



Diyarbakır İli Süt Sığırcılığına Yetiştiriciliğinin Sıcaklık-Nem İndeksi Yönünden Değerlendirilmesi

Romedi ÇELİK^{1,a,✉}

¹Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Şanlıurfa, TÜRKİYE

^aORCID: 0000-0002-6517-3688

Geliş Tarihi/Received
26.03.2021

Kabul Tarihi/Accepted
27.05.2021

Yayın Tarihi/Published
31.12.2021

Öz

Bu çalışma, Diyarbakır ilinin ilçelerine ait sıcaklık nem indekslerini (SNI) hesaplayarak ısı stresinin süt kayıpları üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın veri setini Meteoroloji 15. Bölge Müdürlüğünden temin edilen Diyarbakır ilinin 12 ilçesine ait 1999-2019 yılları arasındaki meteorolojik veriler oluşturmuştur. Araştırmada, ilin çoğu ilçelerine ait haziran-eylül ayları arasındaki SNI değerleri, SNI değerinin alansal dağılımı, inek başına günlük süt kayıpları tespit edilmiştir. Araştırmada, SNI değerlerinin eşik değerleri aştığı ay ve ilçeler göz önünde bulundurulduğunda, yüksek SNI değerlerine bağlı olarak oluşan, inek başına günlük süt kaybının en yüksek olduğu ilçeler Ergani, Çermik ve Silvan sırasıyla 9.56kg, 7.45kg ve 6.40kg; en düşük gerçekleştiği ilçeler ise Çınar, Çüngüş ve Lice sırasıyla 1.76kg, 1.88kg ve 2.26kg olarak tespit edilmiştir. Ağustos ayı süt kayıplarının en yüksek olarak gerçekleştiği ilçeler; Ergani, Silvan ve Çermik sırasıyla 8.94kg, 8.10kg ve 6.5kg; en düşük gerçekleştiği ilçeler ise Çınar, Bismil ve Çüngüş sırasıyla 1.93kg, 2.18kg ve 2.45kg olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Diyarbakır süt işletmelerinde, özellikle temmuz ve ağustos aylarında, ısı stresi nedeniyle önemli süt verim kayıplarının yaşandığı belirlenmiştir. Isı stresi ve süt kaybını önlemek için yüksek çevre sıcaklığının olduğu dönemlerde bakım-yönetim uygulamalarının iyileştirilmesi faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Diyarbakır, Sıcaklık-nem indeksi, süt sığırcılığı, süt verimi

Evaluation of Dairy Cattle Breeding in Diyarbakır Province in Terms of Temperature-Humidity Index

Abstract

This study was conducted to determine the effect of heat stress on milk losses by calculating the temperature humidity index (THI) of the districts of Diyarbakır. The data set of the study consisted of meteorological data belonging to 12 districts of Diyarbakır province between 1999-2019, which were obtained from the Meteorology 15th Regional Directorate. In the study, THI values between June and September, areal distribution of SNI value, daily milk losses per cow in all districts of the province were determined. In the study, considering the months and districts where THI values exceed the critical values, the districts with the highest daily milk loss per cow due to high THI values were Ergani, Çermik and Silvan, respectively 9.56kg, 7.45kg and 6.40kg; the districts with the lowest occurrence, Çınar, Çüngüş and Lice were determined as 1.76kg, 1.88kg and 2.26kg, respectively. Ergani, Silvan and Çermik are the districts with the highest milk losses in August of 8.94kg, 8.10kg and 6.5kg, respectively; the districts with the lowest occurrence, Çınar, Bismil and Çüngüş were determined as 1.93kg, 2.18kg and 2.45kg, respectively. As a result, it was determined that Diyarbakır dairy enterprises experienced significant milk yield losses due to heat stress, especially in July and August. In order to prevent heat stress and milk loss, it will be beneficial to improve maintenance-management practices during periods of high ambient temperature.

Key Words: Diyarbakır, temperature-humidity index, dairy cattle breeding, milk yield

GİRİŞ

Süt inekleri sıcakkanlı hayvanlar olduğundan yaklaşık 38.8°C'lik sabit bir vücut sıcaklığını muhafaza ederler. Çevre ile termal alışverişlerini etkileyen hava sıcaklığı, hava hızı ve bağıl nem gibi faktörlere karşı hassastırlar. Süt inekleri için konfor bölgesi, -15°C ile + 25°C arasında geniş bir aralıktadır (1). Çevre sıcaklığının 25°C'nin üzerine çıktığında laktasyon dönemindeki süt ineklerinin yaşama payı enerji ihtiyacı %30 oranında arttığı ve bu nedenle laktasyon süt veriminin ve döl veriminin negatif yönde etkilendiği bildirilmiştir (2).

Optimal vücut sıcaklığının artmasına sebep olan faktörlerin bileşkesi olarak ortaya çıkan ısı stresi basitçe, bir

hayvanın vücut ısı dengesini korumak için vücut tarafından üretilen ısıyı dağıtamadığı zaman meydana gelen bir olgudur. Bu, fizyolojik ve davranışsal tepkilere yol açarak çiftlik hayvanlarının verim ve üreme performansını olumsuz etkileyen fizyolojik bozukluklara yol açabilir. Çevre sıcaklığındaki değişim hayvanların termal konforunu bozarak strese girmelerine sebep olduğu için (3, 4, 5) belli bir eşığın üzerindeki sıcaklık ve nem seviyeleri, süt sığırlarında süt üretimini (6), döl verimini ve sağlığını olumsuz etkileyebilecek en önemli faktörler olarak bilinir (7, 8). Bu durum entansif süt sığırcılığında büyük ekonomik kayıpların nedeni olarak gösterilmektedir (9).

Süt inekleri, yüksek süt üretiminin neden olduğu yüksek iç ısı yüklerine sahiptir. Bu ısı birikiminin etkileri, çevrede sıcaklık ve nem arttığında daha da şiddetlenir. Bu ek ısıyı atmak için inekler, nefes nefese kalır, terler, solunum hızı artar ve süt verimi düşer, bu etkilerden başka döl verimi de azalır. Uygun hafifletici mekanizmaların yetersiz olduğu durumlarda ısı stresi, süt ürünleri sektörü için potansiyel ekonomik kayıp riski taşır (10). Sıcaklıkların aşırı artışına yüksek bağıl nem de eklenince ısı stresiyle karşı karşıya kalmak kaçınılmaz olmaktadır.

Isı stresi hayvanların sağlığını etkilediği gibi verimlerini ve refahını (11) da olumsuz yönde etkileyen ve işletmenin başarısında etkili olan önemli bir faktördür. Bu sebeple, ısı stresinin değişim sürecini ve gelecekte nasıl bir seyir izleyeceği sıcaklık nem indeksi değerleri aracılığıyla tespit edilmesinin yanı sıra daha başarılı bir işletmecilik için ısı stresinin etkisini azaltmaya yönelik yapısal önlemler, politikalar ve stratejilerin geliştirilmesi fazlasıyla önemlidir (12).

Isı stresi, sıcaklık, bağıl nem, hava hareketi, radyasyon ve yağış benzeri çevresel faktörlerin kombinasyonundan oluşur. Bugüne kadar ısı stresi seviyesini ölçmek için farklı çevresel faktörleri işin içine katan birçok indeks önerilmiştir. Ancak, bunların kullanımları yetersiz veri mevcudiyeti nedeniyle sınırlıdır. Çiftlik hayvanlarında ısı stresi üzerine yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu temel olarak sıcaklık ve bağıl nemi esas alır (13,14,15). Çünkü hayvanın aldığı termal radyasyon miktarı, rüzgâr hızı ve yağış miktarı ile ilgili verilere ulaşmak nispeten daha zordur. Öte yandan, sıcaklık ve nem kayıtları çoğu zaman yakınlarda bulunan bir meteoroloji istasyonundan alınabilir (16)

Yüzey şekilleri oldukça sade olan Diyarbakır ili Mezopotamya'nın kuzeyinde yer alır ve bölgenin tüm özelliklerine sahiptir. Kuzeyden Güneydoğu Toroslar ve güneybatıda Karacadağ ile çevrelenmiş olan Diyarbakır ilinin havzasının eksenini geniş Dicle Vadisi oluşturur. Meteoroloji istasyonunun gözlemlerine göre, en sıcak ay ortalaması 31°C, en soğuk ay ortalaması ise 1.8°C olarak belirlenmiştir. Bugüne kadar saptanan en yüksek sıcaklık 46.2 derece, en düşük sıcaklık ise -24.2 derece olarak ölçülmüştür. Diyarbakır'da yaz ayları çok sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve orta derecede yağışlı geçer ve sert bir kara iklimi hâkimdir (17).

Bu araştırma, Diyarbakır ilinin çoğu ilçelerine ait çevre sıcaklığının yüksek olduğu dönemler için sıcaklık-nem indekslerini hesaplayarak, ısı stresinin günlük süt verim kayıplarına etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırmada Meteoroloji 15. Bölge Müdürlüğünden 1999-2019 yılları arasında mayıs ayından eylül ayına kadar olan dönemdeki Diyarbakır ilinin Merkez, Çermik, Silvan, Çınar, Çüngüş, Hazro, Eğil, Ergani, Hani, Kulp, Lice, Bismil ve Dicle ilçelerine ait günlük ortalama kuru termometre sıcaklığı ve bağıl nem oranları temin edilerek SNİ değerleri

hesaplanmıştır. Sıcaklık-Nem İndeksinin hesaplanmasında (18) bildirdiği eşitlikten yararlanılmıştır.

$$SNİ = (1.8 \times Tdb + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times Tdb - 26)]$$

Bu denklemde SNİ: Sıcaklık-Nem İndeksi, RH: Bağıl nem oranı ve Tdb: Kuru termometre sıcaklığını ifade etmektedir.

SNİ verilerinin alansal dağılımının tespitinde ArcGIS 10.1 programının Spatial Analyst modülü kullanılarak Kriging metodu uygulanmıştır. Kriging enterpolasyon metodu, tanıyan yakın noktalardan alınan değerleri kullanarak diğer noktalardaki verilerin optimum değerlerini kestiren bir metottur (12, 19). İlçelerdeki ısı stresi nedeniyle süt verimindeki düşüşü hesaplamak için aşağıda belirtilen eşitlikten faydalanılmıştır (13, 18).

$$SÜT \text{ kaybı} = 0.0695 (SNİ \text{ maks} - SNİ \text{ eşik}) 2 \times D$$

Bu eşitlikte; SÜT kaybı: Süt verimindeki azalmayı (kg), D: Günlük toplam stres süresinin 24 saate oranını ifade etmektedir (SNİmaks > SNİeşik durumunda). Bu eşitlikte kritik SNİ seviyesi olarak 70 değeri temel alınmıştır.

Ayrıca, günler içinde sıcaklık ve bağıl nemin ters döngüsel olduğu kabul edildiğinden minimum SNİ, minimum sıcaklık ve maksimum nem kullanılarak hesaplanmış; maksimum SNİ ise maksimum sıcaklık ve minimum nem (13, 14) belirttiği şekilde standart SNİ denklemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Ayrıca, Diyarbakır ilçelerine ait SNİ değerlerinin tanımlayıcı istatistiklerinin hesaplanmasında SPSS V22.0 paket programından faydalanılmıştır.

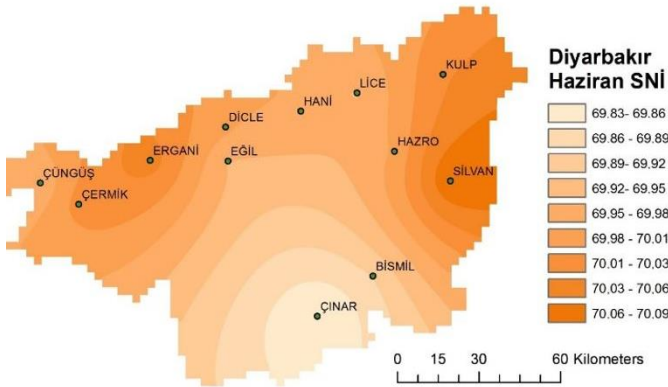
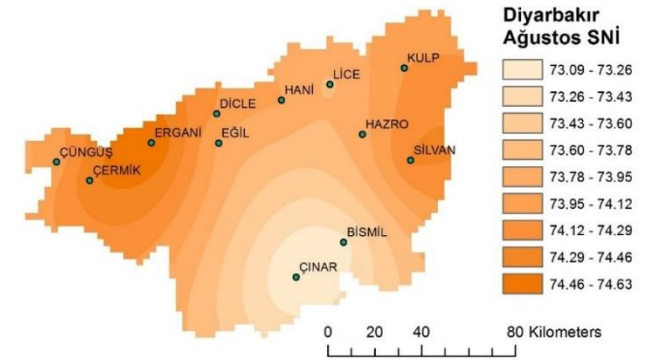
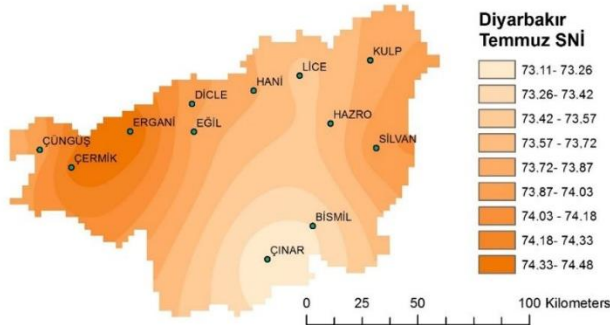
BULGULAR

Araştırmada, Diyarbakır ili merkez ve ilçelerinin 1999-2019 yılları arasındaki hazirandan eylül ayına kadar olan dönemler için minimum, maksimum ve ortalama SNİ değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Araştırmada, en yüksek ortalama SNİ değerlerinin temmuz ayında Diyarbakır ilinin batı tarafına düşen Ergani ve Çermik ilçelerinde (SNİ=75.55 ve 75.46) ve ağustos ayında aynı ilçelerde (SNİ= 75.63 ve 75.20) olarak belirlenmiştir. Buna karşın en düşük ortalama SNİ değerinin ise eylül ayında Lice ve Çınar ilçelerinde olduğu (SNİ = 67.81 ve 67.95) belirlenmiştir (Tablo 1).

Sıcaklık-nem indeksinin alansal dağılımı Grafik 1, 2 ve 3'de verilmiştir. SNİ değerlerinin en yüksek seyrettiği haziran, temmuz ve ağustos ayları SNİ haritası incelendiğinde, değerlerin en düşük olduğu ilçeler ilin güney kesiminde bulunan Çınar ve Bismil; en yüksek olduğu ilçeler ise kuzeydoğudaki Silvan ve kuzeybatıdaki Ergani ve Çermik ilçeleri olduğu görülmüştür (Graik 1, 2 ve 3).

Tablo 1. 1999-2019 yılları için Diyarbakır merkez ve ilçelerinin haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları Sıcaklık-Nem İndeksi (SNI) değerleri

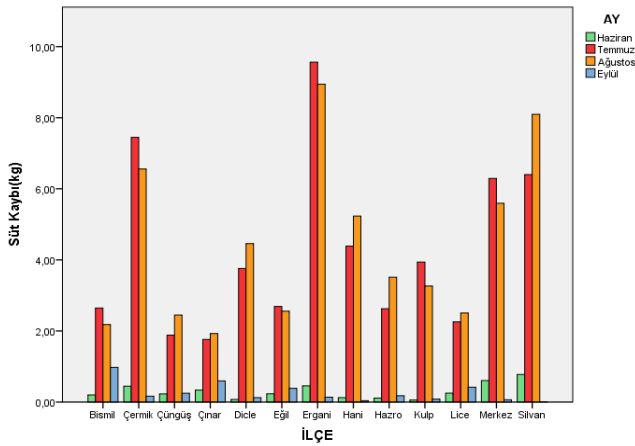
	Haziran			Temmuz			Ağustos			Eylül		
	Maximum	Minimum	Ortalama	Maximum	Minimum	Ortalama	Maximum	Minimum	Ortalama	Maximum	Minimum	Ortalama
Bismil	79.84	59.36	69.60	82.39	63.62	73.01	82.33	62.88	72.61	78.14	55.68	66.91
Çermik	78.25	63.58	70.91	82.18	68.75	75.46	82.40	68.00	75.20	77.67	61.46	69.57
Çınar	78.01	60.24	69.12	80.01	64.92	72.47	80.48	64.68	72.58	77.03	58.86	67.95
Çüngüş	74.52	63.07	68.80	77.82	67.73	72.78	78.36	68.01	73.19	74.56	62.79	68.68
Dicle	75.86	64.59	70.23	78.91	68.91	73.91	79.25	69.16	74.21	75.29	63.75	69.52
Eğil	76.21	62.21	69.21	79.23	67.41	73.32	79.53	66.89	73.21	75.74	61.00	68.37
Ergani	77.12	64.94	71.03	81.14	69.96	75.55	81.50	69.75	75.63	76.79	63.94	70.37
Hani	75.88	64.88	70.38	79.09	69.24	74.16	79.52	69.43	74.48	75.64	64.10	69.87
Hazro	74.76	64.25	69.50	77.97	68.62	73.30	78.39	69.12	73.75	74.35	63.78	69.07
Kulp	74.34	66.15	70.24	77.88	69.72	73.80	78.29	70.21	74.25	73.70	65.36	69.53
Lice	76.63	61.78	69.20	79.50	66.45	72.97	79.77	66.54	73.15	75.09	60.52	67.81
Merkez	77.17	65.42	71.30	80.18	69.54	74.86	80.35	69.07	74.71	76.32	63.28	69.80
Silvan	77.53	65.55	71.54	80.36	69.48	74.92	80.43	69.93	75.18	75.94	64.12	70.03

Grafik 1. Diyarbakır ili haziran ayı Sıcaklık-Nem İndeksi (SNI) değerleri dağılımı**Grafik 3.** Diyarbakır ili ağustos ayı Sıcaklık-Nem İndeksi (SNI) değerleri dağılımı**Grafik 2.** Diyarbakır ili temmuz ayı Sıcaklık-Nem İndeksi (SNI) değerleri dağılımı

Diyarbakır ilçelerindeki süt sığırı işletmelerinin haziran-dan eylül ayına kadar olan dönemleri kapsayan hayvan başına ortalama günlük süt kayıpları Tablo 2 ve Grafik 4'te verilmiştir. Araştırmada inek başına günlük süt kaybının, SNI değerlerinin yüksek seyrettiği temmuz ve ağustos aylarında gerçekleştiği ve temmuz ayı süt kayıplarının en yüksek gerçekleştiği ilçeler Ergani, Çermik ve Silvan sırasıyla 9.56kg, 7.45kg ve 6.40kg; en düşük gerçekleştiği ilçeler ise Çınar, Çüngüş ve Lice sırasıyla 1.76kg, 1.88kg ve 2.26kg olarak tespit edilmiştir. Ağustos ayı süt kayıpları için en yüksek gerçekleştiği ilçeler olarak Ergani, Silvan ve Çermik sırasıyla 8.94kg, 8.10kg ve 6.5kg; en düşük gerçekleştiği ilçeler ise Çınar, Bismil ve Çüngüş sırasıyla 1.93kg, 2.18kg ve 2.45kg olarak belirlenmiştir (Tablo 2 ve Grafik 4).

Tablo 2. Diyarbakır haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları için hayvan başına ortalama günlük süt kayıpları (kg)

İLÇE	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Bismil	0.201	2.646	2.179	0.977
Çermik	0.449	7.448	6.557	0.167
Çınar	0.335	1.763	1.928	0.596
Çüngüş	0.229	1.884	2.449	0.249
Dicle	0.074	3.759	4.458	0.123
Eğil	0.231	2.691	2.557	0.388
Ergani	0.455	9.563	8.941	0.138
Hani	0.126	4.389	5.234	0.038
Hazro	0.113	2.627	3.512	0.178
Kulp	0.060	3.940	3.265	0.082
Lice	0.250	2.256	2.507	0.419
Merkez	0.604	6.293	5.592	0.065
Silvan	0.777	6.400	8.096	0.009

Grafik 4. Diyarbakır ili haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları hayvan başına ortalama günlük süt kayıpları (kg) dağılımı

TARTIŞMA VE SONUÇ

İklim koşulları çiftlik hayvanlarında olduğu gibi süt sığırlarının refahı ve üretim performansı üzerine belirgin bir etkiye sahiptir. Bu anlamda Diyarbakır'ın sert bir kara ve subtropik yayla iklimine sahip olmasının yanı sıra iklimin sertliği ve yağışların azlığı nedeniyle yazların sıcak ve kurak, kışların ise soğuk geçtiği (20) bilinmektedir.

Günümüz iklim modelleri kapsamında, küresel atmosferik yapının bozulmasından sebebiyle, önümüzdeki 100 yıl içinde küresel ortalama yüzey sıcaklığındaki yükselişin 1.8°C ve 4.0°C arasında olabileceği tahmin edilmektedir (4).

Bu araştırma bulgularına göre Diyarbakır ilçelerinde, sıcakların yüksek seyrettiği yaz aylarında süt sığırlarının ısı stresine maruz kaldığı belirlenmiştir. Diyarbakır ilçelerindeki haziran-eylül ayları arasındaki ortalama sıcaklık-nem indeksinin değerleri incelendiğinde en yüksek değerler bakımından aylara göre sırasıyla 71.54; 75.55; 75.63 ve 70.37 olduğu belirlenmiştir.

Duru (21) Marmara bölgesinde yetiştirilen ineklerde günlük süt verimi üzerindeki sıcaklık stresinin başlangıç seviyelerini incelemek üzere yaptığı çalışmada, süt veriminin geri dönüşü olmayan bir şekilde düşmeye başladığı eşik SNI değerini 70 olarak tespit etmiştir. Diyarbakır ili kapsamında yapılan bu çalışmada, Sıcaklık-Nem İndeksi eşik değerinin 70 olarak sayılması durumunda haziran ve eylül ayları için

belirlenen SNI değerlerinin eşik değerin biraz üstünde, temmuz ve ağustos aylarında ise bir hayli yüksek değerlere ulaştığı saptanmıştır. Belirlenen bu değerler, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ineklerinde günlük süt verimi üzerindeki sıcaklık stresini incelemek üzere Kibar ve ark. (22)'nin Siirt merkezi ve ilçeleri için, Çenet ve Korkmaz (3)'ün Şanlıurfa ili için yaptıkları bazı çalışmada tespit ettikleri değerlerle uyum içinde olduğu görülmektedir. Sıcaklık-nem indeksi ile süt verimi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan bazı çalışmalarda ise SNI eşik değeri için daha düşük değerler hesaplanmıştır (4, 8, 23, 24).

Yüksek verimli ineklerin ısı stresine daha hassas olduğu bilinmektedir. Isı stresinin işareti olan sıcaklık nem indeksi değerleri 69'u geçen her birim artışa karşılık inek başına süt veriminde 0.41 kg azalma meydana geldiğini (23) bildiren çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada sıcaklık-nem indeksi kaynaklı hayvan başına günlük süt kayıpları değerlendirildiğinde, en fazla kayıpların temmuz ayı için Ergani, Silvan ve Çermik ilçelerinde sırasıyla 9.56kg, 6.40kg ve 7.45kg; ağustos ayı için ise 8.94kg, 8.10kg ve 6.56kg olarak belirlenmiştir. Bu araştırma sonuçlarının Yaslıoğlu ve İlhan (18)'nin Güney Marmara Bölgesinde en fazla süt kaybının temmuz ve ağustos aylarında olduğunu bildiren ve İlhan (12)'nin, benzer şekilde Marmara Bölgesi'ndeki süt sığırları için ısı stresinin sebep olduğu olası ekonomik kayıpların belirlenmesi amaçlı yaptığı çalışmada, temmuz ayında bazı illerde sığır başına süt verim kaybının günlük 10 kg'ı geçtiğini ve ağustos ayındaki kaybın temmuz ayından farklı olmadığı şeklindeki tespitlerine yakın değerler olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak, başta Ergani ve Silvan ilçeleri olmak üzere, Diyarbakır süt işletmelerinde, özellikle temmuz ve ağustos aylarında, sıcaklık stresine bağlı olarak önemli süt verim kayıplarının yaşandığı belirlenmiştir.

Isı stresine bağlı oluşan duruma karşı alınacak tedbirler olarak; sığırların doğrudan güneş ışığından korunması, havalandırma miktarının artırılması, şayet yeterli büyüklükte değilse gölgelendirme alanlarının yeterli düzeye getirilmesi, fanlarla ilave serinletmenin yapılması, sağımın ve yemlemenin günün serin saatlerinde yapılması, ad libitum olarak temiz ve serin su sağlanması gibi tedbirlerin alınması gerekmektedir. Ayrıca Sıcak stresinin etkilerini kalıcı olarak azaltmak veya ortadan kaldırmak için sıcak stresine dayanıklılığı sağlayan genlerin tespiti ve ıslah programlarının bu etkileri göz önüne alacak şekilde düzenlenmesi yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. NADIS (National Animal Disease Information Service). Managing Heat Stress in Dairy Cows. <http://www.nadis.org.uk/bulletins/managing-heatstress-indairy-cows.aspx>; Erişim Tarihi: 09.02.2021
2. Koç HU, Uğurlu M. (2020). Jersey Irkı İneklerde Bazı Çevre Faktörleri ve İklim Koşullarının Döl ve Süt Verimi Özellikleri Üzerine Etkisi. Erciyes Üniv Vet Fak Derg. 17(3): 312-317.
3. Çenet Z, Korkmaz Ö. (2020). Şanlıurfa İlinde Isı Stresindeki İneklerde Bazı Ovulasyon Senkronizasyon Yöntemlerinin Gebelik Oranlarına Etkisi. Harran Üniv Vet Fak Derg. 9 (1): 059-063.
4. Koç HU, Uğurlu M. (2019). Süt Sığırlarında Isı Stresinin Verim Özellikleri Üzerine Etkisi. Lalahan Hay Araşt Enst Derg. 59(1): 30-35.

5. West JW. (1994). Interactions Of Energy And Bovine Somatotropin With Heat Stress. *J Dairy Sci.* 77: 2091-2102.
6. Nguyen TT, Bowman PJ, Mekonnen HM, Pryce JE, Hayes BJ. (2016). Genomic Selection For Heat Tolerance To Heat Stress In Australian Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 99: 2849-2862
7. Smith DL, Smith T, Rude BJ, Ward SH. (2013). Short Communication: Comparison Of The Effects Of Heat Stress On Milk And Component Yields And Somatic Cell Score In Holstein And Jersey Cows. *J. Dairy Sci.* 96(5):3028-33.
8. Bernabucci U, Biffani S, Buggiotti L, Vitali A, Lacetera N, Nardone A. (2014). The Effects Of Heat Stress In Italian Holstein Dairy Cattle. *J Dairy Sci.* 97: 471-486.
9. Alkoyak A, Çetin O. (2016). Süt Sığırlarında Sıcaklık Stresi ve Korunma Yolları. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi.* 5 (1): 40-55.
10. Sammad A, Wang YJ, Umer S, Lirong H, Khan I, Khan A, Ahmad B, Wang Y. (2020). Nutritional Physiology and Biochemistry of Dairy Cattle under the Influence of Heat Stress: Consequences and Opportunities. *Animals.* 10: 793.
11. Peng D, Chen S, Li G, Chen J, Wang J, Gu X. (2019). Infrared Thermography Measured Body Surface Temperature And Its Relationship With Rectal Temperature In Dairy Cows Under Different Temperature-Humidity Indexes. *Int. J. Biometeorol.* 63: 327-336.
12. İlhan H. (2018). Marmara Bölgesi Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Sıcaklık-Nem Göstergesi Kullanılarak Değerlendirilmesi ve Yapısal Önlemler. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
13. St-Pierre NR, Cobanov B, Schnitkey G. (2003). Economic Losses From Heat Stressby US Livestock Industries. *J. DairySci.* 86 (E Suppl.): E52-E77.
14. Ravagnolo O, Misztal I (2000). Genetic Component Of Heat Stress In Dairy Cattle, Parameter Estimation. *J. Dairy Sci.* 83: 2126-2130.
15. West JW. (2003). Effects Of Heat-Stress On Production In Dairy Cattle. *J Dairy Sci.* 86: 2131-2144.
16. Bohmanova J, Misztal I, Cole JB. (2007). Temperature-Humidity indices As Indicators Of Milk Production Losses Due To Heat Stress. *Journal of Dairy Science.* 90: 1947-56.
17. Toprak ZF, Öztürkmen G, Yılmaz S, Dursun F, Bayar G, Em A, Hamidi N. (2009). Diyarbakır Kent Merkezi İçin Sıcaklık Verilerinin İstatistiksel Analizi, İklim Değişikliği ve Çevre. 1 (2): 49-74.
18. Yaslıoğlu E, İlhan H. (2016). Güney Marmara Süt Sığırını Yetiştiriciliğinin Isı Stresi Yönünden Değerlendirilmesi. *JOTAF.* 13(4): 12-19.
19. Işık M, Aydınşakir K, Dinç N, Büyüктаş K, Tezcan A. (2016). Antalya Koşullarında Sıcaklık-Nem İndeks Değer-Lerinin Süt Sığırcılığı Açısından Değerlendirilmesi. *Mediterr Agric Sci.* 29 (1): 27-31.
20. Çelik R, Toprak ZF. (2016). Küresel İklim Değişikliğinin Diyarbakır Kent Merkezi Yeraltı Suyu Seviyesine Etkisi. *DÜMF Mühendislik Dergisi.* 7(2): 279-290.
21. Duru S. (2018). Determination Of Starting Level Of Heat Stress On Daily Milk Yield In Holstein Cows In Bursa City Of Turkey. *Ankara Üniv Vet Fak Derg.* 65:193-8.
22. Kibar M, Yılmaz A, Bakır G. (2018). Sıcaklık Nem İndeks Değerlerinin Süt Sığırcılığı Açısından Değerlendirilmesi: Siirt İli Örneği. *Turk J Agric Res.* 5(1): 45-50.
23. Bouraoui R, Lahmar M, Majdoub A, Djemali M, Belyea R. (2002). The Relationship Of Temperature-Humidity Index With Milk Production Of Dairy Cow In A Mediterranean Climate. *Anim. Res.* 51: 479-491.
24. Zimelman RB, Rhoads RP, Rhoads ML, Duff GC, Baumgard LH, Collier RJ. (2009). A Re-Evaluation Of The Impact Of Temperature Humidity Index (THI) And Black Globe Humidity Index (BGHI) On Milk Production In High Producing Dairy Cows. *Proceedings of the South-west Nutrition Conference, University of Arizona. USA.* 158-169.

✉ **Sorumlu Yazar:**

Romedi ÇELİK
 Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni AD.
 Kampus, 63000, Şanlıurfa, TÜRKİYE
 E-posta: romedi@harran.edu.tr