilim oranı düşer. Kalsiyumun bağırsaklardan emilim mekanizması şekil 3.7. de gösterilmiştir.

Şekil 3.7.'de de görüldüğü gibi etkili kalsiyum emilimindeki değişimler plazma kalsiyum yoğunluğundaki değişim ile vitamin D₃ ün aktif metaboliti olan 1, 25 (OH)₂ D nin kontrolü altında başlar (Horst, 1986).



Şekil 3.7. Rasyonlar ile alınan kalsiyum miktarına göre adaptasyon mekanizmaları.

Kalsiyum emilimi incebağırsağın üst kısmında meydana gelir. Emilim için asit ortam gereklidir. Kalsiyum bağırsak epitel hücreleri arasında epitel hücrelerinde aktif transport ile bağırsak lumeninden emilir. Rasyondaki kalsiyumun bağırsaklardan emilimi etkileyen faktörler; vücudun ihtiyaç durumu, yemin kompozisyonu ve yemdeki kalsiyum miktarıdır. Rasyonda kalsiyum miktarının gereksinmeden daha az olması veya kalsiyum isteğinin yüksek olduğu zamanlarda rasyonun yapısında bulunan kalsiyumun verimli emilimi aktif transport ile olur. Bağırsak lumeninde kalsiyum yoğunluğu epitel hücelere göre 1000 kat daha yüksektir. Böylece hücre içine kalsiyum girişi daha hızlı olur (Aytuğ 1991, Goff ve ark. 1991 a, Horst ve ark. 1994).

D vitamininin noksanlığı, rasyonda kalsiyum / fosfor oranının anormal oluşu, rasyonda yağ miktarının yüksek olması, enerji / protein dengesi bozuk rasyonla besleme ve pH ortamının alkali sahaya doğru kayması rasyondaki kalsiyumun bağırsaklarda emilimini azaltan ve güçleştiren başlıca faktörleri oluşturmaktadır.

3.3.2. Kemiklerden Kalsiyum Çekilimi

Kalsiyum kemik yapısında iki durumda bulunur. Çoğunlukla çok kuvvetli $Ca M PO_4$ olarak organik kemik matrikse sıkıca kuşatılmıştır. Az bir miktarı kemik kanalı içinde ve kemik hücreleri ile kuşatan sıvılarda bulunur. Parathormonu uyarılması ile kemik kalsiyum sıvısı kemik astar hücrelerinden kalsiyum birikimi içine hızla taşınabilir. Vagg ve Payne'nin yapmış oldukları çalışmada, ergin bir inekte değişebilir kemik kalsiyum biriminin hacmi toplam hücre dışı sıvısında kalsiyum birikimi 8 - 10 g kalsiyum farzedilirse, yaklaşık 6 - 10 g olduğunu tahmin etmektedirler. Vagg ve Payne, değişebilir kalsiyum sıvısının miktarını metabolik asidosise neden olan amonyum kloridle besleme yapıldığında 5 - 6 g arttığını bildirmektedirler (Goff ve ark. 1991 a).

3.4. Endokrin Bir Hastalık Olarak Süt Ateşi

Endokrin sistemi şiddetli hipokalseminin gelişmesini önlemek için yeterli hızda kalsiyumun bağırsaklardan emilimi ve kemiklerden çekilim mekanizmalarının yeterli uyumu başaramadığı zaman süt ateşi meydana gelir. Bu hastalığın gelişmesinde mümkün olan nedenleri şöyle sıralayabiliriz.

1- Kalsiyum mobilizasyon hormonları olan parathormon ve $1,25 (OH)_2 D$ nin yetersiz üretilmesi

2- Hedef dokularda bu hormonlar için reseptör sayısının yetersizliği

3- Hedef dokularda hormon uyarımının gerektirdiği zincirleme reaksiyonların başlamasındaki ilk adımı oluşturan hormon - almaç yapısının oluşturulamaması.

3.4.1. Süt Ateşinin Nedeni Olarak Hormonal Yetersizlik

Hormon yetersizliği veya fazlalığı çoğu zaman endokrin hastalıklar ile sonuçlanır. Parathormon ve $1, 25 (OH)_2 D$ nin üretilmesindeki yetersizlik yada buna neden olabilecek bireysel, çevresel faktörlerin süt ateşinin başlıca nedeni olabileceği tezi uzun yıllar kabul görmüştür. Son yıllarda yapılan araştırmalarda elde edilen sonuçlara göre süt ateşi gelişen ineklerde de Parathormon ve $1, 25 (OH)_2 D$ yoğunluğunun normale oranla yüksek olduğunun saptanması daha başka faktörlerinde söz konusu olabileceğini gündeme getirmiştir.

Kemik kalsiyum çekilimini durdurucu etkisi olan kalsitoninin aşırı olarak üretilmesi süt ateşinin bir nedeni olabileceği düşünülmüştür. Ancak süt ateşi gözlenen süt sığırlarında bu durum saptanamamıştır (Goff ve ark. 1991a).

3.4.2. Süt Ateşinin Bir Nedeni Olarak Reseptör Yetersizliği

Kalsiyum metabolizmasını düzenleyen hormonlar olan Parathormon ve $1, 25 (OH)_2 D$ nin süt ateşi gözlenen birçok süt sığırında da yeterli düzeyde üretildiği yapılan araştırmalar sonucu belirlenmiştir.

Organizmada metabolizmanın hormonal yollarla kontrolünde belirleyici rol oynayan ana aşamalar gözden geçirildiğinde özellikle hormon ve hedef dokularda yer alan almaçlar arasındaki ilişkiyi inceleyen unsurların bu konuda da hareket noktasını oluşturduğunu söylemek mümkündür. Bu yaklaşım süt ateşinin gelişimine etki eden faktörlerin belirlenmesi konusunda ilginin hedef dokularda yer alan Parathormon ve $1, 25 (OH)_2 D$ ye özgün almaçların sayısındaki değişimlere ve hormon almaç yapısının oluşumuna etki edebilecek faktörleri tanımlamaya yönelmesine neden olmuştur (Block 1994, Goff ve ark. 1991a, Horst ve ark.1992).

Goff ve ark. (1995), aynı yaşdaki Jersey ırkı süt sığırı (süt ateşi görülme riski yüksek) ve Holstein ırkı süt sığırlarında (süt ateşi görülme riski düşük) gebeliğin son dönemlerinde dokularda 1, 25 (OH)₂ D almaç yoğunluklarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, Jersey ırkı süt sığırlarının kolon mukozasında 1, 25 (OH)₂ D almaç sayısı 95 ±15 fmol/mg protein olurken Holstein ırkı süt sığırlarında bu oran 142 ± 19 fmol / mg protein düzeyinde olmuştur. Araştırmacılar bu sonuçlar göre Jersey ırkı süt sığırlarının Holstein ırkı süt sığırlarına göre süt ateşinin gelişme riskinin çok daha yüksek olduğunu bildirmektedirler.

Parathormon ve 1, 25 (OH)₂ D nin hedef dokularda bu hormonları tanıyan almaçların azalması ya da hedef dokularda hormon uyarımının gerektirdiği zincirleme reaksiyonların ilk adımını oluşturan hormon - almaç yapısının oluşturulamamasının süt ateşine neden olabileceği tezi gündemdedir.

3.4.3. Yaşın Artmasıyla Kalsiyum İsteğine Uyumun Azalması

Genellikle genç hayvanlarda süt ateşi gelişmemektedir. Bunun yanında laktasyonun ilk günlerinde hipokalsemin bir derece gözlense de, laktasyonun kalsiyum isteğine bağırsak ve kemik hızla uyum gösterir. Yaşlı ineklerde ise bu uyum oldukça yavaştır. Bu uyum süresi genç hayvanlarda 48 saatten daha az sürerken yaşlı hayvanlarda 48 saatten daha uzun sürmektedir(Goff ve ark. 1987).

Ratlar üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre yaşlı hayvanların rasyon kalsiyum stresine tepki olarak etkin bir şekilde emilim yeteneğinin daha az olduğu belirtilmektedir. Goff ve ark. (1991a), rat ve süt sığırlarında yaşın artmasıyla birlikte bağırsaklarda 1,25 (OH)₂ D almaç sayılarının azaldığını böylece yaşlı hayvanların genç hayvanlara oranla 1,25 (OH)₂ D ye olan etkisinin azaldığı ve laktasyonun kalsiyum isteğini karşılamak üzere bağırsak kalsiyum emilim mekanizmalarının uyumunun daha uzun bir süre aldığı bu nedenle de etkin kalsiyum emiliminin azaldığını bildirmektedirler.

Çizelge 3.2. Genç ve Yaşlı Ratlar ve Süt Sığırlarının Bağırsak Dokularındaki 1, 25 (OH)₂ D Sayısı.

	Rat (Duedonum)		Süt Sığırı (Kolon)	
	f mol / mg			
	X	SE	X	SE
Genç	670 ^a	55	168 ^a	15
Yaşlı	185	40	19	8

(a) yaşlılardan önemli düzeyde farklı (P< .05)

3.4.4. Gebelik ve Laktasyonun Vitamin D₃ Almaçlarındaki Etkileri

Gebelikte ve laktasyonda bağırsak kalsiyum emiliminin etkinliği artar. Çoğu türde gebelik ve laktasyonda plazma 1, 25 (OH)₂ D yoğunluğunun artışı bağırsaklarda kalsiyum emiliminin artmasıyla beraber olmaktadır. Diğer bir faktör ise gebelik ve laktasyonda bağırsak 1, 25 (OH)₂ D almaç sayısındaki artıştır.

Çizelge 3.3. Çeşitli fizyolojik dönemlerde ratlar ve süt sığırlarında bağırsak dokularında 1, 25 (OH)₂ D almaç sayıları.

	Rat (Duedonum)		Süt Sığırı (Kolon)	
	f mol / mg			
	X	SE	X	SE
Gebe olmayan Laktasyonda olmayan	343	57	19	8
Gebelikte	610 ^a	30	54 ^a	13
Laktasyonda	645 ^a	32	76 ^a	11

(a) önemli düzeyde farklı (P< .05)

4. Temel Koruyucu Yaklaşımlar

Kuru dönemde tüketilen rasyonların özellikle kalsiyum ve fosfor içerikleri bakımından kontrolü, vitamin D₃ e ait aktif metabolitlerin (25 -OH D ve 1,25 (OH)₂ D) kullanımı ve parathormon uygulamaları uzun yıllardır süt ateşinden korunum anlamında temel uygulamalardır.

4.1. Rasyonların Kalsiyum ve Fosfor İçerikleri Bakımından Kontrolü

Süt sığırlarında kalsiyum metabolizmasını düzenleyen mekanizmalar tüketilen rasyonların yapısından önemli ölçüde etkilenir. Kuru dönemde kalsiyumun günlük tüketim miktarının kontrolü uzun yıllardan beri süt ateşinden koruma anlamında uygulamaya çalışılan temel yaklaşımlardan birini oluşturmaktadır.

Yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre, kuru dönemde yüksek düzeyde kalsiyum içeren rasyonları tüketen süt sığırlarında süt ateşine yakalanma riskinin arttığını oysa düşük kalsiyum içeren rasyonları tüketen süt sığırlarında bu oranın oldukça az olduğu saptanmıştır.

Green ve ark. (1981), doğum öncesi 16 jersey ırkı süt sığırlarıyla yapmış olduğu çalışmada sekiz ineğe yüksek kalsiyum içeren 80 g Ca/gün bir rasyonla, diğer sekiz ineğe ise düşük kalsiyum içeren 8 g Ca/gün bir rasyon vermişlerdir. Araştırmacılar, düşük kalsiyum içeren rasyonu tüketen grupta doğum öncesi dönemde plazmada kalsiyum ve fosfor yoğunluğunun daha az olduğunu; doğum sonrası ise plazmada kalsiyum, hidroksprolin yoğunluğunun daha yüksek olduğunu bildirmektedirler.

Kichura ve ark. (1982), doğumdan dört hafta öncesinden başlayarak a- Düşük kalsiyum (9.5 g/gün), düşük fosfor (10 g/gün) b- düşük kalsiyum (9.5 g/gün), yüksek fosfor (82 g/gün) c- yüksek

kalsiyum (86 g/gün), düşük fosfor (10 g/gün), d- yüksek kalsiyum (86 g/gün) , yüksek fosfor (82 g/gün) olmak üzere dört farklı rasyonu her grupta beş hayvan olacak şekilde düzenlediği çalışmalarında periyodik olarak aldıkları kan örneklerinde kalsiyum, fosfor, hidroksiprolin ve $1,25 (OH)_2 D$ yoğunluklarını tespit ettiler. Bu çalışmanın sonuçlarına göre düşük kalsiyum içeren rasyonları tüketen gruplarda (a ve b); **1-** Doğum öncesi plazma $1, 25 (OH)_2 D$ ve hidroksiprolin yoğunluğu yüksek, **2-** Doğumda plazma kalsiyum yoğunluğu yüksek, **3-** Süt ateşi oranının daha düşük gerçekleştiğini saptamışlardır.

Kuru dönemde 100 g/gün den yüksek kalsiyum tüketiminin özellikle barsaklarda gerçekleşen kalsiyum emilimi üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle buzağılama sonrası hipokalsemi oluşum riskini ve şiddetini yükselttiği bildirilmektedir (Goff ve ark. 1991 a). 500 kg canlı ağırlığa sahip bir ineğin gebeliğin son günlerinde toplam kalsiyum gereksinmesi (yaşama payı + fetal kalsiyum) sadece 31 g dır. Doğum öncesi yüksek düzeylerde kalsiyum tüketen bir inek günlük kalsiyum ihtiyacının önemli bir bölümünü pasif absorpsiyonla karşılayabilir. Bu durumda rasyondan ve kemik kalsiyum rezorpsiyon mekanizmalarından kalsiyumun aktif taşınımı azalır. Buzağılamada inek, barsak ve kemik kalsiyum mekanizmalarını etkin bir şekilde kullanamaz. Bu mekanizmaların aktifleşmesi için bir kaç gün gerekebilmektedir. Bu süreçte inek şiddetli hipokalsemiye karşı hassastır (Goff 1992, Goff vd. 1991 b).

Kuru dönemde düşük düzeylerde kalsiyum içeren rasyonları tüketen inekler doğumdan önce barsaklarda ve kemiklerde kalsiyum taşınım mekanizmalarını aktifleştirerek süt ateşi riskini önemli derecede azaltırlar (Gaynor vd. 1989).

Belirtilen bu ilişkiler nedeniyle, süt ateşi riskinin azaltılabilmesine yönelik olarak kuru dönemde kalsiyum tüketiminin aşağı çekilmesi uzun yıllardan bu yana önerilmekte olan bir konudur. Ancak, kuru dönemde tüketilen rasyonlarda kalsiyum miktarının sınırlandırılması; kuru dönem

rasyonlarının ağırlıklı yapısını oluşturan birçok kaba yemde kalsiyum içeriğinin yüksek oluşu(çizelge 4.1.), hayvan başına tüketilen miktarı denetleyebilmek için oldukça karmaşık yemleme sistemlerine gereksinim duyulması vb. gibi nedenlerle gerek rasyon formulasyonunda gerekse de yemleme esnasında önemli zorluklara yol açabilmektedir (Gerloff 1988, Beede 1994).

Çizelge 4.1 Bazı kaba yem maddelerinin kalsiyum ve fosfor içerikleri (% KM olarak) (NRC 1989).

Yem		Ca (%)	P (%)
Akgül	yeşil, erken vejetasyon	1.35	0.31
	Kuru ot	1.35	0.31
Arpa	kuru ot	0.23	0.26
	saman	0.30	0.07
	tohum	0.05	0.38
Buğday	yeşil, erken vejetasyon	0.42	0.40
	tohum	0.04	0.42
Çayır otu	kuru ot	0.15	0.20
	Kuru ot, erken vejetasyon	0.51	0.36
	kuruot, geç vejetasyon	0.40	0.34
Çayır üçgülü	kuru ot, çiçeklenme başlangıcı	0.30	0.26
	Yeşil, çiçeklenme başlangıcı	2.26	0.38
	yeşil, tam çiçeklenme	1.31	0.27
Fig	kuru ot	1.53	0.25
	Kuru ot	1.18	0.32
Melez üçgülü	yeşil, erken vejetasyon	1.29	0.26
	Kuru ot	1.29	0.26
Mısır	Silaj, başaklanmada	0.34	0.19
	Silaj, tam başaklanma	0.23	0.22
Sorgum	Kuru ot	0.51	0.13
	Silaj	0.35	0.21
	Tohum	0.34	0.34
Sorgum+sudan otu	kuru ot, tam çiçeklenme	0.35	0.30
	Silaj	0.45	0.21
Yonca	Kuru ot, erken vejetasyon	1.80	0.35
	Kuru ot, geç vejetasyon	1.54	0.29
	Kuru ot, çiçeklenme başlangıcı	1.41	0.22

Buna ilaveten kuru dönemde kalsiyum tüketiminin sınırlandırılması amacıyla baklagil kaba yemlerinin kullanım miktarının azaltılması mısır silajı ve diğer buğdaygillerin rasyonda ağırlık kazanmasına neden olabilir. Sonuçta doğum öncesi dönemde aşırı

yağlanma, laktasyon döneminde tüketilecek rasyonlara uyum güçlüğü, abomasumun yer değiştirmesi gibi bir çok olumsuzluğun gözlenme riski artabilir (Oetzel ve ark. 1991).

Rasyondaki kalsiyum / fosfor oranında süt ateşinin etyolojisinde rol oynamaktadır. Bu iki elementin oranlarının birbirine çok yakın olması hastalık oranını düşürmektedir. Süt sığırlarında kalsiyum : fosfor oranının 1-2 :1 sınırları arasında bulunması normaldir. Eğer rasyonlarda kalsiyum sınırlaması yapılamıyor ise rasyona fosfor ilavesi yapılarak denge sağlanmalıdır. Ancak fosfor ilavesinin fazla yapılması ters etki yaparak süt ateşi riskini artırabilir. Araştırmacılar süt sığırlarında hayvan başına kalsiyum tüketiminin 80 g Ca/gün den, fosfor tüketiminin 35 g P/ gün den daha az olması çoğu durumda etkili olduğu ve bu önleyici miktarların doğumdan iki hafta öncesinden başlanması gerektiği bildirilmektedir (Gerloff 1988, Aslan ve Kalaycıoğlu 1992).

4.2. Vitamin D₃ ve Aktif Metabolitlerinin Kullanımı

Süt ateşinden korunmak amacıyla uygulamaya çalışılan diğer bir metod ise gebeliğin son zamanlarında hayvanlara vitamin D₃ ve türevlerinin yemler içerisine ya da deri altı veya kas içerisine enjekte edilmesidir. Bu metod süt sığırlarını süt ateşinden koruma anlamında oldukça etkili olmaktadır.

Goff ve ark. (1988), 41 Jersey ırkı süt sığırlarında gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, süt sığırlarını yüksek düzeyde kalsiyum içeren bir rasyonla beslediler. 7 hayvana 100 mg , ondört hayvana da 150 mg 24 - F - 1, 25 (OH)₂ D yi doğumdan 7 gün öncesinden olmak üzere doğumdan sonraki 7. güne kadar kas içerisine enjekte ettiler. Geri kalan 20 hayvan ise kontrol grubu olarak ayrıldı. Kontrol grubunda süt ateşi % 85 (17 / 20) düzeylerinde gerçekleşirken, 100 mg vitamin D enjekte edilen grupta % 43 (3 / 7), 150 mg enjekte edilen grupta ise % 29 (4 / 14) oranında gerçekleşmiştir.

Sach ve ark.(1988), İsrail Holstein ırkı süt sığırlarında 1α OH D_3 enjeksiyonunun etkileri üzerine yapmış oldukları çalışmalarında , 700 mg 1α OH D_3 ün kas içerisine enjekte edildikten 18 saat sonra plazma 1α OH D_3 yoğunluğunun arttığını ve 24 saat sonra en yüksek düzeyine ulaştığını tespit etmişlerdir. Plazma kalsiyum yoğunluğundaki artış ise enjeksiyondan 18 - 30 saat sonra önemli ölçüde artmıştır. Araştırmacılar buzağılamadan 7 - 8 gün öncesinden 700 mg 1α OH D_3 ün tek bir enjeksiyonunun süt sığırlarını söz konusu metabolik rahatsızlıktan koruduğunu, fakat 350 mg düzeyinde yapılan uygulamanın etkili olmadığını bildirmektedirler.

Sachs ve Bar (1988), 18 İsrail -Holstein ırkı süt sığırlarında 1α hidroksi vitamin D_3 enjeksiyonunun etkileri üzerine yapmış oldukları araştırmalarında , 6 hayvan kontrol grubu, 6 hayvanın but ve diğer 6 hayvana ise boyundan olmak üzere 700 mg 1α OH D_3 enjekte edildiği üç gruba ayırdılar. Uygulama grupları kontrol gruplarına göre enjeksiyondan sonraki 1 - 14 günleri arasında plazma kalsiyum düzeyleri önemli ölçüde yüksek olmuştur. Araştırmacılar 1α OH D_3 ün boyun bölgesine enjekte edilmesinin daha iyi sonuçlar verebileceğini bildirmektedirler.

Bar ve ark. (1989), ortalama laktasyon sayısı 3.71 olan 31 İsrail -Friesien ırkı süt sığırlarına 90 g Ca / gün ve 50 g P / gün içeren bir rasyon verdikleri çalışmalarında, uygulama grubuna 700 mg 1α OH D_3 enjekte ettiler. Buzağılamadan 24 - 36 saat önce vitamin enjekte edilmesinin doğumda plazma kalsiyum yoğunluğunu yükselttiğini oysa kontrol grubunda göze çarpan bir hipokalseminin olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar kontrol grubundaki süt sığırlarında plazma parathormon yoğunluğunun diğer gruba oranla oldukça yüksek , $1, 25 (OH)_2 D$ nin ise daha düşük düzeyde olduğunu saptamışlardır.

Goff ve Horst. (1990), 21 Jersey ırkı süt sığırina (400-450 kg canlı ağırlıkta) yüksek düzeyde kalsiyum içeren bir rasyonla (yaklaşık 100-120 g Ca/gün) beslediği çalışmasında, 11 ineğe doğumdan 7 gün

öncesinden doğumdan sonraki 7. güne kadar 24-F-1, 25 (OH)₂ D yi deri altına enjekte ettiler. Geri kalan 10 inek ise kontrol grubu olarak hiç bir uygulama yapılmamıştır. Bu çalışmada kontrol grubunda süt ateşi gözlenme oranı % 80 (8/10) olurken, 24-F-1, 25 (OH)₂ D uygulanan grupta bu oran % 9 (1/11) olarak gerçekleşmiştir.

Takaki ve ark. (1992), üç ve altı yaş arasındaki beş süt sığına, buzağılamadan bir hafta öncesinden buzağılamadan 12 hafta sonrasına kadar kas içerisine 10 IU vitamin D₃ ün enjekte edilmesinin plazmada 25 (OH)₂ D , 1, 25 (OH)₂ D ve kalsiyum yoğunluğundaki değişimlere olan etkilerini incelediği araştırmalarından elde ettikleri sonuçlara göre, gebeliğin son zamanlarında ve laktasyon arasında vitamin D₃ enjeksiyonunun etkisinin farklı olmadığı, gebeliğin sonlarında vitamin D₃ enjeksiyonunun laktasyon döneminde 24, 25 dihidroksilaz aktivitesini arttırdığını bildirmektedirler.

Karatzias (1993), gebeliğin 271. gününden itibaren 10 milyon ünite kolekalsiferol enjekte edilen 25 süt sığırdan sadece birinde süt ateşinin gerçekleştiğini oysa kontrol grubundaki yirmibeş süt sığırından beşinde süt ateşi gözlendiğini bildirmektedir.

Beckman ve ark. (1995), ratların rasyonlarında kalsiyum sınırlaması ve aşırı vitamin D₃ içermesinin 25 -hidroksi vitamin D hidroksilaz ve 1, 25 (OH)₂ D, 25-OHD-24 hidroksilaz aktiviteleri üzerine yaptıkları çalışmalarında, normal düzeyde kalsiyum ve vitamin D₃ içeren bir rasyonu (NKND), normal kalsiyum yüksek vitamin D₃ (NKYD), düşük kalsiyum normal vitamin D₃ (DKND) ve düşük kalsiyum yüksek vitamin D₃ (DKYD) içeren rasyonlar ile dört farklı grub oluşturdular. Düşük kalsiyum içeren rasyonları tüketen grublarda plazma parathormon yoğunluğunun normal kalsiyum içeren rasyonları tüketen grublara göre üç kat daha yüksek olduğunu saptadılar. DKYD içeren rasyonları tüketen grupta parathormon düzeyinin yükselmesi 1, 25 (OH)₂ D yoğunluğunda herhangi bir etki yaratmamıştır. Düşük kalsiyum içeren rasyonları

tüketen gruplar arasında plazma kalsiyum ve fosfor yoğunlukları bakımından herhangi bir farklılık olmamıştır.

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre vitamin D₃ ve aktif metabolitlerinin deri altı veya kas içerisine enjekte edilmesinin süt ateşinden korunum anlamında oldukça etkili bir yol olduğu görülmektedir. Doğum tarihine bir hafta kala 10 milyon ünite vitamin D₃ enjeksiyonu süt ateşini önlemeye yeterli olmaktadır. Ancak belirtilen süre içerisinde doğum gerçekleşmez sonraya kalırsa, bu defa ters bir sonuçla, süt ateşi riski daha yüksek oranda gerçekleşir. Buzağılama tarihinin isabetli bir şekilde tahmin edilememesi durumunda tekrarlamayı gerektiren uygulamalar toksisite riskini attırabildiği bildirilmektedir (Littledike ve Horst 1982, Goff ve ark. 1987, Goff ve ark. 1988, Goff ve Horst 1990, Goff ve Horst 1994, Beede 1994,). Vitamin D₃ uygulamasından sonra belirtilen süre içerisinde doğumun gerçekleşmemesi durumunda prostaglandin 2 α analogu bir preparat kullanmak suretiyle doğum yaptırılması gerekmektedir. Bu nedenle gebelik başlangıcı ve doğum tarihi ile ilgili kayıtların düzenli tutulduğu işletmelerde vitamin D ile koruyucu uygulama denenebilir (Aytuğ, 1991).

4.3. Parathormon Uygulamaları

Süt sığırlarına söz konusu olan metabolik hastalıktan korunmak amacıyla uygulanan diğer bir metod da buzağılamadan önce damar içerisine parathormon enjekte edilmesidir.

Goff ve ark. (1989), Holstein ırkı süt sığırlarına (630 - 720 kg canlı ağırlığında), buzağılamadan önceki dönemde yüksek kalsiyum içeren bir rasyon verdiği çalışmalarında, bir grup hayvana buzağılamadan 6 gün öncesinden günde üç kez olmak üzere 767 ünite / mg içeren sentetik parathormon enjekte etmişlerdir. Başlangıç dozu olarak ilk 48 saat içinde 20 mg / 8 saat, doğuma kadar 10 mg / 8 saat, doğumda ve laktasyonun ilk 24 saatinde 20 mg / 8 saat ve doğumdan 6.

güne kadarda 2.5 mg / 8 saat parathormon damar içerisine enjekte edilmiştir. Kontrol grubuna herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Kontrol grubdaki hayvanların birisinde süt ateşi gelişirken, tüm hayvanlarda hipokalsemi gözlenmiştir. Oysa uygulama grubunda süt ateşi gelişmemiş ve parathormon uygulamasının plazmada hidroksiprolin ve 1, 25 (OH)₂ D yoğunluğunu arttırdığı ve böylece kalsiyumun bağırsaklardan emiliminin ve kemiklerden çekiliminin arttığı bildirilmektedir.

Ancak parathormon uygulamalarının süt ateşinden korunum anlamında etkili olmasına karşın özellikle maliyetinin çok yüksek olması bakımından dezavantajlar taşımaktadır (Goff ve ark. 1989, Horst ve ark. 1994).

4.4. Rasyon Katyon - Anyon Dengesi ve Süt Ateşi

1971 yılında norveçli iki bilim adamının (Ender ve Dishington) HCl yada H₂SO₄ ile muammeleye tabi tutulmuş kaba yemleri kuru dönem süresince tüketen süt sığırlarında süt ateşi gözlenmiyor olmasına yönelik saptamaları kuru dönemde tüketilen rasyonların anyonik tuzların katılması ile süt ateşinin gelişimi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalara öncülük etmiştir. Daha sonraki çalışmalar ile HCl ve H₂SO₄ içerisinde yer alan sülfat ve klorit gibi negatif yüklü iyonların süt ateşinden korumada etkili olabildiklerini ortaya koymuştur (Goff ve Horst 1994, Schutlz 1993).

Block (1984), % 0.65 oranında kalsiyum içeren ve + 33.05 veya -12.85 mEq / 100 g anyon- katyon dengesine sahip rasyonlarla süt sığırlarını beslediği iki yıllık denemesinde anyonik karakterdeki yemleri tüketen sığırlarda süt ateşinin gözlenmediğini buna karşın katyonik karaktere sahip rasyonları tüketen ineklerde süt ateşi gözlenme oranının % 47.4 olarak saptandığını bildirmektedir.

Oetzel ve ark. (1988), iki ve ya daha fazla laktasyon sayısına sahip süt sığırlarında gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, kalsiyum miktarı 53 veya 105 g/gün ve kation anyon dengesi değeri - 75 veya +189 mEq/ kg KM olan dört farklı rasyonun buzağılama öncesinde vermişlerdir. Bu çalışmada kalsiyum tüketimi süt ateşi veya iyonize kalsiyum yoğunluğu üzerinde etkili olmamıştır. Anyonik karakterdeki rasyonları tüketen grublarda süt ateşi % 4 gerçekleşirken, kationik karakterdeki rasyonları tüketen grublarda oran % 17 olmuştur. Araştırmacılar anyonik karakterdeki rasyonları tüketen süt sığırlarında süt ateşinde gözlenen azalmanın yüksek oranda kalsiyum içeren rasyonlarda düşüklere nazaran daha dikkat çekici bir şekilde gerçekleştiğini bildirmektedirler.

Gaynor ve ark (1989), Jersey ırkı süt sığırlarında yapmış oldukları çalışmalarında yonca kuru otu esasına dayalı ve rasyon kation - anyon dengeleri 22 , 60 ve 126 mEq /100 g KM olan rasyonları verdikleri çalışmalarında , 2. ve 3. rasyonu tüketen gruplar diğer gruba göre plazmada Mg ve K yoğunlukları ile idrarla Ca ve Mg atımı daha yüksek olurken, bütün grublarda plazma Ca, Pve Na yoğunlukları birbirine yakın oldu. Buzağılamadan sonraki ilk 36 saat içinde plazma kalsiyumunun ortalama yoğunlukları 1. rasyonu tüketenlerde 7 (8.7-6.6), 2. grubta 6.5 (7.8-3.9) ve 3.grubta 6.3 (7.8-3.8) olduğu , klinik süt ateşi oranının 1. grubta gözlenmediği, 2.grubta % 33 ve 3. grubta %16 oranında gerçekleştiği saptanmıştır. Araştırmacılar rasyon kation - anyon dengesi değerinin düşürülmesinin buzağılama sonrası hipokalsemi oranını ve şiddetini etkin bir şekilde azaltabileceğini vurgulamaktadırlar.

Leclerc ve Block (1989), 20 Holstein ırkı süt sığına + 394, +121, -105 ve + 62 mEq / kg KM içeren rasyonları buzağılama öncesi dönemde verdiler. Araştırmacılar rasyon kation - anyon dengesi değerinin + 62 mEq / kg KM ye çekilmesinin plazma kalsiyum yoğunluğunun azalmasındaki şiddeti azalttığını fakat süt ateşinden korunabilme anlamında etkili bir seviye olmadığını vurgulamaktadırlar.

Goff ve ark. (1991b) de Jersey ırkı süt sığırlarıyla yürüttükleri çalışmalarında yonca kuru otu esasına dayalı ve RKAD değerleri -228 mEq (anyonik) veya + 978 mEq (katyonik) /kg KM olacak şekilde düzenlenmiş iki farklı rasyon kullanmışlardır. Araştırmacılar katyonik karaktere sahip rasyonları tüketen ineklerde süt ateşi gözlenme oranının % 26.08 olmasına karşın aynı değerin anyonik karakterdeki rasyonları tüketen grupta % 4.76 olarak gerçekleştiğini, aynı grupta buzağılamayı takip eden iki gün içerisinde tespit edilen kan kalsiyum düzeylerinin de katyonik karakterdeki rasyonları tüketen sığırlara oranla önemli derecede yüksek olduğunun saptandığını bildirmektedirler.

Oetzel ve arkadaşları (1991), 6 farklı anyonik tuzun rasyon kuru madde tüketimi, asit - baz dengesi ve idrar aracılığı ile gerçekleşen kalsiyum atımı üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında kalsiyum klorid $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, kalsiyum sülfat $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, magnezyum klorid $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, magnezyum sülfat $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, amonyum sülfat NH_4SO_4 ve amonyum klorid NH_4Cl kullanmışlardır. Altı tuzdan her biri bir haftalık dönem içerisinde 12 baş laktasyonda olmayan, gebe olmayan holstein ırkı sığırlara verilmiştir. Araştırma iki tekerrürlü 6 x 6 latin kare deneme düzeninde yürütülmüştür. Tüm tuzlar sığır başına günde 2 mEq düzeyinde kullanılmıştır. Araştırmacılar rasyonlara anyonik tuz katkısının, tuz içermeyen kontrol hayvanlarına oranla kuru madde tüketiminde azalmaya neden olmadığını bildirmektedirler. Kan pH'sı tuzlardan herhangi birinin kullanımından etkilenmemiş, bununla birlikte kan bikarbonat düzeyinin düşmesi nedeniyle düzenlenebilir metabolik asidoz oluşumu gözlenmiştir. İdrar pH'sı ve idrardaki baz fazlalığıda üzerinde çalışılan tüm tuzlar tarafından düşürülmüştür. Test edilen altı anyonik tuzun aside edici etkileri ve idrarla gerçekleşen kalsiyum atımını yükseltici yeteneklerin benzer değerlere sahip olduklarını belirlenmiştir. Araştırmacılar rasyon katyon - anyon dengesi değerinin negatif yöne taşınabilmesi anlamında kullanılacak adı geçen anyonik tuzların arasında lezzetlilik ve potansiyel etkinlik bakımından bir farklılık gözlenmediği bu nedenle rasyona katılacak anyonik tuzların seçiminde fiyat, temin

koşulları ve toksik etki riskinin baz olarak alınması gerektiğini bildirmektedirler.

Tucker ve ark. (1991), CaCl_2 nin asit - baz durumu ve kalsiyum metabolizmasına olan etkilerini değerlendirmek amacıyla yapmış oldukları çalışmalarında yaşları 15 - 22 aylık olan 20 düvede % 0, 0.5, 1.0, 1.5 CaCl içeren dört farklı rasyon verdiler. Rasyonda CaCl 'nin artması ile kanda serbest protein yoğunluğu artmış, kan karbonatı azalmıştır. Kalsiyumun kemiklerden çekilimi ve bağırsaklardan emilimi artmıştır. Araştırmacılar buzağılamadan üç hafta öncesinden itibaren süt sığırları rasyonlarına % 1.0 CaCl katılmasının asit - baz rahatsızlığına neden olmaksızın süt ateşini önleyebileceği bir metod olduğunu bildirmektedirler.

Tucker ve ark. (1992), kuru dönemde yüksek miktarda kalsiyum içeren rasyonları tüketen süt sığırlarında düşük katyon - anyon dengesi değerine sahip rasyonların süt ateşinden korumu, meme ödemlerinin önlenmesi ve bu sığırların buzağıları üzerinde inceledikleri bir çalışma düzenlenmiştir. Bu çalışmada 70 süt sığırları (2 ve daha yukarı laktasyon sırasına sahip), 50 gebe düve tahmini buzağılama tarihinden yaklaşık 4 hafta öncesinden başlamak üzere yonca kuru otu esasına dayalı bir rasyon verilmiştir. % 1.6 oranında kalsiyum içeren rasyonlarda katyon - anyon dengesi değeri - 3 ile + 9 mEq / 100 g KM arasında değişmiştir. Kan ve idrar örnekleri doğum sonrası üçüncü haftaya kadar haftalık olarak toplanmıştır. Buzağılama sonrası 3 haftalık dönemde yüksek miktarda kalsiyum içeren rasyonların sahip oldukları farklı katyon - anyon dengesi değerinin süt ateşine olan yatkınlık bakımından önemli bir farklılık yaratmamıştır. Araştırmacılar bu durumun her iki rasyon arasında katyon - anyon dengesi bakımından büyük bir farklılık bulunmamasına bağlamaktadırlar. Kuru dönemde düşük katyon - anyon dengesi değerine sahip rasyonları tüketen sığırlarda meme ödemleri doğum sonrası daha hızlı iyileşmiştir. Araştırmacılar kuru dönemde tüketilen ve düşük katyon - anyon dengesine sahip rasyonların süt ateşinin ortaya çıkması üzerindeki etkilerinin rasyonun % 1.6 dan daha yüksek miktarda kalsiyum içermesi

ve kation - anyon dengesi değerinin $\geq - 3$ olması durumunda ihmal edilebileceğinin, kuru dönemdeki süt sığırlarının tükettiği rasyonların kation - anyon dengesinin bu sığırlara ait buzağıların asit - baz dengesi veya plazmada mineral içerikleri üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı görüşünü vardıklarını bildirmektedirler.

Mosel ve ark. (1993), buzağılamadan 7 hafta öncesinden itibaren - 4mEq ve + 572 mEq /kg KM değerine sahip rasyonlar ile süt sığırlarında asit - baz dengesi ve kalsiyum çekilimi üzerine etkileri üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında plazma kalsiyum yoğunluğunu ve kan asit - baz dengesinin grublar arasında farklılık olmadığı, bununla beraber anyonik karakterdeki rasyonları tüketen grupta idrarla kalsiyum atımının yüksek olduğu ve idrar pH sı ve bikarbonat atımının önemli derecede düştüğünü tespit etmişlerdir.

Laktasyondaki süt sığırlarında düşük kation - anyon dengesini kalsiyum bütçesini iyileştirici etkilere sahip olduğu konusunda yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre ;

1 - Arzu edilen cevabın özellikle pozitif kalsiyum dengesi veya aşırı kalsiyum tüketimi durumlarında sağladığı,

2 - Düşük kation - anyon dengesi değerinin değişebilir kalsiyum havuzunun boyutlarını etkilemeksizin kalsiyum akışının hızlanmasına neden olduğu ve bunların bir sonucu olarakta,

3 - Rasyonda düşük kation - anyon dengesi değerinin sığırda endojen kalsiyumun yarayışlığını yükseltme yolu ile faydalı etkisini gösterdiği saptanmıştır (Tucker ve ark. 1992).

Günümüzde konuya ilişkin teorilerin önemli bir bölümü, anyonik karakterdeki rasyonların hedef dokuların parathormona olan duyarlılığını arttırdığı noktasında birleşmektedirler. Bu yaklaşıma göre., kemiklerden kalsiyum salınımı ve $1, 25 (OH)_2 D$ üretiminin uyarımında etkili olan parathormon bu fonksiyonlarını kan pH'sının düşük olduğu durumlarda daha yüksek etkinlikle yerine getirebilmektedir. Ancak bu etkileşimin hormon - almaç yapısının oluşumu ya da hücre içi

enzimlerinin aktivasyonu aşamalarında mı gerçekleştirdiği henüz saptanamamıştır (Goff ve ark. 1991, Goff ve Horst 1994, Block, 1994).

Kuru dönem koşulları dikkate alındığında özellikle süt ateşi başta olmak üzere hipokalseminin neden olduğu buzağılama sonrası gözlenebilen ikincil problemlerin önlenmesi bakımından negatif rasyon katyon - anyon dengesi değerinin $-200 \leq \text{RKAD} \leq -100$ mEq/ kg nin rasyonda temin edilmesi gerektiği savunulmaktadır.

Rasyon katyon - anyon dengesi değeri bakımından negatif değerlere sahip rasyonların (anyonik karakterdeki) kullanımı ile süt ateşinden korunum ve bu hedefe yönelik olarak anyonik tuzların rasyonlara ilave edilmeleri son yıllarda ilgi ile izlenen konulardan birini oluşturmaktadır. Anyonik tuzları klor ve kükürt gibi fikse iyonları sodyum ve potasyum gibi katyonlara nisbetle daha yüksek oranla içeren tuzlar olarak tanımlamak mümkündür.

Günümüzde kuru dönemdeki süt sığırları için hazırlanan rasyonlarda negatif rasyon katyon - anyon dengesi değerlerinin oluşturulabilmesi için kullanılacak başlıca anyonik tuzları alüminyum sülfat $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$, kalsiyum klorid $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, kalsiyum sülfat $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, magnezyum klorid $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, magnezyum sülfat $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, amonyum sülfat $\text{NH}_4 \text{SO}_4$ ve amonyum klorid NH_4Cl olarak sıralamak mümkündür (Beede 1994).

Kuru dönemde kullanılan rasyonlara anyonik tuzların ilave edilmesi buzağılamada kalsiyum dengesinin iyileştirilmesini ve süt ateşi görülme riskinin azaltılmasının sağlayabilmektedir. Anyonik karakterdeki rasyonların, metabolik asidosisi gerçekleştirme yolu ile kemiklerden kalsiyum salınımı ve bağırsaklardan kalsiyum emilimini düzenleyen mekanizmaları aktif halde tutarak bu fonksiyonları oluşturabileceğini bildirilmektedir (Goff ve ark. 1991 a, Goff ve ark. 1991 b, Oetzel ve ark. 1991, Beede 1994, Romo ve ark. 1994).

Yapılan benzeri çalışmalar rasyona anyonik özellik kazandırabilme amacıyla anyonik tuzların kullanımında bazı noktaların önem taşıdığını bir başka deyişle anyonik tuzların kullanımında sağlanacak başarı ile mevcut koşullar arasında önemli ilişkilerin var olduğunu ortaya koymaktadır. Bu noktaları şöyle özetlemek olasıdır (Beede 1994, Block 1994, Horst ve ark. 1994, Oetzel ve ark. 1988);

- Yonca benzeri potasyum içeriği yüksek yem kaynaklarının ağırlıklı olarak yer aldığı rasyonlarda rasyon katyon - anyon dengesi değerinin negatif yöne çekilmesi için gerekli anyonik tuz miktarı çok yüksek olabilir. Ancak > 300 mEq anyon / kg dan daha fazla katkılar özellikle yem tüketimi üzerinde olumsuz etkilere sahiptirler. Böylesi bir uygulamada yağlı karaciğer ve ketosis gibi olumsuzlukları beraberinde getirebilir. Bu nedenle öncelikle rasyonun genel yapısı içerisinde değişimlere gereksinim duyulur.

- Genel bir kabullenim ile anyonik tuzların lezzetli olmayışları ve amonyak toksiksyon riski taşımaları nedeniyle amonyum tuzlarından kullanılması gereken anyon miktarının tümüyle karşılanmasında yararlanılmaz. Bu tuzları CaSO_4 veya MgSO_4 ile karşılanmaları tercih edilebilir.

- Lezzetlilik önemli bir sorundur. Bunerdenle en etkili uygulamaların kople rasyonlar ile gerçekleştiği saptanmıştır. Tuz karışımının peletlenmesi her zaman olmamakla birlikte kabullenimi arttırabilmektedir.

- Rasyonlara anyonik tuzların katılması buzağılama öncesi 3 - 5 haftalık dönemi kapsayabilir. Daha kısa süreli uygulamaların başarılı olabileceğine ilişkin bulgular henüz mevcut değildir.

5. Laktasyon ve RKAD

Kuru dönemde rasyonlara anyonik tuzların katılması yolu ile RKAD değerinin düşürülmesinin etkilerinin sadece süt ateşinden korunma anlamında sınırlı kalmadığı, yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar arasında dikkati çeken bir başka konuyu oluşturmaktadır. Anyonik tuzların kullanılarak negatif RKAD değeri sağlanan rasyonların tüketildiği kuru dönemi takip eden laktasyonda süt veriminde gözlenen yükselme, döl tutma oranında iyileşme bu açıdan bildirilen başlıca olumlu özelliklerdir (Horst vd. 1994). Ancak bu noktada dikkat edilmesi gereken husus bildirilen bu iyileşmelerin temelde laktasyon döneminde tüketilen rasyonların RKAD değerleriyle ilişkili olmadığıdır. Birçok araştırmacı bu tip etkilerin anyonik karakterdeki rasyonların süt ateşinden korunmadaki başarılarıyla orantılı olarak, süt ateşinin gelişiminden kaynaklanabilecek ve verimliliği etkileyici özellikte olan ikincil problemlerin azaltılmasıyla ilintili olduğunu vurgulamaktadırlar. Nitekim buzağılama sonrası fetal membranların atılmasındaki gecikmeler, metritis, abomasumun yer değiştirmesi, ketosis, mastitis gibi verimlilik üzerinde önemli etkilere sahip olan rahatsızlıkların gözlenme riskinin süt ateşine bağımlı olarak yükseldiği bildirilmektedir (Goff vd. 1989; Correa vd. 1990; Goff 1992).

Çizelge 5.1. Anyonik rasyonların laktasyon ve üremeye ilişkin performans değerleri üzerine etkileri (Beede 1994).

Özellikler	Rasyonlar	
	Kontrol	Anyonik
Süt verimi, Kg	9030	9356
Gebelik oranı (%)		
100. gün	28	35
250. gün	66	77
İlk kızgınlık, gün	72	68
Tohumlama/ gebelik	3.4	3.0

Pratikte bu tip problemlerle uğraşmanın getirebileceği ekonomik kayıplar daha da önemli boyutlarda olabilmektedir. Goff vd.(1987) toplam süt sığırı varlığının % 9' unun hipokalsemik aksaklıklardan etkilendiği tahmin edilen ABD de hipokalseminin tedavisinde yapılan direkt harcamaların yıllık 15 milyon dolar civarında olmasına karşın, süt ateşiyle şekillenebilen ikincil problemlerin tedavisi için gereken tutarın 120 milyon doların üzerine çıkabildiğini vurgulamaktadırlar. Etkin bir kayıt sisteminin olmaması nedeniyle Türkiye koşulları düzeyinde konuyu rakamsallaştırmak mümkün olmamakla birlikte, benzeri bir tablonun mevcudiyetinden bahsetmek çok yalın olmayacaktır. Bu ilişkiler aynı zamanda süt ateşinden korunma anlamındaki önlemlerin işletme ekonomisi açısından taşıdığı önemi vurgulamaktadır.

Konuya ilişkin literatür birikimi değerlendirildiğinde laktasyon döneminde tüketilen rasyonların sahip olduğu RKAD değerleri ile laktasyona ilişkin parametreler arasındaki bağlantıları araştıran çalışmaların çok daha kısıtlı sayıda olduğunu gözlemek mümkündür. Bu nedenle laktasyon dönemine yönelik olarak sağlanması önerilen RKAD değerleri tam olarak tanımlanamamış durumdadır. Bununla birlikte araştırmalardan elde edilen bulguların katyonik karakterlerdeki rasyonların gerek verim gerekse de kurumadde tüketiminin maksimize edilmesinde gerekli olduğunu ortaya koyduğunu söylemek mümkündür. Tucker vd. (1988), RKAD'nın - 268 den + 32 mEq / kg yükselmesiyle süt üretiminde doğrusal bir artışın oluştuğunu bildirmektedirler. Benzeri şekilde Sanchez ve Beede (1991)' de, maksimum kuru madde tüketimi ve süt üretiminin RKAD'nin yaklaşık olarak + 225 mEq / kg olduğu rasyonlarla sağlanabildiğini vurgulamaktadırlar. Elde edilen bulgular laktasyondaki hayvanların sahip olduğu yüksek metabolizma hızına bağlı olarak üretilen organik asitlerin nötralizasyonunun temininde katyonik karakterdeki rasyonların kullanımının önemli yararlar sağlayabildiğini ortaya koymaktadır. Yüksek orandaki anyonik rasyonlar (+ 50 mEq / kg dan daha düşük RKAD değerine sahip rasyonlar) ise laktasyon döneminde süt sığırlarının verimliliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedirler (Horst vd. 1994).

6. SONUÇ

Rasyon katyon-anyon dengesinin ruminant rasyonlarında bir değerlendirme kriteri olarak dikkate alınması oldukça yakın bir geçmişe sahiptir. Bununla birlikte rasyon katyon- anyon dengesi ile süt ateşinin gelişimi arasındaki ilişkilerin saptanmasıyla konu güncel hale gelerek araştırma düzeyinde pratiğe yansımıştır. Araştırmacıların önemli bir bölümü anyonik tuzların kullanımının etkinliğini savunmaktadırlar. Bu gruba dahil olan çevreler uygulamanın süt ateşini önlemede klasikleşmiş bir çok metoda göre avantajlara sahip olduğunu belirtmektedirler.

Süt sığırlarında rasyon katyon-anyon dengesi değeri ile verim ve hayvan sağlığı arasındaki ilişkileri inceleyen araştırmalardan elde edilen bulgular tüm fizyolojik dönemler için RKAD değerlerinin benzer olmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum RKAD değeri ile sitemik asit-baz dengesi arasındaki ilişkilerin yanı sıra farklı fizyolojik dönemlerin organizmada oluşturduğu metabolik değişimlerin asit - baz dengesinin düzenlenmesinde yarattığı farklı etkilerin de doğal bir sonucu olarak gözükmemektedir. Bu nedenlerle süt sığırları rasyonları için optimal RKAD değerlerinin saptanabilmesine yönelik olarak çok sayıda temel araştırmaya gereksinim duyulmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Aseltine, M.S., 1991. Dietary Cation - Anion Relationships in Lactating Rations Re - Examined. Feedstuffs, March 25, pp. 11-12.
- Aslan, V, Kalaycıoğlu, L., 1992. Metabolik Hastalıklardan Korunma Yolları. Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu, 8-9 Ocak 1992, Tekirdağ.
- Aytuğ,C.N., Alaçam, E., Görgül, S., Gökçen, H., Tuncer, Ş.D., Yılmaz, K., 1991. Sığır Hastalıkları. Hayvancılık ve Veteriner Hizmetleri San.Tic.Ltd.Şti. Yayını : No 3.İstanbul.
- Bar, A., Striem, S., Perlman, R., Sachs, M., 1989. Use of 1 α -Hydroxyvitamin D₃ in the Prevention of Bovine Parturient Paresis. 8. Maternal and Neonatal Plasma Calcium, Parathyroid Hormone, and Vitamin D Metabolites Concentrations. Veterinary Bulletin, 1989 79 : 1044.
- Beckman, M.J., Johnson, J.A., Goff, J.P., Reinhardt, T.A., Beitz, D.C., and Horst, R.L., 1995. The Role of Dietary Calcium in the Physiology of Vitamin D Toxicity : Excess Dietary Vitamin D₃ Blunts Parathyroid Hormone Induction of Kidney 1-Hydroxylase.^{1,2}. Archives of Biochemistry and Biophysics 319 : 2 pp. 535-539.
- Beede, D., 1994. Dietary Cation-Anion Difference: Preventing Milk Fever. Feed International, July. 16-21.
- Block, E., 1984. Manipulating Dietary Anions and Cations for Prepartum Dairy Cows to Reduce Incidence of Milk Fever.J. Dairy Sci. 67: 2939-2948.

- Block, E., 1994. Manipulation of Dietary Cation-Anion Difference on Nutritionally Related Production Diseases, Productivity, and Metabolic Responses of Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 77: 1437-1450.
- Braak, A.E., 1986. Prepartal Feeding of Dairy Cows and The Rate of Calcium Mobilization at parturition. calcium İntake, Feed İntake, and Magnesium Supply. p 11.
- Correa, M.T., Curtis, C.R., Erb, H.N., Scarlett, J.M., Smith, R.D., 1990. An Ecological Analysis of Risk Factors for Postpartum Disorders of Holstein-Friesian Cows from Thirty-Two New York Farms. *J. Dairy Sci.* 73: 1515-1524.
- Delaquis, A.M. and Block, E., 1995. Acid - base Status, Renal Function, Water, and Macromineral Metabolism of Dry Cows Fed Diets Differing in Cation - Anion Difference. *J. Dairy Sci.* 78 : 604-619.
- Demirsoy, A., 1992. Yaşamın Temel Kuralları. Cilt 1 / Kısım II , Genel Biyoloji/Genel Zooloji, Düzeltilmiş Dördüncü Baskı.
- Doğan, K. 1993. Kümes Hayvanlarının Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1290 Ders Kitabı : 368 Ankara, sayfa 164-166.
- Ersoy, E., Bayşu, N. 1986. Biyokimya. Ankara Üniversitesi Veteriner Yayınları No: 408. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Etgen, W.M. , James, R.E., Reaves, P.M., 1987. Dairy Cattle Feeding and Management. Published simultaneously in Canada, p 374.
- Gaynor, P.J., Mueller, F.J., Miller, J.K., Ramsey, N., Goff, J.P., and Horst, R.L., 1989. Parturient Hypocalcemia in Jersey Cows

Fed Alfalfa Haylage-Based Diets with Different Cation to Anion Ratios. *J. Dairy Sci.* 72:2525-2531.

Gerloff, B.J., 1988. Feeding the Dry Cow to Avoid Metabolic Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Vol.4, No.2: 379-389.

Goff, J.P., Horst, R.L., Reinhardt, T.A., 1987. The Pathophysiology and Prevention of Milk Fever. *Veterinary Medicine*, September, pp. 943-950.

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 in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 71 : 1211-1219.

Goff, J.P., Kehrl, M.E., Horst, R.L., 1989. Periparturient Hypocalcemia in Cows: Prevention Using Intramuscular Parathyroid Hormone. *J. Dairy Sci.* 72 : 1182-1187.

Goff, J.P., Horst, R.L., 1990. Effect of Subcutaneously Released 24F-1,25 Dihydroxyvitamin D₃ on Incidence of Parturient Paresis in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 73 : 406-412.

Goff, J.P., Horst, R.L., Mueller, F.J., Miller, J.K., Kiess, G.A., and Dowlen, H.H., 1991 b. Addition of Chloride to a Prepartal Diet High in Cations Increases 1,25- Dihydroxyvitamin D Response to Hypocalcemia Preventing Milk Fever. *J. Dairy Sci.* 74 : 3863-3871.

Goff, J.P., Reinhardt, T.A., Horst, R.L., 1991 a. Enzymes and Factors Controlling Vitamin D Metabolism and Action in Normal and Milk Fever Cows. *J. Dairy Sci.* 72 : 4022-4032.

- Goff, J.P., 1992. Cation-Anion Difference of Diets and Its Influence on Milk Fever and Subsequent Lactation: The Good and The Bad News. Cornell Nutrition Conference on Feed Manufacture.
- Goff, J.P. ve Horst, R.L., 1993. Oral Administration of Calcium Salts for Treatment of Hypocalcemia in Cattle. *J. Dairy Sci.* 76:101-108.
- Goff, J.P. and Horst, R.L., 1994. Calcium Salts for Treating Hypocalcemia : Carrier Effects, Acid - Base Balance, and Oral Versus Rectal Administration. *J. Dairy Sci.* 77:1451-1456.
- Goff, J.P. and Horst, R.L.,1994. Feeding Anionic Salts in the Dry Period- Theory and Practical Guidelines. Proceedings, Professional Dairy Management Seminar, Dubuque, IA, USA.
- Goff, J.P., Reinhardt, T.A., Beitz, D.C., Horst, R.L., 1995 . Breed Affects Tissue Vitamin D Receptor Concentration in Periparturient Dairy Cows: A Milk Fever Risk Factor? *American Dairy Sci. Association and Noreast Adsa / Asas Meeting* 184 p.
- Green, H.B., Horst,R.L., Beitz,D.C., and Littledike,E.T., 1981. Vitamin D Metabolites in Plasma of Cows Fed a Prepartum Low - Calcium Diet for Prevention of Parturient Hypocalcemia. *J. Dairy Sci.* 64: 217-226.
- Horst, R.L., 1986. Regulation of Calcium and Phosphorus Homeostasis in the Dairy Cow. *J. Dairy Sci.* 69: 604-616.

- Horst, R.L., Goff, J.P., Reinhardt, T.A., 1992. Calcium and Vitamin D Metabolism in Dairy Cows, With Special Emphasis on Parturient Paresis. Eight International Conference on Production Diseases in Farm Animals. Aug. 24-27,1992. University of Berne, Berne, Switzerland.
- Horst, R.L., Goff, J.P., Reinhardt, T.A., 1994. Smposium: Calcium Metabolism and Utilazation. Calcium and Vitamin D Metabolism in the Dairy Cow. J. Dairy Sci. 77 : 1936-1951.
- Jackson, J.A., Hopkins, D.M., Xin, Z., andHemken,R.W., 1992. Influence of Cation - Anion Balance on feed Intake, Body Weight Gain, and Humoral Response of Dairy Calves. J. Dairy Sci. 75: 1281-1286.
- Karatzias,H., 1993. Efficacy of Cholecaliferol and Fumetasone in preventing Hypocalcemic Parturient Paresis in Cow. Veterinary Bulletin 63: 3362.
- Kehrlı, M.E., Goff, J.P., 1989. Periparturient Hypocalcemia in Cows : Effects on Peripheral Blood Neutrophil and Lymphocyte Function. J. Dairy Sci. 72 : 1188 - 1196.
- Kılıç, A., 1985. Hayvan Besleme (Çeviri: Kirchgessner, M.)(Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). TÜBİTAK Yayınları No. : 611, VHAG Seri No. : 21, TÜBİTAK Fotograf Klişe Laboratuvarı ve Ofset tesisleri 1985, Kavaklıdere, Ankara. Sayfa 138.
- Kichura, T.S., Horst, R.L., Beitz, D.C. ve Littledike, E.T., 1982. Relationships Between Prepartal Dietary Calcium And Phosphorus Vitamin D Metabolism, And Parturient Paresis İn Dairy Cows. Journal of Nutrition 112: 3 p. 480-487..

- Leclerc, H., Block, E., 1989. Effects of Reducing Dietary Cation - Anion Balance for Parturient Dairy Cows with Specific Reference to Hypocalcemic Parturient Paresis. Nutrition Abstracts and Reviews Series-B 60 : 0747.
- Littledike, ET., Horst, R.L., 1982 Vitamin D₃ Toxicity in Dairy Cows. J. Dairy Sci. 65 : 749-759.
- Mc Dowell, L.R., 1989. Vitamins in Animal Nutrition, Comparative Aspects to Human Nutrition. Sandiego, California, pp 58-59.
- Mengi, A., 1991. Biyokimya. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Üni. Yayın No : 3654, Fakülte Yayın No : 12, İstanbul.
- Menteş, G. ve Ersöz, B., 1993. Harper'in Biyokimyası. Barış Kitapevi, İstanbul.
- Mongin, P.,1980. Electrolytes in Nutrition: Review of Basic Principles and Practical Application in Poultry and Swine. In Proc.Int.Mine.Conf.pp.1-15, Orlando, Fl.
- Mosel, M.V., Klooster, A.V., Mosel, F.V., Kuilen, J.V.D., 1993. Effects of reducing dietary [(Na+K)-(Cl+SO₄)] on the Rate of Calcium Mobilisation by Dairy Cows at Parturition. Research in Veterinary Science 54 : 1-9.
- Natio, Y.,Shindo, N., Sato, R., and Murakami, d., 1990. plasma Osteocalcin in Parturient and Postparturient Cows : Correlation with plasma 1, 25- Dihydroxyvitamin D, Calcium, and Inorganic Phosphorus. J. Dairy Sci. 73: 3481-3484.
- NRC, 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Research Council. Sixth Revised Edition. Washington D.C.

- Oetzel, G.R., Olson, J.D., Curtis, C.R., Fettman, M.J., 1988. Ammonium Chloride and Ammonium Sulfate for Prevention of Parturient Paresis in Dairy Cows. J. Dairy Sci. 71 : 3302-3309.
- Oetzel, G.R., Fettman, M.J., Hamar, D.W., and Olson, J.D., 1991. Screening of Anionic Salts for Palatability, Effects on Acid-Base Status, and Urinary Calcium Excretion in Dairy Cows. J. Dairy Sci. 74 : 965-971.
- Öğün, S. ve Yurtman, İ.Y., 1994. Biyokimya. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No : 198, Ders Kitabı No : 22, sayfa 161-163.
- Özdüven, M.L., Yurtman, İ.Y., 1996. Süt Sığırları Rasyonlarında Katyon-Anyon Dengesi. T.Ü.Tekirdağ Ziraat Fakültesi dergisi (Basılmadı).
- Özen, N., 1986. Geviş Getiren Hayvanlarda Asit - Baz Dengesi ve Buna İlişkin Metabolik Bozukluklar. Yem Sanayi Dergisi, Ekim, Sayı : 53 Sayfa 17-23.
- Romo,G.A., Kellems, R.O., Powell, K., Wallentine,M.V., 1991. Some Blood Minerals and Hormones in Cows Fed Variable Mineral Levels and Ionic Balance. J. Dairy Sci. 74 : 3068-3077.
- Sachs,M., Bar, A., 1988. The Effect of the Injection Site on The Hypercalcemia Effect of 1 α -Hydroxyvitamin D3 in Dairy Cows. Veterinary Bulletin, 58: 1577.
- Sachs, M., Perlman, R., Bar, A., 1988. Use of 1 α -Hydroxyvitamin D3 in the Prevention of Bovine Parturient Paresis. IX. Early and

Late Effects of A Single Injection. *Veterinary Bulletin*, 58: 3442.

Schultz, L.H., Mayland, H.F., Emerick, R.J., 1993. *Metabolic Problems Related to Nutrition The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition* Ed. P.C.Church. 493-511 s. Waveland Prees.U.S.A.

Sevgican, F., 1977. *İnorganik Elementler ve Metabolizması*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 270. Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir.

Takaki, H., Natio, Y., Sato,R., Murakami,D., 1992. Effects of Injecting Vitamin D3 on Plasma Concentrations of Vitamin D Metabolites and Minerals in Cow During Late Pregnancy and Lactation. *Veterinary Bulletin*, 62:7075.

Telefoncu, A., 1988. *Tıp ve Fen Bilimciler için Biyokimya*. Sermet Matbaası, Sermet Arkadaş, Kırklareli-Vize, 1988. Sayfa 253.

Tucker, W.B., Hogue, J.F., 1990. Influence of Sodium Chloride or Potassium Chloride on Systemic Acid - Base Status, Milk Yield, and Mineral Metabolism in Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 73:3485- 3493.

Tucker, W.B., Zın, Z. and Hemken, R.W., 1991. Influence of Calcium chloride on Systemic Acid-base Status and Calcium Metabolism in Dairy Heifers. *J.Dairy Sci.* 74:1401-1407.

Tucker, W.B., Hogue, J.F., Adams, G.D., Aslam, M., Shin, S.I., Morgan, G., 1992. Influence of Dietary Cation- Anion Balance During the Dry Period on the Occurrence of Parturient Paresis in Cows Fed Excess Calcium. *J. Anim. Sci.* 70 : 1238-1250.

Ünal, S., 1992. Süt İneği Rasyonlarında Değişik Düzeylerde Katılan Sodyum Bikarbonatın Süt Verimine ve Süt Yağına Etkisi. Hayvan Beslemede Sodyum Bikarbonat Sempozyumu., Silivri. 14 Mayıs 1992.

Yazgan, O. ve Aksoy, A., 1983. Biyokimya Ders Notları. Erzurum.

Zincirlioğlu, M., 1986. Kanatlı Rasyonlarında Anyon-Katyon Dengesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Öğretim Elemanları Seminerleri. sayfa 1-13. Ankara.



TEŞEKKÜR

Araştırma konumu bana yüksek lisans tezi olarak veren ve çalışmalarım sırasında değerli bilgi ve yardımlarından yararlandığım sayın hocam Prof. Dr. Sabahattin ÖĞÜN ve Yrd. Doç. Dr. İsmail Yaman YURTMAN'a, Zootekni Ana Bilim Dalı Öğretim Üyelerine, çalışmalarım süresince yardım ve desteklerini gördüğüm tüm arkadaşlarıma ve aileme teşekkür ederim.

Eylül, 1996 , TEKİRDAĞ

Mehmet Levent ÖZDÜVEN