

**T.C.**  
**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI**  
**DOKTORA PROGRAMI**

**SICAK STRESİ ALTINDAKİ SÜT İNEKLERİNE CANLI  
MAYA KÜLTÜRÜ VE PARÇACIK BÜYÜKLÜĞÜ FARKLI  
RASYONLAR VERİLMESİNİN SÜT VERİMİ VE KALİTESİ  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**MURAT ER**  
**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Prof. Dr. Özcan CENGİZ**

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından VTF 19017 proje numarası ile desteklenmiştir.

**AYDIN-2021**

## KABUL VE ONAY

T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Doktora Programı çerçevesinde Murat ER tarafından hazırlanan “Sıcak Stresi Altındaki Süt İneklerine Canlı Maya Kültürü ve Parçacık Büyüklüğü Farklı Rasyonlar Verilmesinin Süt Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri” başlıklı tez aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 25/06/2021

ONAY:

- Üye : Prof. Dr. Özcan CENGİZ Aydın Adnan Menderes  
(T.D.) Üniversitesi
- Üye : Prof. Dr. Ahmet Gökhan ÖNOL Aydın Adnan Menderes  
Üniversitesi
- Üye : Doç. Dr. Hıdır GENÇOĞLU Bursa Uludağ  
Üniversitesi
- Üye : Dr. Öğr. Üyesi Hulusi AKÇAY Aydın Adnan Menderes  
Üniversitesi
- Üye : Dr. Öğr. Üyesi Eren KUTER Burdur Mehmet Akif Ersoy  
Üniversitesi

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün ..... tarih ve ..... sayılı oturumunda alınan ..... nolu Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Süleyman AYPAK  
Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin her aŐamasında ilgi, yardım ve hoŐgörösünü esirgemeyen danıŐmanım Sayın Prof. Dr. Özcan CENGİZ'e çok teşekkür ederim. Ayrıca bana her konuda yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Ahmet Gökhan ÖNOL, Prof. Dr. Bekir Hakan KÖKSAL, Doç. Dr. Bülent ÖZSOY, Dr. Öğr. Üyesi Ömer SEVİM, Dr. Öğr. Üyesi Onur TATLI'ya teŐekkürü bir borç bilirim.

Mensubu olmaktan mutluluk duyduğum ve tezimin deneme aŐamasında kaynaklarının kullanılmasına müsaade eden ADÜ Ziraat Fakültesi Dekanlığı'na ve Zootekni Araştırma ve Uygulama Çiftliği personellerine teşekkür ederim.

Tezimin analiz aŐamasında yardımlarını gördüğüm ADÜ Ziraat Fakültesi öğretim üyeleri Doç. Dr. Gürhan KELEŐ, Dr. Öğr. Üyesi Hulusi AKÇAY, Dr. Öğr. Üyesi Filiz YILDIZ AKGÜL ve AraŐ. Gör. Emre KARA ve ADÜ Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'ne teŐekkürlerimi sunarım.

Son olarak varlıklarından onur duyduğum, anlayıŐ, ilgi, sabır ve sevgilerini hiçbir zaman eksik etmeyen annem Őerife ER, babam Hasgül ER, ablalarım İlkay, Arzu ve Gamze ER'e ve eŐim Sıla ASKER ER'e sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
RESİMLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
ÖZET.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Sıcak Stresi ve Süt Sığırını Üzerine Etkileri.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Verime Etkileri .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.2. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Fizyolojik Etkileri .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.3. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Moleküler ve Hüresel Etkileri .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.4. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Hematolojik ve Biyokimyasal Etkileri .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.5. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Bağışıklık Sistemine Etkileri .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.6. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Davranışsal Etkileri .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2. Probiyotikler .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1. Ruminantlarda Probiyotiklerin Kullanımı ve Etkileri.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2. Canlı Maya Kültürlerinin Süt Sığırlarının Verimi Üzerine Etkileri .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.3. Canlı Maya Kültürlerinin Süt Sığırlarında Sıcak Stresinde Kullanımı .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3. Süt Sığırını Rasyonlarında Parçacık Büyüklüğü .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.1. Rasyonda Fiziksel Etkin Lifin Belirlenmesi .....</b>	<b>34</b>
<b>3. GEREÇ ve YÖNTEM .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1. Gereç .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.1. Hayvan .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.2. Yem ve Yem Katkı Maddeleri .....</b>	<b>41</b>
<b>3.2. Yöntem .....</b>	<b>43</b>

3.2.1. Deneme Deseni .....	43
3.2.2. Deneme Hayvanlarının Bakımı .....	43
3.2.3. Deneme Rasyonlarının Hazırlanması .....	45
3.2.4. Canlı Ağırlıkların ve Kuru Madde Tüketiminin Belirlenmesi .....	46
3.2.5. Örneklerin Toplanması .....	46
3.2.6. Fiziksel Analizler .....	47
3.2.7. Kimyasal Analizler .....	48
3.2.7.1. Besin Madde Analizleri.....	48
3.2.7.2. Süt Örneklerinin Analizi .....	49
3.2.7.3. Sindirilebilirlik ve Dışkı Skorlama .....	49
3.2.7.4. Rumen Sıvısı Analizleri .....	49
3.2.8. Rektal Sıcaklık, Kalp Atım Sayısı ve Solunum Sayısı .....	50
3.2.9. İstatistik Analizler .....	50
4. BULGULAR .....	52
4.1. Denemede Kaydedilen Sıcaklık, Bağlı Nem ve Sıcaklık-Nem İndeksi Değerleri ..	52
4.2. Deneme Rasyonlarının Besin Madde Bileşimi .....	53
4.3. Deneme Rasyonlarının Parçacık Büyüklüğü Oranları ve peNDF İçerikleri .....	53
4.4. Denemede Artık Yemlerin Parçacık Büyüklüğü Oranları .....	55
4.5. Rasyon Parçacık Büyüklüğünün ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Canlı Ağırlık ile Kuru Madde ve Besin Madde Tüketimlerine Etkisi .....	58
4.6. Rasyon Parçacık Büyüklüğünün ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Süt Verimi ve Sütün Besin Madde Bileşimine Etkisi .....	61
4.7. Rasyon Parçacık Büyüklüğünün ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Besin Madde Sindirilebilirliğine Etkisi .....	63
4.8. Rasyon Parçacık Büyüklüğünün ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Rumen Parametrelerine ve Dışkı Skoruna Etkisi .....	65
4.9. Rasyon Parçacık Büyüklüğünün ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Rektal Sıcaklık, Kalp Atım ve Solunum Sayısı Üzerine Etkisi .....	67
5. TARTIŞMA .....	69
5.1. Denemede Kaydedilen Sıcaklık, Bağlı Nem ve Sıcaklık-Nem İndeksi Değerleri ..	69
5.2. Deneme Rasyonlarının Parçacık Büyüklüğü Oranları ve peNDF İçerikleri .....	69
5.3. Denemede Artık Yemlerin Parçacık Büyüklüğü Oranları .....	70

<b>5.4. Rasyon Parçacık Büyüklüğü ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Canlı Ağırlık ile Kuru Madde ve Besin Madde Tüketimlerine Etkisi .....</b>	<b>70</b>
<b>5.5. Rasyon Parçacık Büyüklüğü ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Süt Verimi ve Sütün Besin Madde Bileşimine Etkisi .....</b>	<b>73</b>
<b>5.6. Rasyon Parçacık Büyüklüğü ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Besin Madde Sindirilebilirliğine Etkisi .....</b>	<b>75</b>
<b>5.7. Rasyon Parçacık Büyüklüğü ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Rumen Parametrelerine ve Dışkı Skoruna Etkisi .....</b>	<b>76</b>
<b>5.8. Rasyon Parçacık Büyüklüğü ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Rektal Sıcaklık, Kalp Atım ve Solunum Sayısı Üzerine Etkisi .....</b>	<b>78</b>
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>	<b>80</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>82</b>
<b>BİLİMSEL ETİK BEYANI .....</b>	<b>106</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>107</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>°C</b>	:	Santigrat derece
<b>Ca</b>	:	Kalsiyum
<b>cm</b>	:	Santimetre
<b>dL</b>	:	Desilitre
<b>g</b>	:	Gram
<b>J</b>	:	Joule
<b>kg</b>	:	Kilogram
<b>Kkal</b>	:	Kilokalori
<b>L</b>	:	Litre
<b>m</b>	:	Metre
<b>m<sup>2</sup></b>	:	Metrekare
<b>mg</b>	:	Miligram
<b>Mkal</b>	:	Megakalori
<b>mL</b>	:	Mililitre
<b>Mmol</b>	:	Milimol
<b>MJ</b>	:	Megajoule
<b>µg</b>	:	Mikrogram
<b>%</b>	:	Yüzde
<b>+</b>	:	Artı
<b>-</b>	:	Eksi
<b>±</b>	:	Artı eksi
<b>&lt;</b>	:	Küçük
<b>&gt;</b>	:	Büyük

<b>ADF</b>	:	Asit detergant fiber
<b>CA</b>	:	Canlı ağırlık
<b>CAA</b>	:	Canlı ağırlık artışı
<b>CMK</b>	:	Canlı maya kültürü
<b>CO<sub>2</sub></b>	:	Karbondioksit
<b>DPB</b>	:	Düşük parçacık büyüklüğü
<b>DSV</b>	:	Düzeltilmiş süt verimi
<b>HS</b>	:	Ham selüloz
<b>HK</b>	:	Ham kül
<b>HY</b>	:	Ham yağ
<b>HP</b>	:	Ham protein
<b>Ig</b>	:	İmmunglobulin
<b>FAO</b>	:	Food and Agriculture Organization
<b>Kob</b>	:	Koloni oluşturan birim
<b>LAB</b>	:	Laktik asit bakterileri
<b>KM</b>	:	Kuru madde
<b>KMT</b>	:	Kuru madde tüketimi
<b>KTS</b>	:	Kuru termometre sıcaklığı
<b>ME</b>	:	Metabolize olabilir enerji
<b>peNDF</b>	:	Fiziksel etkin NDF
<b>NDF</b>	:	Nötral detergant fiber
<b>NÖM</b>	:	Azotsuz öz madde
<b>OM</b>	:	Organik madde
<b>SNİ</b>	:	Sıcaklık-Nem indeksi
<b>SŞP</b>	:	Sıcak şok proteini
<b>TKR</b>	:	Toplam karışım rasyonu
<b>UV</b>	:	Ultraviyole
<b>UYA</b>	:	Uçucu yağ asidi
<b>YPB</b>	:	Yüksek parçacık büyüklüğü
<b>YTS</b>	:	Yaş termometre sıcaklığı



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b>	Süt ineklerinde termonötral kuşak .....	5
<b>Şekil 2.</b>	Ruminantlarda vücut sıcaklığının düzenlenmesi .....	6

## RESİMLER DİZİNİ

<b>Resim 1.</b>	Penn State parçacık separatörü .....	36
<b>Resim 2.</b>	Penn State parçacık seperatörü kullanımı .....	37
<b>Resim 3.</b>	Zeta kutusu.....	38
<b>Resim 4.</b>	Deneme boyunca süt ineklerinin barındırıldığı bireysel bölmeler .....	44
<b>Resim 5.</b>	Denemede kullanılan kuru yonca otunun saman parçalama makinasında parçalanması .....	45
<b>Resim 6.</b>	Denemede kullanılan kuru yonca otunun saman parçalama makinasında parçalanması .....	47
<b>Resim 7.</b>	Parçacık büyüklüğü düşük ve yüksek deneme rasyonları .....	48

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b>	Sıcaklık-nem indeksi değerlerine göre süt sığırlarında sıcak stresi seviyeleri .....	4
<b>Tablo 2.</b>	Bazı ruminantların termonötral kuşak aralıkları .....	5
<b>Tablo 3.</b>	Çevre sıcaklığının artması ile süt ineklerinde KMT, süt verimi ve su tüketiminde beklenen değişim .....	8
<b>Tablo 4.</b>	Farklı sığır ırklarının sıcak stresine verdiği tepkiler .....	12
<b>Tablo 5.</b>	Süt sığırlarında solunum sayısı ile sıcak stresi şiddetinin tahmini .....	16
<b>Tablo 6.</b>	Rumen mikroorganizma kompozisyonu .....	20
<b>Tablo 7.</b>	Bazı yem hammaddelerinin etkin NDF düzeyleri .....	29
<b>Tablo 8.</b>	Süt sığırlarında hedeflenen süt yağı yüzdesine göre günlük peNDF ihtiyacı .....	33
<b>Tablo 9.</b>	PSPS’de yemlere göre uygun dağılım oranları .....	37
<b>Tablo 10.</b>	Denemede kullanılan süt ineklerine ait verim özellikleri .....	40
<b>Tablo 11.</b>	Denemede kullanılan rasyonların bileşimi ve besin madde düzeyleri .....	42
<b>Tablo 12.</b>	Araştırmada uygulanan deneme deseni .....	43
<b>Tablo 13.</b>	Aydın İli ortalama çevre sıcaklığı değerleri .....	44
<b>Tablo 14.</b>	Deneme dönemlerinde kaydedilen sıcaklık, bağıl nem ve SNİ değerleri ...	52
<b>Tablo 15.</b>	Deneme rasyonlarının besin madde bileşimi .....	53
<b>Tablo 16.</b>	Denemede rasyonlarının parçacık büyüklüğü oranları (Doğal halde) .....	54
<b>Tablo 17.</b>	Deneme rasyonlarının parçacık büyüklüğü oranları (%KM) .....	54
<b>Tablo 18.</b>	Deneme rasyonlarının peNDF içerikleri (%KM) .....	55
<b>Tablo 19.</b>	Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının artık yemlerin parçacık büyüklüğü ve peNDF oranlarına etkisi (%KM) .....	57
<b>Tablo 20.</b>	Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının CA ile KM ve besin maddesi tüketimlerine etkisi (%KM) .....	60

<b>Tablo 21.</b>	Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının süt verimi ve sütün besin madde bileşimine etkisi .....	62
<b>Tablo 22.</b>	Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının besin madde sindirilebilirliğine etkisi (%) .....	64
<b>Tablo 23.</b>	Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının rumen parametrelerine etkisi .....	66
<b>Tablo 24.</b>	Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının rektal sıcaklık, kalp atım ve solunum sayıları üzerine etkileri .....	68

## ÖZET

### SICAK STRESİ ALTINDAKİ SÜT İNEKLERİNE CANLI MAYA KÜLTÜRÜ VE PARÇACIK BÜYÜKLÜĞÜ FARKLI RASYONLAR VERİLMESİNİN SÜT VERİMİ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

**Er M. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Doktora Tezi, Aydın, 2021.**

**Amaç:** Araştırma rasyona canlı maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*) ilavesinin ve rasyonda farklı yem parçacık büyüklüğünün sıcak stresi koşullarında süt ineklerinde kuru madde tüketimi, süt verimi ve kalitesi ile besin maddesi sindirilebilirliği ve rumen fermantasyon parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmada birden fazla doğum yapmış orta laktasyonda 4 adet Holstein süt ineği iki farklı dozda (0 ve 1 g/gün) canlı maya kültürü (CMK) içeren ve 2 farklı parçacık büyüklüğündeki rasyonla beslendi. Deneme 4 x 4 Latin kare deseninde 2 x 2 faktöriyel olarak düzenlendi.

**Bulgular:** Rasyona CMK katılan gruplarda kuru madde ve besin maddesi tüketimleri benzerdi. Rasyon parçacık boyutu büyük rasyonun, rasyon parçacık büyüklüğünün düşürülmesi ile KM, OM, NDF ve ADF tüketimleri arttı ( $P<0,001$ ), ancak peNDF tüketimi azaldı ( $P<0,05$ ). Süt verimi ve süt yağı deneme rasyonlarından etkilenmedi. Rasyona CMK katkısının DSV'yi artırma eğiliminde ( $P=0,058$ ) olduğu belirlendi. Rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi ile süt ineklerinde süt HP seviyesinin düştüğü ( $P<0,05$ ) gözlemlendi. Denemede CMK kullanılmasının ve rasyon parçacık büyüklüğü düşürülmesinin KM ve besin maddesi sindirilebilirliğine etkisi önemsiz olarak tespit edildi. Araştırmada rasyonda CMK kullanımı ile rumen pH seviyesi yükseldi ( $P<0,05$ ). Rumen toplam UYA konsantrasyonu ve UYA dağılımı rasyona CMK katkısından veya rasyon parçacık büyüklüğünden etkilenmedi.

**Sonuç:** Araştırmada rasyona CMK katılması verim parametrelerini istatistiksel olarak etkilememiştir. Rasyon parçacık büyüklüğü düşürmenin ise sıcak stresi şartlarında KMT'yi artırsa da süt verimi üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Canlı maya kültürü, rasyon parçacık büyüklüğü, sıcak stresi, süt ineği

## ABSTRACT

### EFFECTS OF DIETARY YEAST CULTURE SUPPLEMENTATION AND DIFFERENT PARTICLE SIZED RATIONS ON MILK YIELD AND QUALITY IN DAIRY COWS UNDER HEAT STRESS

Er M. Aydın Adnan Menderes University, Health Sciences Institute, Animal Nutrition and Nutritional Disorders, Doctorate Thesis, Aydın, 2021.

**Objective:** The study was aimed to investigate the effects of ration particle size and dietary supplementation of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on dry matter intake, milk yield and milk quality, apparent nutrient digestibility and ruminal fermentation parameters in dairy cattle under heat stress condition.

**Material and Methods:** Four multiparous Holstein dairy cattle in midlactation were fed diets consisting 2 different particle size with (1g/day) or without live yeast (LY). Treatments were arranged in a 2 x 2 factorial within a 4 x 4 Latin square design.

**Results:** Nutrient intake was similar when cows were fed diets containing live yeast. The diets containing low particle size increased DMI, OMI, NDFI and ADFI ( $p < 0,001$ ), however decreased peNDF intake ( $P < 0,05$ ) compared with diets containing high particle size. Milk production and milk fat percentage were similar when cows were fed all treatments. However, cows fed diets containing live yeast tended to produce more fat corrected milk ( $P = 0,058$ ). Cows fed low particle size had reduced milk crude protein percentage ( $P < 0,05$ ). None of the dietary treatments had any significant effect on apparent nutrient digestibility. Ruminal pH increased when cows fed diets containing LY ( $P < 0,05$ ). The ruminal total volatile fatty acid concentration and percentage of VFA were not significantly affected by ration particle size or LY.

**Conclusion:** In the study, it was determined although reducing ration particle size increased DM intake under hot stress conditions, it had no effect on milk yield. Ration containing LY did not affect the yield parameters statistically.

**Keywords:** Dairy cattle, heat stress, live yeast culture, ration particle size

# 1. GİRİŞ

Artan insan nüfusunun hayvansal ürün ihtiyaçlarını karşılamak için çiftlik hayvanlarından yüksek verim alınması her dönemde hayvancılığın en önemli hedeflerinin başında gelmektedir. Yaklaşık çeyrek asır sonra dünya nüfusunun 9 milyarı aşması beklenirken hayvansal ürün ihtiyacının ise %70 artacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle gelir hayvanlarında verimin düşmesine sebep olan faktörleri belirlemek ve ortadan kaldırmak için araştırmalar yapılmaya devam etmektedir.

Gelir hayvancılığı ekonomisi, dünyada büyük ekonomik alanların başında gelmektedir. Dünya üzerinde 1,3 milyardan fazla insana istihdam sağlayan bu sektör, tarımsal gayri safi milli hasılanın %40'ını oluşturmaktadır. Çiftlik hayvanları ekonomik olarak orta sınıfta bulunan insanlar için günlük ekonomik ve sosyal ihtiyaçlarını karşılamak adına önemli bir yere sahiptir. İnsanların beslenme ihtiyacını karşıladığı gibi rendering ürünleri gübre, deri vs. gibi yan ürünlerin kullanıldığı sektörlerin de hammadde ihtiyacını karşılamaktadır (Pragna ve diğerleri, 2017).

Tropikal ve subtropikal bölgelerin yanı sıra ülkemizin de etkilendiği Akdeniz iklim kuşağında da sıcaklık stresinin hayvanlarda olumsuz etkilerini gözlemlemek mümkündür. Ülkemizin birçok bölgesinde yaz aylarında özellikle yüksek verimli hayvanlarda stres oluşturacak koşullar mevcuttur. Ayrıca son yıllarda Türkiye'de yaz aylarında küresel ısınmadan kaynaklandığı ileri sürülen daha sıcak ve nemli günler yaşanmaya başlanmıştır (Öztürk, 2002).

Sıcak stresinin gelir hayvanlarının verimini azaltması hem hayvancılık ekonomisi hem de yeterli miktarda hayvansal gıdanın tüketiciye ulaşması üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaktadır. Besleme stratejilerinde yeni uygulamalar, ağıl/ahırların modernizasyonu ve ıslah çalışmaları sıcak stresinin ruminantlar üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmekle birlikte sıcak yaz aylarında verimdeki düşüşün engellenmesine yönelik etkileri sınırlı kalmaktadır.

Dünya sığır popülasyonunun %50'den fazlası tropikal bölgelerde yaşaması ve sıcak stresinin çiftliklerin %60'nda (Pragna ve diğerleri, 2017) önemli ekonomik kayıplara (yıllık 900 milyar dolar) neden olduğu göz önüne alındığında, sıcak stresinin çiftlik hayvanlarında

verim performansları üzerine etkilerinin iyi anlaşılması, yaz aylarında hayvansal üretimin daha az olumsuz etkilenmesi veya hayvansal üretimdeki kayıpların azaltılması için yeni yaklaşımların (besleme, sürü yönetimi, ıslah) geliştirilmesi şüphesiz önemli olacaktır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Sıcak Stresi ve Süt Sığırı Üzerine Etkileri

Sıcak stresi çevresel faktörlerin hayvanlar üzerine etki ederek rektal sıcaklığın artması ve fizyolojik parametrelerdeki değişimler olarak tanımlanmıştır (Polsky ve Keyserlingk, 2017). Organizmada çevresel etki ile vücut ısısının artışına ek olarak süt verimi ile büyüme için gereken rasyonla alınan enerjinin vücutta dönüşümü sırasında açığa çıkan ısının birikimi hayvanlarda sıcak stresine sebep olur ve bu durum yaşam kalitesini, verim parametrelerini olumsuz etkiler, daha da ilerlerse ölüme neden olabilir (Mader ve diğerleri, 2006).

Sıcak stresi temel etkisini vücut sıcaklığını normal değerlerin üzerine çıkararak gösterir. Bu etkiyi yaratan çevresel faktörler ise; kuru termometre sıcaklığı (°C), ıslak termometre sıcaklığı (°C), çığ noktası (°C), nem oranı (%), güneş ışınları (solar radyasyon) ve rüzgâr hızı gibi değişkenlerdir (Dikmen ve Hansen, 2009).

Araştırmacılar sıcaklık ve nem parametrelerini kullanarak sıcak stresi şiddetinin ölçülebileceğini belirtmişlerdir (McDowell ve diğerleri, 1976). Sıcaklık-nem indeksi - SNİ (temperature–humidity index - THI) olarak adlandırılan formüllerle sıcak stresi şiddeti tahmin edilmeye çalışılır. Günümüzde SNİ belirlenmesinde aşağıda belirtilen denklemler kullanılmaktadır.

$$SNİ\ 1 = (0.15 \times KTS + 0.85 \times YTS) \times 1.8 + 32 \text{ (Bianca, 1962),}$$

$$SNİ\ 2 = [0.4 \times (KTS + YTS)] \times 1.8 + 32 + 15 \text{ (Thom, 1959)}$$

$$SNİ\ 3 = (0.55 \times KTS + 0.2 \times YTS) \times 1.8 + 32 + 17.5 \text{ (NRC, 1971),}$$

$$SNİ\ 4 = (KTS + 0.36 \times YTS) + 41.2 \text{ (Yousef, 1985).}$$

$$SNİ\ 5 = 0,72 (YTS + KTS) + 40,6 \text{ (Kadzerea ve diğerleri, 2002)}$$

$$SNİ\ 6 = (1.8 \times KTS + 32) - [0,55 - 0,0055 \times BN] \times (1,8 \times KTS - 269) \text{ (Liu ve diğerleri, 2019)}$$

YTS: Yaş termometre sıcaklığı; KTS: Kuru termometre sıcaklığı; BN: Bağıl nem

Sıcaklık-nem indeksinde 70 ve altındaki değerlerde hayvanların konforlu olduğu kabul edilmiştir. Stresin 75-78 arası değerlerde başladığı, 78'den sonra ise ciddi seviyelere doğru artış gösterdiği belirtilmiştir. Tablo 1'de SNİ değerlerine göre stres seviyeleri belirtilmiştir (Atrian ve Sahryar, 2012).

**Tablo 1.** Sıcaklık-nem indeksi değerlerine göre süt sığırlarında sıcak stresi seviyeleri (Atrian ve Shahryar, 2012)

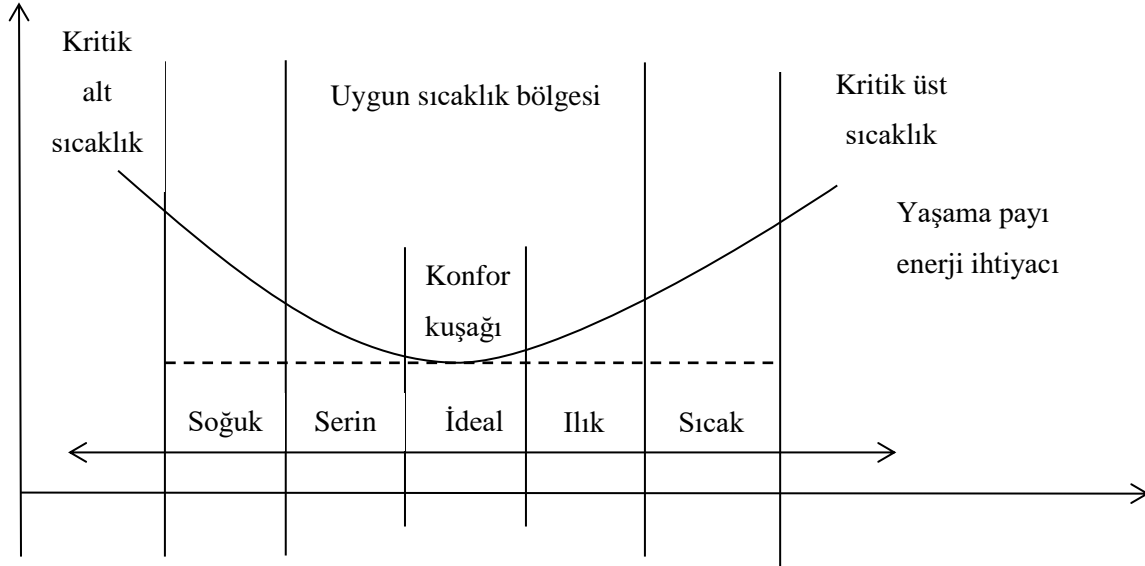
Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)													Stres derecesi
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
24	Stres yok					72	72	73	73	74	74	75	75	Hafif
26	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80	Orta
30	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	
32	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	Aşırı	
35	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94		95
38	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99		
41	89	91	92	93	95	96	97							

### ***Süt İneklerinde Termonötral Kuşak***

Termonötral kuşak herhangi bir hayvan türünün normal rektal sıcaklığının minimum değişkenlik gösterdiği aralık olarak belirtilebilir. Bu kavram, hayvan ile çevre arasındaki ilişkide hayvanın kendini en rahat hissettiği şartları tanımlamada kullanılır. Bu şartlarda hayvanlardan daha az fizyolojik faaliyet, daha fazla verim beklenmektedir (Johnson, 1987). Şekil 1'de termonötral kuşak şematize edilmiştir (Curtis, 1981). Süt sığırlarında en uygun çevre koşulları 13-18 °C sıcaklık, %60-70 bağıl nem, 5-8 km/saat rüzgâr hızı ve orta derecede bir solar radyasyon olarak tanımlanır (Alkoyak ve Çetin, 2016). Süt sığırlarında termonötral aralığın ise 5-25 °C olduğu bildirilmiştir (Kadzerea ve diğerleri, 2002).

Termonötral kuşak, düşük kritik hava sıcaklığı noktası (lower critical temperature, LCT) ile yüksek kritik hava sıcaklığı noktası (upper critical temperature, UCT) arasındaki kuşak olarak da belirtilmektedir. Dinlenme halinde, vücut sıcaklığının yükselmesi gereken en

düşük hava sıcaklığına LCT adı verilmektedir. Bu değerin günlük 30 kg süt verimine sahip olan ineklerde -16 ile -37 °C aralığında olduğu bildirilmiştir (Hamada, 1971). UCT ise ısı kaybının yeteri kadar gerçekleşmediğinde vücut sıcaklığının artmaya başladığı hava sıcaklığıdır. Bu değer ineklerde 25-26 °C olarak belirtilmiştir (Berman ve diğerleri, 1985).



**Şekil 1.** Süt ineklerinde termonötral kuşak (Curtis, 1981).

Stres oluşturan sıcak çevre şartları artan rektal sıcaklığa ve dokular ile endokrin sistemde şiddetli etkilere neden olmaktadır. Bu durumlarda hayvanlarda büyüme, süt verimi, iş yapabilme ve üreme yeteneğinin olumsuz etkilenmesi söz konusudur. Termonötral kuşak aralığı genellikle yaşa, türe, deri veya yağ kalınlığına, kuru madde tüketimine (KMT), rasyon kompozisyonuna, verimin yüksekliğine, sıcaklık değişimlerine ve barınak koşullarına göre değişmektedir. Bazı ruminantların termonötral kuşak aralıkları Tablo 2’de gösterilmiştir (United States Department of Agriculture [USDA], 2003).

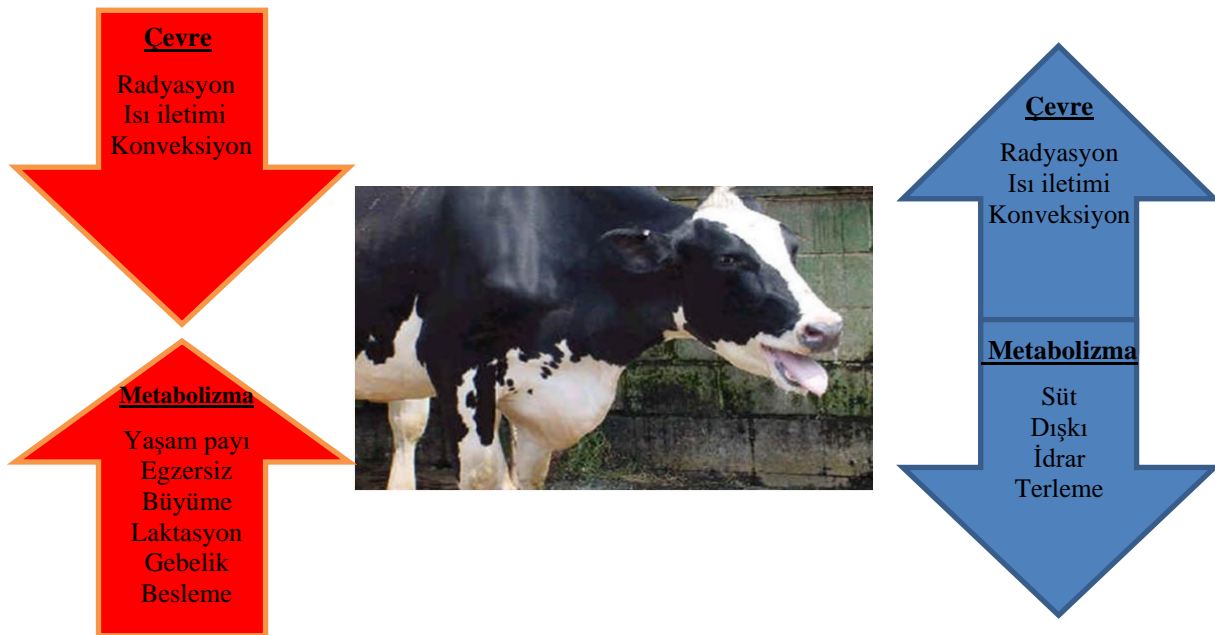
**Tablo 2.** Bazı ruminantların termonötral kuşak aralıkları (USDA, 2003)

Tür	Termonötral kuşak (°C)
Sığır	5-20
Koyun	21-31
Keçi	10-20

## ***Ruminantlarda Vücut Sıcaklığının Düzenlenmesi***

Bütün sıcakkanlı hayvanlarda olduğu gibi, ruminantlarda da organizmada ısı üretimi ve çevre şartlarına bakmaksızın vücut ısısının dar bir aralıkta (38,5-39,3 °C) kalması gerekmektedir. İdeal fizyolojik fonksiyonlar ve hücresel metabolik reaksiyonlar için uygun vücut ısısının korunması gereklidir. Bu bağlamda termoregülasyon, hayvanın ısı üreterek ve ısı yayararak vücut ısısını uygun aralıkta tutmasını sağlayan mekanizmadır (Şekil 2). Bu düzenleme birçok faktörden etkilenmektedir; a) çevresel etmenler: sıcaklık, nem, rüzgâr, radyasyon ve yağış, b) hayvansal etmenler: tür, yaş, cinsiyet, metabolik durum, yapağı, beslenme, hastalıklar, adaptasyon ve bireysel farklılıklar. Bu faktörlerin çokluğu sütçü hayvanlarda çevrenin etkisini belirlemeyi ve tahmin etmeyi güçleştirmiştir (Lee, 1965).

Hayvanlar aldıkları enerjinin önemli bir kısmını ısı üretmek için kullanırlar. Canlı ağırlığı 600 kg olan ve 40 l/gün süt verimine sahip bir inekte yem ile alınan enerjinin %31'inin ısı üretmek için kullanıldığı belirtilmiştir (West, 2003). Sıcak stresine maruz kalan bir hayvanda vücutta biriken ısı, çevreden alınan ve metabolik yollarla atılamayan ısının toplamıdır. Hava sıcaklığının 26,5 °C üzerine çıkması vücuttaki ısı üretimini 1/3 oranında azaltır (Alkoyak ve Çetin, 2016). Kısacası sıcak stresine giren bir hayvan termoregülasyon için ısı kaybetmeli veya daha az ısı üretmelidir. Ruminantlar bu amaçla yem tüketimini azaltır, hareketlerini kısıtlar, solunum sayılarını yükseltir, terleme ve sıvı kaybı ile biriken ısıyı atmaya çalışır (Arı, 2015).



**Şekil 2.** Ruminantlarda vücut sıcaklığının düzenlenmesi

### **2.1.1. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Verime Etkileri**

Sıcak stresi süt ineklerinin verimini (KM tüketimi, süt verimi ve kalitesi, döl tutma oranı vb.), fizyolojik parametrelerini (rektal sıcaklık, solunum sayısı vb.), hematolojik ve biyokimyasal değerlerini, bağışıklık sistemini ve davranışlarını değiştirerek etkilerini göstermektedir. Tezin bu bölümünde sıcak stresi ve sözü edilen olumsuz değişiklikler hakkında özlü bilgiler verilmiştir.

#### ***Sıcak Stresinin Su Tüketimine Etkisi***

Su, birçok metabolik olayın gerçekleşmesine yardımcı olurken vücut sıcaklığının dengelenmesinde de önemli rol oynamaktadır (Ben Salem, 2010).

Günlük su gereksinimi, KMT, çevre sıcaklığı, solunum, idrar, dışkı ve süt verimi gibi vücudun su kaybına neden olan fizyolojik faaliyetlere göre ayarlanmaktadır. Süt sığırlarında su ihtiyacı sıcak stresi şartlarından ağır şekilde etkilenmektedir (Beede ve Collier, 1986). Araştırmacılar sıcak stresinde yüksek süt verimli ineklerde su ihtiyacının %50'ye kadar artabildiğini gözlemlemiştir (Vermunt ve Tranter, 2011).

Üretilen sütün %87'sinin su olduğu göz önüne alındığında özellikle yüksek verimli süt ineklerinin dehidrasyon hızı fazla olduğu için sıcak stresi koşullarında daha fazla su tüketmeleri gerekmektedir (Maltz ve diğerleri, 1984).

Garcia (2006) çevre sıcaklığının 30-32 °C'ye çıkması durumunda süt ineklerinde su tüketiminin 80 litreden 120 litreye yükseldiği belirtmiştir.

#### ***Sıcak Stresinin Yem Tüketimine Etkisi***

Sıcak stresinde, yem tüketimi ile stres derecesi arasında negatif bir etkileşim bulunmaktadır (West, 1999). Yem tüketimindeki düşmenin, sindirim sisteminde yemlerin geçiş süresinin uzamasından (uzun süreli tokluk hissi oluşmasına bağlı) ileri gelebileceği belirtilmiştir (Rana ve diğerleri, 2014). Da Costa ve diğerleri (1992) yaptığı çalışmada orta dereceli sıcak stresinde rumene kan akışı oranlarının %36, aşırı sıcak stresinde %74 düştüğünü ve böylece rumen motilitesi ve ruminasyonun azaldığını belirtmiştir.

Sıcak stresi direkt olarak hipotalamustaki beslenme merkezini uyararak da yem tüketimini etkilemektedir. Hipotalamustan sıcak stresine verilen hormonal tepki metabolizma hızını düşürmekte ve yem tüketimini azaltmaktadır (Baile ve Forbes, 1974). Sıcak stresi tiroid salgısını da azaltmaktadır ki bu salgı sindirim sisteminde yemin geçiş hızını etkilemektedir

(Silanikove, 1987). Ayrıca sıcak stresi altındaki hayvanların yemlerin sindirilmesi sırasında açığa çıkan ısıyı azaltmak adına yem tüketimini düşürdükleri bildirilmiştir (Das ve diğerleri, 2016).

Laktasyondaki süt ineklerinde çevre sıcaklığının 25-26 °C'yi geçmesi ile yem tüketiminde azalmalar görülmektedir. Yapılan bir çalışmada 20 °C'den 33 °C'ye çıkan çevre sıcaklığını takiben yem tüketiminin %9 düştüğü gözlemlenmiştir (Yadav ve diğerleri, 2013).

Termonötral kuşağın üstünde her bir derece sıcaklık artışının KMT'inde 0,85 kg/gün düşüş meydana getirdiği bildirilmektedir (Pragna ve diğerleri, 2017). Çevre sıcaklığının 25-26 °C'yi aşması durumunda KMT düşmeye başlarken 40 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda KMT'nde %40'a varan düşüşler görülebilmektedir (Das ve diğerleri, 2016). Tablo 3'te çevre sıcaklığının artması ile süt ineklerinde KMT, süt verimi ve su tüketiminde beklenen değişim incelenmiştir (Fieldler ve Vandevender, 2020).

**Tablo 3.** Çevre sıcaklığının artması ile süt ineklerinde KMT, süt verimi ve su tüketiminde beklenen değişim (Fieldler ve Vandevender, 2020)

Çevre sıcaklığı (C°)	KMT (kg)	Süt verimi (kg)	Su tüketimi (L)
20	19	27	68
25	17,5	25	74
30	17	23	79
35	16,5	19	120
40	11	12	105

Araştırmacılar 68 SNİ'iden sonra KMT'nin düştüğünü bildirmişlerdir. Aynı çalışmada dikkat çeken diğer bir konu ise KMT düşmesi yemden yararlanmayı artırmış ve tüketilen kuru maddenin süte dönüşüm oranı ise yükselmiştir (Hill ve Wall, 2017).

### ***Sıcak Stresinin Rumen Fonksiyonlarına Etkisi***

Sıcak stresi ruminantlarda sindirim dinamiklerinde değişime neden olur. Yüksek çevre sıcaklığının hipotalamusu etkileyerek yem tüketimi (iştahı) ve ruminasyon zamanını düşürdüğü belirtilmiştir (Yadav ve diğerleri, 2013).

Araştırmacılar sıcak stresinde rumen sıcaklığının maksimum 42,3 °C'ye kadar yükseldiğini belirtmişlerdir (Polsky ve Keyserlingk, 2017). Sıcak stresi şartlarında rumen epiteline giden kan akışının zayıflaması rumen motilitesi ve ruminasyonu azaltırken, rumen

içeriği miktarını arttırdığı tespit edilmiştir (Marai ve Haeb, 2010). Sıcak stresi şartlarında görülen yüksek laktik asit konsantrasyonu ve düşük rumen pH'sı rumen motilitesinin düşmesine neden olmaktadır (Mishra ve diğerleri, 1970). Bunu destekleyen bir başka çalışmada (Müschner-Siemens ve diğerleri, 2020) sıcak stresinin ruminasyon süresini düşürdüğü bildirilmiştir.

Süt ineklerinde sıcak stresi şartlarında rumende toplam üretilen uçucu yağ asidi (UYA) miktarında azalmalar gözlemlenmiştir. Sıcak stresinde süt sığırlarında rumen asetik asit düzeyinin azaldığı, propiyonik ve bütirik asit düzeyinin ise arttığı bildirilmiştir. Rumende toplam UYA ve asetik asit konsantrasyonunda azalma sıcak stresi koşullarında kaba yem tüketiminin düşmesi ile ilişkilendirilmiştir (Das ve diğerleri, 2016). Gauly ve diğerleri (2013) sıcak stresinde sütçü düvelerde KMT, rumen kısa zincirli yağ asidi oranı ve fibrolitik bakteri sayısının düştüğünü, sakkorilitik bakteri sayısının ise arttığını bildirmiştir.

#### ***Sıcak Stresinin Besin Madde Sindirilebilirliğine Etkisi***

Yüksek çevre sıcaklığı şartlarında ruminantlarda besin madde sindirilebilirliğinin arttığını belirten çalışmalar (Christopherson, 1985; King ve diğerleri, 2011) olduğu gibi etkinin olmayan veya olumsuz etkileri olduğunu gösteren (McDowell ve diğerleri, 1969; Mathers ve diğerleri, 1989) çalışmalar da mevcuttur.

Kaba yem ağırlıklı beslenen ineklerde yapılan bir çalışmada KM sindirilebilirliğinin arttığı gözlemlenmiştir (Christopherson, 1985). Sıcak stresi şartlarında artan besin maddesi sindirilebilirliğinin sebebi yemlerin pasaj hızının ve KMT'nin düşmesi olarak gösterilmiştir (Smith ve diğerleri, 2013).

Süt sığırları ile yapılan bir denemede ise çevre sıcaklığının 33 °C olduğu şartlarda 20 °C'ye göre KM sindirilebilirliğinin düştüğü belirtilmiştir (Mathers ve diğerleri, 1989)

Yapılan bir başka sindirilebilirlik çalışmasında ise çevre sıcaklığının yükselmesi ile ham protein (HP), organik madde (OM), nötral detergant fiber (NDF), asit detergant fiber (ADF) ve azotsuz öz madde (NÖM) sindirilebilirliğinin iyileştiği gözlemlenmiştir (King ve diğerleri, 2011).

Farklı sıcak stresi koşullarında yapılan bir denemede 25 °C'ye göre 30 °C'de sindirilebilirliğinin etkilenmediği, 35 °C'de artığı 40 °C'de ise sindirilebilirliğin düştüğü belirtilmiştir. Şiddetli sıcak stresi koşullarında düşen sindirilebilirlik ise rumen ortamının (pH, sıcaklık, rumen motilitesi, rumen florası vs.) aşırı derecede olumsuz etkilenmesi ile açıklanmıştır (Yadav ve diğerleri, 2013).

### ***Sıcak Stresinin Süt Verimi ve Kalitesine Etkileri***

Yüksek çevre sıcaklığında süt veren hayvanlarda sütün kalitesinin ve miktarının düşmesi, sıcak stresinin en büyük ekonomik zararı olarak belirtilmektedir. Sıcak stresinin süt verimi üzerine olan etkisinin 24-48 saat gibi kısa bir süre içinde görüldüğü bildirilmiştir (Spiers ve diğerleri, 2004)

Sıcak stresi etkisi altında süt sığırlarında bir laktasyonda 600-900 kg daha az süt üretilmektedir (West, 2003). Sıcaklık-nem indeksi temel alındığında ise SNİ 72'nin üstünde her bir puanlık artışın sonunda süt veriminde günlük 0,2 kg azalma şekillendirmektedir (Ravagnolo ve diğerleri, 2000).

Sıcaklık nem indeksinin 68'den 78'e yükselmesinin süt sığırlarına etkisinin incelendiği bir başka çalışmada (Bouraoui ve diğerleri, 2002) ise sıcak stresinin süt veriminde 4 kg/gün kayba neden olduğu belirtilmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada günlük sıcaklığın 24 °C'den 35 °C'ye yükselmesinin süt veriminde 0,5 kg/gün kayba neden olduğu bildirilmiştir (Reinemann ve diğerleri, 1992). Pragna ve diğerleri (2017), sıcak stresine bağlı süt verimi kayıplarının %36-40'a kadar yükselebileceğini bildirilmiştir.

Kuru dönemde sıcak stresinden etkilenmiş ineklerin laktasyonda %12 daha az süt ürettiği gözlemlenmiştir (Jones ve Stallings, 1999). Kuru dönemde sıcak stresine maruz kalmış ineklerde meme epitellerini olumsuz etkilenmesi nedeniyle doğumdan sonra daha az süt verimi gözlenmektedir (Pragna ve diğerleri, 2017). Dikmen ve diğerleri (2014) ise yaz aylarında doğum yapan ineklerin kış aylarında doğum yapanlara göre laktasyonda daha az süt verdiğini belirtmiştir.

Sıcak stresi şartlarında süt veriminin düşmesinin daha çok KMT'nin azalmasından kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Hamzaoui ve diğerleri, 2013). Rhoads ve diğerleri (2009) ise süt veriminde düşmenin nedenlerini belirtirken, süt veriminde %35'lik kaybın KMT düşmesi kaynaklı olduğunu %65'lik kaybın ise sıcak stresinin fizyolojik etkilerinden (rumen fonksiyonun düşmesi, besinlerin emilimin azalması, hormonal dengesizlik) ileri geldiğini belirtmiştir. Bunlara ek olarak sıcak stresi etkisi ile düşen esterleşmemiş yağ asitleri ve hepatik glikoz sentezi, laktoz üretimini kısıtlamakta, bu da süt verimini düşürmektedir (Wheelock ve diğerleri, 2010).

Sıcak stresinde süt sığırlarında süt veriminin düşmesini açıklayan farklı fizyolojik mekanizmalar da mevcuttur. Lokal mekanizmada plazmin-plazminojen sisteminin memede süt salgılanmasını engellemesi söz konusudur (Silanikove, 2000). Sistemik mekanizmada ise



hipotalamus-hipofiz-adrenal bezlerinin aktivitesi ile kanda artan kortizon miktarının meme dokusunda  $\beta$ -kazein düşmesine ile residü 1-28  $\beta$ -kazein artmasına sebep olduğu ve bunun da süt verimini düşürdüğü belirtilmektedir (Matteri ve diğerleri, 2000). Sıcak stresinin süt verimi üzerine bir diğer etkisi ise hipotalamustan dopamin salgılatarak, hipofizin prolaktin sentezini engellemek şeklindedir (Al-Dawood, 2017).

Sıcak stresi altındaki süt sığırcılığının kayıplarından biri de süt kalitesinin yüksek çevre sıcaklıklarına bağlı olarak düşmesidir. Kadzerea ve diğerleri (2002) sıcak stresinde süt ineklerinde süt yağının %39, toplam kuru maddenin %18,9 ve süt proteinin ise %16,9 düştüğünü gözlemlemiştir.

Barkai ve diğerleri (2002) yaz mevsiminde kış aylarına göre üretilen sütün daha az yağlı olduğunu bildirmiştir. Nardone ve diğerleri (1997) sıcak stresinde sütçü sığırlarda sütte toplam protein (TP), yağ, kazein, laktoz, lakto-albumin, kısa zincirli yağ asidi (SCFA), Ig G ve Ig A konsantrasyonlarının düştüğünü belirtmişlerdir. Ek olarak, yapılan bir çalışmada geçiş döneminde sıcak stresine maruz kalan ineklerde kolostrum Ig G seviyesinin daha düşük olduğu saptanmıştır (Daramola ve diğerleri, 2012). Cowley ve diğerleri (2015) sıcak stresinde yaptığı bir çalışmada süt veriminin yanı sıra süt proteini ve kazein yoğunluğunda azalmalar meydana geldiğini bildirmektedir. Başka bir çalışmada ise sıcak stresinin süt yağı, süt proteini ve SCFA'yı düşürdüğü, uzun zincirli yağ asitlerini ise arttırdığı bildirilmiştir (Kadzerea ve diğerleri, 2002).

Süt sığırlarının sıcak stresine tepkileri, ürettiği süt miktarına, bulunduğu fizyolojik döneme, ırkına yaşına vs. göre değişebilmektedir (Tablo 4). Coppock ve diğerleri (1982) yüksek süt verimli ineklerin sıcak stresinden diğer gruplara göre daha fazla etkilendiğini tespit edilmiştir.

**Tablo 4.** Farklı sığır ırklarının sıcak stresine verdiği tepkiler

Irklar	Süt verimi	Süt kompozisyonu	Kaynak
Jersey	Süt veriminde azalma	Süt protein ve yağında düşme	Bandaranayaka ve Holmes, 1976
Holstein	Süt veriminde azalma	Protein ve kazein konsantrasyonunda düşme	Cowley ve diğerleri, 2015
Zebu	Süt verimine etkisi önemsiz	Süt kompozisyonuna etkisi önemsiz	Hansen, 2004
Jersey	Holsteine göre daha az süt verimi düşmesi	Süt protein ve yağında düşme	Smith ve diğerleri, 2013
Tharpaklar	Süt verimine etkisi önemsiz	Süt kompozisyonuna etkisi önemsiz	Alhussien ve diğerleri, 2016

Yüksek çevre sıcaklığında kuru dönemde olan veya düşük süt verimine sahip ineklerin yüksek süt verimli ineklere oranla süt verimlerinin %48 daha az etkilendiğini bildirilmiştir (Williams, 2018).

Araştırmacılar laktasyonun ortasında erken veya geç laktasyon dönemine göre ineklerin sıcak stresine daha duyarlı olduğunu belirtmişlerdir (Basirico ve diğerleri, 2009). Başka bir çalışmada ise laktasyondaki süt sığırları kuru dönemdekilerine göre sıcak stresine daha duyarlı hale gelmiştir. Araştırmacılar bunun sebebinin daha çok tüketilen kuru madde ile metabolizmada daha fazla ısı birikimi kaynaklı olduğunu açıklamışlardır (Koubková ve diğerleri, 2002).

#### ***Sıcak Stresinin Döl Verimi Üzerine Etkisi***

Aşırı çevre sıcaklığı hayvanların verimlerini kısıtlayan önemli bir faktördür. Fertilité üzerine sıcak stresinin etkileri laktasyondaki hayvanlarda daha belirgindir. Çünkü laktasyon ve yüksek süt verimi sıcak stresi şartlarında vücut sıcaklığının dengelenmesini zorlaştırmaktadır (Hansen, 2009).

Sıcak stresi oositin gelişimini ve fonksiyonunu olumsuz şekilde etkileyebilmektedir. İnekler bu duruma hassastır ve laktasyon ile yaz aylarında sıcak stresine duyarlılığın artması sonucu dölleme oranlarında dramatik düşüşler görülmektedir (Zeron ve diğerleri, 2001).

Yapılan bir araştırmada 7 çiftlikten 20606 ineğe ait gebelik verilerine dayanarak sıcak stresinin gebelik oranlarını olumsuz etkilediği, SNI'de 72'den sonraki her bir artışın gebelik oranlarını %1,03 dūřürdüęü belirtilmiştir (Lozano Dominguez ve diğerleri, 2005).

Sıcak stresinin etkilerinin incelendiği başka bir çalışmada (Khan ve diğerleri, 2013) ise evre sıcaklığının konfor alanı içinde olduğu durumlarda %30-32 olan çiftlikteki gebe inek oranının sıcak stresi şartlarında %20'ye dūřtüęü vurgulanmıştır.

Sıcak stresi cinsel davranışları şiddetli bir şekilde etkileyerek, cinsel aktiviteyi, kızgınlık ve sperm kalitesini dūřürmektedir (Dwyer, 2009). Sıcak stresi genel olarak iki mekanizma ile infertiliteye yol açmaktadır. İlki vücut sıcaklığının yüksek olması ile reproduktif parametrelerin olumsuz etkilenmesi, ikincisi ise dolaylı yoldan KMT dūřmesini izleyen enerji yetersizliği sonucu özellikle ovaryum faaliyetlerinin olumsuz etkilenmesidir (Aggarwal ve Upadhyay, 2012).

Araştırmacılar rektal sıcaklığın 39 °C'nin üstünde olmasının 1-6 günlük embriyonun üzerine etki ederek erken embriyonik ölümlere yol açabileceğini belirtmişlerdir (Pragna ve diğerleri, 2017).

Yapılan bir çalışmada (Rensis ve diğerleri, 2015), araştırmacılar sıcak stresi altında süt ineklerinde uterusu kan akışının azaldığını ve uterus sıcaklığının artığını bildirmişlerdir. Değişen uterus ortamının oosit ve sperma üzerine olumsuz etkileri gözlemlenmiştir.

Hormonal olarak ise sıcak stresinin döl verimi üzerine etkilerini GnRH ve LH hormonu sentezlenmesini inhibe ederek gösterdiği belirtilmiştir (Pragna ve diğerleri, 2017).

Araştırmacılar sıcak stresi altında süt ineklerinde kızgınlık belirtilerinin (birbiri üstüne atlama, böğürme vs.) belirgin olarak görölmediğini yani suböstrus geliştiğini bildirmiştir (Devoe ve diğerleri, 2017). Bu durumu destekleyen bir başka çalışmada (Samal, 2013) haziran-eylöl döneminde süt ineklerinde suböstrus görölme oranının %76-82 ocak-mayıs döneminde ise %44-65 olarak gerçekleştiği bildirilmiştir.

### **2.1.2. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Fizyolojik Etkileri**

Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi sıcak stresinde geliştirilen fizyolojik tepkilerin ana sebebi, hayvanın normal vücut sıcaklığını koruma istediğidir (Lowe ve diğerleri, 2001).

Aşırı ısıcağa maruz kalan hayvanlarda solunum sayısı, kalp atım hızı, rektal sıcaklık gibi parametrelerde değişimler meydana gelmektedir (Helal ve diğerleri, 2010).

Vücut sıcaklığında yükselme ve solunum sayısında artma sıcak stresi belirtileri olarak en çok kullanılan fizyolojik parametrelerdir. Sıcak stresine verilen tepkiler türler, bireyler arasında ve hormonal duruma göre farklılık gösterebilmektedir (Al-Dawood , 2017).

### ***Sıcak Stresinin Rektal Sıcaklığa Etkisi***

Vücut sıcaklığı değerleri hayvanlarda sıcaklığa karşı toleransın belirlenmesinde kullanılabilir. Beden sıcaklığının kontrolü nöronlar tarafından “negatif feedback” sisteminde yapılmaktadır. Sıcaklık sensörleri hipotalamusun ön bölgesinde bulunmaktadır ve istenen sıcaklığı ayarlama kontrol merkezi olarak görev yaptığı düşünülmektedir. Bununla birlikte deride ve karın bölgesinde büyük damarlarda da sensörler mevcuttur (Robinson, 2002).

Hastalık durumu veya yüksek çevre sıcaklığı vücut ısısında artışa neden olan iki ana faktördür. Hastalık durumu karmaşık bir yapıda olup sadece normal vücut sıcaklığını artırmakla kalmayıp bunun yanında akut faz proteinlerini, çok sayıda metabolik, hormonal, immünolojik olayları da uyarmaktadır. Aşırı çevre sıcaklığı termoregülasyonda başarısızlığa (kontROLSÜZ ısı üretimi, az ısı yayımı gibi) neden olsa da bu duruma karşı geliştirilen termoregülasyonda mikrobiyal ürünler ve sitokinler bulunmaz (Wrotek ve diğerleri, 2011).

Rektum vücut sıcaklığının en doğru yansıdığı yer olarak kabul edilmektedir. Rektal sıcaklıktaki artışlar, gelir hayvanlarının büyük çoğunluğunda performansın düşmesine paralel olarak seyretmektedir (Blight, 1957).

Koubková ve diğerleri (2002) süt ineklerinde yaptığı bir çalışmada çevre sıcaklığının 16 °C den 32 °C'ye yükselmesinin rektal sıcaklığı 2 °C (37,3 °C'den 39,3 °C'ye) artırdığı belirtmiştir. Yapılan bir başka çalışmada (Alkoyak ve Çetin, 2016) ise termonötral şartlarda 38,6 °C rektal sıcaklığın süt ineklerinde sıcak stresinde 39,76 °C'ye ulaştığı belirtilmektedir.

### ***Sıcak Stresinin Kalp Atım Sayısına Etkisi***

Kalp atım hızı kalpten pompalanan kanın arter duvarlarına yaptığı basıncın belirli bir süre sayılmasıyla hesaplanmaktadır ve biyolojik aktivite veya sıcaklık gibi bazı dış etkenler ile kolayca değişebilmektedir (Al-Dawood, 2017).

Kalp atım hızı sıcak stresi yaşayan hayvanlarda yükselebilmektedir. Bunun nedeni kanın vücudun yüzeysel bölgelerine daha fazla giderek metabolizmadan daha fazla ısı kaybetme istediğidir (Alexiev ve diğerleri, 2004).

Kalp atım hızının sıcak stresine verdiği cevabı incelerken metabolizma hızı arasındaki pozitif korelasyonun dikkate alınması gerekmektedir (Barkai ve diğerleri, 2002). Şöyle ki; sıcak stresine maruz kalan sığırlar metabolik ısı üretimini düşürmek için metabolizma hızını yavaşlatmaktadırlar. Bunu takiben normal olarak kalp atım hızında da düşüş oluşmaktadır. Bir diğer anlatımla, sıcak stresi kalp atım hızını düşürmekte, artış ise günün en sıcak olduğu anlarda meydana gelmektedir (Alexiev ve diğerleri, 2004).

### ***Sıcak Stresinin Terleme Üzerine Etkisi***

Schmidt-Nielsen (1964) süt sığırlarında terlemenin ortam sıcaklığı 15-20 °C'den 30 °C'ye çıktığında aşırı derecede arttığını bildirmiştir. Sütçü sığırlarda terleme iki mekanizmada gerçekleşmektedir. İlk mekanizmada vücuttan sürekli atılan bir bakıma organizmanın kendiliğinden gerçekleştirdiği ve bağıl nem %100 olmadıkça kesilmeyen deri yolu ile sıvı kaybı söz konusu iken ikinci ve termal terleme olarak adlandırılan mekanizmada çevre sıcaklığın yükselmesi ile artan sıvı kaybı vardır (Kadzerea ve diğerleri, 2002).

Terleme esnasında 1 ml suyun buhara dönüştürülmesi için 2,43 J enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sayede terleme ile vücutta biriken ısının yayılımı sağlanmaktadır (Kadzerea ve diğerleri, 2002).

### ***Sıcak Stresinin Solunum Sayısına Etkisi***

Solunum sayısı hayvanın aktivitelerinden ve çevre şartlarından etkilenip sık sık değişebilmektedir. Artan çevre sıcaklığı ile organizmada biriken ısının %15'inin doğrudan solunum yolu ile vücuttan uzaklaştırıldığı bildirilmiştir (Alkoyak ve Çetin, 2016).

Çevre şartlarından etkilendiği için sıcak stresinin belirlenmesinde solunum sayısı gösterge olarak kullanılabilir (Okoruwa ve diğerleri, 2013). Solunum sayısı hayvanların göğüs kafesi hareketleri izlenerek hayvanı rahatsız etmeyecek bir mesafeden (3-4 m) kaydedilebilmektedir. Süt sığırlarında fizyolojik solunum sayısı ortalama 20/dk (12-28/dk) olarak belirtilmiştir (Yaman 2009). Solunum sayısındaki artış ile sıcak stresinin şiddeti belirlenebilmektedir (Tablo 5) (Al-Dawood, 2017).

**Tablo 5.** Süt sığırlarında solunum sayısı ile sıcak stresi şiddetinin tahmini (Al-Dawood, 2017)

Solunum sayısı	Sıcak stresi şiddeti
40-60	Düşük
60-80	Orta
80-120	Yüksek
120 ve üstü	Aşırı yüksek

Berman ve diğerleri (1985) süt sığırlarında solunum sayısının çevre sıcaklığının 25 °C'nin üstüne çıkması ile arttığını ve 55-60/dk üstüne çıktığını bildirmiştir. Yapılan (Koubková ve diğerleri, 2002) bir çalışmada çevre sıcaklığının 16 °C den 32 °C yükselmesi süt ineklerinde solunum sayısının belirgin olarak ( $P<0,05$ ) arttığı tespit edilmiştir.

### 2.1.3. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Moleküler ve Hücresel Etkileri

Memelilerin hücrelerinde, sıcak şoku faktörleri gen diziliminde ve proteinlerin aktiviterinde değişiklik yaparak hücrenin sıcak stresine tepkisini oluşturur. Hücrelerdeki bu cevap, sıcak stresine verilen akut sistemik tepkilerin bir bileşenidir (Lindquist, 1986).

Yüksek çevre sıcaklığı, hücrelerde değişikliklere ve hasarlara neden olur. Hücre elamanları sıcak stresinden negatif etkilenmektedir (Roti, 2008). Öncelikli olarak protein sentezi aksamaya uğramasına karşın düzelmesi hızlı olur (Rhoads ve diğerleri, 2013). Ancak DNA sentezinin tekrar düzene oturması zaman almaktadır (Al-Dawood, 2017).

Sıcak stresine hücrenin verdiği tepkiler; sıcak şoku faktörlerinin aktivasyonu, sıcak şoku proteinlerinde (SŞP), glikoz ve aminoasit aktivasyonunda artış, yağ asidi metabolizmasında düşüş ve sıcak şoku proteinlerinin hücre dışı sekresyonu olarak sıralanabilir (Collier ve diğerleri, 2008).

Sıcak stresi proteinleri (SŞP) hücrenin canlı kalmasını, anormal ya da hasarlı polipeptid içeren hücrelerin birikimini engellemektedir. Hücreler arası transferde ve proteinlerin korunmasında önemli rolü mevcuttur (Neuer ve diğerleri, 2000).

#### **2.1.4. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Hematolojik ve Biyokimyasal Etkileri**

Hayvanlarda kan profili çevre sıcaklığına bağlı olarak değişebilmektedir ve strese verilen fizyolojik cevapların önemli bir göstergesidir. Kan parametrelerinin analizi sıcak stresinin etkisinin ölçülmesinde yardımcı olabilir. Sıcak stresinde kanda, alyuvar, akyuvar, hemoglobin, lenfosit, nötrofil ve kan pH düzeyi gibi parametrelerde değişiklik olmaktadır. Alyuvar, hemotokrit, hemoglobin, akyuvar, nötrofil, eozinofil, lenfosit ve monositlerde artışlar meydana gelmektedir. Hematokrit değerindeki artışın, metabolizmanın serinlenmesine yardımcı olmak için su transferinin artmasından ileri geldiği bildirilmiştir (Alam ve diğerleri, 2011).

Yapılan bir çalışmada süt sığırlarında sıcak stresinde kanda toplam protein düzeyinin arttığı (68,95 mg/dL'den 76,5 mg/dL'ye) gözlemlenmiştir (Koubková ve diğerleri, 2002).

Sıcak stresine maruz kalan ineklerde kan pH konsantrasyonunun termonötral şartlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Schneider ve diğerleri, 1988). Bu durumun sebebi olarak yüksek çevre sıcaklığı ile artan solunum sayısı ile daha fazla CO<sub>2</sub> atılımının gerçekleşmesi olarak gösterilmektedir (Das ve diğerleri, 2016).

Süt sığırları ile yapılan bir başka çalışmada (Guo ve diğerleri, 2018) ise sıcak stresinin kan glikoz, insülin düzeyleri ile glutamin peroksidaz aktivitesini düşürürken, esterleşmemiş yağ asidi konsantrasyonunu arttırdığı tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada (Kumar ve diğerleri, 2011) ise sıcak stresinde süt ineklerinde süt ve plazmada T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub>'ün düştüğü gözlemlenmiştir. Araştırmacılar yüksek çevre sıcaklığının ineklerde progesteron seviyesini artırdığını da bildirmiştir. Ayrıca sıcak stresi etkisinde östrodiolün salınımının azaldığı ve bunun da prostaglandin sentezini düşürdüğü belirtilmiştir.

#### **2.1.5. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Bağışıklık Sistemine Etkileri**

Sıcak stresinin süt sığırlarında etkileri bağışıklık sistemi üzerinde de görülmektedir. Bagatha ve diğerleri (2019) süt sığırlarında sıcak stresinin bağışıklık sistemi üzerinde etkisini antikoların, sitokinlerin, kemokinlerin ve SŞP üretilmesini baskılayarak gösterdiğini bildirmişlerdir.

Yadav ve diğeri (2016), sıcak stresi nedeni ile düşen KMT sonucu azalan besin emiliminin bağışıklık sistemi ve yangı mekanizmasını olumsuz etkilediğini belirtmiştir.

Yukarıda belirtilen hücrel değişimlerin süt sığırlarında hayvan sağlığı üzerinde yansımalarını görmek mümkündür. Bunu destekleyen bir çalışmada (Pragna ve diğeri, 2017) sıcak stresinin sütçü sığırlarda mastitis riskini artırdığını bildirilmiştir.

Kuru dönemde yapılan bir başka çalışmada ise sıcak stresine maruz kalan ineklerin buzağlarında pasif bağışıklık yolu ile kazandığı Ig G seviyesinin daha düşük tespit edildiği bildirilmiştir (Tao ve diğeri, 2012).

### **2.1.6. Sıcak Stresinin Süt Sığırlarında Davranışsal Etkileri**

Yüksek çevre sıcaklıkları süt ineklerinde verim performansı ve fizyolojik parametreleri etkilediği gibi hayvanın günlük davranışlarında da değişimlere yol açmaktadır.

Cook ve diğeri (2007) süt ineklerinin sıcak stresi koşullarında termonötral kuşağa göre daha fazla ayakta kaldığını bildirmişlerdir. Yazarlar bunu vücut yüzeyini geniş tutarak maksimum ısı yayımı sağlamak için olduğunu düşünmektedir. Araştırmacılar sıcak stresine maruz kalan süt ineklerinde SNİ'nin 68'in üzerine çıktığında ayakta kalma süresinin artmaya başladığını ve bu artışın normal koşullara göre 4,5 saat/gün'e çıkabildiğini belirtmiştir.

Allen ve diğeri (2015) süt inekleri ile yaptıkları bir çalışmada sıcak stresi koşullarının ineklerin rektal sıcaklığına ve davranışlarına etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar SNİ'nin 72'nin üzerinde olduğu şartlarda ineklerin rektal sıcaklığının ve ayakta kalma sürelerinin arttığını belirtmiştir.

Kendall ve diğeri (2006) hayvanların yüksek çevre sıcaklığın etkisi ile gölgelik alanlara yöneldiğini belirtmiştir.

Sıcak stresi ineklerde beslenme davranışlarını da etkilemektedir. Artan çevre sıcaklığının beslenme üzerine en önemli etkisi düşen KMT ile görülmekle birlikte bir diğer önemli etki ise ineklerin yem seçmeye başlaması olduğu bildirilmektedir (Miller-Cushon ve diğeri, 2019). Termonötral aralıkta süt ineklerinde herhangi bir stres faktörü yoksa bu davranış görülmezken sıcak stresi altındaki inekler toplam karışım rasyonunda (TKR) özellikle büyük kaba yem parçacıklarını ayırmakta ve tüketmek istememektedir (DeVries ve



diğerleri, 2005). Yapılan bir başka çalışmada (Akçay, 2006) yine sıcak stresinde (SNİ >76) artık yemlerde NDF ve ADF oranının arttığı belirtilmiştir.

## 2.2. Probiyotikler

Yararlı mikroorganizmaların insanlar tarafından tarımda ve beslenmede kullanımı yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. Yoğurt, peynir, kefir gibi fermente ve geleneksel ürünler dünyanın birçok bölgesinde tüketilmektedir. Yirminci yüzyılın başında Rus bilim adamı Elie Metchnikoff 1907 yılında laktik asit bakterilerin sağlığa yararlarını ve uzun ömürlülüğü desteklediğini belirterek probiyotikleri takdim etmiştir (Vohra ve diğerleri, 2016).

Probiyotikler ilk olarak diğer mikroorganizmaların çoğalmasını uyaran maddeler olarak tanımlanmıştır. İlk olarak Lilly and Stillwell (1965) tarafından kullanılan ‘probiyotik’ terimi Yunancadan köken almakta ve ‘yaşam için’ anlamına gelmektedir (Gismondo ve diğerleri, 1999). Parker (1974) probiyotikleri ince barsak mikroflorasının dengelenmesine katkı sunan organizmalar ve maddeler olarak tanımlamıştır. Parker’ın tanımında bulunan ‘maddeler’ terimini eleştiren Fuller (1989) probiyotikleri konağın barsak florasını geliştirerek yararlı etkilerini gösteren canlı mikrobiyal yem katkıları olarak belirtilmiştir. Food and Agriculture Organization (FAO, 2002) yılında yaptığı tanımlamada ise probiyotikleri ‘yeterli miktarda bulunduğu konağın sağlığını olumlu yönde etkileyen canlı mikroorganizmalar’ olarak tanımlamıştır.

Son çeyrek yüzyıldır tüketiciler özellikle hayvansal ürünlerde gıda güvenliğini, kalitesini ve çevre sağlığı konularını daima gündemde tutmuştur. Hayvan sağlığını korumak, hayvansal ürünlerin miktarını ve kalitesini artırmak için sindirimi iyileştiren antibiyotiklerin yem katkı maddesi olarak kullanılmasının yasaklanması ile araştırmacılar aynı etkiyi gösterebilecek biyolojik maddeler üzerinde durmuştur (Chaucheyras-Durand ve Durand, 2010).

Bu ihtiyacı karşılamak için yem katkı maddeleri geliştirilmiş hayvanlarda hem sindirimini ve ürün verimliliğini artırmak hem de sindirim kanalında patojenler ile mücadele amaçlanmıştır (Yirga, 2015). Probiyotiklerin çalışma mekanizmaları gereği bir yandan verim performansı artıracığı bir yandan da kemoterapötiklere ve farmasötiklere alternatif olabileceği belirtilmiştir (Vohra ve diğerleri, 2016).

## 2.2.1. Ruminantlarda Probiyotiklerin Kullanımı ve Etkileri

Ruminantlarda bakteri, protozoa, mantar ve maya içeriği (Tablo 6) ile rumen, hidrolitik ve fermantatif sürecin merkezini oluşturmaktadır. Ruminantlarda yemlerin sindirilebilirliğini artırmak ve performansını geliştirmek için rumen ortamında sindirim basamaklarının manipüle edilebileceği bildirilmiştir (Patra, 2012). Mikroorganizmalar tüketilen yemlerde besin maddesi sindiriminde rol almakla birlikte hayvanın enerji ihtiyacını karşılama, zehirli maddelerin detoksifikasyonu ve patojen mikroorganizmaların elimine edilmesi gibi önemli görevleri de vardır (Vohra ve diğerleri, 2016).

CMK probiyotik olarak ruminant beslemede kullanılmaktadır. Bilinen 100'den fazla suşu olan ve *Saccaromyces cerevisiae* süt ineklerinin beslenmesi yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Guedes ve diğerleri, 2008).

Ruminant rasyonlarına CMK ilavesi ile rumende toplam bakteri, selüloolitik bakteri ve proteolitik bakteri sayılarını artırdığı bildirilmiştir (Patra, 2012)

**Tablo 6.** Rumen mikroorganizma kompozisyonu (Vohra ve diğerleri, 2016)

Mikroorganizma	Mikroorganizma/ml rumen sıvısı	Mikroorganizma türleri
Bakteri	$10^{10}$ - $10^{11}$	<i>Eubacterium</i> , <i>Propionibacterium</i> , <i>Bifidobacterium</i> , <i>Lachnospira</i> , <i>Ruminococcus</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Peptostreptococcus</i> ve <i>Streptococcus</i> , <i>Fibrobacter</i> , <i>Ruminobacter</i> , <i>Prevotella</i> , <i>Succinivibrio</i> , <i>Selenomonas</i>
Arke	$10^8$ - $10^9$	<i>Methanobacterium formicicum</i> <i>Methanobacterium bryantii</i> , <i>Methanobrevibacter ruminantium</i> , <i>Methanobrevibacter millerae</i> , <i>Methanobrevibacter olleyae</i> , <i>Methanomicrobium mobile</i> , <i>Methanoculleus olentangyi</i>
Protozoa	$10^5$ - $10^6$	<i>Entodiniomorphs</i> ( <i>Entodinium</i> , <i>Epidinium</i> <i>Eudiplodinium</i> , <i>Polyplastron</i> ), <i>Holotrichs</i> ( <i>Isotricha</i> , <i>Dasytricha</i> ) <i>Flagellates</i> ( <i>Trichomonas</i> , <i>Chilomastix</i> )
Rumen mantarı	$10^3$ - $10^4$	<i>Neocallimastix</i> , <i>Piromyces</i> , <i>Caecomyces</i> , <i>Orpinomyces</i> ve <i>Anaeromyces</i>

Probiyotik etkilerini rumende bulunan selülitik ve laktolitik bakterilerin aktivitelerini ve çoğalmalarını uyararak gösteren mayalar (Öztürk, 2008), malik asit, kısa zincirli peptidler, amino asitler, karbonik asitler, vitaminler ve lipid bileşikleri üreterek (Kocaoğlu Güçlü ve Kara, 2009) ve rumendeki oksijeni tüketerek anaerobik bakterilerin gelişimlerini uyarırlar (Chen ve diğerleri, 2013).

### ***Canlı Maya Kültürlerinin Rumen pH'sı Üzerine Etkisi***

CMK, B vitamini (biotin dahil), p-aminobenzoik asit, peptidler, organik asit ve amino asit üreterek, *Selenomonas ruminantium* ve *Megasphaera elsdeni* gibi laktik asit kullanan rumen bakterilerinin çoğalmalarını uyardıkları belirtilmiştir (Rossi ve diğerleri, 2004; Nagaraja, 2019).

Chaucheyras-Durand ve diğerleri (1996) yaptığı çalışmada *Saccharomyces cerevisiae*'nin (LEVUCCELL®SC, CNCM 1-1077, Pasteur Institute), rumende laktik asit metabolizmasına etkisini incelemiştir. Araştırmacılar maya kültürü hücrelerinin *Streptococcus bovis* çoğalmalarını desteklediği, bu bakterinin ise glikozu kullanarak ortamdaki fermente olabilen şekeri dolayısıyla laktik asidi düşürdüğünü gözlemlemiştir. Benzer olarak, herhangi bir asidoz durumu bulunmayan ineklerde rasyona maya kültürü ilavesinin rumen pH ortalamalarını artırdığı bildirilmiştir (Guedes ve diğerleri, 2008).

Lila ve diğerleri (2004) yaptığı *in vitro* denemede farklı dozlarda (0, 0.33, 0.66, 0.99 ve 1.32 g/L) *Saccharomyces cerevisiae* katısının toplam UYA üretimini artırdığını ve laktik asit konsantrasyonu ise düşürdüğünü gözlemlemiştir. Robinson (2010) tarafından yapılan metaanalizde *Saccharomyces cerevisiae* kullanılan 14 denemenin sonuçlarını derlemiş; rumende pH yükselmesi (6,36'dan 6,46'ya), laktik asit konsantrasyonunun düşmesi (-%8,1), toplam UYA artması (+%5,4) görüldüğü belirtilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada (Emmanuel ve diğerleri, 2007) ise *in vitro* *Saccharomyces cerevisiae* ( $6 \times 10^{10}$ /gün) uygulamasının rumen pH ve besin maddesi sindirilebilirliklerini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir.

Yüksek konsantre yem içeren rasyona adaptasyon sürecindeki koyunlarda rasyona 5g/gün *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin laktik asit birikimini ve rumen redoks potansiyelini önemli derecede ( $P < 0,001$ ) düşürdüğü belirtilmiştir. (Marden ve diğerleri, 2008).

Throne ve diğerleri (2009) 0,5/g/gün *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin süt ineklerine etkilerini incelediği denemede gün içinde değişen rumen pH düzeyi ortalamalarının

yükseldiğini saptamıştır. Yapılan bir metaanaliz çalışmasında (Desnoyer ve diğerleri, 2009) ise rasyona CMK ilavesinin ruminal pH (+0.03) ve rumen UYA (+2.17 mM) konsantrasyonunu artırdığı, laktik asit (-0.9 mM) konsantrasyonunu ise düşürme eğiliminde olduğu belirtilmiştir.

#### ***Canlı Maya Kültürlerinin Rumen Anaerobik Ortamına Etkisi***

Rumen mikroorganizmaları anaerobiktir. Konağın enerji metabolizmasının desteklenmesi için rumende fermantasyon süreçlerin sağlıklı yürümesi ortamın oksijensiz olduğu durumda mümkündür. Aerobik olan maya kültürleri tüketilen yemlerin yıkımı sonrası açığa çıkan oksijeni kullanarak rumen ortamının anaerobik olmasını sağlar (Jouany, 2006).

#### ***Canlı Maya Kültürlerinin Rumen Protozooları Üzerine Etkisi***

Brossard ve diğerleri (2006) maya kültürleri ve protozoa popülasyonu ve ruminal pH arasında korelasyon olduğunu bildirmiştir. Asidoz olan süt sığırlarında rasyona *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin protozoa popülasyonunu ve pH'sı artırdığı belirtilmiştir. Maya kültürleri *Entodiniomorphid* gibi rumen ciliatalarının çoğalmasını, onların besin maddesi ihtiyaçlarını ve oksijensiz ortamı sağlayarak uyarırlar (Chaucheyras-Durand ve Fonty, 2002).

CMK etkisi ile çoğalması artan protozoolar aşağıdaki adımları uygulayarak ruminal pH'nın yükselmesine katkı sağlamaktadır:

- *Entodiniomorphs* hem laktik asidi kullanır hem de glikozu kullanan *Streptococcus bovis* çoğalmasına katkı sağlar (Newbold ve diğerleri, 1987).
- Nişasta granüllülerini fagositere ederek fermantasyon işlemini yavaşlatır (Williams ve Coleman, 1988).
- Rumen bakterilerini fagositere eder (Brossard ve diğerleri, 2006).

#### ***Canlı Maya Kültürlerinin Selüloz Sindirimi Üzerine Etkisi***

Rumende bulunan mikroorganizmalar her ne kadar güçlü şekilde çalışsa da selüloz içeriği yüksek yemlerin sindirilmeyen kalıntıları göz ardı edilmeyecek kadar fazladır. Bunun sebebi biyokimyasal ve fiziksel bariyerler olduğu gibi enzimlerin girişini engelleyen selüloz, hemiselüloz, lignin ve diğer besin maddelerinin arasındaki güçlü bağlardır (Vohra ve diğerleri, 2016).

CMK'nın selüloz sindirimini iyileştirdiğini belirten çok sayıda çalışma mevcuttur (Wohlt ve diğerleri, 1988; Guedes ve diğerleri, 2008; Marden ve diğerleri, 2008). CMK selüloz sindirimini geliştirme sürecinin ana mekanizması fibrolitik bakterilerinin sayısının ve

aktivasyonun artmasıdır (Wallace ve Newbold, 2007) *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* ve *Butyrivibrio fibrosolvens* gibi selülitik bakterlerinin fermantasyon aktivitesinin rasyona  $4 \times 10^9$ /gün *Saccharomyces cerevisiae* ilavesi ile arttığı bildirilmektedir (Mosoni ve diğerleri, 2007). Guedes ve diğerleri (2008) düşük kaliteli mısır silajının ağırlıklı olduğu bir rasyona 1 g/gün  $1 \times 10^9$  *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin selüloz sindirimini %24 iyileştirdiğini belirtmektedir.

Süt inekleri ile yapılan bir çalışmada rasyona 90 g/gün canlı maya kültürü (CMK) ilavesinin KM ve hemiselüloz sindirilebilirliğini artırdığı belirtilmiştir (Weidmeir ve diğerleri, 2007).

Plata ve diğerleri (1994) yaptığı çalışmada düve rasyonlarına 10 g/gün CMK (*Saccharomyces cerevisiae*) ilavesinin NDF sindirilebilirliğini artırdığını tespit etmiştir.

Holstein düveler ile yapılan bir başka çalışmada ise rasyona 10 g/gün maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*) katılmasının KM, NDF ve HP sindirilebilirliğini artırdığını belirtilmiştir (M.L. Roa ve diğerleri, 1997).

Doreau ve Jouany (1998) süt sığırları rasyonlarına  $6 \times 10^8$  kob/g *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin toplam veya ruminal sindirilebilirliklerde önemli bir etkisinin görülmediğini bildirmiştir.

Enjabert ve diğerleri (1999) kuru dönemdeki ineklerde yaptığı bir çalışmada KM, NDF ve ADF sindirilebilirliklerinin 50 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinden etkilenmediğini belirtmiştir.

Sütçü düveler ile yapılan bir çalışmada rasyona 5 g/gün maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*) ilavesinin kontrol grubuna göre günlük canlı ağırlık artışını (CAA) artırdığı ve OM, HP, NDF, ADF sindirilebilirliğini iyileştirdiği belirtilmiştir (Ghazanfar ve diğerleri, 2015)

### ***Canlı Maya Kültürlerinin Rumende Metan Üretimine Etkisi***

Küresel ısınmanın baş sorumlularından biri olarak görülen sera gazları salınımının artması son yıllarda büyük endişeye neden olmaktadır. Tüketilen enerjinin %2-12'sini metan olarak atan ruminantlar toplam atmosferik metanın %15-20'sini üretirler (Vohra ve diğerleri, 2016). Araştırmacılar hem yemden alınan enerjiyi daha verimli kullanmak hem de çevreye olan olumsuz etkisini sınırlamak için metan üretimini düşürecek beslenme stratejileri aramaktadır.

Yapılan *in vitro* bir çalışmada 48 saat rumen mikroflorasında inkubasyona kuru yonca otu ile bırakılan *Saccharomyces cerevisiae*'nin (0,73 g/L) metan üretimini %20 düşürdüğü gözlemlenmiştir (Lynch ve Martin, 2002).

Lila ve diğerleri (2004), Holstein düvelerde yaptığı *in vitro* çalışmada kuru ot ve konsantre yem içeren rasyona 0.33, 0.66, 0.99 ve 1.32 g/L ( $5 \times 10^9$  kob/g) *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin metan üretimini düşürdüğünü belirtmiştir.

Koyunlarda yapılan bir başka çalışmada 4 g/gün *Trichosporon sericeum* içeren yem katkı maddesinin rasyona ilavesi ile metan üretiminin %10 düştüğü gözlemlenmiştir (Mwenya ve diğerleri, 2004).

### **2.2.2. Canlı Maya Kültürlerinin Süt Sığırlarının Verimi Üzerine Etkileri**

Canlı maya kültürlerinin rasyonlarda kullanımı ile ruminantların performansını pozitif yönde etkilediğini gösteren birçok araştırma mevcuttur. CMK'nin rasyonlarda etkilerini göstermede doz, rasyon kompozisyonu, fiziksel şartlar, sağlık durumu, stres varlığı gibi etmenler rol oynamaktadır.

Erasmus ve diğerleri (1992) 6 adet rumen kanüllü süt sığırı ile yaptığı çalışmada rasyona 10 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* katkısının KMT'ni artırdığını, süt verimini ise artırma eğiliminde olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar maya kullanımı ile rumen sıvısında laktik asit konsantrasyonunun düştüğünü (1,93 mmol/l'den 1,73 mmol/l'ye) de belirtmiştir. Yoon ve Stern (1996) %50-50 kaba/konsantre yem içeren rasyonlarda 57 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* kullanımının süt ineklerinde OM ve HP sindirilebilirliğini artırdığını belirtmiştir.

Çakıroğlu ve diğerleri (2010), 10 adet Jersey süt sığırında 10 g/gün ( $1 \times 10^8$  kob/g) *Saccharomyces cerevisiae* kullanımı ile laktasyon piki periyodunun uzadığını, günlük KMT ve süt veriminin ise etkilenmediğini bildirmiştir.

Holstein ırkı 545 süt ineği ile yapılan çalışmada rasyona günlük 57 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* katkısının süt verimini 0,90 kg/gün artırdığını ve süt yağını ise düşürdüğünü (%3,66'dan %3,55'e) saptamıştır (Shaver ve Garrett, 1997).

Wohlt ve diğeri (1998) erken laktasyondaki süt sığırı rasyonlarına 20 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* katkısının KMT'ni (1,2 kg/gün) ve %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimini (DSV) (+3,9 kg/gün) arttırdığını bildirmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada rasyona *Saccharomyces cerevisiae* eklenmesinin süt verimini, sütün proteini ve laktozu düzeyini artırma eğiliminde olduğu ve bunun selüloz sindirimindeki iyileşme nedeni ile olabileceği bildirilmiştir (Bitencourt ve diğeri, 2011). Benzer etkiler (maya kullanımı ile süt veriminde artma) süt inekleri, süt keçileri ve koyunlar ile yapılan birçok çalışmada gözlemlenmiştir (Stella ve diğeri, 2007; de Ondarza ve diğeri, 2010).

Robinson ve Erasmus (2009) yaptıkları meta analiz çalışmasında rasyona CMK katkısının KMT'ni %1,8; süt verimini %3; süt yağını ise %4,4 artırdığını belirtmiştir.

Ramsing ve diğeri (2009) 66 adet süt sığırı ile yaptığı bir çalışmada geçiş döneminde rasyona 57-227 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin KMT ve süt verimini önemli derecede ( $P<0,01$ ) artırdığını, süt yağını ise artırma eğiliminde olduğunu bildirmiştir.

Süt inekleri ile yapılan başka çalışmada (Bayat ve diğeri, 2015) ise %50-50 kaba/konsantre yem içeren rasyona  $1 \times 10^{10}$  kob/g *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin herhangi bir performans parametresini etkilemediği belirtilmiştir.

El-Waziry ve İbrahim (2007), kuru çayır otu ağırlıklı rasyonlara 22,5 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin KM, NDF ve ADF sindirilebilirliğini artırırken 11,25 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin aynı parametreler üstüne etki etmediğini belirtmiştir.

Subakut ruminal asidoz indüklenmesi yapılan ineklerde günlük 14 g *Saccharomyces cerevisiae* katkısının süt yağını artırdığı (%2,71'den %2,96'ya kadar) tespit edilmiştir (Li ve diğeri, 2016).

Erken laktasyondaki süt inekleri ile gerçekleştirilen bir çalışmada ise 56 g/gün *Saccharomyces cerevisiae*'nin rasyona katılması ile KMT'nin değişmediği, ancak süt veriminin ve DSV'nin arttığı açıklanmıştır (Nocek ve diğeri, 2011).

Seksen adet orta laktasyon döneminde süt ineği rasyonlarına iki ayrı miktarda (5 ve 19 g/gün) *Saccharomyces cerevisiae* içeren CMK katılan bir çalışmada günde 19 g maya ilavesinin KM tüketimini etkilemediği, ancak ve süt verimini (+0,3 kg/gün) artırdığı tespit edilmiştir (Acharya ve diğeri, 2017).

Süt inekleri ile 4x4 Latin kare deseninde yapılan çalışmada günlük 15 g maya kültürü ilavesinin KMT değiştirmezken, süt verimini (3,3 kg/gün) ve süt yağını (0,14 kg/gün) arttırdığı belirtilmiştir (Dias ve diğerleri, 2017).

Düşük kaliteli kaba yemler ile beslenen süt ineklerinde *Saccharomyces cerevisiae* etkisini inceleyen araştırmacılar günlük 0, 60, 120 ve 180 g/gün CMK kullanmıştır. Rasyona CMK ilavesinin KMT'ni önemli derecede etkilemediği, ancak rumen UYA miktarını arttırdığı tespit edilmiştir (Zhu ve diğerleri, 2016).

Geçiş döneminde süt ineklerinde yapılan çalışmada ise rasyona 4 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* ilavesi ile ovarium aktivitesinin arttığı, kanda östrodiol ve progesteron seviyesinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Nasiri ve diğerleri, 2018).

Erken laktasyondaki süt sığırlarında yapılan bir araştırmada günlük  $5 \times 10^{10}$  kob/g CMK (*Saccharomyces cerevisiae*) eklenmesi ile süt veriminin %4 arttığı, rumen pH ve asetat oranının ise yükseldiği bildirilmiştir (Kumprechtová, 2019).

Süt sığırlarında erken laktasyon gibi metabolik stresin yüksek olduğu şartlarda yapılan çalışmada peripartum dönemde 24 g/gün *Saccharomyces cerevisiae*'nin rasyona ilavesi doğum sonrası kanda esterleşmemiş yağ asidi seviyesini düşürdüğü, kan glikoz seviyesini ise yükselttiği belirtilmiştir (Ahmad ve diğerleri, 2019).

### **2.2.3. Canlı Maya Kültürlerinin Süt Sığırlarında Sıcak Stresinde Kullanımı**

Yüksek çevre sıcaklığının süt ineklerinde verim düzeyine ve fizyolojik parametrelere etkilerini önlemek için uygulanan beslenme stratejilerinden biri de rasyonlara CMK katkısıdır. Araştırmacılar rasyona CMK ilavesinin sıcak stresinde ruminantlarda özellikle rumen performansını iyileştirebileceğini düşünmektedir. Bu bölümde sıcak stresi şartlarında süt ineği rasyonlarına CMK katkısına ilişkin yapılan araştırmaların verim ve bazı fizyolojik parametrelere üzerine etkilerine ilişkin sonuçları aktarılmıştır.

Sıcak stresi koşullarında (28-33 °C) laktasyon ortasında 60 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin etkileri izlenmiştir. Rasyon kompozisyonunun %50-50 kaba/konsantre yem olduğu çalışmada KMT ve süt verimi benzer bulunurken, üretilen süt miktarına göre tüketilen yem miktarının CMK eklenen grupta %7 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Schingoethe ve diğerleri, 2004).



Süt inekleri (23 adet) ile yapılan bir çalışmada (Shwartz ve diğerleri, 2009) rasyona 10 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* katkısının hem termonötral hem de sıcak stresi (29,4 - 37,8 °C) koşullarında etkileri gözlemlenmiştir. Termonötral koşullarda etkisi görülmeyen maya ilavesinin sıcak stresinde rektal sıcaklıkta önemli ( $P<0,05$ ) bir düşme meydana getirdiği, ancak sıcak stresinin negatif etkilerini önlemede yetersiz kaldığı belirtilmiştir.

Moallem ve diğerleri (2009) sıcak stresi şartlarında ( $SNİ=79$ ) yaptığı çalışmada 42 adet süt ineğinin rasyonuna 6 g/gün/hayvan *Saccharomyces cerevisiae* içeren CMK ilave etmiştir. Araştırmacılar KMT, SV, DSV ve rumen pH seviyesinin rasyona CMK katılması ile arttığını, ancak rumen amonyak seviyesinin kontrol grubunda daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Sıcak stresi ( $SNİ>72$ ) koşullarında yapılan bir başka çalışmada (Bruno ve diğerleri, 2009) ise rasyona 30 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* katkısının süt verimini (+1,2 kg/gün), süt proteinini ve süt kuru maddesini artırdığı belirtilmiştir. KMT ile rektal sıcaklığın CMK kullanımından etkilenmediği gözlemlenmiştir.

Süt inekleri ile yapılan bir çalışmada  $SNİ$  68'in üstünde olduğu şartlarda günlük  $30 \times 10^{10}$  kob/g *Saccharomyces cerevisiae* katkısı ve %45 kaba yem içeren rasyonla beslemede süt verimi (+1,3 kg/gün) ve kalitesinin arttığı, KMT ve sindirilebilirliğin ise etkilenmediği gözlemlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca rumende laktik asit ve butirik asit miktarının azaldığını, diğer organik asitlerin ve pH'nın etkilenmediğini bildirmiştir (Salvati ve diğerleri, 2015).

Sıcak stresi altındaki ( $SNİ>72$ ) düve rasyonlarına 10g/gün *Saccharomyces cerevisiae* ilavesi ile rektal sıcaklık ve kalp atım hızının kontrol grubuna göre önemli derecede ( $P<0,01$ ) daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (Purwar ve diğerleri, 2017).

Yapılan bir çalışmada düve rasyonlarına 3 g/gün ( $6 \times 10^{10}$  kob/gün) *Saccharomyces cerevisiae* katkısının sıcak stresinde (35 °C) KM sindirilebilirliğini artırdığı (%75,3'ten %77,1'e kadar) belirlenmiştir. Aynı çalışmada termonötral şartlarda maya kullanımı ile ruminal pH'nın arttığı (5,57'den 5,81'e kadar) görülürken sıcak stresi koşullarında bu etkinin saptanamadığı belirtilmiştir (Crossland ve diğerleri, 2018).

Sıcak stresi koşullarında ( $SNİ$  68 ve üstü) süt ineklerinde yapılan çalışmada (Dias ve diğerleri, 2018) araştırmacılar rasyona 15 g/gün *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin rektal sıcaklık ve solunum sayısını düşürdüğünü belirtmiştir. Süt veriminin maya ilavesinden etkilenmediği bu çalışmada tüketilen KM miktarına göre üretilen süt miktarı maya kullanımı

ile artmıştır. Araştırmacılar rasyona CMK ilavesinin plazma niyasin seviyesini artırdığını belirtmiştir.

Erken laktasyonda 60 adet süt ineği ile yapılan bir çalışmada (Perdomo ve diğerleri, 2020) üç grubun rasyonlarına günlük 0, 0.5 ve 1 g *Saccharomyces cerevisiae* ilave edilmiştir. Deneme boyunca SNI'nin 73-81 olduğu ve KMT tüketimi ile rektal sıcaklığın etkilenmediği belirtilmiştir. Süt verimi, NDF ve HP sindirilebilirliğinin rasyona katılan CMK düzeyinin artışı ile paralel olarak yükseldiği, ayrıca akut faz proteinlerinin ise seviyesinin düştüğü gözlemlenmiştir.

### 2.3. Süt Sığırı Rasyonlarında Parçacık Büyüklüğü

Bitki hücre duvarının yapısal polimerleri olarak tanımlanan liflerin yapısında karbonhidratlar (selüloz, hemiselüloz, pektin, galaktan, zamk ve müsilağ), lignifiye azotlu maddeler, polifenoller ve mineraller bulunmaktadır. Selüloz hücre duvarının ana yapısal elementidir ve glikozların uzun zincirli  $\beta$  bağı ile form almaktadır. Bu bağlar memelilerin sindirim enzimlerine dayanıklı iken rumende bulunan selülotik bakterilerin salgıladıkları enzimler tarafından yıkımlanabilir. Bunlar, hemiselüloz, ksiloz, galaktoz ve mannozdan oluşan kompleks karbonhidrat polimerleridir. Bitkisel yem hammaddelerinde kuru maddede %2-12 oranında bulunan lignin ise fenil propanoid yapıdadır ve sindirilmez (Carta, 2010).

Selüloz, ruminant rasyonlarının ana bileşeni olarak gösterilmektedir. Yemler ile alınan selüloz, rumenin fizyolojisi ve uygun fonksiyonu için gerekmektedir. (Aghsaghali ve Maheri-Sis, 2011). Selüloz 'sindirilemeyen, yavaş ya da eksik sindirilen ve gastrointestinal bölümde yer işgal eden besin maddesi fraksiyonu' olarak da tanımlanabilir (Mertens ve diğerleri, 1992). Besin maddesi olarak ise hem mekanik hem de kimyasal olarak sindirime katkı da bulunmaktadır. Mekanik olarak çiğnemeyi ve pasaj hızını düzenleyen ham selüloz bileşenleri kimyasal olarak ise enzimatik sindirime uğrayarak fermantasyon sürecine katılmaktadır (Carta, 2010).

Ruminant rasyonlarında ham selüloz (HS), NDF ve ADF olarak tanımlanmaktadır. ADF, selüloz ve lignini içermektedir ve ADF konsantrasyonu ham selülozun tüketiminden daha çok sindirilebilirliği ile ilişkilendirilir (Van Soest, 1965; Mertens, 1997). NDF, selüloz, hemiselüloz ve lignini içermektedir ve ADF ile HS'e göre yemlerin hacmi ve çiğnemeyi uyarması ile ilişkilendirilir (Mertens, 1997).

Ruminant rasyonlarında ham selüloz içeriğini belirtmede çoğunlukla NDF tanımı kullanılması ile NDF ve ADF terimleri rasyonda ham selülozu tanımlamada yetersiz olduğu belirtilmiştir. Bunun nedeni ise ruminantlarda lifin kaba fiziksel formunun da belirtilmesi gerekliliğinden kaynaklanmaktadır. Ruminant beslemede ‘fiziksel etkin lif’ olarak tanımlanan lifin kaba fiziksel formunun çiğneme ve ruminal aktivite üzerine önemli etkileri mevcuttur. Fiziksel etkin NDF (peNDF) çiğnemeyi uyaran selüloz fraksiyonu olarak tanımlanmıştır ve yemlerin parçacık büyüklüğü ile ilişkilendirilmiştir (Mertens, 1997). Tablo 7’de ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan bazı yem hammaddelerinin peNDF içerikleri belirtilmiştir.

Kaba yemlerde hücre duvarının %40-45’i, toplam kuru maddenin ise %15-40’ı selülozdan, yine toplam KM’nin %12-25’i hemiselülozdan olmaktadır. Kaba yemlerde parçacık büyüklüğünün optimizasyonu süt sığırı beslemede önemli noktalarından biridir. Kaba yemlerde parçacık büyüklüğünün düşük olması pasaj hızının artmasına, çiğneme sayısının düşmesine neden olabilir (Mertens, 1997). Yine küçük ve/veya ince parçacık büyüklüğü de rumen pH’sının, selüloz sindiriminin, yem tüketiminin ve yemden yararlanmanın düşmesine neden olabilir (Tafaj ve diğerleri, 2005). Bununla birlikte parçacık büyüklüğünü uygun boyutta küçültmek rumende fibrolitik bakteriler için yüzey alanını daha da genişleteceği için ruminal sindirimi iyileştirecektir (Kononoff ve Heinrichs, 2003a). Süt ineği rasyonlarında düşürülen parçacık büyüklüğü (peNDF %21,4’ten %16,8’e düşürülmesi) ile yem tüketiminde artma (300 g/gün/hayvan) meydana gelmektedir (Stojanovic ve diğerleri (2012).

**Tablo 7.** Bazı yem hammaddelerinin etkin NDF düzeyleri

<b>Yem Ham maddesi</b>	<b>%NDF (KM)</b>	<b>%peNDF (KM)</b>	<b>Kaynak</b>
Yonca kuru otu	45	35,9	Kahyani ve diğerleri, 2013
Kuru çayır otu	65	63,7	Biricik ve Gençoğlu, 2018
Mısır silajı	41	25	Parish, 2007
Mısır (Öğütülmüş)	9	4,3	Biricik ve Gençoğlu, 2018
Pamuk tohumu küspesi	28	10	Parish, 2007
Buğday kepeği	35	1	Parish, 2007

Çiğneme sayısı, ruminal pH, yem tüketimi ve süt yağ oranı peNDF'in etkilerini belirlemede yardımcı olabilmektedir. (Kononoff ve diğerleri, 2003). NDF'nin kimyasal kompozisyonu içine peNDF'in dahil edilmesi ile rumen ortamının istenen değişimlerinin oluşturulmasında daha etkili olmuştur (Zebelia ve diğerleri, 2006).

### ***Rasyon Parçacık Büyüklüğünün Rumen pH'sı Üzerine Etkisi***

Yapılan birçok çalışmada (Fernandez ve diğerleri, 2004; Beauchemin ve Yang, 2005), peNDF ile ruminal pH arasında herhangi bir etkileşimin olmadığı belirtilmesine karşın, bu etkinin olduğunu gösteren farklı literatür bildirişleri (Krause ve diğerleri, 2002; Beauchemin ve diğerleri, 2003) de yapılmıştır.

Grant ve diğerleri (1990a) uzun parçacık büyüklüğüne sahip rasyonların ruminasyonu uyardığını, tükürük salgısını artırdığını ve böylece rumeni tamponlama kapasitesinin yükseldiğini bildirmiştir. Ayrıca NÖM'e göre daha yavaş fermantasyona uğrayan selülozun, rumende pH düşme hızını dengelediği belirtilmiştir (Grant, 1997).

Sekiz adet Holstein süt sığırı ile yapılan bir çalışmada (Krause ve diğerleri, 2002) rasyona giren yonca kuru otunun parçacık büyüklüğü ince ve kalın olmak üzere ayrılmıştır. Araştırmacılar rasyonda parçacık büyüklüğünün düşmesi ile ortalama rumen pH'sının 6,02'den 5,83'e düştüğünü saptamıştır. Ayrıca çalışmada parçacık büyüklüğünün düşmesi ile gün içinde rumende görülen en düşük pH konsantrasyonun da azaldığı (5,66'dan 5,47'ye) tespit edilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada (Beauchemin ve diğerleri, 2003), ise süt ineklerine verilen %60-40 konsantre/kaba yem oranlarına ve iki farklı peNDF (%26 ve %20) düzeylerine sahip rasyonlar oluşturulmuştur. KMT ve SV'nin etkilenmediği çalışmada düşük peNDF oranına sahip rasyon ile beslenen ineklerde rumen pH konsantrasyonunun önemli derecede ( $P<0,05$ ) düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yem tüketim zamanının etkilenmediği araştırmada rasyon parçacık büyüklüğüne paralel olarak ruminasyon süresi de düşmüştür.

### ***Rasyon Parçacık Büyüklüğünün Kuru Madde Tüketimine Etkisi***

Waldo (1986) ruminantlarda NDF'nin günlük KMT miktarını etkileyen tek etmen olduğunu bildirmiştir. Ancak Allen (1996), NDF'nin yemin doyurucu etkisini gösteren tek parametre olarak kullanılmasının doğru olmadığını, ruminantlarda doyumun rasyon parçacık büyüklüğüne, pasaj hızına ve NDF sindirilebilirliğine de bağlı olduğunu belirtmiştir.

Kaba yemlerin ve TKR'nin parçacık büyüklüğünün yem tüketimi üzerine etkilerinin tam netleşmediğini gösteren farklı sonuçların elde edildiği çalışmalar mevcuttur. Rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi ile genelde KMT'ni artırmıştır ve elbette bu durum rasyonun parçacık büyüklüğünün ne ölçüde düşürüldüğüne ve kaba yemin sindirilebilirlik düzeyine bağlıdır (Kusmartono ve diğerleri, 1996). Rasyon parçacık büyüklüğü, rumende pasaj hızını ve yemlerin sindirilebilirliğini etkilemektedir. Kaba yem parçacık büyüklüğü uzun olan rasyonlarla beslemede tüketilen KM miktarı düşmüş ve ruminasyon süresi uzamıştır (Van Soest, 1984).

Rasyonda parçacık büyüklüğünün düşmesi ile rumen hacimsel dolgunluk düzeyinin azaldığı ve pasaj hızının arttığı bildirilmiştir. KMT'deki artışın bu neden ile olabileceği belirtilmektedir (Mc Donald 1991; Allen, 2000).

Keçiler ile yapılan bir çalışmada ise (Jang ve diğerleri, 2017) peNDF konsantrasyonları farklı (%23,85-21,71-16,22) olan rasyonlar hazırlanmış, KMT ve günlük CAA'nın rasyon parçacık büyüklüğünden etkilenmediği belirtilmiştir.

Kononoff ve Heinrichs (2003b) rasyonda parçacık büyüklüğünün düşmesi ile süt ineklerinde KM tüketiminin arttığını ve UYA konsantrasyonu ile KM sindirilebilirliği üzerine daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemiştir.

Shaver ve diğerleri (1988) ve Beauchemin (2007) süt ineklerinde düşük kaliteli ve yüksek lif içeren rasyonların parçacık büyüklükleri düşürüldüğünde KMT'ni önemli derecede ( $P<0,01$ ) artırdığını belirtmiştir.

Süt ineklerinde dört farklı peNDF (kuru maddede %30,35 - 29,43 - 29,26 - 28,29) oranına sahip rasyonlar ile yapılan denemede, parçacık büyüklüğünün düşmesi ile KMT düzeyinin değişmediği, ancak NDF tüketiminin arttığı bildirilmiştir. Araştırmacılar peNDF düşmesi ile süt veriminin arttığını, süt yağ düzeyinin düştüğünü gözlemlemiştir (Stojanovic ve diğerleri, 2012).

### ***Rasyon Parçacık Büyüklüğünün Çiğneme Aktivitesi Üzerine Etkisi***

Rasyonda peNDF çiğnemeyi ve ruminasyonu uyaran NDF olarak görülmektedir. Rasyonla alınan 1,18 mm'den uzun lif parçacıkları rumenden çıkmadan önce tekrar çiğnenmektedir. Bu teoriye dayanarak rasyonda 1,18 mm'den büyük parçacıkların pasaj hızını dengeleyerek ruminasyonu uyardığı söylenebilir (Poppi ve diğerleri, 1980).

Ruminantlarda çiğneme faaliyeti (ruminasyon), rasyonun parçacık büyüklüğünü düşürerek sindirimi ve pasaj hızını etkileyen ilk mekanizmadır. Çiğneme, kaba yem türünden, rasyonun kaba/konsantre yem oranından, kaba yem tüketim miktarından ve hayvanın fizyolojik durumundan etkilenmektedir (Banakar ve diğerleri, 2018). Rumenin sağlığı, rasyondaki NDF ve parçacık büyüklüğü ile çiğneme süresinin istenen düzeyde olmasından etkilenmektedir (Carta, 2010).

Grant ve diğerleri (1990b) süt sığırları ile yaptığı bir çalışmada ince kıyılmış rasyonla beslenen ineklerde parçacık büyüklüğü yüksek rasyonlara göre günlük 2,5 saat daha az ruminasyon gerçekleştiğini bildirmiştir.

Yapılan birçok çalışmada (Schwab ve diğerleri, 2002; Yang ve diğerleri, 2001; Kononoff and Heinrichs, 2003a,b) rasyonda parçacık büyüklüğünün aşırı düşmesinin (3 mm'den az) çiğneme süresini önemli derecede ( $P<0,01$ ) düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Çiğneme hareketi üretilen tükürük miktarını etkileyen en önemli fizyolojik etkidir. Fiziksel etkin lifin çiğneme hareketini artırması sonucu tükürük salgısını, rumen asetik asit oranının arttığı ve rumen pH'sının yükseldiği belirtilmiştir (Banakar ve diğerleri, 2018).

### ***Rasyon Parçacık Büyüklüğünün Süt Kalitesine Etkisi***

Süt yağı yüzdesi kolay belirlenebilen, hayvanın performansını, rasyonun peNDF düzeyini ve rumende UYA konsantrasyonu yansıtılabilen ekonomik bir faktördür. Süt sığırlarında süt yağı oranında düşme rasyonda parçacık büyüklüğünün düşmesi ile ilişkilendirilebilmektedir (Mertens, 1997). Rasyonda küçük parçacık büyüklüğü ile olumsuz etkilenen ruminal pH ve asetat/propiyonat oranı sonucunda süt yağı sentezinin öncü maddesi  $\beta$ -hidroksibutirik asit eksikliği meydana gelmektedir (O'Dell ve diğerleri, 1967).

Rasyonda parçacık büyüklüğünün düşük olmasının ilk etkisi, daha az tükürük salgısı nedeni ile ruminal pH'nın düşmesidir (Welch, 1982). Ruminal pH'nın 6'nın altına düşmesi ile mikroorganizmalar, özellikle selülotik bakteriler, olumsuz etkilenmekte ve selülozun fermentasyonu aksamaktadır (Russell ve diğerleri, 1979). Rumen pH'nın 6'nın altında olması rumende propiyonik asit seviyesini artırırken asetik asit seviyesini düşürmekte ve bu durum ise süt yağı depresyonu ile sonuçlanmaktadır (Allen 1997).

Grant ve diğerleri (1990a) yaptıkları bir çalışmada eşit miktarda (%45 KM) NDF tüketen ineklerde, parçacık büyüklüğü düşük rasyonla beslenen grupta süt yağında dramatik (%3,8'den 3,2'ye) bir düşme meydana geldiğini belirtmiştir.

Grant ve diğeri (1990b) ince öğütölmüş toplam karışım rasyonu ile beslenen ineklerde serum insölin konsantrasyonun etkilendiği, insölinin ise söt yağ sentezini etkileyerek söt yaği depresyonunda önemli rol aldığı belirtilmiştir.

Söt yaği düşmesinin önüne geçmek için tüketilen her kg KM için ineklerin 30 dk (Mertens, 1997) veya 24 dk (Woodford ve Murphy, 1988) çiğneme faaliyeti gerçekleştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Yansari (2004) peNDF %25'ten %17,2'e düşmesi ile ineklerde söt yağının %10 azaldığını belirtmiştir.

Yapılan bir çalışmada (Kaeokliang ve diğeri, 2019) söt ineği rasyonlarında peNDF değerinin rasyonda %15'ten %20'ye çıkarılmasının, söt KM'sini (%12,05'ten 13,2'ye), söt yağını (%3,75'ten 4,06'ya) ve söt proteini (%3,05'ten 3,48'e) artırdığı bildirilmiştir.

Mertens (1997), ideal çiğneme aktivitesi ve söt yaği oranını sağlamak için rasyon selöloz gereksinimini belirlemede peNDF'nin indikatör olarak kullanılabileceğini belirtmiştir (Tablo 8).

$$\text{Söt yaği \%} = 4.32 - 0.171 \times (1/\text{peNDF})$$

$$\text{Ruminal pH} = 6.67 - 0.143 \times (1/\text{peNDF})$$

Bu regresyon söt yaği ve rumen pH'sı ile ilişkili peNDF ihtiyacını belirlemeye olanak sağlamaktadır (Mertens, 1997).

**Tablo 8.** Söt sığırlarında hedeflenen söt yaği yüzdesine göre günlük peNDF ihtiyacı (Mertens, 1997)

Söt yaği	Çiğneme süresi	peNDF	Rumen	peNDF
%	dk/kg KM	% KM	pH'sı	kg/gün
3,6	3.6±1.1	25.6±0.9	6,1	5.25±0.16
3,4	27.7±2.1	22.3±0.7	6,0	4.40±0.28
3,2	22.2±3.1	19.3±1.0	5,9	3.66±0.5

### ***Rasyon Parçacık Büyüklüğünün Dışkı Kıvamına Etkisi***

Ruminantlarda dışkı, rasyon hakkında fikir verebilmektedir. Düşük selüloz içeriğine sahip veya yüksek miktarda NÖM içeren rasyonla beslenen ruminantlarda yem parçacıklarının rumenden hızlı ve sindirilmeden geçtiği ve dışkıda sindirilmeyen yem parçacıkları olduğu gözlemlenmiştir. Bu gibi durumlarda dışkının diyare olan formda olduğunu gözlemek mümkündür. Rasyonda peNDF miktarının ideal rumen sindirimi ve bağırsakta emilim için önemli bir ölçüt olduğu belirtilmektedir (Hall, 2002).

Poppi ve diğerleri (1980) rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi ile dışkıda görülen sindirilmeyen yem partikülü oranının arttığını bildirmiştir.

Yapılan bir araştırmada (Maulfair ve diğerleri, 2011) dört farklı uzunlukta kıyılmış kuru çim otu süt ineği rasyonuna KM'de %20 olacak şekilde katılmış ve rasyonların ortalama parçacık büyüklükleri sırasıyla 4,46 - 5,10 - 5,32 ve 5,84 olarak tespit edilmiştir. Rasyonlarda parçacık büyüklükleri arttıkça fekal NDF ve sindirilemeyen NDF konsantrasyonu azalmıştır. Araştırmacılar ayrıca KM sindirilebilirliğinin parçacık büyüklüğünün artmasıyla azalma eğiliminde olduğunu bildirmiştir.

#### **2.3.1. Rasyonda Fiziksel Etkin Lifin Belirlenmesi**

Son zamanlarda araştırmacılar süt sığırı rasyonlarında fiziksel etkin lifin laktasyon performansının belirlenmesinde anahtar rol oynadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle süt sığırcılığında peNDF miktarının ölçülebilmesi önemli bir noktadır. peNDF düzeyinin belirlenmesinde temel olarak çiğneme aktivitesini uyaran yemlerin parçacık büyüklüğü ve yemin NDF değeri göz önünde tutulmuştur (Mertens, 1997).

Parçacık büyüklüğünü tanımlamak için eleme tekniğini temel alan birçok matematiksel metot kullanılmıştır. Katsayı metodu (Smith ve diğerleri, 1984), yoğunluğun dağılımı (Allen ve diğerleri, 1984) ve Weilbull dağılımı (Lammers ve diğerleri, 1996) bunlara örnek gösterilebilir. ABD Tarım Bakanlığı (ASAE, 2001) tarafından da benimsenen ve eleme tabanlı parçacık büyüklüğü ölçme yolu ise lognormal dağılım metodu olmuştur.

Rasyonda peNDF'nin belirlenmesinde birçok metot önerilmiştir. Bunların bir kısmı hayvanlarla yapılan spesifik denemeleri kapsarken bir kısmı da matematik model tabanlıdır. Önceleri peNDF'nin ölçülmesinde kullanılan materyaller genelde rasyonda lif partiküllerini



dikkate almakta idi. Belirtilen bir başka hipotezde ise peNDF rasyonda ruminasyon ve çiğnemeyi uyaran parçacık büyüklükleri ile ilişkilendirilmektedir (Poppi ve diğerleri, 1985). Rasyonda 1.18 mm'den büyük parçacıkların çiğnemeyi ve ruminasyonu çok daha fazla uyardığını belirtilmiştir (Mertens 1986; 1997).

### ***Fiziksel Etkin Lifin Laboratuvar Metodu ile Belirlenmesi***

Mertens (2002) tarafından geliştirilen bu sistemde Tyler Ro-Tap Sieve Shaker RX-29 Model adlı dikey eleme işlemi yapan bir cihaz kullanılmıştır. Çapı 20 cm olan eleklerin delikleri 19.0, 13.2, 9.5, 6.7, 4.75, 3.35, 2.36, 1.18, 0.6 ve 0.3 mm arasında değişmekte ve örneğin mısır silajı bu cihazda 10 dk süresince dakikada 278 çalkalama ve 150 vuruş hareketi ile elenmektedir (Grant ve Cotanch, 2005).

Bu metod ile 1.18 mm'lik elekten geçen yemlerin NDF'sinin toplam rasyon NDF'sinden çıkarılarak TKR peNDF değeri belirlenmektedir (Banakar ve diğerleri, 2018).

$$Pef = 100 - (1.18 \text{ mm'den geçen parçacıklar, \%})$$

peNDF = NDF – (1.18 mm'den geçen parçacıklar, %) x (1.18 mm'den geçen parçacıkların NDF'si).

### ***Fiziksel Etkin Lifin Penn State Parçacık Separatörü Kullanılarak Belirlenmesi***

Kaba yemlerin veya TKR'nin parçacık büyüklüğü ölçülme prosedürleri ve bunun tanımlanması farklıdır. Bu nedenle süt sığırları rasyonlarında parçacık büyüklüğü hakkında yorum yapmak zor olmuştur. Pennsylvania State Üniversitesi 1996 yılında geliştirdiği basit bir elek ile yemlerde parçacık büyüklüğünü ucuz ve pratik bir şekilde belirlenmesinin önünü açmıştır. Geliştirilen bu elek Penn State Parçacık Separatörü (PSPS) olarak isimlendirilmiştir (Resim 1). (Lammers ve diğerleri, 1996; Kononoff ve diğerleri, 2003). Orijinalinde iki farklı (19.0 ve 8.0 mm) çapta delikleri olan eleklerle sonradan 1.18 mm çaplı delikleri olan bir elek daha eklenmiştir (Banakar ve diğerleri, 2018).



**Resim 1.** Penn State parçacık separatörü

Kaba yemlerde parçacık büyüklüğünün karşılaştırılması PSPS’de eleklerde kalan yem miktarları dikkate alınarak yapılabilir. Ayrıca PSPS rasyonun peNDF’sini hesaplamada bize yardımcı olabilir (Kononoff ve diğerleri, 2003).

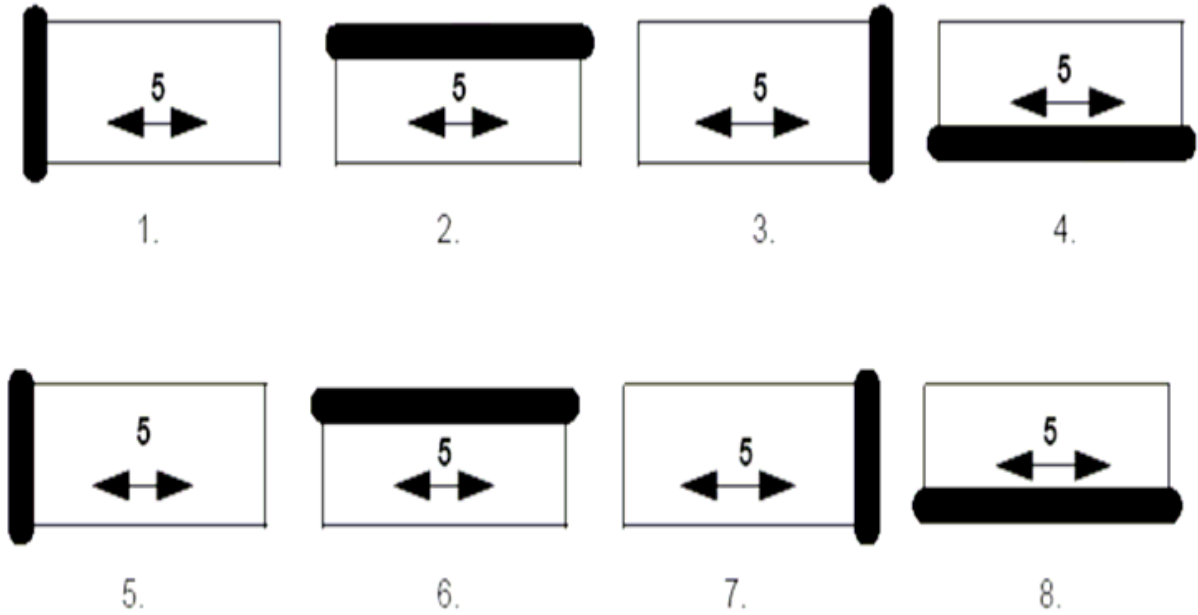
peNDF hesaplanırken yemin NDF içeriği ve fiziksel etkin faktörü (pef) kullanılmaktadır. Fiziksel etkin faktör 0 (NDF’nin fiziksel etkinliği yok, çiğnemeyi uyarmıyor) ile 1 (NDF çiğneme sayısı ve rumen tamponlanmasında tümüyle etkin) değerleri arasında değişmektedir. Fiziksel etkin faktör ise 1.18 mm’lik eleğin üstünde kalan yem parçacıkları olarak tanımlanmıştır. Kısacası yemin peNDF değeri hesaplama yemin NDF içeriği ve fiziksel formunu açıklamada kullanılmaktadır (Zebelia ve diğerleri, 2010).

$$\text{peNDF} = \text{pef} \times \text{NDF (numune)}$$

Fiziksel etkin NDF hesaplanmasında ilk olarak 19 ve 8 mm’lik eleklerde kalan toplam KM porsiyonu veya 19, 8 ve 1,18 mm’lik eleklerde kalan toplam parçacık miktarının rasyonun NDF içeriğinin çarpılması metodu uygulanmıştır (Lammers ve diğerleri, 1996). Bir diğer metot ise PSPS’de 8 (peNDFN8-NDF) veya 1,18 mm’lik (peNDFN1.18-NDF) eleklerde kalan NDF bölümü olarak belirlenmiştir (Kononoff ve diğerleri, 2003).

PSPS’nin kullanımını oldukça basittir. TKR’den alınan 1,5 veya 1,4 litre  $\pm 0.5$  (yaklaşık 500 gr) yem örneği üst eleğe konur tek yönde güçlü bir şekilde 5 defa sallanır. Bunu takiben elek 90° döndürülerek elek yine 5 kez çalkalanır. Bu yolla Resim 2’de gösterildiği gibi eleğin her bir kenarında yapılan toplam 5x8 (40 kez) sallanarak eleme tamamlanmış olmaktadır. Her

bir sallama eleğinin yaklaşık 20 cm gidip gelmesi istenmektedir. Eleklerin deliklerinden yem parçacıklarının düşmesi için işlem yeterli güçlü yapılmalıdır (Lammers ve diğerleri, 1996).



**Resim 2.** Penn State parçacık seperatörü kullanımı (Lammers ve diğerleri, 1996)

Yukarıda belirtilen şekilde elenen TKR örneğinin eleklerde kalan oranlarının hesaplanması önerilmektedir. İdeal bir TKR yem örneğinde üstte en fazla %8, orta ve altta sırasıyla %30 ve %40, zeminde ise en fazla %20 yem parçacıklarının bulunması gerektiği bildirilmiştir (Tablo 9) (Heinrichs ve Kononoff, 2002).

**Tablo 9.** PSPS’de yemlere göre uygun dağılım oranları (Heinrich ve Kononoff, 2002)

	Parçacık büyüklüğü	Uygun dağılım (% Doğal halde)		
		Mısır silajı	Haylaj	TKR
En üst	>19 mm	3-8	10-20	2-8
Orta	8-19 mm	45-65	45-75	30-50
Düşük	1,18-8 mm	30-40	20-30	30-50
En alt	<1,18 mm	<5	<5	<20

Shaver (2002) PSPS'nin daha doğru sonuçlar vermesi için alınan yem numunesinin nem oranına dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. En uygun eleme için rasyon nem oranının %50 civarında olması gerektiğini belirtilmiştir.

Uygulanan bu metod ile yem karma makinesinin ideal çalışıp çalışmadığı gözlemlenebilir. Bununla birlikte yemliklerde kalan yemlerden örnek alınarak sığırların hangi yem formunu seçtikleri izlenebilmektedir (Cozzi, 2004).

### ***Fiziksel Etkin Lifin Zeta Kutusu Kullanılarak Belirlenmesi***

Fiziksel etkin lif faktörünün hesaplanmasında kullanılan bir diğer elek sistemi ise, Grant ve Cotanch (2005) tarafından geliştirilen ve 'Zeta Box' adı verilen bir ekipmandır (Resim 3). İki adet değişebilen eleği bulunan bu kutunun ölçüleri 21x21x11 cm olarak belirtilmiştir. Kutunun sahip olduğu eleklerden biri (delik çapı 3,18 mm) mısır silajı ve TKR için diğeri ise (delik çapı 4,76 mm) haylaj için kullanılmaktadır. Çalışma prensibi PSPS benzetmekle birlikte burada kullanılan numunenin hacmi daha düşüktür (250 ml, yaklaşık 50g). Zeta kutusu önce 50 kez sallanır sonra her 10 defa sallandıktan sonra 4 kez 90 derece çevrilir. Bu işlem sonucu eleğin üstünde kalan peNDF'nin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Eleme için kullanılan miktar 50 g olduğu ve TKR iyi yansıtamayacağı bu işlemin için 3 kez tekrarlanması önerilmektedir.



**Resim 3.** Zeta kutusu (Carta, 2010)

Her örnek için yapılan 3 tekrardan elde edilen ortalama değerler ile fiziksel etkin faktörü ve peNDF hesaplanmaktadır.

$$\text{pef} = \frac{\text{Elekte kalan yem miktarı}}{\text{Yem örnek miktarı}} \times 100$$

$$\text{peNDF} = \text{pef} \times \text{NDF (\% TKR)}$$

Basit ve kullanışlı olarak görülen bu eleğin PSPS yerini alamayacağı ama rumen sağlığının nasıl etkileneceğini belirlemede yardımcı olabileceği belirtilmektedir. Yapılan son araştırmalarda efektif lif için bu kutunun her zaman doğru sonuçları vermediğini belirtilmiştir (Carta, 2010).

Yukarıda verilen bilgiler ışığında sıcak stresinin etkisi ile bozulan rumen ortamının desteklenmesi ile hayvan sağlığı ve verimin iyileştirilmesi için probiyotiklerin kullanılması başarılı bir uygulama olabileceği düşünölmektedir. Bununla birlikte sıcak stresi şartlarındaki süt ineklerinin rasyonda seçme/ayıklama yaptığı ve büyük parçacıkları tüketmek istemedikleri göz önüne alındığında farklı parçacık büyüklüğüne sahip rasyonlara vereceği tepkileri irdelemek önemli olacaktır.

Bu fikirlerin alt yapısını oluşturduğu tez çalışmasında sıcak stresi koşullarında rasyona CMK katkısının ve farklı parçacık büyüklüğündeki rasyonların süt ineklerinin verimi (KMT, süt verimi ve kalitesi, besin madde sindirilebilirlikleri vb.) ve bazı fizyolojik parametreleri (rektal sıcaklık, kalp atım ve solunum sayısı) üzerine etkilerini karşılaştırmak amaçlanmaktadır.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Gereç

Araştırmada kullanılan hayvan ve yem gereçleri hakkındaki bilgiler aşağıda verilmiştir.

##### 3.1.1. Hayvan

Araştırmada hayvan materyali olarak ADÜ Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ünitesi'nde yetiştirilen 4 adet birden fazla doğum yapmış Holstein süt ineği kullanıldı. Denemeye alınan ineklerin canlı ağırlıklarının, süt verimlerinin ve laktasyondaki gün sayılarının benzer olmasına (Tablo 10) ve önemli bir hastalık geçirmemiş, vücut kondisyon skoru benzer ve sağlıklı inekler olmalarına dikkat edildi. Süt inekleri, süt verimlerinin son 1 aylık ortalaması göz önüne alınarak ve ayak sağlığı kontrol edilerek seçildi.

**Tablo 10.** Denemede kullanılan süt ineklerine ait verim özellikleri

	1 no'lu süt ineği	2 no'lu süt ineği	3 no'lu süt ineği	4 no'lu süt ineği	Ortalama
Canlı ağırlık (kg)	608	620	596	612	609
Süt verimi (kg)	29,9	30,1	30,2	30,1	30,1
Laktasyondaki gün sayısı	86	88	102	96	93
Doğum sayısı	2	2	2	2	2

### 3.1.2. Yem ve Yem Katkı Maddeleri

Araştırmada kullanılan rasyonlar hayvanların NRC (2001)'de belirtilen günlük besin madde ihtiyaçları referans alınarak hazırlandı. Kaba yem olarak mısır silajı ve yonca kuru otu kullanıldı. Buna göre denemede kullanılan rasyonların bileşimi ve besin madde düzeylerine ilişkin değerler Tablo 11'de sunuldu.

Araştırmada kullanılan yonca kuru otu ve mısır silajı AD Ziraat Fakültesi'nin öz kaynaklarından sağlandı. Karma yem için kullanılan yem hammaddeleri ve rasyonlara katılacak CMK '*Saccharomyces cerevisiae*' (Levucell<sup>®</sup> Sc 10 Metitan<sup>®</sup> CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g) ise ticari olarak temin edildi.

**Tablo 11.** Denemede kullanılan rasyonların bileşimi ve besin madde düzeyleri

Yem hammaddeleri	Kuru madde, %			
	YPB	YPB+CMK	DPB	DPB+CMK
Mısır silajı, %30 KM	31,4	31,4	31,4	31,4
Yonca kuru otu (kaba parçalanmış)	18,6	18,6	-	-
Yonca kuru otu (ince parçalanmış)	-	-	18,6	18,6
Mısır, öğütülmüş, kuru	16,9	16,9	16,9	16,9
Arpa, öğütülmüş	8,9	8,9	8,9	8,9
AyçiçeğiKüspesi	12,6	12,6	12,6	12,6
Pamuk tohumu küspesi	6,3	6,3	6,3	6,3
Soya küspesi	2,1	2,1	2,1	2,1
Buğday kepeği	1,3	1,3	1,3	1,3
Kireç taşı	0,9	0,9	0,9	0,9
Sodyum bikarbonat	0,5	0,5	0,5	0,5
Tuz	0,4	0,4	0,4	0,4
Vitamin-mineral karması	0,1	0,1	0,1	0,1
Yem katkı maddesi*	-	1 g/gün	-	1 g/gün
<b>Kaba yem oranı, % KM</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<b>Rasyonların besin madde düzeyleri (KM'de)**</b>				
Rasyon kuru madde oranı, %	56,5	56,5	56,5	56,5
Ham protein, %	16,4	16,4	16,4	16,4
Ham yağ, %	3,2	3,2	3,2	3,2
NDF, %	36,8	36,8	36,8	36,8
ADF, %	21,9	21,9	21,9	21,9
HK, %	7,4	7,4	7,4	7,4
Ca, %	0,71	0,71	0,71	0,71
P, %	0,43	0,43	0,43	0,43
NÖM, %	36,2	36,2	36,2	36,2
NE <sub>i</sub> , Mcal/kg	1,45	1,45	1,45	1,45

YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü \*: *Saccharomyces cerevisiae* CMK: Canlı maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*) (Levucell® Sc 10 Metitan® CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g), NDF: Nötral deterjan fiber, ADF: Asit deterjan fiber, HK: Ham kül, Ca: Kalsiyum, P: Fosfor, NÖM: Azotsuz öz madde, NEL: Net enerji-laktasyon. \*\*: Hesaplanmış rasyon besin madde bileşimi



## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Deneme Deseni

Deneme deseni Tablo 12’de gösterilmiştir.

**Tablo 12.** Araştırmada uygulanan deneme deseni

Deneme dönemleri	Süt inekleri			
	1	2	3	4
1. dönem	YPB	YPB+CMK	DPB	DPB+CMK
2. dönem	YPB+CMK	YPB	DPB+CMK	DPB
3. dönem	DPB+CMK	DPB	YPB + CMK	YPB
4. dönem	DPB	DPB+CMK	YPB	YPB+CMK

YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü CMK: Canlı maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae* (Levucell® Sc 10 Metitan® CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g).

Deneme 21 gün süren 4 dönemde (14 gün alıştırma + 7 gün veri alma) gerçekleştirildi. Deneme deseni olarak 4x4 Latin kare uygulandı. Araştırma boyunca her bir süt sığırı tüm deneme rasyonlarını dört farklı dönemde tüketti. Çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Araştırma ve Uygulama Birimi’nde yürütüldü.

### 3.2.2. Deneme Hayvanlarının Bakımı

Süt sığırları araştırma boyunca 20 m<sup>2</sup>’lik bireysel bölmelerde barındırıldı (Resim 4). Bireysel bölmelerde altlık olarak kauçuk yatak kullanıldı. Alıştırma sürecini hızlandırmak için süt sığırları bireysel bölmelere deneme başlamadan bir hafta önce alındı. Yemleme günde iki defa (08:00 ve 20:00) ve TKR şeklinde yapıldı. Günlük olarak verilen 1 g CMK ise 250 ml’lik cam bir şişede su ile karıştırılarak sabah öğününde hayvanlara içirildi. Süt sağımı günde iki defa (07:00 ve 19:00) otomatik sağım sistemi ile yapıldı, bireysel verimler kaydedildi. Sağım öncesinde ve sonrasında meme başları dezenfektan ile temizlendi. Hayvanların önünde *ad libitum* temiz su ile yalama taşı bulunduruldu ve bölmeler günlük olarak temizlendi.



**Resim 4.** Deneme boyunca süt ineklerinin barındırıldığı bireysel bölmeler

Deneme 2019 yılı yaz aylarında Aydın İli Koçarlı İlçesinde yürütüldü. Türkiye Cumhuriyeti Meteoroloji Müdürlüğü (MGM, 2019) verilerine göre Aydın ilinin yaz mevsimi sıcaklık ortalamaları (Tablo 13) süt sığırlarının konfor alanının (5-25 °C) üstündedir. Bununla birlikte deneme boyunca bireysel bölmelerin bulunduğu bölmenin sıcaklık-nem seviyesi Hobo U12-013 (Onset, Bourne, ABD) cihazla kaydedildi. Deneme boyunca SNİ değerleri bildirilen formül ile hesaplandı.

$$SNİ = (KTS + 0.36 \times KTS) + 41.2 \text{ (Yousef, 1985).}$$

**Tablo 13.** Aydın İli ortalama çevre sıcaklığı değerleri (MGM, 2019)

Değerler	Aylar		
	Haziran	Temmuz	Ağustos
En yüksek sıcaklık, °C	44,4	44,6	43,8
En düşük sıcaklık, °C	18,1	20,4	20,2
Ortalama sıcaklık, °C	25,8	28,4	27,6

### 3.2.3. Deneme Rasyonlarının Hazırlanması

Araştırmada iki farklı rasyon parçacık büyüklüğü (yüksek parçacık büyüklüğü ve düşük parçacık büyüklüğü) ve iki farklı CMK seviyesi (0 ve 1 g/gün/hayvan) olacak şekilde 4 farklı rasyon kullanıldı. Birinci grupta (yüksek rasyon parçacık büyüklüğü, YPB) rasyonda kullanılan yonca kuru otu yem karma makinesinde kabaca parçalandı. Bu grupta rasyona CMK katkısı yapılmadı. İkinci grupta (YPB+CMK) birinci grubun rasyonuna ek olarak 1g/gün/hayvan CMK (Levucell® Sc 10 Metitan® CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g) katkısı süt ineğine içirildi. Üçüncü grupta (düşük rasyon parçacık büyüklüğü, DPB) rasyonda kullanılan kuru yonca otu saman parçalama makinesinde parçalanarak rasyon parçacık büyüklüğü düşürüldü (Resim 5). Bununla birlikte DPB grubunda CMK kullanılmadı. Dördüncü grupta (DPB+CMK) ise DPB grubu rasyonuna ek olarak süt sığına 1 g/gün/hayvan CMK (Levucell® Sc 10 Metitan® CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g) içirildi. Deneme rasyonları hazırlanırken her bir grubun yem hammaddeleri ayrı ayrı tartılarak el ile 7-8 dk karıştırıldı ve hayvanlara verildi.



**Resim 5.** Denemede kullanılan kuru yonca otunun saman parçalama makinasında parçalanması

### 3.2.4. Canlı Ağırlıkların ve Kuru Madde Tüketiminin Belirlenmesi

Deneme hayvanları, araştırma başlamadan önce ve her deneme periyodunun sonunda sabah sağıcı takiben ve yemleme yapılmadan önce 1,5 tonluk ( $\pm 500$  g) kantarda tartıldı.

Süt inekleri çalışmaya başlamadan bir hafta önce bireysel bölmelere alındı ve 7 gün boyunca verilen ve artık yemler tartılarak ortalama KMT (21,2 kg/gün) belirlendi.

Her örnekleme döneminde (son 7 gün) günlük olarak verilen yem ve bir önceki günden kalan artık yem tartıldı. Artık yem verilen yemden çıkarılarak günlük tüketilen yem (TKR) miktarı hesaplandı.

### 3.2.5. Örneklerin Toplanması

KMT belirlenmesi için denemede her periyodun örnekleme döneminde 7 gün boyunca verilen ve artık yemlerden yaklaşık 500 g örnek alınarak  $-20$  °C'de saklandı. Deneme periyotlarının son 3 günü sabah ve akşam sağımlarında 250 ml süt örneği alınarak  $-20$  °C'de dondurularak saklandı. Sindirilebilirlik analizi için ise yine her örnekleme döneminin son 3 günü rektal yolla sığırlardan dışkı toplandı, birleştirilen 3 örnek polietilen torbalarda  $-20$  °C'de depolandı.

Her periyodun örnek alma döneminde bir kez Penn State eleğinde elemek için verilen TKR'den ve artık yemlerden yaklaşık 500 g örnek alınarak elendi.

Rumen sıvısı örnekleri, örnekleme döneminin son günü sabah yemlemesinden 2 saat sonra rumen sondası ile alındı. Rumen sıvısı alım işlemi için bireysel sağıcı makinesinden (Kurtsan KM04096, İstanbul, Türkiye) yararlanıldı. Alınan rumen sıvısının ilk bölümü atıldıktan sonra 200 ml bir behere dolduruldu ve pH ölçümü hemen gerçekleştirildi. Amonyak azotu ve UYA için her hayvandan 150 ml rumen sıvısı toplanıp dört kat tülbent bezinden filtre edildi.

Amonyak azotu ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) için süzüntüden alınan 10 ml rumen sıvısına 1 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (%50 v/v) eklenerek  $-20$  °C'deki derin dondurucuda analizlerin yapılacağı zamana kadar saklandı (Wang ve diğerleri, 2017).

Uçucu yağ asitlerinin belirlenmesi için süzüntüden 10 ml rumen sıvısı ayrıldı ve içerisine 2 ml %25'lik metafosforik asit eklenerek 3000 devir/dk hızında 15 dk santrifüj edildi. Daha sonra tüplerin üst bölümündeki berrak sıvıdan yaklaşık 1,5 ml alınarak -20 °C'de derin dondurucuda analizlerin yapılacağı zamana kadar saklandı (Erwin ve diğerleri, 1961).

### 3.2.6. Fiziksel Analizler

Deneme TKR'nin ve artık yemlerin parçacık büyüklüğü PSPS ile belirlendi (Resim 6) (Heinrich ve Kononoff, 2002). Parçacık büyüklüğü düşük ve yüksek rasyonların (Resim7) fiziksel etkinlik faktörü (pef) örneklerin elenmesi sonucu belirlendi ve 1,18 mm'den büyük rasyon parçacık bölümü pef<sub>1,18</sub> olarak tanımlandı. Rasyonun peNDF içeriği, pef değerinin rasyonun NDF oranı (%KM) ile çarpılmasıyla elde edildi (Wang ve diğerleri, 2017).



**Resim 6.** Deneme rasyonlarının ve artık yemlerin Penn State eleğinde elenmesi



**Resim 7.** Parçacık büyüklüğü düşük ve yüksek deneme rasyonları

(a < 1,18 mm; b = 1,18 mm - 8 mm; c = 8 mm -19 mm; d > 19 mm)

### 3.2.7. Kimyasal Analizler

#### 3.2.7.1. Besin Madde Analizleri

Yem hammaddelerinin KM düzeyleri 60 °C’de en az 72 saat ağırlık sabitleninceye kadar fanlı etüvde kurularak belirlendi. Örnekler 1 mm’lik elekten geçecek şekilde yem değirmeninde öğütüldükten sonra analizlerde kullanıldı.

Yem maddeleri ve dışkı örneklerinde KM, HP, ham yağ (HY) ve ham kül (HK) miktarları AOAC (1990)’de, NDF ve ADF içerikleri Van Soest ve diğerleri (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre Ankom200/220 Fiber Analyzer (Ankom Technology, Macedon, NY, ABD) cihazı kullanılarak belirlendi.

Örneklerin metabolik enerji (ME) ve net enerji-laktasyon (NEL) değerleri NRC (2001)’e göre hesaplandı. Azotsuz öz madde (NÖM) miktarı ise hesap yolu [NÖM = 100 - (NDF + HP + HK + HY)] ile belirlendi.

### 3.2.7.2. Süt Örneklerinin Analizi

Denemede her örnekleme döneminin son üç günü her inekten sabah ve akşam alınan süt örneklerinde KM, HP ve HK ve düzeyleri AOAC (1990)'de bildirilen yöntemle göre belirlendi. Süt örneklerinde yağ tayini için Gerber yöntemi kullanıldı (Kleyn, 2001).

Düzeltilmiş süt verimi (%4'e göre DSV) ve süt laktoz içeriği belirtilen formüller kullanılarak hesaplandı.

$$\text{DSV (kg/gün)} = \text{Süt verimi (kg/gün)} \times (0.44 + 0.16 \times \% \text{Süt yağı})$$

$$\text{Laktoz, \%} = \% \text{ Kuru madde} - [\% \text{ Yağ} + \% \text{ Protein} + \% \text{ Kül}]$$

### 3.2.7.3. Sindirilebilirlik ve Dışkı Skorlama

Sindirilebilirlik analizleri için verilen yem ve dışkı örneklerinde 2N hidroklorik asitte (HCl) çözünmeyen kül tayini uygulandı (Van Keulen ve Young, 1977). Sindirilebilirlik hesaplamaları için aşağıda belirtilen formül (Moellem ve diğerleri, 2009) kullanıldı.

$$\text{Kuru madde sindirilebilirliği, \%} = 100 - \left[ 100 \times \left( \frac{\%M(\text{rasyon})}{\%M(\text{dışkı})} \right) \right]$$

$$\text{Besin maddesi sindirilebilirliği, \%} = 100 - \left[ 100 \times \left( \frac{\%M(\text{rasyon})}{\%M(\text{dışkı})} \right) \times \left( \frac{\%BM(\text{dışkı})}{\%BM(\text{rasyon})} \right) \right]$$

M: Marker (2N Hidroklorik asitte (HCl) yanmayan kül), BM: Besin maddesi

Deneme süresince her periyodun örnek alma döneminde bir kez süt sığırlarının dışkıları 1-4 arası (Melendez ve Roy, 2016) skorlanarak (Skor 1; sıvı kıvamda, yayılmış, şekilsiz, Skor 2; dışkı daha katı kıvamda, Skor 3; pasta kıvamında, Skor 4; sert, kuru/katı görünümlü) kaydedildi.

### 3.2.7.4. Rumen Sıvısı Analizleri

Rumen sıvısında pH değerleri pH-metre (Testo 205 pH/Temperature Measuring Instrument Testo AG), amonyak azotu düzeyi test kiti (HI 93733A-B Hanna Instruments) kullanarak kolorimetre (HI 96733 Ion Selective Meter, Hanna Instruments) ve UYA düzeyleri

gaz kromatografi (Agilent 7890B) kullanılarak belirlendi. Kromatografik analizde; 1 µl örnek, 30 m/0,25 mm/0,25 µm ölçülerinde kapillar kolon (DB-WAX, ABD), taşıyıcı gaz olarak azot (akış hızı 1 ml/dk), FID (flame ionization detector) dedektör, sıcaklık programı olarak 100-200 °C (10 °C/dk, 10 dk), enjektör 250 °C, dedektör 300 °C'de kullanıldı. Örnekler analizlenmeden önce asetik asit, isobütirik asit, propiyonik asit, bütirik asit, isovalerik asit ve valerik asit standartlarına (Sigma-Aldrich, Almanya) ait kromatogramlar çıkartıldı ve örneklerin kromatogramları standartlara oranlanarak içerdikleri UYA düzeyleri tespit edildi.

### 3.2.8. Rektal Sıcaklık, Kalp Atım Sayısı ve Solunum Sayısı

Deneme boyunca örnek alma dönemlerinin son 3 günü süt sığırlarının rektal sıcaklığı, kalp atım sayısı, solunum sayısı günde iki defa (03:00 ve 15:00) kaydedildi. Rektal sıcaklık için digital termometre kullanıldı. Kalp atım sayısı için steteskopla 15 saniye kalp atım sayısı sayıldı ve 4 ile çarpıldı. Solunum sayısı için hayvan 3-4 metre uzaktan bir dakika boyunca izlenerek göğüs kafesi hareketleri takip edildi.

### 3.2.9. İstatistik Analizler

Denemede elde edilen verilerin istatistik analizlerinde SPSS 22.0 (Inc., Chicago, II, USA) paket programından yararlanıldı. Çalışmada 4X4 Latin kare deneme deseni uygulandı. Deneme rasyonlarının KMT, CA, süt verimi ve besin madde bileşimi, sindirilebilirlik, rumen parametreleri, dışkı skoru, artık yemlerin PSPS kalıntıları, kalp atım sayısı, solunum sayısı ve rektal sıcaklık değerleri üzerine etkileri için 2X2 faktöriyel analizi GLM (General Linear Model) modeli ile aşağıda belirtilen eşitlik kullanılarak analiz yapıldı ve 'P' değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olarak değerlendirildi (Özdamar 2004).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = A'nın i-inci seviyesi, b'nin j-inci seviyesi ve k-ıncı tekerrüre ait gözlem değerini,

$\mu$  = Genel popülasyon ortalamasını,

$\alpha_i$  = A'nın i-inci seviye etkisini,

$\beta_j$  = B'nin j-inci seviye etkisini,



$(\alpha\beta)_{ij}$  = A'nın i-inci seviyesi ile, b'nin j-inci seviyesinin interaksiyon etkisini,  
 $e_{ijk}$  =  $Y_{ijk}$ 'nin tesadüfi hatasını, ifade eder.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Denemede Kaydedilen Sıcaklık, Bağıl Nem ve Sıcaklık-Nem İndeksi Değerleri

Araştırmada kaydedilen sıcaklık, bağıl nem ve SNİ değerleri Tablo 14’te belirtilmiştir. Çalışma boyunca en yüksek sıcaklık 54°C ile ölçülürken en düşük değer ise 17,6 °C olarak kaydedilmiştir. Ortalama %49,75 bağıl neme ulaşılan denemede, 2. deneme döneminde ortalama %54,6 ile en yüksek bağıl nem seviyesi görülmüştür.

SNİ değerleri ele alındığında denemenin her döneminde sıcak stresi etkisini oluşturacak çevre şartlarının oluştuğunu söylemek mümkündür. Deneme boyunca ortalama SNİ 76,5 iken, en yüksek (77,9) SNİ değerleri 1. dönemde en düşük (74,4) değerler 2. dönemde gözlemlenmiştir.

**Tablo 14.** Deneme dönemlerinde kaydedilen sıcaklık, bağıl nem ve SNİ değerleri (10 Haziran-6 Eylül 2021)

Çevre şartları	Dönemler			
	1	2	3	4
<b>Sıcaklık, °C</b>	<b>30,6</b>	<b>27,6</b>	<b>29,3</b>	<b>29,3</b>
En düşük	21,9	17,6	18,5	19,6
En yüksek	54,3	37,8	40,7	39,7
<b>Bağıl nem, %</b>	<b>47,3</b>	<b>54,6</b>	<b>46,7</b>	<b>50,4</b>
En düşük	16,2	30,7	23,5	25,4
En yüksek	72,0	73,8	74,0	74,3
<b>SNİ</b>	<b>77,9</b>	<b>74,4</b>	<b>76,8</b>	<b>77,2</b>
En düşük	70,1	62,7	66,4	66,7
En yüksek	87,6	83,9	83,00	84,9

SNİ: Sıcaklık-nem indeksi

## 4.2. Deneme Rasyonlarının Besin Madde Bileşimi

Deneme rasyonlarının analiz edilerek bulunan besin madde bileşimi Tablo 15'te sunulmuştur.

**Tablo 15.** Deneme rasyonlarının analiz edilerek bulunan besin madde bileşimi

Besin madde bileşimi (KM'de)	YPB	YPB+CMK	DPB	DPB+CMK
Rasyon kuru madde oranı, %	54,7	54,7	54,9	54,9
Ham protein, %	16,77	16,77	16,88	16,88
Ham yağ, %	2,80	2,80	2,75	2,75
NDF, %	35,2	35,2	34,9	34,9
ADF, %	22,6	22,6	22,1	22,1
HK, %	7,80	7,80	7,38	7,38
NÖM, %	37,43	37,43	38,09	38,09

YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü \*: *Saccharomyces cerevisiae* CMK: Canlı maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*) (Levucell® Sc 10 Metitan® CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g), NDF: Nötral deterjan fiber, ADF: Asit deterjan fiber, HK: Ham kül, NÖM: Azotsuz öz madde

## 4.3. Deneme Rasyonlarının Parçacık Büyüklüğü Oranları ve peNDF İçerikleri

Deneme rasyonlarının parçacık büyüklüğü oranları Tablo 16'da belirtilmiştir. Rasyonların Penn State eleği ile belirlenen parçacık büyüklüğü oranları sırası ile (>19 mm, 19-8 mm, 8-1,18 mm ve <1,18 mm) YPB grubunda %7,64, 29,57, 42,86, 19,91 şeklinde gerçekleşirken DPB grubunda %1,35, 27,21, 41,09, 29,32 olarak belirlenmiştir.

**Tablo 16.** Deneme rasyonlarının parçacık büyüklüğü oranları (Doğal halde)

PSPS eleklerinde parçacık büyüklüğü	Rasyonlar			
	YPB		DPB	
	%	$S_{\bar{x}}$	%	$S_{\bar{x}}$
>19 mm	7,64	0,24	1,35	0,174
8-19 mm	29,57	1,6	27,21	1,82
1,18-8 mm	42,86	0,60	41,09	2,11
<1,18 mm	19,91	0,75	29,32	1,21

n=4

PSPS: Penn State Parçacık Separatörü, YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü

Araştırmada kullanılan rasyonların Penn State eleği parçacık büyüklüğü oranları %KM'de olarak Tablo 17'de belirtilmiştir. Rasyonların Penn State eleği (>19 mm, 19-8 mm, 8-1,18 mm ve <1,18 mm) parçacık büyüklüğü oranları sırası ile YPB grubunda %8,04, 23,66, 45,16, 23,51 KM, DPB grubunda ise %1,76, 20,57, 40,54 ve 37,32 KM olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 17.** Deneme rasyonlarının parçacık büyüklüğü oranları (%KM)

PSPS eleklerinde parçacık büyüklüğü	Rasyonlar			
	YPB		DPB	
	%KM	$S_{\bar{x}}$	%KM	$S_{\bar{x}}$
>19 mm	8,04	0,26	1,76	0,20
8-19 mm	23,66	1,25	20,57	1,78
1,18-8 mm	45,16	0,69	40,54	0,50
<1,18 mm	23,51	0,9	37,32	1,54

n=4

PSPS: Penn State Parçacık Separatörü, YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü,

Araştırma rasyonlarının  $pef_{8,0}$ ,  $pef_{1,18}$  ve  $peNDF$  oranları (%KM) Tablo 18'de belirtilmiştir. YPB grubunda  $pef_{1,18}$  oranları %76,87, DPB grubunda ise %62,88 olarak tespit

edilmiştir. Parçacık büyüklüğü yüksek rasyonların peNDF içerikleri kuru maddede %27,06 olarak gerçekleşirken, parçacık büyüklüğü düşük rasyonlarda %21,94 olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 18.** Deneme rasyonlarının peNDF içerikleri (%KM)

	Rasyonlar			
	YPB		DPB	
	%KM	$S_{\bar{x}}$	%KM	$S_{\bar{x}}$
<b>pef<sub>8,0</sub></b>	31,71	0,98	22,34	1,57
<b>pef<sub>1,18</sub></b>	76,87	0,29	62,88	1,07
<b>peNDF<sub>1,18</sub></b>	27,06	0,10	21,94	0,37

n=4

YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü, pef: Fiziksel etkin faktör, peNDF: Fiziksel etkin NDF

pef<sub>8,0</sub>: Penn State eleğinin üst iki katmanında (>19mm ve 8-19 mm) kalan yemlerin toplamı (%KM)

pef<sub>1,18</sub>: Penn State eleğinin üst üç katmanında (>19mm, 8-19 mm ve 1,18-8 mm) kalan yemlerin toplamı (%KM)

peNDF<sub>8,0</sub>: pef<sub>8,0</sub>X rasyon NDF oranı (%KM)

peNDF<sub>1,18</sub>: pef<sub>1,18</sub> X rasyon NDF oranı (%KM)

#### 4.4. Denemede Artık Yemlerin Parçacık Büyüklüğü Oranları

Hayvanların önünde yemlikte kalan artık yemlerin parçacık büyüklükleri (%KM) Tablo 19’da sunulmuştur. Artık yemlerde rasyon parçacık büyüklüğü ile rasyona CMK katkısı arasında interaksiyon olmadığı belirlenmiştir. Artık yemlerde Penn State eleğinin üst katmanındaki (>19mm) artık yem oranlarının YPB olan rasyonlarda, DPB olan rasyonlara göre önemli derecede (P<0,001) daha fazla olduğu (sırasıyla %20,68 KM ve %0,54 KM) tespit edilmiştir. Rasyonda CMK kullanımının ise eleğin en üst kısmındaki yem oranlarına etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir.

İkinci elektteki (8-19 mm) artık yem oranlarına bakıldığında en yüksek değer YPB (%20,98 KM) grubunda, en düşük değer ise DPB+CMK (%13,67 KM) grubunda tespit edilmiştir. Araştırmada ikinci elektteki yem miktarları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak bir önemliliğin oluşmadığı gözlemlenmiştir.

Penn State eleğinin üçüncü eleğindeki (1,18-8 mm) artık yem oranları incelendiğinde en düşük oran YPB (%32,18 KM) grubunda, en yüksek oran ise DPB (%45,78 KM) grubunda belirlenmiştir. Bu elektteki artık yem oranlarının rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi ile önemli derecede arttığı ( $P<0,001$ ), CMK kullanımından ise etkilenmediği belirlenmiştir.

Penn State eleğinin en alt eleğindeki artık yem miktarlarının DPB olan gruplarda [DPB (%35,31 KM), DPB+CMK (%40,95)], YPB olan gruplarda [YPB (%22,8 KM) ve YPB+CMK (%27,85)] önemli derecede ( $P<0,01$ ) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte rasyonda CMK kullanımının en alt elektteki artık yem oranlarını etkilemediği ( $P>0,05$ ) belirlenmiştir.

Araştırmada artık yemlere ait pef ve peNDF değerleri Tablo 19’da belirtilmiştir. Yapılan çalışmada artık yemlerin en yüksek pef<sub>8,0</sub> ve pef<sub>1,18</sub> değerleri YPB grubunda (sırası ile %45,22 KM ve %77,40 KM), en düşük pef<sub>8,0</sub> ve pef<sub>1,18</sub> değerleri ise DPB+CMK grubunda (sırası ile %14,20 KM ve %59,29 KM) gözlenmiştir. Denemede rasyon parçacık büyüklüğünü düşürmenin artık yemlerde pef<sub>8,0</sub> değerlerinin önemli derecede ( $P<0,001$ ) azalttığı belirlenirken, rasyonda CMK kullanımının bu oranı etkilemediği tespit edilmiştir. Benzer şekilde DPB rasyonların artık yemlerinde pef<sub>1,18</sub> oranları YPB rasyonların artık yemlerine göre önemli derecede ( $P<0,05$ ) daha az olduğu gözlenmiş, rasyonda CMK kullanımının ise yine bu oranı etkilemediği belirlenmiştir.

Denemede artık yemlerin peNDF<sub>8,0</sub> değerleri YPB grubunda %17,55 KM, YPB+CMK grubunda %14,11 KM, DPB grubunda %7,22 ve DPB+CMK grubunda %5,34 KM olarak gerçekleşmiştir. Artık yemlerde rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi ile peNDF<sub>8,0</sub> değerlerini önemli derecede azaldığı ( $P<0,001$ ) belirlenmiştir. Rasyona CMK katkısının ise istatistiksel olarak etkisi gözlenmemiştir.

Yapılan çalışmada artık yemlerde peNDF<sub>1,18</sub> değerleri en yüksek YPB grubunda (%29,55 KM), en düşük ise DPB+CMK grubunda (%21,82 KM) belirlenmiştir. Rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi ile artık yemlerde peNDF<sub>1,18</sub> değerlerini önemli derecede ( $P<0,05$ ) düştüğü, rasyonda CMK kullanımının ise artık yemlerde peNDF<sub>1,18</sub> değerini etkilemediği belirlenmiştir.

**Tablo 19.** Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının artık yemlerin parçacık büyüklüğü ve peNDF oranlarına etkisi (%KM)

PSPS eleklerinde parçacık büyüklüğü	Rasyonlar					Faktörler					P değeri		
	YPB	YPB+CMK	DPB	DPB+CMK	SEM	YPB	DPB	CMKy	CMK	SEM	PB	CMK	PBxCMK
>19 mm	24,24	17,13	0,56	0,53	2,77	20,68 <sup>a</sup>	0,54 <sup>b</sup>	12,40	8,83	1,96	***	0,223	0,227
8-19 mm	20,98	18,32	18,95	13,67	2,97	19,65	16,31	19,96	15,99	2,01	0,283	0,206	0,666
1,18-8 mm	32,18	37,49	45,78	45,09	2,26	34,83 <sup>b</sup>	45,53 <sup>a</sup>	38,98	41,29	1,57	***	0,320	0,203
<1,18 mm	22,81	27,85	35,31	40,95	3,14	25,33 <sup>b</sup>	38,13 <sup>a</sup>	29,06	34,40	2,22	**	0,115	0,925
Pef <sub>8,0</sub>	45,22	35,46	19,52	14,20	4,45	40,34 <sup>a</sup>	16,86 <sup>b</sup>	32,37	24,83	3,15	***	0,117	0,627
Pef <sub>1,18</sub>	77,40	72,94	65,30	59,29	3,06	75,17 <sup>a</sup>	62,29 <sup>b</sup>	71,35	66,12	2,16	**	0,113	0,804
peNDF <sub>8,0</sub>	17,55	14,11	7,22	5,34	2,02	15,83 <sup>a</sup>	6,28 <sup>b</sup>	12,38	9,72	1,43	***	0,213	0,707
peNDF <sub>1,18</sub>	29,55	29,08	23,95	21,82	2,06	29,32 <sup>a</sup>	22,88 <sup>b</sup>	26,75	25,45	1,45	**	0,539	0,695

n=4

PSPS: Penn State Parçacık Separatörü, YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü CMK: Canlı maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*) (Levucell® Sc 10 Metitan® CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g), CMKy: Canlı maya kültürü yok, pef: Fiziksel etkin faktör, peNDF: Fiziksel etkin NDF. a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05). \*\*: P<0,01 \*\*\*: P<0,001

pef<sub>8,0</sub>: Penn State eleğinin üst iki katmanında (>19mm ve 8-19 mm) kalan yemlerin toplamı (%KM)

pef<sub>1,18</sub>: Penn State eleğinin üst üç katmanında (>19mm, 8-19 mm ve 1,18-8 mm) kalan yemlerin toplamı (%KM)

peNDF<sub>8,0</sub>: pef<sub>8,0</sub> X rasyon NDF oranı (%KM), peNDF<sub>1,18</sub>: pef<sub>1,18</sub> X rasyon NDF oranı (%KM)

#### **4.5. Rasyon Parçacık Büyüklüğünün ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Canlı Ağırlık ile Kuru Madde ve Besin Madde Tüketimlerine Etkisi**

Tablo 20’de rasyon parçacık büyüklüğü ve rasyona CMK katkısının CA ile KM ve besin madde tüketimlerine etkisi gösterilmiştir. Araştırmada CA ile KM ve besin maddesi tüketimleri açısından rasyon parçacık büyüklüğü ile CMK katkısı arasında interaksiyon olmadığı belirlenmiştir. En yüksek canlı ağırlık ortalamalarına DPB+CMK grubunda (611,75 kg) tespit edilmiştir. Rasyon parçacık büyüklüğünün ve CMK katkısının CA ortalamalarına etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Rasyon parçacık büyüklüğünü düşürmenin sıcak stresi altındaki süt sığırlarında KMT’ni artırdığı ( $P<0,05$ ), CMK kullanımının ise bunu istatistiksel olarak etkilemediği belirlenmiştir. En yüksek KMT (19,52 kg/gün/hayvan) DPB+CMK grubunda saptanmıştır.

En yüksek OM tüketimi DPB+CMK grubunda (17,2 kg/gün) gözlemlenmiştir. Denemede rasyon düşük parçacık büyüklüğünün OM tüketimini ( $P<0,05$ ) artırdığı tespit edilirken, rasyona CMK katkısının OM tüketimini etkilemediği belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan rasyonların HP tüketimini etkilemediği ( $P>0,05$ ) gözlemlenmiştir. Bununla birlikte en yüksek HP tüketimi DPB grubunda (3,28 kg/gün), en düşük HP tüketimi ise YPB+CMK rasyon grubunda (3,25 kg/gün) tespit edilmiştir.

HY tüketimlerinin rasyon parçacık büyüklüğünden veya rasyona CMK eklenmesinden etkilenmediği belirlenmiştir. En yüksek HY tüketiminin YPB grubunda (0,552 kg/gün) belirlenmiştir.

NDF tüketimlerinin YPB grubunda 6,27 kg/gün, YPB+CMK grubunda 6,23 kg/gün, DPB grubunda 6,42 kg/gün ve DPB+CMK grubunda ise 6,51 kg/gün olarak belirlenmiştir. Rasyon parçacık büyüklüğünü düşürmenin sıcak stresinde NDF tüketimini önemli derecede ( $P<0,05$ ) artırdığı, CMK kullanımının ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada 4,19 KM kg/gün ile en yüksek ADF tüketimi DPB+CMK grubunda gözlemlenmiştir. Rasyon parçacık büyüklüğünü düşürmenin ADF tüketimini artırması istatistiksel olarak anlamlı ( $P<0,05$ ) bulunmuştur.

Çalışmada en yüksek NÖM tüketimi YPB+CMK grubunda en yüksek (9,26 kg/gün) değere ulaşırken, DPB+CMK grubunda ise en düşük değer (9,19 kg/gün) tespit edilmiştir. Gruplara arasındaki NÖM tüketimlerinin istatistiksel açıdan etkilenmediği gözlemlenmiştir.



Araştırmada peNDF tüketimleri en yüksek YPB+CMK grubunda (4,78 kg/gün) en düşük ise DPB grubunda (4,04 kg/gün) gözlemlenmiştir. Yapılan denemede rasyon parçacık büyüklüğünün düşürmenin peNDF tüketimlerini önemli derecede ( $P<0,001$ ) azalttığı belirlenmiştir. Rasyona CMK katkısının ise peNDF tüketimlerini artırma eğiliminde ( $P=0.065$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 20.** Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının CA ile KM ve besin maddesi tüketimlerine etkisi (%KM)

	Rasyonlar					Faktörler					P değeri		
	YPB	YPB+CMK	DPB	DPB+CMK	SEM	YPB	DPB	CMKy	CMK	SEM	PB	CMK	PBxCMK
<b>CA, kg, n=4</b>	611,5	611,5	610,5	611,7	4,46	611,5	611,1	611,0	611,6	3,15	0,934	0,891	0,912
<b>KMT/CA, %, n=4</b>	3,16	3,16	3,19	3,19	0,01	3,15 <sup>b</sup>	3,19 <sup>a</sup>	3,17	3,17	0,01	*	0,992	0,914
<b>KMT, kg/gün, n=28</b>	19,29	19,30	19,49	19,52	0,54	19,29 <sup>b</sup>	19,50 <sup>a</sup>	19,39	19,41	0,38	***	0,703	0,813
<b>OMT, kg/gün, n=12</b>	16,8	16,8	17,1	17,2	0,78	16,85 <sup>b</sup>	17,18 <sup>a</sup>	16,97	17,06	0,55	***	0,273	0,655
<b>HPT, kg/gün, n=12</b>	3,26	3,25	3,28	3,27	0,19	3,26	3,28	3,27	3,26	0,13	0,305	0,686	0,813
<b>HYT, kg/gün, n=12</b>	0,552	0,550	0,539	0,542	0,11	0,55	0,54	0,54	0,54	0,08	0,365	0,990	0,819
<b>NDFT, kg/gün, n=12</b>	6,27	6,23	6,42	6,51	0,36	6,25 <sup>b</sup>	6,46 <sup>a</sup>	6,35	6,37	0,25	***	0,518	0,073
<b>ADFT, kg/gün, n=12</b>	4,12	4,13	4,17	4,19	0,23	4,12 <sup>b</sup>	4,18 <sup>a</sup>	4,14	4,16	0,16	**	0,494	0,850
<b>NÖMT, kg/gün, n=12</b>	9,21	9,26	9,24	9,19	0,26	9,23	9,21	9,26	9,29	0,18	0,441	0,884	0,057
<b>peNDF<sub>8,0</sub>, kg/gün, n=12</b>	1,47	1,50	1,00	1,08	0,31	1,48 <sup>a</sup>	1,08 <sup>b</sup>	1,26	1,31	0,22	***	0,065	0,340
<b>peNDFT<sub>1,18</sub>, kg/gün, n=12</b>	4,84	4,87	4,00	4,09	0,31	4,86 <sup>a</sup>	4,05 <sup>b</sup>	4,42	4,48	0,22	***	0,065	0,340

YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü, CMK: Canlı maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*) (Levucell® Sc 10 Metitan® CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g), CMKy: Canlı maya kültürü yok, KMT: Kuru madde tüketimi, OMT: Organik madde tüketimi, HPT: Ham protein tüketimi, HYT: Ham yağ tüketimi, NDFT: Nötral deterjan fiber tüketimi, ADFT: Asit deterjan fiber tüketimi, NÖMT: Azotsuz öz madde tüketimi, peNDFT: Fiziksel etkin NDF tüketimi. a, b: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05).

\*: P<0,05, \*\*: P<0,01 \*\*\*: P<0,001

#### **4.6. Rasyon Parçacık Büyüklüğünün ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Süt Verimi ve Sütün Besin Madde Bileşimine Etkisi**

Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının süt verimi ve sütün besin madde bileşimine etkisi Tablo 21’de sunulmuştur. Araştırmada süt verimi ve sütteki besin madde miktarları bakımından rasyon parçacık büyüklüğü ve CMK katkısı arasında interaksiyon olmadığı belirlenmiştir.

Deneme süresince en yüksek süt verimi ortalamasına (28,31 kg) DPB+CMK grubunda, en düşük (28,20 kg) süt verimine ise kontrol grubunda ulaşılmıştır. Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyonda maya kullanımının süt verimine etkileri önemsiz bulunmuştur.

Rasyon parçacık büyüklüğünün düzeltilmiş süt verimi (DSV) üzerine etkisi önemsiz bulunurken, rasyonda CMK kullanımının DSV’i artırma eğiliminde ( $P=0,058$ ) olduğu belirlenmiştir.

Parçacık büyüklüğünün ve rasyonda CMK kullanımının süt yağına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Rasyon parçacık büyüklüğünün ve CMK katkısının süt kuru madde, süt ham kül ve süt laktoz üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte süt ham proteinin DPB gruplarında önemli ( $P<0,05$ ) derecede düştüğü gözlenmiştir.

**Tablo 21.** Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının süt verimi ve sütün besin madde bileşimine etkisi

	Rasyonlar					Faktörler					P değeri		
	YPB	YPB+CMK	DPB	DPB+CMK	SEM	YPB	DPB	CMKy	CMK	SEM	PB	CMK	PBxCMK
<b>Süt verimi, kg/gün, n=28</b>	28,20	28,23	28,27	28,31	0,17	28,21	28,29	28,23	28,27	0,12	0,654	0,843	0,975
<b>DSV, kg/gün, n=28</b>	28,42	28,45	28,38	28,99	0,16	28,44	28,69	28,40	28,72	0,11	0,139	0,058	0,083
<b><u>Sütün besin madde bileşimi</u></b>													
<b>Süt KM, %, n=12</b>	11,87	11,82	11,67	11,67	0,11	11,84	11,67	11,76	11,74	0,08	0,176	0,901	0,806
<b>Süt yağ, %, n=12</b>	3,55	3,55	3,52	3,65	0,03	3,55	3,58	3,53	3,60	0,02	0,300	0,096	0,096
<b>Süt ham protein, %, n=12</b>	2,89	2,89	2,76	2,81	0,03	2,89 <sup>a</sup>	2,79 <sup>b</sup>	2,83	2,85	0,02	*	0,525	0,505
<b>Süt laktoz, %, n=12</b>	4,71	4,61	4,72	4,53	0,10	4,66	4,62	4,71	4,57	0,07	0,752	0,212	0,735
<b>Süt ham kül, %, n=12</b>	0,70	0,69	0,66	0,66	0,03	0,69	0,66	0,68	0,68	0,23	0,409	0,974	0,908

YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü, CMK: Canlı maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*) (Levucell® Sc 10 Metitan® CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g), CMKy: Canlı maya kültürü yok, DSV: Düzeltilmiş süt verimi (%4 süt yağına göre), a, b: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05).

\*:P<0,05

#### **4.7. Rasyon Parçacık Büyüklüğünün ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Besin Madde Sindirilebilirliğine Etkisi**

Rasyon parçacık büyüklüğü ve rasyona CMK katkısının besin madde sindirilebilirliğine etkisi Tablo 22’de sunulmuştur. Rasyon parçacık büyüklüğü ile CMK katkısı arasında besin maddesi sindirilebilirliğine bakımından değerlendirilen interaksiyon önemsiz bulunmuştur. Çalışmada en düşük kuru madde sindirilebilirliğine YPB (%73,68) grubunda, en yüksek ise DPB+CMK grubunda (%75,46) gözlemlenmiştir. Bununla birlikte denemede kullanılan rasyonların KMS üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur.

OM sindirilebilirlikleri DPB gruplarında (DPB %77,14 ve DPB+CMK %77,24) YPB gruplarına (YPB %77,67 ve YPB+CMK %75,74) göre daha fazla olarak tespit edilse de gruplar arasında istatistiksel önemlilik tespit edilememiştir.

Araştırmada YPB, YPB+CMK, DPB ve DPB+CMK rasyon gruplarının HP sindirilebilirlikleri sırası ile %77,92; 78,14; 79,21 ve 78,73 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte deneme rasyonlarının HP sindirilebilirlikleri üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur.

Çalışmada HY sindirilebilirliklerine deneme rasyonlarının etkisi görülmemiştir. Bununla birlikte en yüksek HYS, DPB+CMK grubunda (%86,31) en düşük ise kontrol grubunda (%83,64) tespit edilmiştir.

NDF sindirilebilirliklerinin rasyon parçacık büyüklüğünden ve rasyona CMK katkısından istatistik olarak etkilenmediği tespit edilmiştir. En yüksek NDF sindirimi DPB+CMK (%56,39) grubunda saptanmış olup, parçacık büyüklüğü ile rasyona CMK katkısı interaksiyonu istatistik olarak önemsiz bulunmuştur.

Araştırmada en düşük ADF sindirilebilirliği YPB rasyon grubunda (%45,55), en yüksek ise DPB+CMK rasyon grubunda (%49,08) gözlemlenmiştir. Ek olarak gruplar arasında ADF sindirilebilirlikleri açısından anlamlı derecede farklılıklar olmadığı belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada NÖM sindirilebilirlikleri YPB ve YPB+CMK gruplarında sırası ile %94,43 ve %93,40, DPB ve DPB+CMK gruplarında ise sırası ile %95,77 ve 95,23 olarak tespit edilmiştir. Araştırmada NÖM sindirilebilirliklerinin deneme rasyonlarından istatistiksel olarak etkilenmediği belirlenmiştir.

**Tablo 22.** Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının besin madde sindirilebilirliğine etkisi (%)

Besin maddesi	Rasyonlar					Faktörler					P değeri		
	YPB	YPB+CMK	DPB	DPB+CMK	SEM	YPB	DPB	CMKy	CMK	SEM	PB	CMK	PBxCMK
KMS, %	73,68	73,90	75,44	75,46	1,67	73,79	75,45	74,56	74,68	1,18	0,340	0,944	0,953
OMS, %	75,67	75,74	77,14	77,24	1,58	75,71	77,19	76,41	76,49	1,11	0,367	0,958	0,996
HPS, %	77,92	78,14	79,21	78,73	1,52	78,03	78,97	78,56	78,43	1,07	0,550	0,933	0,822
HYS, %	83,64	86,07	86,05	86,31	1,04	84,85	86,18	84,85	96,19	0,73	0,226	0,220	0,316
NDFS, %	53,45	54,56	55,25	56,39	1,14	54,00	55,82	54,35	55,47	0,80	0,137	0,346	0,989
ADFS, %	45,55	47,71	47,20	49,08	1,79	46,63	48,13	46,37	48,39	1,26	0,417	0,281	0,940
NÖMS, %	94,43	93,40	95,77	95,23	1,24	93,92	95,50	95,10	94,32	0,87	0,226	0,539	0,844

n=4

YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü, CMK: Canlı maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*) Levucell® Sc 10 Metitan® CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g), CMKy: Canlı maya kültürü yok, KMS: Kuru madde sindirilebilirliği, OMS: Organik madde sindirilebilirliği, HPS: Ham protein sindirilebilirliği, HYS: Ham yağ sindirilebilirliği, NDFS: Nötral deterjan fiber sindirilebilirliği, ADFS: Asit deterjan fiber sindirilebilirliği, NÖMS: Azotsuz öz madde sindirilebilirliği.

#### **4.8. Rasyon Parçacık Büyüklüğünün ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Rumen Parametrelerine ve Dışkı Skoruna Etkisi**

Araştırmada uygulanan rasyonların rumen parametrelerine etkisi Tablo 23'te belirtilmiştir. Çalışmada rasyon parçacık büyüklüğü ve CMK kullanımı arasında rumen parametreleri açısından interaksiyonunun olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada rumen pH seviyeleri YPB grubunda 6,35, YPB+CMK grubunda 6,48, DPB grubunda 6,23 ve DPB+CMK grubunda 6,51 olarak belirlenmiştir. Araştırmada rumen pH seviyesi CMK ilave edilen gruplarda (YPB+CMK ve DBP+CMK), katılmayan gruplara (YPB ve DBP) göre önemli derecede ( $P<0,05$ ) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Rasyon parçacık büyüklüğünün ise sıcak stresinde rumen pH'sını istatistiksel olarak etkilemediği belirlenmemiştir.

Rumen amonyak azotu ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) konsantrasyonu en yüksek olarak YPB+CMK (31,36 mg/dl) grubunda gözlemlenirken, en düşük (28,90) ise YPB grubunda tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan rasyonların  $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Araştırmada en düşük UYA miktarı YPB rasyon grubunda (63,26 mmol/L) en yüksek ise DPB+CMK grubunda (68,59 mmol/L) gözlemlenmiştir. Deneme rasyonlarının rumen toplam UYA miktarına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ( $P>0,05$ ) tespit edilmiştir. Araştırmada rumen UYA yüzdelerinin (mol/100mol) sıcak stresi şartlarında süt ineklerinde rasyon parçacık büyüklüğünden veya rasyona CMK katkısından istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilenmediği belirlenmiştir. Ek olarak rumen sıvısında asetik asit/propiyonik asit oranlarının deneme rasyonlarından etkilenmediği tespit edilmiştir.

Araştırmada en yüksek dışkı skoru YPB+CMK grubunda (2,37) tespit edilirken, denemede uygulanan rasyonların dışkı skoruna etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

**Tablo 23.** Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının rumen parametrelerine etkisi

Rumen parametreleri	Rasyonlar					Faktörler					P değeri		
	YPB	YPB+CMK	DPB	DPB+CMK	SEM	YPB	DPB	CMKy	CMK	SEM	PB	CMK	PBxCMK
<b>pH</b>	6,35	6,48	6,23	6,51	0,06	6,42	6,37	6,29 <sup>b</sup>	6,49 <sup>a</sup>	0,04	0,488	**	0,309
<b>NH<sub>3</sub>-N, mg/dl</b>	28,90	31,36	30,45	29,74	1,06	30,13	30,10	29,68	30,55	0,75	0,359	0,202	0,259
<b>Rumen UYA</b>													
<b>Toplam UYA mmol/l</b>	63,26	64,43	68,44	68,59	3,14	63,84	68,51	65,85	66,50	3,05	0,408	0,181	0,175
<b>Asetik asit mol/100 mol</b>	65,29	61,34	63,66	64,73	2,32	63,31	64,61	64,47	63,45	1,64	0,586	0,668	0,231
<b>Propiyonik asit, mol/100 mol</b>	20,11	22,49	19,87	22,15	1,87	21,29	19,78	19,99	21,08	1,32	0,433	0,569	0,505
<b>Bütirik asit, mol/100 mol</b>	11,17	12,27	12,63	10,02	0,88	11,72	11,92	11,90	11,74	0,61	0,823	0,861	0,173
<b>İsobütirik asit, mol/100 mol</b>	0,72	0,83	0,80	0,63	0,09	0,77	0,77	0,76	0,78	0,06	0,960	0,781	0,397
<b>İsovalerik asit, mol/100 mol</b>	1,26	1,38	1,41	1,13	0,29	1,31	1,35	1,33	1,33	0,21	0,916	0,988	0,697
<b>Valerik asit, mol/100 mol</b>	1,45	1,69	1,63	1,48	0,19	1,57	1,56	1,54	1,59	0,14	0,962	0,811	0,355
<b>Asetik asit/propiyonik asit</b>	3,34	2,83	3,23	2,99	0,32	3,08	3,10	3,28	2,91	0,23	0,946	0,276	0,686
<b>Dışkı skoru</b>	2,25	2,37	2,25	2,25	0,14	2,31	2,25	2,25	2,31	0,09	0,663	0,663	0,663

n=4

YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü, CKM: Canlı maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*) (Levucell® Sc 10 Metitan® CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g), CMKy: Canlı maya kültürü yok, UYA: Uçucu yağ asidi, NH<sub>3</sub>-N: Amanyok azotu. a, b: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05). \*\*: P<0,01



#### **4.9. Rasyon Parçacık Büyüklüğünün ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Rektal Sıcaklık, Kalp Atım ve Solunum Sayısı Üzerine Etkisi**

Denemede ölçülen rektal sıcaklık, kalp atım ve solunum sayıları Tablo 24'te sunulmuştur. Bahsedilen fizyolojik parametreler bakımından rasyon parçacık büyüklüğü ve CMK katkısı arasındaki interaksiyon önemli bulunmamıştır. Sıcak stresi altında süt ineklerinin rektal sıcaklarının her grupta 39,5 °C üzeri olduğu görülmektedir. Bununla birlikte denemede kullanılan rasyonların rektal sıcaklık üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur.

Araştırmada öğle saatinde en yüksek kalp atım sayısı YPB grubunda (109/dk) görülürken, en düşük ise YPB+CMK rasyon grubunda (107,67/dk) gözlenmiştir. Rasyon parçacık büyüklüğünün düşürülmesi veya rasyona CMK ilave edilmesinin kalp atım sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Günün en serin saatlerinde kalp atım sayısı düşerken yine deneme rasyonlarının etkileri önemsiz olarak tespit edilmiştir.

Denemede solunum sayısı günün en sıcak saatinde sıcak stresi ile yükselmiş ve en yüksek solunum sayısı YPB grubunda (65,16/dk) gözlemlenmiştir. Gece yapılan gözlemlerde ise solunum sayısının bütün gruplarda düştüğü belirlenmiştir. Solunum sayısı hem günün en sıcak hem de en serin dönemlerinde deneme rasyonlarından istatistiksel olarak etkilenmemiştir.

**Tablo 24.** Rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının rektal sıcaklık, kalp atım ve solunum sayıları üzerine etkileri

Fizyolojik parametreler	Rasyonlar					Faktörler					P değeri		
	YPB	YPB+CMK	DPB	DPB+CMK	SEM	YPB	DPB	CMKy	CMK	SEM	PB	CMK	PBxCMK
<b>Rektal sıcaklık, °C,</b>													
<b>15:00</b>	39,66	39,55	39,57	39,63	0,07	39,61	39,64	39,61	39,64	0,05	0,668	0,656	0,168
<b>03:00</b>	38,20	38,25	38,25	38,29	0,03	38,22	38,27	3,23	38,27	0,02	0,143	0,228	0,893
<b>Kalp atım sayısı, dk</b>													
<b>15:00</b>	109,00	107,67	108,00	108,66	1,24	108,66	108,33	108,33	108,66	0,87	0,790	0,723	0,689
<b>03:00</b>	61,50	60,83	61,17	61,00	0,84	61,16	61,08	61,25	61,00	0,59	0,922	0,768	0,893
<b>Solunum sayısı, dk</b>													
<b>15:00</b>	65,16	64,50	65,00	65,10	0,85	64,83	65,00	65,08	64,75	0,60	0,847	0,700	0,618
<b>03:00</b>	23,08	23,16	23,41	23,08	0,23	23,12	23,25	23,29	23,08	0,16	0,593	0,374	0,593

n=4

YPB: Yüksek parçacık büyüklüğü, DPB: Düşük parçacık büyüklüğü, CMK: Canlı maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*) (Levucell® Sc 10 Metitan® CNCM I-1077 (10x10<sup>9</sup> kob/g). CMKy: Canlı maya kültürü yok.

## 5. TARTIŞMA

### 5.1. Denemede Kaydedilen Sıcaklık, Bağlı Nem ve Sıcaklık-Nem İndeksi Değerleri

Deneme dönemlerine ait sıcaklık, bağlı nem ve sıcaklık-nem indeksi verileri Tablo 14'te belirtilmiştir. Deneme boyunca her dönemde ortalama sıcaklık değerlerinin 27,5 °C'den, sıcaklık-nem indeksi değerlerinin ise 74'ten yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda süt sığırları için vücut sıcaklığını uygun durumda koruyabildiği en yüksek çevre sıcaklığının 25-26 °C olduğu belirtilmektedir (Alkoyak ve Çetin, 2016). Çevre sıcaklığı ve bağlı nem değerleri temel alınarak hesaplanan SNİ değerlerinin 70 puanın üstünde olduğu koşullarda süt sığırlarında sıcak stresi oluştuğu bildirilmiştir (Atrian ve Sahryar, 2012). Yapılan çalışmada gerçekleşen çevre sıcaklığı ve SNİ değerleri göz önüne alındığında çalışma boyunca orta derecede sıcak stresinin oluştuğunu söylemek mümkündür.

### 5.2. Deneme Rasyonlarının Parçacık Büyüklüğü Oranları ve peNDF İçerikleri

Araştırmada kullanılan TKR'nin Penn State eleği ile belirlenen doğal haldeki parçacık büyüklüğü oranları Tablo 16'da verilmiştir. Araştırmada YPB rasyonlarının Penn State eleği verilerinin Heinrich ve Kononoff (2002) tarafından belirtilen süt inekleri için uygun toplam karışım rasyonu oranları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. DPB rasyonlarının ise en üst (>19 mm) elek katı verilerinin uygun alt sınırdan (%2) daha düşük (%1,35) ve en alt (<1,18 mm) elek katı değerlerinin uygun üst sınırdan (%20) daha yüksek (%29,32) olduğu tespit edilmiştir.

Denemede uygulanan rasyonların pef ve peNDF içerikleri Tablo 18'de belirtilmiştir. Yapılan çalışmada YPB rasyonlarının DPB rasyonlarına göre pef<sub>8,0</sub> değeri %29,5, pef<sub>1,18</sub> değerleri ise %18 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte çalışmada YPB rasyonlarının, peNDF<sub>1,18</sub> içeriklerinin DPB rasyonlarına göre %18,9 daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca DPB rasyonlarının peNDF değerlerinin (%21,94 KM) Mertens (1997) tarafından belirtilen ve süt inekleri için sağlıklı rumen ortamı için gereken en düşük rasyon peNDF değeri (%22 KM) sınırında olduğu saptanmıştır.

### **5.3. Denemede Artık Yemlerin Parçacık Büyüklüğü Oranları**

Artık yemlerin parçacık büyüklüğü oranları deneme grupları arasında karşılaştırıldığında üst elekte (>19 mm) YPB grubundaki oranın DPB grubuna göre önemli derecede ( $P<0,001$ ) daha yüksek (40 kat) olduğu belirlenmiştir. Rasyonların tüketilmeden önceki bu elek katındaki oranları düşünüldüğünde (YPB %8,04 KM'de; DPB %1,76 KM'de) bu farklılığın oluşmasının normal olduğu açıktır. Bununla birlikte verilen rasyonlara göre peNDF içeriği yüksek rasyonların tüketimden sonra en üst elekte kalan yem oranı YPB grubunda %201, YPB+CKM grubunda ise %113 daha yüksek, peNDF içeriği düşük rasyonlarda ise DPB grubunda %214, DPB+CMK grubunda %232 daha az olduğu gözlenmiştir. Oluşan bu farkların sıcak stres altında değişen beslenme davranışları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Yüksek peNDF içeriğine sahip rasyonların kaba yemleri tüketmek istemeyip ayırdığı (Miller-Cushon ve diğerleri, 2019), düşük peNDF rasyonlarında ise rasyonun çok fazla ince olması nedeni ile bu ayırımı yapamadığı tespit edilmiştir.

Yukarıda belirtilen yem seçimi etkisi üçüncü (>1,18 mm) ve en alt elekteki artık yem parçacık oranlarıdır. Üçüncü kattaki elekte kalan yemlerin, rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi ile %28 azaldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde DPB rasyonlara ait artık yemlerinin en alt elekteki miktarının önemli derecede ( $P<0,01$ ) daha az (%50) olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada rasyona CMK katkısının artık yemlerde parçacık büyüklüğünü etkilemediği belirlenmiştir. Yapılan çalışmaya benzer şekilde DeVries ve Chevaux (2014), rasyona CMK ilavesinin yem seçimine etkisi olmadığını, ancak süt ineklerinin CMK ilavesi ile küçük parçacıkları tüketme eğiliminde olduğunu belirtmiştir. Ancak, DeVries ve Chevaux (2014)'ün, yaptıkları denemede çevre sıcaklıkları ile ilgili bir bilgi verilmemiştir.

### **5.4. Rasyon Parçacık Büyüklüğü ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Canlı Ağırlık ile Kuru Madde ve Besin Madde Tüketimlerine Etkisi**

Yapılan çalışmada rasyon parçacık büyüklüğü ve rasyona CMK katkısının CA ile KM ve besin madde tüketimlerine etkisi Tablo 20'de belirtilmiştir. Denemede verilen rasyonların canlı ağırlık üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Benzer şekilde SNİ'nin ortalama 76 olduğu şartlarda orta laktasyondaki süt inekleri ile yapılan çalışmada rasyona 4

g/gün/hayvan ( $15 \times 10^9$  kob/g) CMK katkısını CA üzerine etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Dehghan-Banadaky ve diğerleri, 2013). Ayrıca Beauchemin ve Yang (2005), yaptıkları çalışmada rasyon peNDF düzeyinin CA üzerine etkisinin önemsiz olduğunu belirtmiştir.

Denemeye başlamadan önce süt ineklerinin bir hafta süresince KMT izlenmiş ve günlük ortalama 21,2 kg KM tükettikleri belirlenmiştir. Araştırmada SNI'nin artması ile alıştırma dönemine göre KMT'nin ortalama %8,4 oranında düştüğü tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada Yadav ve diğerleri (2013) çevre sıcaklığının 20 °C'den 33 °C'ye çıkması ile KMT'nin %9 düştüğünü belirtmişlerdir. Dias ve diğerleri, (2017) çevre sıcaklığının 40 °C üzerine çıkması ile KM tüketiminin %40 düşebileceğini bildirmiş olsa da yapılan çalışmada orta düzeyde sıcak stresi gerçekleştiği için KMT'ndeki azalmanın nispeten düşük olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi (%22 peNDF) ile sıcak stresi altında süt ineklerinde parçacık büyüklüğü yüksek (%27 peNDF) olan rasyonlara göre KMT'nin yaklaşık 200 g/gün daha fazla olduğu tespit edilmiştir. KMT'nin düşük peNDF içeriğine sahip rasyonda artması, rumende küçük parçacıkların kalış süresinin kısa ve pasaj hızının yüksek olması ile ilişkilendirilebilir. Benzer çalışmalarda (Allen, 2000; Kononoff ve Heinrichs, 2003a) düşük peNDF içeren rasyonların yüksek pasaj hızı nedeni ile KMT'nin arttığı belirtilmiştir. Bununla birlikte bu çalışmada KMT'lerinde oluşan fark sıcak stresi altında süt ineklerinde görülen yem seçme davranışı ile de açıklanabilir. DeVries ve diğerleri (2005) sıcak stresi altında süt ineklerinin toplam karışım rasyonunda özellikle büyük kaba yem parçacıklarını tüketmek istemediklerini belirtmiştir. Bu çalışmaya ait artık yemlerin Penn State eleği ile elenmesi sonucu elde edilen veriler (Tablo 19) bu yorumu desteklemektedir. Araştırmada rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi ile OM tüketiminin yaklaşık 300 g/gün arttığı tespit edilmiştir. Artan OM tüketimi düşük peNDF içeren rasyonlarda artan KMT ile açıklanabilir.

Araştırmada sıcak stresi altında süt ineklerinde rasyona CMK ilavesinin KMT'i etkilemediği belirlenmiştir. Perdomo ve diğerleri (2020) yaptığı çalışmada benzer sonuçlar elde etmiş, sıcak stresinde CMK kullanımının KMT'ni artırmadığını belirtmişlerdir. Bu bulguyu destekleyen başka araştırmalar (Schingoethe ve diğerleri, 2004; Bruno ve diğerleri, 2009) da vardır

Moallem ve diğerleri (2009) sıcak stresi altındaki süt inekleri ile yaptıkları çalışmada rasyona 6 g/gün/hayvan *S. cerevisea* içeren CMK eklenen grupta KMT'nin kontrol grubuna

göre %2,5 arttığını (24,1 kg/gün'den 24,7 kg/gün'e) gözlemlemişlerdir. Yaz aylarında İsrail'de yapılan bu çalışmada sıcak stresinin şiddeti belirtilmemiştir. Bu çalışmada CMK olarak kullanılan katkının verilen miktarın (6 g/gün/hayvan) ve yoğunluğunun ( $1 \times 10^{10}$  kob/g) 6 kat daha fazla olması sıcak stresinde KMT'nin artmasını açıklayabilir.

Yapılan çalışmada sıcak stresi altında süt ineklerinde HP ve HY tüketimlerinin uygulanan rasyonlardan etkilenmediği gözlemlenmiştir (Tablo 20). YPB ve DPB rasyonları açısından KMT arasında fark ( $P < 0,001$ ) olmasına karşın, HP ve HY tüketimleri gruplarda benzer bulunmuştur. Bununla birlikte parçacık büyüklüğü yüksek rasyonla beslenen grupların sindirilebilirliği daha kolay (Coppock ve diğerleri, 1964) olan yoğun yemi tüketmek istemesi KMT nedeni olacak HP ve HY tüketimi farklarını önlemiş olabilir.

Araştırmada rasyonda peNDF'nin düşmesi ile süt ineklerinde NDF tüketiminin yaklaşık 150 g/gün, ADF tüketiminin ise 40-70 g/gün arttığı gözlemlenmektedir. Sıcak stresi altında süt ineklerinin farklı peNDF içeren rasyonlara ait tepkisini inceleyen herhangi bir literatür bildirisine rastlanılmamıştır. Bununla birlikte TKR'de özellikle NDF içeriği yüksek kaba yemlerin parçacık büyüklüğünün düşürülmesi ile süt sığırlarının yem seçemediği ve NDF'yi tüketmek zorunda kaldığı düşünülmektedir.

Kononoff ve Heinrichs (2003b) erken laktasyondaki süt ineklerinde yaptıkları çalışmada farklı peNDF içeriğine sahip rasyonlara karşı hayvanların tepkilerini incelemiştir. Araştırmacılar rasyon peNDF'sinin %26,7'den %25,7'ye düşmesi ile kalan yemlerde 19 mm'den büyük yem parçacıklarının önemli derecede ( $P < 0,01$ ) daha az olduğunu gözlemlemiştir. Çevre şartları ile ilgili bir bilginin verilmediği bu çalışmada araştırmacılar erken laktasyon döneminin yem tüketimi üzerine oluşturduğu stresi aşmak için hayvanların yüksek parçacık büyüklüğüne sahip yemleri tercih etmediğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada bir başka stres faktörü olan yüksek çevre sıcaklığı, rasyon peNDF düzeyi arttıkça NDF tüketimini sınırlandırmış olabilir.

Çalışmada sıcak stresinde rasyona CMK ilavesinin süt ineklerinin NDF ve ADF tüketimlerini etkilemediği belirlenmiştir. Çalışmada rasyona CMK ilavesinin sıcak stresinde KMT'i ve yem seçimini etkilememesi, NDF tüketiminin CMK kullanımı ile değişmemesini açıklayabilir.

Araştırmada sıcak stresinde süt ineklerinde rasyon parçacık büyüklüğünü değiştirmenin veya rasyona CMK ilavesinin NÖM tüketimine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Batajoo ve Shaver (1994) yaptıkları çalışmada rasyonda NDF tüketiminin artması ile NÖM tüketiminin

düştüğünü belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada parçacık büyüklüğü düşürülmüş rasyonlarda NDF tüketimi daha fazla iken NÖM tüketimlerinin benzer olması, NDF tüketiminin arttığı gruplarda KMT'nin de daha yüksek olması ile açıklanabilir.

Yapılan çalışmada rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK katkısının peNDF tüketimlerine etkisi Tablo 20'de belirtilmiştir. Araştırmada rasyon parçacık büyüklüğünü düşürmenin peNDF<sub>8,0</sub> tüketimini yaklaşık 400 g/gün, peNDF<sub>1,18</sub> tüketimini ise 800 g/gün azalttığı belirlenmiştir.

Beauchemin ve Yang (2005) yaptıkları çalışmada süt ineklerine farklı peNDF içeriğine sahip rasyonları (KM'de %8,9, 10,0, ve 11,5) vererek yem tüketimlerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmaya benzer şekilde araştırmacılar rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi ile peNDF tüketiminin %20'ye kadar azaldığını belirtmişlerdir.

Calberry ve diğerleri (2003) yapılan çalışmanın aksine peNDF içeriği kuru maddede %20,1 olan rasyonlara göre %23,3 olan rasyonlarda peNDF tüketiminin %8 azaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sıcak stresi şartlarında yapılmaması ve rasyonlar arasındaki peNDF farkının (%10) yapılan çalışmaya (%22) göre da az olması bu farkı açıklayabilir.

Araştırmada rasyonda CMK kullanımı ile peNDF tüketimlerinin artma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Sıcak stresinde maya kullanımının peNDF tüketimi üzerine etkisini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Perdomo ve diğerleri (2020) sıcak stresinde maya kullanımı ile peNDF<sub>1,12</sub> tüketimlerinin düşme eğiliminde olduğunu bildirirken, peNDF<sub>8,0</sub> tüketimlerinin etkilenmediğini belirtmiştir.

### **5.5. Rasyon Parçacık Büyüklüğü ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Süt Verimi ve Sütün Besin Madde Bileşimine Etkisi**

Yapılan çalışmada rasyon parçacık büyüklüğünün düşürülmesi ve rasyona CMK katkısının sıcak stresi altında süt ineklerinde süt verimi ve sütün besin madde bileşimine etkisi Tablo 21'de belirtilmiştir. Çalışmada en yüksek süt verimi DPB+CMK grubunda elde edilmiş, bununla birlikte sıcak stresinde süt ineklerinde süt veriminin rasyon parçacık büyüklüğünden ve rasyona CMK katkısından etkilenmediği belirlenmiştir. Sıcak stresi altında farklı peNDF oranına sahip rasyonların süt verimine ve süt besin madde bileşimine etkilerini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır.

Yang ve Beauchemin (2006), yaptıkları çalışmada 3 farklı peNDF içeriğine (KM'de %24,9, 24,7, 23,7) sahip rasyonla beslenen 6 adet süt ineğinin değişen rasyon parçacık büyüklüğüne verdikleri tepkileri incelemiştir. Araştırmacılar yapılan çalışmada olduğu gibi rasyon peNDF değerinin değişmesinin süt verimini etkilemediğini belirtmiştir. Çevre sıcaklığı ile ilgili bilgi verilmeyen çalışmada süt veriminin etkilenmemesi gruplar arasındaki benzer KMT değerleri ile ilişkilendirilmiştir.

Sıcak stresi altında süt sığırlarında rasyona CMK katkısı ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Sıcak stresinde CMK kültürü kullanılmasının süt verimini etkilemediği (Dias ve diğerleri, 2018; Perdomo ve diğerleri, 2020) veya CMK kullanılması ile süt veriminin arttığını (Salvati ve diğerleri, 2015; Moellem ve diğerleri, 2009) bildiren araştırmalar bulunmaktadır. Araştırmada süt verimlerinin deneme rasyonlarından etkilenmemesi her grupta NÖM yani nişasta tüketiminin benzer olması ile açıklanabilir. Çünkü süt sığırlarında süt verimi KM veya nişasta tüketimi ile ilişkilendirilmektedir (Krause ve diğerleri, 2002).

Araştırmada %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimleri rasyon parçacık büyüklüğünden etkilenmezken, rasyona CMK ilavesi ile DSV artma ( $P=0,058$ ) eğilimindedir. Benzer şekilde sıcak stresinde rasyona CMK ilavesi ile DSV'nin arttığını belirten çalışmalar (Putnam ve diğerleri, 1997; Wohlt ve diğerleri, 1998) mevcuttur. Yapılan çalışmalarda artan DSV'yi araştırmacılar rasyona CMK katkısı ile artan süt verimi ile ilişkilendirilmiştir. Yapılan çalışmada ise her ne kadar istatistiksel olarak önemlilik arz etmese de rasyona CMK katkısı ile artan süt yağı DSV'yi artırmış olabilir.

Denemede rasyon parçacık büyüklüğünün süt yağı üzerine etkisinin önemsiz olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın aksine Yansari ve diğerleri (2004) rasyonda peNDF seviyesinin %25'ten %17,2'ye düşürülmesinin süt yağını %10 düşürdüğünü belirtmiştir. Benzer şekilde Grant ve diğerleri (1990a) rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi ile süt yağının dramatik (%3,9'dan 2,7'ye) bir şekilde düştüğünü gözlemlemiştir. Bu çalışmada süt yağının düşmemesini parçacık büyüklüğü düşürülmüş rasyonlarda dahi peNDF'nin kritik sınır olan kuru maddede %22 (Biricik ve Gençoğlu, 2018) olması açıklayabilir. Ek olarak süt yağının peNDF içeriği farklı rasyonlarda benzer olması sıcak stresinde besin maddesi sindirilebilirliğinin (özellikle NDF sindirilebilirliği) artması (Smith ve diğerleri, 2013) ile ilişkilendirilebilir. Yapılan araştırmada sıcak stresinde rasyona CMK ilavesinin süt yağı yüzdesini artırma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bruno ve diğerleri (2009) süt yağ yüzdesinin sıcak stresinde rasyona maya ilavesinden etkilenmediğini belirtirken, Salvati ve diğerleri (2015) CMK ilavesinin süt sığırlarında süt yağ yüzdesini artırdığını bildirmişlerdir.



Araştırmada verilen rasyonların, sütün ham kül ve laktoz seviyesini etkilemediği belirlenmiştir. Ancak süt HP seviyesinin peNDF'nin düşmesi ile önemli derecede ( $P<0,05$ ) düştüğü gözlemlenmiştir. Rasyonda peNDF azalması ile sütte HP seviyesinin düşmesi beklenmeyen bir sonuç olsa da araştırma bulgularına benzer şekilde Kononoff ve Heinrichs (2003b) ve Kaeokliang ve diğerleri, (2019) de rasyon peNDF düşmesinin süt HP seviyesini düşürdüğünü belirtmiştir.

CMK kullanılan başka çalışmalarda (Schwartz ve diğerleri, 2009; Bayat ve diğerleri, 2015) ise sıcak stresinde rasyona CMK ilavesinin süt ham protein ve laktoz düzeyleri etkilemediği belirtilmiştir.

## **5.6. Rasyon Parçacık Büyüklüğü ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Besin Madde Sindirilebilirliğine Etkisi**

Yapılan çalışmada sıcak stresinde rasyon parçacık büyüklüğünün düşürülmesi ve/veya rasyona CMK ilave edilmesinin besin madde sindirilebilirliğine etkisi Tablo 22'de belirtilmiştir.

Araştırma rasyonlarının besin madde sindirilebilirliği üzerine etkileri önemsiz olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada rasyonda CMK kullanımının KM ve OM sindirilebilirliği üzerine bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Sıcak stresinde yapılan bazı çalışmalarda (Desnoyers ve diğerleri, 2009; Perdomo ve diğerleri, 2020) KM sindirilebilirliğinin CMK katkısı ile arttığı belirlenirken, bazı çalışmalarda (Salvati ve diğerleri, 2015; Crossland ve diğerleri, 2018) ise bu etkinin görülmediği tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada NDF ve ADF sindirilebilirliklerinin sıcak stresinde CMK kullanımından etkilenmediği belirlenmiştir. CMK'nin NDF ve ADF sindirilebilirliğini artırdığını belirtilen çalışmalar (Bitencourt ve diğerleri, 2011; Ferraretto ve diğerleri, 2012) olduğu gibi NDF ve ADF sindirilebilirliğinin sıcak stresinde CMK kullanımı ile değişmediğini (Moellem ve diğerleri, 2009; Dias ve diğerleri, 2017) belirtilen çalışmalar da mevcuttur.

Parçacık büyüklüğü düşük rasyonların parçacık büyüklüğü yüksek rasyonlara, CMK kullanılmayan rasyonların ise CMK kullanılan rasyonlara göre NÖM sindirilebilirlikleri sayısal olarak fazla olsa da istatistiksel olarak bir önem gözlemlenmemiştir. Yang ve Beauchemin (2006) parçacık büyüklüğünün artması ile nişasta sindirilebilirliğinin etkilenmediğini

belirtirken, Krause ve diğeri (2002) nişasta sindirilebilirliğinin parçacık büyüklüğünün artması ile düştüğünü tespit etmiştir. Ek olarak Salvati ve diğeri (2015), sıcak stresinde süt ineği rasyonlarına CMK katkısının nişasta sindirimini etkilemediğini bildirmiştir.

Yapılan çalışmada elde edilen bulguların aksine süt sığırlarında yapılan çalışmalarda sıcak stresinde besin maddesi sindirilebilirliğinin CMK kullanımı ile artmasının birkaç farklı nedeni olabilir. Araştırmada CMK kullanımı ile hayvana 10 milyar canlı hücre verilirken Perdomo ve diğeri (2020), rasyona günde 30 milyar CMK hücresi ile bu etkilere ulaşmıştır. Ek olarak kullanılan CMK'nin (*Saccharomyces cerevisiae*) birkaç farklı suşunu aynı anda kullanmanın rumende oksijensiz ortamı sağlamada daha etkili olduğu bildirilmiştir (Chaucheyras-Durand ve diğeri, 1996). Rumende oksijenin azalması ile artan anaerobik mikroorganizmaların besin maddesi sindirilebilirliğini iyileştirebileceği düşünülmektedir.

Sıcak stresi altında farklı parçacık büyüklüğüne sahip rasyonların süt sığırlarında besin madde sindirilebilirliğine etkisini inceleyen araştırmaya rastlanılmamıştır. Bununla birlikte Allen ve diğeri (1996) düşük peNDF içeriğine sahip rasyonların sindirilebilirliklerinin daha düşük olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar bu sonucu artan pasaj hız ile ilişkilendirirken, yapılan bu çalışmada gruplar arasında dışkı skorlarının benzer olması pasaj hızının deneme rasyonlarından etkilenmediğini göstermektedir. Sıcak stresinde azalan rumen hareketleri (Marai ve Haebe, 2010) rasyon peNDF içeriğinin düşmesi ile artabilecek pasaj hızını engellemiş olabilir.

### **5.7. Rasyon Parçacık Büyüklüğü ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Rumen Parametrelerine ve Dışkı Skoruna Etkisi**

Araştırmada rasyonda farklı parçacık büyüklüğü ve CMK'nın rumen parametrelerine etkisi Tablo 23'te belirtilmiştir.

Yapılan çalışmada rumen pH seviyelerinin CMK kullanımı ile YPB+CMK rasyonunda %2, DPB+CMK olan rasyonlarda ise %4,3 arttığı gözlemlenmiştir. Sıcak stresinde rasyonda CMK kullanımının rumen pH seviyesini etkilemediğini bildiren çalışmalar (Salvati ve diğeri, 2015; Crossland ve diğeri, 2018) olduğu gibi, CMK kullanımını rumen pH'sını arttırdığını bildiren araştırmalar (Allen ve Ying, 2012; Dias ve diğeri, 2018) da mevcuttur. CMK kullanımı ile nişasta sindiriminin yavaşlaması (Allen ve Jing, 2012), yüksek pH konsantrasyonunu açıklayabilir. Bununla birlikte rasyonda CMK kullanımı ile aktivitesi artan

laktik asit kullanan bakterilerin (*Selenomonas ruminantium*) rumende pH seviyesini yükselttiği belirtilmiştir (Nisbet ve Martin, 1991).

Yapılan çalışmada rasyon parçacık büyüklüğü değişiminin rumen pH düzeyine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Sıcak stresinde süt ineklerinde rasyon parçacık büyüklüğünün rumen pH seviyesine etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak Fernandez ve diğerleri (2004) 4x4 latin kare deneme deseninde süt ineklerinde farklı parçacık büyüklüğüne sahip mısır silajı ile yapılan rasyonlarda rumen ortalama pH seviyelerinin etkilenmediğini belirtmiştir. Beauchamin ve Yang (2005) yaptıkları çalışmada yine peNDF'nin kuru maddede %11,5'ten %8,9'a düşürmenin rumen pH seviyelerini etkilemediğini bildirmiştir.

Yukarıda belirtilen çalışmaların aksine Krause ve diğerleri (2002) ile Beauchamin ve diğerleri (2003) parçacık büyüklüğü düşürmenin süt ineklerinde rumen pH seviyesini önemli derecede ( $P<0,01$ ) düşürdüğünü belirtmiştir.

Çalışmada verilen rasyonların rumen amonyak azotu ( $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u) üzerine etkileri önemsiz olarak kaydedilmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda Dias ve diğerleri (2018) ile Jiang ve diğerleri (2017), rasyonda CMK kullanımının süt ineklerinde rumen  $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u konsantrasyonunu etkilemediğini belirtmiştir. Aynı şekilde Beauchamin ve diğerleri (2003) farklı peNDF içeriğini sahip rasyonların rumen  $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u seviyesini istatistiksel olarak etkilemediğini ifade etmiştir.

Yapılan çalışmanın sıcak stresi şartlarında olması ve sıcak stresinde rumende düşen organik asit konsantrasyonu ve artan rumen içeriği seviyesi (Hall, 2002) peNDF tüketiminin azalması ile rumen pH'sında oluşabilecek düşmeyi gizlemiş olabilir.

Yapılan çalışmada sıcak stresinde süt ineklerine rasyonla CMK verilmesinin rumen toplam UYA miktarını ve rumen UYA dağılımını etkilemediği belirlenmiştir. Süt ineklerinde rasyona CMK ilavesinin rumen UYA profilini etkisini inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Benzer şekilde sıcak stresinde yapılan bir çalışmada (Dehghan-Banadaky ve diğerleri, 2013) rasyonda 4g/gün ( $15 \times 10^9$  kob/g) CMK kullanmış ve rumen UYA profilinin değişmediğini bildirmiştir. Salvati ve diğerleri (2015)'de rasyonda 10 g/gün ( $25 \times 10^{10}$  kob/g) CMK kullanımının sıcak stresi şartlarında süt ineklerinde rumen UYA konsantrasyonlarını etkilemediğini bildirmiştir.

Guedes ve diğerleri (2008) rasyona 1g/gün ( $10 \times 10^9$  kob/g) CMK kullanımının rumen toplam UYA miktarını artırdığını ve asetik asit/propiyonik asit oranını düşürdüğünü belirtmiş ve sebebini ise artan fibrolitik aktivite ile açıklamıştır.

Yapılan çalışmada sindirilebilirliklerin CMK kullanımı ile değişmemesi toplam UYA miktarının CMK kullanımından etkilenmemesini açıklayabilir. Ek olarak rumen asetik asit/propiyonik asit oranı CMK kullanımı ile sayısal olarak düşse de istatistiksel bir önem arz etmemiştir.

Çalışmada rasyon parçacık büyüklüğünü düşürmenin rumen UYA profiline etkisi anlamlı bulunmamıştır. Bunu destekler nitelikte süt ineklerinde (Kononoff ve diğerleri, 2003) ve süt keçilerinde (Li ve diğerleri, 2014) yapılan çalışmalarda rasyon parçacık büyüklüğünü düşürmenin rumen UYA profilini değiştirmedeği gözlemlenmiştir.

Araştırmada dışkı skorunun YPB+CMK grubunda diğer gruplara göre %5 daha yüksek olmasına rağmen rasyon parçacık büyüklüğünü değiştirmenin veya CMK kullanımının sıcak stresinde süt ineklerinin dışkı skoruna etkisi önemsiz olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde Bagheri ve diğerleri (2009) rasyonda CMK kullanımı ile dışkı skorunu etkilemediği belirtilmiştir. Poppi ve diğerleri (1980) rasyon peNDF düşmesi ile dışkı skorunun da düştüğünü belirtmiştir. Yapılan çalışmadaki bulgulara benzer şekilde Yang ve diğerleri (2001) ile Maulfair ve diğerleri (2011) rasyon parçacık büyüklüğünün dışkı kıvamını etkilemediğini belirtmiştir. Yapılan bu çalışmalarda çevre sıcaklıkları göz ardı edilmiştir. Yapılan çalışmada oluşan sıcak stresi şartları rumen pasaj hızını düşürerek düşük peNDF içeriğine sahip rasyonlarda dışkı skorunu yükselttiği düşünülmektedir.

## **5.8. Rasyon Parçacık Büyüklüğü ve Rasyona Canlı Maya Kültürü Katkısının Vücut Sıcaklığı, Kalp Atım ve Solunum Sayısı Üzerine Etkisi**

Sıcak stresi şartlarında süt ineklerinde farklı parçacık büyüklüğüne sahip rasyonların ve rasyona CMK katılmasının rektal sıcaklık, kalp atım ve solunum ve sayısı üzerine etkileri Tablo 24'te belirtilmiştir. Araştırmada belirtilen fizyolojik parametrelerin deneme rasyonlarından etkilenmediği gözlemlenmiştir.

Yapılan çalışmada günün en sıcak saatinde rektal sıcaklık değerlerinin her grupta fizyolojik değerlerin (37-39 °C) üstünde olduğu (39,6 °C) belirlenirken, günün en serin saatlerinde ise rektal sıcaklığın fizyolojik değerlere (38,2 °C) indiği belirlenmiştir. Deneme boyunca herhangi bir tedavi görmeyen sığırların rektal sıcaklık değerleri sıcak stresi ile ilişkilendirilebilir. Kaubkovâ ve diğerleri (2002) çevre sıcaklığının 16°C'den 32°C'ye yükselmesinin süt sığırlarında rektal sıcaklığı 37,0 °C'den 39,3 °C'ye çıkardığını

belirtmektedir. Alkoyak ve Çetin (2016), termonötral aralıkta 38,6 °C olan rektal sıcaklığı yüksek çevre sıcaklığı şartlarında 39,76 °C olarak gözlemlemiştir.

Denemede sıcak stresi ile yükselen rektal sıcaklığın rasyona CMK kullanımından etkilenmediği belirlenmiştir. Araştırma bulgularından farklı olarak yapılan bazı çalışmalarda (Schwartz ve diğerleri, 2009; Dias ve diğerleri, 2018) rasyonda CMK kullanımı ile rektal sıcaklığın kontrol grubuna göre önemli derecede ( $P<0,01$ ) düştüğü belirtilmiştir. Perdomo ve diğerleri (2020) ise yaptıkları çalışmada sıcak stresindeki süt ineklerinin rasyonlarına CMK katkısının rektal sıcaklık değerlerini etkilemediği belirtilmiştir.

Bu denemede günün en serin saatlerinde ortalama 23/dk olan solunum sayısının sıcak stresinin arttığı dönemlerde yaklaşık 3 kat artarak ortalama 65/dk'ya çıktığı gözlemlenmiştir. Benzer şekilde Al-Dawood (2017) solunum sayısının 60-80/dk olmasının orta derecede sıcak stresine bağlı olduğunu vurgulamıştır. Salvati ve diğerleri (2015) ise sıcak stresinde rasyona CMK ilavesi ile solunum sayısının önemli derecede ( $P<0,01$ ) düştüğünü gözlemlemiştir.

Araştırmada sıcak stresinin etkisi ile kalp atım sayısının ikiye katlanarak dakikada 100'ün üstüne çıktığı belirlenmiştir. Alexiev ve diğerleri (2004) benzer şekilde sıcak stresinde kalp atım sayısının yükseldiğini belirtmiştir.

Sıcak stresinde rasyon peNDF seviyesinin ele alınan fizyolojik parametreler üzerine etkilerini irdeleyen çalışmalara rastlanmamıştır.

Bu denemede elde edilen rektal sıcaklık verilerinin bir kısım çalışmalarla uyumlu olmamasının sebebi çalışmalar boyunca oluşan sıcaklık seviyesinin şiddeti veya rasyona CMK ile giren canlı hücre sayısının değişmesi ile ilişkilendirilebilir. Öyle ki yapılan çalışmada SNI değerleri ortalama 76 iken, Schwartz ve diğerleri (2009)'nın yaptığı çalışmada bu değer 70'tir. Ek olarak Dias ve diğerleri (2018) yaptıkları denemede 28 kat daha fazla maya hücresi kullanmıştır. Ruminantlarda rektal sıcaklık, kalp atımı ve solunum sayısı gibi fizyolojik parametrelerin genelde hayvanın sağlık durumundan veya çevre şartlarından etkilendiği göz önüne alındığında rasyona yapılan manipülasyonlar ile değişmemesi normal olarak değerlendirilmiştir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sıcak stresi şartlarında süt ineklerinde rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK ilavesinin KMT, süt verimi ve kalitesi, besin madde sindirilebilirliği ve bazı rumen parametreleri üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

Çalışma esnasında çevre şartları (sıcaklık ve bağıl nem) kaydedilmiştir. Denemenin yapıldığı Aydın İli Koçarlı ilçesi şartlarında elde edilen ortalama sıcaklık-nem indeksi (76,5) verileri süt inekleri için orta şiddette sıcak stresi şartları oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırmada hayvanlara verilen rasyonların hazırlanmasında kullanılan kuru kaba yem kaynağını (kuru yonca otu) batözde kabaca parçalamanın rasyon peNDF değerini düşürdüğü (sırasıyla %27,06 ve %21,94 KM) belirlenmiştir.

Sıcak stresi şartlarında süt ineği rasyonlarında parçacık büyüklüğünü düşürme ile artık yemlerde peNDF oranlarının önemli derecede ( $P<0,05$ ) düştüğü gözlemlenmiştir. Bu veriler yüksek peNDF oranına sahip rasyonlarda süt ineklerinde sıcak stresi etkisi ile yem seçiminin olduğunu ve kaba/büyük parçacıkları tüketmek istemediklerini göstermiştir. Rasyonda CMK kullanımının ise yem seçimini ve artık yemlerde peNDF oranlarını etkilemediği belirlenmiştir.

Rasyon parçacık büyüklüğünün düşmesi ile süt ineklerinde KM, NDF ve ADF tüketimlerinin yükseldiği gözlenirken rasyona CMK ilavesinin besin madde tüketimini etkilemediği belirlenmiştir. Çalışmada düşen peNDF ile her ne kadar KM tüketimi artsa da süt veriminin etkilenmediği gözlemlenmiştir. Sıcak stresinde rasyonda CMK kullanımının ise süt yağını ve DSV'ni artırdığı tespit edilmiştir.

Sıcak stresi şartlarında süt ineklerinde rasyon parçacık büyüklüğünün ve rasyona CMK ilavesinin besin madde sindirilebilirliğine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Araştırmada rasyonda CMK kullanımı ile rumen pH konsantrasyonunun yükseldiği gözlemlenmiştir. Deneme rasyonlarının rumen sıvısı toplam UYA seviyesini etkilemediği görülmüştür. Rumen asetik asit/propiyonik asit oranı her ne kadar maya kullanımı ile düşse de istatistiksel bir önemlilik oluşmamıştır. Çalışmada dışkı skorlarının da uygulanan rasyonlardan etkilenmediği belirlenmiştir.

Çalışmada süt ineklerinin rektal sıcaklıkları, kalp atım ve solunum sayıları sayıları göz önüne alındığında gruplar arasında önemli bir farkın oluşmadığı belirlenmiştir. Ek olarak günün en sıcak saatlerinde alınan fizyolojik parametre verilerinin en serin saatlerdeki verilere göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Denemede elde edilen verilere göre sıcak stresinin süt ineklerinin hem verim hem de fizyolojik parametrelerini önemli derecede etkilediği bir kez daha belirlenmiştir. Sıcak stresinin süt ineklerinde olumsuz etkilerini gidermek için yeni rasyon yaklaşımları ve/veya CMK gibi rasyona yem katkı maddesi ilaveleri düşünülebilir.

Deneme süresince yapılan gözlemlere ve elde edilen verilere dayanarak sıcak stresi şartlarında süt ineklerinde rasyon parçacık büyüklüğünün düşürülmesinin KMT ve süt veriminde gözlenebilecek azalmaları kısmen engelleyebileceği görülmüştür. Ayrıca sıcak stresinin etkilerinden biri olan pasaj süresinin uzaması, düşük peNDF içeren rasyonlarla beslemenin besin madde sindirilebilirliği ve rumen parametreleri üzerine olan olası olumsuz etkilerini önlemiştir. Ek olarak rasyonda 1g/gün/hayvan CMK katkısının ise bazı rumen parametrelerini iyileştirse de sıcak stresinin verim performansı üzerine olumsuz etkilerini önleyemediği belirlenmiştir.

Bu çalışmadan hareketle sıcak stresinin süt ineklerinde olumsuz etkilerini önlemede rasyon parçacık büyüklüğünün normal çevre şartları için önerilen değerlerin (kuru maddede %22 peNDF) altına indirilmesi faydalı olabilir. Bu bağlamda sıcak stresinde rasyon parçacık büyüklüğünün ne kadar düşürülebileceği ile rasyona katılacak CMK miktarını ve şusunu ve bunların KMT, süt verimi ve besin maddesi sindirilebilirliğine etkilerine ilişkin araştırmalar yapılması ve bu çalışmaların *in vitro* ve *in situ* denemeler ile desteklenmesi konuya ilişkin daha ayrıntılı verilerin sağlanmasına ışık tutacaktır.

Yapılan çalışmada her gruptaki hayvan sayısının düşük (n=4) olması, TKR'nin makine ile değil elle karıştırılması ve rumen sıvılarının rumen sondası ile alınması gibi kısıtların sıcak stresinde farklı parçacık büyüklüğündeki rasyonların veya rasyona CMK katkısının süt ineklerinin verimlerine (KMT, süt verimi ve kalitesi ve besin maddesi sindirilebilirliği) ve bazı fizyolojik parametrelerine (rektal sıcaklık, kalp atım ve solunum sayısı) etkisinin daha net olarak belirlenmesini sınırlandırabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Acharya, S., Pretz, J.P., Yoon, I., Scott, M.F., Casper, D.P. (2017). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on the lactational performance of mid-lactation dairy cows. *Translational Animal Science*, 1(2), 221-228.
- Aggarwal, A. and Upadhyay, R. (2012). *Heat Stress and Hormones; Heat stress and animal productivity*. Springer Science & Business Media. India.
- Aghsaghali, M.A. and Maheri-Sis, N. (2011). Importance of 'physically effective fibre' in ruminant nutrition: A review. *Annals of Biological Research*, 2(3), 262-270.
- Ahmad, P.I., Ahmad, S.M., Punetha, M., Hussain, D.A., Rautela, A., Gupta, D., ... Bilal, A. M. (2019). Feed fortification of periparturient Murrah buffaloes with dietary yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) elevates metabolic and fertility indices under field conditions. *Biological Rhythm Research.*, 51(6), 858-868.
- Akçay, H. (2006). *Farklı oranlarda kaba ve karma yem içeren rasyonların sıcak stresi altındaki koyunlarda azot dengesi ve ham besin maddelerinin sindirimi üzerine etkileri*. Doktora tezi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Aydın.
- Alam, M.M., Hashem, M.A., Rahman, M.M., Hossain, M.M., Haque, M.R., Sobhan, Z., Islam, M.S. (2011). Effect of heat stress on behavior, physiological and blood parameters of goat. *Progressive Agriculture*, 22(1-2), 37-45.
- Al-Dawood, A. (2017). Towards heat stress management in small ruminants – Review *Animal Science*, 17(1), 59-88.
- Aleksiev, J., Gudev, D., Popova-Ralcheva, S., Moneva, P. (2004). Thermoregulation in sheep. IV. Effect of heat stress on heart rate dynamics in shorn and inshorn ewes from three breeds. *Journal of Animal Science*, 12(2), 16–21.
- Alhussien, M., Manjari, P., Mohammed, S., Sheikh, A.A., Reddi, S., Dixit, S., Dang, A.K. (2016). Incidence of mastitis and activity of milk neutrophils in Tharparkar cows reared under semi-arid conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 48(6), 1291-1295.
- Alkoyak, K. ve Çetin, O. (2016). Süt sığırlarında sıcaklık stresi ve korunma yolları. *Journal of Bahri Dagdas Animal Research*, 5(1), 40-55.



- Allen, J.D., Hall, L.W., Collier, R.J., Smith, J.F. (2015). Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. *Journal of Dairy Science*, 98(1), 118–127.
- Allen, M.A., Robertson, J.B., Van Soest, P.J. (1984). A comparison of particle size methodologies and statistical treatment. P. M. Kennedy (Ed) *In Techniques In Particle Size Analysis Of Feed And Digesta*. p: 36-56. American Society of Animal Science Publication, Edmonton, AB, Canada.
- Allen M.S. (1996). Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*, 74(12), 3063-3075.
- Allen, M.S. (1997). Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1447-1462.
- Allen, M.S. (2000). Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 83(7), 1598-1624.
- Allen, M.S. and Ying, Y. (2012). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal starch digestion are dependent upon dry matter intake for lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 95(11), 6591–6605.
- Arı, U.C. (2015). Sığırlarda ısı stresinin fizyolojik ve hormonal olarak üremeye etkisi. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 1(1), 1-10.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemists. Washinton D.C., USA. 1: 73 -74.
- ASAE. (2001). Method of determining and expressing particle size of chopped forage materials by sieving. S424 In Standards American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph. Michigan.
- Atrian, P. and Shahryar, H.A. (2012). Heat stress in dairy cows (A review). *Research in Zoology*, 2(4), 31-47.
- Bagatha, M., Krishnana, G., Devaraja, C., Rashamola, V., Pragnab, P., Leesc, A.M., Sejian, V. (2019). The impact of heat stress on the immune system in dairy cattle: A review. *Research in Veterinary Science*, 126(3), 94–102.

- Bagheri, M., Ghorbani, G.R., Rahmani, H.R., Khorvash, M., Nili, N., Südekum, K.H. (2009). Effect of live yeast and mannan-oligosaccharides on performance of early-lactation holstein dairy cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(6), 812-818.
- Baile, C.A. and Forbes, J.M. (1974). Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Physiological Reviews*, 54(1), 160-214.
- Banakar, P.S., Anand Kumar, N., Shashank, C.G., Lakhani, N. (2018). Physically effective fibre in ruminant nutrition: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(4), 303-308.
- Bandaranayaka, D.D. and Holmes, C.W. (1976). Changes in the composition of milk and rumen contents in cows exposed to a high ambient temperature with controlled feeding. *Tropical Animal Health and Production*, 8(1), 38-46.
- Barkai, D., Landau, S., Brosh, A., Baram, H., Molle, G. (2002). Estimation of energy intake from heart rate and energy expenditure in sheep under confinement or grazing condition. *Livestock Production Science*, 73(2-3), 237-246.
- Basirico, L., Bernabucci, U., Morera, P., Lacetera, N., Nardone, A. (2009). Gene expression and protein secretion of apolipoprotein B100 (ApoB100) in transition dairy cows under hot or thermoneutral environments. *Italian Journal of Animal Science*, 8(2), 592-594.
- Batajoo, K.K. and Shaver, R.D. (1994). Impact of nonfiber carbohydrate on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77(6), 1580-1588.
- Bayat, A.R., Kairenius, P., Stefański, T., Leskinen, H., Comtet-Marre, S., Forano, E., ... Shingfield, K.J. (2015). Effect of camelina oil or live yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal methane production, rumen fermentation, and milk fatty acid composition in lactating cows fed grass silage diets. *Journal of Dairy Science*, 98(5), 3166-3181.
- Beauchemin, K.A. (2007, January 30-31). *Ruminal acidosis in dairy cows: balancing physically effective fiber with starch availability*. Florida Ruminant Nutrition Symposium, Florida.
- Beauchemin, K.A., Yang, W.Z., Rode, L.M. (2003). Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 86(2), 630-643.

- Beauchemin, K.A. and Yang, W.Z. (2005). Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *Journal of Dairy Science*, 88(6), 2117-2129.
- Beede, D.K. and Collier, R.J. (1986). Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of Animal Science*, 62(2), 543-554.
- Ben Salem, H. (2010). Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 337-347.
- Berman, A., Folman, Y.M., Kaim, M., Mamen, Z., Herz, D., Wolfenson, A., Graber, Y. (1985). Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a tropical climate. *Journal of Dairy Science*, 68(6), 488-495.
- Blight, J. (1957). The relationship between the temperature in the rectum and of the blood in the bicarotid trunk of the calf during exposure to heat stress. *The Journal of Physiology*, 136(2), 393-403.
- Bianca, W. (1962). Relative importance of dry- and wet-bulb temperatures in causing heat stress in cattle. *Nature*. 195(4838), 251-252.
- Biricik, H. ve Gençoğlu, H. (2018). Süt sığırı rasyonlarında etkin nötral deterjant fiber (NDF) ile süt verimi arasındaki ilişki. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 53-60.
- Bitencourt, L.L, Silva, J.R.M., Oliveira, B.M.L., Junior, G.S.D., Lopes, F., Junior, S.S., ... Pereira, M.V. (2011). Diet digestibility and performance of dairy cows supplemented with live yeast. *Scientia Agricola*, 68(3), 301-307
- Brossard, L., Chaucheyras-Durand, F., Michalet-Doreau, B., Martin, C. (2006). Dose effect of live yeasts on rumen microbial communities and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: New type of interaction. *Animal Sciences*, 82(6), 829-836.
- Bruno, R.G.S, Rutigliano, H.M., Cerri, R.L., Robinson, P.H., Santos, J.E.P. (2009). Effect of feeding *Saccharomyces cerevisiae* on performance of dairy cows during summer heat stress. *Animal Feed Science and Technology*, 150(3-4), 175-186.
- Bouraoui, R., Lahmar, M., Majdoub, A., Djemali, M., Belyea, R. (2002). The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research*, 51(6), 479-491.

- Calberry, J.M., Plaizier, J.C., Einarson, M.S., McBride, B.W. (2003). Effects of replacing chopped alfalfa hay with alfalfa silage in a total mixed ration on production and rumen conditions of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86(11), 3611–3619.
- Cakiroglu D., Meral, Y., Pekmezci, D., Akdag, F. (2010). Effects of live yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on milk production and blood lipid levels of Jersey cows in early lactation. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(9), 1370–1374.
- Caroprese, M., Albenzio, M., Bruno, A., Annichiarico, G., Marino, R., Sevi, A. (2012). Effects of shade and flaxseed supplementation on welfare of lactating ewes under high ambient temperatures. *Small Ruminant Research*, 102(2-3), 177–185.
- Carta, P. (2010). *The physically effective fiber of total mixed rations and its effects on dairy cow performances*. PhD thesis. Indirizzio Scienze e Tecnologie Zootecniche, Sassari, Italy.
- Chaucheyras-Durand, F. and Fonty, G. (2002). Influence of a probiotic yeast (*Saccharomyces cerevisiae* CNC I-1077) on microbial colonization and fermentation in the rumen of newborn lambs. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 14(1), 30–36.
- Chaucheyras-Durand, F., Fonty, G., Bertin, G., Salmon, J.M., Gouet, P. (1996). Effects of a strain of *Saccharomyces cerevisiae* (Levucell SC) a microbial additive for ruminants, on lactate metabolism *in vitro*. *Canadian Journal of Microbiology*, 42(9), 927–933.
- Chaucheyras-Durand, F. and Durand, H. (2010). Probiotics in animal nutrition and health. *Beneficial Microbes*, 1(1), 3–9.
- Chen, L., Zhou, C., Liu, G., Jiang, H., Li, Q., Tan, Z., Wu, X., Fang, J. (2013). Application of lactic acid bacteria, yeast and bacillus as feed additive in dairy cattles. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11(2), 626-629.
- Christopherson, R.J. (1985) The thermal environment and the ruminant digestive system. Yousef, M.K. (Eds), *Stress Physiology in Livestock*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp: 163–180.
- Collier, R.J., Collier, J.L., Rhoads, R.P., Baumgard, L.H. (2008). Invited review: Genes involved in the bovine heat stress response. *Journal of Dairy Science*, 91(2), 445–454.
- Cook, N.B., Mentink, R.L., Bennett, T.B., Burgi, K. (2007). The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1674–1682.

- Coppock, C.E., Grant, P.A., Portzer, S.J., Charles, D.A., Escobosa, A. (1982). Lactating dairy cow responses to dietary sodium, chloride, and bicarbonate during hot weather. *Journal of Dairy Science*, 65(4), 566–576.
- Coppock, C.E., Flatt, W.P., Moore, L.A, Stewart, W.E. (1964). Effect of hay to grain ratio on utilization of metabolizable energy for milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 47(12), 1330–1338.
- Cowley, F.C., Barber, D.G., Houlihan, A.V., Poppi, D.P. (2015). Immediate and residual effects of heat stress and restricted intake on milk protein and casein composition and energy metabolism. *Journal of Dairy Science*, 98(4), 2356-2368.
- Cozzi, G. (2004). Characteristics of the fiber in the feed of the dairy cows. *L'informatore Agrario*, 60(32), 33-36.
- Crossland, L.W., Norris, A.B., Tedeschi, L.O., Callaway, T.D. (2018). Effects of active dry yeast on ruminal pH characteristics and energy partitioning of finishing steers under thermoneutral or heat-stressed environment. *Journal of Dairy Science*, 96(7), 2861–2876.
- Curtis, S.E. (1981). *Environmental management in animal agriculture*. Iowa State University Press. Iowa. p: 125-145.
- Daramola, J.O., Abioja, M.O., Onagbesan, O.M. (2012). Heat stress impact on livestock production. S.M.K. Naqvi, T. Ezeji, J. Lakritz and R. Lal (Eds.). *Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production*, Sejian, p: 53, Springer, Germany.
- Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J. (2016). Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary World*, 9(3), 260-268.
- da Costa, M.J.P., da Silva, R.G., de Souza, R.C. (1992). Effect of air temperature and humidity on ingestive behaviour of sheep. *International Journal of Biometeorology*, 36(4), 218-222.
- de Ondarza, M.Bi, Sniffen, C.J., Dussert, L., Chevaux, E., Sullivan, J., Walker, N. (2010). Case study Multiple-study analysis of the effect of live yeast on milkyield, milk component content and yield and feed efficiency. *The Professional Animal Scientist*, 26(6), 661–666.
- Dehghan-Banadaky, M., Ebrahimi, M., Motameny, R., Heidari S.R. (2013). Effects of live yeast supplementation on mid-lactation dairy cows performances, milk composition, rumen digestion and plasma metabolites during hot season. *Journal of Applied Animal Research*, 41(2), 137-142.

- Desnoyer, M., Giger-Reverdin, S., Bertin, G., Duvaux-Ponter, C., Sauvant, D. (2009). Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplement on ruminal parameters and milk production of ruminants. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1620-1632.
- Devoe, K.R. (2017). *Climate dependent heat stress mitigation modeling for dairy cattle housing*. Graduate Theses and Dissertations. Iowa State University Agricultural and Biosystems Engineering. Iowa.
- DeVries, T.J. and Chevaux, E. (2014). Modification of the feeding behavior of dairy cows through live yeast supplementation. *Journal of Dairy Science*, 97(10), 6499–6510.
- DeVries, T.J., von Keyserlingk, M.A.G., Beauchemin, K.A. (2005). Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88(10), 3553–3562.
- Dias, A.L.G., Freitas, J.A., Micai, B., Azevedo, R.A., Greco, L.F., Santos, J.E.P. (2017). Effect of supplemental yeast culture and dietary starch content on rumen fermentation and digestion in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 201–221.
- Dias, J.D., Silva, R.B., Fernandes, T., Barbosa, E.F., Graças, L.E., Araujo, R.C., ... Pereira, M.N. (2018). Yeast culture increased plasma niacin concentration, evaporative heat loss, and feed efficiency of dairy cows in a hot environment. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 5924-5936.
- Dikmen, S. and Hansen, J. (2009). Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *Journal of Dairy Science*, 92(1),109–116
- Dikmen, S., Khan, F.A., Huson, H.J., Sonstegard, T.S., Moss, J.I., Dahl, G.E., Hansen, P.J (2004). The SLICK hair locus derived from Senepol cattle confers thermotolerance to intensively managed lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 97(9), 5508-5520.
- Doreau, M. and Jouany, J.P. (1998). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* culture on nutrient digestion in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81(12), 3214-3221.
- Dwyer, C.M. (2009). The behavior of sheep and goats. Jensen P. (Eds). *The Ethology Of Domestic Animals: An Introductory*. Text. 2<sup>nd</sup> ed, p:161–174. CABI, Boston,

- El-Waziry, A.M. and İbrahim, H.M. (2007). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* of yeast on fiber digeston in sheep fed bersem (*Trifolium alexandrinum*) hay and cellulase activity. *Australian Journal Basic Applied Science*, 1(4), 379-385.
- Emmanuel, D., Jafari, A., Beauchemin, K., Leedle, J., Ametaj, B. (2007). Feeding live cultures of *Enterococcus faecium* and *Saccharomyces cerevisiae* induces an inflammatory response in feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 85(1), 233–239.
- Enjabert, F., Garrett, J.E., Moncoulon, R., Bayourthe, C., Chicotesu, P. (1999). Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminant digestion in non-lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 76(3-4), 195-206.
- Erasmus, L.J., Botha, P.M., Kistner, A. (1992). Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 75(11), 3056-3065.
- Erwin, E.S., Marco, G.J., Emery, E.M. (1961) Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography, *Journal of Dairy Science*, 44, 1768-1771.
- FAO. (2002) Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Guidelines for the evaluation of probiotics in food*.  
[https://www.who.int/foodsafety/fs\\_management/en/probiotic\\_guidelines.pdf](https://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf) adresinden erişildi.
- Fernandez, I., Matin, C., Champion, M., Michalet-Doreau, B. (2004). Effect of corn hybrid and chop length of whole-plant corn silage on digestion and intake by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(5), 1298-1309.
- Ferraretto, L.F., Shaver, R.D., Bertics, S.J. (2012). Effect of dietary supplementation with live-cell yeast at two dosages on lactation performance, ruminal fermentation, and total-tract nutrient digestibility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(7), 4017–4028.
- Fieldler, A.P. and Vandevender, K. (2020). *Heat Stress in Dairy Cattle*.  
<https://www.uaex.edu/publications/pdf/fsa-3040.pdf> adresinden erişildi.
- Fuller R. (1989). Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 66(5), 365-378.
- Garcia, A. (2006). Dealing with heat stress in dairy cows, *Dairy Science*, SDSU Extension Extra,

[https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=http://scholar.google.com.tr/&httpsredir=1&article=1121&context=extension\\_extra](https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=http://scholar.google.com.tr/&httpsredir=1&article=1121&context=extension_extra) adresinden erişildi.

- Gauly, M., Bollwein, H., Breves, G., Brügemann, K., Dänicke, S., Daş, G., ... Wrenzycki, C. (2013). Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in Central Europe—a review. *Animal*, 7(5), 843-859.
- Ghazanfar, S., Anjum, M.I., Azim, A., Ahmed, I. (2015). Effects of dietary supplementation of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on growth performance, blood parameters, nutrient digestibility and fecal flora of dairy heifers. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(1), 53-59.
- Gismondo, M.R., Drago, L., Lombardi, A. (1999). Review of probiotics available to modify gastrointestinal flora. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 12(4), 287–292.
- Grant, R.J. (1997). Interactions among forages and nonforage fiber sources. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1438-1446.
- Grant, R.J., Colenbrander, V.F., Mertens, D.R. (1990a). Milk fat depression in dairy cows: role of particle size of alfalfa hay. *Journal of Dairy Science*, 73(7), 1823-1833.
- Grant, R.J., Colenbrander, V.F., Mertens, D.R. (1990b). Milk fat depression in dairy cows: role of silage particle size. *Journal of Dairy Science*, 73(7), 1834-1842.
- Grant, R.J. ve Cotanch, K.W. (2005, 18-20 October). *Physically effective fiber for dairy cows: current perspectives*. AGRIS (Agricultural Information Management Standards) Congress. p: 61-70. East Syracuse, NY.
- Guedes, C.M., Gonçalves, D., Rodrigues, M.A.M., Dias-da-Silva, A. (2008). Effect of yeast *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation and fiberdegradation of maize silage in cows. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 27–40.
- Guo, J., Gao, S., Quan, S., Zhang, Y., Bu, D. (2018). Blood amino acids profile responding to heat stress in dairy cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(1), 47-53.
- Hall, M.B. (2002). (2002 16-17 April). *Characteristic of manure: What's do they mean?* Tri-State Dairy Nutrition. Grand Wayne Center Fort Wayne, Indiana. p: 141-148.
- Hamada, T. (1971). Estimation of lower critical temperatures for dry and lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 54(11), 1704–1705.



- Hamzaoui, S., Salama, A.A.K., Albanell, E., Such, X., Caja, G. (2013). Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. *Journal of Dairy Science*, 9(10), 6355–6365.
- Hansen, P.J. (2004). Physiological and cellular adaptations of Zebu cattle to thermal stress. *Animal Reproduction Science*, 82(83), 349-360.
- Helal, A., Hashem, A.L.S., Abdel – Fattah, M.S., El – Shaer, H.M. (2010). Effects of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 7(1), 60–69.
- Heinrichs, A. and Kononoff, P. (2002). Evaluating particle size of forages and TMRs using the new Penn State Forage Particle Separator. [https://www.researchgate.net/publication/292446593\\_Evaluating\\_particle\\_size\\_of\\_forages\\_and\\_TMRs\\_using\\_the\\_new\\_Penn\\_State\\_Forage\\_Particle\\_Separator/stats](https://www.researchgate.net/publication/292446593_Evaluating_particle_size_of_forages_and_TMRs_using_the_new_Penn_State_Forage_Particle_Separator/stats) adresinden erişildi.
- Hill, D. and Wall, E. (2017). Weather influences feed intake and feed efficiency in a temperate climate. *Journal of Dairy Science*, 100(3), 2240–2257
- Jang, S.Y., Kim, E., Park, J., Oh, M., Tang, Y., Ding, Y.L., Seong, H., Kim, W., Yun, Y., and Moon, S. (2017). Effects of physically effective neutral detergent fiber content on dry matter intake, digestibility, and chewing activity in Korean native goats (*Capra hircus coreanae*) fed with total mixed ration. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(10), 1405-1409.
- Jiang, Y., Ogumade, I.M., Qi, S., Hackmann, T.J., Staples, C.R. and Adesogan A.T. (2017). Effects of the dose and viability of *Saccharomyces cerevisiae*. 1. Diversity of ruminal microbes as analyzed by Illumina MiSeq sequencing and quantitative PCR. *Journal of Dairy Science*, 100(1), 325–342.
- Johnson, H.D. (1987). Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production. Johnson, H.D. (Ed.), *Bioclimatology and the Adaptation of Livestock*. p: 35-37. Elsevier, Amsterdam,
- Jones, G.M. and Stallings, C.C. (1999). *Reducing Heat Stress for Dairy Cattle*. Virginia Cooperative Extension, Publication 404-200. Virginia.

- Jouany, J.P. (2006). Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Animal Reproduction Science*, 96(3-4), 250–264.
- Kadzerea, C.T., Murphya, M.R., Silanikove, N., Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows. *Livestock Production Science*, 77(11), 59–91.
- Kaeokliang, O., Kawashima, T., Narmseelee, R., Butcha, P., Sunato, S., Thinowong, A., Jindatajak, Y. (2019). Effects of physically effective fiber in diets based on rice straw and cassava pulp on chewing activity, ruminal fermentation, milk production, and digestibility in dairy cows. *Animal Science Journal*, 90(9), 1193–1199.
- Kahyani, A., Ghorbani, G.R., Khorvash, M., Nasrollahi, S.M., Beauchemin, K.A. (2013). Effects of alfalfa hay particle size in high-concentrate diets supplemented with unsaturated fat: Chewing behavior, total-tract digestibility, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 7110-7119.
- Kendall, P.E., Nielsen, P.P., Webster, J.R., Verkerk, G.A., Littlejohn, R.P., Matthews, L.R. (2006). The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livestock Sciences*, 103(1-2), 148–157.
- Khan, F.A., Prasad, S., Gupta, H.P. (2013). Effect of heat stress on pregnancy rates of crossbred dairy cattle in Terai region of Uttarakhand, India. *Asian Pacific Journal of Animal Reproduction*, 2(4), 277-279.
- King, C.C., Dschaak, C.M., Eun, J.S., Fellner, V., Young, A.J. (2011). Quantitative analysis of microbial fermentation under normal or high ruminal temperature in continuous cultures. *The Professional Animal Scientist*, 27(4), 319-327.
- Kleyn, D.H., Lynch, J.M., Barbano, D.M., Bloom, M.J., Mitchell, M.W.,... and Collaborators: Cooper LS Cusak E Fick M Hanks T Heslen MK Johnson J Kleyn DH Mercer F Monahan D Peat B Petit M. (2001). Determination of fat in raw and processed milks by the Gerber method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 84(5), 1499-1508.
- Kocaoğlu Güçlü, B. ve Kara, K. (2009). Ruminant beslemede alternatif yem katkı maddelerinin kullanımı: 1. Probiyotik, prebiyotik ve enzim. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 6(1), 65-75.
- Kononoff, P.J. and Heinrichs A.J. (2003a). The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1445-1457.

- Kononoff, P.J. and Heinrichs A.J. (2003b). The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 2438-2451.
- Kononoff, P.J., Heinrichs A.J., Buckmaster DR. (2003). Modification of the penn state forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *Journal of Dairy Science*, 86(5),1858-1863.
- Koubková, M., Knížková, I., Kunc. P., Härtlová, H., Flusser, J., Doležal, O. (2002). Influence of high environmental temperatures and evaporative cooling on some physiological, hematological and biochemical parameters in high yielding dairy cows. *Czech Journal of Animal Science*, 47(8), 309–318.
- Krause, K.M., Combs, D.K., Beauchemin, K.A. (2002). Effects of forage particle size and grain ferment ability in midlactation cows. II. Ruminal pH and chewing activity. *Journal of Dairy Science*, 85(8), 1947-1957.
- Kumar, S., Ajeet, K., Meena, K. (2011). Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. *Journal of Stress Physiology Biochemistry*, 7(1), 45-54.
- Kumprechtová, D., Illek, J., Julien, C., Homolka, P., Jančík, F., Auclair, E. (2019). Effect of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on rumen fermentation and metabolic profile of dairy cows in early lactation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(2), 447–455.
- Kusmartono, A., Shimada, A., Stafford, K.J. and Barry T.N. (1996). Intra-ruminal particle size reduction in deer fed fresh perennial ryegrass (*Lolium perenne*) or chicory (*Cichorium intybus*). *Journal of Agricultural Sciences*, 127(4), 525-531.
- Lammers, B.P., Buckmaster, D.R., Heinrichs, A. J. (1996). A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 79(5), 922-928.
- Lee, D.H.K. (1965). Climatic stress indices for domestic animals. *International Journal Biometer*, 9(1), 29-35.
- Li, F., Li, Z., Li, S., Ferguson, J.D., Cao, Y., Yao, J., ... and Yang, T. (2014). Effect of dietary physically effective fiber on ruminal fermentation and the fatty acid profile of milk in dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 97(4), 2281–2290.
- Li, S., Yoon, I., Scott, M., Khafipour, E., Plaizier, J.C. (2016). Impact of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product and subacute ruminal acidosis on production,

inflammation, and fermentation in the rumen and hindgut of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 211, 50–60.

- Lila, Z.A., Mohammed, N., Yasui, T., Kurokawa, Y., Kanda, S., Itabashi, H. (2004). Effects of a twin strain of *Saccharomyces cerevisiae* live cells on mixed ruminal microorganism fermentation *in vitro*. *Journal of Animal Science*, 82(6), 1847–1854.
- Lilly, D.M. ve Stillwell, R.H. (1965). Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms. *Science*, 147(3659), 747–748.
- Lindquist, S. (1986). The heat-shock response. *Annual Review of Biochemistry*, 55(1), 1151-1191.
- Liu, J., Li, L., Chen, X., Lu, Y., Wang, D. (2019). Effects of heat stress on body temperature, milk production, and reproduction in dairy cows: A novel idea for monitoring and evaluation of heat stress — A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(9), 1332.
- Lowe, T.E., Cook, C.J., Ingram, J.R., Harris, P.J. (2001). Impact of climate on thermal rhythm in pastoral sheep. *Physiology and Behavior*, 74(4-5), 659–664.
- Lynch, H.A. and Martin, S.A. (2002). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* culture and *Saccharomyces cerevisiae* live cells on *in vitro* mixed ruminal microorganism fermentation. *Journal of Dairy Science*, 85(10), 2603–2608.
- Lozano Domínguez, R.R., Vásquez Peláez, C.G., Padilla, E.G. (2005). Effect of heat stress and its interaction with other management and productive variables on pregnancy rate in dairy cows in Aguascalientes, Mexico. *Veterinaria México*, 36(3), 245-260.
- Mader, T.L., Davis, M.S., Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84(3), 712–719.
- Maltz, E., Olsson, K., Glick, S.M., Fyhrquist, F., Silanikove, N., Chosniak, I., Shkolnik, A. (1984). Homeostatic response to water deprivation or hemorrhage in lactating and non lactating Bedouin goats. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 77(1), 79–84.
- Marai, I.F.M. and Haebe, A.A.M. (2010). Buffalo's biological functions as affected by heat stress-A review. *Livestock Science*, 127(2), 89-91

- Marden, J.P., Julien, C., Monteils, V., Auclair, E., Moncoulon, R., Bayourthe, C. (2008). How does live yeast differ from sodium bicarbonate to stabilize ruminal pH in high yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(9), 3528–3535.
- Mathers, J.C., Baber, R.P., Archibald, R.F. (1989). Intake, digestion and gastro-intestinal mean retention time in Asiatic Buffaloes and Ayrshire cattle given two contrasting diets and housed at 20 °C and 33 °C. *Journal of Agricultural Sciences* 113(2), 211–222.
- Matteri, R.L., Carroll, J.A., Dyer, C.J. (2000). Neuroendocrine responses to stress. Mench J.A. (ed). *The Biology of Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*, Moberg G.P., CABI, Wallingford, Oxon, UK. p: 43–76.
- Maulfair, D.D., Fustini, M., Heinrichs, A.J. (2011). Effect of varying total mixed ration particle size on rumen digesta and fecal particle size and digestibility in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94(7), 3527-3536.
- McDowell, R.E., Hooven, N.W., Camoens, J.K. (1976). Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. *Journal of Dairy Science*, 59(5), 965–973.
- McDowell, R.E., Moody, E.G., Van Soest, P.J., Lehmann, P. (1969). Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 52(2), 188–194.
- Melendez, P. and Roy, E. (2016). The Association between total mixed ration particle size and fecal scores in Holstein lactating dairy cows from Florida, USA. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 11(1), 33-40.
- Mertens, D. (November 12-13,1986). *Effect of physical characteristics, forage particle size and density on forage utilization*. Proceedings from the AFIA Nutrition Symposium St. Louis, Missouri - Arlington, p: 91-106.
- Mertens, D. R. (1992). *Nonstructural and structural carbohydrates*. H.H. Van Horn and C.J. Wilcox, (Eds.) Large Dairy Herd Management. American Dairy Science Association, Champaign, Illinois. p: 219–235.
- Mertens, D.R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1463-1481.
- Mertens, D.R. (2002, 3-5 April). *Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets*. In Proc. Plains Nutrition Conference, San Antonio.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM]. (2019). <https://mgm.gov.tr/> adresinden erişildi.

- Miller-Cushon, E.K., Dayton, A.M., Horvath, K.C., Monteiro, A.P.A., Weng, X., Tao, S. (2019). Effects of acute and chronic heat stress on feed sorting behaviour of lactating dairy cows. *Animal*, 13(9), 2044–2051.
- Mishra, M., Martz, F.A., Stanley, R.W., Johnson, H.D., Campbell, J.R., Hildebrand, E. (1970). Effect of diet and ambient temperature–humidity and ruminal pH, oxidation–reduction potential, ammonia and lactic acid in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 30(6), 1023–1028.
- ML Roa, V., Barcena-Gama, J.R., Gonziilez, S.M., Mendoza, G.M., Ortega, M.E.C., Garcia, C.B. (1997). Effect of fiber source and a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*<sup>1026</sup>) on digestion and the environment in the rumen of cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 64(2-4), 327-336.
- Moallem, U., Lehrer, H., Livshitz, L., Zachut, M., Yakoby, S. (2009). The effects of live yeast supplementation to dairy cows during the hot season on production, feed efficiency, and digestibility. *Journal of Dairy Science*, 92(1), 343–351.
- Mosoni, P., Chaucheyras-Durand, F., Bera-Maillet, C., Forano, E. (2007). Quantification by real-time PCR of cellulolytic bacteria in the rumen of sheep after supplementation of a forage diet with readily fermentable carbohydrates: Effect of a yeast additive. *Journal of Applied Microbiology*, 103(6), 2676–2685.
- Müschner-Siemens, T., Hoffmann, G., Ammon, C., Amon, T. (2020). Daily rumination time of lactating dairy cows under heat stress conditions. *Journal of Thermal Biology*, 88, 102484.
- Mwenya, B., Santoso, B., Sar, C., Gamo, Y., Kobayashi, T., Arai, I., Takahashi, J. (2004). Effects of including 1-4 galacto-oligosaccharides: lactic acid bacteria or yeast culture on methanogenesis as well as energy and nitrogen metabolism in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 115(3-4), 313–326.
- Nagaraja, T. (2019, 4-6 February). *A microbiologist's view on improving nutrient utilization in ruminants*. 23<sup>rd</sup> Annual Ruminant Nutrition Symposium, University of Florida Dairy Extension, Gainesville, Florida, p: 120-135.
- Nardone, A., Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B. (1997). Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 838-844.

- Nasiri, A.H., Towhidi, A., Shakeri, M., Zhandi, M., Dehghan-Banadaky, M., Colazo, M.G. (2018). Effects of live yeast supplementation on hormonal profile, ovarian follicular dynamics, and reproductive performance in dairy cows during high ambient temperature. *Theriogenology*, 122, 41-46.
- Neuer, A., Spandorfer, S.D., Giraldo, P., Dieterle, S., Rosenwaks, Z., Witkin, S.S. (2000). The role of heat shock proteins in reproduction. *Human Reproduction Update*, 6(2), 149–159.
- Newbold, C.J., Williams, A.G., Chamberlain, D.G. (1987). The *in vitro* metabolism of D, L-lactic acid by rumen microorganisms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 38(1), 9–18.
- Nisbet, D.J. and Martin, S.A. (1991). Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *Journal of Animal Science*, 69(11), 4628–4633.
- Nocek, J.E., Holt, M.G., Oppy, J. (2011). Effects of supplementation with yeast culture and enzymatically hydrolyzed yeast on performance of early lactation dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 94(8), 4046–4056.
- NRC. (1971). National Research Council. *A guide to environmental research on animals. Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, DC.
- NRC. (2001). National Research Council. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7<sup>th</sup> ed. National Academy Press, Washington DC.
- O'Dell, G.D., Kine, W.A., Cook, W.C. (1967). Effect of grinding, pelleting, and frequency of feeding of forage on fat percentage of milk and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 51(1), 50-55.
- Okoruwa, M.I., Adewumi, M.K., Igene, F.U. (2013). Thermophysiological responses of West African dwarf (WAD) bucks fed *Pennisetum purpureum* and unripe plantain peels. *Nigeria Journal of Animal Science*, 15, 168–178.
- Özdamar, K. 2004. *Paket Programlama ile İstatistiksel Veri Analizi*. 2. Basım, Kaan Kitabevi, Eskişehir, Türkiye.
- Öztürk, H. (2008). Ruminant beslemesinde probiyotik mayalar. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 79(3), 37-42.

- Öztürk, K. (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 47-65.
- Parker, R. (1974). Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Animal Nutrition and Health*, 29, 4-8.
- Parish, J. (2007). Effective Fiber in Beef Cattle Diets. "Cattle Business in Mississippi-Beef Production Strategies" article [https://extension.msstate.edu/sites/default/files/topic-files/cattle-business-mississippi-articles/cattle-business-mississippi-articles-landing-page/mca\\_mar2007.pdf](https://extension.msstate.edu/sites/default/files/topic-files/cattle-business-mississippi-articles/cattle-business-mississippi-articles-landing-page/mca_mar2007.pdf) adresinden erişildi.
- Patra, A.K. (2012). The use of live yeast products as microbial feed additives in ruminant nutrition. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7 (5), 366-375.
- Perdomo, M.C., Marsola, R.S., Favoreto, M.G., Adesogan, A., Staples, C.R., Santos, J.E.P. (2020). Effects of feeding live yeast at 2 dosages on performance and feeding behavior of dairy cows under heat stress. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 325–339.
- Polsky, L., Keyserlingk, M.A.G. (2017). Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100(11), 8645–8657.
- Plata. F.G.D., Mendoza, M., Bfircena-Gama, J.R., Gonzfilez, M.S. (1994). Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on neutral detergent fiber digestion in steers fed oat straw based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 49(3-4), 203-210.
- Poppi, D.P., Hendrickson, R.E., Minson, D.J. (1985). The relative resistance to escape of leaf and stem particles from the rumen of cattle. *Journal of Agricultural Sciences*, 105(1), 9-14
- Poppi, D.P., Norton, B.W., Minson, D.J., Hendricksen, R.E. (1980). The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. *Journal of Agricultural Sciences*, 94(2), 275-280.
- Pragna, P., Archana, R., Aleena, J., Sejian, V., Krishnan, G., Bagath, M., ... and Bhatta, R. (2017). Heat stress and dairy cow: Impact on both milk yield and composition. *International Journal of Dairy Science*, 12(1), 1-11.
- Purwar, V., Oberoi, P.S., Dang, A.K. (2017). Effect of feed supplement and additives on stress mitigation in Karan Fries heifers. *Veterinary World*, 10(12), 1407-1412.



- Putnam, D.E., Schwab, C.G., Socha, M.T., Whitestone, N.L., Kierstead, N.A. ve Gaithwaite, B.D. (1997). Effect of yeast culture in the diets of early lactation dairy cows on ruminal fermentation and passage of nitrogen fractions and amino acids to the small intestine. *Journal of Dairy Science*, 80(2), 374-384.
- Ramsing, E.M., Davidson, J.A., French, P.D., Yoon, I., Keller, M., Peters-Fleckenstein, H. (2009). Effects of yeast culture on peripartum intake and milk production of primiparous and multiparous holstein cows. *The Professional Animal Scientist*, 25(4), 487–495.
- Rana, M.S., Hashem, M.A., Akhter, S., Habibullah, M., Islam, M.H., Biswas, R.C. (2014). Effect of heat stress on carcass and meat quality of indigenous sheep of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 43(2), 147-153.
- Ravagnolo, O., Misztal, I., Hoogenboom, G. (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. *Journal of Dairy Science*, 83(9), 2120-2125.
- Reinemann, D.J., Smith, T.R., Timmons, M.B., Meyers, A.P. (1992, 21-24 June) *Cumulative effects of heat stress on milk production in Holstein herds*. American Society of Agricultural Engineers, p: 1-6. Charolette, North Carolina,
- Rensis, F.D., Garcia-Ispierito, I., López-Gatius, F. (2015). Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. *Theriogenology*, 84(5), 659–666.
- Rhoads, R.P., Baumgard, L.H., Suagee, J.K., Sanders, S.R. (2013). Nutritional interventions to alleviate the negative consequences of heat stress. *Advances in Nutrition*, 4(3), 267–276.
- Rhoads, M.L., Rhoads, R.P., VanBaale, M.J., Collier, R.J., Sanders, S.R. (2009). Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism and aspects of circulating somatotropin. *Journal of Dairy Science*, 92(5), 1986-1997.
- Robinson, P.H. (2010). Yeast products for growing and lactating ruminants: A literature summary of impacts on rumen fermentation and performance. Cooperative Extension. University Of California, Davis. <https://www.dairygoatinfo.com/attachments/ucdavis-yeast-pdf.938/> adresinden erişildi.
- Robinson, P.H. and Erasmus, L.J. (2009). Effects of analyzable diet components on responses of lactating dairy cows to *Sacchararomycess cerevisiae* based yeast products: A systematic review of literature. *Animal Feed Science And Technology*, 149(3-4), 185-198.

- Robinson, N.E. (2002). Thermoregulation. Cunningham J.G. (Ed.). *Textbook of Veterinary Physiology*, WB Saunders, Philadelphia, p: 533–542.
- Rossi, F., Luccia, A.D., Vincenti, D., Coconcelli, P.S. (2004). Effects of peptidic fractions from *Saccharomyces cerevisiae* culture on growth and metabolism of the ruminal bacteria *Megasphaera elsdenii*. *Animal Research*, 53(3), 177–186.
- Roti, R.J.L. (2008). Cellular responses to hyperthermia (40–46°C): Cell killing and molecular events. *International Journal of Hyperthermia*, 24(1), 3–15.
- Russell, J., Sharp, W., Baldwin, R.L. (1979). The effect of pH on maximum bacterial with rate and its possible role as a determinant of bacterial competition in the rumen. *Journal of Animal Science*, 48(2), 251-255.
- Salvati, G.G.S., Morais Júnior, N.N., Melo, A.C.S., Vilela, R.R., Cardoso, F.F., Aronovich, M., ... and Pereira, M.N. (2015). Response of lactating cows to live yeast supplementation during summer. *Journal of Dairy Science*, 98(6), 4062-4073.
- Samal, L. (2013). Heat stress in dairy cows - Reproductive problems and control measures. *International Journal of Livestock Research*, 3(3),14-23.
- Schingoethe, D.J., Linke, K.N., Kalscheur, K.F., Hippen, A.R., Rennich, D.R., Yoon, I. (2004). Feed efficiency of mid-lactation dairy cows fed yeast culture during summer. *Journal of Dairy Science*, 87(12), 4178–4181.
- Schmidt-Nielsen, K. (1964). *Desert Animals: Physiological Problems of Heat and Water*. p: 277. Clarendon Press, Oxford.
- Schneider, P.L., Beede, D.K., Wilcox, C.J. (1988). Nycterohemeral patterns of acid–base status, mineral concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber heat stress environments. *Journal of Animal Science*, 66(11), 112–125.
- Schwab, E.C., Shaver, R.D., Shinnors, K.J., Lauer, J.G., Coors, J.G. (2002). Processing and chop length effects in brown-midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85(3), 613-623.
- Shaver, R.D. and Garrett, J.E. (1997). Effect of dietary yeast culture on milk yield, composition, and component yields at commercial dairies. *The Professional Animal Scientist*, 13(4), 204–207.

- Shaver, R. (2002). Rumen acidosis in dairy cattle: bunk management considerations. *Advanced Dairy Science and Technology*, 14, 241-249.
- Shaver, R.D., Nytes, A.J., Satter, L.D., Jorgensen, N.A. (1988). Influence of feed intake, forage physical form, and forage fiber content on particle size of masticated forage, ruminal digesta, and feces of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 71(16), 1566-1572.
- Shwartz, G., Rhoads, M.L., VanBaale, M.J., Rhoads, R.P., Baumgard, L.H. (2009). Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 92(3), 935–942.
- Silanikove, N. (1987). Impact of shade in hot Mediterranean summer on feed intake, feed utilization and body fluid distribution in sheep. *Appetite*, 9(3), 207–215.
- Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, 67(1-2), 1–18.
- Smith, D.L., Smith, T., Rude, B.J., Ward, S.H. (2013). Comparison of the effects of heat stress on milk and component yields and somatic cell score in Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 3028-3033.
- Smith, L. W., Erdman, R. A., Russek, E. (1984). Evaluation of logarithmic normal distribution and four single exponential distributions for describing cell wall particle size. P.M. Kennedy, (Ed). *Techniques in Particle Size Analysis of Feed and Digesta*. p: 83-93. Canadian Society of Animal Science Publication, Canada.
- Spiers, D.E., Spain, J.N., Sampson, J.D., Rhoads, R.P. (2004). Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. *Journal of Thermal Biology*, 29(7-8), 759-764.
- Stella, A.V., Paratte, R., Valnegri, L., Cigalino, G., Soncini, G., Chevaux, E., Dell’Orto, V., Savoini, G. (2007). Effect of administration of live *Saccharomyces cerevisiae* on milk production milk composition, blood metabolites, and faecal flora in early lactating dairy goats. *Small Ruminant Research*, 67(1), 7–13.
- SPSS. (2010). SPSS for Windows, Version 22, Inc. Chicago.
- Stojanovic, B., Grubic, G., Djordjevic, N., Glamocic, D., Bozickovic, A., Ivetic, A. (2012). Effects of different levels of physically effective fibers in diets for cows in early lactation. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(1): 99-107.

- Tafaj, M., Kolaneci, V., Junck, B., Maulbetsch, A., Steingass, H., Drochner, W. (2005). Influence of fiber content and concentrate level on chewing activity, ruminal digestion, digesta passage rate and nutrient digestibility in dairy cows in late lactation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(8), 1116-1124.
- Tao, S., Monteiro, A.P., Thompson, I.M., Hayen, M.J., Dahl, G.E. (2012). Effect of late gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7128–7136.
- Thom, E.C. (1959). The discomfort index. *Weatherwise*, 12(2), 57–60.
- Throne, M., Bach, A., Ruiz-Moreno, M., Stern, M.D., Linn, J.G. (2009). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal pH and microbial fermentation in dairy cows: Yeast supplementation on rumen fermentation. *Livestock Sciences*, 124(1-3), 261–265.
- United States Department of Agriculture [USDA]. (2003). Livestock Nutrition, Husbandry and Behavior.  
[https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb1043065.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1043065.pdf) adresinen erişildi.
- Van Keulen, J.Y.B.A. and Young, B.A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44(2), 282-287.
- Van Soest, P.J. (1965). Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility, *Journal of Animal Science*, 24(3), 834-843.
- Van Soest, P. J. (1984). *Nutritional Ecology of the Ruminants*. Cornell University Press, Newyork
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. (1991). Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
- Vermunt, J.J. and Tranter, B.P. (2011, 25-27 March). *Heat stress in dairy cattle – a review, and some of the potential risks associated with the nutritional management of this condition*. Proceedings of Annual Conference of the Australian Veterinary Association- Queensland Division. p: 212-221. Townsville, QLD, Australia.
- Vohra, A., Syal, P., Madan, A. (2016). Probiotic yeasts in livestock sector. *Animal Feed Science and Technology*, 219, 31–47

- Waldo, D.R. (1986). Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. *Journal of Dairy Science*, 69(2), 617-631.
- Wallace, R.J. and Newbold, C.J. (2007). *Microbial feed additives for ruminants*. Wallace, R.J., Chesson, A. (Eds.), Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany.
- Wang, H.R., Chen, Q., Chen, M.L., Ge, R.F., Wang, M.Z., Yu, L.H. and Zhang, J. (2017). Effects of dietary physically effective neutral detergent fiber content on the feeding behavior, digestibility, and growth of 8- to 10-month-old Holstein replacement heifers. *Journal of Dairy Science*, 100(2), 1161–1169.
- West, J.W. (1999). Nutritional strategies for managing the heat stressed dairy cow. *Journal of Animal Science*, 77(2), 21–35.
- West, J.W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2131–2144.
- Welch, J. G. (1982). Rumination, particle size and passage from the rumen. *Journal of Animal Science*, 54(4), 885-894.
- Weidmeir, R. D., Arambel, M. J., Walter, J. L. (2007). Effects of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extracts on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Sciences*, 70(10), 2063–2068.
- Wheelock, J.B., Rhoads, R.P., VanBaale, M.J., Sanders, S.R., Baumgard, L.H. (2010). Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93(2), 644-655.
- Williams, A.G. and Coleman, G.S. (1988). The rumen protozoa. Hobson, P.N. (Ed.), *The Rumen Microbial Ecosystem*. p: 77. Elsevier Science Publishing Company, New York,
- Williams, D. (2018). Dairy Cow Welfare, Heat Stress and Climate Change. *Dairy and Veterinary Sciences*, 8(5), 555746.
- Wohlt, J., Corcione, T., Zajac, P. (1998). Effect of yeast on feed intake and performance of cows fed diets based on corn silage during early lactation. *Journal of Dairy Science*, 81(5), 1345–1352.

- Woodford, S.T. and Murphy, M.R. (1988) Effect of forage physical form on chewing activity dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 71(3), 674-686.
- Wrotek, S.E., Kozak, W.E., Hess, D.C., Fagan, S.C. (2011). Treatment of fever after stroke: Conflicting evidence. *Pharmacotherapy*, 31(11), 1085–1091.
- Yansari, A.T., Valizadeh, R., Naserian, A., Christensen, D.A., Yu, P., Shahroodi, F.E. (2004). Effects of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity, digestibility, and performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(11), 3912-3924.
- Yadav, B., Singh, G., Wankar, A., Dutta, N., Chaturvedi, V. B., Verma, M. R. (2016). Effect of simulated heat stress on digestibility, methane emission and metabolic adaptability in crossbred cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(11), 1585–1592.
- Yadav, B., Singh, G., Verma, A. K., Dutta, N., Sejian, V. (2013). Impact of heat stress on rumen functions. *Veterinary World*, 6(12), 992-996
- Yaman, K. (2009). *Fizyoloji*, 4. Baskı, Ezgi Kitabevi, Bursa.
- Yang, W.Z. and Beauchemin, K.A. (2006). Physically effective fiber: Method of determination and effects on chewing, ruminal acidosis, and digestion by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2618-2633.
- Yang, W.Z., Beauchemin, K.A., Rode, L.A. (2001). Effect of grain processing, forage to concentrate ration, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 84 (10), 2203-2216.
- Yirga, H. (2015). The use of probiotics in animal nutrition. *Journal of Probiotics and Health*, 3(2), 132-142.
- Yoon, I.K. and Stern, M.D. (1996). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* ve *Aspergillus oryzae* cultures on ruminal fermentation in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 79(3), 411-417.
- Yousef, M.K. (1985). *Stress Physiology in Livestock*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Zebelia, Q., Mansmanna, D., Steingassa, H., Ametaj, B.N. (2010). Balancing diets for physically effective fibre and ruminally degradable starch: A key to lower the risk of sub-acute rumen acidosis and improve productivity of dairy cattle. *Livestock Sciences*, 127(1), 1-10.

- Zebelia, Q., Tafaj, M., Steingass, H., Metzler, B., Drochner, W. (2006). Effects of physically effective fiber on digestive processes and milk fat content in early lactating dairy cows fed total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 89(2), 651-668.
- Zeron, Y., Ocheretny, A., Kedar, O., Borochoy, A., Sklan, D., Arav, A. (2001). Seasonal changes in bovine fertility: Relation to developmental competence of oocytes, membrane properties and fatty acid composition of follicles. *Reproduction*, 121(3), 447-454.
- Zhu, W., Zhang, B.X., Yao, K.Y., Yoon, I., Chung, Y.H., Wang, J.K., Liu, J.X. (2016). Effects of supplemental levels of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on lactation performance in dairy cows under heat stress. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(6), 801-806.

**T.C.**  
**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLİMSEL ETİK BEYANI**

“Sıcak Stresi Altındaki Süt İneklerine Canlı Maya Kültürü ve Parçacık Büyüklüğü Farklı Rasyonlar Verilmesinin Süt Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri” başlıklı Doktora tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

.....

Murat ER

... / ... / ...



## ÖZGEÇMİŞ

**Soyadı, Adı** : ER Murat  
**Uyruk** : T.C.  
**Doğum yeri ve tarihi** : Tokat / 20.06.1989  
**Telefon** : 0 545 314 91 20  
**E-posta** : vethekmurater@gmail.com  
**Yabancı dil** : İngilizce

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet tarihi
Doktora	ADÜ Veteriner Fakültesi	Devam etmekte
Yüksek Lisans	ADÜ Ziraat Fakültesi	31.01.2018
Lisans	Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi	01.06.2012

### İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer/Kurum	Ünvan
2012-Devam etmekte	ADÜ Ziraat Fakültesi	Veteriner Hekim

## **AKADEMİK YAYINLAR**

### **1. MAKALELER**

Er, M. and Keles, G. (2021). Buckwheat conservation as hay or silage: Agronomic evaluation, nutritive value, conservation quality, and intake by lactating dairy goats. *Tropical Animal Health and Production*, 53(2), 1-8.