

Süt Sığırlarında Isı Stresinin Verim Özellikleri Üzerine Etkisi*

Hařim Umut Koç¹, Mustafa Uğurlu²

¹Samsun Yem Sanayii Ticaret A.Ş., Samsun, Türkiye,

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye

Geliř Tarihi / Received: 20.02.2019, Kabul Tarihi / Accepted: 30.04.2019

Özet: Bu derlemede sıcaklık-nem indeksi seviyelerinin süt sığırlarının üretim özellikleri üzerine etkisi hakkında bilgi verilmiştir. İklim şartları çiftlik hayvanlarının refahı ve üretim performansı üzerine etkilidir. Mevcut iklim modelleri kullanılarak, küresel atmosferik kompozisyonun bozulmasından dolayı, önümüzdeki 100 yıl içinde küresel ortalama yüzey sıcaklığındaki artışın 1.8°C ve 4.0°C arasında olabileceği öngörülmektedir. Bağıl nem, çevre sıcaklığının hissedilme derecesini etkilemektedir. Çevre sıcaklığı ve bağıl nemin, çiftlik hayvanlarında verim özellikleri üzerindeki ortak etkisi “sıcaklık-nem indeksi (SNİ)” adı verilen tek bir değerle ifade edilmektedir. Süt sığırlarında verim özelliklerinin, sıcaklık-nem indeksinin 71 ve altında olduğu durumlarda ısı stresinden etkilenmediği, sıcaklık-nem indeksinin 72-79 arasında olduğu durumlarda ise az da olsa verim kayıplarının oluşabileceği, sıcaklık-nem indeksinin 80 ve üzerinde olduğu durumlarda ise ısı stresinden önemli ölçüde etkilendikleri belirlenmiştir. Süt sığırlarında üreme ve süt verimi performansının yaz aylarında azaldığı bildirilmektedir. Bununla birlikte, Holştayn ırkı sığırların; Jersey, Esmer ve Simmental ırklarına göre ısı stresine daha duyarlı olduğu ifade edilmektedir. Yaz aylarında, ısı stresi sebebiyle günlük süt veriminde yaklaşık 0.9-2.2 kg azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, sıcaklık-nem indeksi değerinin 1 birimlik artışının günlük süt verimini 180–360 g aralığında azalttığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Süt sığırı, ısı stresi, süt verimi, dölverimi

Effect of Heat Stress on Production Traits in Dairy Cattle

Abstract: Effect of temperature-humidity index levels on production traits in dairy cattle about to information were reviewed. Climatic conditions influence on the welfare and production performance of livestock. Current climate models predict the increase in global average surface temperature within the next 100 years may be between 1.8°C and 4.0°C due to the deterioration of the global atmospheric composition. Relative humidity affects feeling degree of ambient temperature. The common effect of ambient temperature and relative humidity is expressed in a single value which called “temperature-humidity index (THI)” on production traits in livestock. Milk production is not affected by heat stress when mean THI values are equal to 71 or below 71, production loss is moderately affected when at THI of 71-79, production performance is severely affected when THI value is above 80. It was reported that reproductive and milk yield traits generally decreased in summer season in dairy cattle. However, it was reported that Holstein cows were more susceptible versus heat stress than that of Jersey, Esmer and Simmental. Also, it was reported that daily milk yield decreased approximately 0.9-2.2 kg due to heat stress in summer season. Furthermore, it was determined that average changes per increase of 1 THI unit of range 180-360 g of daily milk production in dairy cattle.

Key words: Dairy cattle, heat stress, milk yield, fertility

Giriř

Dünya’da 2016 yılı itibarı ile yaklaşık 1 474 887 717 baş sığır bulunmakta ve 659 150 049 ton inek sütü üretimi yapılmaktadır. Dünya’daki toplam süt üretiminde sığır sütünün payı % 82’dir. Türkiye’de ise 2016 yılı itibarı ile yaklaşık 13 994 071 baş sığır bulunmakta ve 16 786 263 ton inek sütü üretimi yapılmaktadır. Türkiye’de toplam süt üretiminde inek sütünün payı ise % 92’dir [14].

İklim şartlarının çiftlik hayvanlarının refahı ve üretim performansı üzerine etkili olduğu bildirilmektedir [21]. Küresel atmosferik bileşimin bozulması ile meydana gelen iklim değişikliği günümüzdeki en ciddi sorunlardan biri olarak kabul edilmektedir. Küresel sıcaklığın, “Intergovernmental Panel on Climate Change”(IPCC)’nin raporunda, gelecek 100 yıl içerisinde en iyi senaryoya göre 1.8°C, en kötü senaryoya göre 4.0°C artmasının beklendiği bildirilmektedir [22].

*İlk yazarın yüksek lisans seminerinden özetlenmiştir. Bu derleme, VII. Ulusal Veteriner Zootekni Kongresinde poster bildiri olarak sunulmuştur.

Yazışma adresi / Correspondence: Dr. Mustafa Uğurlu (ORCID: 0000-0001-6464-0371), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootekni AD, Samsun E-posta: mugurlu@omu.edu.tr

Laktasyondaki süt sığırlarının, metabolik ve fizyolojik faaliyetlerini yürütebildikleri optimum çevre sıcaklığının 5°C/15°C arasında, verimlerini azaltmadan yaşam faaliyetlerini devam ettirebildikleri konfor çevre sıcaklığının ise -5/25°C arasında değiştiği bildirilmektedir [1].

Çevre sıcaklığının 25°C'nin üzerinde olduğu durumlarda laktasyondaki süt sığırlarının metabolik ve fizyolojik faaliyetlerini yürütülebilme için gerekli olan enerji ihtiyacını, yani yaşama payı enerji ihtiyacını, %30 oranında arttığı tespit edilmiştir [15]. Çevre sıcaklığının yükselmesinin, yaşama payı enerji ihtiyacını arttırdığı için laktasyondaki süt sığırlarının süt verimini negatif yönde etkilediği bildirilmiştir [23]. Ayrıca, vücutta biriken ve atılamayan ısının özellikle süt ve döl veriminde azalmalara sebep olduğu belirlenmiştir [30].

Çevre sıcaklığı ile birlikte bağıl nem oranı, solar radyasyon ve rüzgâr hızı gibi meteorolojik özelliklerin çevre sıcaklığının hissedilme derecesini etkilediği belirlenmiştir. Bu nedenle çiftliklerde ısı stresinin verimler üzerine etkisini belirlemek için çevre sıcaklığı ve bağıl nemin ortak etkisini tek bir değerle ifade edilebilmesi amaçlanmıştır [43]. Çiftlik hayvanlarında verim özellikleri üzerine çevre sıcaklığı ve bağıl nemin ortak etkisi "sıcaklık-nem indeksi (SNİ)" adı verilen tek bir değerle ifade edilebilmektedir. Bu derlemede, sıcaklık-nem indeksi kavramının ortaya çıkışı, hesaplanma yöntemleri ve süt sığırlarında verimler üzerine etkisi hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Sıcaklık-Nem İndeksi Kavramı ve Hesaplanması

Sıcaklık-nem indeksi, ilk kez yaz aylarında insanların çevre şartlarından olumsuz etkilenme seviyelerini değerlendirmek için "discomfort indeks" olarak geliştirilmiştir [39]. Sonraki yıllarda, sığır türü için kullanımı yaygınlaşmıştır [6]. Günümüzde sıcaklık-nem indeksi süt sığırlarında ısı stresini değerlendirmek ve ısı stresinden dolayı oluşan performans kayıplarının ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır [16, 21, 34].

Süt sığırlarının, sıcaklık-nem indeksinin 71 ve altında olduğu durumlarda ısı stresinden etkilenmediği, sıcaklık-nem indeksinin 72-79 arasında olduğu durumlarda ise az da olsa verim kayıplarının oluşabileceği, sıcaklık-nem indeksinin 80 ve üzerinde

olduğu durumlarda ise ısı stresinden önemli ölçüde etkilendikleri bildirilmiştir [29] (Tablo 1).

Tablo 1. Sıcaklık nem indeksi değerleri [29]

Nem (%) Sıcaklık(°C)	20	30	40	50	60	70	80	90	100
22	66	66	67	68	69	69	70	71	72
24	68	69	70	70	71	72	73	74	75
26	70	71	72	73	74	75	77	78	79
28	72	73	74	76	77	78	80	81	82
30	74	75	77	78	80	81	83	84	86
32	76	77	79	81	83	84	86	88	90
34	78	80	82	84	85	87	89	91	93
36	80	82	84	86	88	90	93	95	97
38	82	84	86	89	91	93	96	98	100
40	84	86	89	91	94	96	99	101	104

Gri: Stresiz, Yeşil: Orta stres, Sarı: Şiddetli stres, Kırmızı: Ölümcül

Sıcaklık-nem indeksi değerinin hesaplanmasında; kuru termometre sıcaklığı, ıslak termometre sıcaklığı, bağıl nem oranı, solar radyasyon ve rüzgâr hızı gibi meteorolojik özelliklerin kullanıldığı formüller bulunmaktadır [27, 32, 40]. Sıcaklık ve bağıl nem kolay ölçülebilir olmalarından dolayı sıcaklık-nem indeksi formüllerinde en çok kullanılan meteorolojik özelliklerdir (Tablo 2). Sıcaklık-nem indeksinin hesaplandığı formüllerin karşılaştırıldığı bir araştırmada nemli iklime sahip olan bölgelerde nem ağırlıklı olan formüllerin, yarı-kurak iklimlere sahip olan bölgelerde ise çevre sıcaklığı ağırlıklı olan formüllerin kullanılması tavsiye edilmiştir [8].

Tablo 2. Sıcaklık-nem indeksinin hesaplanmasında kullanılan bazı formüller

Sıcaklık nem indeksi formülleri	Kaynak
$(1.8 \times T_{db} + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T_{db} - 26.8)]$	[32]
$T_{db} + 0.36 \times T_{dp} + 41.2$	[44]
$(0.35 \times T_{db} + 0.65 \times T_{wb}) \times 1.8 + 32$	[7]
$(0.55 \times T_{db} + 0.2 \times T_{dp}) \times 1.8 + 32 + 17.5$	[32]
$(0.15 \times T_{db} + 0.85 \times T_{wb}) \times 1.8 + 32$	[7]
$[0.4 \times (T_{db} + T_{wb})] \times 1.8 + 32 + 15$	[40]
$(T_{db} + T_{wb}) \times 0.72 + 40.6$	[32]
$(0.8 \times T_{db}) + [(RH/100) \times (T_{db} - 14.4)] + 46.4$	[27]

T_{db} : Kuru termometre sıcaklığı (°C), RH: Bağıl nem, T_{wb} : Yaş termometre sıcaklığı (°C), T_{dp} : Çiğ noktası (°C).

Isı stresi ve süt verimi ilişkisi

Yüksek süt verimine sahip sığırlarda, çevre sıcaklığı ve nemin ortak etkisiyle kuru madde alımında azalma ve vücutta üretilen ısının vücuttan atılması için metabolik ve fizyolojik faaliyetlerdeki artış yaşamaya enerji ihtiyacını artırdığından dolayı süt veriminin olumsuz yönde etkilenebileceği bildirilmiştir [28].

Holştayn ırkı süt sığırlarında sıcaklık-nem indeksi 79 ve üzeri olduğu durumlarda günlük süt veriminde yaklaşık %14.20 oranında azalma olduğu bildirilmektedir [31]. Ayrıca, Holstein-Friesian ırkı ineklerde sıcaklık-nem indeksindeki bir birimlik artışın ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla 0.011 kg, 0.108 kg ve 0.046 kg günlük süt verimi kaybına sebep olduğu tespit edilmiştir [25]. Holştayn ırkı süt sığırlarında yapılan bazı çalışmalarda bildirilen sıcaklık-nem indeksi aralıklarında günlük süt verimindeki değişimler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Sıcaklık-nem indeksi değerlerine göre günlük süt verimi

Sıcaklık nem indeksi değeri	İrk	Günlük süt verimi (kg)	Kaynak
0-69	Holştayn	31.91	[31]
70-79	Holştayn	31.66	
80-85	Holştayn	27.92	
42.34	Holştayn	24.59	[25]
64.21	Holştayn	24.64	
66.36	Holştayn	24.24	
79.31	Holştayn	23.32	

Holştayn ve Simmental ırkı ineklerden oluşan bir sürüde sıcaklık-nem indeksi değeri 77 olduğunda her iki ırkta da ilk laktasyonda süt veriminde sırasıyla 0.329 kg/gün ve 0.069 kg/gün azalma olduğu bildirilmektedir. İkinci ve üçüncü laktasyonlarda Holştayn ırkında süt veriminde sırasıyla 0.339kg/gün ve 0.113 kg/gün azalma olurken, Simmental ırkında ise günlük süt veriminde azalma olmadığı belirlenmiştir [17].

Holştayn ırkı süt sığırlarında sıcaklık-nem indeksi 65-73 aralığında olduğu zaman günlük süt veriminde 2.2 kg ve sıcaklık-nem indeksindeki bir birimlik artışın 0.130 kg azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir [10]. Holştayn ırkı üzerinde yapılan bir araştırmada, sıcaklık-nem indeksi değerinin 76-

82 aralığında olduğu dönemde indeks değerindeki her bir birimlik artışın, sürü içerisindeki bireylerin süt verimine bağlı olarak günlük süt veriminde 0.180-0.360 kg aralığında bir azalmaya neden olduğu belirlenmiştir [20].

Ceylanpınar Tarım İşletmesinde yetiştirilen Holştayn ineklerde buzağılama ayının süt verimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Ocak-Mayıs ve Ekim-Aralık aylarında sıcaklık nem indeksinin 45-68 aralığında ve laktasyon süt veriminin 5615-6263 kg, Haziran-Ağustos aylarında ise sıcaklık nem indeksinin 70-77 aralığında ve laktasyon süt veriminin 5527-5757 kg olduğu bildirilmiştir. Yaz aylarında doğum yapan ineklerin kış ve ilkbahar aylarında doğum yapan ineklerden bir laktasyon dönemi boyunca %11.75 daha az süt ürettiği hesaplanmıştır [4].

Isı Stresinin Süt Kompozisyonu Üzerine Etkisi

Isı stresinin süt kompozisyonu, sütteki somatik hücre sayısı ve mastitisin görülme sıklığı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir [19]. Sıcaklık-nem indeksindeki artışın sütteki yağ içeriğinin azalmasını önemli derecede etkilediği bildirilmiştir [26].

Holştayn-Friesian ırkı sığırlarda yapılan araştırmalarda sıcaklık-nem indeksi ve yağ konsantrasyonu arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık-nem indeksinin yükselmesi sonucunda süt yağının % 0.17 oranında azaldığı ve sıcaklık-nem indeksi artışının sütteki somatik hücre sayısını yaklaşık %36 oranında artırdığı bildirilmiştir [31] (Tablo 4). Ayrıca, süt sığırlarında ilk iki laktasyondaki somatik hücre sayısının yaz aylarında sıcaklık-nem indeksinin artması ile artış gösterdiği belirlenmiştir [18].

Tablo 4. Sıcaklık-nem indeksi değerlerine göre süt kompozisyonu [31]

SNI	İrk	Protein (%)	Yağ (%)	Laktoz (%)	SHS($\times 10^3$) hüce/ml
0-69	Holştayn	3.22	3.91	4.20	190
70-79	Holştayn	3.12	3.83	3.96	216
80-85	Holştayn	3.18	3.74	4.16	259

SNI: Sıcaklık-nem indeksi, SHS: Somatik hücre sayısı

Çevre sıcaklığının artışına karşı Holştayn-Friesian (HF) sığırların Yeni Zellanda Jersey (NZJ) sığırlarından daha duyarlı olduğu bildirilmiştir. Holştayn Freisian, HF x NZJ melezi ve NZJ ırkla-

rında sütteki kompozisyonun değişimi için sıcaklık-nem indeksi eşik değeri sırasıyla 68, 69 ve 75 olarak tespit edilmiştir. Sıcaklık-nem indeksi bir birim arttığında sütün katı madde miktarlarında ortalama 1 g'lık azalma belirlenmiştir [9].

Holştayn ve Simmental ırkı sığırların sütteki yağ ve protein içeriği bakımından karşılaştırıldığı bir araştırmada sıcaklık-nem indeksi değeri 66-80 aralığında olduğu zaman her iki ırkta da yağ ve protein içeriklerinin azaldığı bildirilmiştir. Özellikle, Holştaynlarda üçüncü laktasyonda ve sonrasında protein ve yağ yüzdesindeki azalmanın daha belirgin olduğu Simmental ırkında ise tüm laktasyon dönemlerinde protein ve yağ yüzdesindeki azalmanın eşit olduğu tespit edilmiştir [17].

Isı Stresinin Dölverimi ve Doğum Ağırlığı Üzerine Etkisi

Süt ineklerinde dölverimi üzerine ısı stresinin olumsuz etkisi; sakin kızgınlık görülmesi, yumurtalıklardaki foliküler gelişimin bozulması, doğum sonrası geciken ovulasyon, gebelik oranının azalması ve embriyonik kayıpların artması ile karakterizedir. Çevre sıcaklığının yükselmesi; oosit kalitesinin bozulmasına veya embriyonik gelişimin etkilenmesine, progesteron üretiminin azalmasına ve embriyo ölümlerinin artmasına neden olduğu için hayvanların dölveriminde azalmaya neden olabilmektedir.

Dölveriminin kalıtım derecesi düşük olduğundan dolayı çevre şartları dölverimi özellikleri üzerine daha etkilidir [38]. Vücutta biriken ve atılmayan ısının döl veriminde azalmalara sebep olduğu bilinmektedir [30].

Çevre sıcaklığının yüksek olduğu aylarda gebelik oranının azalmasında ısı stresinin üreme hormonları üzerindeki etkisinin rolü olduğu bilinmektedir [11]. Isı stresine maruz kalan ineklerde, ovaryumlar üzerinde bulunan teka hücrelerinde LH etkisi ile üretilen androjenin, granuloza hücrelerinde hipofizden salgılanan FSH etkisi ile östrojene dönüştürülmesi yetersiz kalmaktadır [5]. Östrojen seviyesinin düşük seyretmesi ovulasyon için gerekli olan LH pikinin görülememesine neden olurken, inhibin hormonu seviyesindeki yetersizlik hipofizden sürekli düzeyde FSH salınmasına neden olmaktadır. FSH seviyesi yüksek olmasına rağmen ısı stresine maruz kalan teka ve granuloza hücreleri yeteri düzeylerde östrojen üretememektedir. Dolayısıyla

östrus gecikmekte veya görülememektedir. Foliküllerin ısı stresinden olumsuz etkilenmesi sonucunda östrojen üretiminin azalması uterus endometriyumunda az sayıda oksitosin reseptörünün oluşmasına ve ovaryumlarda üretilen oksitosinin uterustaki reseptörlere bağlanması ile oluşan düşük PGF₂ α salınımının luteolizisin gecikmesine zemin hazırladığı bildirilmektedir [35]. Kalıcı korpus luteumun kronik ısı stresine bağlı olarak düşük düzeylerde progesteron üretmesi fertilizasyon, embriyo gelişimi ve implantasyonu ile fötusun sağlıklı bir şekilde geliştiği uterus ortamının da bozulmasına neden olmaktadır [42].

Sıcaklık-nem indeksinin eşik değerine (<72) yakın olan iklim şartlarında, süt sığırlarındaki gebelik oranının %32.60, sıcaklık stres zonunda ise %20.50 olduğu bildirilmiştir [24]. Holştayn (HO), Holştayn \times Holştayn Brown Swiss F₁ (HHB) ve Holştayn \times Brown Swiss Holştayn F₁ (HBH) genotiplerinde, sıcaklık-nem indeksinin düşük (<70), orta (70-75) ve yüksek (80-85) olduğu durumlarda gebelik kalma ve gebelik oranlarının Holştayn \times Holştayn Brown Swiss F₁ (HBH) genotipinde diğer genotiplerden daha yüksek, embriyonal kayıp oranlarının ise daha düşük olduğu belirlenmiştir [12] (Tablo 5). Almanya'da laktasyondaki süt sığırlarında gebelik kalma oranındaki azalmanın etkisinin görüldüğü eşik sıcaklık-nem indeksi değeri 73 [37], Brezilya'da Holştayn ırkı düve ve sağmal ineklerin yer aldığı bir araştırmada gebelik kalma oranı için sıcaklık-nem indeksi eşik değerinin 75 olduğu bildirilmektedir [36]. Holştayn ineklerde yapılan diğer bir araştırmada sıcaklık nem indeksinin Mayıs ayında 69'dan Temmuz ayında 74'e çıkması ile gebelik oranının %34.10'den 15.70'ye gerilediği belirlenmiştir [13]. Sağılan ineklerdeki negatif enerji dengesinin, farklı ısı stresi gruplarında farklı derecelerde sağlık ve üreme özelliklerini etkilediği bildirilmiştir [33].

Buzağı doğum ağırlığı; buzağının büyüme performansı, yaşama gücü ve damızlıkta kullanıldığı dönemdeki süt verimi ile sıkı bir ilişkiye sahip olduğundan dolayı süt sığırı yetiştiriciliğinde önemli faktörlerden birisidir [1]. Doğum ağırlığının; ırk, doğum mevsimi, cinsiyet, doğum tipi, anne yaşı gibi genotipik ve fenotipik özelliklerin [2], ineğin kuruda kalma süresi, ısı-nem indeksi, soğuk stres indeksi gibi çevresel faktörler [3] tarafından etkilendiği bildirilmiştir.

Tablo 5. Farklı sıcaklık-nem indeksi değerlerinin farklı genotiplerdeki gebe kalma, gebelik ve embriyonik kayıp oranları üzerine etkisi [12]

THI	Gebelik oranı			Gebelik			Embriyonik kayıp		
	<70	70-75	80-85	<70	70-75	80-85	<70	70-75	80-85
HO	35.80	27.20	16.10	29.40	21.80	12.10	17.70	19.50	26.30
HBH	33.30	25.00	12.20	25.80	21.50	10.30	22.70	28.60	33.30
HHB	32.60	33.90	25.70	31.40	31.20	23.10	0.00	0.00	3.60

HO: Holştayn, HBH: Holştayn × İsviçre Esmeri-HolştaynF₁ mezezi, HHB: Holştayn × Holştayn-İsviçre EsmeriF₁ mezezi

Holştayn ırkı ineklerde ısı stresine karşı püs-kürtme sulama, gölgelik ve vantilatör gibi önlemler alınmasına rağmen sıcaklık artışı ile doğum ağırlığının %8-12 oranında daha az olduğu bildirilmiştir [3]. Jersey ırkında ise ısı stresini azaltmaya yönelik bir uygulama yapılmamasına rağmen bu oranın %2.13 olduğu bildirilmektedir [41] (Tablo 6).

Tablo 6. Sıcaklık-nem indeksi değerlerine göre doğum ağırlığı

Sıcaklık-nem indeksi	İrk	Doğum ağırlığı	Kaynak
0-70	Jersey	21.12	[41]
71-75	Jersey	20.67	
76 ve üstü	Jersey	20.88	

Sonuç

Dünya nüfusunun artışı ile birlikte insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan sütün üretim miktarı ve kalitesi önem kazanmıştır. Dünya'daki süt üretiminin büyük bir bölümü (%82) süt sığırlarından sağlanmaktadır.

İklim şartlarının çiftlik hayvanlarının refahı ve üretim performansı üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Küresel iklim şartlarının gelecek yüz yıl içerisinde en iyi senaryoya göre 1.8°C, en kötü senaryoya göre 4.0°C artması beklenmektedir. Bağlı nem, çevre sıcaklığının hissedilme derecesini etkilemektedir. Çevre sıcaklığı ve bağlı nemin, çiftlik hayvanlarında verim özellikleri üzerindeki ortak etkisi "sıcaklık-nem indeksi (SNİ)" adı verilen tek bir değerle ifade edilmektedir.

Sığırlar için sıcaklık-nem indeksi eşik değerinin 68-72 arasında olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık-nem indeksinin eşik değerin üzerindeki 1 birimlik artışı günlük süt veriminde yaklaşık 400 g azalmaya neden olmaktadır. Isı stresinin sığırlarda gebe kalma oranını %30-50 arasında düşürdüğü ve ırklara göre farklı olmakla birlikte doğum ağırlığında % 2-12

arasında azalmaya neden olduğu ifade edilmiştir. Tüm verimler bakımından, Holştayn ırkı sığırların; Jersey, Esmer ve Simental ırklarına göre ısı stresine daha duyarlı olduğu ifade edilmektedir.

Kaynaklar

1. Akçapınar H, Özbeyaz C (1999): Hayvan Yetiştiriciliği Temel Bilgileri. Kariyer Matbaacılık Ltd. Şti. ISBN: 975-96978-0-7, Ankara, Türkiye.
2. Akdağ F, Arslan S, Caynak A, Teke B (2011): The relationships of phenotype, genotype and some environmental factors with birth weight in Jersey calves. African Journal of Biotechnology, 10: 7308-7313.
3. Avendano-Reyes L, Alvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderon A, Saucedo-Quintero JS, Robinson PH, Fadel JG (2006): Effect of cooling Holstein cows during the dry period on postpartum performance under heat stress conditions. Livestock Science, 105: 198-206.
4. Bakır G, Kygısız A (2013): Milk yield characteristics of Holstein cows and effect of calving month on milk yield KSÜ Doğa Bil. Derg. 16: 1-7.
5. Ball PJH, Peters AR (2004): Anatomy. pp: 26-27. In: Reproduction in cattle. 3rd edition Blackwell Publishing, Oxford, Great Britain.
6. Berry IL, Shanklin MD, Johnson HD (1964): Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. Trans Am Soc Agric Eng., 7: 329-331.
7. Bianca W (1962) Relative importance of dry and wet bulb temperatures in causing heat stress in cattle. Nature 195:251-252
8. Bohmanova J, Misztal I, Cole JB (2007): Temperature-humidity index as indicators of milk production losses due to heat stres. Journal of Dairy Science, 90: 1947-1956.
9. Bryant JR, Lopez-Villalobos N, Pryce JE, Holmes CW, Johnson DL (2007): Quantifying the effect of thermal environment on production traits in three breeds of dairy cattle in New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research, 50: 327-338.
10. Collier RJ, Zibelman RB, Rhoads RP, Rhoads ML, Baumgard LH (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. pp:113-125. Proceedings of 24th Western Dairy Management Conference (S Virginia).
11. De Rensis F, Scaramuzzi RJ (2003): Heat stres and seasonal effects on reproduction in the dairy cow: A review. Theriogenology, 60: 1139-1151.
12. El-Tarabany MS, El-Bayoumi KM (2015): Reproductive performance of backcross Holstein × Brown Swiss and their Holstein contemporaries under subtropical environmental conditions. Theriogenology, 83: 414-448.

13. El-Wishy AB (2013): Fertility of Holstein cattle in a subtropical climate of Egypt. *Iranian Journal Applied Animal Science*, 3: 45-51.
14. FAO. Food and Agricultural Organization database. www.fao.org/faostat/en/#home [Erişim tarihi: 04.12.2018].
15. Fox DG, Tylutki TP (1998): Accounting for the effects of environment on the nutrient requirements of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 81: 3085-3089.
16. Freitas M, Misztal I, Bohmanova J, Torres R (2006): Regional differences in heat stress in US Holsteins. *Proceedings of the 8th world congress on genetics applied to livestock production*, 13-26 August, Belo Horizonte, Brazil.
17. Gantner V, Bobic T, Gregic M, Gantner R, Kuterovac K, Potocnic K (2017): The differences in heat stress resistance due to dairy cattle breed. *Mljekarstvo*, 67: 112-122.
18. Hagiye K, Hayasaka K, Yamazaki T, Shirai T, Osawa T, Terawaki Y, Nagamine Y, Masuda Y, Suzuki M (2007): Effects of heat stress on production, somatic cell score and conception rate in Holsteins. *Animal Science Journal*, 88: 3-10.
19. Hansen PJ (2007): Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. *Theiogenology*, 68S: S242-S249.
20. Herbut P, Angrecka S (2012): Forming of temperature-humidity index (THI) and milk production of cows in the free-stall barn during the period of summer heat. *Animal Science Papers and Reports*, 30: 363-372.
21. Hill DL, Wall E (2015): Dairy cattle in a temperate climate: the effects of weather on milk yield and composition depend on management. *Animal*, 9: 138-149.
22. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007): Climate change: synthesis report contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the IPCC, p.104. Edit: RK Pachauri, A Reisinger, Geneva, Switzerland.
23. Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E. (2002): Heat stress in lactating dairy cows: a review, *Livestock Production Science*, 77:59-91
24. 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.
25. Könyves T, Zlatkovic N, Memisi N, Lukac D, Puvaca N, Stojšin M, Halasz A, Miscevic B (2017): Relationship of temperature-humidity index with milk production and feed intake of Holstein-Friesian cows in different year seasons. *Thai J Vet Med*, 47: 15-23.
26. Lambertz C, Sanker C, Gauly M (2014): Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. *American Dairy Science Association. Journal of Dairy Science*, 97: 319-329.
27. Mader TL, Davis MS, Brown-Brandl T (2006): Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84: 712-719.
28. Mutaf S, Alkan S, Şeber N, Oluğ HH (2002): Yaz koşullarındaki yüksek sıcaklık ve nemli siyah alaca süt sığırlarında süt verimi, vücut sıcaklığı, nabız ve solunum sayılarına etkileri. s. 76-87. III. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Ankara.
29. NADIS (National Animal Disease Information Service) Managing heat stress in dairy cows. <http://www.nadis.org.uk/bulletins/managing-heat-stress-in-dairy-cows.aspx> (Erişim tarihi: 03.07.2017).
30. Nardone A, Ronchi B, Lacetera N, Bernabucci U (2006): Climate effects on productive traits in livestock. *Vet Res Commun*, 30: 75-81.
31. Nasr MAF, El-Tarabany MS (2017): Impact of three THI levels on somatic cell count, milk yield and composition of multiparous Holstein cows in a subtropical region. *Journal of Thermal Biology*, 64: 73-77.
32. National Research Council (1971): *A Guide to environmental research on Animals*. National Academy of Sciences, Washington, DC.
33. Nishiura A, Sasaki O, Aihara M, Takeda H, Satoh M (2015): Genetic analysis of fat to protein ratio, milk yield and somatic cell score of Holstein cows in Japan in the first three lactations by using a random regression model. *Animal Science Journal*, 86: 961-969.
34. Ravagnolo O, Misztal I, Hoogenboom G (2000): Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. *J Dairy Sci*, 83: 2120-2125.
35. Samal L (2013): Heat stress in dairy cows-reproductive problems and control measures. *International Journal of Livestock Research*, 3: 14-23.
36. Santana Jr ML, Bignardi AB, Pereira RJ, Stefani G, El-Faro L (2017): Genetics of heat tolerance for milk yield and quality in Holsteins. *Animal*, 11: 4-14.
37. Schüller LK, Burfeind O, Heuwieser W (2014): Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature-humidity index thresholds, periods relative to breeding and heat load indices. *Theriogenology*, 81: 1050-1057.
38. Thiruvenkadan AK, Panneerselvam S, Rajendran R, Murali N (2010): Analysis on productive and reproductive traits of Murrah buffalo cows maintained in the coastal region of India. *Appl. Anim. Husb. Rural Dev.*, 3: 1-5.
39. Thom EC (1958): Cooling degree: day air-conditioning, heating and ventilating. *Trans Am Soc Heat*, 55:65-69.
40. Thom EC (1959): The discomfort index. *Weatherwise*, 12: 57-59.
41. Uğurlu M, Teke B, Akdağ F, Arslan S (2014): Effect of temperature-humidity index, cold stress index and dry period length on birth weight of Jersey calf. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20: 1227-1232.
42. Wolfenson D, Roth Z, Meidan R (2000): Impaired reproduction in heat-stressed cattle: Basic and applied aspects. *Anim. Rep. Sci.*, 60-61: 535-547.
43. Yashoğlu E, İlhan H (2016): Güney Marmara süt sığırı yetiştiriciliğinin ısı stresi yönünden değerlendirilmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13: 12-19.
44. Yousef MK (1985) *Stress physiology in livestock*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.