

Süt Sığırı Yetiştiriciliğinde Sıcaklık Stresinin Önemi: Aydın İli Bozdoğan İlçesi Örneği

Semih SEVİM¹, Emre ALARSLAN²¹Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Aydın, Türkiye²Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi, Bandırma Meslek Yüksekokulu, Bandırma, Türkiye

Öz: Çiftlik hayvanlarında dünya genelinde verim kaybına neden olan en önemli sorunlardan birisi de sıcaklık stresidir. Sıcaklık stresini belirlemede en yaygın kullanılan parametre sıcaklık-nem indeksi değeridir. Bu çalışma Aydın ili Bozdoğan ilçesinin sıcaklık nem indeksi (THI) değerlerinin süt sığırcılığı açısından uygunluğunun belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Meteoroloji Müdürlüğünden alınan 2013-2021 yılları arasındaki ortalama sıcaklık ve nem verileri materyal olarak kullanılmıştır. Bu veriler kullanılarak, Sıcaklık-Nem İndeksi (THI) değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sıcaklık nem indeksi değerlerinin eşik değerinin üzerine çıktığı saptanmıştır. Bu aylar için bakım besleme ve diğer koşullar için öneriler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Süt sığırı yetiştiriciliği, sıcaklık nem indeksi, sıcaklık stresi

The Importance of Heat Stress in Dairy Cattle Breeding: The Case of Bozdoğan District of Aydın Province

Abstract: Heat stress is one of the most important problems that cause loss of productivity in farm animals worldwide. The most widely used parameter to determine temperature stress is the temperature-humidity index value. This study was conducted to determine the suitability of temperature humidity index (THI) values of Bozdoğan district of Aydın province for dairy cattle breeding. The average temperature and humidity data from the Meteorological Directorate between 2013 and 2021 were used as material. Using this data, Temperature-Humidity Index (THI) values were calculated. In the study, it was found that the temperature humidity index values exceeded the threshold value in June, July, August and September. Suggestions have been tried to put forward for these months for care, feeding and other conditions.

Keywords: Cattle breeding, Thermal humidity index, Heat stress

GİRİŞ

Günümüzde gözlenebilir iklim değişiklikleri biyolojik yaşam üzerinde tehdidini her geçen gün artırmaktadır. Dünyanın son 10.000 yıldaki verileri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilen simülasyonlar ve tahminler sonucunda, en şiddetli iklim değişikliğine bağlı olumsuz etkilerin kaçınılmaz olduğunu öngörmektedir (Görgülü ve ark., 2009). Subtropikal iklim kuşağındaki ülkemizin de bulunduğu ülkelerde iklim değişikliğini etkisi daha fazla görülmektedir. Termonötral bölge (TNZ) olarak bilinen belirli bir çevresel sıcaklık aralığında sabit bir vücut sıcaklığını koruyabilen çiftlik hayvanları, üretkenliklerini bu şekilde devam ettirebilmektedirler (Kadzere ve ark, 2002).

İklim değişikliğinin neden olduğu sıcaklık stresi, küresel olarak hayvancılık üretimini etkileyen önemli bir faktördür (Demir, 2023). Çiftlik hayvanlarının termal dengeyi korumak için vücut ısısını yeterince dağıtmadıklarında ortaya çıkan sıcaklık stresi, TNZ'nin üzerindeki yüksek ortam sıcaklığından kaynaklanmaktadır (Morrison, 1983). Sıcaklık Stresi, hava sıcaklığı, nem, güneş ışınları ve rüzgâr hızı gibi faktörler tarafından belirlenmektedir (Kadzere ve ark., 2002; Herbut ve ark., 2018). Sıcaklık stresi altındaki hayvanlarda, homeotermi'nin düzgün sürdürülememesinden dolayı hipertermi şekillenmektedir (Berman, 2011; Bernabucci ve ark., 2014). Bu da hayvanın gelişimini, üremesini ve üretkenliğini etkilemektedir (Osei-Amponsah ve ark., 2019). Sıcaklık stresine maruz kalan hayvanlarda en sık görülen

fizyolojik tepkilerden bazıları rektal sıcaklıkta artış ve yem tüketiminde düşüştür (Fodor ve ark., 2018).

İklim değişikliğinin neden olduğu kayıpların ekonomik boyutu da bulunmaktadır. Bauman ve ark., (2012) tarafından Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan çalışmada 1950-1999 yılları arasında 0.57 kg/gün azalan sığır başına süt veriminin yıllık kaybının 666 milyon dolar olduğu tespit edilmiştir. Yine 2050 yılına ait projeksiyonda da 1.42 kg/gün azalacak olan sığır başına süt veriminin yıllık kaybının 1.663 milyon dolar/yıl'a ulaşacağı beklenmektedir (Mader ve ark., 2009; Koç ve Uzmay, 2016). Avustralya'da süt çiftliklerinde beklenen düşüşün, maliyetinin yıllık 100 milyon dolar olacağı ön görülmektedir (Hanslow ve ark., 2014).

Sıcaklık stresinin hayvanlar üzerindeki etkisini ve buna karşılık verimlerinde meydana gelen kayıpların belirlenebilmesi için yaygın olarak kullanılan yöntem sıcaklık-nem indeksi (THI) değeridir (Bourououi ve ark., 2002; Akyüz ve ark., 2010; Fodor ve ark., 2018; Demir, 2023).

Sıcaklık stresi ile buna bağlı verim kayıpları, THI 68'i aştığında gözlemlenmektedir (Tao ve ark., 2020). THI 72 değeri, 25°C'ye ve %50 bağıl neme denk gelmektedir. THI 72'yi geçerse, sığır sıcaklık stresinden rahatsız olmaya başlar (West, 2003). THI 78 ile 82 arasında olduğunda sığır ciddi şekilde sıcaklık stresinden etkilenir ve üretimin sürdürülebilir

* **Corresponding Author:** semihsevim.kae@gmail.com

Geliş Tarihi: 7 Eylül 2023

Kabul Tarihi: 14 Aralık 2023

olması için, serinletici tedbirlerin alınması gerekmektedir. THI 82'nin üzerinde ise, sıcaklık stresine duyarlı sığırlarda üretim durabilir veya üretkenliğini azaltabilir, hatta ölümlere yol açabilir (Du Prez ve ark., 1990; Armstrong, 1994). THI'nin süt verimi, süt kompozisyonu, döl verimi ve buzağı doğum ağırlığı üzerine etkisi olduğu yapılan bazı çalışmalar da tespit edilmiştir (Mutaf ve ark., 2002; Hansen, 2007; Lambertz ve ark., 2014; Khan ve ark., 2013). Bununla birlikte, Koç ve Uğurlu, (2019) tarafından yapılan çalışma da kültür ırkı sığırlardan Holştayn ırkı sığırların; Jersey, Esmer ve Simmental ırklarına göre ısı stresine daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Aydın ili Bozdoğan ilçesine ait meteorolojik veriler kullanılarak hesaplanan sıcaklık nem indeks değerleri ile sıcaklık stresinin ortaya çıktığı dönemlerin belirlenmesi ve yapılacak olan uygulamaların ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın verileri Meteoroloji Genel müdürlüğüne bağlı Bozdoğan meteoroloji istasyonundan elde edilen 2013-2021 yıllarına ait sıcaklık ve nem değerlerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Bozdoğan ilçesi 28° 18' doğun boylamı 37° 40' kuzey enlemi üzerinde yer almakta olup rakımı 200 m' dir. Buna göre ilçenin kuzeyinde Nazilli, doğusunda Karacasu, güneyinde Kavaklıdere, batısında ise Çine ilçesi bulunmaktadır. Sıcaklık nem indeks değeri [THI (Temperature Humidity Index)]'nin hesaplanmasında, Mader ve ark. (2006) tarafından bildirilen eşitlik kullanılmıştır.

$$THI = (0.8 \times Tdb) + [(RH/100) \times (Tdb - 14.4)] + 46.4$$

Tdb, ortalama sıcaklık değerlerini;

RH, oransal nem değerlerini ifade etmektedir.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesi için SPSS paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada, Bozdoğan ilçesinin 2013-2021 yılları arasındaki veriler kullanılarak hesaplanan THI değerleri, sıcaklık ve nem değerlerine ait minimum, maksimum ve ortalamalar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bozdoğan ilçesine ait sıcaklık ve nem değerlerine ait minimum, maksimum ve ortalama değerler

	Minimum	Maksimum	Ortalama
Sıcaklık	5.4	30.9	17.9
Nem	37.7	86.5	66.61
THI	43.68	79.72	62.45

Sırasıyla sıcaklık, nem ve THI değerlerine ait ortalamalar 17,90, 66,61 ve 62,45 olarak tespit edilmiştir. THI değerlerinin aylara göre dağılımı incelendiğinde yaz aylarına girilmesiyle birlikte mayıs ayından itibaren değerler yükselmeye başladığı ve ekim ayından sonra düşüşe geçtiği Tablo 2'de görülmektedir. 2013-2021 yılları ortalamasına baktığımızda haziran ayında 73,16 temmuz ayında 77,65

ağustos ayında 77,62 ve eylül ayında ise 72,04 olarak bulunmuştur (Çizelge 2).

Yapılan çalışmalara göre süt sığırlarında sıcaklık stresinin THI değerinin 72' yi aşmasıyla başladığı bildirilmektedir. (Bouraoui ve ark. 2002; Mutaf ve ark. 2002; Bohmanova ve ark. 2007). Süt sığırları için sıcaklık nem indeks değerinin 65'in üzerine çıkmasıyla birlikte sıcaklık stresine bağlı etkilerin başladığını ve serinletme sistemlerinin kullanılması gerektiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Zimbelman ve ark., 2009). Bozdoğan ilçesinde Haziran ayı ile birlikte (73,16) sıcaklık stresi başlamakta Temmuz (77,65) ve Ağustos (77,62) aylarında en yüksek seviyesine ulaşmakta ve eylül (72,04) ayı ile birlikte düşüşe geçse bile stres devam etmektedir. Hem Yaz mevsiminin başlaması hem de havaların ısınmasıyla sıcaklık stresine maruz kalan süt sığırlarında başta verimlerde yaşanan düşüşler olmak üzere, kuru madde tüketiminde azalma, vücut sıcaklığında artış, kızgınlık süresinin kısalması ve gebelik oranının azalması gibi birçok parametre üzerine etkisi bazı çalışmalar tarafından bildirilmiştir. (Mutaf ve ark., 2002; Collier ve ark., 2006; Vermunt ve ark., 2010; Smith ve ark., 2006, Amaral ve ark., 2009, Leonel ve ark., 2010).

Altınçekiç ve Koyuncu (2012), tarafından yapılan çalışmada optimum yetiştirme koşulları sağlanan sığırlar tohumlandıklarında % 48'lik gebelik oranına sahip iken; vücut sıcaklıkları 40°C ye ve çevre sıcaklığı 32.2°C çıktığı koşullarda yetiştirilen sığırlar tohumlandıklarında gebelik oranının % 0 'a kadar düştüğünü tespit etmişlerdir.

Bozdoğan ilçesinde yapılan bu çalışma ülkemizde gerçekleştirilen bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Akyüz ve ark. (2010) tarafından Kahramanmaraş ilinde yapılan çalışmayla benzer sonuçlara sahiptir. Haziran ayından Ekim ayına kadar THI değerinin 72'nin üzerinde olup sıcaklık stresine maruz kalındığı bildirilmektedir. Yine Ceylanpınar Tarım İşletmesinde Bakır ve Kaygısız (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Haziran-Ağustos aylarında THI değerlerinin 70-77 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Antalya'da Işık ve ark., (2016) tarafından çalışmada özellikle sahil hattında THI değerlerinin tehlikeli sınırlara ulaştığını bildirmişlerdir. Kibar ve ark., (2018) Siirt ili ve ilçelerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında sıcaklık nem indeksi değerlerini Haziran-Eylül ayları arası sırasıyla 72,43, 67,64, 71,80, 72,34, 71,67 ve 68,87 olarak belirlemişlerdir. Yine Şanlıurfa ilinde Çenet ve Korkmaz (2020), tarafından yapılan çalışmada THI değerlerinin temmuz ve ağustos aylarında kritik eşik değerinin üstünde olduğunu belirtmişlerdir. Karaca (2021) ve Çelik (2021) tarafından yapılan çalışmalarda haziran ve eylül ayları arasında sıcaklık stresi sınır değerinin aşıldığı belirlenmiş, araştırmacılar tarafından serinletici tedbirlerin alınması gerektiği bildirilmiştir. Ermetin ve ark., (2023) tarafından KOP bölgesi (Konya Ovası projesi) illerinde yapılan çalışmada ise, tüm illerin THI değerlerinin 72 sınırının altında olduğu tespit edilmiştir.

Koç ve Uğurlu (2020) tarafından jersey ırkında yapılan çalışmada, Sıcaklık-nem indeksinin artmasıyla 305 günlük süt

veriminin azaldığı, servis periyodunun kıaldığı, buna karşın gebelik başına tohumlama sayısını ise arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Bozdoğan ilçesine ait THI değerleri (2013-2021)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2013	47,46	50,99	54,95	61,04	70,74	75,08	78,84	78,90	71,21	60,50	55,45	44,33
2014	50,60	50,75	54,39	60,38	67,39	73,80	78,92	79,72	71,64	64,03	54,38	52,08
2015	46,51	48,65	52,86	57,46	68,11	71,28	79,07	78,05	74,56	64,95	56,21	45,17
2016	46,34	54,79	54,61	63,46	65,83	74,80	77,82	77,70	70,99	64,91	55,43	44,43
2017	43,68	49,96	55,51	60,22	67,05	73,28	77,13	77,25	71,52	63,03	52,97	50,80
2018	47,09	52,76	57,62	64,93	69,64	73,32	76,89	77,48	72,71	64,42	57,00	47,10
2019	46,76	50,37	55,01	58,80	66,92	73,58	75,08	76,52	71,40	66,16	58,23	49,27
2020	45,38	49,99	54,59	60,55	66,93	71,45	77,54	76,26	74,01	66,20	54,52	51,12
2021	48,98	51,89	51,56	60,42	69,26	71,87	77,53	76,75	70,34	62,74	57,77	49,51
Ort.	46,98	51,13	54,57	60,81	67,98	73,16	77,65	77,62	72,04	64,10	55,77	48,20

Koç ve Uğurlu (2020) tarafından jersey ırkında yapılan çalışmada, Sıcaklık-nem indeksinin artmasıyla 305 günlük süt veriminin azaldığı, servis periyodunun kıaldığı, buna karşın gebelik başına tohumlama sayısını ise arttığı tespit edilmiştir.

SONUÇ

Gerek Dünya’da gerekse ülkemiz tarım sektörü içerisinde bulunan hayvancılığın alt kolu süt sığırcılığı önemli bir yere sahiptir. Özellikle hızla artan nüfus la birlikte etkili ve verimli hayvancılık yapmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Etkili ve verimli bir hayvancılık için elde edilen verimin artırılması gerekmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği verim artışının sadece genetiği yüksek ırkların seçilmesiyle yapılamayacağını, çevre koşullarının ve hayvan refahının da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bozdoğan ilçesinde bu çalışmada Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında SNI değerinin kritik eşik olan 72 değerini aştığı ve bunun da süt sığırcılığı için sıcaklık stresi açısından tehlike oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu aylarda problem yaşamamak amacıyla önlemler alınmalıdır. Bu amaçla,

- Barınaklarda yeterli havalandırma ve gölgelendirme,
- Duşlama veya yağmurlama yapılması,
- Hayvanların gezinti alanları ile yemleme alanlarında gölgeliklerin temin edilmesi,
- Soğuk ve rahat ulaşabilecekleri su temin edilmesi,
- Serin saatlerde yemleme yapılması,
- Rasyonda kaliteli kaba yemlerin kullanılması,
- Enerji ve protein ihtiyacını karşılayan rasyonların verilmesi,
- Bölge iklimine adapte ve uyum kabiliyeti yüksek ırkların seçilmesi,
- Sürü yönetim uygulamalarının iyileştirilmesi,

İklim koşulları göz önünde bulundurularak planlanan uygun barınak tiplerinin sağlanmasıyla, özellikle Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında oluşacak stresin azaltılması hedeflenmelidir. Bu önlemlerin alınması

hayvanların sıcaklık stresinden korunmasında yararlı olacak olup, sıcaklık stresine bağlı verim kayıpları da minimum seviyeye inecektir.

KAYNAKLAR

- Akyüz A, Boyacı S, Çaylı A (2010) Determination of Critical Period for Dairy Cows Using Temperature Humidity Index. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9(13): 1824 - 1827.
- Altınçekiç ŞÖ, Koyuncu M (2012) Derleme: Çiftlik Hayvanlar ve Stres. *Hayvansal Üretim* 53(1): 27 - 37.
- Amaral BC, Connor EE, Tao S, Hayen J, Bubolz J, Dahl GE (2009) Heat-Stress Abatement During The Dry Period: Does Cooling Improve Transition in to Lactation. *Journal Dairy Science* 92: 5988 - 5999.
- Armstrong DV (1994) Heat Stress İnteraction with Shade and Cooling. *Journal of Dairy Science* 77(7): 2044 - 2050.
- Avendano-Reyes L, Alvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderon A, Algandar-Sandoval A & Rodriguez-Gonzalez E (2010) Comparison of Three Cooling Management Systems to Reduce Heat Stress in Lactating Holstein Cows During Hot and Dry Ambient Conditions. *Livestock Science* 132: 48 - 52.
- Bakır G, Kaygısız A (2013) Milk Yield Characteristics of Holstein Cows and Effect of Calving Month on Milk Yield. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi* 16: 1 - 7.
- Berman A (2011) Invited Review: Are Adaptations Present to Support Dairy Cattle Productivity in Warm Climates? *Journal of Dairy Science*, 94(5): 2147 - 2158.
- Bernabucci U, Biffani S, Buggiotti L., Vitali A, Lacetera N & Nardone A (2014) The Effects of Heat Stress in Italian Holstein Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 97(1): 471 - 486.
- Bohmanova J, Misztal I, Cole JB (2007) Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stres. *Journal of Dairy Science* 90: 194 - 1956.

- Bouraoui R, Lahmar M, Majdoub A, Djemali M, Belyea R (2002) The Relationship of Temperature-Humidity Index with Milk Production of Dairy Cows in A Mediterranean Climate. *Animal Research* 51: 479 - 491.
- Collier RJ, Dahl GE, Van Baale MJ (2006) Major Advances Associated with Environmental Effects on Dairy Cattle. *Journal Dairy Science* 89: 1244 - 1253.
- Çelik R (2021) Diyarbakır İli Süt Sığırını Yetiştiriciliğinin Sıcaklık-Nem İndeksi Yönünden Değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 14(2): 96 - 100.
- Çenet Z, Korkmaz Ö (2020) Şanlıurfa İlinde Isı Stresindeki İneklerde Bazı Ovulasyon Senkronizasyon Yöntemlerinin Gebelik Oranlarına Etkisi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 9(1): 59 - 63.
- Demir M (2023) Süt Sığırlarında Sıcaklık Stresi ve Yönetimi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van.*
- Du Prezz JH, Hattingh PJ, Giesecke WH, Eisenberg BE (1990) Heat Stress in Dairy Cattle and Other Livestock Under Southern African Conditions. III. Monthly Temperature- Humidity Index Mean Values and Their Significance in The Performance of Dairy Cattle. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* (57): 241 -248.
- Duru S (2018) Türkiye'nin Bursa Şehrindeki Siyah Alaca İneklerde Günlük Süt Verimi İçin Isı Stresi Başlangıç Seviyesinin Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 65(2): 193 - 198.
- Ermetin O, Kul E, Sarı M (2023) Kop (Konya Ovası Projesi) Bölgesi'nde Sıcaklık-Nem İndeksi (Sni) Değerlerinin Süt Sığırcılığı Açısından Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology* 11(5): 954 - 962.
- Fodor N, Foskolos A, Topp CF, 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* 13(5): 1 - 18.
- Görgülü M, Darcan N, Göncü S (2009) Hayvancılık ve Küresel Isınma. V. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi (Uluslararası Katılımlı). 30 Eylül - 3 Ekim 2009.
- 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.
- Herbut P, Angrecka S, Walczak J (2018) Environmental Parameters to Assessing of Heat Stress in Dairy Cattle - A Review. *International Journal of Biometeorology*, 62: 2089 - 2097.
- Işık M, Aydın ŞK, Dinç N, Büyüktaş K, Tezcan A (2016) Antalya Koşullarında Sıcaklık-Nem İndeksi Değerlerinin Süt Sığırcılığı Açısından Değerlendirilmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences* 29(1): 27 - 31.
- Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E (2002) Heat Stress in Lactating Dairy Cows: A Review. *Livestock Production Science* 77(1): 59 - 91.
- Karaca C (2021) Hatay İklim Koşullarında Süt Sığırını Yetiştiriciliğinde Isı Stresinin Alansal Dağılımı ve Uygulanacak Tedbirler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 26(3): 801 - 807.
- Kibar M, Yılmaz A, Bakır G (2018) Sıcaklık Nem İndeksi Değerlerinin Süt Sığırcılığı Açısından Değerlendirilmesi: Siirt İli Örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 5(1): 45 - 50.
- 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 Pacific Journal of Reproduction* 2: 277 - 279.
- Koç HU, Uğurlu M (2020) Jersey Irkı İneklerde Bazı Çevre Faktörleri ve İklim Koşullarının Döl ve Süt Verimi Özellikleri Üzerine Etkisi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 17(3): 312 - 317.
- Koç G, Uzmay A (2016) İklim Değişikliğinin Süt Sığırcılığı Üzerindeki Etkilerinin Gıda Güvencesi ve Ekonomik Açısından Değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 22(2): 29 - 35.
- Lambertz C, Sanker C, Gauly M (2014) Climatic Effects on Milk Production Traits and Somatic Cell Score in Lactating HolsteinFriesian Cows in Different Housing Systems. *American Dairy Science Association. Journal of Dairy Science* 97: 319 - 329.
- Leonel Avedaño-Reyes, Fuquay JW, Moore RB, Liu Z, Clark BL, Vierhout C (2010) Relationship Between Accumulated Heat Stress During The Dry Period, Body Condition Score and Reproduction Parameters of Holstein Cows in Tropical Conditions. *Tropical Animal Health and Production* 42: 265 - 273.
- Mader TL, Davis MS, Brown-Brandt T (2006) Environmental Factors Influencing Heat Stress in Feedlot Cattle. *Journal of Animal Science* 84: 712 -719.
- Mader TL, Frank KL, Harrington JA, Hahn GL, Nienaber JA (2009) Potential Climate Change Effects on Warm season Livestock Production in The Great Plains, *Climatic Change* 97(3-4): 529 - 541.
- Morrison SR (1983) Ruminant Heat Stress: Effect on Production and Means of Alleviation. *Journal of Animal Science* 57(6): 1594 - 1600.
- Mutaf S, Alkan S, Şeber N, Oluğ HH (2002) Yaz Koşullarındaki Yüksek Sıcaklık ve Nemin Siyah Alaca Süt Sığırlarında Süt Verimi, Vücut Sıcaklığı, Nabız ve Solunum Sayılarına Etkileri. s. 76-87. III. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Ankara.

- Osei-Amponsah R, Chauhan SS, Leury BJ, Cheng L, Cullen B, Clarke IJ, Dunshea FR (2019) Genetic Selection for Thermotolerance in Ruminants. *Animals* 9(11): 948.
- Smith TR, Chapa A, Willard S, Herndon C, Williams RJ, Crouch J, Riley T, Pogue D (2006) Evaporative Tunnel Cooling of Dairy Cows in The Southeast. I: Effect on Body Temperature and Respiration Rate. *Journal of Dairy Science* 89: 3904 - 3914.
- Tao S, Rivas RMO, Marins TN, Chen YC, Gao J, Bernard JK (2020) Impact of Heat Stress on Lactational Performance of Dairy Cows. *Theriogenology* 150: 437 - 444.
- Vermunt JJ, Tranter BP (2010) Heat stress in Dairy Cattle. A Review, and Some of the Potential Risks Associated with the Nutritional Management of This Condition. *Large Animal Stream* 212 - 221.
- West JW (2003) Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. *Journal Dairy Science* 86: 2131 - 2144.
- Zimbelman 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 Southwest Nutrition and Management Conference; Tempe, AZ. Tucson, AZ: The University of Arizona; p. 158-168.*

