



T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SÜT SIĞIRLARINDA SICAKLIK STRESİ VE YÖNETİMİ

Mukaddes DEMİR
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
(VETERİNER PROGRAMI)
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Orhan YILMAZ

VAN-2023

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜT SIĞIRLARINDA SICAKLIK STRESİ VE YÖNETİMİ

Mukaddes DEMİR
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
(VETERİNER PROGRAMI)
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Orhan YILMAZ

VAN-2023

KABUL VE ONAY



ETİK BEYAN

T.C.

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlayıp sunduğum **“Süt Sığırlarında Sıcaklık Stresi ve Yönetimi”** başlıklı tezim; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan tüm cümleler, yorumlar bana aittir. Bu tezdeki bütün bilgiler akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak hazırlanıp, bu kural ve ilkeler gereği, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçlara atıf yapılmış ve kaynak gösterilmiştir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Mukaddes DEMİR

Tarih: 23.01.2023

İmza:

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasında, her tűrlű ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danıőman hocam Sayın Prof. Dr. Orhan YILMAZ'a, Zootekni Anabilim Dalı Őğretim Őyeleri Sayın Sayın Doç. Dr. Muğdat YERTŪRK'e, Sayın Doç. Dr. Bahattin AK'a, Sayın Dr. Őğr. Őyesi Ahmet Fatih DEMİREL'e ve desteklerini her zaman yanımda hissettiğim değerli aileme katkılarından dolayı sonsuz teőekkűrlerimi sunarım.



ÖZET

Demir M, Süt Sığırlarında Sıcaklık Stresi ve Yönetimi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van, 2023. Bu çalışmada, süt sığırı yetiştiriciliği perspektifinden, sıcaklık stresinin oluşumu, teşhisi, sığırların refahı, verim performansları üzerine etkileri ve yönetim önlemleri, ulusal ve uluslararası bilimsel araştırma makaleleri, derlemeler, tez, bildiriler, sempozyum, konferans, kitap ve internet kaynaklarının verileri ışığında ortaya konulması amaçlanmıştır. Yaz aylarında sıcak ve nemli koşullar altında barındırılan süt sığırları, vücut sıcaklığındaki bir artışı önlemek için yeterli vücut ısısının yayılmasını sağlayamaz. Artan hava sıcaklığı, sıcaklık-nem indeksi ve rektal sıcaklığın kritik eşiklerin üzerine çıkması, süt ineğinin refahını, fizyolojik fonksiyonlarını olumsuz etkilediği, kuru madde alımında, süt ve döl verimlerinde, buzağuların doğum ve büyüme performanslarında düşüslere neden olduğu belirlenmiştir. Yaz aylarında, artan hava sıcaklığı ve kritik eşik değerini aşan sıcaklık-nem indeksinden, hayvanları korumak için, suya yeterli erişim, havalandırmayı artıran sıcaklığı sınırlandıran gölgeliklerin sağlanması, barınakların yeterince havalandırılması ve devir daim fanlarla serinletilmesi, sprinklerin eklenmesi ve uygun altlık materyal kullanımının sağlanması gibi yaklaşımlar, vücut ısısını düşürür, hayvanın refahını ve verim performansını iyileştirir. Sonuç olarak, sıcaklık stresinin süt sığırının refahını, süt verimini, sütün kalitesini, döl verimini ve buzağularda doğum ve büyüme performansını olumsuz etkileyerek, üretkenlikte büyük düşüslere neden olduğu, hayvansal üretimin sürdürülebilirliği bakımından sıcaklık stresinin önlenmesi ve yönetilmesi, barınaklarda ısı azaltma uygulamalarının yaygınlaştırılması ve bu kapsamda teknolojilerin kullanılmasının yararlı olacağı kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Performans, Sıcaklık Stresi, Sıcaklık Stresinin Yönetimi, Süt Sığırı.

ABSTRACT

Demir M, Heat Stress and its Management in Dairy Cattle, Institute of Health Sciences, Department of Zootechnics, M.Sc. Thesis, Van, 2023. In this study, it is aimed to reveal the occurrence of heat stress from the perspective of dairy cattle, its diagnosis, the welfare of cattle, its effects on yield performances and management measures, in the light of national and international scientific research articles, thesis, reviews, symposium, conference, books and internet sources. Dairy cows housed under such conditions can not dissipate sufficient body heat to prevent an increase in body temperature. It has been determined that increasing air temperature, temperature-humidity index and rectal temperature above critical thresholds negatively affect the welfare and physiological functions of dairy cows, and cause decreases in dry matter intake, milk and reproductive yields, calves birth and growth performances. In order to protect animals from increasing air temperature and temperature-humidity index exceeding the critical threshold value in summer, approaches such as adequate access to water, providing a canopy that limits the temperature that increases ventilation, adequate ventilation of the shelters and cooling them with circulating fans, adding sprinklers and using appropriate litter materials. Increases body heat loss, lowers body temperature, improves animal welfare and yield performances. As a result, heat stress negatively affects the welfare of dairy cattle, milk yield, quality of milk, fertility and birth and growth performance of calves, causing major decreases in productivity. Therefore, it was concluded that the prevention and management of heat stress in animal production, the dissemination of heat reduction practices in farms and the use of technologies would be beneficial.

Key words: Dairy Cattle, Heat Stress, Heat Stress Management, Performace.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	II
ETİK BEYAN.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
ÖZET	V
ABSTRACT.....	VI
İÇİNDEKİLER	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ	X
TABLolar LİSTESİ.....	XI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Sıcaklık Stresi	3
2.2. Termonötral Bölge.....	5
2.2.1. Alt kritik sıcaklık	6
2.2.2. Üst kritik sıcaklık	6
2.3. Vücuttan Isı Dağılımı Mekanizmaları... ..	7
2.3.1. Radyasyon	7
2.3.2. Evaporasyon	7
2.3.3. Konveksiyon.....	8
2.3.4. Kondüksiyon.....	8
2.4. Sıcaklık Stresi Göstergeleri	9
2.4.1. Sıcaklık nem indeksi.....	9
2.4.2. Kalp atış hızı.....	12
2.4.3. Solunum hızı.....	14
2.4.4. Terleme oranı.....	15
2.4.5. Rektal sıcaklık	17
2.4.6. Vücut yüzey sıcaklığı	18
2.4.7. Yatma süresi	21
2.5. Sıcaklık Stresinden Korunma Yolları.....	22
2.5.1. Suyu yeterli erişim	22

2.5.2. Sprinkler sistemleri.....	23
2.5.3. Yeterli havalandırma ve fan sistemleri.....	23
2.5.4. Gölgelekler.....	24
2.5.5. Altlık malzemesi.....	25
2.5.6. Çatı izolasyonu.....	26
2.5.7. Kızılötesi termografi teknolojisi kullanımı.....	27
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	28
3.1. Gereç.....	28
3.2. Yöntem.....	28
4. BULGULAR.....	29
4.1. Sıcaklık Stresinin Üreme Performansına Etkisi.....	29
4.2. Sıcaklık Stresinin Yem Tüketimine Etkisi.....	32
4.3. Sıcaklık Stresinin Su Tüketimine Etkisi.....	33
4.4. Sıcaklık Stresinin Doğum Ağırlığına ve Büyüme Performansına Etkisi.....	35
4.5. Sıcaklık Stresinin Süt Verimine Etkisi.....	36
4.6. Sıcaklık Stresinin Süt Kompozisyonuna Etkisi.....	39
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	40
KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ.....	62
EKLER.....	63
EK 1. Tez Orijinallik Raporu.....	63

SİMGELER VE KISALTMALAR

ACTH	:	Adrenokortikotropik Hormon
°C	:	Santigrat Derece
kg	:	Kilogram
L	:	Litre
m²	:	Metrekare
nm	:	Nanometre
PGF_{2α}	:	Prostaglandin F ₂ Alfa
RH	:	Relative Humidity (Nispi Nem)
T	:	Temperature (Sıcaklık)
T_{db}	:	Kuru Termometre Sıcaklığı
T_{dp}	:	Çiğ Noktası
T_{wb}	:	Yaş Termometre Sıcaklığı
THI	:	Thermal Humidity Index (Sıcaklık Nem İndeksi)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	Süt sığırlarında sıcaklık stresinin bazı önemli sonuçları.....	4
Şekil 2.	Termonötral bölge ve konfor bölgenin şematik şekli.....	5
Şekil 3.	3 °C hava sıcaklığında süt ineklerinin termal profili.....	20
Şekil 4.	12 °C hava sıcaklığında süt ineklerinin termal profili.....	20
Şekil 5.	29 °C hava sıcaklığında süt ineklerinin termal profili.....	21



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.	THI'nın hesaplanmasında kullanılan bazı denklemler.....	10
Tablo 2.	THI'nın risk limitleri.....	11
Tablo 3.	THI'nın risk limitlerine ilişkin süt ineklerinin tepkisi	12
Tablo 4.	Sıcaklık stresi altındaki bazı süt sığırır ırklarının terleme oranları.....	16
Tablo 5.	Sıcaklık stresi altındaki bazı süt sığırır ırklarının rektal sıcaklık değerleri.....	18



1. GİRİŞ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ortalama daha yüksek sıcaklıklara, daha yüksek günlük maksimum değerlere ve daha sık ısı dalgalarına neden olabilir, bunların tümü çiftlik hayvanlarında sıcaklık stresini artırabilir, bu da et ve süt üretimini azaltır ve hayvanların üreme performanslarını düşürür. Hayvan üreticilerinin sıcaklık stresini azaltmak için kullandıkları yöntemler (hayvan yönetimi veya barınmada yapılan değişiklikler dahil) üretim maliyetlerini artırma eğilimindedir (Key ve Sneeringer, 2014). Aynı zamanda iklim değişikliği, mera verimi, kalitesi ve otlatma mevsiminin uzunluğu üzerindeki dolaylı etkileri yoluyla da süt ineklerini doğrudan etkileyecektir (Fodor ve ark., 2018).

Laktasyondaki süt inekleri, ısı stresine karşı çok fazla sayıda tepki gösterirler. Bu tepkiler, ısı kazancı ve ısı kaybı arasındaki ısı dengeyi kısmen kolaylaştırır, ancak aynı zamanda üretkenlikteki düşüşü de hesaba katar. Azalan süt verimi, ısı stresinin bir süt ineği üzerindeki en bilinen etkisidir ve süt üreticileri için önemli ekonomik kayıplara neden olur (Tao ve ark., 2020). Artan hava sıcaklığı, kritik sınırın üzerine çıkması durumunda, rektal sıcaklıkta artışa, yem tüketiminde ve süt veriminde düşüşe neden olmaktadır (West, 2003). Süt sığırlarında sıcaklık stresi sorunları, bir yandan iklim değişiklikleriyle, diğer yandan artan süt verimine bağlı metabolizma nedeniyle, daha sık ortaya çıkmaktadır (Noordhuizen ve Bonnefoy, 2015).

Hem sıcaklık stresini hem de buna karşılık gelen süt verimi kayıplarını tahmin etme ihtiyacı, sıcaklık stres seviyesiyle ilişkili sıcaklık ve nispi nem etkilerini birleştiren THI'nın geliştirilmesine yol açmıştır. Bir ortamda THI'nın belirli eşiklerin üzerinde olması durumunda, o ortamda bulunan hayvanların sıcaklık stresi altında olduğu kabul edilmektedir (Fodor ve ark., 2018). Sıcaklık stresi ile azalan süt verimi, THI 68'i aştığında gözlemlenir (Tao ve ark., 2020).

Sıcaklık stresi, süt sığırlarını birçok açıdan olumsuz etkileyerek süt verimlerinin ve diğer verim performanslarının azalmasına (Atrian ve Shahryar, 2012) hem de itlafa neden olduğundan ciddi ekonomik kayıplara yol açmaktadır (St-Pierre ve ark., 2003). Günümüzde büyük süt sığırı işletmeleri, sıcaklık stresi nedeniyle meydana gelen

ekonomik kayıplarını en aza indirmek için, yaz mevsiminde ineklerin östrus takiplerini bırakmayı dahi düşünmektedirler (Kirdeci 2015).

Yaz aylarında daha fazla görülen sıcaklık stresinin işletmelerin karlılığını azaltmaması için, sıcaklık stresinin etkisinin azaltılması gerekmektedir. Sıcaklık stresinin etkilerini azaltmak veya ortadan kaldırmak için farklı araştırmalar yapılmaya devam edilmektedir (Kirdeci, 2015).

Süt inekleri için, en uygun çevre sıcaklığı +10 ile +15 °C aralıdır. Hatta inekler alışksa ve besin madde ihtiyaçları tam olarak karşılanıyorsa sıcaklığın -20 °C ye kadar düşmesi ineklerin sağık ve refahını fazla etkilemez. Süt ineklerinde, düşük sıcaklık değil, yüksek sıcaklık refah ve verimi olumsuz etkilemektedir (Aral ve ark., 2019).

Daha yüksek verimli inekler, daha düşük verimli ineklere göre daha fazla sıcaklık stresi belirtisi sergilerler, çünkü daha yüksek verimli inekler, daha yüksek verim için daha fazla yem tükettiğinden daha fazla ısı üretmektedirler (Dairexnet, 2019).

Süt ineklerinde sıcaklık stresinin etkileri ile ilişkili üretim ve kârlılık kayıplarını en aza indirmek için, sıcaklık stresinin etkilerini en aza indirmek gereklidir. Bu nedenle, süt sığırlarında sıcaklık stresinin azaltılması ya da önlenmesi, ısıya dirençli hayvanların geliştirilmesi, hayvanların daha iyi beslenmesi, barınakların yapısal tasarım ve çevresel kontrolü bakımından geliştirilmiş olması gibi çok disiplinli bir yaklaşımla sağlanabilir (Armstrong, 1993).

Sıcak çevrelerde, süt ineklerinde etkili ve sürdürülebilir bir üretim için hâlen birçok araştırmaya ihtiyaç vardır (Atrian ve Shahryar, 2012).

Bu çalışmada, süt sığırı yetiştiriciliğı perspektifinden, sıcaklık stresinin oluşumu, teşhisi, sığırların refahı, verim performansları üzerine etkileri ve yönetim önlemleri, ulusal ve uluslararası bilimsel araştırma makaleleri, tez, derlemeler, kitap, sempozyum, konferans ve internet kaynaklarının verileri ışığında ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sıcaklık Stresi

Tarımın yoğunlaşması ile birlikte hayvansal üretimdeki artış küresel üretimi artırmakta, ancak yükselen ekonomilerde artan küresel sıcaklıklar, küresel süt endüstrisinin karşı karşıya olduğu önemli bir sorun haline gelmiştir (Schär ve ark., 2004; Renaudeau ve ark., 2012; Polsky ve von Keyserlingk, 2017).

Sığır yetiştiriciliğinde sıcaklık stresinin yönetimi, artan aşırı hava olayları, iklim değişikliği, verimlilik ve hayvan refahı ile ilgili toplumsal kaygılar gibi birçok faktör tarafından dolayı ön plana çıkmıştır (Brown-Brandl ve ark., 2003).

Süt ineğinin, sıcaklık stresine karşı duyarlılığını ırk, doğum sayısı, süt verim düzeyi, laktasyon evresi, yem alım seviyesi, rasyon bileşimi, vücut kondisyon skoru, davranış, barınak koşulları, otlatma koşulları, rasyondaki yemlerin kalitesi, hayvan yoğunluğu, su mevcudiyeti, beden rengi, beden kılının sıklığı ve uzunluğu gibi birçok faktör etkilemektedir (Chase, 2014; Noordhuizen ve Bonnefoy, 2015).

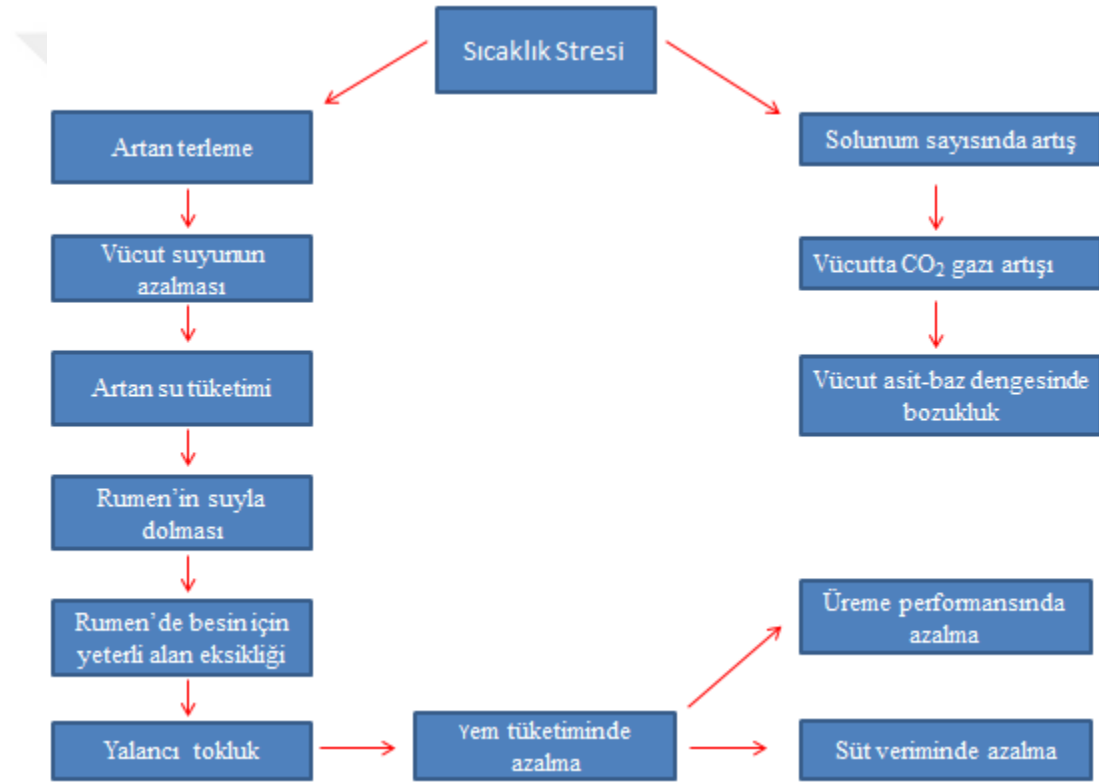
Sıcaklık stresine, güneş etkisi ile meydana gelen radyasyon, yüksek hava sıcaklığı ve nispi nem gibi çevresel faktörler sebep olur (Alkoyak ve Çetin, 2016). Sıcaklık stresi basitçe, ineğin vücut ısıl dengesini korumak için yeterli miktarda ısıyı dağıtamadığı nokta olarak tanımlanır (Chase, 2014) ve buharlaşan ısı salınımının ineği soğutmak için yeterli olmadığında başlar (Kadzere ve ark., 2002).

Süt sığırlarının vücut ısısı, sıcak havaya karşı büyük hassasiyet gösterir (Akari ve ark., 1987). Özellikle, yüksek verimli süt sığırları, düşük verimli ineklere kıyasla termo-nötr bölgeleri oldukça sınırlı olduğundan hassas olacaktır (Kadzere ve ark., 2002). Ancak, sığırların ısı stresine verdiği fizyolojik tepkinin nasıl oluştuğu ve bu olumsuz etkilerin tam olarak neleri kapsadığı net olarak belirlenmemiştir (Noordhuizen ve Bonnefoy, 2015). Yine de, süt ineklerinin, yüksek metabolik ısı üretimi ve ısı stresi sırasında yem alımının azalması nedeniyle, yüksek ortam sıcaklıklarına duyarlı oldukları, bunun da rumen fermentasyonunun ve süt veriminin azalmasına neden olduğu (Collier et al., 2012), ortam sıcaklığının, süt üretimini ve retikülorumen sıcaklığını etkilediğini, retikülorumen sıcaklığının, yaz mevsiminde, ilkbahar, sonbahar ve kış

mevsimlerine göre daha yüksek olduğu, ortam ısısı arttıkça daha fazla süt verimli ineklerde retikülorumen sıcaklığının daha çarpıcı bir şekilde arttığı, yüksek verimli ineklerin düşük verimli ineklere göre sıcaklık stresine daha duyarlı oldukları bildirilmiştir (Liang ve ark., 2013).

Uzun süreli veya aşırı stres durumunda geçici iklimlendirme yeterli değilse, hayvanlar temel işlevlerde ciddi veya geri dönüşü olmayan değişikliklere maruz kalabilirler (Silanikove, 2000).

Süt sığırlarında sıcaklık stresinin bazı önemli sonuçları Şekil 1’de verilmiştir.



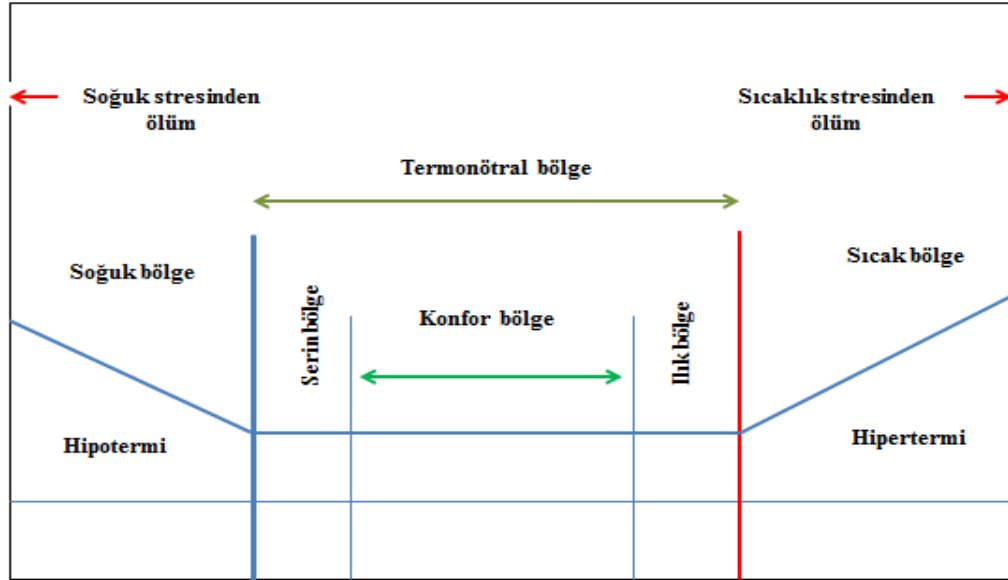
Şekil 1. Süt sığırlarında sıcaklık stresinin bazı önemli sonuçları (Pejman ve Shahvar, 2012).

2.2. Termonötral Bölge

Vücut ısısı, bir ineğin fiziksel çevresi ile arasındaki etkileşimin en yaygın ve kullanışlı göstergesidir. Vücut ısındaki değişiklikler, termal dengenin çevre ortamına uyumunu yansıtır (Renaudeau ve diğerleri, 2012). Genel olarak, ineklerde vücut sıcaklıkları, günlük 0.8 ile 1.8 °C'lık değişim ile 38.6 ile 39.2 °C arasında değişir (Piccione ve Refinetti, 2003). Süt sığırlarının vücut sıcaklığındaki 1°C ya da daha az meydana gelen artışlar bile dokuların bütünlüğü ve metabolizma üzerinde bozucu etki yapmakta, özellikle vücut proteinlerinin parçalanmasına ve verimde önemli azalmalara yol açmaktadır (Alkoyak ve Çetin, 2016). Bu nedenle, süt sığırlarının verimlilik performanslarını sürdürmelerinde 'termonötral bölge' büyük önem taşımaktadır.

Termonötral bölge, rektal sıcaklıkta minimum ısı üretimi bölgesi olarak tanımlanır (Pejman ve Shahryar, 2012). Termonötral bölge ve sıcaklık etkilerinin bilinmesi, hayvan yetiştirmede, önleyici ve azaltıcı önlemlerin ne zaman uygulanacağını belirlemeye yardımcı olabileceğinden, çiftçiler için birincil öneme sahiptir (Morignat ve ark., 2015).

Şekil 2'de termonötral bölge ve konfor bölgesinin şematik şekli verilmiştir.



Şekil 2. Termonötral bölge ve konfor bölgesinin şematik şekli (Kadzere ve ark., 2002).

Roelfeldt (1998), laktasyondaki süt ineklerinin 5-25 °C arasındaki ortam sıcaklıklarını "termonötral" olarak tercih ettiklerini, benzer şekilde, Hahn (1981)'da süt sığırlarında verim kayıplarının sınırlandırılması için ortalama günlük sıcaklık aralığının 4-24 °C arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Morignat ve ark. (2015), süt ve besi sığırlarında sıcak ve soğuk stresini karşılaştırdıkları bir çalışmada, termonötral bölge dışında, THI'nin her 1 °C' lik artışı veya azalmasında %4.4 ile %5.6 arasında değişen bir oranda ölüm riski artışına neden olduğunu bildirmişlerdir.

2.2.1. Alt kritik sıcaklık

Alt kritik sıcaklık, dinlenme durumundaki bir canlının vücut ısı dengesini korumak için ısı üretim hızını artırdığı (Kadzere ve ark., 2002; Aggarwal ve Upadhyay, 2013) veya vazokonstriksiyona neden olmadan, yemden yararlanma kabiliyetinin maksimum düzeyde sürdürülmesine imkn sağlayan alt sıcaklıktır (Berman ve Meltzer,1973).

Bligh (1973), süt ineklerinde ortam sıcaklığının 5 °C'nin altında -15 °C'ye kadar düşmedikçe süt verimlerinde kayda değer bir düşüşün olmadığını bildirmiştir. Ayrıca, alt kritik sıcaklığı, Spiers ve ark. (2004) süt inekleri için -13.9 °C, Hamada (1971) yağa göre düzeltilmiş günlük süt verimi 10 kg olan süt inekleri için -4 °C, 20 kg olan süt inekleri için -10 °C ve Kadzere ve ark. (2002) ise günlük süt verimi 30 kg olan süt inekler için -16 ile -37°C arasında olduğunu bildirmişlerdir.

2.2.2. Üst kritik sıcaklık

Üst kritik sıcaklık, sıcaklık stresi etkilerinin hayvanı etkilemeye başladığı (Chase 2014) ve hayvanın kendi vücudunu serinletmek için fizyolojik ayarlamalar yaptığı sıcaklıktır (Hahn ve ark., 1990).

Üst kritik sıcaklık sınırının aşılması durumunda, vücuttaki buharlaşma, ısı emisyonu talebini karşılayamaz, dış ortama uyum sağlamak için, sıcaklık düzenleme mekanizması vücut sıcaklığını artırmak zorunda kalır ve hayvan sıcaklık stresine girer (Hahn ve ark., 1990).

Berman ve ark. (1985), Holştayn ırkı inekleri için, üst kritik sıcaklık sınırının 25-26 °C olduğunu, ancak vücut sıcaklığındaki artışın minimize edilmesi için, çevre sıcaklığının 25 °C'nin üzerinde olması durumunda gerekli tedbir uygulamalarının başlatılmasının yararlı olacağını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, süt sığırları için, üst kritik sıcaklığını, Bligh (1973) 26 °C, Spiers ve ark. (2004) 27.2 °C, Herbut ve ark. (2015) 24-27 °C olarak bildirmişlerdir.

2.3. Vücuttan Isı Dağılımı Mekanizmaları

2.3.1. Radyasyon

Her sıcakkanlı canlı, vücut yüzeyinden foton halinde elektromanyetik enerji saçmaktadır. Vücut yüzeyinden saçılan fotonlar ışık hızı ile hareket ederler ve bir engelle çarpınca bu engel (hava, su, katı) tarafından emilirler. Isı arttıkça foton saçma miktarı artar (Noyan, 1988) . Cisimler farklı sıcaklıklarda ise, daha sıcak olan cisimden daha soğuk olan cisme net bir ısı transferi vardır. Bu net ısı transferi, vücut tarafından kızılötesi radyasyonun emilmesi veya yayılması yoluyla ısı kaybı veya kazanımını içerir (Kadzere ve ark., 2002). Vücut sıcaklığı hava sıcaklığından fazla ise, vücut yüzeyinden ayrılan foton enerjisi hava tarafından emilir ve vücut ısı enerjisi kaybeder. Hava sıcaklığı vücut yüzeyi sıcaklığından fazla ise, havanın saçtığı foton enerjisi vücut tarafından emilir, vücut ısı enerjisi kazanır (Noyan, 1988).

Radyasyon yoluyla ısı dağılımı, çevre sıcaklığının vücut sıcaklığından daha düşük olduğu geceleyin görülmekte olup, geceleyin ısı akışı ters yöndedir ve hayvanın vücudundan çevreye doğru ısı yayılımı olmaktadır (Kadzere ve ark., 2002). Siyah inekler, gündüzleri beyaz ineklerden daha erken sürede ısı stresinin etkilerini hissederler, ancak geceleri ısıyı daha iyi yaydıklarından dolayı, ısı stresinden daha hızlı uzaklaşırlar (Pejman ve Shahryar, 2012).

2.3.2. Evaporasyon

Suyun, sıvı durumdan gaz durumuna geçerken enerji alması gerekir. Evaporasyonda (buharlaşmada) sarfedilen enerjinin büyüklüğü, ısı dengesi üzerine çok etkilidir. Normal durumda bu yolla ısı kaybı azdır. Fakat sıcak bir ortamda terleme ile

ısı kaybı, en etkili ısı kaybı mekanizmasıdır (Noyan,1988). Evaporasyon, deri ve solunum yolları vasıtasıyla terin veya nemin buharlaşmasıyla meydana gelir. Yüksek bağıl nem, hayvanın evaporasyon yoluyla ısı kaybetme yeteneğini sınırlandırır (Pejman ve Shahryar, 2012).

Evaporasyon, sığırların dış yüzeyinden buharlaşma ile soğutmayı gerçekleştirdiğinden önemlidir. Evaporasyon, sıcak ve kuru koşulların olduğu ortamlarda en etkili ısı kaybetme yöntemidir (Kadzare ve ark., 2002).

Johnson (1976), evaporasyonla soğutmada toplam ısı kaybının (üretilen ısıya) oranındaki farklılıkların türe göre değişken olduğunu ve sığırlarda evaporasyonun 16.6-18.3 °C'de belirgin şekilde artmaya başladığını bildirmiştir.

2.3.3. Konveksiyon

İçinde sıcak su bulunan bir kabın etrafına dolanmış bir borudan soğuk su geçirilirse, sıcak suyun ısı, soğuk su tarafından alınıp uzaklaştırılır. Bu tür ısı alış-verişine (kaybına) konveksiyon denir. Eğer vücut sıcaklığı hava sıcaklığından fazla ise, vücut yüzeyindeki hava ısınır ve vücuttan uzaklaşarak, yerini soğuk havaya terk eder. Konveksiyon ile vücut ısısının kaybı için, vücut yüzeyi ısı ile ortam ısı arasında ısı farkı olması gerekir. Vücut ısı ile ortam ısı aynı olursa, konveksiyon olmaz, vücut ısı kaybedemez. Hava sıcaklığı vücut yüzey sıcaklığından fazla olursa, vücut konveksiyon ile ısı kazanır (Noyan, 1988).

2.3.4. Kondüksiyon

Kondüksiyon, ısının sıcaktan soğuğa doğru transferi ilkesine dayanır (Pejman ve Shahryar, 2012). Kondüksiyon yolu ile ısı transferi ancak vücut bir cisim ile temasta bulunduğu zaman olur. Örneğin taş, toprak, tahta bir zemin üzerine oturmuş ya da yatmış bir vücut, zeminin ısı vücut ısısından az ise, vücut kondüksiyon yoluyla ısı kaybeder (Noyan, 1988). Dolayısıyla, doğrudan temas halindeki iki ortam arasındaki ısı akışı, kondüksiyon yoluyla ısı değişimi olarak tanımlanır. Süt sığırları için, kondüksiyon yoluyla ısı değişimi, hayvan ile onu çevreleyen hava ortamı, hayvan ile katı veya hayvanın doğrudan temas halinde olabileceği diğer herhangi bir ortam arasında olur

(Kadzere ve ark., 2002). Kondüksiyon yoluyla ısı transferi, vücudun temasta bulunduğu cismin iletkenliğine ve temas alanına bağlıdır (Schmidt-Nielsen, 1964; Noyan, 1988).

2.4. Sıcaklık Stresi Göstergeleri

2.4.1. Sıcaklık nem indeksi

Yetişkin süt sığırları, yeterli yiyeceğe sahip oldukları sürece, genel olarak sıfırın altındaki sıcaklıklara komplikasyon olmadan dayanabilirler. Ancak, 22 °C'nin üzerindeki çevre sıcaklıkları, yüksek nem ve yüksek güneş radyasyonu ile birleştiğinde, sıcaklık stresini oluştururlar (Alaniz ve ark., 2019). Ortam koşullarında hava sıcaklığı ve nem, göreceli kolay kaydedilmektedir (Boyu ve ark., 2020). Bu nedenle, hava sıcaklığı ve nispi nemin birleşik etkilerini temsil eden, sıcaklık stresinin seviyesini belirleyen ve hayvanların konforu ile ilişkili olan THI geliştirilmiştir (Alaniz ve ark., 2019).

Sıcaklık, nemli koşulların vücut ısısı üzerinde etkili olmasına aracılık eder (West, 2003). Böyle bir ortamda, inek kendini yeterince soğutamayacağı bir noktaya gelir ve vücut ısısı artar (Bligh, 1973).

THI'nın hesaplanmasında kullanılan bazı denklemler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. THI'nin hesaplanmasında kullanılan bazı denklemler.

Denklemler	Kaynaklar
$THI = 1.8 \times (0.35 \times T_{db} + 0.65 \times T_{wb}) + 32$	Bianca, (1962)
$THI = [(T_{db}) + (0.36 \times T_{dp}) + 41.2]$	Chase, (2014)
$THI = 1.8 \times (0.55 \times T_{db} + 0.2 \times T_{wb}) + 49.5$	Johnson, (1965)
$THI = (0.8 \times T_{db}) + [(RH/100) \times (T_{db} - 14.4)] + 46.4$	Mader ve ark., (2006)
$THI = (0.55 \times T_{db} + 0.2 \times T_{dp}) \times 1.8 + 32 + 17.5$	NRC, (1971)
$THI = (1.8 \times T_{db} + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T_{db} - 26.8)]$	NRC, (1971)
$THI = 1.8 \times [0.4 \times (T_{db} + T_{wb})] + 47$	Thom, (1959)
$THI = 1.8 \times (0.15 \times T_{db} + 0.85 \times T_{wb}) + 32$	Thom, (1959)
$THI = 1.8 \times [0.4 \times (T_{db} + T_{wb})] + 40.6$	Thom, (1959)
$THI = T_{db} + 0.36 \times T_{dp} + 41.2$	Yousef, (1985)

T_{db} : Kuru termometre sıcaklığı

T_{dp} : Çiğ noktası

T_{wb} : Yaş termometre sıcaklığı

THI : Thermal humidity index (Sıcaklık nem indeksi)

THI'nin risk limitleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. THI'nın risk limitleri (Alaniz ve ark., 2019).

		Sıcaklık (°C)										
		24	26	28	30	32	34	36	38	40		
Bağıl Nem (%)	20	68	70	72	74	76	78	80	82	84	Normal	
	25	68	70	72	74	76	79	81	83	85		
	30	68	71	73	75	77	79	82	84	86		
	35	69	71	74	76	78	80	83	85	87		
	40	69	72	74	77	79	81	84	86	89	Hafif Stres	
	45	70	72	75	77	80	82	85	87	90		
	50	70	73	76	78	81	83	86	89	91		
	55	71	74	76	79	82	84	87	90	92	Şiddetli Stres	
	60	71	74	77	80	83	85	88	91	94		
	65	72	75	78	81	83	86	89	92	95	Acil Durum	
	70	72	75	78	81	84	87	90	93	96		
	75	73	76	79	82	85	88	91	95	98		
	80	73	76	80	83	86	89	92	96	99		
85	74	77	80	84	87	90	94	97	100			
90	74	78	81	84	88	91	95	98	101			
95	75	78	82	85	89	92	96	99	103			
100	75	79	82	86	90	93	97	100	104			

THI'nın risk limitlerine ilişkin süt ineklerinin tepkileri ise Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. THI'nın risk limitlerine ilişkin süt ineklerinin tepkisi (Chase, 2014).

THI	Stres Düzeyi	Süt İneklerinin Tepkisi
< 72	Yok	
72-79	Hafif	Süt inekleri gölge arayarak, solunum hızını artırarak ve kan damarlarının genişlemesini sağlayarak uyum sağlar. Süt verimi üzerindeki etkisi minimumdur.
80-89	Orta	Hem tükürük salgısı hem de solunum hızı artacaktır. Yem alımı azalabilir ve su tüketimi artacaktır. Vücut ısısında bir artış olacaktır. Süt ve döl verimleri azalacaktır.
90-98	Şiddetli	İnekler, yüksek vücut ısısı, hızlı solunum ve aşırı tükürük üretimi nedeniyle çok rahatsız olurlar. Süt ve döl verimleri önemli ölçüde azalacaktır.
>98	Tehlikeli	Potansiyel inek ölümleri meydana gelebilir.

THI 72 değeri, 25°C'ye ve %50 bağıl neme denk gelmektedir. THI 72'yi geçerse, inek sıcaklık stresinden rahatsız olmaya başlar (West, 2003). THI 78 ile 82 arasında olduğunda inek ciddi şekilde sıcaklık stresinden etkilenir ve üretimin sürdürülebilir olması için, hayvanın yapay yollarla soğutulması gereklidir. THI 82'nin üzerinde ise, sıcaklık stresine duyarlı ineklerde üretim durabilir veya üretkenliğini azaltabilir, hatta ölümlere yol açabilir (Du Prez ve ark., 1990).

2.4.2. Kalp atış hızı

Kalp atış hızı çiftlikte ölçülebilir ve geviş getiren hayvanlarda ısı stresi koşulları altında metabolik enerji harcamasını tahmin etmek için kullanılır (Brosh, 2007; Green, 2011). Vücut ısısını korumak için kullanılan enerji harcaması arttıkça, üretimle ilgili faaliyetler için tutulan enerji azalacaktır. Bu nedenle kalp atış hızı, ısı stresinin dolaylı bir göstergesi olarak kullanılabilir (De Shazer et al., 2009; Kadzere et al., 2002; West, 2003).

Mevcut kalp atış hızı monitörü tasarımları, elektrokardiyograf analizine dayanmaktadır ve bu birimler, verileri uzaktan ileterek, insanların hayvanlara yakın olmalarını en aza indirir (Boyu ve ark., 2020). Kalp atış hızı kaudal arterin dakikadaki atım sayısı olarak ölçülmektedir (Lemerle ve Goddard, 1986). Yetişkin bir ineğin kalp

atış hızı dakikada 48 ila 84 atım arasındadır (NADIS, 2021). Kalp atış hızı, genel metabolik durumla birlikte dolaşımın normal olduğunu gösterir (Sejian ve ark., 2010). Kardiyolojik solunum sistemi mevsim, gün zamanlamaları, ortam sıcaklığı, nem ve egzersiz gibi birçok faktör tarafından etkilenir (Marai ve ark., 2007).

Bun ve ark. (2018), kalp atış hızı değişkenliğinin analiz edilmesinin, hayvanların ısı toleransını değerlendirmek için yararlı olacağını, bu analizden elde edilecek verilerin, adapte edilmiş yüksek performanslı süt ineklerinin belirlenmesi konusunda araştırmacılara ve çiftçilere rehberlik edebileceğini bildirmişlerdir.

Kalp atış hızı, sıcaklık stresi ve diğer stres faktörleri tarafından etkilenebilen fizyolojik parametredir (Kadzere ve ark., 2002; Das ve ark., 2011). Bir vücudun ısıya maruz kalması sırasında kalp debisi artar. Atım hacminin korunduğu veya çok az arttığı dikkate alındığında, bu sürecin arkasındaki birincil itici gücün kalp atış hızındaki artışın olduğu bildirilmiştir (Johnson ve Proppe, 1996). Kalp atış hızı, sıcaklık stresinden etkilendiğinden, zorlu çevre koşullarında çiftlik hayvanlarının güvenilir bir göstergesi olarak değerlendirilir (Das ve ark., 2011). Kalp atış hızı, bazal metabolizma hızına ve mevsimsel tüketilen gıda miktarına bağlı olarak da değişir (Indu ve Pareek, 2015).

Süt ineklerinde, sıcaklık stresine verilen fiziksel tepkilerin ırka özel olduğu (Finch, 1986), Jersey ırkının, sıcaklık stresine, Holştayn ırkına göre daha az duyarlı olduğu (Sharma ve ark. 1983) bildirilmiştir. Bianca (1965), kalp atış hızının düşmeye başladığı ortam sıcaklıklarını, laktasyondaki Jersey ve Holştayn ineklerinde 27 °C, İsviçre Esmeri ineklerinde 29 °C olduğunu, çevre sıcaklığı 32-38°'ye yükseltildiğinde (akut ısı stresi), aynı hayvanların nabız hızlarının yükselmeye başladığını belirtmiştir.

Du Preez (2000), ortalama 29.1 °C'de sıcaklık stresine maruz bırakılan ve 18.1 °C'de barındırılan Holştayn ineklerde kalp atış sayılarını sırasıyla, 77 ve 72 olarak tespit etmiştir. Dalcin ve ark. (2016) sıcaklık stresi altındaki Holştayn ineklerde kalp atış sayısının dakikada ortalama 78.44 atım olduğunu, bu değer, referans aldıkları (40-60 atım/dakika) değer aralığından yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Rejeb ve ark. (2016), ortam sıcaklığı 37.35 °C, bağıl nemi %31.25, THI 83.27 olan bir ortamda bulundurulan Holştayn ineklerinde kalp atış sayısını dakikada 78.05 olarak tespit etmişlerdir. Kovács ve ark. (2018), gölgesiz alanda aşırı ısı yüklü koşullarına maruz

kalan Holştayn erkek buzağlarının, gölgelik alanda tutulan buzağlardan daha yüksek kalp atış sayısına sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Purwanto ve ark. (1990) termonötral koşullarda, yüksek ve orta seviyede süt üreten Holştayn inekleri ile kuru dönemdeki Holştayn ineklerin kalp atış sayılarını araştırdıkları çalışmada, dakikada kalp atış sayılarını, gruplarda sırasıyla 80, 75.9 ve 69.7 olduğunu, bu değerlerden de yüksek verimli ineklerin, dakikadaki kalp atış sayılarının daha fazla olduğunu ve bu durumun, yüksek süt verimli hayvanların daha yüksek ısı ürettikleri durumu ile tutarlı olduğunu bildirmişlerdir.

2.4.3. Solunum hızı

Solunum hızı veya nefes nefese kalma bir erken uyarı göstergesidir. Isı stresinin başlangıcında, hayvanın vücudu, fazla ısyı dağıtmak için solunum hızını artırabilir (Boyu ve ark., 2020). Silanikove (2000), nefes nefese kalmanın beyni ısı stresi altında soğutmanın iyi bir yolu olduğunu bildirmiştir.

Solunum hızının ölçümü, genellikle hayvanı rahatsız etmeden kronometre kullanılarak dakikadaki yan hareketleri sayılarak görsel olarak belirlenir (Shaji ve ark., 2016). Nefes nefese kalma sıklığının izlenmesi, insan gözlemiyle veya sabit zaman aralıklarında video kayıtlarının taranmasıyla da gerçekleştirilebilir (Scharf ve ark., 2012).

Yetişkin sığırlarda normal solunum sayısı (nefes/dakika) 24-36 arasında değişir, ancak 12-36 arasında daha geniş bir aralığa sahip olabilir. Sığırlarda solunum hızının ölçümü, sağlık durumunu izlemek için değerli bir araçtır. Sıcaklık stresi, normal solunum hızının sapmasına neden olur (Strutzke ve ark., 2018). Sıcaklık stresi altında solunum hızı, rektal sıcaklığından önce yükselir, yüksek sıcak ortamlarda, solunum hızı artmış hayvanlar gözlemlenebilir (Ferreira ve ark. 2006; Marai ve ark. 1999). Bu nedenle, solunum hızının sürekli izlenmesi, sıcaklık stresinin erken saptanmasına yardımcı olabilir ve böylece fiziksel stresi en aza indirmek için zamanında karşı önlem eylemleri başlatabilir (Strutzke ve ark., 2018).

Morais ve ark. (2008), kuru ve yağışlı dönemlerde sabah saatlerinde, solunum sayısının normal aralıkta olduğunu bildirmişlerdir. Sığır barınaklarında, günlük ortalama sıcaklığın 27.7 °C'ye ulaşması durumunda, bu sıcaklık artışının, solunum

dinamiklerini etkileyen, önemli bir sıcaklık stresi faktörü haline geldiği (Ruban ve ark., 2020), artan ortam sıcaklığına ve bağıl neme maruz kalan sığırlarda daha yüksek sayıda solunum gözleendiği (Upadhyay ve ark., 2009) ve farklı çevresel sıcaklıklara maruz kalma sırasında, vücut sıcaklığının korunmasına, solunum hızının büyük ölçüde katkı sunduğu (Rashamol ve ark., 2018) bildirilmiştir.

Legates ve ark. (1991), kontrollü bir atmosfer odasında 40 °C ve 34 mm Hg buhar basıncına maruz bırakılan Jersey, Guernsey, Ayrshire ve Holştayn sığırlarının sıcak koşullara toleransını araştırdıkları çalışmada, solunum hızı bakımından bu ırklar arasında önemli farklılıkların olduğunu, sıcak koşullara tolerans sırasını Jersey, Guernsey, Ayrshire ve Holştayn olarak bildirmişlerdir.

Ortam sıcaklığı 37.35 °C, bağıl nemi %31.25, THI 83.27 olan bir ortamda bulundurulan Holştayn ineklerde solunum sayısını dakikada 79.4 olarak bildirilmiştir (Rejeb ve ark., 2016). 29.1 °C'de sıcaklık stresine maruz bırakılan Holştayn ineklerde, dakikada solunum sayısını 81.3 (Du Preez, 2000), serin ve sıcak ortamlarda barındırılan Holştayn, Jersey ve Australian Milking Zebu sığırlarında, dakikada ki solunum sayılarını sırasıyla, 65.2 ve 85.3; 51.2 ve 75.7; 50 ve 69.5 (Srikandakumar ve Johnson, 2004), sıcaklık stresi altındaki Holştayn, $\frac{3}{4}$ Holştayn ($\frac{3}{4}$ Holştayn x $\frac{1}{4}$ Girolando) ve $\frac{1}{2}$ Holştayn ($\frac{1}{2}$ Holştayn x $\frac{1}{2}$ Girolando) sığırları için ise dakikada ki solunum sayıları, 81.74, 52.86 ve 77.47 olarak (Dalcin ve ark., 2016) bildirilmiştir.

2.4.4. Terleme oranı

Terleme veya terleme hızı, çeşitli fizyolojik ve davranışsal tepkiler arasında yüksek ortam sıcaklıklarına verilen bariz tepkilerden biridir. İnekler, buharlaşmalı ısı transferi yoluyla terlemeyi etkili bir soğutma sistemi olarak kullanırlar. Terleme hızı, birim deri alanı başına düşen ter bezlerine ve kan akış hızına büyük ölçüde bağlıdır (Blazquez ve ark., 1994). Ayrıca, terleme, rüzgar hızı, hava sıcaklığı, bağıl nem, termal ve güneş radyasyonu gibi hava parametrelerinden etkilenir. Deri yüzeyinden buharlaşmalı soğutmanın etkinliğini etkileyen diğer faktörler, kürk veya kıl örtüsünün fiziksel ve optik özellikleri, kıl örtüsünün yoğunluğu ve kalınlığı, kıl uzunluğu, kılın ve derinin rengidir (Gebremedhin ve ark. 2008).

Terleme oranı, bir sığırın doğal habitatında sırt yüzeyindeki bir numune alanından gelen hava ile ortam havasının nem oranındaki farktan, numune ve ortam alanı havasının nem oranları ise, bağıl nem, hava sıcaklığı ve hacimsel akış hızı ölçümlerinden hesaplanmaktadır. Bu değişkenler, “Taşınabilir Kalorimetre” ile ölçülmektedir (Gebremedhin ve ark., 2008). Ayrıca, bir ustura ile kırılmış ve tıraşlanmış süt ineği derisinin ve kılların üst kısmının (kırılmamış ve tıraş edilmemiş) omuz bölgelerinin terleme oranını ölçmek için, “Evapometre” cihazı kullanılmaktadır (Rungruang ve ark., 2014).

Deri nem kaybının ölçülmesi teknik olarak zordur ve deri nem kaybı 77 ve 279 g.m⁻².h⁻¹ aralığında oldukça değişkendir (Blazquez ve ark.,1994; Robertshaw ve Vercoe, 1980).

Sıcaklık stresi altındaki bazı süt sığırı ırklarının terleme oranları Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Sıcaklık stresi altındaki bazı süt sığırı ırklarının terleme oranları.

İrk	Terleme oranı (g·m⁻²·h⁻¹)	Hava sıcaklığı (°C)	Nispi nem (%)	Kaynak
Ayrshire	160	42	28	Ferguson ve Dowling (1955)
Holştayn	350	33	32	Maia ve ark., (2005)
Holştayn	213	45	20	McDowell ve ark., (1961)
Holştayn	360	40.6	61	McDowell ve ark., (1961)
Jersey	118	29.5	-	Da Silva ve ark., (1988)
Jersey	642	38	36	Pan ve ark., (1969)
Jersey	374	30	47	Allen ve ark., (1970)
Jersey	235	27	54	Allen ve ark., (1970)
Shorthorn	340	30.7	47	Finch ve ark., (1982)

2.4.5. Rektal sıcaklık

Rektal sıcaklık, çekirdek vücut sıcaklığının bir göstergesi olup, verim performansı ile yakından ilişkili, termonötral bölgede neredeyse sabit, ancak artan ortam sıcaklığı ile artma eğilimi gösteren (Boyu ve ark., 2020), klinik termometre (Lemerle ve Goddard, 1986) ya da yüksek performanslı dijital termometre (Wheelock ve ark., 2010) kullanılarak ölçülen fizyolojik parametredir.

Genel olarak, inek vücut sıcaklıkları, 38.6-39.2 °C arasında değişir (Piccione ve Refinetti, 2003). Rektal sıcaklığın artışı, ısı salınımı mekanizmalarının homeotermiyi sürdürmek için yetersiz hâle geldiğini göstermektedir (Du Preez 2000; Perissinotto ve ark., 2007). Holştayn sığırlarının vücut ısısının stabilitesini koruyabildiği ortam sıcaklığının üst limiti 25-26 °C olarak bildirilmiştir (Berman ve ark., 1985). Vücut sıcaklığının, bu sıcaklık değerlerinin üzerine çıkması durumunda döl ve süt verim performansları düşer. Bu nedenle, yetiştirme prosedürleri, 25 °C'nin üzerindeki ortam sıcaklıklarında vücut sıcaklığındaki artışı önlemek veya azaltmak için müdahale edilmesi gerektiğini öngörmektedir (Berman ve ark., 1985).

Zoa-Mboe ve ark. (1989), gölgesiz alanda bulundurulan Holştayn ineklerinin, gölgeli alanda bulundurulan ineklere kıyasla, daha yüksek rektal sıcaklığa sahip olduklarını, günün 14:00 ile 15:00 saatleri arasında ölçülen rektal sıcaklığın, gölgeli alandaki inekler için 39.6 °C, gölgesiz alandaki inekler için 40.2 °C olduğunu bildirmişlerdir.

Burfeind ve ark. (2012), THI 59.8 olduğu ılıman çevrede, Holştayn ineklerin %7.4'ünün rektal sıcaklığının ≥ 39.5 °C, THI 74.1 olduğu sıcak çevrede ise, ineklerin %28.1'inin rektal sıcaklığının ≥ 39.5 °C olduğunu bildirmişlerdir.

Du Preez (2000) vücut sıcaklığının 42-43 °C'yi geçene kadar, artan bir oranda yükselmesi durumunda, merkezi sinir sistemi ve diğer yapılarda hasar (sıcak çarpması) ve olası ölümcül sonuçlar olacağını bildirmiştir.

Sıcaklık stresi altındaki bazı süt sığırı ırklarının rektal sıcaklık değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Sıcaklık stresi altındaki bazı süt sığırı ırklarının rektal sıcaklık değerleri.

İrk	Rektal sıcaklık (°C)	Hava sıcaklığı (°C)	Nispi nem (%)	Kaynak
Ayrshire	40.3	42	28	Ferguson ve Dowling (1955)
Jersey	39.2	30	47	Allen ve ark., (1970)
Jersey	38.9	27	54	Allen ve ark., (1970)
Shorthorn	39.2	30.7	47	Finch ve ark., (1982)
Holştayn	39.3	29.1	-	Du Preez (2000)
Holştayn	39.3	33	32	Maia ve ark., (2005)
Holştayn	39.2	37.5	31.25	Rejeb ve ark., (2016)

2.4.6. Vücut yüzey sıcaklığı

Memelilerde deri, vücut ile çevre arasındaki ısı alışverişinde önemli bir role sahiptir (Rashamol ve ark., 2018). Memelilerin deri sıcaklığı, vücudun iç bölgelerinin sıcaklığından yaklaşık 5 °C daha düşüktür (Adams ve ark., 1980). Aynı türden hayvanların vücut yüzey sıcaklığı bakımından geniş varyasyon gösterdikleri, kızılötesi termograflerin ırk, cinsiyet, anatomik ölçüm bölgesine, hayvanların maruz kaldığı iklim ortamına göre duyarlılık gösterdiği, genel olarak kızılötesi termografi ile ölçülen vücut yüzey sıcaklıklarının 28.40-36.88 °C arasında olduğu bildirilmiştir (Salles ve ark., 2016).

Günümüzde teknolojik olarak gelişmiş kızılötesi termografler hem insan hem de hayvan çalışmalarında uygulanabilmektedir. Bu cihazlar, tek bir fotoğrafın yanı sıra vücut yüzeyindeki sıcaklık dağılımı ve/veya dalgalanmaların videolarının çekilmesini sağlar (Godyń ve ark., 2019). Aslında termografi, sıcaklıktaki küçük değişiklikleri tespit edebilir ve bunları hassasiyetle izleyebilir. Termografi ile vücut yüzey sıcaklığının belirlenmesi yaygın olarak kullanılmamakta (Bouzida ve ark., 2009), hem çalışanlara hem de hayvanlara zarar vermemektedir (Salles ve ark., 2016). Ayrıca, vücut yüzey sıcaklığı mikroişlemci tabanlı bir el termometresine bağlı bir deri yüzeyi Termokupl probu kullanılarak da belirlenebilmektedir (Paulo ve Lopes, 2014).

Bir hayvanın vücut yüzey sıcaklığı, farklı vücut bölümlerinin maruz kaldığı güneş ışınlarının kuantumuna göre değişir (Marai, 2007). Daha yüksek vücut yüzey sıcaklığı, kısmen ısı stresine maruz kalmanın kan akışını değiştirmesine ve deri yüzeylerine kan akışının artmasına bağlanabilir (Rashamol et al., 2018). Göz, meme veya kulak tabanı, vücudun diğer konumlarından daha yüksek sıcaklıklarla karakterize edilir (Poikalainen ve ark., 2012; Hoffmann ve ark., 2013; Soerensen ve Pedersen, 2015).

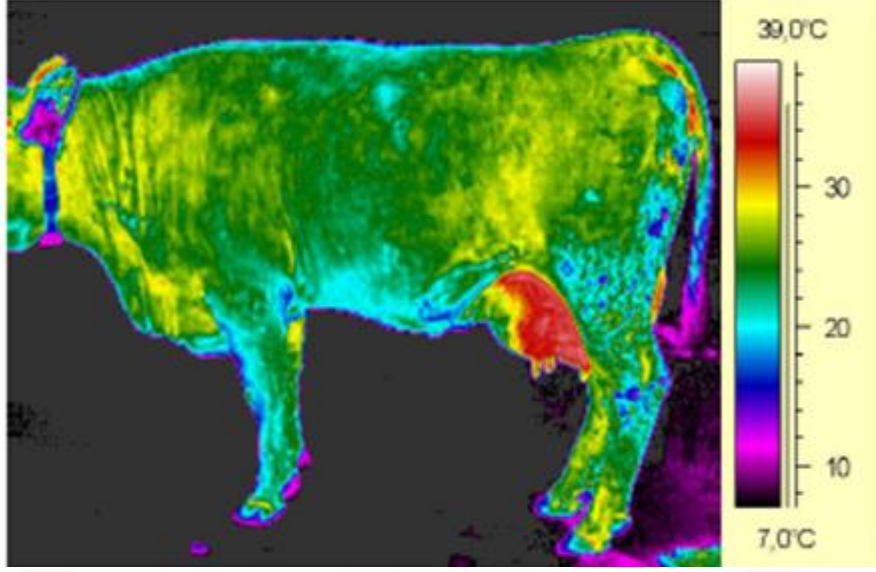
Kimmel ve ark. (1992), yaz mevsiminde Holştayn süt ineklerinin sıcaklı stresini üzerindeki evaporatif soğutmanın etkisini ve vücut yüzey sıcaklığını kızılötesi termografilerini inceledikleri çalışmada, iki saat boyunca ineklere alternatif olarak 0.5 dakika su serpiltmiş ve 4.5 dakika hava akımı (3 m.s^{-1}) ile soğutulmuşlardır. Çalışmada, rektal sıcaklığın $38.2 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den 36°C 'ye düştüğü ve bir saat süreyle değişmeden kaldığı, ayrıca ineklerin termogramları da soğutmanın neden olduğu vücut yüzey sıcaklığında $1.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 'lik bir düşüşün olduğu belirlenmiştir.

Maia ve ark. (2005), $33 \text{ }^\circ\text{C}$ ve %32 bağıl nem içeren ortamda, Holştayn inekleri için sırt yüzey sıcaklığını $35 \text{ }^\circ\text{C}$, Allen ve ark. (1970), $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ve %47 bağıl nem içeren ortamda, Jersey inekleri için sırt yüzey sıcaklığını $36.6 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak bildirmişlerdir.

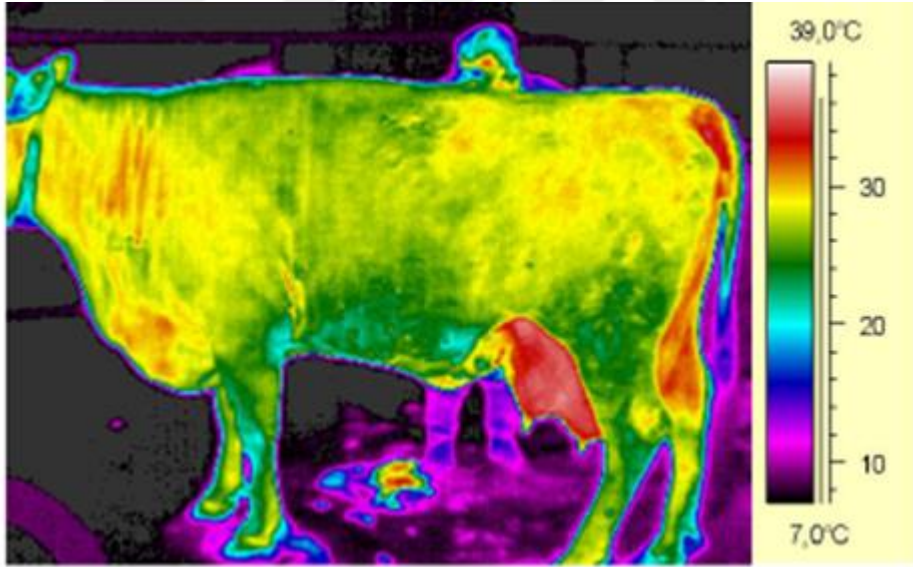
Poikalainen ve ark. (2012) $9 \text{ }^\circ\text{C}$ hava sıcaklığında tutulan süt ineklerinde termal görüntüleme tarayıcısı kullanarak, hayvanın vücudunun sol tarafının vücut yüzey sıcaklığını ortalama $23.9 \text{ }^\circ\text{C}$ olduğunu saptamışlardır.

Salles et al. (2016), Jersey sığırlarında ineğin alnından alınan termal görüntülerin rektal sıcaklıkla en yakından ilişkili olduğunu, sol ve sağ yanların ise hesaplanan THI ile en yakından ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

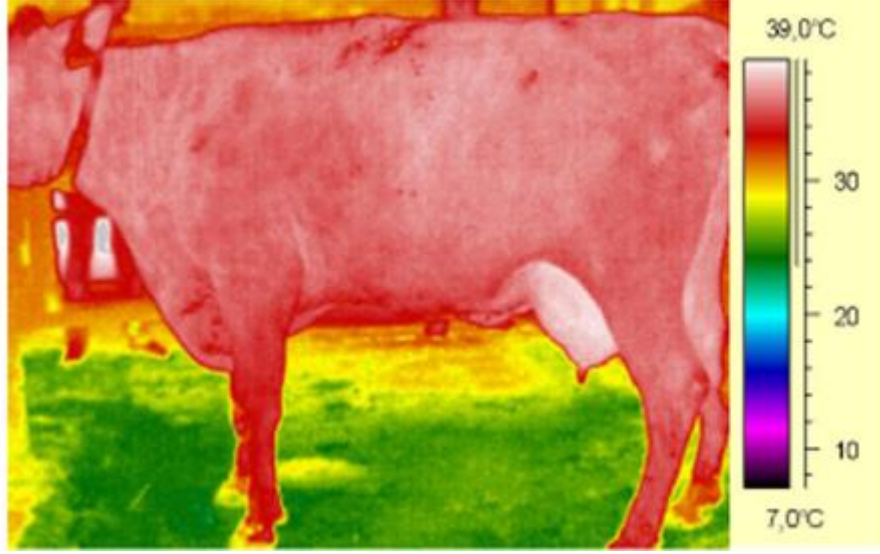
Ayrıca, süt ineklerinin 3 , 12 ve $29 \text{ }^\circ\text{C}$ hava sıcaklıklarındaki termal profilleri Şekil 3, 4 ve 5'te verilmiştir.



Şekil 3. 3 °C hava sıcaklığında süt ineklerinin termal profili (Kunc ve Knizkova, 2012).



Şekil 4. 12 °C hava sıcaklığında süt ineklerinin termal profili (Kunc ve Knizkova, 2012).



Şekil 5. 29 °C hava sıcaklığında süt ineklerinin termal profili (Kunc ve Knizkova, 2012).

2.4.7. Yatma süresi

Kim ve ark. (2018), farklı sıcaklık nem indeks değerlerine bağlı olarak davranış kalıplarını (ayakta ve yatış pozisyonu) inceledikleri çalışmada, artan ısı stresinin ayakta durma pozisyon süresini göreceli olarak arttırdığını, yatış süresini azalttığını gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde, Allen ve ark. (2015), yüksek ısı stresine tepki olarak, sığırların ayakta daha fazla zaman harcadıklarını bildirmişlerdir. Ayakta durmak için daha fazla zaman harcamak, ineklerin vücut yüzeylerinden hissedilen ve hissedilmeyen ısı salınımı için etkili yüzey alanını en üst düzeye çıkarmasına, sıcak bir yatış yüzeyinden gelen ısıyı azaltmasına veya geniş getiren hayvanlarda solunum etkinliğinin artmasına izin verebilir (Anderson ve ark., 2013). Bu nedenle, ayakta kalma süresi, sıcaklık stresinin önemli bir göstergesi olabileceği bildirilmiştir (Zahner ve ark., 2004).

Yatma sürelerinin uzunluğu ineklerin fizyolojik ve sağlık durumunun bir göstergesi olan davranışsal özelliklerden biridir (Tolkamp ve ark., 2010). Sağlıklı süt sığırları, günlük 12-13 saat yatma sürelerini korurlar ve bu süre, serbest duraklı bir ahırda barındırılan yüksek verimli süt inekleri için hedef dinlenme süresidir (Cook, 2004). Hayvanların rahatsız edilmeden yatma sürelerinin optimizasyonu, tırnak sorunlarından kaynaklı topallığın önlenmesine, yem tüketimini ve geniş getirme aktivitelerini artırmaya yardımcı olur (De Palo ve ark., 2006). Ticari çiftliklerde, yatma

süresi bir ineğin refahının bir ölçüsü olarak kullanılabilir (Vasseur ve ark., 2012). Süt inekleri, iklim değişikliği nedeniyle riski artan ısı stresine maruz kalmaktadır. Bu, ineklerin yatma süresi davranışında önemli değişikliklere neden olmaktadır (Herbut ve Angrecka, 2018). Cook (2004), ısı stresine bağlı yatış sürelerinin azalmasının, topallık için potansiyel bir risk faktörü olabileceğini, ayrıca sütçü sürülerde yaz sonunda topallıkla ilişkili tırnak boynuzu lezyonu oranındaki artışları sıcaklık stresi dönemleri ile ilişkilendirmiştir.

Herbut ve Angrecka (2018), Holştayn ineklerde nötr (maksimum günlük THI 68'in altında) ve sıcak (minimum günlük THI 73'ün üzerinde) dönemler arasındaki günlük toplam yatma süresinin 11.3'ten 9.4 saat/gün'e düştüğünü, sıcak dönemde ineklerin yatma süresi ile artan THI arasındaki korelasyon ilişkisinin ters orantılı olarak anlamlı olduğunu, ancak nötr dönemde bu korelasyonun anlamlı olmadığını, sıcak dönemde gündüz ve gece arasında, nötr döneme göre yatan ineklerin yüzdesinde ve saat başına ortalama yatma süresinde bir azalmanın olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Cook (2004), THI'nın 56.2 ile 73.8 arasında değişen farklı iklim koşullarında, Holştayn ineklerin günlük yatma sürelerini belirledikleri çalışmada, THI'nın 56.2 den 73.8'e çıkarıldığında günlük yatma süresinin 10.9 saatten 7.9 saate düştüğünü tespit etmişlerdir. Leonard ve ark. (1996), bu büyüklükteki azaltılmış yatış süresini, tırnak boynuzu lezyonu gelişimi için önemli bir risk faktörü olduğunu bildirmişlerdir. İneklerin günlük 3 saat yatar pozisyonda dinlenme olanağından yoksun bırakılmasının ya da hayvanların günlük 2 saat süreyle rutinlerinin bozulmasının refahın bozulmasına neden olduğu bildirilmiştir (Metz, 1985; Kanjanapruthipong ve ark., 2015).

2.5. Sıcaklık Stresinden Korunma Yolları

2.5.1. Suya yeterli erişim

Sığırlar, sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek ve kendilerinden beklenen performanslarını ortaya koyabilmek için ihtiyaç duydukları miktar ve kalitede su tüketebilmelidir (Yaylak ve Yavuz, 2016). İneklerin suya kolay erişiminin sağlanması, ısı stresini azaltmada en büyük önceliktir. İnekler, sıcaklık stresinden rahatsız olduklarında, su tüketimlerini %20-200 oranında artırırılar. İneklerin su tüketimini

optimize etmek için, inekler sağım odasına girerken ve çıkarken, bekleme ve yemleme alanındayken temiz suya doğrudan erişimleri sağlanmalıdır (Gomez, 2021).

2.5.2. Sprinkler sistemleri

Sprinkler (yağmurlama) sistemleri, inekleri bekletme alanlarında uygun şekilde soğutarak, sıcaklık stresini önlemenin yanı sıra daha üretken olmalarına katkı sağlamaktadır. Araştırmalar, uygun şekilde yağmurlama ile soğutulan ineklerin günde 0.8-2.3 kg daha fazla süt üretebileceğini göstermektedir. Su damlacıklarının ineğin vücudunu ıslatacak büyüklükte olması önemlidir, çünkü çok küçük boyutlu damlacıklar sadece kıl yüzeyinde yalıtkan bir tabaka oluşturarak onları daha da sıcak hale getirir. Sprinkler sistemleri 21 °C'de etkinleşecek şekilde ve sıcaklık arttıkça ıslatma sıklığını arttıracak şekilde ayarlanmalıdır. Sprinkler sistemleri, her bir ıslatma döngüsü için inek başına 1.3 litre su sağlayacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Yağmurlamanın, başka bir döngü başlamadan önce, suyun buharlaşmasına izin verecek şekilde durması sağlanmalıdır (Gomez, 2021).

Sprinkler ve fan soğutma sistemlerinin birlikte kombinasyonu, daha düşük vücut sıcaklığı (0.3-1.1 °C), normal solunum hızı (7-55 nefes dak⁻¹), iyileştirilmiş kuru madde alımı (0.9-3 kg.gün⁻¹) ve süt veriminde artış (1-4.1 kg.gün⁻¹.inek⁻¹) sağladığı bildirilmiştir (Fournel ve ark., 2017).

2.5.3. Yeterli havalandırma ve fan sistemleri

Hayvan barınakları, verimli üretime ve dolaylı olarak yüksek ürün kalitesine izin vermek için yeterli bir havalandırma sistemine ihtiyaç duyar. Hem çiftçi hem de hayvan için sağlıklı bir çalışma ve barınma ortamı ile ilgili olarak iç hava kalitesi de önemlidir. Ayrıca havalandırma, amonyak, metan ve nitröz oksit gibi çevresel etkiye sahip gazların emisyonlarıyla doğrudan bağlantılıdır. Hayvansal üretim sistemlerinde, karbondioksit ve amonyak gibi nemin ve gazların yeterli şekilde uzaklaştırılması ve ayrıca aşırı sıcaklıklara karşı koruma sağlamak için kontrollü bir hava akımı gereklidir (Paepe ve ark., 2012). Süt ineği ahırlarında hacimsel akış hızı ve hava hızı açısından uygun havalandırma, süt üretiminin azalmasına ve solunum yolu hastalıklarına yol açan ısı stresini önlemek için önemlidir (Pakari ve Ghani, 2021).

Fan sistemleri, barınaklarda hava hareketini iyileştirir. Fanlar, bekleme alanının, durakların ve yem yatağının üzerine yerleştirilmelidir. Fanlar, inek durakları ve yem yolu üzerinde hava akışını ineğe doğru yönlendiricek şekilde hakim rüzgar yönünde hizalanmalı ve saatte 8-13 kilometre hava hızı sağlayacak şekilde sürekli 18 °C sıcaklıkta çalışır olmalıdır. Fan ve sprinklerin birlikte kullanımı en etkili soğutma yöntemidir. Ancak, her ikisi birlikte kullanılamıyorsa, fanlardan daha verimli soğutan düşük basınçlı sprinkler kullanılmalıdır (Gomez, 2021). Yapılan bir çalışmada, sıcak bir iklimde inekler için soğutma sistemlerinin yararlılığı vurgulanmıştır. Çünkü, sıcak bir ortamda, ineklerin, barınakların ıslak kirli alanlarında yattıkları veya havalandırması iyi bir yerde kalabalıklaştıkları bildirilmiştir (Frazzi ve ark., 2000).

Meyer ve ark. (2002), düşük hacimli yüksek hızlı ve yüksek hacimli düşük hızlı fanların solunum hızına ve süt verimine etkisini inceledikleri çalışmada, düşük hacimli yüksek hızlı fanların, yüksek hacimli düşük hızlı fanlardan daha düşük sayıda solunum hızı (-9 nefes dk⁻¹) ve süt veriminde artış (3 kg.gün⁻¹) sağladıklarını bildirmişlerdir.

2.5.4. Gölgelekler

Sıcak bir iklimin stresli etkilerini hafifletmek için atılması gereken ilk adım, ineklerin doğrudan güneş ışınlarından korunmasıdır. Doğal veya yapay gölgelekler, güneş ışınımından kaynaklanan ısıyı en aza indirmenin, ekonomik olarak en kolay uygulanan yöntemlerinden biridir (Fournel ve ark., 2017).

Gölgelekler, güneş yükünü azaltarak, mikro iklimi değiştirir ve nihayetinde sıcaklık stresinin riskini ve sonuçlarını azaltarak, termonötral bölgelerin üzerindeki çevresel koşullarda, sığırlara daha refah ortamı sağlar (Armstrong, 1994). Böylece, süt sığırlarında, sıcak havalarda sıcaklık stresinden kaynaklanan, süt ve üreme verimliliklerindeki düşüşler, gölgelekler yoluyla soğutma programının uygulanmasıyla dengelenebilir (Armstrong, 1994). Gölgelek yapıları, ayrıca elektrik ve su gibi diğer kaynak girdilerine bağlı olmadıklarından, sığır endüstrisi sektörlerinde çok çeşitli tesis tasarımlarına daha kolay adapte olma potansiyeline sahiptirler (Edwards-Callaway ve ark., 2021).

Roman-Ponce ve ark. (1977), gölgeleğe erişimi olan süt ineklerinde (Holştayn, Jersey, Guernsey, Brown Swiss) rektal sıcaklığı (38.9 °C), gölgeleğe erişimi

olmayanlara (39.4°C) göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Benzer olarak, Collier ve ark. (1981) gölgeliğe erişimi olan Holştayn ve Jersey süt ineklerinde rektal sıcaklığı sırasıyla, 38.8 ve 38.5 °C, gölgeliğe erişimi olmayanlarda ise sırasıyla, 39.7 ve 39.2 °C olduğunu belirtmişlerdir.

Gölgelik alanda bulundurulan ineklerin, genellikle gölgesiz alanda bulundurulan ineklere göre daha fazla süt ürettikleri (Roman-Ponce ve ark., 1977; Muller ve ark., 1994; Kendall ve ark., 2006; Fisher ve ark., 2008; Schütz ve ark., 2010), gölgesiz alanda barındırılan ineklerde belirlenen %25.3 gebelik oranının, gölgelik alanda barındırılan ineklerde %44.4'e yükseldiği (Roman-Ponce ve ark., 1977), sıcak yaz günlerinde gölgelik alanda bulundurulan ineklerde solunum hızında önemli düşüşler (8-36 nefes dk⁻¹) gözlemlendiği (Collier ve ark., 1981; Roman-Ponce ve ark., 1977; Kendall ve ark., 2007), maksimum sıcaklığın 27.23 °C ve bağıl nemin %13.74 olduğu bir ortamda gölgelik sağlanmayan ve gölgelik sağlanan, Alman Frizyan ineklerin günlük ortalama su tüketim miktarlarının sırasıyla 96.8 ve 114 L olduğu (Muller ve ark., 1994) bildirilmiştir.

Schütz ve ark. (2010), gölgesiz alanda, gölgelikli alanda (2.4 m²/ inek) ve gölgelikli alanda (9.6 m²/inek) bulundurulan Holştayn ineklerinin solunum sayılarını ve vücut sıcaklıklarını sırasıyla, 62, 57 ve 51; 38.5, 38.4 ve 38.4 °C olarak bildirmişlerdir. Ayrıca, ineklerin daha büyük taban alanlı (9.6 m²/inek) gölgelikte iki kat daha fazla zaman geçirdiklerini ve daha az agresif etkileşime girdiklerini, süt sığırlarına daha geniş bir gölge alanı sağlanmasının, gölgede geçirilen süreyi artırdığını ve gölgenin eş zamanlı kullanımına olanak sağladığını, daha fazla gölgeye erişimi olan sığırların, ısıya karşı azalmış fizyolojik ve davranışsal tepkiler gösterdiğini ve su oluşu çevresinde daha az zaman geçirdiklerini, dolayısıyla daha fazla sığır grupları için, uygun tasarım ve gölgelik alanlarının belirlenmesinin yararlı olacağını bildirmişlerdir.

2.5.5. Altlık malzemesi

Ticari süt işletmelerinde altlık malzemesi ekonomik fizibilite, inek konforu, temizlik ve meme sağlığına göre seçilir. Bununla birlikte, az sayıda üretici bu altlık malzemesinin sağladığı termal konforu dikkate almaktadır (Fournel ve ark., 2017). Süt ineklerinde iletken soğutmanın etkinliğini değerlendiren çok az araştırma yapılmıştır,

çünkü esas olarak yüzey alanlarının sadece %20'si iletim yoluyla ısı alışverişi için kullanılabilir (Collier ve ark., 2013).

Cummins (1998), bir süt işletmesinde, altlık malzemesinin, ısı azaltma stratejilerinin bir parçası olması gerektiğini, zeminin 25 mm altına talaş, kireç taşı ve kum yerleştirerek, bu materyallerin zemin sıcaklığına etkisini araştırdığı çalışmada, zemin sıcaklığını, düşükten yükseğe doğru sırasıyla, kireç taşı, kum ve talaş konulan zeminler olarak sıralandığını bildirmiştir.

Radoń ve ark. (2014), saman ve kauçuk granüllerle doldurulmuş altlıklar ile kum altlıklar karşılaştırmışlar, kum altlıkların ineklerde daha yüksek ısı akışına sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, Ortiz ve ark. (2015), kum altlıkların, tüm ortamlarda (termonötral, sıcak/kuru ve sıcak/nemli) kurutulmuş gübreden, daha soğuk kaldığını bildirmişlerdir.

2.5.6. Çatı izolasyonu

Ahır çatısının iyi bir ısı yalıtımı, ahır ortamını fiziksel olarak değiştiren ve yüksek ortam sıcaklığının olumsuz etkilerini sınırlayabilen başka bir tekniktir (Calegari ve ark., 2012). İzolasyon, sıcak havalarda barınaklarda ısı akışını azaltarak, barınakları daha serin tutar (Menconi ve Grohmann, 2014). Fournel ve ark. (2017), açık bir barınağın çatısının altına yalıtım eklenmesinin kuru termometre sıcaklığını 1.2 °C ve THI değerini 1.3 birim azalttığı, yalıtılmış barınaklardaki hayvanların daha fazla yem tükettiklerini (0.2 kg.gün⁻¹) ve daha fazla süt ürettiklerini (0.6 kg.gün⁻¹) vurgulamışlardır.

Fuquay ve ark. (1979), modifiye edilmiş (çatısı yalıtılmış ve sprinkler sistemlerin birlikte kombinasyonu) barınaktaki ineklerin, modifiye edilmemiş (kontrol) barınaktaki ineklere kıyasla, daha düşük rektal sıcaklıklara (sırasıyla 38.7 ve 38.8 °C) ve solunum hızlarına (sırasıyla 71 ve 78 nefes dk⁻¹) sahip olduklarını, dolayısıyla modifiye edilmiş barınakların ineklerin konforunu iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

2.5.7. Kızılötesi termografi teknolojisi kullanımı

Kızılötesi termografi teknolojisi, artan vücut sıcaklığından ve çevresel veya fizyolojik koşullara yanıt olarak kan akışındaki değişikliklerden kaynaklanan hayvan metabolizmasındaki termal biyometrik değişiklikleri belirtmek için kullanılan invazif olmayan bir yöntemdir (McManus ve ark., 2016). Kızılötesi termografinin en büyük avantajı, izlenen yüzeyle fiziksel temasın gerekli olmaması ve böylece sıcaklık dağılımının uzaktan okunmasına izin vermesidir (Speakmen ve Ward, 1998).

Kızılötesi termografik kameralar, hayvanların vücut sıcaklığını, dış vücut yüzeylerinden yayılan ısının orantılı emisyonlarından ölçer. Bunlar, çekirdek vücut sıcaklığındaki değişikliklerin bir kombinasyonundan ve aynı zamanda yüzey altı kan akışındaki değişikliklerden kaynaklanır. Isı emisyonları, kameranın kızılötesi sensörleri tarafından algılanır ve farklı kızılötesi sıcaklığı belirten renk veya tonlarda değişen piksellerden oluşan bir termogram olarak görüntülenir (Schaefer ve ark., 2012; Oikonomou ve ark., 2014). Kızılötesi termal görüntüde, daha sıcak alanlar genellikle kırmızı/beyaz renkte, daha soğuk alanlar ise mor/mavi renktedir (PASS, 2023).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Çalışmanın materyalini, süt sığırlarında sıcaklık stresine ilişkin konuları içeren 241 adet Türkçe ve yabancı kaynak oluşturmuştur. Türkçe kaynakların 3'ü kitap bölümü, 1'i araştırma makalesi, 2'si doktora tezi, 2'si derleme ve 1'i internet kaynağı; yabancı kaynakların ise 16'sı kitap bölümü, 199'u araştırma makalesi, 4'ü derleme, 2'si sempozyum, 1'i konferans ve 10'u internet kaynağıdır.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada, sıcaklık stresinin ölçülmesi, değerlendirilmesi, süt inekleri üzerindeki etkileri ile sıcaklık stresinin yönetilmesine ilişkin yaklaşımlar, bilimsel çalışmalara dayalı olarak ortaya konulmaya çalışılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Sıcaklık Stresinin Üreme Performansına Etkisi

Üreme, sürü büyüklüğünün devam ettirilmesi, hayvansal ürünlerde verimliliğin sağlanması, seleksiyon ve ayıklama işlemlerinin daha etkili bir şekilde yapılması açısından önemlidir (Yalçın, 1981). Üreme, genetik ve çevresel kaynaklı olmak üzere birçok faktör tarafından etkilenmekte ve oldukça karmaşık bir mekanizma tarafından belirlenmektedir (Akçapınar, 1994). Üreme özellikleri, nispeten daha düşük kalıtım derecesine sahip olduğundan, üreme özelliklerindeki varyasyonların çoğunun çevresel faktörlerden kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Thiruvankadan ve ark., 2010).

Yüksek hava sıcaklığı ve nemin, üreme sisteminin çeşitli doku veya organlarını doğrudan değiştirerek ve bozarak hücresel fonksiyonları etkilediği (Das ve ark., 2016) ve çevre sıcaklığının yüksek olduğu aylarda gebelik oranının azalmasında sıcaklık stresinin üreme hormonları üzerindeki etkisinin önemli rolü olduğu (De Rensis ve Scaramuzzi, 2003) bildirilmektedir.

Sıcaklık stresi yaşayan ineğin karşılaştığı ilk üreme sorunu, değişmiş foliküler gelişimdir. Sıcaklık stresi, ineklerde lüteinize edici hormonun daha az sıklıkta sentezlenmesine yol açarak daha uzun foliküler dalgalanmalara neden olmaktadır (Sartori ve ark., 2002). Ayrıca, dişilerde düşük östradiolün sentezlenmesine neden olmakta, östradiol sentezindeki bu azalmanın östrus, ovulasyon ve korpus luteumun ekspresyonunu etkileyebilmekte, gonadotropin, inhibin ve PGF_{2α} salgısını değiştirmekte ve luteal fazın daha uzun olmasını sağlamaktadır (Samal, 2013) .

Sıcaklık stresi, çiftlik hayvanlarında kızgınlık süresini ve yoğunluğunu azalttığı gibi, anöstrus ve sakin kızgınlık oluşumunu artırır (Kadokawa ve ark., 2012; Singh ve ark., 2013), ayrıca ACTH ve kortizol sekresyonunu artırır (Singh ve ark., 2013) ve östradiol kaynaklı cinsel davranışı bloke eder (Hein ve Allrich, 1992).

Roth ve ark. (2000) vücut ısısının 40 °C'yi aşması durumunda gelişen foliküllerin hasar gördüğünü ve cansız hale geldiklerini bildirmişlerdir. Sıcaklık stresinin oosit gelişimini azalttığı (Singh ve ark., 2013), hayvanları asiklik ve infertilite durumuna getirerek dolaşımdaki prolaktin düzeyini artırdığı (Alamer, 2011; Singh ve

ark., 2013), yaz aylarında da östrusun % 80 oranında fark edilememesine neden olduğu (Rutledge, 2001), bu durumun ise doğurganlığı daha da azalttığı (Das ve ark., 2016) bildirilmiştir.

Gebelik oranı, sıcaklık stresinden etkilenebilecek döl verimi performansının başka bir göstergesidir (Ghavi Hossein-Zadeh ve ark., 2013). Şiddetli sıcaklık stresi altında tohumlanan ineklerin sadece %10-20'sinin gebe kaldığı (Roth ve ark., 2000), ineklerin oositlerinin blastosit aşamasına kadar geliştiği (Gendelman ve Roth, 2012a), dölllenme yeterliliklerini kayb ettikleri (Gendelman ve Roth, 2012b) bildirilmiştir. Benzer şekilde, Lacerda ve Loureiro (2015)' da sıcaklık stresinin doğrudan veya dolaylı etkileri yoluyla oosit ve embriyoların kalitesini düşürerek doğurganlığı azalttığını bildirmişlerdir. Gebelik oranları, sıcaklık stresinin şiddetine bağlı olarak yaz aylarında ise %10-20'lere veya daha düşük düzeylere inmektedir (Cavestany ve ark., 1985).

Yaz aylarında laktasyondaki süt ineklerinde gebe kalma oranlarında yaklaşık %20-27 düşüş olmaktadır (Chebel ve ark., 2004). El-Tarabany ve El-Bayoumi (2015) THI'sı 70'in altında, 70-75 ve 80-85 olan ortamlarda bulundurulmuş Holştayn ineklerde gebelik oranlarını sırasıyla %35.80, 27.20 ve 16.10 olarak gerçekleştirdiğini, THI'nın artmasıyla gebelik oranının düştüğünü bildirmişlerdir. Holştayn ineklerde yapılan bir başka araştırmada da, ortamdaki THI'nın 69'dan 74'e yükseltilmesinin, gebelik oranını %34.10'dan 15.7'ye düşürdüğü bildirilmiştir (El-Wishy, 2013).

Süt hayvanlarında embriyoların hayatta kalması sıcaklık stresinden etkilenmektedir (Das ve ark., 2016). Sıcaklık stresi, protein sentezine (Edwards ve Hansen, 1996), bir oksidatif hücre hasarına (Wolfenson ve ark., 2000) müdahale ederek embriyonik ölümlere neden olmaktadır. Sıcaklık stresinin embriyodaki zararlı etkileri, gelişiminin erken aşamalarında en belirgin olup, embriyonik kayıp oranları gebeliğin 42. gününde daha yüksektir (Demetrio ve ark., 2007). El-Tarabany ve El-Bayoumi (2015) THI'sı 70'in altında, 70-75 ve 80-85 olan ortamlarda, Holştayn ineklerde embriyonik ölümlerin sırasıyla %17.70, 19.50 ve 26.30 olarak gerçekleştirdiğini, THI'nın artmasıyla embriyonik kayıpların arttığını tespit etmişlerdir. Rensis ve Scaramuzzi (2003), yazın sıcaklık stresinin, kışın termal koşullara kıyasla gebe kalma oranında %20-30 oranında azalmaya neden olabileceğine, ayrıca yaz sıcağı stresinin etkisinin sonbaharda olumsuz yan etkilere bile yol açabileceğine dikkat çekmişlerdir.

Boğanın üretkenliği de oositin döllemesi için oldukça önemlidir. Nitelikli spermilerin üretilebilmesi için boğa testislerinin normal vücut sıcaklığından 2-6 °C daha soğuk olması gerekmektedir. Sıcaklık stresinin boğanın zindeliğini azalttığını, sıcaklık stresi sonucu artan testis sıcaklığının seminal ve biyokimyasal parametrelerde değişikliklere neden olabileceği, boğanın aşım başına gebe bırakma oranını önemli ölçüde düşürebileceği, boğalarda kısırlık sorunlarına yol açabileceği bildirilmiştir (Das ve ark., 2016).

Cardozo ve ark. (2006), boğaların üreme performansını etkileyen testis hacmi, hormonal profiller, cinsel davranış ve sperm kalitesine mevsimsel etkilerin olduğunu bildirmişlerdir.

Baliç ve ark. (2012) Simental boğaları üzerinde mevsimsel etkiyi inceledikleri çalışmada, sıcaklık stresinin sperm kalite parametrelerini azalttığını, ayrıca genç boğaların yaz mevsiminde yüksek hava sıcaklıklarına daha duyarlı olduklarını belirlemişlerdir.

Mishra ve ark. (2013) dört farklı boğa genotipinde (melez, Red Sindhi, Haryana ve Jersey), hava sıcaklığının 10-18 °C den 35 °C ve üzerine çıkması durumunda, taze spermatozoanın membran bütünlük durumunun önemli ölçüde etkilendiğini gözlemlemişlerdir.

Rahman ve ark. (2013) sıcaklık stresinde olan, sıcaklık stresinde olmayan ve normal koşullardaki boğaların spermatozoalarının dölleme oranlarını karşılaştırdıkları çalışmada, dölleme oranlarını sırasıyla %53.7, %70.2 ve %81.5 olarak tespit ettiklerini, sıcaklık stresinin, boğaların spermatozoalarının dölleme kapasitelerini önemli ölçüde düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Bhakat ve ark. (2014), Karan Fries boğalarında kış aylarında optimal, yaz aylarında zayıf ve yağışlı mevsimlerde orta sperm kaliteleri gözlemlediklerini ve sıcak-kuru veya yaz mevsiminin spermin çeşitli biyo-fiziksel özelliklerini olumsuz etkilediği sonucuna varmışlardır.

4.2. Sıcaklık Stresinin Yem Tüketimine Etkisi

Yem tüketimi, laktasyon sırasında süt üretimini ve vücut kondisyonunu etkileyen en önemli besleyici faktördür (Mertens, 1994; Grant ve Albright, 2001; Huhtanen ve ark., 2011). Günlük yem tüketimi, günlük tüketilen öğün sayısını, her öğünün uzunluğunu ve yeme oranını yansıtır (Grant and Albright, 2000). Yüksek verimli süt inekleri, günde 9-14 öğün yem tüketen rasyona sürekli erişim sağlarken, düşük verimli inekler günde sadece 7-9 öğün yem tüketmektedir (Heinrichs ve Conrad, 1987). Erken laktasyon evresinde kuru madde alımındaki artış hızı, enerji alımı ve dengesinin birincil belirleyicisidir. Laktasyonun ilk 3 haftasında kuru madde alımı yaklaşık olarak haftada 1.5-2.5 kg artar (Bertics ve ark., 1992; Kertz ve ark., 1991). Yüksek verimli ineklerin yem tüketim alışkanlıkları, düşük verimli ineklerinkinden önemli ölçüde farklıdır. Süt inekleri, laktasyonun ilk 5 haftasında, en yüksek yem tüketimine ve geviş getirme oranlarına sahiptirler (Coulon ve ark., 1987). Genel olarak, yaşlı ineklerde, ilk doğumunu yapan ineklere kıyasla, doğum sonrası ilk 5 hafta boyunca, kuru madde tüketiminde daha hızlı bir artış olmaktadır (Kertz ve ark., 1991).

Laktasyondaki süt ineklerinin yem tüketimlerini etkileyen ve düzenleyen faktörler çok sayıda ve karmaşık olup, hücre içi ile makro çevresel düzeylerde (Forbes, 1996; Roseler ve ark., 1997; Allen, 2000). Laktasyondaki süt ineklerinin yem tüketimlerini etkileyen faktörler; hayvan faktörleri (yaş, vücut durumu, genotip, fizyolojik evre ve süt verimi düzeyi), diyet (diyetlerin içeriği, besin bileşimleri, yemlerin fiziksel ve agronomik özellikleri), yönetimsel faktörler (üretim, besleme ve barınma sistemleri) ve iklimsel faktörler (sıcaklık, nem ve rüzgar)'dir (Hayirli ve ark., 2002).

Çevre sıcaklığındaki artış, hipotalamusun iştah merkezi üzerinde doğrudan olumsuz etki yaparak yem tüketimini azaltır (Baile ve Forbes, 1974). Laktasyondaki ineklerde 25-26 °C hava sıcaklıklarında yem alımı azalmaya başlar, ılıman iklim koşullarında 30 °C'nin üzerinde daha hızlı azalır ve 40 °C'de %40'a kadar düşebilir (Rhoads ve ark., 2013). Benzer şekilde, Tapki ve Sahin (2006) ortam sıcaklığı 25 °C'den 40 °C'ye yükseltildiğinde yem alımının %46 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Geviş getiren hayvanlarda beslenme önemli bir ısı üretimi kaynağı olduğundan, yem

tüketiminin azalması, sıcak ortamlarda ısı üretimini azaltmanın bir yoludur (Hooda ve Singh, 2010).

Artan ortam sıcaklığı, rumenin temel fizyolojik mekanizmalarını değiştirerek ruminantları olumsuz yönde etkiler, metabolik bozukluk ve sağlık sorunları riskini artırır (Nardone ve ark., 2010; Soriani ve ark., 2013). Sıcaklık stresi, hayvanların daha az kaba yem tüketmesine, rumen mikrobiyal popülasyonunu değişmesine (Nonaka ve ark., 2008), rumen pH'ını 5.82'den 6.03'e çıkmasına (Hall, 2009), rumen hareketliliğini ve geviş getirmeyi azaltarak tükürük salgısının düşmesine, sindirim düzenlerinde değişikliğe, kuru madde tüketiminin azalmasına (Nardone ve ark., 2010; Soriani ve ark., 2013) neden olmaktadır. Yem tüketiminin azalması sonucunda, hayvanların vücut ağırlığı ve vücut kondisyon skoru düşer (Lacetera ve ark., 1996), bu da verimliliği olumsuz etkiler. Sığırların, sıcak havalarda, sıcaklık koşullarını telafi etmek için, daha az öğünler halinde daha sık yem tükettikleri, yem tüketimini günün daha serin zamanlarına kaydardıkları (Ray ve Roubicek, 1971; Brown-Brandl, 2005), ortam sıcaklığının 25-27 °C'ye ulaştığında ise, yem tüketimi süresinin azalmaya başladığı bildirilmiştir (Beede ve Collier, 1986).

4.3. Sıcaklık Stresinin Su Tüketimine Etkisi

Toplam vücut suyunun, laktasyondaki süt inekleri için beden ağırlığının %75-81'i arasında olduğu tahmin edilmektedir (Murphy, 1992). İçme suyu, süt sığırları için sadece en önemli temel besin maddesi değil (Beede, 1991; NRC, 2001), aynı zamanda ısı dağılımını destekleyen (Pereyra ve ark., 2010), sıcaklık stresine maruz kalmış hayvanların ihtiyaçlarını karşılayan en önemli besin maddesidir (Beede ve Collier, 1986).

Laktasyondaki ineklerden üretilen sütün %87'sini su oluşturduğundan, inekler canlı ağırlıkları, kuru madde tüketimleri ve üretim seviyelerine göre büyük miktarda suya ihtiyaç duyabilirler. Organizmadaki su içeriği %10 oranında azaldığında süt üretimi olumsuz etkilenir (Herrero ve ark., 2000).

Hayvanlar su ihtiyaçlarını, serbest içme suyu, yemdeki su, organik bileşiklerin oksidasyonu veya metabolik olarak üretilen su ile karşılarlar (NRC, 1981). Laktasyondaki süt ineklerinde, su tüketiminin kontrolünde önemli olduğu düşünülen

çevresel faktörler arasında, sıcaklık, nem, kuru madde alımı, diyetin içeriği ve süt üretimi sayılabilir (Murphy, 1992).

Günlük su tüketimi, çekirdek vücut sıcaklığının düzenlenmesi, büyüme, gelişme, emzirme, üreme işlevleri, sindirim, metabolizma, proteinlerin, yağların ve karbonhidratların hidrolizi dahil olmak üzere bir dizi vücut işlevinden de etkilenir (NRC, 2000). Ayrıca, su alımı, metabolik su yoluyla, içmekten, yemden kazanılan su miktarı, solunum, terleme, vücut yüzeyi, idrar ve emzirme yoluyla birim zamanda kaybedilen su miktarından da etkilenir (Black ve ark., 1964).

Sıcaklık stresi aynı anda hem enerji hem de su metabolizmasını etkiler (Silanikove, 1992). İneklerin, 22 °C'nin üzerindeki sıcaklıklara maruz kaldıklarında su alımlarının önemli ölçüde değiştirdikleri (Kadzere ve ark., 2002), bununla birlikte, su alımı ile ortam sıcaklığı arasında anlamlı pozitif korelasyon olduğu bildirilmiştir (NRC, 1989). İneklerin su tüketimleri kısıtlanırsa, süt verimleri düşer (Little ve Shaw, 1978, Little ve ark., 1979) ve yem tüketimleri azalır (Thornton ve Yates, 1969 ve Utley ve ark., 1970).

Moran (1989) Avustralya'da Akdeniz ikliminde, bir serbest durak ünitesinde (gölgelikli) ve açık alanda (gölgeliksiz) barınaklarda barındırılan Holştayn ineklerin, günlük tükettikleri su miktarlarını sırasıyla, 72.2 ve 86 L olarak bildirmişlerdir.

Muller ve ark. (1994) gölgelikli ve gölgeliksiz alanlarda barındırılan laktasyondaki Alman Frizyan ineklerinin günlük ortalama su tüketim miktarlarını sırasıyla, 97 ve 114 L olduğunu, gölgeliksiz alandaki ineklerin, hem gündüz hem de gece periyotlarında, gölgelikli alandaki ineklere göre, daha fazla su içtiklerini bildirmişlerdir.

Nonaka ve ark. (2008) 7.7 aylık yaşta 198 kg ağırlığındaki dişi Holştayn danaların, sıcaklığı 20, 28 ve 33 °C olan ortamlarda tükettikleri günlük su miktarlarını sırasıyla, 23.9, 29.5 ve 38.4 L olarak tespit etmişlerdir.

Ayrıca, kritik mevsimlerde su oluklarının güneş ışınlarına maruz kalması su sıcaklığını arttırmakta ve buharlaşarak fiziksel ve kimyasal kalitesini kötüleştirerek, su tüketim miktarının ve süt veriminin azalmasına neden olmaktadır (Challis ve ark.,

1987). 20-28 °C arasındaki içme suyu sıcaklığının, sığırlar tarafından en çok kabul edilen sıcaklık olduğu bildirilmiştir (Lanham ve ark., 1986). Başka bir çalışmada, Anderson (1985) süt ineklerine 17 °C sıcaklığında su verildiğinde, en yüksek miktarda su tüketiminin ve süt veriminin gözlemlendiğini belirlemiştir.

Günümüzde termonötral koşullarda günlük 41.5 kg süt üreten ineklerin, su tüketim miktarlarının yaklaşık günlük 135 kg olduğu bildirilmiştir (Kadzere ve ark., 2002). Ayrıca, Nonaka ve ark. (2008) puberta öncesi Holştayn danaların, sıcaklığı 33 °C olan ortamdaki günlük su tüketim miktarlarının, 28 °C sıcaklığa sahip ortamdaki su tüketim miktarlarına kıyasla, terleme yoluyla su kaybının artması nedeniyle, su tüketim miktarlarının %23 oranında arttığını bildirmişlerdir.

4.4. Sıcaklık Stresinin Doğum Ağırlığına ve Büyüme Performansına Etkisi

Sığır yetiştiriciliğinde buzağı doğum ağırlığı önemli verim özellikleri arasında yer almaktadır. Buzağı doğum ağırlığının yaşama gücü, büyüme performansı, üreme ve süt verimi ile güçlü ilişkisinin olması başarılı bir yetiştiricilik için önemli faktörlerden biridir (Uğurlu ve ark., 2014). İntra uterin dönemde fötusun büyümesine ananın genetik yapısı ve içinde bulunduğu çevresel şartlar önemli derecede etkilidir (Yılmaz, 2001). Süt hayvanlarında embriyonik büyüme sıcaklık stresinden etkilenmektedir (Das ve ark., 2016).

Holştayn ineklerinde ısı stresine karşı püskürtme sulama, gölgelik ve vantilatör gibi önlemler alınmasına rağmen, sıcaklık artışı ile doğum ağırlığının %8-12 oranında daha az olduğu bildirilmiştir (Avendano-Reyes, 2006). Uğurlu ve ark. (2014) Jersey ineklerinde, THI 0-70, 71-75 , 76 ve üzeri ortamlarda, buzağı doğum ağırlıklarının sırasıyla, 21.12, 20.67 ve 20.88 kg olarak gerçekleştiğini, buzağı doğum ağırlıklarının, THI'nın artmasıyla azaldığını bildirmişlerdir.

Sıcaklık stresi buzağı ve düvelerin kuru madde alımını ve büyüme performansını olumsuz etkiler. Yaz aylarında doğan süt buzağularının, kış aylarında doğanlara göre daha düşük ortalama günlük ağırlık artışı eğiliminde olduğu bildirilmiştir (Place ve ark., 1998). Rauba ve ark. (2019) yazın doğan buzağuların, kışın doğan buzağulara göre daha düşük başlangıç kuru madde alımına sahip olduğunu bildirmiştir. Broucek ve ark.

(2009) sıcaklık stresi koşulları altındaki buzağılarda (THI=74.8), orta koşullar altında yetiştirilen buzağılara (THI=59.7) kıyasla, başlangıç yemi alımının azaldığını saptamışlardır. Colditz ve Kellaway (1972) sıcaklık stresi koşullarında (38 °C) yetiştirilen düvelerin, serin ortam koşullarında (17 °C) yetiştirilenlere kıyasla yem alımını ve günlük ağırlık artışını azalttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Baccari ve ark. (1983) sıcaklık stresi koşulları (32.5 ila 34 °C) altındaki Holştayn düvelerin, daha soğuk koşullardaki (18 ila 20 °C) düvelere göre daha düşük yem alımı, günlük ağırlık artış kazancı ve yedem yararlanma gösterdiklerini saptamışlardır. Nonaka ve ark. (2008) puberta öncesi Holştayn danalarının 33 °C sıcaklığa sahip bir ortamdaki günlük kuru madde tüketimlerinin ve günlük ağırlık artışlarının, 28 °C sıcaklığa sahip ortamda bulunanlarınkine göre sırasıyla, %9 ve %22 daha düşük olduğu bildirilmiştir.

4.5. Sıcaklık Stresinin Süt Verimine Etkisi

Yaz boyunca, iklimsel değişkenler hayvanların üretkenliği ve termoregülatör tepkileri ile ilişkilidir. Bu karşılıklı ilişkileri anlamak, sıcaklık stresinin sığırlar üzerindeki etkisini en aza indirmek için karar vermeyi geliştirecektir (Tao ve ark., 2020). Hava sıcaklığı, güneş radyasyonu, bağıl nem, hava akışı ve bunların etkileşimleri gibi iklim faktörleri genellikle hayvan performansını sınırlamaktadır (Sharma ve ark., 1983). Süt verimini aynı zamanda beslenme yönetimi gibi çevresel faktörlerle doğrudan bağlantılı olan veya olmayan diğer faktörler tarafında güçlü bir şekilde etkilendiğinden (Fuquay, 1981), süt verimine çevresel faktörlerin etkilerini doğrudan ölçmek zordur (Kadzere ve ark., 2002).

Günlük süt veriminin, iklim değişikliğinden oldukça etkilendiği, sıcaklık ve nem artmasının, günlük süt verimini önemli ölçüde düşürdüğü belirtilmiştir (Berry ve ark., 1964). Azalan süt verimi, sıcaklık stresinin bir süt ineği üzerindeki en bilinen etkisidir ve süt üreticileri için önemli ekonomik kayıplara neden olur. Sıcaklık stresine bağlı olarak günlük süt veriminin düşmesi, THI 68'i aşması durumunda gözlemlenir. Süt verimi ayrıca, metabolik ısı üretimi ile süt verimi arasındaki pozitif ilişkiyi yansıtan evaporatif soğutma altındaki ineklerin vücut sıcaklığı ile pozitif ilişkilidir. Yaz aylarında, hayvanların yem alımı, süt verimi ile pozitif ilişkilidir ve azalan yem alımı, sıcaklık stresine süt verimindeki düşüşün en az yarısını açıklar (Tao ve ark., 2020).

Liang ve ark. (2013), ortam sıcaklığının, süt üretimini ve retikülorumen sıcaklığını etkilediğini, retikülorumen sıcaklığının, yaz mevsiminde ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimlerine göre daha yüksek olduğunu, ortam ısı arttıkça daha fazla süt üreten ineklerde retikülorumen sıcaklığının daha çarpıcı bir şekilde arttığını, yüksek verimli ineklerin düşük verimli ineklere göre sıcaklık stresine daha duyarlı olduklarını bildirmiştir.

Yüksek çevresel sıcaklıklara maruz kalan ineklerde süt verimindeki azalma, kısmen, sıcaklık stresine bağlı yem tüketiminin sınırlanmasından kaynaklanmaktadır. Sıcaklığın etkisiyle laktasyon süt verimindeki varyans %3 ile %10 arasında değişmekte, bu da iklimin süt veriminde sınırlayıcı bir faktör olarak önemini göstermektedir (Sharma, 1988).

Araştırmalarda, orta laktasyondaki ineklerin süt verimlerinin yaz koşullarında daha fazla olumsuz etkilendiği, ardından geç ve erken laktasyondaki ineklerin daha az olumsuz etkilendikleri bildirilmiştir (Maust ve ark., 1972; Perera ve ark., 1986). Tao ve ark. (2020), yaz aylarında evaporatif soğutma sağlanan ve evaporatif soğutma sağlanmayan, erken, orta ve geç laktasyondaki ineklerin süt verimlerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, evaporatif soğutma sağlanmayan erken, orta ve geç laktasyondaki ineklerin günlük süt verimlerinin, evaporatif soğutma sağlanan ineklere kıyasla sırasıyla, 9.3, 13.6 ve 9.3 kg kadar daha düşük olduğunu saptamışlardır. 29°C sıcaklığa ve %40 bağıl neme sahip ortamda bulundurulmuş Holştayn, Jersey ve Esmer ırkı ineklerin süt verimlerinin, normal süt verimlerinin %97, 93 ve 98'i kadar, ancak bağıl nem %90'a yükseltildiğinde ise, süt verimlerinin, normal süt verimlerinin %69, 75 ve %83'ü kadar olduğu bildirilmiştir (Bianca, 1965).

Genel olarak, süt sığırlarında yapılan çalışmalarda, THI'nın 68'in altında olması durumunda, sağlıklı hayvanlarda herhangi bir sorun ortaya çıkmadığı bildirilmiştir (Bouraoui ve ark., 2002). Yetiştiricilikte, THI için eşik sınır 72 olarak kabul edilmektedir. THI'sı 72 olan ortamda barındırılan süt ineklerinin, laktasyondaki günlük süt verimlerinin, sıcak ve nemli ortamda barındırılan süt ineklerinin, laktasyondaki günlük süt verimlerinden 0.39 kg daha fazla olduğu ifade edilmiştir (Bohmanova ve ark., 2007).

THI için eşik değeri olarak kabul edilen 72'nin üzerindeki her birim artışa karşılık, birinci, ikinci ve üçüncü laktasyonlarda ki günlük süt verimi kayıplarının, Brezilya'daki Holştayn inekleri için sırasıyla, 0.25, 0.45 ve 0.47 kg (Santana ve ark., 2017), İtalya'daki Holştayn inekleri için sırasıyla, 0.9, 1.16 ve 1.27 kg olduğu (Bernabucci ve ark., 2014) bildirilmiştir.

Zimbelman ve ark. (2009) THI'nın 60'tan 80'e yükselmesi durumunda, THI'nın birim artışı başına, laktasyondaki ineklerin günlük süt verimlerinde 0.13 kg doğrusal bir azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Bohmanova ve ark. (2007), nemli iklimde, THI 72'nin üzerindeyken, THI'nın birim artışı başına, günlük süt veriminde 0.39 kg, kuru iklimde, THI 74'ün üzerindeyken, THI'nın birim artışı başına, günlük süt veriminde 0.30 kg azalma olduğunu bildirmişlerdir.

West ve ark. (2003) Gürcistan'ın subtropikal ikliminde, THI 72.1'den 83.6'ya yükseltildiğinde, THI'nın birim artışı başına, Holştayn ineklerinin günlük süt verimlerinde 0.88 kg azalmanın gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Bianca (1965), ılıman iklim koşulları altında, sürekli yüksek ortam sıcaklıklarına (35°C) maruz kalan ineklerin süt verimlerinde %33 oranında bir azalmanın olduğunu bildirmiştir.

Richards (1985), gündüzleri benzer sıcaklıklarda, geceleri ise <25 °C sıcaklıkta tutulan ineklerin süt verimlerinde, ılıman koşullarda normalde beklenenin ötesinde, bir düşüş olmadığını bildirmiştir.

Sharma ve ark. (1983), iklim koşullarının laktasyonun ilk 60 günü boyunca maksimum etkiye sahip olduğu sonucuna varmıştır. Bu erken laktasyon dönemi, yüksek verimli ineklerin negatif enerji dengesinde olduğu ve vücut rezervlerini harekete geçirerek açığı kapattığı dönemdir (Kadzere ve ark., 2002).

4.6. Sıcaklık Stresinin Süt Kompozisyonuna Etkisi

Bazı çalışmalar, sıcaklık stresinin sütün yağ içeriğini ve protein yüzdesini azaltabileceğini bildirmişlerdir (Ingraham ve ark., 1979; Knapp ve Grummer, 1991; Kadzere ve ark., 2002).

Yüksek çevresel sıcaklıkların doğrudan bir sonucu olarak süt yağı üretimlerinde düşüşlerin olduğu (Thatcher, 1974; Johnson, 1976), bunun nedeninin ise sıcaklık stresinin memenin salgılama işlevi üzerinde olumsuz etkilerinden kaynaklanmış olabileceği (Silanikove, 1992) bildirilmiştir.

Summer ve ark. (2019) sıcaklık stresi altındaki ineklerin sütlerinin hem protein hem de kazein içeriklerinin azalma eğilimi gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Cowley ve ark. (2015), THI'sı 78 olan bir ortamda sıcaklık stresine maruz kalan Holştayn ineklerinin, sıcaklık stresine maruz kalmayan, THI'sı 70'in altında olan ortamda barındırılan Holştayn ineklerinden, daha düşük proteinli süt ürettiklerini bildirmişlerdir.

Collier ve ark. (1981), Holştayn ve Jersey süt ineklerinden oluşan bir grup ineği, ortalama 30.1 °C sıcaklığa sahip gölgelikli alanda, bir grup ineği ise ortalama 38.8 °C sıcaklığa sahip gölgeliksiz alanda barındırılmaları sonucunda, gölgelikli ve gölgeliksiz alanlarda barındırılan ineklerin sütlerinde ki süt yağı oranlarını sırasıyla, %3.62 ve %3.61, süt proteini oranlarını sırasıyla, %3.34 ve %3.31 olarak belirlendiğini, gölgelikli ve gölgeliksiz alanlarda barındırılan ineklerin sütlerinin hem yağ hem de protein değerleri bakımından farklılık göstermediğini bildirmişlerdir. Ayrıca, benzer sıcaklığa (ortalama 38.5 °C) sahip bir ortamda, gölgelikli ve gölgeliksiz alanlarda barındırılan süt ineklerinde (Holştayn ve Jersey) sırasıyla, süt yağı oranlarının %4.6 ve %4.5, protein oranlarının %3.4 ve %3.4, laktoz oranlarının %4.9 ve %4.9, total kuru madde oranlarının %13.5 ve %13.4 olarak gerçekleştiği, sütün kompozisyonuna gölgelik alanının önemli etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Kendall ve ark. 2006). Benzer şekilde, sütün ana bileşenlerinden olan laktozun, sıcaklık stresinden etkilenmediği bildirilmiştir (Summer ve ark., 2019).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çiftlik hayvanları üretimleri için, optimum sıcaklık aralığına gereksinim duyarlar. Berman ve ark. (1985), Holştayn ineklerinin vücut sıcaklığını sabit tutabilecekleri ortam sıcaklıklarının üst sınırının 25-26°C olduğunu, ortam sıcaklığının 25°C'nin üzerinde olması durumunda ise vücut sıcaklığındaki artışı en aza indirmek için gerekli prosedürlerin başlatılması gerektiğini öne sürmüşlerdir.

Benzer bir şekilde, yapılan çalışmalarda, Holştayn inekleri için, üst kritik sıcaklık sınırının 25-26°C olduğunu (Berman ve ark., 1985), süt sığırları için, üst kritik sıcaklık sınırlarını, Bligh (1973) 26 °C, Spiers ve ark. (2004) 27.2 °C, Herburt ve ark. (2015) 24-27°C olarak bildirmişlerdir. Ayrıca, ortam sıcaklığı 25°C'den yüksek olduğunda, gölgelikli alanlara erişim imkânı olan ineklerin, gölgeliksiz alanda bulundurulmuş ineklere kıyasla, öğleden sonra daha düşük vücut sıcaklıklarına sahip oldukları bildirilmiştir (Roman-Ponce ve ark., 1977; Fisher ve ark., 2008).

Roman-Ponce ve ark. (1977), gölgeliğe erişim imkânı olan süt ineklerinin (Holştayn, Jersey, Guernsey, Brown Swiss) rektal sıcaklıkları (38.9 °C), gölgeliğe erişimi olmayanların rektal sıcaklıklarından (39.4°C) daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Benzer olarak, Collier ve ark. (1981) Holştayn ve Jersey süt inekleri için, gölgeliğe erişim imkânı olanlarda rektal sıcaklık değerlerinin sırasıyla, 38.8 ve 38.5 °C, gölgeliğe erişim imkânı olmayanlarda ise rektal sıcaklık değerlerini sırasıyla, 39.7 ve 39.2 °C olarak saptandığını bildirmişlerdir.

Yüksek çevre sıcaklığı ve nemin, üreme sisteminin çeşitli doku veya organlarını doğrudan değiştirerek ve bozarak hücresel fonksiyonları etkilediği (Das ve ark., 2016), çevre sıcaklığının yüksek olduğu aylarda, gebelik oranının azalmasında sıcaklık stresinin üreme hormonları üzerindeki etkisinin önemli rolü olduğu (De Rensis ve Scaramuzzi, 2003), sıcaklık stresinin çiftlik hayvanlarında kızgınlık süresini ve yoğunluğunu azalttığı (Kadokawa ve ark., 2012; Singh ve ark., 2013), yaz aylarında kızgınlığın % 80 oranında fark edilemediği (Rutledge, 2001), bu durumun doğurganlığı daha da azalttığı (Das ve ark., 2016) bildirilmiştir.

Sıcaklık stresi, aynı anda hem enerji hem de su metabolizmasını etkiler (Silanikove, 1992). İneklerin, 22 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda, su alımlarını önemli

ölçüde değiştirdikleri (Kadzere ve ark., 2002), su alımı ile ortam sıcaklığı arasında anlamlı pozitif korelasyon olduğu bildirilmiştir (NRC, 1989). İneklerin su alımları kısıtlanırsa, süt verimlerinde düşüş (Little ve Shaw, 1978, Little ve ark., 1979), yem tüketimlerinde azalış (Thornton ve Yates, 1969 ve Utley ve ark., 1970) olacağı bildirilmiştir. Ayrıca, kritik mevsimlerde su oluklarının güneş ışınlarına maruz kalmasının suyun sıcaklığını arttırdığını ve buharlaşmanın suyun fiziksel ve kimyasal kalitesini kötüleştirerek, hayvanların su tüketimlerini ve süt verimlerini azalttığı bildirilmiştir (Challis ve ark., 1987).

Yem alımı, laktasyon sırasında süt üretimini ve vücut kondisyonunu etkileyen en önemli besleyici faktördür (Mertens, 1994; ; Grant ve Albright, 2001; Huhtanen ve ark., 2011). Laktasyondaki süt ineklerinin yem alımını etkileyen ve düzenleyen faktörler çok sayıda ve karmaşık olup, hücre içi ile makro çevresel düzeylerde (Forbes, 1996; Roseler ve ark., 1997; Allen, 2000). Çevre sıcaklığındaki artışın, hipotalamusun iştah merkezine doğrudan olumsuz etki yaparak yem alımını azalttığını (Baile ve Forbes, 1974), 25-26 °C hava sıcaklığına sahip ortamda, laktasyondaki ineklerin yem alımını azaltmaya başladıklarını, ılıman iklim koşullarında 30 °C'nin üzerinde daha hızlı azalttıklarını ve 40 °C'de %40'a kadar düşebileceğini (Rhoads ve ark., 2013), benzer şekilde, Tapki ve Sahin (2006) ortam sıcaklığı 25 °C'den 40 °C'ye yükseltildiğinde, yem alımının %46 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Yem alımının azalması sonucunda, hayvanların vücut ağırlıklarının ve vücut kondisyon skorlarının düştüğü rapor edilmiştir (Lacetera ve ark., 1996).

Gebelik oranı, sıcaklık stresinden etkilenebilecek üretim performansının başka bir göstergesidir (Ghavi Hossein-Zadeh ve ark., 2013). Şiddetli sıcaklık stresi altında yapılan tohumlamalardan sadece %10-20'sinin başarılı gebelikle sonuçlandığı (Roth ve ark., 2000), yazın sıcaklık stresinin, kışın termal koşullara kıyasla gebe kalma oranında %20-30 oranında azalmaya neden olabileceği (Rensis ve Scaramuzzi, 2003) belirtilmiştir. Ayrıca, sıcaklık stresinin embriyonik ölümlere neden olduğu birçok araştırmada belirtilmiştir (Das ve ark., 2016; Edwards ve Hansen, 1996; Wolfenson ve ark., 2000; Demetrio ve ark., 2007; El-Tarabany ve El-Bayoumi, 2015).

Buzağı doğum ağırlığının yaşama gücü, büyüme performansı, üreme ve süt verimi ile güçlü ilişkisi nedeniyle önemli verim özelliklerinden biri olduğu (Uğurlu ve

ark., 2014). İnter uterin dönemde fôtusun büyümesine ananın genetik yapısı ve içinde bulunduğu çevresel şartlar önemli derecede etkili olduğu (Yılmaz, 2001) ve embriyonik dönemde büyümenin sıcaklık stresinden etkilendiği (Das ve ark., 2016) belirtilmiştir. Holştayn ineklerinde, sıcaklık stresine karşı, sprinkler sistemler, gölgelikler ve fanlar gibi önlemler alınmasına rağmen, sıcaklık artışıyla buzağıların doğum ağırlıklarının %8-12 oranında azaldığı (Avendano-Reyes, 2006), ayrıca Jersey ineklerinde de THI'nın artmasıyla buzağı doğum ağırlıklarının azaldığı (Uğurlu ve ark., 2014) bildirilmiştir.

Sıcaklık stresinin, buzağı ve düvelerin kuru madde alımını ve büyüme performanslarını olumsuz etkilediği, yaz aylarında doğan buzağıların, kış aylarında doğan buzağılara göre daha düşük günlük ağırlık artışı eğiliminde oldukları saptanmıştır (Place ve ark., 1998). Benzer olarak, Rauba ve ark. (2019)'da yazın doğan buzağıların, kışın doğan buzağılara göre daha düşük başlangıç kuru madde alımına sahip olduklarını saptamışlardır. Colditz ve Kellaway (1972) sıcaklık stresi koşullarında (38 °C) yetiştirilen düvelerin, serin ortam koşullarında (17 °C) yetiştirilenlere kıyasla yem alımını azalttıkları ve günlük ağırlık artışlarının daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Baccari ve ark. (1983) sıcaklık stresi koşulları (32.5 ila 34 °C) altındaki Holştayn düvelerin, daha soğuk koşullardaki (18 ila 20 °C) düvelere göre daha düşük yem alımı gerçekleştirdiklerini ve günlük ağırlık artışlarının daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Sıcaklık stresinin bir süt ineği üzerindeki en bilinen etkisinin azalan süt veriminin olduğu, THI 68'i aşması durumunda süt veriminde düşüşün gözlemlendiği, yaz aylarında yem alımının süt verimi ile pozitif ilişkili olduğu, azalan yem alımının, sıcaklık stresiyile süt verimindeki düşüşü etkilediği bildirilmiştir (Tao ve ark., 2020). Süt üretimi aynı zamanda beslenme yönetimi gibi çevresel faktörlerle doğrudan bağlantılı olabilen veya olmayabilen diğer faktörlerden de güçlü bir şekilde etkilendiği (Fuquay, 1981), çevresel faktörlerin süt üretimi üzerindeki etkilerinin doğrudan belirlenmesinin zor olduğu (Kadzere ve ark., 2002) belirtilmiştir. Günlük süt veriminin iklim değişikliğinden oldukça etkilendiği, sıcaklık ve nemin artmasının, günlük süt veriminde önemli bir düşüşe yol açtığı belirtilmiştir (Berry ve ark., 1964).

Spiers ve ark. (2004), çevresel kontrollü odalarda barındırılan erken ve orta laktasyondaki süt ineklerinin, termal nötrden sıcaklık stresine geçişlerinden hemen

sonraki 4 günde en düşük süt verimine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Liang ve ark. (2013), ortam sıcaklığının, süt üretimini ve retikülorumen sıcaklığını etkilediğini, retikülorumen sıcaklığının, yaz mevsiminde ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimlerine göre daha yüksek olduğunu, ortam ısı arttıkça daha fazla süt üreten ineklerde retikülorumen sıcaklığının daha çarpıcı bir şekilde arttığını, yüksek verimli ineklerin düşük verimli ineklere göre ısı stresine daha duyarlı olduklarını bildirmişlerdir. Yüksek çevresel sıcaklıklara maruz kalan ineklerde, süt veriminde ki azalma, en azından kısmen, yem alımında ısı kaynaklı depresyona bağlanmıştır (Sharma, 1988).

Araştırmalarda, yaz koşullarında, orta laktasyon dönemindeki ineklerin daha fazla olumsuz etkilendikleri, bunu sırasıyla, geç ve erken laktasyon dönemindeki ineklerin takip ettikleri bildirilmiştir (Maust ve ark., 1972; Perera ve ark., 1986). Sharma ve ark. (1983), iklim koşullarının laktasyonun ilk 60 günü boyunca maksimum etkiye sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Tao ve ark. (2020), yaz aylarında evaporatif soğutma sağlanan ve evaporatif soğutma sağlanmayan, erken, orta ve geç laktasyondaki ineklerin süt verimlerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, evaporatif soğutma sağlanmayan erken, orta ve geç laktasyondaki ineklerin günlük süt verimlerinin, evaporatif soğutma sağlanan ineklere kıyasla sırasıyla 9.3, 13.6 ve 9.3 kg kadar daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. 29°C sıcaklıkta ve %40 bağıl nemde Holştayn, Jersey ve Esmer ineklerin süt verimleri normalin %97, 93 ve 98'i kadar, ancak bağıl nem %90'a yükseltildiğinde süt verimleri normalin %69, 75 ve 83'ü kadar olduğu bildirilmiştir (Bianca, 1965).

Süt ineklerinde, THI 68'in altındaki ortamlarda, sağlıklı hayvanlarda herhangi bir sorunun ortaya çıkmadığı bildirilmiştir (Bouraoui ve ark., 2002). Yetiştiricilikte, THI için eşik sınır 72 olarak kabul edilmektedir. THI'sı 72 olan ortamda barındırılan süt ineklerinin laktasyondaki günlük süt verimlerinin, sıcak ve nemli ortamda barındırılan süt ineklerinin laktasyondaki günlük süt verimlerinden 0.39 kg daha fazla olduğu ifade edilmiştir (Bohmanova ve ark., 2007). THI için eşik değer olarak kabul edilen 72 değerinin, üzerindeki her birim artışa karşılık, birinci, ikinci ve üçüncü laktasyonlarda ki günlük süt verimi kayıplarının, Brezilya'daki Holştayn inekleri için sırasıyla, 0.25, 0.45 ve 0.47 kg (Santana ve ark., 2017), İtalya'daki Holştayn inekleri için sırasıyla, 0.9, 1.16 ve 1.27 kg olduğu (Bernabucci ve ark., 2014) bildirilmiştir. Zimbelman ve ark.

(2009) THI'nın 60'tan 80'e yükselmesi durumunda, THI'nın birim artışı başına, laktasyondaki ineklerin günlük süt verimlerinde 0.13 kg doğrusal bir azalma olduğunu bildirilmişlerdir. Bianca (1965), ılıman iklim koşullarında, sürekli olarak yüksek (35°C) ortam sıcaklıklarına maruz bırakılan ineklerde, süt üretiminde %33'lük bir azalmanın olduğunu belirlemiştir. Ancak, Richards (1985), gündüzleri benzer sıcaklıklarda, geceleri ise 25 °C'nin altında tutulan ineklerde süt üretiminin, ılıman koşullar altında normalde beklenenin ötesinde düşmediğini bildirmiştir.

Gözönünde bulundurulması gereken bir diğer önemli husus sıcaklık stresinin sütün niteliğine etkisidir. Bazı çalışmalar, sıcaklık stresinin yağ içeriğini ve protein yüzdesini azaltabileceğini bildirmişlerdir (Ingraham ve ark., 1979; Knapp ve Grummer, 1991; Kadzere ve ark., 2002). Yüksek çevresel sıcaklıkların doğrudan bir sonucu olarak süt yağı üretimlerinde düşüşlerin olduğu (Thatcher, 1974; Johnson, 1976), bunun nedeninin ise sıcaklık stresinin memenin salgılama işlevi üzerinde olumsuz etkilerinden kaynaklanmış olabileceği (Silanikove, 1992) bildirilmiştir.

Cowley ve ark. (2015), THI'sı 78 olan bir ortamda sıcaklık stresine maruz kalan Holştayn ineklerinin, sıcaklık stresine maruz kalmayan, THI'sı 70'in altında olan ortamda barındırılan Holştayn ineklerinden, daha düşük proteinli süt ürettiklerini bildirmişlerdir. Summer ve ark. (2019) sıcaklık stresi altındaki ineklerin sütlerinin hem protein hem de kazein içeriklerinin azalma eğilimi gösterdiklerini bildirmişlerdir. Ancak, Collier ve ark. (1981), Holştayn ve Jersey süt ineklerinden oluşan bir grup ineği, ortalama 30.1 °C sıcaklığa sahip gölgelikli alanda, bir grup ineği ise ortalama 38.8 °C sıcaklığa sahip gölgeliksiz alanda barındırılmaları sonucunda, gölgelikli ve gölgeliksiz alanlarda barındırılan ineklerin sütlerinde ki hem süt yağı oranlarının hem de protein oranları arasında istatistiksel açıdan bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Benzer bir şekilde, ortalama sıcaklığı 38.5 °C olan bir ortamda, gölgelikli ve gölgeliksiz alanlarda barındırılan süt ineklerinin (Holştayn ve Jersey) sütlerindeki süt yağı, protein, laktoz ve total kuru madde oranları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı bildirilmiştir (Kendall ve ark. 2006).

Sıcak günlerde, süt sığırlarının sıcaklık stresinden korunması, yetiştiricilik prosedürlerinin uygulanması, hayvanların refahı ve verimlilikleri açısından büyük önem taşımaktadır. Sıcak ortamlarda, süt sığırcılığında etkili ve sürdürülebilir bir üretim için,

çevrenin sıcaklık ve nispi nem değerlerinin tespit edilmesinin yanı sıra hayvan davranışlarının izlenmesi, fizyolojik parametrelerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Süt sığırı yetiştiriciliğinde, sıcaklık stresinden kaynaklı oluşabilecek olumsuzlukların ve ekonomik kayıpların önlenmesinde, sığırcılık işletmelerinde, hayvanların yeterli içme suyuna ulaşabilecekleri imkânların sağlanması, yeterli havalandırmanın yapılması, fan sistemlerinin kurulması, zeminin uygun altlık materyali ile donatılması, sprinkler sistemlerinin kurulması, kızılötesi termal teknolojinin kullanılarak dışarıdan hayvanların vücut yüzey sıcaklıklarının takip edilmesi, çatıların ısı yalıtımlı malzemelerle inşa edilmesi ve çevrede gölgeliklerin bulunması gibi sıcaklık stresinden korunma yollarının dikkate alınarak uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, sıcaklık stresinin süt sığırının refahını, süt verimini, sütünün kalitesini, döl verimini ve buzağılarda doğum ve büyüme performansını olumsuz etkileyerek, üretkenlikte büyük düşüslere neden olduğu, hayvansal üretimin sürdürülebilirliği bakımından sıcaklık stresinin önlenmesi ve yönetilmesi, barınaklarda ısı azaltma uygulamalarının yaygınlaştırılması ve bu kapsamda teknolojilerin kullanılmasının yararlı olacağı kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Adams T, Heisey SR, Smith MC, Steinmetz MA, Hartman JC, Fry HK. Thermodynamic techniques for the quantification of regional blood flow. *Am J Physiol.* 1980;238:682-96.
- Aggarwal A, Upadhyay R. Heat stres an animal productivity. New Delhi: Springer; 2013.
- Akari CT, Nakamura RM, Kam LWG. 1987. Diurnal temperature sensitivity of dairy cattle in a naturally cycling environment. *J Therm Biol.* 1987;12:23–6.
- Akçapınar H. Koyun yetiştiriciliği. Ankara: Medisan Yayın Evi; 1994.
- Alamer M. The role of prolactin in thermoregulation and water balance during heat stress in domestic animals. *Asian J Anim Vet Adv.* 2011;6(12):1153-69.
- Alaniz JA, Nunez-Hidalgo I, Baraona-Segovia RM, Osorio JASR. Chile:Environmental history, perspectives and challenges [Internet]. 2019 [Erişim tarihi: 29 Kasım 2021]. file:///C:/Users/FUJITSU/Desktop/Alaniz%20(THI%20%C5%9EEK%C4%B0L).pdf
- Alkoyak K, Çetin O. Süt sığırlarında sıcaklık stresi ve korunma yolları. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi.* 2016;5(1):40-55.
- Allen MS. Effects of diet on short-term regulation of feedintake by lactating dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2000;83:1598-1624.
- Allen TE, Bennett JV, Donegan SM, Hutchinson JCD. Moisture, its accumulation and site of evaporation in the coats of sweating cattle. *J Agric Sci.* 1970;74:247-58.
- Allen JD, Hall LW, Collier RJ, Smth JF. Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. *J Dairy Sci.* 2015;98:118-27.
- Anderson M. 1985. Effects of drinking water temperature on water intake and milk yield of tied up dairy cows. *Livest Prod Sci.* 1985;12:329–38.
- Anderson SD, Bradford BJ, Harner JP, Tcker CB, Choi CY, Allen JD, et al. Effects of adjustable and stationary fans with misters on core body temperature and lying behavior of lactating dairy cows in a semiarid climate. *J Dairy Sci.* 2013;96:4738-50.
- Aral Y, Ünal N, Saçaklı P, Şahal M, Baştan A, Arıkan MS. Süt çiftçiliği iyi uygulama rehberi [Internet]. 2019 [Erişim Tarihi 15 Ağustos 2022]. Erişim adresi: <http://www.sutumuzungelecegi.com/files/S%C3%9CT%20%C3%87%C4%B0FT%C3%87%C4%B0L%C4%B0%C4%9E%C4%B0%20%C4%B0Y%C4%B0%20UYGULAMA%20REHBER%C4%B0.pdf>
- Armstrong DV. Environmental modifications to reduce heat stress [Internet]. 1993 [Erişim Tarihi 24 Haziran 2022]. Erişim adresi: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.596.2485&rep=rep1&type=pdf>

- Armstrong DV. Heat stress interaction with shade and cooling. *J Dairy Sci.* 1994;77:2044-50.
- Atrian P, Shahryar HA. Heat stress in dairy cows (a review). *Research in Zoology.* 2012; 2(4):31-7.
- Avendano-Reyes L, Alvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderon A, Saucedo-Quintero JS, Robinson PH, Fadel JG. Effect of cooling Holštayn cows during the dry period on postpartum performance under heat stress conditions. *Livest Sci.* 2006;105:198-206.
- Baccari F, Johnson HD, Hahn GL. Environmental heat effects on growth, plasma T3, and postheat compensatory effects on Holštayn calves. *Exp Biol Med.* 1983;173(3):312-8.
- Baile CA, Forbes JM. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Physiol Rev.* 1974;54(1):160-214.
- Balic IM, Milinkovic-Tur S, Samardzija M, Vince S. Effect of age and environmental factors on semen quality, glutathione peroxidase activity and oxidative parameters in Simmental bulls. *Theriogenology.* 2012;78(2):423-31.
- Beede DK. Mineral and water nutrition. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 1991;7(2):373-90.
- Beede DK, Collier RJ. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *J Anim Sci.* 1986;62:543-54.
- Berman A, Folman Y, Kaim M, Mamen M, Herz Z, Wolfenson D, et al. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high yielding dairy cows in a subtropical climate. *J Dairy Sci.* 1985;68:1488-95.
- Berman A, Meltzer A. Critical temperatures in lactating dairy cattle: a new approach to an old problem. *Int J Biometeor.* 1973;17(2):167-76.
- Bernabucci U, Biffani S, Buggiotti L, Vitali A, Lacetera N, Nardone A. The effects of heat stress in Italian Holštayn dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2014;97:471-86.
- Berry IL, Shanklin MD, Johnson HD. Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. *Trans Am Soc Agric Eng.* 1964;7:329-31.
- Bertics SJ, Grummer RR, Cadorniga-Valino C, Stoddard EE. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *J Dairy Sci.* 1992;75:1914-23.
- Bhakat M, Mohanty TK, Gupta AK, Abdullah M. Effect of season on semen quality of crossbred (Karan Fries) bulls. *Adv Anim Vet Sci.* 2014;2(11):632-7.
- Bianca W. Relative importance of dry and wet-bulb temperatures in causing heat stress in cattle. *Nature.* 1962;195:251-2.
- Bianca W. Reviews of the progress of dairy science. *J Dairy Res.* 1965;32:291-345.
- Black AL, Baker NF, Bartley JC, Chapman TE, Phillips RW. Water turnover in cattle. *Science.* 1964;144: 876-8.

- Blazquez N, Long S, Mayhew T, Perry G, Prescott N, Wathes C. Rate of discharge and morphology of sweat glands in the perineal, lumbodorsal and scrotal skin of cattle. *Res Vet Sci.* 1994;57(3):277-84.
- Bligh J. Temperature regulation in mammals and other vertebrates. Bligh J, editor. North-Holland research monographs. Frontiers of biology. Amsterdam: American Elsevier;1973.
- Bohmanova J, Misztal I, Cole JB. Temperature-Humidity Indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *J Dairy Sci.* 2007;90:1947-56.
- Bouraoui R, Lahmar M, Majdoub A, Djemali M, Belyea R. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Anim Res.* 2002;51:479-91.
- Bouzida N, Bendada A, Maldague XP. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. *J Therm Biol.* 2009;34:120-6.
- Boyu J, Banhazi T, Perano K, Ghahramani A, Bowtell L, Wang C, et al. A review of measuring, assessing and mitigating heat stress in dairy cattle. *Biosyst Eng.* 2020;199:4-26.
- Broucek J, Kisac P, Uhrincat M. Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. *Int J Biometeorol.* 2009;53(2):201-8.
- Brosh, A. Heart rate measurements as an index of energy expenditure and energy balance in ruminants: A review. *J Anim Sci.* 2007;85(5):1213-27.
- Brown-Brandl TM, Nienaber JA, Eigenberg RA, Hahn GL, Freetly H. Thermoregulatory responses of feeder cattle. *J Therm Biol.* 2003;28(2):149-57.
- Brown-Brandl TM, Eigenberg RA, Nienaber JA, Hahn GL. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, part 1: Analyses of indicators. *Biosyst Eng.* 2005;90(4):451-62.
- Bun C, Watanabe Y, Uenoyama Y, Inoue N, Ieda N, Matsuda F, et al. Evaluation of heat stress response in crossbred dairy cows under tropical climate by analysis of heart rate variability. *J Vet Med Sci.* 2018;80(1):181-5.
- Burfeind O, Suthar VS, Heuwieser W. Effect of heat stress on body temperature in healthy early postpartum dairy cows. *Theriogenology.* 2012;78:2031-8.
- Calegari F, Calamari L, Frazzi E. Misting and fan cooling of the rest area in a dairy barn. *Int J Biometeorol.* 2012;56:287-95.
- Cardozo J, Fernández-Juan M, Forcada F, Abecia A, Muñio-Blanco T, Cebrián-Pérez JA. Monthly variations in ovine seminal plasma proteins analyzed by two-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis. *Theriogenology.* 2006;66(4):841-50.
- Cavestany D, El-Whishy AB, Foot RH. Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holštayn cattle. *J Dairy Sci.* 1985;68(6):1471-8.
- Challis DJ, Zeinstra JS, Anderson MJ. Some effect of water quality on the performance of high yielding cows in an arid climate. *Vet Rec.* 1987;120:12-5.

- Chase LE. Climate change impacts on dairy cattle [Internet]. 2014 [Erişim Tarihi: 16 Kasım 2021]. <https://www.researchgate.net/publication/253292665>
- Chebel RC, Santos JEP, Reynolds JP, Cerri RLA, Juchem SO, Overton M. Factor affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Anim Rep Sci.* 2004;84(3-4):239-55.
- Colditz PJ, Kellaway RC. The effect of diet and heat stress on feed intake, growth, and nitrogen metabolism in Friesian, F1 Brahman × Friesian, and Brahman heifers. *Aust J Agric Res.* 1972;23(4):717–25.
- Collier RJ, Eley RM, Sharma AK, Pereira RM, Buffington DE. Shade management in subtropical environment for milk yield and composition in Holştayn and Jersey cows. *J Dairy Sci.* 1981; 64:844-9.
- Collier RJ, Hall LW, Ortiz XA. Facility modifications to reduce heat stress; USDA National Institute of Food and Agriculture: Okeechobee, FL, USA. 2013; pp. 12-23.
- Collier RJ, Hall LW, Rungruang S, Zimbleman RB. Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance [Internet]. 2012 [Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2022]. Erişim adresi: <https://animal.ifas.ufl.edu/apps/dairymedia/rns/2012/6CollierRNS2012a.pdf>
- Cook N B. 2004. Lameness treatment rates in Wisconsin dairy herds. 13th International Ruminant Lameness Symposium. 2004 February 11-15; Maribor, Slovenia.
- Coulon JB, Doreau M, Remond B, Journet M. Development of 49ditör activities in dairy cows at the start of lactation and relation to the quantities of feed ingested. *Reprod Nutr Dev.* 1987;27:67-75.
- Cowley FC, Barber DG, Houlihan AV, Poppi DP. Immediate and residual effects of heat stress and restricted intake on milk protein and casein composition and energy metabolism. *J. Dairy Sci.* 2015;98:2356-68.
- Cummins K. Bedding plays role in heat abatement. *Dairy Herd Manag.* 1998;35:20.
- Da Silva RG, Arantes-Neto JG, Holtz-Filho SV. Genetic aspects of the variation of the sweating rate and coat characteristics of Jersey cattle. *Brazilian J Genetics.* 1988;11(2):335-47.
- Dairexnet. Heat stress in Dairy Cattle [Internet]. 2019 [Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2022]. Erişim adresi: <https://dairy-cattle.extension.org/heat-stress-in-dairy-cattle/>
- Dalcin VC, Fischer V, Daltro DS, Priscila E, Alfonzo M, Stumpf MC, et al. Physiological parameters for thermal stress in dairy cattle. *R Bras Zootec.* 2016;45(8):458-65.
- Das MR, Sarma RK, Saikia R, Kale VS, Shelke MV, Sengupta P. Synthesis of silver nanoparticles in an aqueous suspension of graphene oxide sheets and its antimicrobial activity. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces.* 2011;83:16-22.
- Das R, Sailo L, Verma N, Bharti P, Saikia J, Kumar I, Kumar R. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary World, EISSN.* 2016;9;260-8.

- De Palo P, Tateo A, Zezza F, Corrente M, Centoducati P. Influence of freestall flooring on comfort and hygiene of dairy cows during warm climatic conditions. *J Dairy Sci.* 2006;89:4583-95.
- De Rensis F, Scaramuzzi RJ: Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow: A review. *Theriogenology.* 2003;60:1139-51.
- De Shazer JA, Hahn GL, Xin H. Basic principles of the thermal environment and livestock energetics. DeShazer JA, editor. *Livestock energetics and Thermal Environmental Management: St. Joseph, Mich: American Society of Agricultural and Biological Engineers; 2009.*
- Demetrio DGB, Santos RM, Demetrio CGB, Vasconcelos JLM. Factors affecting conception rates following artificial insemination or embryo transfer in lactating Holştayn cows. *J Dairy Sci.* 2007;90(11):5073-82.
- Du Prezz JH, Hattingh PJ, Giesecke WH, Eisenberg BE. Heat stress in dairy cattle and other livestock under southern African conditions. Monthly temperature-humidity index mean values and their significance in the performance of dairy cattle. *Onderstepoort J Vet Res.* 1990;57:241-8.
- Du Preez JH. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. *Onderstepoort J Vet Res.* 2000;67(4):263-71.
- Edwards-Callaway LN, Cramer MC, Cadaret CN, Bigler EJ, Engle TE, Wagner JJ, et al. Impacts of shade on cattle well-being in the beef supply chain. *J Anim Sci.* 2021;99(2):1–21.
- Edwards JL, Hansen PJ. Elevated temperature increases heat shock protein 70 synthesis in bovine two-cell embryos and compromises function of maturing oocytes. *Biol Reprod.* 1996;55(2):340-6.
- El-Tarabany MS, El-Bayoumi KM. Reproductive performance of backcross Holştayn × Brown Swiss and their Holştayn contemporaries under subtropical environmental conditions. *Theriogenology.* 2015;83:414-48.
- El-Wishy AB. Fertility of Holştayn cattle in a subtropical climate of Egypt. *Iran J Appl Anim Sci.* 2013;3:45-51.
- Frazzi E, Calamari L, Calegari F, Stefanini L. Behavior of dairy cows in response to different barn cooling systems. *ASAE.* 2000;43(2):387-94.
- Ferguson KA, Dowling DF. The function of cattle sweat glands. *Australian J Agric Res.* 1955;6(4):640-4.
- Ferreira F, Pires MF, Martinez ML, Coelho SG, Carvalho AU, Ferreira PM, et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2006;58(5):732-8.
- Finch VA, Bennett IL, Holmes CR. Sweating response in cattle and its relation to rectal temperature, tolerance to sun, and metabolic rate. *J Agric Sci.* 1982;99(3):479-87.
- Finch VA. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *J Anim Sci.* 1986;62:531-42.

- Fisher AD, Roberts N, Bluett SJ, Verkerk GA, Matthews LR. Effects of shade provision on the behaviour, body temperature and milk production of grazing dairy cows during a New Zealand summer. *NZJ Agric Res.* 2008;51:99-105.
- Fodor N., Foskolos A, Topp C F, Moorby JM, Pásztor L, Foyer CH. (2018). Spatially explicit estimation of heat stress-related impacts of climate change on the milk production of dairy cows in the United Kingdom. *PloS One.* 2018;13(5):1-18.
- Forbes JM. Integration of regulatory signals controlling forage intake in ruminants. *J Anim Sci.* 1996;74:3029-35.
- Fournel S, Ouellet V, Charbonneau E. Practices for alleviating heat stress of dairy cows in humid continental climates: A literature review. *Animals.* 2017;7(5):37.
- Fuquay JW, Zook AB, Daniel JW, Brown WH, Poe WE. Modifications in freestall housing for dairy cows during the summer. *J Dairy Sci.* 1979;62:577-83.
- Fuquay JW. Heat stress as it affects animal production. *J Anim Sci.* 1981;32:164-74.
- Gebremedhin KG, Hillman PE, Lee CN, Collier RJ, Willard ST, Arthington JD, et al. Sweating rates of dairy cows and beef heifers in hot conditions. *ASABE.* 2008;51(6):2167-78.
- Gendelman M, Roth Z. In vivo vs. in vitro models for studying the effects of elevated temperature on the GV-stage oocyte, subsequent developmental competence and gene expression. *Anim Reprod Sci.* 2012a;134(3-4):125-34.
- Gendelman M, Roth Z. Seasonal effect on germinal vesicle-stage bovine oocytes is further expressed by alterations in transcript levels in the developing embryos associated with reduced developmental competence. *Biol Reprod.* 2012b;86(1):1-9.
- Ghavi Hossein-Zadeh, N, Mohit A, Azad N. Effect of temperature-humidity index on productive and reproductive performances of Iranian Holštayn cows. *Iran J Vet Res.* 2013;14(2):106-12.
- Godyń D, Herbut P, Angrecka S. Measurements of peripheral and deep body temperature in cattle-a review. *J Therm Biol.* 2019;79:42-9.
- Gomez A. Five steps to decrease heat stress in dairy cows [Internet]. 2021 [Erişim Tarihi: 30 Kasım 2021]. Erişim adresi: <https://www.zinpro.com/five-steps-to-decrease-heat-stress-in-dairy-cows/>
- Grant RJ, Albright JL. 2000. Farm animal metabolism and nutrition. D'Mello JPF, 51ditör. Feeding behaviour. Wallingford: CABI Publishing; 2000.
- Grant RJ, Albright JL. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2001;84:156-63.
- Green JA. The heart rate method for estimating metabolic rate: review and recommendations. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A.* 2011;158(3):287-304.
- Hahn GL. Housing and management to reduce climatic impacts on live- stock. *J Anim Sci.* 1981;52:175-86.

- Hahn GL, Eigenberg RA, Nienaber JA, Littledike ET, Hruska RL. Measuring physiological-responses of animals to environmental stressors using a microcomputer-based portable datalogger. *J Anim Sci.* 1990;68:2658-65.
- Hall, M.B. (2009) Heat stress alters ruminal fermentation and digesta characteristics, and behavior in lactating dairy cattle. Chilliard Y, Glasser F, Faulconnier Y, Bocquier F, Veissier I, Doreau M, editors. *Proceeding of 11th International Symposium on Ruminant Physiology.* Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publication; 2009.
- Hamada, T. Estimation of lower critical temperatures for dry and lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 1971;54:1704-5.
- Hayirli A., Grummer RR, Nordheim EV, Crump PM. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holştayn. *J Dairy Sci.* 2002;85:3430-43.
- Hein, KG, Allrich RD. Influence of exogenous adrenocorticotrophic hormone on estrous behavior in cattle. *J Anim Sci.* 1992;70(1):243-7.
- Heinrichs AJ, Conrad HR. Measuring feed intake patterns of lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 1987;70:705-11.
- Herbut P, Bieda W, Angrecka S. Influence of hygrothermal conditions on milk production in a free stall barn during hot weather. *Anim Sci Pap and Rep.* 2015;33:49-58.
- Herbut P, Angrecka S. The effect of heat stress on time spent lying by cows in a housing system. *Ann Anim Sci.* 2018;18(3):825-33.
- Herrero MA, Sardi GM, May VM, Flores M, Orlando A, Carbó L. 2000. Distribución de la calidad del agua subterránea en sistemas de producción agropecuarios bonaerenses. 1. Calidad físico química y condiciones de utilización del agua. *Rev Argent Prod Anim.* 2000;20(3-4):229-37.
- Hoffmann G, Schmidt M, Ammon C, Rose-Meierhöfer S, Burfeind O, Heuwieser W, et al. Monitoring the body temperature of cows and calves using video recordings from an infrared thermography camera. *Vet Res Commun.* 2013;37:91-9.
- Hooda OK, Singh S. Effect of thermal stress on feed intake, plasma enzymes and blood bio-chemicals in buffalo heifers. *Indian J Anim Nutr.* 2010;27(2):122-7.
- Huhtanen P, Rinne M, Mäntysaari P, Nousiainen J. Integration of the effects of animal and dietary factors on total dry matter intake of dairy cows fed silage-based diets. *Animal.* 2011;5:691-702.
- Indu S, Pareek A. A review: Growth and physiological adaptability of sheep to heat stress under semi-arid environment. *IJETST.* 2015;2(9):3188-98.
- Ingraham R, Stanley R, Wagner W. Seasonal effects of tropical climate on shaded and nonshaded cows as measured by rectal temperature, adrenal cortex hormones, thyroid hormone, and milk production. *Am J Vet Res.* 1979;40:1792-7.
- Johnson HD. Environmental temperature and lactation (with special reference to cattle). *Int J Biometeorol.* 1965;9(2):103-16.

- Johnson HD. Bioclimates and livestock. Johnson HD, editör. Bioclimatology and the adaptation of livestock. Newyork: Elsevier Science Publishing; 1987.
- Johnson HD. World climate and milk production. *Int J Biometeorol.* 1976;6:171-80.
- Johnson JM, Proppe DW. Cardiovascular adjustments to heat stress. Fregly MJ, Blatteis CM, editors. *Handbook of physiology: Environmental physiology.* Newyork: Oxford University Press; 1996.
- Johnson HD, Vanjonack WJ. Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. *J Dairy Sci.* 1976;59:1603-17.
- Kadokawa H, Sakatani M, Hansen PJ. Perspectives on improvement of reproduction in cattle during heat stress in a future Japan. *Anim Sci J.* 2012;83(6):439-45.
- Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E. Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livest Prod Sci.* 2002;77:59-91.
- Kanjanapruthipong J, Junlapho W, Karnjanasirm K. Feeding and lying behavior of heat-stressed early lactation cows fed low fiber diets containing roughage and nonforage fiber sources. *J Dairy Sci.* 2015;98:1110-8.
- Kendall PE, Nielsen PP, Webster JR, Verkerk GA, Littlejohn RP, Matthews LR. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livest Sci.* 2006;103: 148-57.
- Kendall PE, Verkerk GA, Webster JR, Tucker CB. Sprinklers and shade cool cows and reduce insect-avoidance behavior in pasture-based dairy systems. *J Dairy Sci.* 2007;90:3671-80.
- Kertz AF, Reutzel LF, Thomas GR. Dry matter intake from parturition to midlactation. *J Dairy Sci.* 1991;74:2290-5.
- Key Nigel, Sneeringer S. Potential effects of climate change on the productivity of US dairies. *Am J Agric Econ.* 2014;96(4):1136-56.
- Kim WS, Lee JS, Jeon SW, Peng DQ, Kim YS, Bae MH, et al. Correlation between blood, physiological and behavioral parameters in beef calves under heat stress. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2018;31:919-25.
- Kimmel E, Arkin H, Berman A. "Evaporative cooling of cattle: transport phenomena and thermovision. Paper-American Society of Agricultural Engineers (USA). No. 924028.1992.
- Kirdeci A. Sıcaklık Stresi Altındaki Sütçü İneklere Uygulanan Vitamin C' nin Bazı Kan Parametrelerine ve Gebelik Oranına Etkisi [Doktora Tezi]. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi; 2015.
- Knapp D, Grummer R. Response of lactating dairy cows to fat supplementation during heat stress. *J Dairy Sci.* 1991;74(8):2573-9.
- Kovács L, Kézér FL, Ruff F, Jurkovich V, Szenci O. Assessment of heat stress in 7-week old dairy calves with non-invasive physiological parameters in different thermal environments. *PloS One.* 2018;13(11):1-14.

- Kunc P, Knizkova I. The use of infrared thermography in livestock production and veterinary field [Internet]. 2012 [Erişim Tarihi: 7 Nisan 2021]. Erişim adresi: <https://www.researchgate.net/publication/287272953>
- Lacetera N, Bernabucci U, Ronchi B, Nardone A. Body condition score, metabolic status and milk production of early lactating dairy cows exposed to warm environment. *Riv Agric Subtrop Trop*. 1996;90(1):43-55.
- Lacerda TF, Loureiro B. Selecting thermotolerant animals as a strategy to improve fertility in Holştayne cows. *Glob. J Anim Sci Res*. 2015;3(1):119-27.
- Lanham JK, Coppock CE, Milam KZ, LaBore JM, Nave DH. Effect of drinking water temperature on physiological responses of lactating Holştayne cows in summer. *J Dairy Sci*. 1986;69:1004-12.
- Legates J, Farthing B, Casady R, Barrada M. Body temperature and respiratory rate of lactating dairy cattle under field and chamber conditions. *J Dairy Sci*. 1991;74(8):2491-500.
- Lemerle C, Goddard ME. Assessment of heat stress in dairy cattle in Papua New Guinea. *Trop Anim Hlth Prod*. 1986;18:232-42.
- Leonard FC, O'Connell JM, O'Farrell KJ. Effect of overcrowding on claw health in first-calved Friesian heifers. *Br Vet J*. 1996;152:459-72.
- Liang D, Wood CL, McQuerry KJ, Ray DL, Clark JD, Bewley JM. Influence of breed, milk production, season, and ambient temperature on dairy cow reticulorumen temperature. *J Dairy Sci*. 2013;96:5072-81.
- Little W, Shaw SR. A note on the individuality of the intake of drinking water by dairy cows. *Anim Sci*. 1978;26(2):225-7
- Little W, Collis KA, Glead PT, Sansom BF, Allen WM, Quick AJ. Effect of reduced water intake by lactating dairy cows on behaviour, milk yield and blood composition. *Vet. Rec*. 1979;106(26):547-51.
- Mader TL, Davis MS, Brown-Brandl T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J Anim Sci*. 2006; 84:712-9.
- Maia ASC, Da Silva RG, Loureiro B. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holştayne cows in a tropical environment. *Int J Biometeorol*. 2005;50(1):17-22.
- Marai IFM, Habeeb AAM, Farghaly HM. Productive, physiological and biochemical changes in imported and locally born Friesian and Holştayne lactating cows under hot summer conditions of Egypt. *Trop Anim Health Prod*. 1999; 31(4):233-43.
- Marai IF, El-Darawany AA, Fadiel A, Abdel-Hafez MA. Physiological traits as affected by heat stress in sheep-A review. *Small Rumin Res*. 2007;71(1-3):1-12.
- Maust LE, McDowell RE, Hooven NW. Effect of summer weather on performance of Holştayne cows in 3 stages of lactation. *J Dairy Sci*. 1972;55(8):1133-9.
- McDowell RE, McDaniel BT, Barrada MS, Lee DHK. Rate of surface evaporation from the normal body surface and with sweat glands inactivated under hot conditions. *J Anim Sci*. 1961;20(2):380-5.

- McManus CCB, Tanure V, Peripolli L, Seixas V, Fischer AM, Gabbi SRO, et al. Infrared thermography in animal production: an overview. *Comput Electron Agric.* 2016;123:10-6.
- Menconi ME, Grohmann D. Model integrated of life-cycle costing and dynamic thermal simulation (mild) to evaluate roof insulation materials for existing livestock buildings. *Energy Build.* 2014;81:48-58.
- Mertens DR. Regulation of forage intake. George C, Fahey Jr, editors. *Forage Quality Evaluation and Utilization.* Madison: American Society of Agronomy; 1994.
- Metz JHM. The reaction of cows to a short-term deprivation of lying. *Appl Anim Behav Sci.* 1985;13(4):301-7.
- Meyer MJ, Smith JF, Harner JP, Shirley JE, Titgemeyer EC, Brouk MJ. Performance of lactating dairy cattle in three different cooling systems. *Appl Eng Agric.* 2002;18(3):341-5.
- Mishra SR, Kundu AK, Mahapatra APK. Effect of ambient temperature on membrane integrity of spermatozoa in different breeds of bulls. *The Bioscan.* 2013; 8(1):181-3.
- Morais DAEF, Maia ASC, Silva RG, Vasconcelos AM, Lima PO, Guilhermino MM. Variação anual de hormônios tireoidianos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. *Rev Bras Zootec.* 2008;37(3):538-45.
- Moran JB. 1989. The influence of season and management system on intake and productivity of confined dairy cows in a mediterranean climate. *Anim Sci.* 1989;49(3):339-44.
- Morignat E, Emilie G, Vinard JL, Calavas D, Hénaux V. Quantifying the influence of ambient temperature on dairy and beef cattle mortality in France from a time-series analysis. *Environmental Research.* 2015;140:524-34.
- Muller CJC, Botha JA, Smith WW. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. I. Feed and water intake, milk production and milk composition. *South Afric J Anim Sci.* 1994;24:49-55.
- Murphy MR. Water metabolism of dairy cattle. *J Dairy Sci.* 1992;75:326-33.
- NADIS. The healthy cow [Internet]. 2021 [Erişim Tarihi: 25 Kasım 2021]. Erişim adresi: <file:///C:/Users/FUJITSU/Downloads/TheHealthyCow.pdf>
- Nardone A, Ronchi B, Lacetera N, Ranieri MS, Bernabucci U. Effect of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livest Sci.* 2010;130(1-3):57-69.
- Nonaka I, Takusari, N, Tajima K, Suzuki T, Higuchi K, Kurihara M. Effects of high environmental temperatures on physiological and nutritional status of prepubertal Holştayn heifers. *Livest. Sci.* 2008;113(1):14-23.
- Noordhuizen J, Bonnefoy JM. Managing Heat Stress in Dairy Cattle Practice [Internet]. 2015 [Erişim Tarihi: 16 Ağustos 2022]. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Jos-Noordhuizen/publication/303157483_Heat_Stress_in_Dairy_Cattle_Major_Effects_

and_Practical_Management_Measures_for_Prevention_and_Control/links/566eeda408ae4d4dc8f8009a/Heat-Stress-in-Dairy-Cattle-Major-Effects-and-Practical-Management-Measures-for-Prevention-and-Control.pdf

Noyan A. Fizyoloji. 5. Baskı. Ankara: Meteksan Ltd.Şti; 1988.

NRC. A Guide to environmental research on animals. National academy press. Washington, DC, USA. 1971.

NRC. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National academy press: Washington, DC, USA, 1981.

NRC. 6th revised edition update nutrient requirements of dairy cattle. National academy press. Washington, DC, USA. 1989.

NRC. Nutrient requirements of beef cattle. National research council. Washington, DC, USA, 2000.

NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. National research council. Washington, DC, USA. 2001.

Oikonomou G, Trojancanec P, Ganda EK, Bicalho MLS, Bicalho RC. Association of digital cushion thickness with sole temperature measured with the use of infrared thermography. *J Dairy Sci.* 2014;97:4208-15

Ortiz XA, Smith, JF, Rojano F, Choi CY, Bruer J, Steele T, et al. Evaluation of conductive cooling of lactating dairy cows under controlled environmental conditions. *J Dairy Sci.* 2015;98:1759-71.

Paepe MD, Pieters JG, Cornelis WM, Gabriels D, Merci B, Demeyer P. Airflow measurements in and around scale model cattle barns in a wind tunnel: Effect of ventilation opening height. *Biosystems Engineering.* 2012;113:22-32.

Pakari A, Ghani S. Comparison of different mechanical ventilation systems for dairy cow barns: CFD simulations and field measurements. *Computers and Electronics in Agriculture.* 2021;186:1-10.

Pan YS, Donegan SM, Hayman RH. Sweating rate at different body regions in cattle and its correlation with some quantitative components of sweat gland secretor for a given area of skin. *Australian J Agric Res.* 1969;20(2):395-403.

PASS. Veterinary thermal camera applications [Internet] 2023 [Erişim Tarihi 02 Ocak 2023]. Erişim adresi: <https://www.pass-thermal.co.uk/thermal-camera-applications-veterinary>

Paulo JLA, Lopes FA. Daily activity patterns of Saanen goats in the semi-arid northeast of Brazil. *Rev Bras Zootec.* 2014;43:464-70.

Pejman AH, Shahryar A. Heat stress in dairy cows (a review). *Research in Zoology.* 2012;2(4): 31-7.

Perera KS, Gwazdauskas FC, Pearson RE, Brumback TB. Effect of season and stage of lactation on performance of Holstays. *J Dairy Sci.* 1986;69:228-36.

Pereyra AVG, May VM, Catracchia CG, Herrero MA, Flores MC, Mazzini M. Influence of water temperature and heat stress on drinking water intake in dairy cows. *Chil J Agric Res.* 2010;70(2):328-36

- Perissinotto M, Moura DJ, Cruz VF. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. *Rev Ciênc Agrárias*. 2007;30(1):135-42
- Piccione G, Refinetti R. Thermal chronobiology of domestic animal. *Front Biosci*. 2003;8:258-64.
- Place NT, Heinrichs AJ, Erb HN. The effects of disease, management, and nutrition on average 57ditö gain of dairy heifers from birth to four months. *J Dairy Sci*. 1998;81(4):1004–9.
- Poikalainen V, Praks J, Veermae I, Kokin E. Infrared temperature patterns of cow's body as an indicator for health control at precision cattle farming. *Agron Res*. 2012;10(1):187-94.
- Polsky L, von Keyserlingk MAG. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *J. Dairy Sci*. 2017;100:8645-57.
- Purwanto BP, Abo Y, Sakamoto R, Furumoto F, Yamamoto, S. Diurnal patterns of heat production and heart rate under thermoneutral conditions in Holştayn Friesian cows differing in milk production. *J Agric Sci*. 1990;114(2):139-142.
- Radoń J, Bieda W, Lendelova J, Pogran S. Computational model of heat exchange between dairy cow and bedding. *Comput Electron Agric*. 2014;107:29-37.
- Rahman MB, Kamal MM, Rijsselaere T, Vandaele L, Shamsuddin M, Soom AV. Altered chromatin condensation of heat stressed spermatozoa perturbs the dynamics of DNA methylation reprogramming in the paternal genome after in vitro fertilisation in cattle. *Reprod Fertil Dev*. 2013;26(8):1107-16.
- Rashamol V, Sejian V, Bagath M, Krishnan G, Archana PR, Bhatta R. Physiological adaptability of livestock to heat stress: an updated review. *J Anim Behav Biometeorol*. 2018;6:62-71.
- Raubas J, Heins BJ, Chesterjones H, Diaz HL, Ziegler D, Linn JG, et al. Relationships between protein and energy consumed from milk replacer and starter and calf growth and first-lactation production of Holştayn dairy cows. *J Dairy Sci*. 2019;102(1):301-10.
- Ray DE, Roubicek CB. Behavior of feedlot cattle during two seasons. *J Anim Sci*. 1971;33:72-6.
- Rejeb M, Sadraoui R, Najjar T, M'rad MB. A Complex interrelationship between rectal temperature and dairy cows' performance under heat stress conditions. *Open J Anim Sci*. 2016;6:24-30.
- Renaudeau D, Collin A, Yahav S, de Basilio V, Gourdine JL, Collier RJ. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*. 2012; 6(5):707-28.
- Rensis F D, Scaramuzzi R J. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow-a review. *Theriogenology*. 2003;60(6):1139-51.
- Rhoads RP, Baumgard LH, Suagee JK, Sanders SR. Nutritional interventions to alleviate the negative consequences of heat stress. *Adv Nutr*. 2013;4(3):267-76.

- Richards JJ. Milk production of Friesian cows subjected to high daytime temperatures when allowed food either ad lib or at nighttime only. *Trop Anim Health Prod.* 1985;17:141-52.
- Robertshaw D, Vercoe JE. Scrotal thermoregulation of the bull (*Bos sp.*). *Aust J Agric Res.* 1980; 31(2):401-7.
- Roefeldt S. You can't afford to ignore heat stress. *Dairy Herd Management.* 1998;35:6-12.
- Roman-Ponce H, Thatcher WW, Buffington DE, Wilcox CJ, Van Horn HH. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. *J Dairy Sci.* 1977;60:424-30.
- Roseler DK, Fox DG, Chase LE, Pell AN, Stone WC. Development and evaluation of equations for prediction of feed intake for lactation Holştayn dairy cows. *J Dairy Sci.* 1997;80:878-93.
- Roth Z, Meidan R, Braw-Tal R, Wolfenson D. Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. *J Reprod Infertil.* 2000;120(1):83-90.
- Ruban S, Borshch OO, Borshch OV, Orischuk O, Balatskiy Y, Fedorchenko M, et al. The impact of high temperatures on respiration rate, breathing condition and productivity of dairy cows in different production systems. *Anim Sci Pap Rep.* 2020; 38(1):61-72.
- Rungruang S, Collier J, Rhoads R, Baumgard L, de Veth M, Collier RJ. A 58dit-response evaluation of rumen-protected niacin in thermoneutral or heat-stressed lactating Holştayn cows. *J Dairy Sci.* 2014;97(8):5023-34.
- Rutledge JJ. Use of embryo transfer and IVF to bypass effects of heat stress. *Theriogenology.* 2001;55(1):105-11.
- Salles MSV, Da Silva SC, Salles FA, Roma Jr LC, El Faro L, Mac Lean PAB, et al. Mapping the body surface temperature of cattle by infrared thermography. *J Therm Biol.* 2016;62:63-9.
- Samal L. Heat stress in dairy cows-reproductive problems and control measures. *Int J Livest Res.* 2013;3:14-23.
- Santana Jr ML, Bignardi AB, Pereira RJ, Stefani G, El Faro L. Genetics of heat tolerance for milk yield and quality in Holştayns. *Animal.* 2017;11:4-14.
- Sartori R, Rosa GJ, Wiltbank MC. Ovarian structures and circulating steroids in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J Dairy Sci.* 2002;85(11):2813-22.
- Schär C, Vidale PL, Luthi D, Frei C, Haberli C, Liniger MA, et al. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature.* 2004;427:332-6.
- Schmidt-Nielsen K. *Desert Animals. Physiological Problems of Heat and Water.* Oxford. The Clarendon Press; 1964.
- Schütz KE, Rogers AR, Poulouin YA, Cox NR, Tucker CB. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2010;93:125-33.

- Sejian V, Maurya VP, Naqvi SM. Adaptability and growth of Malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. *Trop Anim Health Prod.* 2010;42:1763-70.
- Shaji S, Sejian V, Bagath M, Mech A, David ICG, Kurien EK, et al. Adaptive capability as indicated by behavioral and physiological responses, plasma HSP70 level and PBMC HSP70 mRNA expression in Osmanabadi goats subjected to combined (heat and nutritional) stressors. *Int J Biometeorol.* 2016;60:1311-23.
- Schaefer AL, Cook NJ, Bench C, Chabot JB, Colyn J, Liu T, et al. The non-invasive and automated detection of bovine respiratory disease onset in receiver calves using infrared thermography. *Res Vet Sci.* 2012;9:928-35.
- Scharf B, Johnson J, Weaber R, Spiers D. Utilizing laboratory and field studies to determine physiological responses of cattle to multiple environmental stressors. *J Therm Biol.* 2012;37(4):330-8.
- Sharma AK, Rodriguez LA, Mekonnen G, Wilcox CJ, Bachman KC, Collier RJ. Climatological and genetic effects on milk composition and yield. *J Dairy Sci.* 1983;66:119-26.
- Sharma AK, Rodriguez LA, Wilcox CJ, Collier RJ, Bachman KC, Martin FG. Interactions of climatic factors affecting milk yield and composition. *J Dairy Sci.* 1988;71:819-25.
- Silanikove N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livest Prod Sci.* 2000;67:1-18.
- Silanikove, N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: A review. *Livest Prod Sci.* 1992;30:175-94.
- Singh M, Chaudhari BK, Singh JK, Singh AK, Maurya PK. Effects of thermal load on buffalo reproductive performance during summer season. *J Biol Sci.* 2013;1(1):1-8.
- Soerensen D, Pedersen L. Infrared skin temperature measurements for monitoring health in pigs: a review. *Acta Vet Scand.* 2015;57(1):1-11.
- Soriani N, Panella G, Calamari L. Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. *J Dairy Sci.* 2013;96(8):5082-94.
- Speakman JR, Ward S. "Infrared thermography: principles and applications. *Zoology Jena.* 1998;101:224-32.
- Spiers DE, Spain JN, Sampson JD, Rhoads RP. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. *J Therm Biol.* 2004;29:759-64.
- Srikandakumar A, Johnson EH. Effect of heat stress on milking production, rectal temperature, respiratory rate and blood chemistry in Holštayn, Jersey and Australian Milking Zebu cows. *Trop Anim Health Prod.* 2004;36(7):685-92.
- St-Pierre NR, Cobanov B, Schnitkey G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *J Dairy Sci.* 2003;86(E. Suppl.):E52–E77.

- Strutzke S, Fiske D, Hoffmann G, Ammon C, Heuwieser W, Amon T. Development of a noninvasive respiration rate sensor for cattle. *J Dairy Sci.* 2018;102:690-5.
- Summer A, Lora I, Formaggioni P, Gottardo F. Impact of heat stress on milk and meat production. *Animal Frontiers.* 2019;9(1):39-46.
- Tao S, Rivas RMO, Marins TN, Chen YC, Gao J, Bernard JK. Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. *Theriogenology.* 2020;150:437-44.
- Tapki I, Sahin A. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. *Appl Anim Behav Sci.* 2006;99:1-11.
- Thatcher WW. Effects of season, climate and temperature on reproduction and lactation. *J Dairy Sci.* 1974;57:360-8.
- Thiruvenkadan AK, Panneerselvam S, Rajendran R, Murali N. Analysis on productive and reproductive traits of Murrah buffalo cows maintained in the coastal region of India. *Appl Anim Husb Rural Dev.* 2010;3:1-5.
- Thom E C. The discomfort index. *Weatherwise.* 1959;12(2);57-61.
- Thornton RF, Yates NG. Some effects of water restriction on nitrogen metabolism of cattle. *Aust J agric Res.* 1969;20(1):185-9.
- Tolkamp BJ, Haskell MJ, Langford FM, Roberts DJ, Morgan CA. Are cows more likely to lie down the longer they stand? *Appl. Anim Behav Sci.* 2010;124:1-10.
- Uğurlu M, Teke B, Akdağ F, Arslan S. Effect of temperature-humidity index, cold stress index and dry period length on birth weight of Jersey calf. *Bulg J Agric Sci.* 2014;20(5):1227-32.
- Upadhyay RC, Sirohi S, Ashutosh, Singh SV, Kumar A, Gupta SK. Impact of climate change on milk production in India. Aggarwal PK, editor. *Global climate change and Indian agriculture.* New Delhi: Published by ICAR; 2009.
- Utley PR, Bradley NW, Boling JA. Effect of restricted water intake on feed intake, nutrient digestibility and nitrogen metabolism in steers. *J Anim Sci.* 1970;31(1);130-5.
- Vasseur E, Rushen J, Haley DB, de Passillé AM. Sampling cows to assess lying time for on-farm animal welfare assessment. *J Dairy Sci.* 2012;95(9):4968-77.
- West JW. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2003;86:2131-44.
- West JW, Mullinix BG, Bernard JK. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 2003;86:232-42.
- Wheelock J, Rhoads R, VanBaale M, Sanders S, Baumgard L. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *J Dairy Sci.* 2010;93(2):644-55.
- Wolfenson D, Roth Z, Meidan R. Impaired reproduction in heat stressed cattle: Basic and applied aspects. *Anim Rep Sci.* 2000;60-61:535-47.
- Yalçın C. *Genel Zootekni.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları; 1981.

Yaylak E, Yavuz M. Sığırlarda İçme Suyu Kalitesi ve Suluk Yönetimi. Hayvansal Üretim. 2016; 57(2):57-67.

Yılmaz O. Hamdani, Morkaraman ve Karagül Koynlarında Kuzulatma Sıklığının Arttırılması Olanakları [Doktora Tezi]. Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi; 2001.

Yousef MK. Stress physiology in livestock. Boca Raton: CRC Press; 1985.

Zimbelman RB, Rhoads RP, Rhoads ML, Duff GC, Baumgard LH, Collier RJ. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe temperature humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy. Collier RJ, 61ditör. Proceedings of the Southwest Nutrition Conference. 2009. P. 158-169.

Zoa-Mboe A, Head HH, Bachman KC, Baccari, F, Wilcox, CJ, 1989. Effects of bovine somatotropin on milk yield and composition, dry matter intake, and some physiological functions of Holştayn cows during heat stress. J Dairy Sci. 1989;72:907-16.

Zähner M, Schrader L, Hauser R, Keck M, Langhans W, Wechsler B. The influence of climatic conditions on physiological and behavioural parameters in dairy cows kept in open stables. Anim Sci 2004;78(1):139-47.

ÖZGEÇMİŞ



EKLER

EK 1. Tez Orijinallik Raporu



T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü



G19 –TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tez Başlığı / Konusu	SÜT SİĞİRLARINDA SICAKLIK STRESİ VE YÖNETİMİ			
İntihal taraması yapılan bölümler ve sayfa sayıları				
Kapak sayfası	Giris	Ana bölümler	Sonuç bölümleri	Toplam sayfa sayısı
1	2	67	6	76
İntihal taraması yapılan program		Taramanın yapıldığı tarih	Benzerlik oranı %	
Turnitin		23/01/2023	%11	
*Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:				
- Kabul ve onay sayfası hariç,				
- Teşekkür hariç,				
- İçindekiler hariç,				
- Simge ve kısaltmalar hariç,				
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)				
- Gereç ve yöntemler hariç,				
- Kaynakça hariç,				
- Alıntılar hariç,				
- Tezden çıkan yayınlar hariç,				
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)				
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihali içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabulettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.				
Gereğini bilgilerinize arz ederim.				
Mukaddes DEMİR İmza				

Öğrencinin Adı Soyadı	Mukaddes DEMİR
Anabilim Dalı	Veterinerlik Zootekni
Öğrenci No	
Programı	<input checked="" type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input type="checkbox"/> Doktora

DANIŞMAN ONAYI UYGUNDUR Prof. Dr. Orhan YILMAZ (Unvan, Ad Soyad, İmza)	ENSTİTÜ ONAYI UYGUNDUR Dr. Öğr. Üyesi Alperen DEĞİRMENÇİ (Unvan, Ad Soyad, İmza)
---	---