



## Holstein İneklerde Isı Stresinin Süt Verimi, Gebelik Oranı ve İşletme Gelirine Etkileri

Mehmet KÜÇÜKOFLAZ<sup>1,\*</sup> İbrahim KILIÇKAYA<sup>2</sup> Güven GÜNGÖR<sup>3</sup> Seyrani DEMİR<sup>4</sup>  
Savaş SARIÖZKAN<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı, 36000, Kars, Türkiye

<sup>2</sup> Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, 38000, Kayseri, Türkiye

<sup>3</sup> Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, 12000, Bingöl, Türkiye

<sup>4</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, 48000, Muğla, Türkiye

<sup>5</sup> Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı, 38000, Kayseri, Türkiye

Geliş Tarihi: 07.03.2025

Kabul Tarihi: 26.05.2025

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Holstein ırkı ineklerde ısı stresinin süt verimi, gebelik oranı ve işletme gelirine etkisini belirlemektir. Çalışmanın materyalini, Kayseri ilinde faaliyet gösteren 61 baş Holstein ırkı sağmal ineğe sahip süt sığırcı işletmesinin 2023 yılı ilkbahar ve yaz mevsimine ait süt verimi ve gebelik oranı verileri oluşturmuştur. Araştırmada kullanılan günlük sıcaklık ve bağıl nem değerleri Meteoroloji 7. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışmada mevsime ve sıcaklık-nem endeksi (SNİ)'ne göre süt verimleri ve gebelik oranları karşılaştırılarak ısı stresinin işletme gelirine etkisi ortaya konulmuştur. Araştırma bulgularına göre, yaz mevsiminde süt veriminin ilkbahara göre 1.47 lt/gün/inek ( $p<0.001$ ), ısı stresinin olduğu günlerde ise 1.02 lt/gün/inek ( $p<0.01$ ) azaldığı tespit edilmiştir. İşletmede süt verimindeki azalmaya göre oluşan finansal kayıp miktarı yaz mevsiminde 22.05 ₺/gün/inek (0.6 €) ve ısı stresinin olduğu günlerde ise 15.3 ₺/gün/inek (0.4 €) olarak hesaplanmıştır. Gebelik oranında ise yaz mevsiminde %4.3 ve ısı stresinin varlığında %2.3 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Gebelik oranındaki azalmaların işletmede oluşturduğu finansal kayıplar yaz mevsiminde 17160 ₺ (468 €) ısı stresinin olduğu dönemde ise 9240 ₺ (252 €) olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, Türkiye şartlarında yetiştirilen Holstein ırkı ineklerde eşik SNİ değerinin ( $\geq 72$ ) aşılmasıyla özellikle yaz mevsiminde gebelik oranında düşüş ve süt verim kayıpları olduğu ve bunun da işletme gelirinde azalmalara yol açtığı belirlenmiştir. Halihazırda yapılan ve yapılacak olan süt sığırcı yetiştiriciliğinde işletme gelir ve karlılığının düşmemesi için SNİ değerlerinin takip edilerek işletmelerde ilave tedbirlerin alınması faydalı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Gebelik oranı, Gelir, Isı stres, Sığır, Süt.

### ABSTRACT

## Effects of Heat Stress on Milk Production, Conception Rate and Farm Income in Holstein Cows

The aim of this study was to determine the effects of heat stress on milk yield, conception rate and farm income in Holstein cows. The material of the study was milk yield and conception rate data from the spring and summer seasons of 2023 of a dairy cattle farm with 61 Holstein milking cows operating in Kayseri Province. Daily temperature and relative humidity values used in the study were obtained from the 7<sup>th</sup> Regional Directorate of Meteorology. In the study, the effect of heat stress on farm income was revealed by comparing milk yields and conception rates according to season and temperature-humidity index (THI). According to results, it was determined that milk yield decreased by 1.47 lt/day/cow in summer compared to spring ( $p<0.001$ ), and by 1.02 lt/day/cow ( $p<0.01$ ) on days of heat stress. The amount of financial loss incurred in the farm according to the decrease in milk yield was calculated as 22.05 ₺/day/cow (0.6 €) in the summer season and 15.3 ₺/day/cow (0.4 €) on days of heat stressed. The conception rate decreased by 4.3% in summer and 2.3% in the presence of heat stress. The financial losses caused by decreases in conception rates were calculated as 17160 ₺ (468 €) in the summer season and 9240 ₺ (252 €) in the period of heat stress. In conclusion, it has been calculated that exceeding the threshold THI value ( $\geq 72$ ) in Holstein cows raised under Turkish conditions causes decrease in conception rate and milk yield losses, especially in the summer season, and this causes decreases in farm income. It would be beneficial to follow the THI values and take additional measures in the farms in order to prevent the decrease in income and profitability in the breeding that has been currently done and will be done in the future.

**Keywords:** Conception rate, Cow, Income, Heat stress, Milk.



## GİRİŞ

Dünya’da hava sıcaklıklarının devamlı artması, özellikle yaz aylarında nem ile birlikte hissedilen sıcaklığın hayvanlar üzerinde ısı stresi oluşturmaya; verim, refah, sağlık ve fertilité gibi göstergelerin olumsuz yönde etkilenebilmesine neden olmaktadır (Hill ve Wall 2015; Das ve ark. 2016; Erzurum 2024). Bu durum hayvansal üretimin sürdürülebilirliği açısından giderek büyüyen riskler taşımakta ve işletmelerin yeni stratejiler geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Sığırlar için çevre sıcaklığının -5 ile 25 °C aralığında olması, verimlerini düşürmeden yaşam faaliyetlerini devam ettirebildikleri konfor ortamı olarak bildirilmektedir (Çelik 2021). Bunun üzerindeki değerler nem ile birleştiğinde tolere edilememekte ve hayvanlarda ısı stresine yol açarak süt veriminin düşmesine neden olmaktadır. Isı stresi, hayvanları en çok etkileyen çevresel faktörler arasındadır (Sheikh ve ark. 2017). Isı stresinin verim üzerine etkisini belirleyebilmek için hava sıcaklığı ve nispi nemin birlikte değerlendirilmesi gerektiği için farklı formüller geliştirilerek sıcaklık nem indeksi (SNİ) değerleri hesaplanmış ve hayvanlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Gantner ve ark. 2011; Ghavi Hossein-Zadeh ve ark. 2013; Cuellar ve ark. 2023). Dünya’da farklı ülkelerde (Bokharaeian ve ark. 2023; Nam ve ark. 2024; Vinet ve ark. 2024) ve Türkiye’de SNİ değerleri hesaplanmış ve özellikle süt sığırcılığında verim üzerine etkileri rapor edilmiştir (Yashoğlu ve İlhan 2016; Koyuncu ve Akgün 2018; Koç ve Uğurlu 2019; Çelik 2021). Ancak Türkiye’de yürütülen çalışmalarda genellikle kayıp miktarları saha/işletme verileri yerine literatüre dayalı olarak ortaya konulmuştur. Dolayısıyla saha verisi içeren ve işletme gelirine olan finansal etkilere ait kapsamlı çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye şartlarında yetiştirilen Holstein ineklerde ısı stresinin süt verimi, gebelik oranı ve işletme gelirine etkisini hesaplamak ve bu konuda saha verilerine dayalı bir farkındalık oluşturarak üreticilere ve diğer sektör paydaşlarına karar desteği sağlamaktır.

## MATERYAL VE METOT

Mevcut çalışma Kayseri İli Yahyalı ilçesinde faaliyet gösteren 61 baş multipar (2.-3. laktasyon) sağmal Holstein ırkı ineğe sahip özel bir süt sığırcılığı işletmesinin 2023 yılı ilkbahar ve yaz mevsimini içeren Mart-Ağustos arası 6 aylık (184 günlük) dönemdeki verileri kullanılarak yürütülmüştür. Günlük sıcaklık ve bağıl nem değerleri Meteoroloji 7. Bölge Müdürlüğü’nden temin edilmiştir.

Hayvanlarda oluşan ısı stresinin ölçümü, değişik yöntemlerle hesaplanan SNİ değerleri yardımıyla ortaya konulmaktadır. Çalışmada SNİ değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Yashoğlu ve İlhan 2016; Cuellar ve ark. 2023).

$$SNİ = (1.8 \times T + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T - 26.8)]$$

Formüle; T değeri (°C): kuru termometre sıcaklığını ve RH değeri (%): bağıl nem oranını ifade etmektedir. Çalışmada, rektal sıcaklık ile en yüksek korelasyona (r=0.53) sahip olması ve benzer araştırmalarda kullanılması nedeniyle bu indeks seçilmiştir (Dikmen ve Hansen 2009; Nadaroğlu ve Şimşek 2017). Ayrıca, önceki çalışmalarda önerildiği üzere sıcaklık ve bağıl nemin ters döngüsel yapıda (biri artarken diğeri azalmakta) olması nedeniyle SNİ, gün içinde maksimum sıcaklık ve minimum

nem değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır (Ravagnolo ve Misztal 2000; St-Pierre ve ark. 2003).

Bu konuda farklı çalışmalar olmakla birlikte, genel kabul gören haliyle SNİ değeri <72 ise “stres yok”, ≥72-99 arası “ısı stresi” hali ve ≥100 ise “tehlike/ölüm” hali olarak değerlendirilmektedir (Choudhary ve Sirohi 2019; Duru 2018). Dolayısıyla ısı stresinin varlığı için eşik SNİ değeri ≥72 olarak kabul edilmiştir. Stresin düzeyi ile birlikte hayvanlarda görülen etkilerin boyutu da değişmektedir. Araştırma döneminde 100 ve üzeri SNİ ölçüm değeri olmamıştır. İşletmede elde edilen günlük ortalama süt verimleri hem ilkbahar (Mart, Nisan, Mayıs, 92 gün) ve yaz (Haziran, Temmuz, Ağustos, 92 gün) dönemleri için hem de ısı stresinin olduğu (SNİ≥72) ve olmadığı (SNİ<72) durumlar için analiz edilmiştir. Çalışmada yeterli/sağlıklı veri temin edilemediğinden süt kalitesindeki ve yem tüketimindeki azalma dikkate alınamamıştır. Diğer taraftan çalışmada mevsimler itibarıyla (ilkbahar ve yaz) ve ısı stresinin olup (SNİ≥72), olmadığı (SNİ<72) dönemler itibarıyla işletmenin ortalama süt verimleri ve gebelik oranları dikkate alınarak meydana gelen gelir farklılıkları hem inek başına ve hem de işletme düzeyinde ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü dönemde işletmede buzağı ölümü görülmediği için yaşama gücü kriteri değerlendirilmemiştir.

Hesaplamalarda çiğ süt fiyatı 15 ₺/lt, tohumlama fiyatı 825 ₺/payet olarak alınmıştır. Buzağılama aralığının uzamasına bağlı kayıp ise daha önceki yapılan çalışmalar dikkate alınarak 275 ₺/gün (Sarıözkan ve ark. 2012) alınmıştır. Gebelik oranına bağlı kayıpların hesaplanmasında ineklerin bir östrus siklus süresi (21 gün) dikkate alınmıştır. Buna göre gebelik başına kayıp hesabı aşağıdaki gibi yapılmıştır;

Gebelik başına kayıp (₺) = İlave tohumlama bedeli (₺) + buzağılama aralığının uzamasına bağlı kayıp (₺)

Bu formüle yer alan ilave tohumlama bedeli (₺) bir ineğin gebelik başına tohumlama sayısında meydana gelen artışların birim maliyetini ifade etmektedir. Buzağılama aralığının uzamasına bağlı kayıp ile bir ineğin ideal östrus siklus süresini (21 gün) geçen her bir gün için işletmeye olan ek maliyet miktarı kastedilmektedir.

Gelir hesabında aşağıdaki formüller kullanılmıştır;

A. İnek başına süt satış geliri (₺/gün) = Süt verimi (lt/gün) x Süt satış fiyatı (₺)

B. Toplam süt satış geliri (₺/işletme) = A x Sağmal inek sayısı (baş) x Sağım süresi (gün)

## İstatistiksel Analiz

SNİ değeri ile süt verimleri arasında korelasyon incelenmiştir. Gebelik oranlarının mevsimlere ve SNİ eşik değerlerine göre karşılaştırılmasında Pearson Ki Kare analizi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi p<0.05 olarak belirlendi. İstatistiksel analizler The Jamovi Project version 2.3 paket programıyla yapılmıştır.

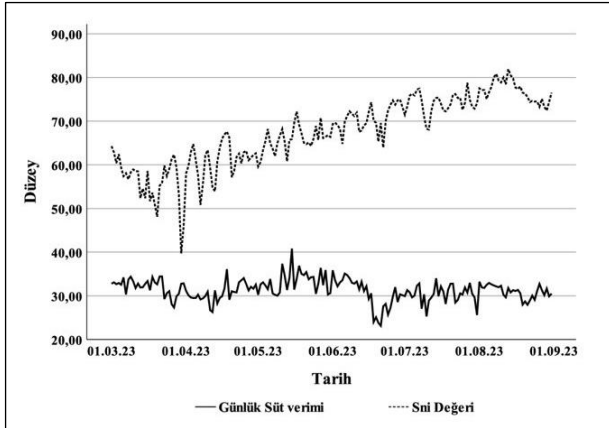
## BULGULAR

Yapılan çalışmada ilkbahar ve yaz mevsimlerine göre günlük ortalama süt verimleri ile SNİ değerleri Tablo 1’de ve buna ait grafik Şekil 1’de verilmiştir.

Mevsimlere göre günlük ortalama süt verimleri (32.07 lt ve 30.60 lt) ve SNİ değerleri (61.05 ve 73.90) arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0.001). İlkbahar mevsimine göre yaz mevsiminde ortalama süt verimi %4.6 oranında azalmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1:** Mevsime göre süt verimi parametrelerinin ve SNİ değerlerinin karşılaştırılması.**Table 1:** Comparison of milk yield parameters and THI values according to season.

| Değişken                   | Grup ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ ) |            | P değeri |
|----------------------------|------------------------------------|------------|----------|
|                            | İlkbahar                           | Yaz        |          |
| Günlük Ort. Süt Verimi, lt | 32.07±0.25                         | 30.60±0.26 | <0.001   |
| SNİ Değeri                 | 61.05±0.59                         | 73.90±0.39 | <0.001   |

**Şekil 1:** Aylara göre ortalama günlük süt verimi ve SNİ düzeyleri.**Figure 1:** Average daily milk yield and THI levels according to months.**Table 2:** Süt verimi ile SNİ düzeyinin korelasyon sonucu.**Table 2:** Correlation result of milk yield and THI level.

| Değişken               | SNİ Düzeyi |
|------------------------|------------|
| Ort. Günlük Süt Verimi | -0.154*    |

\*: p&lt;0.05.

Yapılan korelasyon analizinde süt verimi ile SNİ değeri arasında negatif zayıf bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 4:** Farklı mevsim ve ısı stresi durumuna göre süt satış geliri değişimleri.**Table 4:** Changes in milk sales income according to different seasons and heat stress conditions.

| Gelir Değişimi/Değişkenler                 | Mevsim                |                     | Isı Stresi            |                       |
|--------------------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                            | İlkbahar              | Yaz                 | Var (≥72)             | Yok (<72)             |
| Süt satış geliri (₺/inek/gün)              | 481.1<br>(15×32.07)   | 459.0<br>(15×30.60) | 460.5<br>(15×30.70)   | 475.8<br>(15×31.72)   |
| Fark (₺/inek/gün)                          | 22.1 (=481.1-459.0)   |                     | 15.3 (=475.8-460.5)   |                       |
| Günlük toplam süt satış geliri (₺/işletme) | 29347.1<br>(481.1×61) | 27999.0<br>(459×61) | 28090.5<br>(460.5×61) | 29023.8<br>(475.8×61) |
| Toplam Fark (₺/işletme)                    | 1348.1                |                     | 933.3                 |                       |

**Tablo 5:** Mevsimlere ve SNİ değerlerine göre gebelik oranları.**Table 5:** Pregnancy rates according to seasons and SNI values.

| Mevsim     | Gebelik Durumu                    |            | SNİ Değeri | Gebelik Durumu                     |            |
|------------|-----------------------------------|------------|------------|------------------------------------|------------|
|            | Var                               | Yok        |            | Var                                | Yok        |
| İlkbahar   | 43 (%39.8)                        | 65 (%60.2) | <72        | 44 (%39.3)                         | 68 (%60.7) |
| Yaz        | 11 (%35.5)                        | 20 (%64.5) | ≥72        | 10 (%37.0)                         | 17 (%63.0) |
| Anlamlılık | $\chi^2 = 0.190$ , Sd= 1, p=0.663 |            | Anlamlılık | $\chi^2 = 0.046$ , Sd= 1, p= 0.830 |            |

Yapılan çalışmada ilkbahar ve yaz mevsiminde gebe kalmama oranı sırasıyla %60.2 ve %64.5 olarak tespit edilmiştir. Yani, yaz mevsiminde gebelik oranı %4.3 azalmıştır. Diğer taraftan, ısı stresinin olmadığı (SNİ<72) dönemde gebelik oranı %39.3 iken, ısı stresinin olduğu (SNİ≥72) dönemde %37.0 olarak belirlenmiştir. Isı

Yani SNİ düzeyi arttıkça rakamsal olarak süt veriminin azaldığı söylenebilir (Tablo 2).

Çalışmada eşik SNİ değerlerine göre günlük ortalama süt verimleri karşılaştırılmış ve Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3:** SNİ gruplarına göre süt verim parametrelerinin karşılaştırılması.**Table 3:** Comparison of milk yield parameters according to THI groups.

| Değişken                   | SNİ Düzeyi ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ ) |               | P değeri |
|----------------------------|------------------------------------------|---------------|----------|
|                            | <72 (n=115)                              | ≥72 (n=69)    |          |
| Günlük Ort. Süt Verimi, lt | 31.72 ± 0.26                             | 30.70 ± 0.224 | 0.008    |

$\bar{X}$ : Aritmetik ortalama;  $S_{\bar{X}}$ : Standart hata.

İneklerde ısı stresi oluşturan (≥72) ve oluşturmayan (<72) SNİ değerleri için günlük ortalama süt verimleri (30.70 lt ve 31.72 lt) arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<0.01). Araştırmanın yürütüldüğü 6 aylık dönemde eşik SNİ değeri (≥72) 69 gün aşılmıştır. Eşik SNİ değerinin üzerine çıkan günlerde günlük ortalama süt veriminin %3.2 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 3).

Araştırmada elde edilen veriler ışığında gerek mevsime göre gerekse eşik SNİ değerinin aşıldığı günlere göre meydana gelen süt verim kaybının işletme gelirine etkisi Tablo 4'te sunulmuştur.

Yapılan hesaplamalara göre, yaz mevsiminde ve ısı stresinin olduğu dönemlerde inek başına süt satış geliri sırasıyla 22.1 ₺/gün ve 15.3 ₺/gün daha az olmuştur. İşletme bazında toplam süt satış geliri ise yine aynı sırayla 1348.1 ₺/gün ve 933.3 ₺/gün daha düşük kalmıştır. Araştırma süresince mevcut işletmenin günlük toplam süt satış geliri ilkbahara göre yaz mevsiminde %4.6 oranında ve ısı stresinin yaşandığı günlerde ise %3.3 oranında azaldığı belirlenmiştir (Tablo 4).

İşletmede mevsimlere ve SNİ değerlerine göre gebelik oranları Tablo 5'te verilmiştir.

stresinin olduğu dönemde gebelik oranı %2.3 azalmıştır. Buna göre, her bir gebelik için işletmede oluşan kayıp şu şekilde hesaplanmıştır;

Gebelik başına kayıp = 6600 ₺ [825 ₺ + (21 gün × 275 ₺ = 5775 ₺)]

O halde araştırmada mevsime ve SNİ değerlerine göre tespit edilen gebelik oranındaki düşüşlerin 61 baş sağmal ineği olan mevcut işletmeye yansımaları şu şekilde olacaktır; -Yaz döneminde gebelik oranının %4.3 azalması bu işletmede %2.6 daha az gebelik oluşmasına neden olacaktır  $[(4.3 \times 61) / 100]$ . Bunun işletmeye maliyeti 17160 ₺ ( $2.6 \times 6600$  ₺)'dir.

-Isı stresinin olduğu günlerde gebelik oranının %2.3 azalması ise bu işletmede %1.4 daha az gebelik oluşmasına neden olacaktır  $[(2.3 \times 61) / 100]$ . Bunun da işletmeye maliyeti 9240 ₺ ( $1.4 \times 6600$  ₺)'dir.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

İklim değişiklikleri, başta insan olmak üzere tüm canlıların yaşamını olumsuz etkilemesinin yanı sıra hayvanlarda da refah ve verim kayıplarına yol açması nedeniyle gerek işletme ve ülke ekonomilerine gerekse küresel ekonomiye zarar veren son zamanların en ciddi sorunu niteliğindedir. Ancak bazı çalışmalarda aylık/yıllık (uzun süreli) ortalama SNİ değerleri veya ortalama sıcaklık/nem değerleri dikkate alınarak hesaplama yapılmaktadır (Ermetin ve ark. 2023). Bu yaklaşımlar ısı stresinin yarattığı olumsuz etkiyi kısmen de olsa hafifletmekte ve alınması gereken tedbirlerin ötelenmesine yol açmaktadır. Örneğin bir ay/yıl 65 olan SNİ değeri, diğer ay/yıl 73 olduğunda ortalaması alınırsa 69 olur ve sorun yokmuş gibi algılanır. Oysa SNİ değeri 73 olan yıl hayvanlar için eşik değerin aşıldığı ve verim kaybının yaşandığı anlamı taşır. Hayvancılık için yapılan çalışmalarda eşik SNİ değerinin ( $\geq 72$ ) aşıldığı her bir günün dikkate alınması (Mauger ve ark. 2015) ve gün içinde maksimum sıcaklık/minimum nem oranları ile hesaplama yapılması daha gerçekçi ve sahaya uyumlu yaklaşım olacaktır.

Isı stresinin ırk düzeyindeki etkisine yönelik yapılan çalışmalarda Holstein ırkının Jersey, İsviçre Esmeri ve Simmental ırklara göre ısı stresine karşı daha duyarlı/hassas olduğu bildirilirken (Koç ve Uğurlu 2019), Holstein (%4) ırkında melez (%6) ve İsviçre Esmeri (%7) ırklara göre süt verimindeki düşmenin daha az olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (Cuellar ve ark. 2023).

Isı stresinin verime etkisini ve ekonomik yansımalarını inceleyen çalışmalardan Bernabucci ve ark. (2015), yaz aylarında süt veriminin %10'a kadar ve Skibiel ve ark. (2022), ısı stresi nedeniyle günlük süt veriminin 5 lt azalabileceğini bildirmiştir. Mevcut çalışmada 1-1.5 lt/gün olarak belirlenen süt verimindeki azalma miktarı, bazı çalışmaların altında kalmıştır. Bunun muhtemel nedeni çalışmamızda multipar ineklerin kullanılması olabilir. Çünkü yapılan bir çalışmada primipar (düve) hayvanlarda oluşan süt verim kayıplarının 2 katı kadar hatta daha fazla (1.25 lt ve 2.78 lt) olduğu ve kayıp miktarlarının da sırasıyla 0.46 €/gün ve 0.55 €/gün olduğu bildirilmiştir (Sowula-Skrzyńska ve ark. 2023). Benzer şekilde, çalışmamızda süt verim kaybının finansal değeri 0.4-0.6 € olarak hesaplanmıştır. Rodriguez-Venegas ve ark. (2023), konfor ortamında (SNİ <72) süt verimi 35.9 lt iken, ısı stresi (SNİ  $\geq 72$ ) ile birlikte verimin 1.5-4.1 lt aralığında düştüğünü (34.4 lt-31.8 lt) ve yıllık inek başına 1250 lt süt kaybı oluşabileceğini bildirmiştir. Rodriguez-Venegas ve ark. (2023) tarafından bildirilen sonuçlar, SNİ değerinin 72'nin üzerine çıkmasıyla süt veriminde yaşanan düşme ile mevsimin süt verimine etkisinin olduğu ve özellikle yaz döneminde süt veriminin azaldığı yönündeki bu çalışma bulgusunu desteklemektedir. Bauman ve ark. (2012), Amerika'da yaptıkları çalışmada iklim değişikliğine bağlı olarak süt sığırlarında ortalama süt veriminin 0.57 kg/gün

azalacağı ve yıllık ülkeye ekonomik kaybın 666 milyon \$ olacağı bildirilmiştir. Gelecek yıllarda küresel ısınmanın artacağını ve 2050 ile 2080 yıllarında inek başına süt veriminin sırasıyla 1.42 kg ve 1.88 kg azalacağı, ekonomik kaybın ise 2050 yılında 1.663 milyon \$/yıl ve 2080 yılında 2.206 milyon \$/yıla ulaşacağını tahmin etmişlerdir. Öte yandan çalışmamızda elde edilen verilere göre, gebelik oranı işletmede yaz döneminde %2.6, ısı stresinin olduğu dönemde ise %1.4 oranında azalmıştır. Mevcut çalışma bulgularını destekler nitelikte Khan ve ark. (2013) süt sığırlarındaki ısı stresinin görülmediği (SNİ <72) iklim şartlarında gebelik oranının, %32.6, ısı stresinin görüldüğü dönemde ise %20.5 olduğu bildirmektedir. Başka bir çalışma da (Koç ve Uğurlu 2019) sıcaklık-nem indeksinin artmasıyla Jersey ırkı hayvanlarda 305 günlük süt veriminin azaldığı, gebelik başına tohumlama sayısının arttığı bildirilmiştir. Japonya'da yapılan başka bir çalışmada SNİ  $\geq 80$  olması durumunda gebelik oranının %40 azaldığı bildirilmiştir (Nabenishi ve ark. 2011).

Bazı ülkelerde ısı stresine bağlı olarak oluşan ulusal toplam kayıplar da hesaplanmıştır. Örneğin ABD'de ısı stresinin süt sığırcılığına etkisi 0.9-1.5 milyar \$/yıl, Meksika'nın kuzey bölgesinde 233-311 milyon \$/yıl kayıp olduğu bildirilmiştir (St-Pierre ve ark. 2003; Ferreira ve ark. 2016; Rodriguez-Venegas ve ark. 2023). Türkiye'de de mevcut çalışma ile ısı stresine bağlı süt verim kayıplarının ve gebelik oranındaki azalmaların işletme düzeyinde hesaplanmış olması hem literatüre katkı sağlayacak hem de üreticiler ile hükümet/politikacılara gelecekte belirlenecek stratejiler ve alınması gereken tedbirler konusunda önemli bir karar desteği sağlayacaktır.

Sonuç olarak, mevcut çalışma ile Türkiye şartlarında yetiştirilen Holstein ineklerde eşik SNİ değerinin aşıldığı özellikle yaz aylarında süt veriminde ve gebelik oranında düşüşler olduğu ve bunun da işletme gelirinde önemli azalmalara neden olduğu hesaplanmıştır. Dünya genelinde 2050 yılına kadar 1.5 °C artması öngörülen hava sıcaklıkları da düşünüldüğünde, yapılan yetiştiricilikte işletme geliri ve karlılığın düşmemesi için SNİ değerlerinin takip edilerek ilave tedbirlerin alınması, gelecekte yapılması planlanan yatırımlar açısından bu ve benzeri çalışma sonuçlarının dikkate alınması gerektiği ortaya konulmuştur. Isı stresinin hayvanlarda yaratacağı olumsuz etki bakım-besleme (dengeli ve kaliteli rasyon), sürü yönetimi (yeterli ve biyokonfor alan, gübre temizliği) ve barınaklarda (gölgelik, fan/duş, su temini) alınacak olan tedbirlerle minimize edebilir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## YAZAR KATKILARI

Fikir/Kavram: MK, SS  
Denetleme/Danışmanlık: MK, SS  
Veri Toplama ve/veya İşleme: İK  
Analiz ve/veya Yorum: MK, SS, GG  
Makalenin Yazımı: SS, MK, SD  
Eleştirel İnceleme: SS

## KAYNAKLAR

Bauman Y, Salathé EP Jr, Mauger GS, Nennich TD (2012). Impacts of climate change on milk production in the United States. Erişim Tarihi: March 7, 2024. Erişim Adresi: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/00330124.2014.921017?needAccess=true>

- Bernabucci U, Basiricò L, Morera P, et al. (2015).** Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *J Dairy Sci*, 98 (3), 1815-1827.
- Bokharaeian M, Toghdory A, Ghoorchi T, Ghassemi Nejad J, Esfahani IJ (2023).** Quantitative associations between season, month, and temperature-humidity index with milk yield, composition, somatic cell counts, and microbial load: A comprehensive study across ten dairy farms over an annual cycle. *Animals*, 13 (20), 3205.
- Çelik R (2021).** Diyarbakır ili süt sığırı yetiştiriciliğinin sıcaklık-nem indeksi yönünden değerlendirilmesi. *Dicle Univ Vet Fak Derg*, 14 (2), 96-100.
- Choudhary BB, Sirohi S (2019).** Sensitivity of buffaloes (*Bubalus bubalis*) to heat stress. *J Dairy Res*, 86, 399-400.
- Cuellar CJ, Saleem M, Jensen LM, Hansen PJ (2023).** Differences in body temperature regulation during heat stress and seasonal depression in milk yield between Holstein, Brown Swiss, and crossbred cows. *J Dairy Sci*, 106 (5), 3625-3632.
- Das R, Sailo L, Verma N et al. (2016).** Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Vet World*, 9 (3), 260.
- Dikmen S, Hansen PJ (2009).** Is the temperature-humidity index best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *J Dairy Sci*, 92, 109-116.
- Duru S (2018).** Determination of starting level of heat stress on daily milk yield in Holstein cows in Bursa city of Turkey. *Ankara Univ Vet Fak Derg*, 65, 193-198.
- Ermetin O, Kul E, Sari M (2023).** Evaluation of temperature-humidity index (THI) values in terms of dairy cattle in KOP (Konya Plain Project) region. *TURJFAS*, 11, 954-962.
- Erzurum O (2024).** Küresel iklim değişiklikleri ve süt sığırı yetiştiriciliği. *Manas J Agric Vet Life Sci*, 14 (1), 92-100.
- Ferreira FC, Gennari RS, Dahl GE, De Vries A (2016).** Economic feasibility of cooling dry cows across the United States. *J Dairy Sci*, 99, 9931-9941.
- Gantner V, Mijić P, Kuterovac K, Solić D, Gantner R (2011).** Temperature-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. *Mljekarstvo*, 61 (1), 56-63.
- Ghavi Hossein-Zadeh N, Mohit A, Azad N (2013).** Effect of temperature-humidity index on productive and reproductive performances of Iranian Holstein cows. *Iran J Vet Res*, 14 (2), 106-112.
- Hill DL, Wall E (2015).** Dairy cattle in a temperate climate: The effects of weather on milk yield and composition depend on management. *Anim*, 9, 138-149.
- Khan FA, Prasad S, Gupta HP (2013).** Effect of heat stress on pregnancy rates of crossbred dairy cattle in Terai region of Uttarakhand, India. *Asian Pac J Reprod*, 2, 277-279.
- Koç HU, Uğurlu M (2019).** Süt sığırlarında ısı stresinin verim özellikleri üzerine etkisi. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 59 (1), 30-35.
- Koyuncu M, Akgün H (2018).** Çiftlik hayvanları ve küresel iklim değişikliği arasındaki etkileşim. *Uludağ Univ Ziraat Fak Derg*, 32 (1), 151-164.
- Mauger G, Bauman Y, Nennich T, Salathé E (2015).** Impacts of climate change on milk production in the United States. *Prof Geogr*, 67 (1), 121-131.
- Nabenishi H, Ohta H, Nishimoto T et al. (2011).** Effect of the temperature-humidity index on body temperature and conception rate of lactating dairy cows in southwestern Japan. *J Reprod Dev*, 57 (4), 450-456.
- Nadaroğlu Y, Şimşek O (2017).** İzmir’de iklim değişikliğinin süt üretimine etkisi. *IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi (TİKDEK’2017)*, 5-7 Temmuz, İstanbul, Türkiye.
- Nam KT, Choi N, Na Y, Choi Y (2024).** Effect of the temperature-humidity index on the productivity of dairy cows and the correlation between the temperature-humidity index and rumen temperature using a rumen sensor. *Animals*, 14 (19), 2848.
- Ravagnolo O, Misztal I (2000).** Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. *J Dairy Sci*, 83, 2126-2130.
- Rodriguez-Venegas R, Meza-Herrera CA, Robles-Trillo PA et al. (2023).** Effect of THI on milk production, percentage of milking cows, and time lying in Holstein cows in northern-arid Mexico. *Animals*, 13 (10), 1715.
- Sarıözkan S, Aral Y, Murat H, Aydın E, Sarıözkan S (2012).** Süt sığırcılığı işletmelerinde fertilitite bozukluklarından kaynaklanan finansal kayıpların hesaplanması. *Ankara Univ Vet Fak Derg*, 59 (1), 55-60.
- Sheikh AA, Bhagat R, Islam ST et al. (2017).** Effect of climate change on reproduction and milk production performance of livestock: A review. *J Pharmacogn Phytochem*, 6 (6), 2062-2064.
- Skibieli AL, Koh J, Zhu N et al. (2022).** Carry-over effects of dry period heat stress on the mammary gland proteome and phosphoproteome in the subsequent lactation of dairy cows. *Sci Rep*, 12, 6637.
- Sowula-Skrzyńska E, Borecka A, Pawłowska J, Kaczor A (2023).** Thermal stress influence on the productive and economic effectiveness of Holstein-Friesian dairy cows in temperate climate. *Ann Anim Sci*, 23 (3), 887-896.
- St-Pierre NR, Cobanov B, Schnitkey G (2003).** Economic losses from heat stress by US livestock industries. *J Dairy Sci*, 86(E Suppl.), 52-77.
- Vinet A, Mattalia S, Vallée R et al. (2024).** Effect of temperature-humidity index on the evolution of trade-offs between fertility and production in dairy cattle. *Genet Sel Evol*, 56 (1), 23.
- Yashoğlu E, İlhan H (2016).** Güney Marmara süt sığırı yetiştiriciliğinin ısı stresi yönünden değerlendirilmesi. *JOTAF*, 13 (4), 1219.