



**T.C.  
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
VETERİNERLİK FİZYOLOJİSİ ANA BİLİM DALI  
VETERİNERLİK FİZYOLOJİSİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAFİF – ORTA SICAKLIK STRESİNİN GEBE İNEKLERDE  
BAŞLANGIÇ VERİM VE BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELER  
İLE BUZAĞI BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Asude ÖZDEMİR HELVACI**

**MUĞLA-2025**

T.C.  
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
VETERİNERLİK FİZYOLOJİSİ ANA BİLİM DALI  
VETERİNERLİK FİZYOLOJİSİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAFİF – ORTA SICAKLIK STRESİNİN GEBE İNEKLERDE  
BAŞLANGIÇ VERİM VE BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELER  
İLE BUZAĞI BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ

Asude ÖZDEMİR HELVACI

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Tuba BÜLBÜL

*Bu tez, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon  
Birimi tarafından 24/173/02/3 kod numaralı proje ile desteklenmiştir.*

MUĞLA-2025

**TEZ ONAYI**

Asude ÖZDEMİR HELVACI tarafından hazırlanan “Hafif-Orta Sıcaklık Stresinin Gebe İneklerde Başlangıç Verim ve Bazı Fizyolojik Parametreler ile Buzağı Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi” başlıklı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Veterinerlik Fizyolojisi Ana Bilim Dalı, Veterinerlik Fizyolojisi Tezli Yüksek Lisans Programında, Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı	Prof. Dr. Tuba BÜLBÜL Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	(İmza)
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Necati Emre GÜR Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	(İmza)
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Hülya DEMİRKAPI ATİK Afyon Kocatepe Üniversitesi	(İmza)

Tez savunma tarihi: 24.01.2025

Bu tez Veterinerlik Fizyolojisi Ana Bilim Dalı, Veterinerlik Fizyolojisi Tezli Yüksek Lisans Programında, Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirmektedir.

Prof. Dr. Müesser ÖZCAN  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan metinleri sahiplerinden yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi / MSKÜ Açık Erişim Sisteminde erişime açılabilir.

- Tezimle ilgili patent başvurusu yapılacağından veya patent alma süreci devam ettiğinden Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile tezimin mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl erişime açılmasının ertelenmesini talep ediyorum.
- Tezimde yeni teknik, materyal ve metotlar kullanıldığından ve henüz makaleye dönüşmemiş olduğundan Enstitü Yönetim Kurul kararı ile mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay tezimin erişime açılmasının ertelenmesini talep ediyorum.

24.01.2025

(İmza)

Asude ÖZDEMİR HELVACI

## ETİK BEYAN

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Hafif - Orta Sıcaklık Stresinin Gebe İneklerde Başlangıç Verim ve Bazı Fizyolojik Parametreler ile Buzağı Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi” isimli çalışmada tezin planlanmasından yazımına kadar tüm süreçlerde etik ilkelere bağlı kaldığımı, tezime ilişkin bilgi ve belgeleri akademik ve bilimsel etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezimde kullandığım tüm görsel ve yazılı materyallerin kaynağını gösterdiğimi, yararlandığım eserlerin tümünün kaynaklar bölümünde yer aldığını, tezimin Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.

24.01.2025

(İmza)

Asude ÖZDEMİR HELVACI

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma ve lisansüstü eğitimim süresince, bana bilimsel düşünmeyi ve çalışmayı öğreten, beni geliştiren, yüksek lisans tezimin her aşamasında desteğini esirgemeyen, sadece bilimsel olarak değil aynı zamanda fikir, düşünce, hayata karşı duruş ve karakteriyle devamlı örnek almaktan onur duyduğum danışman hocam sayın Prof. Dr. Tuba BÜLBÜL' e emeklerinden ve sabrından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmanın her aşamasında desteğini üzerimden eksiltmeyen, beni yönlendiren, olumsuzlukları çözüme ulaştırmamda yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Aziz BÜLBÜL'e, tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen ekip arkadaşlarım Yesari ÇAPAR ve Adem Akın KEL'e teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca beni destekleyen, bana alan yaratan, çalışmamın gerek uygulama gerek teorik her aşamasında yardımlarını esirgemeyen sevgili eşim Ali HELVACI'ya teşekkür ederim. Çalışkanlığı ve sabrıyla bana örnek olan, mesleğimi yaparken beni her zaman cesaretlendiren amcam Mehmet ÖZDEMİR'e teşekkür ederim.

Son olarak eğitim ve sosyal hayatımın her aşamasında desteğini esirgemeyen, her koşulda yanımda olan, verdikleri güven sayesinde hayatta daha sağlam adımlar atmamı sağlayan kıymetli annem Necla ÖZDEMİR'e ve babam Salim ÖZDEMİR'e teşekkürü borç bilirim.

# HAFİF – ORTA SICAKLIK STRESİNİN GEBE İNEKLERDE BAŞLANGIÇ VERİM VE BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELER İLE BUZAĞI BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

## ÖZET

Bu araştırma hafif – orta sıcaklık stresinin gebe ineklerde başlangıç verim ve bazı fizyolojik ve hematolojik parametreler ile buzağı bağışıklık sistemi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapıldı. Araştırmada 3-6 yaşında, ortalama 500-600 kg, sağlıklı toplam 40 Holstein ırkı gebe süt ineği kullanıldı. Sıcaklık stresinin yaşandığı zamanla ilgili daha önceki kayıtlar esas alınarak 17 Mayıs, sıcaklık stresi (SS) öncesi grubu; 17 Haziran, Temmuz ve Ağustos sırasıyla SS 1. ay, 2. ay ve 3. ay grupları; 17 Eylül ise SS sonrası grubu oluşturdu. Sıcak stresi başlangıcı olarak sıcaklık-nem indeksi (SNI) değeri 73 kabul edilip SNI'nin en yüksek (76.2) 2. ayda (temmuzda), en düşük (64.65) mayısta olduğu tespit edildi. İneklerde gebelik süresi, ilk beş gün süt verimi, kolostrum miktarı ve kalitesi; buzağılarda doğum ağırlığı, süt tüketimi ve emme hızının SS öncesi ve sonrası dönem ile SS dönemlerinde değişmediği belirlendi ( $p>0.05$ ). Ruminasyon sayısının ( $p<0.001$ ) ve kolostrum tüketimi ( $p<0.05$ ) SS öncesinde azaldı. Serum malondialdehit (MDA) düzeyi en yüksek ( $p<0.01$ ), antioksidan aktivite (AOA) düzeyi en düşük ( $p<0.05$ ) SS'nin 2. ayındaki ineklerde tespit edildi. Serum TNF- $\alpha$  ve IL-1 düzeyleri SS ile arttı ( $p<0.05$ ). Sıcaklık stresi dönemlerinde buzağılarda ise MDA, AOA, TNF- $\alpha$ , IL-1 ve IL-10 düzeyleri değişmedi ( $p>0.05$ ). Gebeliğin son periyodunda hafif – orta düzey SS'ne maruz kalan süt ineklerinin verim parametreleri bakımından bunu tolere edebildiği; buna karşın stresin süresine bağlı olarak oksidatif stresin kötüleştiği ve bu duruma karşı önlemlerin alınması gerektiği sonucuna varıldı.

**Anahtar Kelimeler: Sıcaklık stresi, süt ineği, gebelik, bağışıklık**

**EVALUATION OF THE EFFECTS OF MILD-MODERATE HEAT STRESS IN  
PREGNANT COWS ON INITIAL YIELD, SOME PHYSIOLOGICAL  
PARAMETERS AND THE CALF IMMUNE SYSTEM**

**ABSTRACT**

This study was conducted to determine the effects of mild – moderate heat stress in pregnant cows on initial yield, some physiological and hematological parameters, and the calf immune system. A total of 40 healthy pregnant Holstein breed dairy cows, 3-6 years old, weighing an average of 500-600 kg, were used in the study. Based on previous records regarding the time when heat stress (HS) was experienced, groups were formed: May 17 as the pre-HS group; June 17, July 17 and August 17 as the HS 1st, 2nd, and 3rd monthly groups, respectively; and September 17 as the post-HS group. The temperature-humidity index (THI) value for the onset of HS was accepted as 73, and it was determined that the highest (76.2) occurred in the 2nd month (July) and the lowest (64.65) occurred in May. It was determined that there were no changes in terms of the gestation period, milk yield in the first five days, colostrum amount and quality in cows, as well as birth weight, milk intake, and suckling speed in calves in the pre-HS, HS, and post-HS periods ( $p>0.05$ ). The number of ruminations ( $p<0.001$ ) and colostrum intake ( $p<0.05$ ) were decreased in pre-HS. The highest serum malondialdehyde (MDA) level ( $p<0.01$ ) and the lowest antioxidant activity (AOA) level ( $p<0.05$ ) were detected in cows in the 2nd month of HS. Serum TNF- $\alpha$  and IL-1 levels increased in response to HS ( $p<0.05$ ). No changes were observed in MDA, AOA, TNF- $\alpha$ , IL-1, and IL-10 levels in calves during the HS periods ( $p>0.05$ ). It was concluded that dairy cows can tolerate modest to mild – moderate HS during the late stage of pregnancy regarding productivity parameters; However, the severity of oxidative stress is contingent upon the duration of the stress, and it is important to take appropriate precautions to prevent this from occurring.

**Keywords: Heat stress, dairy cow, pregnancy, immunity**

## İÇİNDEKİLER

<b>TEZ ONAYI</b> .....	<b>i</b>
<b>YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI</b> .....	<b>ii</b>
<b>ETİK BEYAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>5</b>
2.1. Çevre Faktörlerinin Sıcaklık Stresine Etkisi.....	6
2.2. Sıcaklık Stresinin Fizyolojik Süreçler Üzerindeki Etkisi .....	8
2.3. Sıcaklık Stresinin Süt İneklerindeki Etkisi .....	10
<b>3. YÖNTEM</b> .....	<b>14</b>
3.1. Araştırma Modeli .....	14
3.2. Araştırma Evren ve Örneklemi/Araştırma Materyali.....	14
3.3. Veri Toplama Araçları .....	14
3.3.1. Anne, Yavru ve Kolostrumda Bazı Parametrelerin Değerlendirilmesi .....	14
3.3.2. Canlı Ağırlıkların ve Yem Tüketimlerinin Belirlenmesi .....	15
3.3.3. Süt Verimi ve Kalite Parametreleri .....	15
3.3.4. Kan Örneklerinin Alınması ve Bazı Serum Parametrelerinin Belirlenmesi	15
3.4. Veri Toplama Süreci .....	17
3.5. Deneysel Kurgu.....	18
3.6. İstatistiksel Analiz.....	19
3.7. Etik Onay .....	19
3.8. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	19
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>21</b>
4.1. Araştırma Süresince Ortamın Aylara Göre Sıcaklık ve Nem Değerleri .....	21
4.2. Araştırma Ortamının Aylara Göre SNİ.....	21
4.3. Gebe İneklerin ve Buzagaıların Bazı Fizyolojik ve Hematolojik Parametreleri ile Kolostrum Özelliği.....	23
4.4. Gebe İneklerin ve Buzagaıların Serum MDA, AOA ile Bazı Sitokin (TNF- $\alpha$ , IL1 ve IL10) Düzeyleri .....	25

<b>5. TARTIŞMA</b> .....	<b>27</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	<b>34</b>
6.1. Sonuçlar .....	34
6.1.1. Sonuçlar Doğrultusunda Hipotezlerin Sınanması .....	34
6.2. Öneriler .....	35
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>37</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>50</b>
Ek 1: ETİK KURUL ONAYI .....	50
Ek 2: KURUM İZİN ONAYI .....	51
Ek 3: ÖZ GEÇMİŞ.....	52



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>AOA</b>	Antioksidan Aktivite
<b>ATP</b>	Adenozin Trifosfat
<b>EDTA</b>	Etilendiamintetraasetik Asit
<b>ELISA</b>	Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay
<b>Fe-EDTA</b>	Demir-Etilendiamintetraasetik Asit
<b>HADYEK</b>	Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu
<b>HCT</b>	Hematokrit
<b>HGB</b>	Hemoglobin
<b>IDF</b>	International Dairy Federation
<b>IFN</b>	Interferon
<b>Ig</b>	İmmunglobulin
<b>KM</b>	Kuru Madde
<b>MCH</b>	Ortalama Eritrosit Hemoglobini
<b>MCV</b>	Mean Eritrosit Hacmi
<b>MDA</b>	Malondialdehit
<b>MGM</b>	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
<b>MUDEM</b>	Muğla Deney Hayvanları Uygulama ve Araştırma Merkezi
<b>NRC</b>	National Research Council
<b>O<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	Süper Oksit
<b>pH</b>	Hidrojen Kuvveti
<b>RBC</b>	Eritrosit
<b>ROT</b>	Reaktif Oksijen Türleri
<b>RPM</b>	Dakikadaki Devir Sayısı
<b>SNİ</b>	Sıcaklık Nem İndeksi
<b>SS</b>	Sıcaklık Stresi
<b>TBA</b>	Tiyobarbitirik Asit
<b>TBARS</b>	Tiyobarbitirik Asit Reaktif Maddeleri
<b>TCA</b>	Trikloroasetik Asit
<b>TGF</b>	Dönüştürücü Büyüme Faktörü

**TNF- $\alpha$** 

Tümör Nekrozis Faktör Alfa

**WBC**

Beyaz Kan Hücresi



**ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ**

<b>Şekil 2.1. Sıcaklık ve hayvan metabolizma hızı arasındaki ilişki .....</b>	<b>6</b>
<b>Şekil 2.2. Değişen sıcaklık ve nispi nemde SNİ.....</b>	<b>8</b>
<b>Şekil 2.3. Artan çevresel sıcaklığın etkileri.....</b>	<b>10</b>
<b>Şekil 4.1. Araştırma süresince Yatağan/Muğla günlük ortalama çevre sıcaklığına göre SNİ .....</b>	<b>22</b>
<b>Şekil 4.2. Araştırma süresince Yatağan/Muğla günlük maksimal çevre sıcaklığına göre SNİ .....</b>	<b>22</b>



**TABLolar DİZİNİ**

<b>Tablo 3.1. Araştırmada anne, yavru ve kolostruma ait parametreler.....</b>	<b>14</b>
<b>Tablo 3.2. Araştırmada kullanılan rasyonların bileşimi.....</b>	<b>18</b>
<b>Tablo 4.1. Araştırma ortamının farklı aylardaki sıcaklık (°C), iğlenme sıcaklığı (°C) ve nispi nem (%) değerleri.....</b>	<b>21</b>
<b>Tablo 4.2. Araştırma ortamının farklı aylardaki SNI.....</b>	<b>21</b>
<b>Tablo 4.3. Araştırma süresince sıcaklık stresinin ineklerde bazı fizyolojik parametreler ile kolostrum özellikleri üzerine etkisi.....</b>	<b>23</b>
<b>Tablo 4.4. Araştırma süresince sıcaklık stresinin ineklerde bazı hematolojik parametreler üzerine etkisi.....</b>	<b>24</b>
<b>Tablo 4.5. Araştırma süresince sıcaklık stresinin buzağılarda bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi.....</b>	<b>25</b>
<b>Tablo 4.6. Araştırma süresince sıcaklık stresinin buzağılarda bazı hematolojik parametreler üzerine etkisi.....</b>	<b>25</b>
<b>Tablo 4.7. Araştırma süresince sıcaklık stresinin ineklerin doğum anındaki serum MDA (nmol/L), AOA (mmol/L), TNF-<math>\alpha</math> (ng/L), IL-1 (ng/L) ve IL-10 (ng/L) düzeyleri üzerine etkisi.....</b>	<b>26</b>
<b>Tablo 4.8. Araştırma süresince sıcaklık stresinin buzağıların serum MDA (nmol/L), AOA (mmol/L), TNF-<math>\alpha</math> (ng/L), IL1 (ng/L) ve IL-10 (ng/L) düzeyleri üzerine etkisi.....</b>	<b>26</b>

## 1. GİRİŞ

Hayvancılık, ülkemizin içinde bulunduğu coğrafi konuma bağlı iklim özellikleri yönünden tarımla birlikte yetiştiriciliğinin yapıldığı, artan nüfusunun yeterli ve dengeli beslenmesini sağlamasının yanında, bu alana dayalı sanayiye hammadde temini açısından da önem arz eden bir sektördür. Bu sektör içerisinde çok farklı iklim koşullarının yaşanmasına bağlı olarak farklı tarımsal faaliyet alanlarıyla birlikte farklı hayvancılık kolları bulunmaktadır (Anonim, 2023; Bülbül, 2022).

Hayvancılık faaliyetleri arasında yetiştiriciliği yapılan sığır et ve süt ürünleri yönünden sağlıklı, yeterli ve dengeli beslenmenin tam olarak sağlanmasında en fazla kullanılan hayvandır. Özellikle bir süt ineği işletmesinde, ekonomik yapıyı en çok belirleyen faktör süt verimidir. Günümüzde üretilen toplam süt miktarının dünya genelinde %86.3'ü ve gelişmiş ülkelerde de büyük bir kısmı (%98.2'si) ineklerden elde edilirken, gelişmekte olan ülkelerde bu miktar %65'e düşmektedir. Ülkemizde ise toplam süt üretiminin %91.7'si sığır kaynaklı olup gelirin %65'i üretilen süttten elde edilmektedir. Bu nedenle bir sağmal inekten alınan sütün maliyetinin (işçilik, sağlık ve beslenme giderleri gibi), süt satışından elde edilen gelirin altında olması gerekmektedir. Bu durum da elde edilen aynı miktarda sütün maliyetinin düşürülmesi ya da birim hayvan başına elde edilecek süt miktarının artırılmasıyla sağlanabilir. Dolayısıyla işletmelerin süt üretimlerindeki başarısı eldeki hayvan varlığının ırkı, yaşı, genetik yapısı, sağlığı ve çevre faktörleri ile tüm bu faktörlerin dikkate alındığı doğru beslenme programlarının hayvanlara uygulanmasıyla doğrudan ilişkilidir (Bülbül, 2022).

Süt ineği yetiştiriciliği işletmelerinin temel hedefi, hayvanlardan yüksek miktarda ve kalitede süt ile her yıl inekten bir sağlıklı buzağı alınmasıdır. Bunun için süt sığırlarının yaşamında süt üretimi gerçekleşene kadarki buzağılık dönemiyle birlikte daha sonraki dönemler önemli olmaktadır (Wathes vd., 2008). Çünkü, işletmenin hem süt üretim potansiyelini belirleyen hem de gelecekteki döl verimi ile sürünün devamlılığını sağlayan bu hayvanlardır (Çolakoğlu ve Küplülü, 2016; Hoffman ve Funk, 1992).

Süt çiftliğinin gelecekteki sürdürülebilirliğini sağlamak için genç hayvanları, özellikle dişi buzağuları sağlıklı bir şekilde yetiştirmek esastır (Kaya, 2015). Hayvanlar

için bakım ve besleme programlarının düzenlenmesi bu sonucu kolaylaştırabilir (Arık vd., 2018). Bir çiftlikteki nüfusun yüzde 30'unu henüz doğum yapmamış hayvanlar oluşturur. Bu hayvanlarla ilişkili masraflar, çiftlikteki sağım hayvanlarıyla birlikte, süt üretiminin toplam maliyetinin önemli bir bölümünü temsil eder (Zwald, 2007). Sıcaklık stresinden kaynaklanan hayvanlardaki verimlilik düşüşü, hayvancılık ekonomisini ve tüketicilere yeterli hayvansal gıda tedarikini olumsuz yönde etkiler. Besleme stratejilerindeki gelişmeler, ağıl ve ahır modernizasyonu ve üreme çalışmaları, sıcaklık stresinin geniş getiren hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltırken, sıcak yaz aylarında verimlilik düşüşlerini önlemedeki etkinlikleri sınırlı kalmaktadır. Küresel sığır popülasyonunun %50' sinden fazlasının tropikal bölgelerde yaşadığı ve ısı stresinin çiftliklerin %60' ında önemli ekonomik kayıplara (yıllık yaklaşık 900 milyar dolar) yol açtığı göz önüne alındığında (Pragna vd., 2017), ısı stresinin hayvan verimliliği üzerindeki etkilerine dair anlayışımızı geliştirmek önemlidir. Bu bilgi, yaz aylarında üretim üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak ve hayvan üretimindeki kayıpları en aza indirmek için yenilikçi stratejiler (besleme, sürü yönetimi ve üreme gibi) geliştirmek için çok önemlidir.

Son yıllarda küresel ısınmayla beraber küresel sıcaklık ve nem seviyelerinde bir artışa tanık olunmaktadır. Sonuç olarak, hayvanlar üzerindeki ısı stresinin etkileri değişken bir şekilde ortaya çıkmakta bu da üretkenlikte (süt ve buzağı verimi) buna karşılık azalmalara yol açmaktadır. Aynı zamanda, ülkemizin yanı sıra tropikal ve subtropikal alanları da etkileyen Akdeniz iklim kuşağındaki hayvanlar üzerindeki ısı stresinin olumsuz etkileri fark edilmektedir. Ülkemizin birçok yerinde, özellikle yüksek verimli hayvanlarda yaz aylarında stres yaratan koşullar mevcuttur. Ayrıca, Türkiye son zamanlarda küresel ısınmaya atfedilen daha sıcak ve daha nemli yaz günleri yaşanmaktadır (Öztürk, 2002).

Hayvanlarda stresi nedeniyle üretimdeki düşüş hem hayvancılık ekonomisi hem de tüketicilere hayvansal gıdanın tedarikini olumsuz yönde etkiler. Yeni besleme taktikleri, ahır modernizasyonu ve üreme araştırmaları, ısı stresinin geniş getiren hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltsa da sıcak yaz aylarında üretim düşüşlerini önlemedeki etkinlikleri hala sınırlıdır. Küresel sığır popülasyonunun %50' sinden fazlasının tropikal bölgelerde yaşadığı ve ısı stresinin çiftliklerin %60' ında önemli ekonomik kayıplara (yıllık 900 milyar \$) yol açtığı göz önüne alındığında (Pragna vd., 2017), ısı stresinin hayvan verimliliği üzerindeki etkisini anlamak zorunludur. Bu anlayış,

yaz aylarında üretim üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak veya hayvan üretimindeki kayıpları azaltmak için yenilikçi stratejiler (besleme, sürü yönetimi, üreme) geliştirmek için çok önemlidir.

İdeal çevrenin dışına çıkan sıcaklık derecelerinde Muğla'nın yüksek derecede yaşanan sıcaklık etkisinin düşük olan sıcaklıklarla kıyaslandığında daha belirgin olduğu illerden biri olduğunu söylemek mümkündür. Süt sığırları verim düzeylerine göre, ülkemiz koşullarında oluşan düşük sıcaklıklardan önemli etkilenmemektedir. Buna karşın Muğla ilinde yılın önemli bir döneminde oluşan sıcak koşullara karşı daha hassastırlar. Hatta bazı yörelerde tespit edilen yüksek nispi nem, hava sıcaklığının da yüksek derecede seyretmesiyle beraber hayvanlarda verimi azaltmaktadır. Bu yönüyle süt ineklerinde sıcaklık stresinin etkilerine karşı oluşturulacak yöntemlerin tespit edilmesi ile işletmelerde sıcaklık stresinin olumsuz etkilerini azaltabilecek uygulamaların ya da günümüz koşullarına uygun daha akılcı stratejilerin geliştirilmesi mümkün olabilecektir.

Bu araştırma, hafif-orta sıcaklık stresinin gebe ineklerde başlangıç verim ve bazı fizyolojik parametreler ile bu inekler ve buzağılarının bağışıklık sistemi üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirildi. Bu bağlamda çalışmada ortalama ve maksimum sıcaklığa göre sıcaklık-nem indeksi (SNİ) değeri, hayvanların canlı ağırlıkları ve yem tüketimleri belirlendi. Doğum sonrası kolostrum ve çeşitli sütlerin ortalama süt verimi ve kalite özellikleri incelendi. Her inek ve buzağıdan doğum sonrası alınan kan örnekleri hematolojik ve bazı immünolojik belirteçler yönünden analiz edildi.

Bu çalışmada aşağıda belirtilen hipotezler sınıandı. Bunlar:

H1. Gebeliğin son periyodunda hafif-orta düzey sıcaklık stresine maruz kalma süresinin süt ineklerinin verim ve bazı fizyolojik parametreleri üzerine etkisi yoktur.

H1a. Gebeliğin son periyodunda hafif-orta düzey sıcaklık stresine maruz kalma süresi süt ineklerinin ilk hafta süt verimini azaltmaktadır.

H1b. Gebeliğin son periyodunda hafif-orta düzey sıcaklık stresine maruz kalmış süt ineklerinin süt ve kolostrum kalitesi süreye bağlı olarak düşmektedir.

H1c. Gebeliğin son periyodunda hafif-orta düzey sıcaklık stresine maruz kalmış süt ineklerinde süreye bağılı olarak oksidatif stres artmaktadır.

H1d. Gebeliğin son periyodunda hafif-orta düzey sıcaklık stresine maruz kalmış süt ineklerinde süreye bağılı olarak bazı bağışıklık sistemi parametreleri bozulmaktadır.

H2. Fötal gelişimin son periyodunda (kuru dönemde) hafif-orta düzey sıcaklık stresine maruz kalmış buzağıların serum oksidatif stres parametreleri üzerine sürenin etkisi yoktur.

H3. Fötal gelişimin son periyodunda (kuru dönemde) hafif-orta sıcaklık stresine maruz kalmış buzağıların bazı immünolojik parametreleri üzerine sürenin etkisi yoktur.

## 2. GENEL BİLGİLER

Çiftlik hayvanlarının verim özellikleri üzerine genetik faktörlerle birlikte çevre faktörleri de etkili olmaktadır. Özellikle sıcaklık, nem, solar radyasyon ve rüzgâr hızı gibi iklim koşullarının tek başına ya da bir arada bulunması hayvansal üretimi nitelik ve nicelik olarak değiştirmektedir. Bu bağlamda sıcaklığın hayvanlarda oluşturduğu olumsuz etki, yüksek nemle ya da solar radyasyonla birlikte artmaktadır. Çünkü nem artışı, hayvanda deri ya da solunum sistemiyle ısının uzaklaşmasını önlerken; solar radyasyon, ısı yüklenmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla entansif şekilde yapılan yetiştiricilik sistemlerinde iklim koşulları sınırlayıcı bir faktör olarak ortaya çıkmakta, bu faktörlerin derecelendirilmesi, çevre faktörlerinden bakım ve besleme koşullarında değişiklik yapılmasını gerektirmektedir (Hahn, 1981).

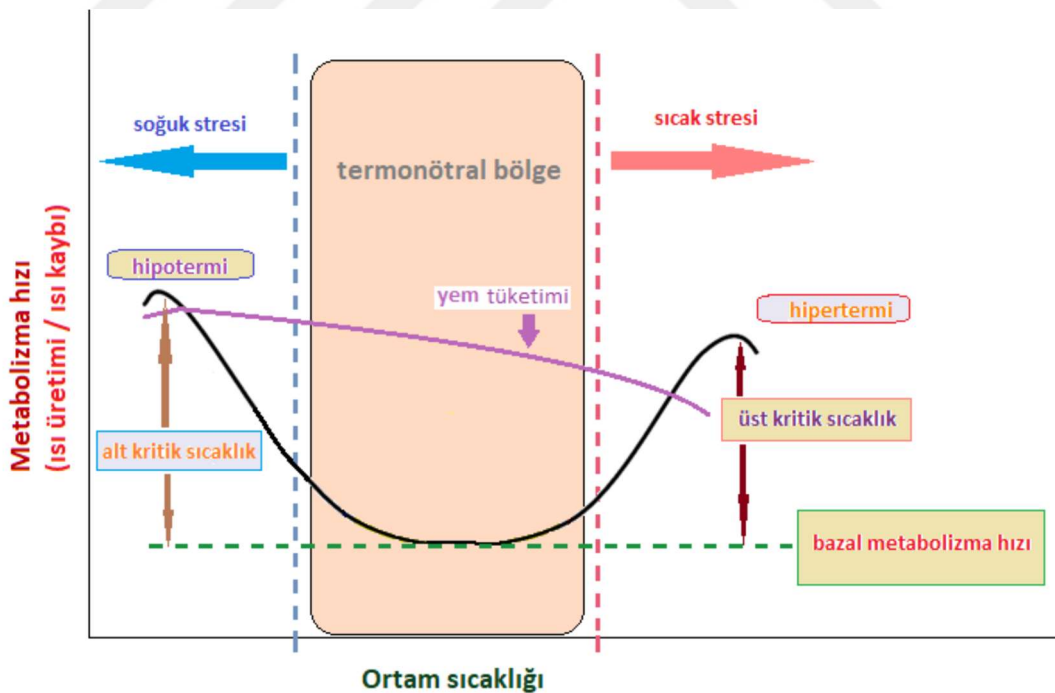
Hayvanlar içinde buldukları çeşitli iklim şartlarının etkisi ile vücutlarında birçok homeostatik düzenleme yapmaktadır (Olsson vd., 1995). Bu yönüyle süt inekleri homoterm hayvanlar olup vücut sıcaklıklarını büyük ölçüde çevre sıcaklığının etkisi dışında tutarak farklı çevre sıcaklıklarında vücut sıcaklıklarını ayarlayan bir mekanizmaya sahiptir (Spiers, 2000). Fizyolojik fonksiyonların ve hücrel metabolik reaksiyonların yerine getirilmesi için bu hayvanlarda uygun vücut ısısı 38.5-39.3 oC arasında korunmalıdır. Bu yönde termoregülasyon, hayvanın ısı üretmek ve ısı yayarak vücut ısısını uygun aralıkta tutmasını sağlayan mekanizmadır. Bu düzenleme çevresel (sıcaklık, nem, rüzgâr, radyasyon ve yağış), hayvana ait (tür, yaş, cinsiyet, metabolik durum, yapağı, beslenme, hastalıklar, adaptasyon ve bireysel farklılıklar) pek çok faktörden etkilenmektedir (Lee, 1965).

Süt ineklerinde en uygun çevre koşulları 13-18 °C sıcaklık, %60-70 nispi (oransal) nem, 5-8 km/saat rüzgâr hızı ve orta derecede solar radyasyonun bulunduğu koşullar şeklinde tanımlanmaktadır (Hansen 2007a; McDowell, 1972). Bu çevre koşullarına sahip ortamda, ineklerin vücut sıcaklığı ile birlikte nabız hızı (60-80 nabız / dakika) ve solunum hızı (10-30 solunum/dakika) da korunmalıdır (Hansen, 2007). Ancak sıcaklık ve nem oranının daha yüksek seviyelere çıkması halinde (Hansen, 2007a), özellikle 26.92 -32.2 °C sıcaklık ve % 50-90 nem oranı ile birlikte ineklerde sıcak stresinin başladığı bildirilmektedir (Fidler ve VanDevender, 2023). Buna bağlı olarak da (sıcaklık stresinin

başlangıcında) ineklerde vücut sıcaklığı 39 °C'yi geçmekte, solunum sayısı artarak dakikada 80 üzeri olmaktadır. Ayrıca vücut kondisyon skoru, laktasyon dönemi, süt verimi, yem tüketimi, bazı ilaçlar, sinekler, hareket etme gibi faktörler de süt ineklerinde ortaya çıkabilecek stres üzerinde etkili olmaktadır (Hansen, 2007a). Verim ile büyüme için gereken rasyonla alınan enerjinin vücutta dönüşümü sırasında açığa çıkan ısının birikimi sonucu oluşan sıcak stresine bağlı olarak hayvanlarda fizyolojik parametrelerde değişimler (daha fazla solunum sayısı ve terleme gibi bazı fizyolojik tepkiler, rektal sıcaklık artışı) oluşmakta ve bu durum yaşam kalitesini, verim performansını (büyüme, süt verimi, döl verimi gibi) olumsuz etkilemekte, hatta ölüme neden olabilmektedir (Hansen, 2007a; Mader vd., 2006; Polsky ve von Keyserlingk, 2017).

## 2.1. Çevre Faktörlerinin Sıcaklık Stresine Etkisi

Sıcaklık stresinin hayvanlar üzerindeki etkisi, vücut sıcaklığının normal değerlerin üzerine çıkmasıyla belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu etkiyi yaratan çevresel faktörler kuru ve ıslak termometre sıcaklıkları (°C), nem oranı (%), çiğlenme noktası (°C), solar radyasyon ve rüzgâr hızıdır (Dikmen ve Hansen, 2009).



Kaynak: Bölükbaşı Aktaş vd. Meteorolojik Faktörlerdeki Değişme Eğiliminin Hayvansal Üretim ve Ürün Kalitesine Etkisi. Tarım ve Hayvancılığın Sürdürülebilirlik Dinamikleri Üzerine Akademik Çalışmalar Kitabı (2022).

**Şekil 2.1. Sıcaklık ve hayvan metabolizma hızı arasındaki ilişki**

Ortam sıcaklığı, hayvansal üretimi etkileyen en önemli çevre faktörüdür. Isı kaybı ile ısı üretiminin hemen hemen aynı olduğu, toplam ısı üretiminin sabit kaldığı sıcaklık aralığı, hayvan için termonötral bölge olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.1; Bölükbaşı Aktaş vd. 2022). Bu ortamda, hayvanın ısı üretimi çok düşük olup diyet enerjisi büyüme ve verim yönünde kullanılmaktadır. Sıcaklığın çok düştüğü ya da arttığı koşullar hayvanlarda ısı üretiminin artarak enerji kaybına, dolayısıyla enerji kullanım verimliliğinin bozulmasına neden olmaktadır (Babinszky vd., 2011). Yüksek sıcaklık, güneş ışınları ve rüzgâr hızı hayvanlarda termonötral bölge üzerindeki ortam sıcaklığını artırmaktadır. Bunun sonucu da hayvanda vücut sıcaklığını ısı yayma kapasitesinden yüksek tutar (Prathap vd., 2017). “Sıcak stresi” olarak tanımlanan bu duruma yüksek nem eklendiğinde, evapotranspirasyonla ısı dağılımı azalmakta, yüksek sıcaklığın etkisi daha belirgin şekilde hissedilmektedir (Lin vd., 2006; Smith vd., 2013).

Çevre faktörlerinden sıcaklık ve nispi nem değerleri ölçülerek ineklerin yaşadığı sıcak stresi şiddetinin tespit edilmesi amacıyla geliştirilen indekslerden biri ‘Sıcaklık-Nem İndeksi (SNİ) olmaktadır (Dikmen ve Hansen 2009). Bu nedenle sıcaklık stresinin oluştuğu, hava sıcaklığı ve nem oranının birlikte etkisini gösteren SNİ değerlerini kullanarak belirlenmektedir. Şekil 2.2'de süt inekleri için farklı sıcaklık ve nispi nem düzeylerinin birlikte yer aldığı SNİ değerleri verilmektedir. Bu tabloda SNİ'nin 72 olması, ineklerde ısı stresinin başlangıcı olarak kabul edilmekte, bu değer üzerinde yem tüketimi azalmaktadır. Bu değer 77 'nin üzerine çıkmasıyla da yem tüketimi ciddi şekilde düşmektedir (West, 1995).

Sıcaklık °C	Nispi nem, %																				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		100
	Sıcaklık – Nem İndeksi, (THI)																				
21.1	64	64	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70	Sıcaklık
21.6	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	70	70	70	71	71	Stresi
22.2	65	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	72	Başlangıcı
22.7	65	66	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	71	72	72	73	73	
23.3	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	
23.8	67	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	
24.4	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	Üretimdeki
25	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	ani
25.5	68	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	düşüşlerin
26.1	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	76	76	77	77	78	78	79	başladığı
26.6	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	76	77	78	78	79	79	80	hat
27.2	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	78	79	80	80	81	
27.7	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82	
28.3	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	83	Tehlikeli
28.8	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	83	84	bölge
29.4	71	72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	
30	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	
30.5	72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	85	86	87	
31.1	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	87	88	
31.6	73	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	
32.2	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	
32.7	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91	
33.3	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92	
33.8	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	91	92	
34.4	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	
35	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	
35.5	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
36.1	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97	
36.6	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	98	
37.2	78	79	80	81	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	96	97	98	99	
37.7	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	100	

$$^1\text{THI (Sıcaklık - Nem İndeksi)} = \text{Kuru Termometre sıcaklığı (}^{\circ}\text{C)} + 0,36 (\text{Çiğlenme Sıcaklığı }^{\circ}\text{C)} + 41,2$$

Kaynak: West. Managing and feeding lactating dairy cows in hot weather. The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences and the U.S Department of Agriculture (1995).

## Şekil 2.2. Değişen sıcaklık ve nispi nemde SNI

### 2.2. Sıcaklık Stresinin Fizyolojik Süreçler Üzerindeki Etkisi

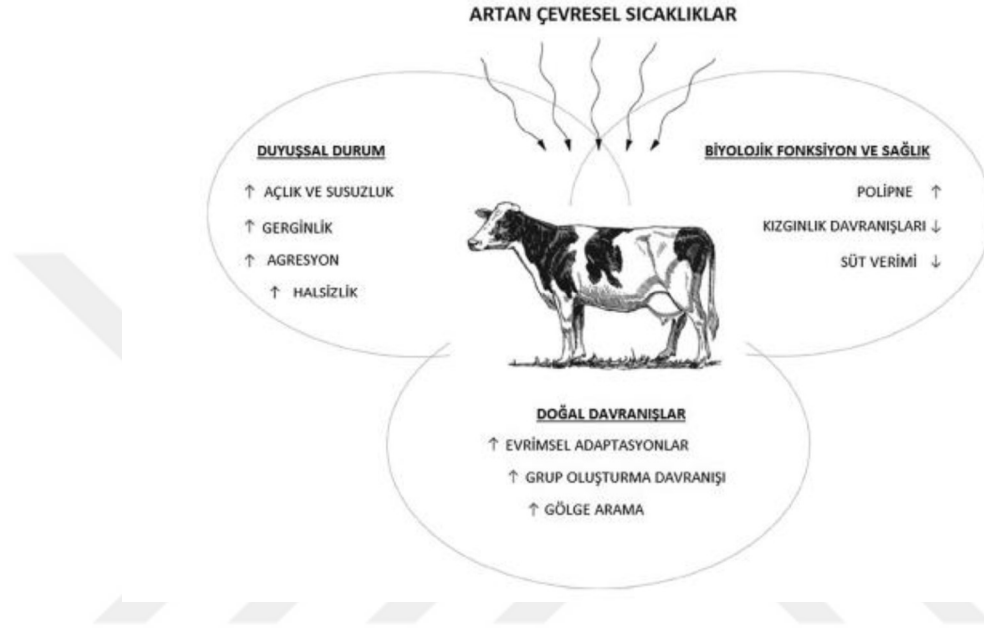
İneklerde ve buzağılarda sıcaklık stresine yanıt olarak kan akışında, asit-baz dengesinde ve hormonal düzeylerde önemli fizyolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Bu hayvanların tüm vücuduna dağılmış nöronlar, sıcaklığa duyarlıdır ve hipotalamusa bilgi ileterek ısı dengesini düzenlemek için çeşitli fizyolojik ve davranışsal tepkiler ortaya koymaktadır. İneklerin sıcaklık stresi sırasında kalp atış hızı yükselir. Bu durum, sıcaklık stresi tarafından indüklenen yüksek vazodilatasyona ve artan kan akışına yanıt olarak kan basıncını korur (Pandey vd., 2017; Purwanto vd., 1993). Ayrıca kan akışı, periferik dokulara yönlendirilir ve vücut ısısının iç organlardan vücudun yüzeyine aktarılmasını kolaylaştırır. Kalp atış hızındaki değişiklik, bu hayvanların termal dengelerini düzenlemeleri için koruyucu bir mekanizma olarak işlev görebilir (Hooda ve Upadhyay 2015).

İneklerde sıcaklık stresi, yüksek solunum oranları ve soluk alıp verme davranışıyla ilişkilidir. Bu durum, gelişmiş evaporatif soğutma yoluyla fazla ısının uzaklaştırılmasını sağlarken (Nonaka vd., 2008), kan asit-baz dengesinin değişmesine yol açmaktadır. Laktasyondaki ineklerde artan solunum hızı pulmoner ventilasyon yoluyla artan CO<sub>2</sub> kaybına, kan karbonik asit konsantrasyonunun azalmasına ve kan pH' sının korunması için gerekli olan temel karbonik asit / bikarbonat oranının bozulmasına neden olarak solunum alkalozu oluşturur (Nonaka vd., 2008; Wang vd., 2020). Sonuç olarak, kan karbonik asit düzeyinin azalmasıyla birlikte idrar bikarbonat atılımının artırılması yoluyla yükselen kan pH' sını dengelemek gerekir (Schneider vd., 1984).

Sıcaklık stresinden dolayı hormonal değişiklikler meydana gelebilir. Sıcak stresi altındaki buzağılarda ve düvelerde, insülin düzeylerinde artış ve tiroid hormonu düzeylerinde düşüş olduğuna dair bildirimler mevcuttur (Baccari vd., 1983; Nonaka vd., 2008; O'Brien vd., 2010). Araştırmalar, ısıya maruz kalmanın hücrel reaktif oksijen türlerinin (ROT'un) üretimini artırabileceğini ve oksidatif strese neden olabileceğini, bunun da sitotoksositeye yol açabileceğini göstermektedir (Bernabucci vd., 2002). Reaktif oksijen türlerinin üretiminin sabit durum seviyesinin bozulması, solunum zincirinin inaktivasyonuna yol açar. Mitokondriyal hasar, hücrelerin artan enerji taleplerini karşılayamamasına yol açar ve bunun sonucunda glikozla birlikte metabolik substratlara olan gereksinim artar (Belhadj vd., 2016). Dokular veya organlar tarafından glikoz alımı, yükselen insülin düzeyleriyle artarken; temel glikoz tüketicileri olan merkezi sinir ve bağışıklık sistemleri, diğer dokulara göre yeterli glikoz tedarikine öncelik verir. Glikoz kullanım hiyerarşisindeki değişiklik, meme bezine ve iskelet kaslarına glikoz tahsisinin azalmasına neden olur (Baumgard ve Rhoads 2013). İnsülin ayrıca ısı stresi yaşayan buzağılarda ve düvelerde yağ dokusunun aktif olmasını engeller (Vernon, 1992). Bu durum, ek enerji substratları sağlamak için meme bezinde ve kaslarda protein katabolizmasının artmasına neden olabilir ve büyüme performansını engelleyebilir. Bu etkinin tiroid hormonları ile kilo alımı ve doku gelişimi arasında azalmış pozitif korelasyonla da ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir (Tao vd., 2018; Wang 2019; 2020).

### 2.3. Sıcaklık Stresinin Süt İneklerindeki Etkisi

Sıcak stresi süt ineklerinin verimini (yem tüketimi, su 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 (Kadzerea vd., 2002; Lovarelli vd., 2024; Togoe ve Minca 2024).



Kaynak: McDowell. Improvement of livestock production in warm climates. W.H. Freeman and Company. San Francisco, California, USA (1972).

#### Şekil 2.3. Artan çevresel sıcaklığın etkileri

Stres kaynağı olarak en önemli faktörler sıcaklık ve nem olmakla beraber, bu iki bileşen sığırlar üzerinde farklı etkilere neden olmaktadır. Havada nem oranının yüksek olması, vücut ısısının dengelenmesini zorlaştırmaktadır. Sıcak stresinin artması ile hayvanlarda vücut sıcaklığı belirgin şekilde yükselmektedir. Vücut sıcaklığı 38.5 - 39.3 °C, termal konfor sıcaklığı 5 - 25 °C olan ineklerinin vücut sıcaklığında görülen 1 °C ya da daha az artışlar, dokuların bütünlüğünü ve metabolizmayı bozmaktadır. Şekil 2.3'de görüldüğü gibi sıcaklık stresi süt ineklerinde besin madde tüketimini, süt verimini, döl verimini, bağışıklık sistemini ve davranışları olumsuz etkilemektedir (McDowell, 1972).

Ruminantlar, diğer çiftlik hayvanları ve insanların kısmen sindirebildiği ya da hiç sindiremediği selülozu ve protein niteliğinde olmayan azotlu bileşikleri değerlendirerek et, süt, yün ve deri gibi ürünlerin esas kaynağını oluşturur. Ruminantlara bu yeteneği kazandıran, mide-bağırsak kanallarına yerleşmiş ve kendileriyle simbiyotik ilişki

içerisinde olan mikroorganizmalardır. Mikrobiyal sindirimin en yoğun gerçekleştiği organ ise rumendir (Karayağız ve Bülbül, 2014). Erişkinlerde sindirim faaliyetlerinin %60'ından fazlası retikulo-rumende gerçekleşir. Rumen mikroorganizmaların büyümeleri için en uygun ortam oluşmalıdır. Normal koşullarda rumenin sıcaklığı 38-41 °C, pH'sı 5.5-7 aralığında değişir. Retikulo-rumende farklı mikroorganizmalar bulunmakta, bunların çoğunluğunu anaerobik ya da fakültatif anaerobikler oluşturmaktadır (Özel ve Sarıççek, 2009).

Yüksek çevre sıcaklığı, ruminantlarda sindirim faaliyetlerini değiştirerek rumen sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Sıcak stresine bağlı hipotalamus etkilenerek (Baile ve Forbes, 1974) yem tüketimi (iştah) ve ruminasyon zamanı (Bernabucci vd., 2010; Das vd., 2016; Dikmen vd., 2012; Müschner-Siemens vd., 2020; Soriani 2013; Togoe ve Minca 2024; Yadav vd., 2013) düşmektedir. Buna bağlı olarak rumene tükürükle tampon madde girişi azalmakta, vücut sıcaklığını çevreye yaymak için kan akışı sindirim kanalı etrafından çevre dokulara daha fazla taşınmaktadır. Sindirimin son ürünleri uçucu yağ asitlerinin sindirim kanalından emilimi de azaldığı için mikrobiyal popülasyondaki değişikliklere bağlı olarak rumen pH'sı düşmektedir (Bernabucci vd., 2010; Das vd., 2016; Müschner-Siemens vd., 2020; Uyeno vd., 2010).

Sıcak stresi altındaki ruminantlarda besin madde sindirilebilirliğinin arttığı bildirilirken (King vd., 2011; Smith vd., 2013), sıcaklığın bu hayvanlarda etkisinin olmadığı ya da sindirimi olumsuz etkilediği ifade edilmektedir (Kadzerea vd., 2002; Yadav vd., 2013).

Çevre sıcaklığının artması durumunda süt ineklerinde yem tüketiminin düştüğü belirtilmektedir (Bouraoui vd., 2002; Das vd., 2016; Gaulty vd., 2013; Keister vd., 2002; Polsky ve von Keyserlingk, 2017; Pragna vd., 2017; Yadav vd., 2013;). Termonötral kuşağın üstünde her 1 °C sıcaklık artışının yem tüketimini günlük 0.85 kg azaltarak (Pragna vd., 2017), sıcaklığın 25-26 °C'yi geçmesi durumunda yem tüketiminde belirgin şekilde azalma başladığı, 40 °C'nin üzerinde yem tüketiminde %40'a varan düşüş görülebildiği bildirilmektedir (Das vd., 2016; Yadav vd., 2013). Sıcaklık stresi, özellikle yüksek verimli süt ineklerinin vücut sıcaklığını düzenleyebilmek için daha fazla su tüketmelerine de neden olmaktadır (Atrian ve Shahryar, 2012; Kadzerea vd., 2002).

Sağmal ineklerde süt verimi sırasında oluşan ısının yüksek olması, yüksek verimli inekleri sıcak stresine daha duyarlı hale getirmektedir. Sıcaklık-Nem İndeksindeki her bir birim yükselme ile süt verimi (Bouraoui vd., 2002; Chen vd., 2023; Gartner vd., 2019; Keister vd., 2002; Matsui vd., 2006; Pragna vd., 2017; Ravagnolo vd., 2001; Rhoads vd., 2009), süt kalitesi (Chen vd., 2023; Cowley vd., 2015; Gartner vd., 2019; Kadzerea vd., 2002; Ravagnolo ve Misztal, 2000) düşmektedir. Yaz mevsiminde kış aylarına göre üretilen süt miktarının azaldığı (Dikmen vd., 2014), daha az yağlı süt elde edildiği (Barkai vd., 2002), sıcak stresinde sütte toplam protein, yağ, kazein, laktoz, lakto-albumin, kısa zincirli yağ asidi, immunglobulin (Ig) G ve Ig A düzeylerinin düştüğü (Nardone vd., 1997) belirtilmiştir. Geçiş döneminde sıcak stresine maruz kalan ineklerde kolostrum IgG seviyesinin daha düşük olduğu (Daramola vd., 2012) ortaya konulmuştur. Başka bir çalışmada ise laktasyondaki süt ineklerinin kuru dönemdekilerine göre tüketilen kuru madde ile metabolizmada daha fazla ısı birikimine bağlı sıcak stresine karşı daha duyarlı hale geldiği bildirilmiştir (Koubkova vd., 2002). Yine laktasyon döneminde, üretilen süt miktarı ve artan metabolik aktiviteye bağlı olarak sıcaklık stresinin etkisi kuru dönemden daha fazla hissedilmektedir (Polsky ve von Keyserlingk, 2017). Kuru dönemde sıcaklık stresi yaşayan ineklerin laktasyondaki süt verimlerinin de düştüğü (Pragna vd., 2017) belirtilmiştir.

Sıcak stresinde süt sığırlarında süt veriminin düşmesini açıklayan farklı fizyolojik mekanizmalar bulunmaktadır. Lokal mekanizmada plazmin-plazminojen sisteminin memede süt salgılanmasını engellediği (Silanikove, 2000), sistemik mekanizmada ise hipotalamus-hipofiz-adrenal bezlerinin aktivitesi ile kanda artan kortizon miktarının meme dokusunda  $\beta$ -kazein düşmesine, residü 1-28  $\beta$ -kazein artmasına sebep olarak süt verimini düşürdüğü (Matteri vd., 2000) ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Sıcak stresinin süt verimi üzerine diğer etkisi ise hipotalamustan dopamin salgılatarak hipofizin prolaktin sentezini engellemesi şeklindedir (Al-Dawood, 2017). Sıcak stresine bağlı süt verimi düşüklüğünün daha çok yem tüketiminin (kuru madde tüketiminin) azalmasına (Hamzaoui vd., 2013; Rhoads vd., 2009; Rodrigues vd., 2019) ya da sıcak stresinin rumen fonksiyonunu düşüren, besinlerin emilimini azaltan, hormonal dengesizlik yaratan bazı fizyolojik etkilere (Rhoads vd., 2009) bağlı olduğu ifade edilmektedir Bunlara ek olarak sıcak stresi etkisi ile düşen esterleşmemiş yağ asitleri ve hepatik glikoz sentezi, laktoz üretimini kısıtlamakta, bu da süt verimini düşürmektedir (Wheelock vd., 2010). Yine yüksek süt verimli ineklerin sütünü üretebilmek için daha fazla enerji kullanmaları,

onların sıcaklık stresinden daha çok etkilendiğini göstermektedir (Matsui vd., 2006). Hatta yaz aylarında doğum yapan ineklerin kış aylarında doğum yapanlara göre laktasyonda daha az süt verdiği ifade edilmektedir (Dikmen vd., 2014). Dolayısıyla ısı stresinin meme metabolizmasını güçlü bir şekilde etkilediği öne sürülmektedir (Gao vd., 2019; Tao vd., 2018). Kadzere vd., (2002) sıcaklık stresinin olumsuz etkisini genetik seleksiyon yöntemiyle azaltılmasının süt verimini artırabileceğini, yüksek verimli süt hayvanlarına özgü rasyonlarla beslenmesi gerektiğini, metabolik ısı üretiminin arttığını, bunun sonucu sıcaklık stresine karşı hayvanlarda duyarlılığın oluştuğunu bildirmişlerdir.

Sıcaklığın yükselmesiyle hayvanlarda solunum sayısı, kalp atım hızı, rektal sıcaklık gibi fizyolojik parametreler değişmektedir (Helal vd., 2010). Ayrıca hayvanlarda çevre sıcaklığına bağlı olarak oluşabilecek strese verilen fizyolojik cevapların önemli göstergelerinden biri de kan parametreleridir. Sıcak stresinde kanda alyuvar, akyuvar, hemoglobin, lenfosit, nötrofil ve kan pH düzeyi gibi parametrelerde değişiklik oluşmaktadır. Alyuvar, hemotokrit, hemoglobin, akyuvar, nötrofil, eozinofil, lenfosit ve monositlerde artış meydana gelmektedir. Sıcaklık stresi ile serumda toplam antioksidan aktivitenin düşmesi arasında da ilişki bulunmaktadır (Alam vd., 2011).

Bu çalışma ile hafif – orta sıcaklık stresinin gebe ineklerde başlangıç verim ve bazı fizyolojik ve hematolojik parametreler ile buzağı bağışıklık sistemi üzerine etkileri değerlendirildi.

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Modeli

Araştırma, hafif – orta sıcaklık stresinin gebe ineklerde başlangıç verim ve bazı fizyolojik ve hematolojik parametreler ile buzağı bağışıklık sistemi üzerine etkilerinin belirlenmesini amaçlayan randomize kontrollü klinik çalışmadır.

#### 3.2. Araştırma Evren ve Örnekleme/Araştırma Materyali

Araştırma, Muğla ili Yatağan ilçesinde özel bir işletmede yürütüldü. Araştırmada hayvan materyali olarak 3-6 yaşında, ortalama 500-600 kg canlı ağırlığında, vücut kondisyon skoru benzer, kayıtlara göre sağlıklı, aşıları yapılmış, reproduktif açıdan herhangi bir problemi bulunmayan ve senkronizasyonla gebe kalmış 40 Holstein ırkı gebe süt ineği kullanıldı.

#### 3.3. Veri Toplama Araçları

##### 3.3.1. Anne, Yavru ve Kolostrumda Bazı Parametrelerin Değerlendirilmesi

Araştırmada anneye, yavruya ve kolostruma ait bakılan parametreler Tablo 3.1’de verilmektedir. Tüm parametrelere ait değerler sürü takip sistemi (DeLaval), Sağım robot sistemi (Lely) ve Buzağı robot sistemi (DeLaval) kullanılarak otomatik olarak kaydedildi.

**Tablo 3.1. Araştırmada anne, yavru ve kolostruma ait parametreler**

Anneye ait	Yavruya ait	Kolostruma ait
Doğum şekli	Cinsiyet	Kalitesi
Doğum öncesi canlı ağırlık	Emme refleksi	Miktarı
Doğum sonrası canlı ağırlık	Doğum canlı ağırlık	Rengi
İlk kolostrum miktarı	Doğum şekli	Yağ
Süt verimi (ilk 5 günlük)	Doğum saati	Yağsız kuru madde
Ruminasyon ortalaması ilk 5 günlük)	Kolostrum tüketimi	Yoğunluk
Süt verimi (haftalık, doğum sonrası ilk ay)	Süt tüketimi ortalaması (ilk 5 günlük)	Protein
Süt kalite parametreleri	Süt emme hızı	Laktoz
	İlk 14 gün enfeksiyon varlığı	Tuz
	Doğum sonrası ilk gün kalp atım sayısı	Su
	Doğum sonrası ilk gün rektal sıcaklık	İletkenlik
	Doğum sonrası ilk gün solunum sayısı	

### 3.3.2. Canlı Ağırlıkların ve Yem Tüketimlerinin Belirlenmesi

Araştırmanın sıcaklık stresi öncesi dönem, stresin 1., 2. ve 3. ayları ile stres sonrası 1. ayında inekler doğum yapmadan önce ve doğum sonunda, yavruları doğumun hemen ardından tartıldı ve canlı ağırlıkları belirlendi.

Araştırmaya başlanılmadan önce ineklerin yem tüketimleri izlendi. Sıcaklık stresi dönemlerinde doğuma yakın dönemde ve doğumdan sonraki dönemde günlük olarak verilen yem ve bir önceki günden kalan artık yem tartıldı. Artık yem verilen yemden çıkarılarak hayvanların günlük tüketilen yem miktarı hesaplandı.

### 3.3.3. Süt Verimi ve Kalite Parametreleri

Araştırmada doğumdan sonraki ilk içilen süt (kolostrum) miktarı ve kalitesi ile ilk beş günlük süt verimi değerlendirildi. Buzağılara verilen kolostrumun üç gün boyunca doğum ağırlığının %10'u miktarında günde 2 öğün biberonla verilmesi sağlandı. Buzağının kolostrumu emme hızına bakıldı.

Sıcaklık stresi öncesi dönem, stresin 1., 2. ve 3. ayları ile stres sonrası dönemlerdeki hayvanlardan elde edilen süt miktarları Lely dijital süt ölçüm göstergesinde ölçüldü. Kolostrumun kalitesinin belirlenmesi için yoğunluğunun ölçümünde, kolostrometre kullanılırken; besin madde içeriği tespiti, International Dairy Federation (IDF) onaylı MilkoScan FT120 serisi yüksek hassasiyetli otomatik süt analiz cihazı ile yapıldı.

### 3.3.4. Kan Örneklerinin Alınması ve Bazı Serum Parametrelerinin Belirlenmesi

Doğum sonrası her bir ineğin ve yavrusunun kanları antikoagülan içermeyen tüplere alınıp +4 °C'de, 24 saat bekletildi. Daha sonra kanlar serumlarının çıkarılması için 3000 rpm'de, 15 dakika santrifüje edildi. Bu serumlar da ışık geçirmeyen ependorflara boşaltılarak serum MDA, AOA, TNF- $\alpha$ , IL-1 ve IL-10 düzeylerinin belirlenmesi amacıyla -18 °C' de depolandı.

Oksidatif stres parametreleri (serum MDA ve AOA), manuel kolorimetrik olarak; serum TNF- $\alpha$ , IL-1 ve IL-10 düzeyleri ise ticari kitler kullanılarak Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA)'da belirlendi.

### **Serumda MDA düzeyinin belirlenmesi**

Drapper ve Hadley (1990) yönteminin bir varyasyonu olan çift kaynatma yaklaşımı, serum MDA seviyelerini değerlendirmek için kullanıldı. İlk kaynatmada, örneklerdeki bağlı MDA proteinlerden serbest bırakılarak ve çökeltilti. İkinci kaynatmada ise toplam MDA'nın tiyobarbiturik (TBA) ile etkileşimi ile oluşan renkli kompleksin absorbansı 532 nm'de ölçüldü.

Bu yöntemde, kontrol ve numune amaçlı iki adet test tüpü hazırlandı. Her tüpe 2.5 ml %10 Trikloroasetik asit (TCA) solüsyonu eklendi. Numune tüpüne elimizdeki numuneden 0.5 ml konulurken, kontrol tüpüne 0.5 ml distile su eklendi. Tüp kapatıldı ve 15 dakika kaynar su banyosunda tutuldu. Daha sonra numuneler çıkarıldı, soğuk suda soğutuldu ve 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi. Üstteki süpernatantın 2 ml'si ayrı bir tüpe aktarıldı ve buna 1 ml % 0.675 TBA asit solüsyonu eklendi. Kapaklar sıkıca kapatıldı ve tüpler 15 dakika kaynar su banyosuna geri konuldu ve ardından soğuk su altında soğutuldu. Numunenin boşluğa göre absorbansı bir spektrofotometre kullanılarak 532 nm'de ölçüldü. MDA-TBA kompleksinin 532 nm'deki sönüm katsayısı, MDA konsantrasyonunu belirlemek için kullanıldı ve serum örnekleri için nmol/ml değerleri elde edildi.

### **Serum AOA düzeyinin belirlenmesi**

Serum antioksidan etkinlik düzeyleri, Koracevic vd., (2001) tarafından uyarlanan bir yöntem kullanılarak spektrofotometrik olarak ölçüldü. Demir-Etilendiamintetraasetik Asit (Fe-EDTA) kompleksinin standart çözeltisi, Fenton reaksiyonu yoluyla hidrojen peroksit ile tepkime gösterir ve bunun sonucunda hidroksil radikalleri oluşur. Reaktif oksijen radikalleri benzoatı parçalayarak Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeleri (TBARS) salınımına yol açar. Antioksidanların eklenmesi, TBARS üretiminde bir azalmaya yol açar. Reaksiyon, spektrofotometri kullanılarak ölçülür ve renk gelişiminin inhibisyonu antioksidan kapasitesinin bir göstergesi olarak tespit edilir.

Bu yöntemde her bir örneğin (A1) Fe-EDTA karışımından oluşan kendi kontrol grubu hazırlandı. Asetik asit, %20 ulaştırıldığında H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> eklendi. Analizdeki her bir seri için negatif kontrol grubu (K1 ve K0) oluşturuldu. Ölçüm, 1 mmol / L ürik asitten oluşan standartlar kullanılarak yapıldı. Su banyosunda 100 °C' de 10 dakika inkübe edilenler

soğuk su banyosuna alınarak soğutuldu. Oluşan AOA, spektrofotometrik şekilde ölçüldü (Koracevic vd., 2001).

### **Serumda TNF- $\alpha$ , IL-1 ve IL-10 düzeylerinin belirlenmesi**

Serum örneklerinde TNF- $\alpha$  (BioSource Europe SA, Belçika), IL-1 (BioSource Immunoassays, Belçika) ve IL-10 (Invitrogen Corporation, ABD.) düzeyleri, ticari ELISA kitleri kullanılarak üretici firmaların önerilerine göre ölçüldü.

### **3.4. Veri Toplama Süreci**

Araştırmada hayvanların sıcak stresine maruz kaldığı koşullar, sıcaklık-nem indeksi (SNİ) değeri göz önüne alınarak değerlendirildi. Buna göre sıcaklık stresinin belirlenmesinde kullanılan SNİ, aşağıdaki formüle ile hesaplandı:

**Formül 1.** Sıcaklık stresinin belirlenmesinde kullanılan SNİ formülü

$$SNİ = \text{Kuru termometre sıcaklığı} + (0.36 \times \text{Çiğlenme noktası sıcaklığı}) + 41.2$$

(Yousef, 1985).

Araştırmada ahırlarda bulunan dijital termometre (Nimomed SH-101 Dijital Termometre, Denizli, Türkiye) kullanılarak günlük olarak ortamdaki sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%N) kaydedildi. Ayrıca T.C. Çevre ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM, 2023) Muğla İl Müdürlüğünden Yatağan/Muğla bölgesi için açıklanan günlük sıcaklık ve nem takipleriyle veriler kontrol edildi. Buna göre Yatağan için sıcaklık stresi 05 Haziran 2024 tarihinden itibaren başlayıp eylül ayı itibariyle termonötral döneme geçildi.

Sıcaklık stresinin yaşandığı zamandan önce kaydedilen veriler kontrol edilerek 17 Mayıs, sıcaklık stresi öncesi grubu; 17 Haziran, 17 Temmuz ve 17 Ağustos sırasıyla sıcaklık stresine maruz kalan 1. ay, 2. ay ve 3. ay grupları; 17 Eylül ise sıcaklık stresi sonrası grubunu oluşturmaktadır. Temsil için bir gebe inek en az grupta  $30 \pm 5$  gün bulunduruldu.

Araştırma serbest dolaşımli yarı açık ahır tipine sahip bir çiftlikte gerçekleştirildi. Gebe hayvanlar, işletmenin normal bakım koşulları olan; üzeri kapalı, zemini %2 eğimli

toprak, serbest dolaşım alanı içeren bölmelerde serbest dolaşımli padoklarda barındırıldı. Barınakta yemlik üzerinde gün ışığının olmadığı zamanlarda aydınlatma yapıldı.

Hayvanlar günde iki kez National Research Council (NRC, 2001)'de belirtilen günlük besin madde gereksinimlerine göre otomatik karıştırıcı ve dağıtıcı ile hazırlanan yonca kuru otu, mısır silajı ve buğday samanından oluşan kaba yem ile kesif yemden oluşan dönemsel rasyonla beslendi. Araştırmada kullanılan rasyonlar Tablo 3.2'de gösterilmektedir.

Hayvanların su ihtiyaçları otomatik suluklarla sağlandı. Hayvanlar işletmede aynı sıcaklık, nem, fotoperiyot ve beslenme koşullarını içeren çevre koşullarında bulundu.

**Tablo 3.2. Araştırmada kullanılan rasyonların bileşimi**

Kuru dönem rasyonu		Laktasyonun ilk dönem rasyonu	
Yem maddeleri	Miktarı, kg	Yem maddeleri	Miktarı, kg
Yonca kuru otu	1.15	Yonca kuru otu	4.80
Mısır silajı	8	Mısır silajı	22
Buğday samanı	5	Buğday samanı	1.50
Kuru dönem yemi	3	Süt yemi	5
		Mısır flake	5
		Pamuk çekirdeği	1.50
		Soya küspesi	2.60

### 3.5. Deneysel Kurgu

- Sıcaklık stresinin yaşandığı zamanla ilgili daha önceki kayıtların incelenmesi
- Sıcaklık stresinin belirlenmesi
- Hayvanların bakımı, beslenmesi ve deneme gruplarının oluşturulması
- İneklerde bazı fizyolojik parametreler ile kolostrum özelliklerinin değerlendirilmesi
- Buzağılarda bazı fizyolojik parametrelerin değerlendirilmesi

- İneklerde ve buzağılarda bazı hematolojik parametrelerin değerlendirilmesi
- Elde edilen veriler kullanılarak istatistiksel analizin yapılması

### 3.6. İstatistiksel Analiz

Tüm veriler, ilk olarak normal dağılım açısından değerlendirildi. Büyüme performansı, kolostrum kalite parametreleri, hemogram değerleri, antioksidan parametreleri ve sitokinler SPSS 22.0 yazılımı (SPSS 22.0 for Windows/SPSS® Inc, Chicago, ABD) kullanılarak incelendi. Grup farklılıkları, ANOVA testi kullanılarak değerlendirilirken; farkın kaynağı, TUKEY testi ile belirlendi. Tüm sonuçlar, ortalama  $\pm$  SE olarak ifade edildi.  $p < 0.05$ ' lik minimum anlamlılık eşiği, istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### 3.7. Etik Onay

Tez çalışmasının hayvan denemeleri başlamadan önce çalışma protokolü Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (MUDEM-HADYEK) tarafından incelendi. Kurulun 30/11/2023 tarihli ve 2023/06-27/23 sayılı toplantısında çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna karar verildi.

### 3.8. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmada, gebe ineklerin sıcaklık stresine maruz kalma süresi ve etkileri değerlendirilirken hafif – orta düzey sıcaklık stresine odaklanılmıştır. Şiddetli sıcaklık stresi durumunda hayvanların fizyolojik, immünolojik ve verim parametrelerinde meydana gelebilecek daha ciddi değişiklikler bu çalışma kapsamında incelenmemiştir. Bu durum, araştırma bulgularının şiddetli stres koşullarındaki durumları için doğrudan genellenemez.

Araştırma, belirli bir süreyle sınırlı olarak mayıs – eylül aylarını kapsayan bir dönemde gerçekleştirilmiştir. Bu süre, yıl boyunca değişkenlik gösteren çevresel ve iklimsel faktörlerin hayvanlar üzerindeki etkilerinin tam anlamıyla değerlendirilmesine olanak tanımamaktadır. Özellikle kış dönemindeki termonötral koşullarda oluşabilecek değişimlerin incelenmesi, sonuçların daha geniş bir zaman aralığına yayılarak doğrulanmasını sağlayabilir.

Araştırmada kullanılan fizyolojik ve immünolojik parametreler, belirli ölümlerle sınırlıdır. Örneğin, hematolojik ve biyokimyasal analizlerde seçilen parametreler dışında kalan diğer göstergeler değerlendirilmemiştir. Daha kapsamlı bir analiz, sıcaklık stresinin hayvanlar üzerindeki etkilerinin daha ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmasını sağlayabilir.

Araştırmada yer alan inekler, belirli bir çiftlikte serbest dolaşımlı padoklarda barındırılmış ve standardize edilmiş beslenme koşullarında tutulmuştur. Bu durum, sonuçların farklı barınma ve beslenme sistemlerinde aynı şekilde geçerli olup olmayacağı konusunda belirsizlik yaratmaktadır.

Araştırma süresi, gebeliğin yalnızca son dönemi ve doğum sonrası kısa bir dönem olarak ele alınmıştır. Gebeliğin erken dönemlerinde sıcaklık stresine maruz kalma durumunun, buzağı gelişimi ve bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri kapsam dışında bırakılmıştır. Erken dönemde bu etkilerin incelenmesi, sıcaklık stresinin uzun vadeli oluşturabileceği değerliklerin daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir ve araştırmanın genel sonuçlarını zenginleştirebilir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Araştırma Süresince Ortamın Aylara Göre Sıcaklık ve Nem Değerleri

Araştırma sırasında ortamın aylık maksimum-minimum sıcaklık, çiğlenme sıcaklığı ve nispi nemi Tablo 4.1’de gösterilmektedir. Buna göre mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında en yüksek sıcaklık ortalaması sırasıyla 28.14, 39.82, 37.95, 38.72 ve 32.41 °C; maksimum çiğlenme sıcaklığı 11.02, 13.13, 14.79, 14.08 ve 13.92 °C; maksimum nispi nem % 81.00, 59.55, 61.04, 60.58 ve 77.93 düzeylerinde belirlendi. Aynı aylardaki en düşük değerler sıcaklık için sırasıyla ortalama 12.91, 20.07, 23.40, 20.20 ve 15.88 °C; çiğlenme sıcaklığı için 5.59, 6.84, 10.00, 7.57 ve 8.80 °C; maksimum nispi nem için % 29.9, 16.18, 23.55, 21.81 ve 28.13 olarak tespit edildi.

**Tablo 4.1. Araştırma ortamının farklı aylardaki sıcaklık (°C), çiğlenme sıcaklığı (°C) ve nispi nem (%) değerleri**

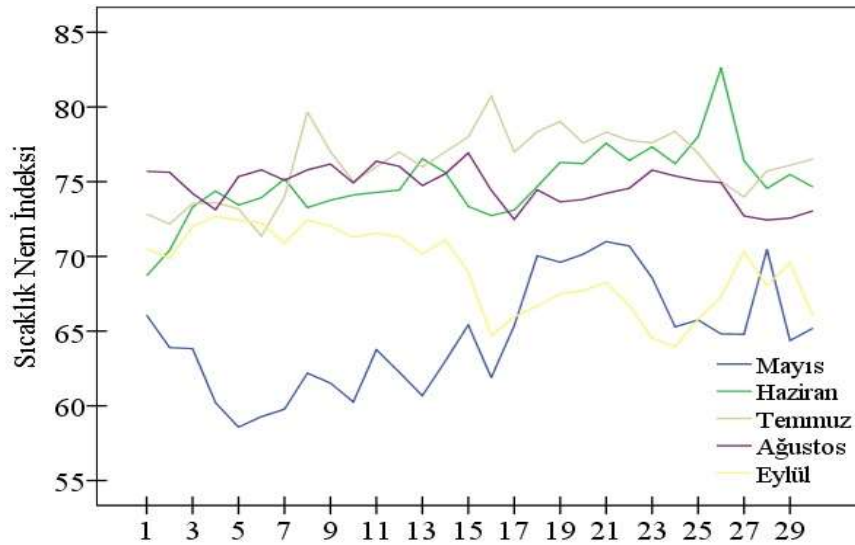
Aylar	Sıcaklık		Çiğlenme sıcaklığı		Nispi nem	
	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum
Mayıs	28.14±3.69	12.91±2.75	11.02±2.91	5.59±4.38	81.00±11.04	29.99±12.98
Haziran	39.81±2.12	20.07±2.58	13.13±2.33	6.84±1.65	59.55±7.69	16.18±6.85
Temmuz	37.95±3.42	23.40±2.83	14.79±2.57	10.00±3.53	61.04±12.20	23.55±12.33
Ağustos	38.72±2.22	20.20±1.28	14.08±3.23	7.57±3.90	60.58±11.54	21.81±13.53
Eylül	32.41±2.62	15.88±2.52	13.92±3.34	8.80±4.01	77.93±12.23	28.13±10.10

### 4.2. Araştırma Ortamının Aylara Göre SNİ

Araştırma kayıtlarına göre belirlenen SNİ, ortalama ve maksimum sıcaklığa göre değerlendirilerek Tablo 4.2’de verilmektedir.

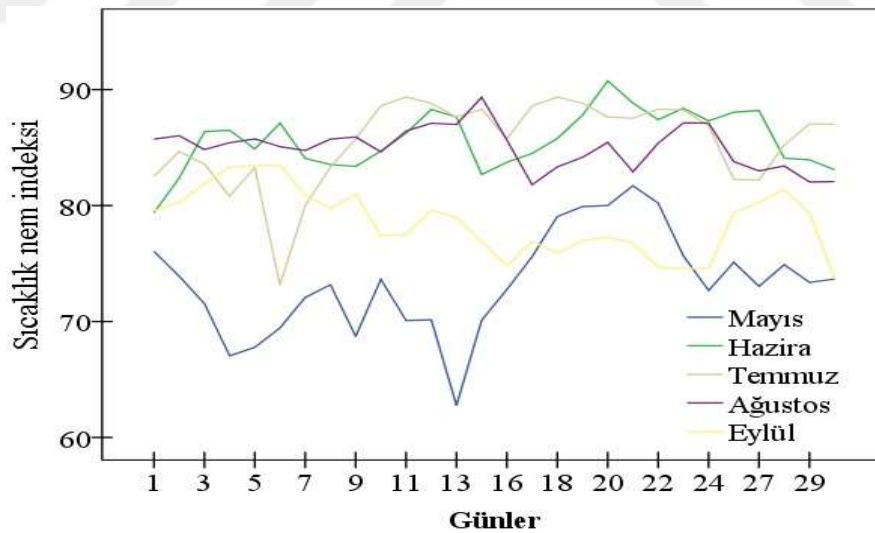
**Tablo 4.2. Araştırma ortamının farklı aylardaki SNİ**

Aylar	SNİ Ortalama	SNİ Yüksek Sıcaklık
Mayıs	64.65±0.651	73.49±0.778
Haziran	74.89±0.449	85.66±0.458
Temmuz	76.20±0.408	85.59±0.628
Ağustos	74.61±0.234	84.99±0.355
Eylül	69.08±0.489	78.62±0.503



**Şekil 4.1. Araştırma süresince Yatağan/Muğla günlük ortalama çevre sıcaklığına göre SNİ**

Mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında ortamın ortalama SNİ sırasıyla 64.65, 74.89, 76.20, 74.61 ve 69.01 düzeylerinde olup en yüksek (76.2) 2. ayda (temmuzda), en düşük (64.65) mayısta gözlemlendi. Maksimum sıcaklığa göre aylık SNİ değerleri sırasıyla 73.49, 85.66, 85.59, 84.99 ve 78.62 olarak belirlendi.



**Şekil 4.2. Araştırma süresince Yatağan/Muğla günlük maksimal çevre sıcaklığına göre SNİ**

Araştırmada ortalama ve maksimum sıcaklığa göre 17 Mayıs tarihi itibarıyla sıcaklık stresinin başladığı değerlendirilerek bundan sonraki değerlendirmeler için 17 Haziran, 17 Temmuz ve 17 Ağustos tarihleri ( $\pm 5$  gün) sıcaklık stresi 1., 2. ve 3. ay

numunelerinin seçim tarihleri olarak belirlendi. 17 Eylül tarihi ise ortalama ve maksimum sıcaklığa göre sıcaklık stresi çıkım tarihi olarak kabul edildi (Şekil 4.1 ve 4.2).

### 4.3. Gebe İneklerin ve Buzağuların Bazı Fizyolojik ve Hematolojik Parametreleri ile Kolostrum Özelliği

Sıcaklık stresinin farklı aylarda gebe ineklere ait bazı fizyolojik ve hematolojik parametreler ile kolostrum özellikleri Tablo 4.3 ve 4.4'te; buzağulara ait fizyolojik ve hematolojik parametreler ile kolostrum özellikleri Tablo 4.5'te ve 4.6'da gösterilmektedir.

**Tablo 4.3. Araştırma süresince sıcaklık stresinin ineklerde bazı fizyolojik parametreler ile kolostrum özellikleri üzerine etkisi**

Parametreler	SS öncesi	SS 1. ay	SS 2. ay	SS 3. ay	SS sonrası	p
Gebelik süresi, gün	282.5±1.42	278.9±1.44	285.1±1.51	285.0±1.01	282.0±145	0.101
Ruminasyon sayısı	338.5±14.36	411.4±11.56	435.2±11.85	407.2±14.41	440.7±14.65	0.000
Süt verimi, L	28.25±1.385	28.33±1.847	28.40±0.867	24.87±1.517	30.28±1.643	0.241
Kol. miktarı, L	4.37±0.488	4.76±0.572	5.56±0.273	4.61±0.45	5.82±0.63	0.168
Kol. kalitesi	52.50±4.13	56.07±3.93	53.96±3.75	38.76±7.87	59.36±6.06	0.119
Yağsız KM, %	20.60±0.95	20.87±0.86	19.76±0.57	20.16±0.78	20.12±0.82	0.837
Yağ, %	6.17±0.13	5.76±0.11	6.11±0.12	6.08±0.12	5.21±0.87	0.210
Yoğunluk, %	38.64±1.69	38.05±1.03	39.78±1.29	36.57±3.09	43.04±2.00	0.234
Protein, %	13.47±0.273	12.59±0.294	12.8±0.253	12.90±0.306	13.19±0.291	0.250
Laktoz, %	2.52±0.065	2.42±0.074	2.46±0.058	2.40±0.085	2.44±0.097	0.822
Tuz, %	0.75±0.05	0.59±0.080	0.753±0.051	0.75±0.090	0.80±0.069	0.252

SS: Sıcaklık Stresi, Kol: Kolostrum, KM: Kuru Madde.

Araştırmada ruminasyon sayısı stres öncesi dönem, stresin 1., 2. ve 3. ayları ile stres sonrası 1. ayda sırasıyla 338.5, 411.4, 435.2, 407.2 ve 440.7 olarak belirlendi. Buna göre ruminasyonun sıcaklık stresi öncesinde diğer dönemlere göre düşük olduğu görüldü. ( $p<0.001$ , Tablo 4.3).

İneklerde gebelik süresi, ilk beş gün süt verimi, kolostrum miktarı ve kalite parametreleri bakımından ise gruplar arasında fark belirlenmedi ( $p>0.05$ , Tablo 4.3).

Araştırmada sıcaklık stresi öncesi ve sonrası dönem ile sıcaklık stresi dönemlerinde ineklerde bazı hematolojik parametreler açısından herhangi bir değişkenlik saptanmadı ( $p>0,05$ , Tablo 4.4).

**Tablo 4.4. Araştırma süresince sıcaklık stresinin ineklerde bazı hematolojik parametreler üzerine etkisi**

Parametre	SS öncesi	SS 1. ay	SS 2. ay	SS 3. ay	SS sonrası	p
<b>RBC</b>	5.76±0.32	6.00±0.32	6.06±0.33	5.84±0.37	6.01±0.33	0.965
<b>HGB</b>	10.43±0.58	10.71±0.59	11.02±0.52	10.46±0.62	10.66±0.61	0.858
<b>HCT</b>	28.51±1.71	29.82±2.03	30.65±1.82	29.22±2.14	29.75±2.06	0.756
<b>MCV</b>	49.45±1.15	49.46±1.25	50.55±1.03	49.93±1.16	49.27±1.33	0.943
<b>MCH</b>	18.12±0.46	17.83±0.43	18.25±0.44	17.96±0.41	17.72±0.46	0.821
<b>MCHC</b>	366.37±2.70	361.12±6.93	361.37±7.17	360.25±6.66	360.25±6.81	0.854
<b>WBC</b>	10.07±0.84	9.23±0.69	10.46±0.54	8.77±0.84	9.52±0.70	0.511
<b>N/L</b>	0.67±0.09	0.80±0.12	0.90±0.06	0.90±0.06	0.69±0.11	0.260
<b>Nöt.</b>	34.53±3.59	38.86±4.24	42.17±1.88	43.88±1.72	35.95±3.45	0.197
<b>Lenf.</b>	54.62±3.95	51.60±3.72	48.23±3.04	49.60±1.77	55.36±3.51	0.486
<b>Mon.</b>	6.12±1.84	5.13±1.96	4.85±1.29	3.98±1.28	3.925±1.27	0.849
<b>Eoz.</b>	3.21±0.75	3.13±0.71	3.37±0.97	2.47±0.40	3.38±0.72	0.902
<b>Baz.</b>	0.012±0.01	0.012±0.01	0.002±0.001	0.025±0.02	0.01±0.125	0.712
<b>Tromb</b>	252.87±44.87	346.62±42.16	251.37±46.71	324.12±40.52	316.00±42.14	0.316

SS: Sıcaklık Stresi, RBC: Eritrosit, HGB: Hemoglobini, HCT: Hematokrit, MCV: Ortalama Korpuskuler Volüm, MCH: Ortalama Eritrosit Hemoglobini, MCHC: Ortalama Eritrosit Hemoglobin Sayısı, WBC: Beyaz Kan Hücre, N/L: Nötrofil/Lenfosit, Nöt: Nötrofil, Lenf: Lenfosit, Mon: Monosit, Eoz: Eozinofil, Baz: Bazofil, Tromb: Trombosit.

Araştırmada kolostrum tüketimi stresi öncesi dönem, stresin 1., 2. ve 3. ayları ile stres sonrası 1. ayda sırasıyla 2.36, 2.90, 3.13, 3.26 ve 3.28 olarak belirlendi. Buna göre kolostrum tüketiminin sıcaklık stresi öncesinde diğer dönemlere göre düşük olduğu görüldü ( $p<0.05$ ). Buna karşın doğum ağırlığı, süt tüketimi ve süt emme hızı bakımından gruplar arasında fark görülmedi ( $p>0.05$ , Tablo 4.5).

Araştırmada sıcaklık stresi öncesi ve sonrası dönem ile sıcaklık stresi dönemlerinde buzağılarda hematolojik parametrelerin değişmediği belirlendi ( $p>0.05$ , Tablo 4.6).

**Tablo 4.5. Araştırma süresince sıcaklık stresinin buzağılarda bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi**

Parametre	SS öncesi	SS 1. ay	SS 2. ay	SS 3. ay	SS sonrası	p
Doğum ağırlığı, kg	3955±1.64	40.69±1.36	39.84±0.61	40.12±0.95	41.53±1.63	0.833
Kol. tüketimi, L	2.36±0.18b	2.90±0.16a	3.13±0.18a	3.26±0.27a	3.28±0.26a	0.044
Süt tüketimi, L	6.66±0.39	6.79±0.19	7.23±0.33	7.06±0.22	6.74±0.27	0.617
Emme hızı, L/dk	0.83±0.05	0.83±0.02	0.74±0.031	0.78±0.03	0.75±0.02	0.117

SS: Sıcaklık Stresi, Kol: Kolostrum.

**Tablo 4.6. Araştırma süresince sıcaklık stresinin buzağılarda bazı hematolojik parametreler üzerine etkisi**

Param.	SS öncesi	SS 1. ay	SS 2. ay	SS 3. ay	SS sonrası	P
RBC	7.95±0.39	7.49±0.43	7.63±0.39	7.84±0.40	7.71±0.38	0.940
HGB	11.06±0.56	10.46±0.69	10.48±0.60	10.88±0.63	10.77±0.57	0.949
HCT	32.15±1.88	30.35±2.31	30.22±1.95	31.63±2.11	31.30±1.97	0.956
MCV	40.37±1.08	34.97±5.15	34.22±5.02	34.88±5.14	40.42±1.07	0.658
MCH	13.90±0.20	13.90±0.28	13.72±0.28	13.83±0.29	13.93±0.18	0.979
MCHC	345.87±4.38	346.87±4.66	348.87±4.06	346.00±4.44	346.3±4.49	0.989
WBC	10.04±0.83	9.38±0.71	10.34±1.07	8.54±0.51	9.22±0.60	0.505
N/L	1.02±0.06	1.27±0.18	1.10±0.12	1.27±0.17	1.07±0.10	0.590
Nöt.	46.89±1.59	51.81±3.15	49.50±2.45	52.07±3.04	47.60±1.62	0.464
Lenf.	46.48±1.42	43.48±2.74	46.26±2.05	43.70±2.81	45.67±2.39	0.827
Mon.	4.92±1.05	3.66±0.53	3.21±0.46	3.23±0.46	5.13±1.00	0.218
Eoz.	1.56±0.54	1.02±0.33	1.02±0.33	0.975±0.33	1.57±0.54	0.732
Baz.	0.05±0.026	0.066±0.025	0.07±0.030	0.065±0.025	0.077±0.03	0.966
Tromb.	510.50±76.22	564.00±89.27	608.2±80.60	609.3±80.55	501.1±74.20	0.797

SS: Sıcaklık Stresi, RBC: Eritrosit, HGB: Hemoglobin, HCT: Hematokrit, MCV: Ortalama Korpuskuler Volüm, MCH: Ortalama Eritrosit Hemoglobini, MCHC: Ortalama Eritrosit Hemoglobin Sayısı, WBC: Beyaz Kan Hücresi, N/L:Nötrofil/Lenfosit, Nöt: Nötrofil, Lenf: Lenfosit, Mon: Monosit, Eoz: Eozinofil, Baz: Bazofil, Tromb: Trombosit.

#### 4.4. Gebe İneklerin ve Buzağılarda Serum MDA, AOA ile Bazı Sitokin (TNF- $\alpha$ , IL1 ve IL10) Düzeyleri

Araştırma grupları ineklerinden doğum anında elde edilen kan serumunda MDA, AOA, TNF- $\alpha$ , IL-1 ve IL-10 düzeyleri Tablo 4.7’de gösterilmektedir.

Buna göre MDA düzeyinin sıcaklık stresinin 2. ayında (24.08 mmol/L) stres öncesi (19.62 mmol/L) ve sonrası (20.75 mmol/L) dönemlere göre en yüksek olduğu

belirlendi ( $p<0.01$ ). Serum AOA düzeyi ise 2. ayda (7.39 mmol/L) stres öncesi (8.32 mmol/L) ve sonrası (8.08 mmol/L) dönemlere göre en düşük olarak tespit edildi ( $p<0.05$ ).

Serum IL-1 düzeyinin ise stres öncesi 824.12 ng/L olup sıcaklık stresiyle beraber yükseldiği (1. ay, 984; 2. ay, 1039 ve 3. ay, 1051 ng/L) belirlenirken ( $p<0.05$ ); sıcaklık stresi sonrası rakamsal azalsa da (923.8 ng/L) stress dönemiyle değişmediği görüldü ( $p>0.05$ ). Serum TNF- $\alpha$  düzeyinin IL1'e benzer şekilde sıcaklık stresi öncesi gruba göre stres gruplarında arttığı belirlendi ( $p<0.05$ ). Serum IL-10 düzeylerinin ise gruplar arasında değişmediği tespit edildi ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.7. Araştırma süresince sıcaklık stresinin ineklerin doğum anındaki serum MDA (nmol/L), AOA (mmol/L), TNF- $\alpha$  (ng/L), IL-1 (ng/L) ve IL-10 (ng/L) düzeyleri üzerine etkisi**

Param.	SS öncesi	SS 1. ay	SS 2. ay	SS 3. ay	SS sonrası	p
MDA	19.62±1.08c	23.28±1.053ab	24.08±0.45a	23.54±0.81ab	20.75±1.23bc	0.006
AOA	8.32±0.20a	7.94±0.18ab	7.39±0.15c	7.47±0.10bc	8.08±0.23a	0.030
TNF- $\alpha$	3.90±0.073b	4.49±0.14a	4.55±0.16a	4.46±0.23a	4.20±1.1143ab	0.033
IL-1	824.12±30.55b	984.0±65.99a	1039±54.05a	1051±68.74a	923.8±27.27ab	0.026
IL-10	316.62±12.49	291.12±3.69	286.37±14.03	297.6±10.55	335.50±17.97	0.054

SS: Sıcaklık Stresi, MDA: Malondialdehit, AOA: Antioksidan Aktivite, TNF- $\alpha$ : Tümör Nekrozis Faktör-Alfa, IL-1: Interleukin-1, IL-10: Interleukin-10.

Araştırma grupları buzağılardan elde edilen kan serumundaki MDA, AOA, TNF- $\alpha$ , IL-1 ve IL-10 düzeyleri Tablo 4.8' de verilmektedir. Buna göre sıcaklık stresi öncesi ve sonrası dönem ile sıcaklık stresi dönemlerinde MDA, AOA, TNF- $\alpha$ , IL-1 düzeyleri bakımından fark belirlenmedi ( $p>0.05$ ). Serum IL-10 düzeyi ise stresin 1., 2. ve 3. ayları arasında değişmezken, bu gruplarda stres öncesi ve sonrası dönemlere göre IL-10 düzeyinin azalarak stresin 3. ayında en düşük (180 ng/L) olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ).

**Tablo 4.8. Araştırma süresince sıcaklık stresinin buzağuların serum MDA (nmol/L), AOA (mmol/L), TNF- $\alpha$  (ng/L), IL1 (ng/L) ve IL-10 (ng/L) düzeyleri üzerine etkisi**

Param.	SS öncesi	SS 1. ay	SS 2. ay	SS 3. ay	SS sonrası	p
MDA	13.16±0.33	12.57±0.41	12.07±0.23	12.75±0.50	12.89±0.50	0.372
AOA	6.31±0.18	6.02±0.21	6.23±0.10	6.01±0.10	6.35±0.151	0.413
TNF- $\alpha$	1.97±0.05	1.93±0.05	2.03±0.10	1.93±0.10	1.84±0.05	0.562
IL-1	594.75±15.04	569.25±31.91	551.00±43.19	555.82±21.83	546.62±19.47	0.753
IL-10	203.87±6.84ab	187.12±4.71bc	189.00±3.40bc	180.00±6.17c	212.00±12.69a	0.029

SS: Sıcaklık Stresi, MDA: Malondialdehit, AOA: Antioksidan Aktivite, TNF- $\alpha$ : Tümör Nekrozis Faktör-Alfa, IL-1: Interleukin-1, IL-10: Interleukin-10.

## 5. TARTIŞMA

Isı stresi, bir hayvanın ürettiği ısıyı ortamına yayma kapasitesini aşarak termal ortamlara karşı gelişen spesifik olmayan bir fizyolojik tepkidir. Holstein, dünyada en yüksek süt verimli sığır ırkı olarak bilinmektedir. Ancak bu ırk, deri buharlaşması yoluyla ısıyı dağıtma kapasitesi sınırlı olan bir yapıya sahiptir. Bunun nedeni, canlı ağırlığına oranla düşük yüzey alanı, gelişmemiş ter bezleri ve yoğun vücut kıllarıdır (Yang vd., 2010). Ayrıca rumende fermentasyonla üretilen metabolik ısı, hayvanların ısı yükünü artırmaktadır (Mader ve Davis, 2004). Küresel ısınma nedeniyle artan sıcaklıklar, özellikle yaz aylarında süt ineklerini daha şiddetli ısı stresine maruz bırakmaktadır. Bu durum, başta süt verimi olmak üzere çeşitli verim parametrelerini olumsuz etkilemektedir (Fournel vd., 2017; Novak vd., 2009). Orta Avrupa gibi ılımlı iklim bölgelerinde bile ısı stresine maruz kalma yaygın hale gelmiştir (Gauly vd., 2013).

Araştırma ortamının aylık sıcaklık, çiğlenme sıcaklığı ve nispi nemi Tablo 4.1’de; SNİ ise Tablo 4.2’de gösterilmektedir. Araştırma süresince MGM (2023) verilerine göre her ayda ortalama sıcaklık değerlerinin 27.5 °C’den, çiğlenme sıcaklığının 11 °C’den, nispi nemin %60’tan yüksek olduğu görüldü. Literatürlerde süt inekleri için optimum çevre sıcaklığının 5-25 °C arasında olduğu belirtilirken (Togoe ve Minca 2024), vücut sıcaklığının korunduğu en yüksek çevre sıcaklığının 25-26 °C olduğu (Togoe ve Minca 2024; Vermunt, 2021;), yaz aylarında ortalama sıcaklık değerlerinin bu hayvanlarda 27.5 °C’den yüksek olduğu (Er ve Cengiz, 2021) bildirilmiştir.

İklim koşullarının etkilerini tahmin etmek için genellikle hava sıcaklığı ya da sıcaklık ve nispi nemin bir kombinasyonu olan SNİ değeri de yaygın olarak kullanılmaktadır (Bohmanova vd., 2007). Sıcaklık-nem indeksi için subtropikal / tropikal koşullar altında 70' lik bir ısı stresi eşiği olduğu belirtilmektedir (Kadzere vd., 2002). Buna karşın ılıman iklim bölgelerinde yürütülen çalışmalar 60' lık SNİ değerlerinde bile olumsuz etkiler görüldüğünü (Brügemann vd., 2012), 72'yi geçen SNİ değerlerinin ısı stresinin başlangıcı olduğunu (Atrian ve Shahryar, 2012; West, 1995) belirtmektedir. Bu çalışmada sıcak stresi başlangıcı olarak SNİ değeri 72 kabul edilmiş, buna karşın stresin ılımlı-şiddetli aralığa çıktığı gündüz sıcaklıklarında (SNİ, 84 ve üzeri olduğunda) fanlarla tekrar bu değer 72-84 aralığına düşürülmüştür. Önceki çalışmalarda (Becker ve Stone,

2020; Collier vd., 2006; Jeon vd., 2023; Nonaka vd., 2008) da ısı stresinin olumsuz etkisini azaltmak için fanlar, gölge, doğal havalandırma gibi uygulamaları içeren evaporatif soğutma sistemlerinin kullanımının uygun olduğu belirtilmektedir. Bunlar içerisinde fanların, ısı yükünün azaltılmasında gölgeye göre daha etkili olabileceği bildirilmektedir (Correa-Calderon vd., 2004). Bununla birlikte araştırma süresince çevre sıcaklığı ve nispi nem değerlerine göre hesaplanan SNİ değerlerinin 70'in üzerinde olduğu ortamda bulunan süt sığırlarında sıcak stresi oluştuğunun belirtilmesiyle (Atrian ve Shahryar, 2012; Chen vd., 2023; Collier vd., 2012) Holstein ineklerde SNİ'nin en yüksek (76.2) 2. ayda (temmuzda), en düşük (64.65) mayısta oluştuğu ifade edilebilir. Mevcut araştırmada ineklerde ortam sıcaklığı ve SNİ değerleri dikkate alındığında, Muğla bölgesinde yaz aylarında özellikle temmuzda hayvanlarda orta derecede sıcak stresinin yaşandığı ifade edilebilir. Bu çalışmada sıcaklık stresinin gebe ineklerde oluşturduğu etkilere odaklanılmış olup bu bağlamda fetal dönemde (özellikle gebeliğin son dönemi olan kuru dönemdeki) stres altında gelişimin etkisini değerlendirmek için buzağuların canlı ağırlıkları, ilk 24 saat sonrası kan parametreleri, oksidatif stres ve sitokin düzeyleri değerlendirildi.

Araştırmada gebelik süresi (Tablo 4.3) ve buzağuların canlı ağırlıkları (Tablo 4.5) bakımından gruplar arasında fark belirlenmedi ( $p>0.05$ ). Ancak sıcaklık stresinin embriyonik gelişimi engellediği (Putney vd., 1988), yeni doğan buzağularda büyüme üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu (Monteiro vd., 2016; Tao vd., 2012) belirtilmiştir. Embriyoların, özellikle erken gelişim dönemlerinde sıcaklık stresine duyarlı olduğu ve bu stresin interferon-tau (IFN-tau) üretimini bozarak gebeliğin sürdürülmesini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Hansen, 2007b). Ayrıca, sıcaklık stresinin oksidatif hücre hasarına neden olduğu ve apoptoz ile ilişkili gen ekspresyonlarını etkilediği de ifade edilmiştir (Hansen, 2007b; Tao vd., 2013). Fötal büyüme, gebeliğin son iki ayında hızlanarak doğum ağırlığının %60'ına ulaşır. Bu dönemde sıcaklık stresi, uterin kan akışının azalmasına, plasenta gelişiminin baskılanmasına ve dolayısıyla fetal büyüme geriliğine yol açabilir (Tao ve Dahl, 2013). Plasenta, fetüse oksijen ve temel besinlerin sağlanmasında kritik bir rol oynar. Plasental gelişimin bozulması hipoksik durumlara, glikoz ve amino asit gibi besinlerin azalmasına neden olabilir (Wu vd., 2006). Bununla birlikte, sıcaklık stresine maruz kalan kuru dönemdeki ineklerin buzağularının doğum ağırlıklarının düşük olduğu rapor edilmiştir (Yavuz ve Biricik, 2009). Ayrıca, kuru dönem boyunca soğutma sistemlerinin uygulanmayarak sürekli olarak sıcak stresine maruz kalan

ineklerde gebelik süresinin kısaldığı da bildirilmiştir (Fabris vd., 2019). Buna karşılık araştırmamızda, hafif–orta sıcaklık stresine maruz kalan ineklerin fetal somatik gelişimlerinin etkilenmediği ve normal sürede doğum yaptığı gözlemlenmiştir.

Süt ineklerinde çevre sıcaklığının optimal aralığında vücut sıcaklığının korunması, hayvan refahı ve süt verimi üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır (Kadzere vd., 2002; Togoe ve Minca, 2024). Ancak, sıcaklık stresi, meme bezinin sekretorik fonksiyonunu (Qu vd., 2015), meme epitel hücrelerinin duktal yapısını (Collier vd., 2006) bozarak bu stresin ilk göstergelerinden biri olan süt veriminin azalmasına neden olmaktadır (Alkoyak ve Çetin, 2016; Pragna vd., 2017; Tao vd., 2018; West, 2003; Yavuz ve Biricik, 2009.) Dolayısıyla laktasyondaki süt inekleri, metabolizmada daha fazla ısı birikimi nedeniyle sıcaklık stresine karşı kuru dönemdekilerine göre daha duyarlıdır (Koubkova vd., 2002). Kuru dönemde de yüksek çevre sıcaklığına maruz kalan ve bu etkileri en aza indirecek önlemlerin alınmadığı ortam koşullarında bulunan ineklerde, meme gelişiminin olumsuz etkilenmesi nedeniyle, ilerleyen laktasyon döneminde süt verimlerinin düştüğü belirtilmiştir (Pragna vd., 2017; Tao vd., 2018).

Sıcaklık stresi sırasında yem tüketiminin azalması (%40' a kadar), süt veriminde önemli bir düşüşe neden olmaktadır (Lees vd., 2019; Pragna vd., 2017). Çünkü ısı yükünü hafifletmek için inekler yem tüketimini azaltmaktadır (Polsky ve von Keyserlingk, 2017; Silanikove, 2000; Summer vd., 2019). Örneğin, çevre sıcaklığının 20°C'den 33°C'ye yükselmesi yem tüketimini düşürürken (Yadav vd., 2013), 40°C üzerindeki sıcaklıklarda bu düşme daha da belirgin hale gelmektedir (Das vd., 2016; Dias vd., 2017; Yadav vd., 2013). Hipotalamusun iştah merkezi üzerindeki olumsuz etkiler, yem tüketimindeki azalmanın başlıca nedenlerinden biridir (Baile ve Forbes, 1974). Araştırmamızda, bireysel yem tüketimi ölçülemediği olsa da mayıs ayında ineklerin rasyonun tamamına yakınına tükettiği, ancak haziran-eylül ayları arasında yem tüketiminde rakamsal bir azalma olduğu gözlemlendi. Bu azalmanın nispeten düşük olması, ineklerin orta düzeyde sıcaklık stresine maruz kalmasıyla ilişkilendirilebilir.

Yüksek SNI koşullarında bulunan ineklerde ruminasyon sayısının da süt üretimi üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Stone vd., 2017). Ruminasyon, süt ineklerinde sıcaklık stresinin iyi bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Paudyal, 2021). Özellikle sıcaklığın konfor bölgesinin üzerine çıkması, düşük verimli ineklere kıyasla yüksek

metabolizma hızına sahip süt inekleri üzerinde daha fazla bir etki yaratmaktadır (Kapusniakova vd., 2023). Birçok çalışmada da (Bernabucci vd., 2010; Das vd., 2016; Dikmen vd., 2012; Moretti vd., 2017; Müschner-Siemens vd., 2020; Soriani vd., 2013; Togoe ve Minca 2024; Yadav vd., 2013) ruminasyon zamanı, yüksek çevre sıcaklığına bağlı olarak düşmektedir. Araştırmamızda ise farklı olarak ruminasyon sayısının sıcaklık stresi öncesinde azaldığı, ancak sıcaklık stresi dönemlerini gösteren aylarda değişmediği görüldü ( $p < 0.001$ , Tablo 4.3). Bu durum, ineklerin hafif-ılımlı stres altındaki sıcak hava koşullarından daha az etkilendiğini göstermekte olup artan SNİ koşullarında ruminasyon sayısının etkilenmediğini bildiren Sotelo-Resendez vd., (2023) nin çalışmasıyla uyumlu bulunmuştur.

Sıcaklık stresinin süt bileşimi üzerinde de olumsuz etkileri bulunmaktadır. Yüksek verimli süt ineklerinde sıcaklık stresinin süt verimi ve bileşimi üzerindeki etkilerinin daha belirgin olduğu gösterilmiştir (Bouraoui vd., 2002; Chen vd., 2023; Collier vd., 2006; Gantner vd., 2011, 2019; Kadzere vd., 2002; Lees vd., 2019; Wheelock vd., 2010). Holstein ırkı süt ineklerinde SNİ'nin ortalama 72'nin üzerinde olduğu durumlarda süt veriminin azaldığı (Ravagnolo vd., 2000), 76 ve üzeri SNİ koşullarında günlük süt verimiyle birlikte süt yağ oranının da düştüğü (Jeon vd., 2023; Nasr ve El-Tarabany 2017) bildirilmiştir. Yine sıcak stresinin ineklerde sütte yağsız kuru madde, yağ, protein (Chen vd., 2023; Jeon vd., 2023; Kadzere vd., 2002) ve laktoz (Chen vd., 2023; Garner vd., 2017; Gartner vd., 2019; Wheelock vd., 2010) düzeylerini azalttığı ya da süt yağında değişiklik oluşturmayıp süt proteinini düşürdüğü (Chen vd., 2024) belirtilmiştir. Ayrıca süt verimi kaybının mevsime bağlı olarak değiştiği ortaya konulmuştur (Bohmanova vd., 2007; Bouraoui vd., 2002; Broucek vd., 2007; Jeon vd., 2023; Könyves vd., 2017). Mevcut araştırmada ineklerde farklı mevsimsel sıcaklıklara bağlı süt verimlerinin ve süt bileşenlerinin değişmemesi ( $p > 0.05$ , Tablo 4.3); hayvanların içinde bulunduğu barınak yapısında oluşturulan koşulların düzenlenmesinin (mevsime göre) yanında, canlı ağırlıkları birbirine yakın hayvanlara ad libitum yemleme yapılmayıp verilen yem miktarlarının sabit tutulmasına, dolayısıyla enerji ve besin madde düzeyleri benzer rasyonlarla hayvanların beslenmesine bağlanabilir. Aynı zamanda Bohmanova vd., (2007) nin belirttiği gibi yarı kurak iklimde bulunan bu inekler, içinde buldukları sıcaklıklara uyum sağlayabilmiştir.

Hematolojik profil, bir hayvanın fizyolojik durumu hakkında bilgi veren önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (Velayudhan vd., 2022). Hematolojik profili etkileyen birçok faktör olmasına karşın sıcaklık stresi, mevsim değişimi iklimin neden olduğu strese, refaha ve adaptasyona verilen fizyolojik tepkileri gösterebilmektedir (Casella vd., 2013; Giri vd., 2017; Kumar ve Pachauri, 2000). Mevcut çalışmada gerek ineklerde (Tablo 4.4) gerekse buzağılarda (Tablo 4.6) hematolojik parametrelerin değişmediği belirlendi ( $p>0.05$ ). Buna karşın araştırmamızda özellikle ineklerde stresin süresine bağlı olarak nötrofil oranında yaklaşık %10 artış, lenfosit de ise %10 düşüş görüldü. Buna bağlı olarak da N/L oranında rakamsal olarak ciddi bir artış saptandı. Nötrofil sayısındaki artış ve lenfosit sayısındaki azalma, N/L oranının ineklerde stres yanıtını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir gösterge olduğunu ifade eden çalışmaları destekler niteliktedir (Friend vd., 1987; Stull ve McDonough, 1994).

Sığırlarda bakteriyel enfeksiyonlar da dahil olmak üzere çeşitli çevresel stres faktörleri sonrasında nötrofillerde artış ve lenfosit ve eozinofil yüzdelerinde azalma gözlenmiştir (Radostist vd., 1994; Strong vd., 2015). İstatistiksel olmasa da bu rakamsal artışın kaynağı, sıcaklık stresinin yansıması olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada lökosit ve/veya eritrosit endekslerinin, SNI'nden anlamlı ölçüde etkilenmediği tespit edildi. Bu parametrelerden bazılarının iklimsel stresle ilişkili olsa da değişim göstermemesi; çalışma süreçlerinin kısıllığından, ineklerde su alımındaki değişikliklerden ya da hayvanların doğuştan gelen adaptif mekanizmalarını harekete geçirme becerilerinden kaynaklanabilir.

Bazı çalışmalarda mevsimsel değişimler ve sıcaklık stresinin süt ineklerinde verim (Dikmen vd., 2014; Kadzere vd., 2001, 2002; Lovarelli vd., 2024; Pragna vd., 2017; Togoe ve Minca, 2024) ve üreme (De Rensis vd., 2003; Hansen, 2007b; Hansen vd., 2001; Kadzere vd., 2001; Pragna vd., 2017; Roth vd., 2001; Togoe ve Minca, 2024) performansı üzerine etkileri detaylı bir şekilde incelenmiş olsa da inekler ve buzağılarının bağışıklık tepkileri arasındaki etkileşimin daha kapsamlı olarak araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, sıcaklık stresine maruz kalan ineklerde proinflamatuvar sitokinlerden TNF- $\alpha$  ve IL-1 düzeylerinin arttığı tespit edildi ( $p<0.05$ , Tablo 4.7). Stres hormonları olarak bilinen glukokortikoidler ve katekolaminlerin TNF- $\alpha$ , interferon (IFN)- $\gamma$  ve IL'ler gibi proinflamatuvar sitokinlerin sentezini baskımlarken; IL-10 ve IL-4 gibi antiinflamatuvar sitokinlerin üretimini teşvik ettiği gösterilmiştir (Elenkov ve

Chrousos, 2002). Bununla birlikte TNF- $\alpha$  gibi inflamatuvar sitokinler, sistemik inflamatuvar yanıtın tetiklenmesinde kritik bir rol oynar ve stres altında genellikle artış gösterir (Chen vd., 2018; Grewal vd., 2021). Velayudhan vd., (2022) bağışıklık tepkisiyle ilişkili IL-18, IFN $\gamma$ , IFN $\beta$  ve TNF $\alpha$ 'nın SNI  $\geq 75$  olduğu dönemde gen ekspresyonunun upregüle düzenlendiğini ifade etmektedirler. Benzer şekilde sıcaklık stresi altındaki süt ineklerinde proinflamatuvar sitokin düzeylerinin arttığı (Chen vd., 2018; Li vd., 2021; Min vd., 2016), TNF- $\alpha$ , IL-10 ve IL-1 $\beta$  düzeylerindeki artışın mevsimsel olarak yaz aylarında kış mevsimine kıyasla belirgin şekilde yükseldiği (Grewal vd., 2021; Li vd., 2021) bildirilmektedir. Ayrıca, sıcaklık stresine maruz kalan ineklerde beyin-bağırsak ekseninin fizyolojik ve bağışıklık yanıtlarını etkileyebileceği, bunun da rumen mikrobiyotası yoluyla sitokin düzeylerinde değişikliklere yol açabileceği öne sürülmektedir (Chen vd., 2018; Grewal vd., 2021). Bu bağlamda, mevcut araştırma bulgularının önceki çalışmalarla (Chen vd., 2018; Grewal vd., 2021; Li vd., 2021; Min vd., 2016) uyumlu olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmada IL-10 düzeyinin ineklerde rakamsal olarak (Tablo 4.7), buzağılarda ise sıcaklık stresinin 3. ayında istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ , Tablo 4.8) düştüğü belirlendi. Bununla birlikte IL-10, inflamatuvar yanıtın düzenlenmesinde kritik bir antiinflamatuvar sitokin olup IL-6'nın aktivasyonu ile üretilerek aşırı proinflamatuvar yanıtın olumsuz etkilerini hafifletmede önemli bir rol oynar (Nzeyimana vd., 2023). Bu doğrultuda TNF- $\alpha$  ve IL-1 düzeylerindeki artışın, IL-10 düzeyindeki azalmanın bir sonucu olabileceği düşünülmektedir.

Oksidatif stres, prooksidanlar ve antioksidanlar arasındaki dengesizlikten kaynaklanır ve mitokondriyal zarları etkileyerek enerji metabolizmasını bozar (Belhadj vd., 2016). Isı stresinin solunum zincirinin kompleks-I'ini inhibe ederek ATP sentezini azalttığı, bunun sonucunda süperoksid radikallerinin ( $O_2^-$ ) konsantrasyonunun arttığı belirtilmiştir (Guo vd., 2021). Malondialdehit düzeyi artışının, oksidatif stresin önemli bir biyokimyasal göstergesi olarak serbest radikal oluşumunun artmasıyla ilişkili olduğu bilinmektedir (Safa vd., 2019). Bu çalışmada ineklerde sıcaklık stresi gruplarında stres öncesi termanötral döneme göre serum MDA düzeyinin yükseldiği ( $p < 0.01$ , Tablo 4.7), buna karşın sıcaklık stresinin süresine bağlı olarak (Tablo 4.7) ve buzağılarda da tüm dönemlerde (Tablo 4.8) MDA'nın değişmediği belirlendi. Önceki çalışmalar (Aengwanich vd., 2011; Chandra ve Aggarwal, 2009; Chen vd., 2023; Safa vd., 2019;), ısıya maruz kalan Holstein ineklerinin daha yüksek seviyede tiyobarbiturik asit-reaktif türleri ile MDA düzeyine sahip olduğunu göstermiştir. Bu iki faktör, çoklu doymamış yağ

asidi peroksidasyonunun ana ürünleri olduğundan (Gavino vd., 1981), ısı stresi serbest radikal üretiminin bir diğer önemli kaynağı olan mitokondriyal zarların lipoperoksidasyonu ile güçlü bir şekilde ilişkilendirilmiştir (Belhadj vd., 2016). Mitokondriyal solunum, belirli bir sırayla düzenlenmiş bir dizi hidrojen transferi ve elektron transferi reaksiyonundan oluşan sürekli bir reaksiyon sistemidir. Solunum zincirinden gelen bir elektron akış kaynağı biçimindeki enerji, iç mitokondriyal zar aracılığıyla bir H<sup>+</sup> gradyanına dönüştürülür (Mitchell vd., 1977). Daha sonra bu H<sup>+</sup> gradyanı, adenosin trifosfat (ATP) üreten ATP sentaz kompleksi aracılığıyla dağılır (Noji ve Yoshida, 2001). Hücrelerdeki ATP miktarı hem mitokondriyal hem de glikolitik ATP sentezi tarafından düzenlenir. Mitokondriyal ATP sentezini inhibe edebilir ve elektron taşıma zinciri işlev bozukluğuna neden olabilirken (Monti vd., 2001), ısı stresinin solunum zincirinin kompleks-1' i diğer kompleksleri etkilemeden inaktive edebildiği gösterilmiştir (Downs ve Heckathorn, 1998). Sonuç olarak, elektron taşıma zinciri boyunca elektron akışının hızı ısı stresi altında yavaşlar, bunun sonucunda oksijen alımı azalır ancak süper oksit (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) radikalinin konsantrasyonu artar (Guo vd., 2021).

Prooksidanlar ve antioksidanlar arasındaki dengesizlikten kaynaklanan oksidatif stres sonucu, serbest radikaller ve ROT düzeylerinde artış meydana gelmektedir (Belhadj vd., 2016; Ganaie vd., 2021). Reaktif oksijen türleri, çoğunluğu gelişmiş hücresel aerobik solunumla ilişkili olan mitokondriyal elektron taşıma zinciri reaksiyonları sırasında üretilen metabolitlerdir. Sıcaklık stresinin neden olduğu oksidatif stresi hafifletmek için öncelikle ROT'un aşırı üretimini nötralize ederek ya da oluşumunu engelleyerek oksidatif stresi azaltma stratejileri düşünülmelidir (Poljsak, 2011; Yadav vd., 2016). Bu çalışmada, sıcak stresi dönemlerinde AOA düzeyinde bir değişiklik görülmesi de (Tablo 4.7 ve 4.8) stresin 2. ayında AOA'nın ineklerde düşük olduğu tespit edildi (p<0.05, Tablo 4.7).

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 6.1. Sonuçlar

Araştırma süresince her ayda ortalama sıcaklık değerlerinin 27.5 oC' den, çiğlenme sıcaklığının 11 oC' den, nispi nemin %60' tan yüksek olduğu görüldü. Sıcak stresi başlangıcı olarak SNİ değeri, 73 kabul edilip SNİ'nin en yüksek (76.2) 2. ayda (temmuzda), en düşük (64.65) mayısta olduğu tespit edildi.

Gebe ineklerde sıcaklığın daha düşük olduğu mayıs döneminden başlayarak daha sıcak geçen aylarda ve sonrası sıcaklığın tekrar düşük seyrettiği eylül ayında gebelik süresi, ilk beş günlük süt verimi, kolostrum miktarı ve kalite parametreleri, bazı hematolojik parametreler ile buzağı doğum canlı ağırlık, süt tüketimi ve süt emme hızı bakımından değişiklik oluşmadığı; ruminasyon sayısı ve kolostrum tüketiminin sıcaklık stresi öncesinde düşük olduğu belirlendi.

Aynı zamanda, ineklerden doğum anında elde edilen serumlarında en yüksek MDA düzeyi ve en düşük AOA düzeyinin stresin 2. ayında (temmuzda) görülmesi, bu ayda oksidatif stresin arttığını gösterdi.

Gebe ineklerde serum TNF- $\alpha$  ve IL-1 düzeylerinin sıcaklık stresiyle beraber arttığı, IL-10 düzeyinin ise değişmediği belirlendi.

Sıcaklık stresi dönemlerinde buzağılarda ise MDA, AOA, TNF- $\alpha$ , IL-1 ve IL-10 düzeylerinin değişmediği tespit edildi.

#### 6.1.1. Sonuçlar Doğrultusunda Hipotezlerin Sınanması

Gebe ineklerde sıcaklığın daha düşük olduğu mayıs döneminden başlayarak daha sıcak geçen aylarda ve sonrası sıcaklığın tekrar düşük seyrettiği eylül ayında gebelik süresi, ilk beş günlük süt verimi, kolostrum miktarı ve kalite parametreleri, bazı hematolojik parametreler ile buzağı doğum ağırlığı, süt tüketimi ve süt emme hızı bakımından değişiklik oluşmadığı; buna karşın ruminasyon sayısı ve kolostrum tüketiminin sıcaklık stresi öncesinde düşük olduğunun belirlenmesi nedeniyle H1

(Gebeliğin son periyodunda hafif – orta düzey sıcaklık stresine maruz kalma süresinin süt ineklerinin verim ve bazı fizyolojik parametreleri üzerine etkisi yoktur) kısmen kabul edilmiştir.

Tüm gruplarda ilk hafta süt verimi değişmediğinden H1a (Gebeliğin son periyodunda hafif – orta düzey sıcaklık stresine maruz kalma süresi süt ineklerinin ilk hafta süt verimini azaltmaktadır) kabul edilmemiştir.

Benzer şekilde ilk hafta süt ve kolostrum kalitesi değişmediğinden H1b (Gebeliğin son periyodunda hafif – orta düzey sıcaklık stresine maruz kalmış süt ineklerinin süt ve kolostrum kalitesi süreye bağlı olarak düşmektedir) kabul edilmemiştir.

Serum MDA düzeyinin sıcaklık stresine ve/veya süresine bağlı olarak yükselmesi; benzer şekilde serum IL-1 ve TNF- $\alpha$  düzeylerinin sıcaklık stresine beraber artması sırasıyla H1c (Gebeliğin son periyodunda hafif – orta düzey sıcaklık stresine maruz kalmış süt ineklerinde süreye bağlı olarak oksidatif stres artmaktadır) ve H1d (Gebeliğin son periyodunda hafif – orta düzey sıcaklık stresine maruz kalmış süt ineklerinde süreye bağlı olarak bazı bağışıklık sistemi parametreleri bozulmaktadır) kabul edilmiştir. Buna karşın buzağılarda aynı parametreler bakımından fark görülmemesinden dolayı, H2 (Fötal gelişimin son periyodunda (kuru dönemde) hafif – orta düzey sıcaklık stresine maruz kalmış buzağuların serum oksidatif stres ve bazı immünolojik parametreleri üzerine sürenin etkisi yoktur) kabul edilip H3 (Fötal gelişimin son periyodunda (kuru dönemde) hafif – orta sıcaklık stresine maruz kalmış buzağuların bazı immünolojik parametreleri üzerine sürenin etkisi yoktur) reddedilmiştir.

## 6.2. Öneriler

Hafif – orta sıcaklık stresi yaşayan bölgelerdeki süt ineklerinde oksidatif stresin maruziyet süresiyle birlikte şiddetlendiği, bu duruma karşı önleyici tedbirlerin alınması gerektiği değerlendirilmiştir. Sitokinler ve antikorlara odaklanarak sıcaklık stresinin, inek ve buzağuların bağışıklık sistemi üzerindeki etkisine ilişkin daha ayrıntılı bir çalışma yapılması önerilmektedir.

Sıcaklık stresinin gebe inekler ve yavruları üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinde çiftliğe özgü meteorolojik verilerin kullanımı, sürü yönetimi açısından göz önüne alınmalıdır.



## KAYNAKLAR

- Aengwanich W, Kongbuntad W, Boonsorn T (2011). Effects of shade on physiological changes, oxidative stress, and total antioxidant power in Thai Brahman cattle. *International Journal of Biometeorology*, 55, 741-748. DOI: 10.1007/s00484-010-0389-y.
- Al-Dawood A (2017). Towards heat stress management in small ruminants-A review. *Animal Science*, 17(1), 59-88. DOI: 10.1515/aoas-2016-0068.
- Anonim (2023). 2020 yılı Hayvancılık Sektör Raporu. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Arık HD, Korkmazhan T, Akmal N (2018). Doğumdan süttten kesime buzağı sağlığı. *Türkiye Klinikleri Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Buzağuların Beslenmesi ve Beslenme Hastalıkları Özel Sayısı*, 4(1), 7-18. Erişim Adresi: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-dogumdan-sutten-kesime-buzagi-sagligi-82127.html>
- Atrian P, Shahryar HA (2012). Heat stress in dairy cows (a review). *Research in Zoology*, 2(4), 31-37. DOI: 10.5923/j.zoology.20120204.03.
- Babinszky L, Dunkel Z, Tothi R, Kazinczi G, Nagy J (2011). The impacts of climate change on agricultural production, Hungarian Agricultural Research, ISSN:1216-4526
- Baccari F, Johnson HD, Hahn GL (1983). Environmental heat effects on growth, plasma T3, and postheat compensatory effects on Holstein calves. *Society for Experimental Biology and Medicine*, 173(3), 312. DOI: 10.3181/00379727-173-41648.
- Baile CA ve Forbes JM (1974) Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Physiological Reviews*, 54(1), 160-214. DOI: 10.1152/physrev.1974.54.1.160.
- 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. DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00251-2.
- Baumgard LH ve Rhoads RP (2013). Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annu Rev Anim Biosci*, 1(1), 311-37. DOI: 10.1146/annurev-animal-031412-103644.
- Becker CA, Stone AE (2020). Graduate student literature review: Heat abatement strategies used to reduce negative effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103, 9667–9675. DOI: 10.3168/jds.2020-18536.

- Belhadj Slimen I, Najar T, Ghram A, Abdrabba M (2016). Heat stress effects on livestock: molecular, cellular and metabolic aspects, a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(3), 401-12. DOI: 10.1111/jpn.12379.
- Bernabucci U, Lacetera N, Baumgard LH, Rhoads RP, Ronchi B, Nardone A (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 4(7), 1167-1183. DOI: 10.1017/S175173111000090X.
- Bernabucci U, Ronchi B, Lacetera N, Nardone A (2002). Markers of oxidative status in plasma and erythrocytes of transition dairy cows during hot season. *Journal of Dairy Science*, 85(9), 2173-9. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74296-3.
- Broucek J, Ryba, S, Mihina S, Uhrincat M, Kisac P (2007). Impact of thermal-humidity index on milk yield under conditions of different dairy management. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 16(3), 29. DOI: 10.22358/jafs/66755/2007.
- Bohmanova J, Misztal I, Cole JB (2007). Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *Journal of Dairy Science*, 90, 1947–1956. Erişim Adresi: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-513>.
- 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. DOI: 10.1051/animres:2002036.
- Bölükbaşı Aktaş ŞC, Er H, Kuşlu Y (2022). Meteorolojik Faktörlerdeki Değişme Eğiliminin Hayvansal Üretim ve Ürün Kalitesine Etkisi. Editör: Kökten K, İnci H. Tarım ve Hayvancılığın Sürdürülebilirlik Dinamikleri Üzerine Akademik Çalışmalar Kitabı, İksad Yayınevi, 45-69.
- Bülbül T (2022). Süt sığırlarında sağım döneminde beslenmenin önemi. *Milas Süt Dergisi*, 1, 27. Erişim Adresi: <https://sutbirliği.org/milas-sut-dergisi-sayi-1/>
- Casella S, Scianò S, Zumbo A, Monteverde V, Fazio F, Piccione, (2013). Effect of seasonal variations in Mediterranean area on haematological profile in dairy cow. *Comparative Clinical Pathology*, 22, 691-695. DOI: 10.1007/s00580-012-1468-8.
- Chandra G ve Aggarwal A (2009). Effect of DL-tocopherol acetate on calving induced oxidative stress in periparturient crossbred cows during summer and winter seasons. *Indian Journal Animal Nutrition*, 26, 204-210. Erişim Adresi: [https://www.researchgate.net/publication/285676130\\_Effect\\_of\\_DL](https://www.researchgate.net/publication/285676130_Effect_of_DL)
- Chen X, Li Y, Xiao J, Dong J, Zhao W, Han Z, Xin L, Qin G, Wang T, Zhen Y, Sun Z, Zhang X (2023). Heat stress affects the milk yield, milk composition, serum oxidative status, and metabolites of Holstein cows during mid-lactation. *Czech Journal of Animal Science*, 68 (8), 333–345. DOI: 10.17221/2/2023-CJAS.

- Chen L, Thorup VM, Kudahl AB, Ostergaard S (2024). Effects of heat stress on feed intake, milk yield, milk composition, and feed efficiency in dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 107 (5), 3207–3218. DOI: 10.3168/jds.2023-24059.
- Chen S, Wang J, Peng D, Lig, Chen J, Gu (2018). Exposure to heat-stress environment affects the physiology, circulation levels of cytokines, and microbiome in dairy cows. *Scientific Reports*, 8, 14606. DOI: 10.1038/s41598-018-32886-1.
- Collier RJ, Dahl GE, Van Baale MJ (2006). Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89, 1244-1253. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2.
- Collier RJ, Hall LW, Rungruang S, Zimbleman RB (2012). Quantifying heat stress and its Impact on metabolism and performance. Proceedings of the Florida Ruminant Nutrition Symposium, Gainesville, FL, University of Florida. 74-83.
- Collier RJ, Stiening CM, Pollard BC, VanBaale MJ, Baumgard LH, Gentry PC, Coussens PM (2006). Use of gene expression microarrays for evaluating environmental stress tolerance at the cellular level in cattle. *Journal Animal Science*, 84, E1–E13. DOI: 10.2527/2006.8413\_supple1x.
- Correa-Calderon A, Armstrong D, Ray D, DeNise S, Enns M, Howison C (2004). Thermoregulatory responses of Holstein and Brown Swiss heat-stressed dairy cows to two different cooling systems. *International Journal of Biometeorol*, 4, 142–148. DOI: 10.1007/ s00484-003-0194-y.
- Cowley FC, Barber DG, Houlihan AV, Poppi DP (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. DOI: 10.3168/jds.2014-8442.
- Çolakoğlu HE, Küplülü Ş (2016). İnek ve düvelerde vücut kondisyon skoru değişiminin postpartum döneme ve fertilité parametrelerine etkisi. *Kocatepe Veterinary Journal*, 9(3), 146-158. DOI: 10.5578/kvj.24264.
- Daramola JO, Abioja MO, Onagbesan OM (2012). Heat stress impact on livestock production., SMK. Naqvi, T. Ezeji, J. Lakritz, R. Lal (Editörler). Environmental Stress and Amelioration in Livestock Productio. Sejian, (ss: 53). Almanya.
- 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. DOI: 10.14202/vetworld.2016.260-268.
- De Rensis F, Marconi P, Capelli T, Gatti, F, Facciolongo F, Franzini, S (2003). Fertility in postpartum dairy cows in winter or summer following estrous synchronization and fixed

time A.I. after the induction of an LH surge with Gonadotropin releasing hormone (GnRH) or human chorionic gonadotropin (hCG). *Theriogenology*, 58, 1675-1687. DOI: 10.1016/s0093-691x(02)01075-0.

Dikmen S, Hansen PJ (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, 109-116. DOI: 10.3168/jds.2008-1370.

Dikmen S, Khan FA, Huson HJ, Sonstegard TS, Moss JI, Dahl GE, Hansen PJ (2014). The SLICK hair locus derived from Senepol cattle confers thermotolerance to intensively managed lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 97(9), 5508- 5520. DOI: 10.3168/jds.2014-8087.

Dikmen S, Ustuner H, Orman A (2012). The effect of body weight on some welfare indicators in feedlot cattle in a hot environment. *International Journal of Biometeorology, Int.* 56(2), 297-303. DOI: 10.1007/s00484-011-0433-6.

Downs CA, Heckathorn SA (1998). The mitochondrial small heat-shock protein protects NADH: Ubiquinone oxidoreductase of the electron transport chain during heat stress in plants. *FEBS Letters*, 430, 246-250. DOI: 10.1016/S0014-5793(98)00669-3.

Draper H, Hadley M (1990). Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. *Methods Enzymol*, 186, 421-30. DOI: 10.1016/0076-6879(90)86135-I.

Elenkov IJ, Chrousos GP (2002). Stress hormones, proinflammatory and antiinflammatory cytokines, and autoimmunity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 966, 290-303. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2002.tb04229.x.

Er M, Cengiz Ö (2023). The effects of ration particle size and live yeast supplementation on dairy cows performance under heat stress conditions. *Tropical Animal Health Production*, 55(2), 130. DOI: 10.1007/s11250-023-03550-2.

Fidler AP, VanDevender K (2023). Heat stress in dairy cattle, Erişim Adresi: <http://www.uaex.edu/publications/pdf/fsa-3040.pdf>

Fournel S, Ouellet V, Charbonneau É (2017). Practices for alleviating heat stress of dairy cows in humid continental climates: a literature review. *Animals*, 7-37. DOI: 10.3390/ani7050037.

Friend TH, Dellmeier GR, Gbur EE (1987.) Effects of changing housing on physiology of calves. *Journal of Dairy Science*, 70, 1595-1600. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(87)80187-X.

- Ganaie A, Ghasura R, Mir N, Bumla N, Sankar G, Wani S (2021). Biochemical and physiological changes during thermal stress in bovines. *Journal of Veterinary Science and Technology*, 4, 1. DOI: 10.4172/2157-7579.1000126.
- Gantner V, Bobic T, Potocnik K, Gregic M, Kucevic D. (2019). Persistence of heat stress effect in dairy cows. *Mljekarstvo/Dairy*, 69 (1), 30-41. DOI. 10.15567/mljekarstvo.2019.0103.
- Gantner V, Mijić P, Kuterovac K, Solić D, Gantner R (2011). Temperature-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. *Mljekarstvo*, 61(1), 56-63. Erişim Adresi: <https://hrcak.srce.hr/file/97634>
- Gao ST, Ma L, Zhou Z, Zhou ZK, Baumgard LH, Jiang D (2019). Heat stress negatively affects the transcriptome related to overall metabolism and milk protein synthesis in mammary tissue of midlactating dairy cows. *Physiol Genomics*, 51(8), 400-409. DOI: 10.1152/physiolgenomics.00039.2019.
- Garner JB, Douglas M, Williams SRO, Wales WJ, Marett LC, DiGiacomo K, Leury BJ, Hayes BJ (2017). Responses of dairy cows to short-term heat stress in controlled-climate chambers. *Animal Production Science*, 57(7), 1233-1241. DOI: 10.1071/AN16472.
- Gavino V, Miller J, Ikharebha S, Milo G, Cornwell D (1981). Effect of polyunsaturated fatty acids and antioxidants on lipid peroxidation in tissue cultures. *Journal of Lipid Research*, 22, 763-769. DOI:10.1016/S0022-2275(20)37347-8.
- 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. DOI: 10.1017/S1751731112002352.
- Giri A, Bharti DV, Kalia S, Ravindran V, Ranjan P, Kundan T, Kumar B (2017). Seasonal changes in haematological and biochemical profile of dairy cows in high altitude cold desert. *Indian Journal Animal Science*, 87, 723-727. DOI: 10.56093/ijans.v87i6.71080.
- Grewal S, Aggarwal A, Alhussien MN (2021). Seasonal alterations in the expression of inflammatory cytokines and cortisol concentrations in periparturient Sahiwal cows. *Biological Rhythm. Research*, 52, 1229-1239. DOI: 10.1080/09291016.2019.1670971.
- Guo Z, Gao S, Ouyang J, Ma L, Bu D (2021) Impacts of Heat Stress-Induced Oxidative Stress on the Milk Protein Biosynthesis of Dairy Cows. *Animals*, 11(3), 726. DOI:10.3390/ani11030726.
- Hahn LG (1981). Housing and Management to Reduce Climatic Impacts on Livestock. *Journal Animal Science*, 52, 175-186. DOI: 10.2527/jas1981.521175x.

- Hamzaoui S, Salama AAK, 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. DOI: 10.3168/jds.2013-6665.
- Hansen PJ (2007a). Effects of environment on bovine reproduction., Y. RS (editör). Current Therapy in Large Animal Theriogenology.2. Baskı. WB Saunders Company, s. 437-441.
- Hansen PJ (2007b). Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. *Theriogenology*, 68(1), 242. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2007.04.008.
- Hansen PJ, Drost M, Rivera RM, Paula Lopes FF, Al Katanani YM, Krininger III CE, Chase CC JR (2001). Adverse impact of heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. *Theriogenology*, 55, 91-103. DOI: 10.1016/S0093-691X(00)00448-9.
- Hoffman PC, Funk DA (1992). Applied dynamics of dairy replacement growth and management. *Journal of Dairy Science*, 6, 3179-3187. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77656-0.
- Hooda O, Upadhyay R (2015). Growth rate, hormonal and physiological responses of kids subjected to thermal and exercise stress. *Journal of Environmental Research And Development*, 9(4), 1095. Erişim Adresi: <http://www.jerad.org/currentissue.php>
- Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E (2002). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 77, 59-91. DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00330-X.
- Kaya Ş (2015). Süt ırkı düvelerde sınırlı yemleme. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 103-106. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/183831>
- Keister ZO, Moss KD, Zhang HM, Teegerstrom T, Edling RA, Collier RL (2002). Physiological responses in thermal stressed jersey cows subjected to different management strategies. *Journal of Dairy Science*, 85(2), 3217-3224. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74410-X.
- King CC, Dschaak CM, Eun JS, Fellner V, Young AJ (2011). Quantitative analysis of microbial fermentation under normal or high ruminal temperature in continuous cultures. *The Professional Animal Scientist*, 27(4), 319-327. DOI: 10.15232/S1080-7446(15)30495-2.
- Koracevic D, Koracevic G, Djordjevic V, Andrejevic V, Cosic V (2001). Method for the measurement of antioxidant activity in human fluids. *Journal of Clinical Pathology*, 54(5), 356-361. DOI: 10.1136/jcp.54.5.356.
- Koubkova M, Knizkova I, Kunc P, Hartlova H, Flusser J, Dolezal 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. Erişim Adresi:  
<https://www.researchgate.net/publication/280016184>

- Könyves, T., Zlatković, N., Memiši, N., Lukač, D., Puvača, N., Stojšin, M., ... & Mišćević, B. (2017). Relationship of temperature-humidity index with milk production and feed intake of holstein-frisian cows in different year seasons. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 47(1), 15-23. DOI: 10.56808/2985-1130.2807.
- Kumar B, Pachauri SP (2000). Haematological Profile of Crossbred Dairy Cattle to Monitor Herd Health Status at Medium Elevation in Central Himalayas. *Research in Veterinary Science*, 69, 141-145. DOI: 10.1053/rvsc.2000.0400.
- Lee DHK (1965). Climatic stress indices for domestic animals. *International Journal Biometer*, 9(1), 29-35. DOI: 10.1007/BF02187306.
- Lees AM, Sejian V, Wallage AL, Steel CC, Mader TL, Lees JC, Gaughan JB (2019). The Impact of Heat Load on Cattle. *Animals*, 9(6), 322. DOI: 10.3390/ani9060322.
- Li H, Zhang Y, Li R, Wu Y, Zhang D, Xu H, Zhang Y, Qi Z (2021). Effect of seasonal thermal stress on oxidative status, immune response and stress hormones of lactating dairy cows. *Animal Nutrition*, 7, 216-223. DOI: 10.1016/j.aninu.2020.07.006.
- Lin H, Jiao HC, Buyse J, Decuyper E (2006). Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 62(1), 71-85. DOI: 10.1079/WPS200585.
- Lovarelli D, Minozzi G, Arazi A, Guarino M, Tiezzi F (2024). Effect of extended heat stress in dairy cows on productive and behavioral traits. *Animal*, 18 (3), 101089. DOI: 10.1016/j.animal.2024.101089.
- Mader TL, Davis MS (2004). Effect of management strategies on reducing heat stress of feedlot cattle: feed and water intake. *Journal of Animal Science*, 82, 3077-87. DOI: 10.2527/2004.82103077x.
- Mader TL, Davis MS, Brown-Brandl T (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84(3), 712-719. DOI: 10.2527/2006.843712x.
- Matsui T, Padilla L, Kamiya M, Tanaka M, Yano H (2006). Heat stress decreases plasma vitamin C concentration in lactating cows. *Livestock Science*, 101, 300-304. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2005.12.002.
- Matteri RL, Carroll JA, Dyer CJ (2000). Neuroendocrine responses to stress., Mench J.A (editör). *The Biology of Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. Moberg G.P., CABI, Wallingford, Oxon, s. 43-76.

- McDowell RE (1972). Improvement of livestock production in warm climates. San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) (2023). Erişim Adresi: <https://mgm.gov.tr/>
- Min L, Zheng N, Zhao S, Cheng J, Yang Y, Zhang Y, Wang J (2016). Long-term heat stress induces the inflammatory response in dairy cows revealed by plasma proteome analysis. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 471, 296-302. DOI: 10.1016/j.bbrc.2016.01.185.
- Mitchell P (1977). Vectorial chemiosmotic processes. *Annual Review Biochemistry*, 46, 996-1005. DOI: 10.1146/annurev.bi.46.070177.005024.
- Monteiro APA, Guo J-R, Weng X-S, Ahmed BM, Hayen MJ, Dahl GE, Bernard JK, Tao S (2016). Effect of maternal heat stress during the dry period on growth and metabolism of calves. *Journal of Dairy Science*, 2016;99, 3896-3907. DOI: 10.3168/jds.2015-10699.
- Monti E, Supino R, Colleoni M, Costa B, Ravizza R, Gariboldi MB (2001). Nitroxide TEMPOL impairs mitochondrial function and induces apoptosis in HL60 cells. *Journal of Cellular Biochemistry*, 82, 271-276. DOI: 10.1002/jcb.1160.
- 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. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2019.102484.
- 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. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76005-3.
- Nasr MA, El-Tarabany MS (2017). Impact of three THI levels on somatic cell count, milk yield and composition of multiparous Holstein cows in a subtropical region. *Journal of Thermal Biology*, 64, 73-77. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2017.01.004 .
- National Research Council (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. National Academy Press, Washington DC.
- Noji H, Yoshida M (2001). The rotary machine in the cell, ATP synthase. *Journal of Biological Chemistry*, 276, 1665-1668. DOI: 10.1074/jbc.R000021200.
- Nonaka I, Takusari N, Tajima K, Suzuki T, Higuchi K, Kurihara M (2008). Effects of high environmental temperatures on physiological and nutritional status of prepubertal Holstein heifers. *Livestock Science*, 113(1), 14-23. DOI: 10.1016/j.livsci.2007.02.010.

- Nzeyimana JB, Fan C, Zhuo Z, Butore J, Cheng J (2023). Heat stress effects on the lactation performance, reproduction, and alleviating nutritional strategies in dairy cattle, a review. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 11(3), 0-0. DOI: 10.31893/jabb.23018.
- O'Brien MD, Rhoads RP, Sanders SR, Duff GC, Baumgard LH (2010). Metabolic adaptations to heat stress in growing cattle. *Domestic Animal Endocrinology*, 38(2), 86-94. DOI: 10.1016/j.domaniend.2009.08.005.
- Olsson K, Joaster-Hermelin M, Hossaini-Hilali J, Hydbrig E, Dahlborn K (1995). Heat stress causes excessive drinking in fed and food-deprived pregnant goats. *Comparative Biochemistry and Physiology (A)*, 110 (4),309-317. DOI:10.1016/0300-9629(94)00186-w.
- Öztürk K (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 47-65. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/77436>
- Pandey P, Hooda OK, Kumar S (2017). Impact of heat stress and hypercapnia on physiological, hematological, and behavioral profile of Tharparkar and Karan fries heifers. *Veterinary World*, 10(9), 1146-55. DOI: 10.14202/vetworld.2017.1146-1155.
- Poljsak B (2011). Strategies for reducing or preventing the generation of oxidative stress. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2011, 194586. DOI: 10.1155/2011/194586.
- Polsky L, von Keyserlingk MAG (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100 (11), 8645-8657. DOI: 10.3168/jds.2017-12651.
- Pragna P, Archana PR, Aleena J, Sejian V, Krishnan G, Bagath M, Manimaran A, Beena V, Kurien EK, Varma G, Bhatta R (2017). Heat stress and dairy cow: Impact on both milk yield and composition. *International Journal of Dairy Science*, 12(1), 1-11. DOI: 10.3923/ijds.2017.1.11.
- Prathap P, Archana PR, Joy A, Veerasamy S, Krishnan G, Bagath M, Manimaran V (2017). Heat stress and dairy cow: impact on both milk yield and composition. *International Journal of Dairy Science*, 12, 1-11. DOI: 10.3923/ijds.2017.1.11.
- Purwanto BP, Nakamasu F, Yamamoto S (1993). Effect of environmental temperatures on heat production in dairy heifers differing in feed intake level. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 6(2), 275-9. DOI: 10.5713/ajas.1993.275.
- Putney DJ, Drost M, Thatcher WW (1988). Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperatures between days 1 to 7 post insemination. *Theriogenology*, 30(2), 195-209. DOI: 10.1016/0093-691x(88)90169-0.

- Qu M, Wei S, Chen Z, Wang G, Zheng Y, Yan P (2015). Differences of hormones involved in adipose metabolism and lactation between high and low producing Holstein cows during heat stress. *Animal Nutrition*,1, 339-43. DOI: 10.1016/j.aninu.2015.11.003.
- Radostist OM, Blood DC, Gay CC (1994). Veterinary medicine a textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses. B. Tindall (Editör). 8. Baskı. London.
- 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, 2120-2125. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75094-6.
- Rhoads ML, Rhoads RP, VanBaale MJ, Collier RJ, Sanders SR (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. DOI: 10.3168/jds.2008-1641.
- Rodrigues O, Scaliante Jr JR, Shangraw EM, Hirtz LK, Adkins PRF, McFadden TB (2019). Heat stress reduces total mammary blood flow and transmammary disappearance of metabolites in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(1), 153. Erişim Adresi: <http://hdl.handle.net/11449/218350>
- Roth Z, Meweidan R, Shaham-Albalancy A, Braw-Tal R, Wolfenson D (2001). Delayed effect of heat stress on steroid production in medium-size and preovulatory bovine follicles. *Reproduction*, 121, 745-751. Erişim Adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11427162/>
- Safa S, Kargar S, Moghaddam GA, Ciliberti MG, Caroprese M. (2019). Heat stress abatement during the postpartum period: Effects on whole lactation milk yield, indicators of metabolic status, inflammatory cytokines, and biomarkers of the oxidative stress. *Journal of Animal Science*, 97(1),122-32. DOI: 10.1093/jas/sky408.
- Schneider PL, Beede SADK, Wilcox CJ, Collier RJ (1984). Influence of dietary sodium and potassium bicarbonate and total potassium on heat-stressed lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 67(11), 2546-53. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(84)81611-2.
- Silanikove N (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, 67(1-2), 1-18. DOI:10.1016/S0301-6226(00)00162-7.
- Smith DL, Smith T, Rude BJ, Ward SH (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, 3028-3033. DOI: 10.3168/jds.2012-5737.
- Soriani N, Panella G, Calamari L (2013). Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. *Journal of Dairy Science*, 96(8): 5082-5094. DOI: 10.3168/jds.2013-6620.

- Spiers DE (2000). How Cows Dissipate Heat. *Heart of American Dairy Management Conference*, s, 77-86, Temmuz 21-22, Kansas State University, Manhattan.
- Strong RA, Silva EB, Cheng HW, Eicher SD (2015). Acute brief heat stress in late gestation alters neonatal calf innate immune functions. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 7771-83. DOI 10.3168/jds.2015-9591.
- Stull CL, McDonough SP (1994). Multidisciplinary approach to evaluating welfare of veal calves in commercial facilities. *Journal of Animal Science*, 72, 2518-2524. DOI: 10.2527/1994.7292518x.
- Tao S, Connor EE, Bubolz JW, Thompson IM, do Amaral BC, Hayen MJ, Dahl GE (2013). Short communication: Effect of heat stress during the dry period on gene expression in mammary tissue and peripheral blood mononuclear cells. *Journal of Dairy Science*, 96, 378-383. DOI: 10.3168/jds.2012-5811.
- Tao S, Dahl GE (2013). Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *Journal of Dairy Science*, 96, 4079–4093. DOI 10.3168/jds.2012-6278.
- Tao S, Monteiro APA, Thompson IM, Hayen MJ, Dahl GE (2012). Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95:7128-7136. DOI: 10.3168/jds.2012-5697.
- Tao S, Orellana RM, Weng X, Marins TN, Dahl GE, Bernard JK. (2018). Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function. *Journal of Dairy Science*, 101(6), 5642-54. DOI: 10.3168/jds.2017-13727.
- Togoe D, Minca NA (2024). The Impact of Heat Stress on the Physiological, Productive, and Reproductive Status of Dairy Cows. *Agriculture*, 14, 1241. DOI: 10.3390/agriculture14081241.
- Uyeno Y, Sekiguchi Y, Tajima K, Takenaka A, Kurihara M, Kamagata Y (2010). An rRNA-based analysis for evaluating the effect of heat stress on the rumen microbial composition of Holstein heifers. *Anaerobe*, 6(1), 27-33. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2009.04.006.
- Velayudhan SM, Brügemann K, Alam S, Yin T, Devaraj C, Sejian V, Schlecht E, König S (2022). Molecular, Physiological and Hematological Responses of Crossbred Dairy Cattle in a Tropical Savanna Climate. *Biology (Basel)*, 12(1), 26. DOI: 10.3390/biology12010026.
- Vermunt JJ (2021). Heat stress in dairy cattle – Some potential health risks associated with the nutritional management of the condition. *Journal of Clinical Veterinary Research*, 1(1), DOI: 10.54289/JCVR2100102.

- Vernon RG (1992). Effects of diet on lipolysis and its regulation. *Proceedings of the Nutrition Society*, 51(3), 397-408. DOI: 10.1079/pns19920053.
- Wang J, Li J, Wang F (2020). Heat stress on calves and heifers: a review. *J Animal Science Biotechnol*, 11, 79. DOI: 10.1186/s40104-020-00485-8.
- Wathes DC, Brickell JS, Bourne NE, Swali A, Cheng, Z (2008). Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal*, 2, 1135-1143. DOI: 10.1017/S1751731108002322.
- West JW (1995). Managing and feeding lactating dairy cows in hot weather. The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences and the U.S Department of Agriculture.
- West JW (2003). Effect of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86, 2131-2144. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X.
- Wheelock JB, Rhoads RP, VanBaale MJ, Sanders SR, Baumgard LH (2010). Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93(2), 644-655. DOI: 10.3168/jds.2009-2295.
- Wu G, Bazer F, Wallace J, Spencer T (2006). Board-invited review: intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. *Journal of Animal Science*, 84(9), 2316-2337. DOI: 10.2527/jas.2006-156.
- Yadav B, Pandey V, Yadav S, Singh Y, Kumar V, Sirohi R (2016). Effect of misting and wallowing cooling systems on milk yield, blood and physiological variables during heat stress in lactating Murrah buffalo. *Journal of Animal Science Technol*, 58, 1-10. DOI: 10.1186/s40781-015-0082-0.
- Yadav B, Singh G, Verma A, Dutta N, Sejian V (2013). Impact of heat stress on rumen functions. *Veterinary World*, 6(12), 992. DOI: 10.14202/vetworld.2013.992-996.
- Yang YL, Ye BK, Liu HY (2010). Occurrence, danger, prevention and treatment of heat stress in dairy cattle. *China Cattle Science*, 2, 63-66. Erişim Adresi: <https://caod.oriprobe.com/order.htm?id=18253653&ftext=base>
- Yavuz HM, Biricik H (2009). Süt sığırlarının sıcak stresinde beslenmesi. *Uludağ University Journal Faculty of Veterinary Medicine*, 28, 1-7. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/144440>
- Yousef MK (1985). *Stress Physiology in Livestock*. CRC Press, Boca Raton, Florida

Zwald A, Kohlman TL, Gunderson SL, Hoffman PC, Kriegl T (2007). Economic costs and labor efficiencies associated with raising dairy herd replacements on Wisconsin dairy farms and custom heifer raising operations. PhD thesis, University of Wisconsin-Extension, Madison, WI, USA.



## EKLER

### Ek 1: ETİK KURUL ONAYI



T.C.  
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Deney Hayvanları Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü  
Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu



Sayı : E-40051172-050-673096  
Konu : Kurullar Ve Toplantılar

02.01.2024

Sayın Asude ÖZDEMİR

Kurulumuza başvurusunu yaptığımız 27/23 dosya nolu "Gebe İneklerde Sıcaklık Stresine Maruz Kalma Süresinin Başlangıç Verim Ve Bazı Fizyolojik Parametreler İle Buzağı Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi" isimli araştırma projenize ilişkin sunduğunuz belgeler Kurulumuzun 30/11/2023 tarihli toplantısında değerlendirilmiştir. Kurulumuzun 30/11/2023 tarih ve 2023/06 - 27/23 nolu karar sayısı ile çalışmanın etik kurallara uygun olduğuna toplantıya katılanların oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Artay YAĞCI  
Kurul Başkanı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: U23FEM-YW1DT3

Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/msku-ebys>

null  
Telefon No: null Faks No: null  
e-Posta: null İnternet Adresi: null  
Kep Adresi: muglaskuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Aziz BÜLBÜL  
Prof. Dr.  
Telefon No: null



**Ek 2: KURUM İZİN ONAYI**

30.12..2024

**T.C.  
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

MSKÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veterinerlik Fizyolojisi Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi 2144210005 numaralı Asude ÖZDEMİR HELVACI, “Gebe İneklerde Sıcaklık Stresine Maruz Kalma Süresinin Başlangıç Verim ve Bazı Fizyolojik Parametreler İle Buzağı Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi” başlıklı Tez Projesinin Laboratuvar çalışmalarını Mayıs 2024 – Aralık 2024 tarihleri arasında MSKÜ Milas Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında yapmıştır.

Bilgilerinize arz ederim.

*Prof. Dt. Aziz BÜLBÜL*  
Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı

**Ek 3: ÖZ GEÇMİŞ**

Adı Soyadı : Asude ÖZDEMİR HELVACI  
Yabancı Dili : İngilizce  
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl) : Lisans (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, 2021)  
Lise : Burdur Anadolu Öğretmen Lisesi  
Lisans : Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
Yüksek Lisans :  
Çalıştığı Kurum / Kurumlar ve Yıl : Akpınar Hayvancılık A.Ş (2021-...)  
Yayımları (SCI ve diğer) :  
Diğer Konular :