



Evaluation of Temperature-Humidity Index (THI) Values in Terms of Dairy Cattle in KOP (Konya Plain Project) Region

Orhan Ermetin^{1,a,*}, Ertuğrul Kul^{2,b}, Mehmet Sarı^{2,c}

¹Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Yozgat, Türkiye

²Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Kırşehir, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 13-02-2023 Accepted : 25-05-2023</p> <p>Keywords: KOP provinces Temperature-humidity index Dairy cattle Temperature Humidity</p>	<p>This study was carried out to determine the suitability of the temperature-humidity index (THI) values of the provinces of KOP region in terms of dairy cattle. In this direction, monthly averages of temperature and humidity values of Yozgat, Kırıkkale, Kırşehir, Niğde, Aksaray, Karaman, Konya, and Nevşehir provinces in KOP region between the 2000-2021 years were used. THI values were calculated from the average temperature and humidity data of the provinces in the KOP region. In the study, the equation “$(0.8 \times T) + [(RH/100) \times (T-14.4)] + 46.4$” was used to calculate the THI. The critical THI level is based on 72. In the study, the interaction effect with province, month, and year on THI, temperature, and humidity values was found to be statistically significant ($P < 0.05$). The average THI values for the provinces in the KOP Region were determined between 50.88-55.25, temperature values 9.96-13.18°C, and humidity values between 54.03-64.78%. Average THI was calculated as the highest in Aksaray (55.25) and Kırıkkale (55.13) provinces and lowest in Yozgat (50.88). It has been determined that the average THI values obtained do not pose a danger to dairy cattle, including for July and August, which are close to critical values. However, in these months when THI values are high, it will be beneficial for dairy cattle to pay attention to many herd management practices such as adequate ventilation, fans, fogging and shades, meeting water needs, care, feeding, and sheltering in order to avoid problems related to milk yield and quality, disease, and reproduction.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(5): 954-962, 2023

KOP (Konya Ovası Projesi) Bölgesi’nde Sıcaklık-Nem İndeksi (SNİ) Değerlerinin Süt Sığırcılığı Açısından Değerlendirilmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 13-02-2023 Kabul : 25-05-2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: KOP illeri Sıcaklık-nem indeksi Süt sığırcılığı Sıcaklık Nem</p>	<p>Bu çalışma KOP bölgesi illerinin sıcaklık nem indeksi (SNİ) değerlerinin süt sığırcılığı açısından uygunluğunun belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu doğrultuda, KOP Bölgesi’nde bulunan Yozgat, Kırıkkale, Kırşehir, Niğde, Aksaray, Karaman, Konya ve Nevşehir illerinin 2000-2021 yılları arasındaki sıcaklık ve nem değerlerine ait aylık ortalamalar kullanılmıştır. KOP Bölgesinde yer alan illerin ortalama sıcaklık ve nem verilerinden SNİ değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada, SNİ hesaplanması için “$(0.8 \times T) + [(RH/100) \times (T-14.4)] + 46.4$” eşitliği kullanılmıştır. Kritik SNİ seviyesi olarak 72 değeri temel alınmıştır. Çalışmada, SNİ, sıcaklık ve nem değerleri üzerine, il, ay ve yıl ile interaksiyon etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). KOP Bölgesinde yer alan iller için ortalama SNİ değerleri ise 50,88-55,25, sıcaklık değerleri 9,96-13,18°C ve nem değerleri %54,03-64,78 arasında belirlenmiştir. Ortalama SNİ en yüksek Aksaray (55,25) ve Kırıkkale (55,13) illerinde, en düşük ise Yozgat (50,88) ilinde hesaplanmıştır. Elde edilen ortalama SNİ değerleri kritik değerlere yakın olan Temmuz ve Ağustos ayları da dâhil süt sığırcılığı için tehlike oluşturmadığı tespit edilmiştir. Ancak SNİ değerlerinin yüksek olduğu bu aylarda süt verim ve kalitesi, hastalık ve üreme ile ilgili problem yaşamamak için yeterli havalandırma, fan, sisleme ve gölgelikler, su ihtiyacının karşılanması, bakım, besleme ve barındırma gibi birçok sürü yönetim uygulamalarına dikkat edilmesinin süt sığırcılığı açısından yararlı olacağı kanaatine varılmıştır.</p>

^a orhan.ermetin@bozok.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-3404-0452>

^c ertugrul.kul@ahievran.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0003-4961-5607>

^e msari_40@hotmail.com

^f <https://orcid.org/0000-0003-4981-6337>



Giriş

Kalkınma Bakanlığı'nın bağlı bir kuruluşu olarak 2011 yılında faaliyetlerine başlayan KOP (Konya Ovası Projesi) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı'nın sorumluluk sahasında Aksaray, Karaman, Konya, Niğde, Nevşehir, Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale illeri bulunmaktadır (KOP, 2023). Bu amaçla tarım, sanayi, ticaret, ulaşım, enerji gibi sektörlere projeler vasıtasıyla destekler vererek yenilikçi bir yaklaşımla bölgenin rekabet gücünü geliştirmek, bölgenin ekonomik ve sosyal kapasitesini güçlendirmek ve refah düzeyini yükseltmeyi hedeflemektedir. KOP Bölgesi'nin toplam yüzölçümü 95.580 km² olup, bölge nüfusu 4,5 milyonu geçmiştir (Ermetin, 2020; Ermetin ve Mülâyim, 2020).

Süt sığırcılığı ülkemizde en önemli hayvancılık faaliyetlerinden biridir. TÜİK 2021 verilerine göre ülkemizde sığır sayısı yaklaşık 17,8 milyon baş, süt üretimi ise 21,3 milyon ton'dur (TÜİK, 2023). Ülkemizde hayvansal üretimin içinde süt sığırcılığı önemli bir paya sahip olup, toplam süt üretiminin %92,1'i sığırlardan elde edilmektedir. Sığır yetiştiriciliği, Yozgat, Kırıkkale, Kırşehir, Niğde, Aksaray, Karaman, Konya ve Nevşehir illerini içine alan KOP bölgesinin tarımsal yapısında önemli bir yere sahiptir. Yaklaşık 3 milyon hektar tarım arazisi varlığı ve Türkiye tarım arazisi varlığının %12,4'üne karşılık gelen KOP Bölgesi (KOP, 2023) toplam sığır varlığı bakımından yaklaşık 2,2 milyon baş ile Türkiye'nin toplam sığır varlığının %12,55'ine, sığır sütü üretimi bakımından ise 2,7 milyon ton ile Türkiye'nin sığır sütü üretim potansiyelinin %13,45'ine sahiptir (TÜİK, 2023).

Sığırcılıkta süt verimini etkileyen genetik faktörler yanında bir de çevresel faktörler bulunmaktadır. Laktasyon sırası, yıl, mevsim, besleme vb. gibi faktörler hayvanlarda süt verimini önemli düzeyde etkilemektedir (Akman, 2006; Alkan ve Ünlü, 2019). Ancak son yıllarda artan küresel ısınma ve iklim değişikliği, dünya çapında çiftlik hayvanlarının verim düzeylerini önemli ölçüde etkilemekte ve dünyanın birçok coğrafi bölgesinde hayvansal üretimi zorlaştırmaktadır. Sıcaklık stresi, süt sığırlarının verim, sağlık, üreme ve refahı üzerindeki olumsuz etkilerinin yanında doğrudan ve/veya dolaylı birçok ekonomik kayba neden olmaktadır. Bu etkiler arasında en çok bilineni ise süt verimindeki azalmadır (Tapkı ve Şahin, 2006; Kul, 2022). Sıcaklık stresine maruz kalan ineklerin süt verimlerinde %10-25 düzeyinde azalmayla birlikte, bağımsızlık sisteminin zayıflaması sonucunda farklı birçok

hastalık ortaya çıkmaktadır (Tao ve ark., 2011; Vermunt ve Tranter, 2011). Ayrıca sıcak stresine maruz kalan ineklerin sütlerinde somatik hücre sayısı daha yüksektir (Tao ve ark., 2011; Dinçel ve Dikmen, 2013; Smith ve ark., 2013). Bu nedenle sıcaklık stresine karşı süt sığırları korunmalıdır.

Çiftlik hayvanlarında sıcaklık stresi derecesini tahmin etmede çeşitli indeksler kullanılmakla birlikte yaygın olarak kullanılan sıcaklık-nem indeksi (SNİ) değeridir (Kibar ve ark., 2018). Süt sığırcılığı küresel ısınmaya karşı oldukça hassastır ve sıcaklık ve nemden etkilenmektedir. Nitekim, SNİ ortam sıcaklığı ve bağıl nemin birleşik etkilerini hesaba katmaktadır (Sinha ve ark., 2017). Ortalama günlük SNİ değerleri; 72 sıcaklık stresi yok, 73 ila 78 arası hafif sıcaklık stresi, 79 ila 88 arası orta sıcaklık stresi, 89-98 arası şiddetli sıcaklık stresi ve >98 üzeri hayvan için tehlike olarak sınıflandırılmıştır (Armstrong, 1994). Bu nedenle süt sığırlarının sıcaklık stresinin olumsuz etkilerinden korumak için SNİ tespitinin yapılabildiği gerekli sürü yönetim uygulamalarının hayata geçirilmesi oldukça önemlidir.

Türkiye'nin birçok bölgesinde küresel iklim değişikliğine bağlı olarak birçok problem yaşanmaktadır. Süt sığırlarını bu olumsuz etkilerden korumak amacıyla SNİ değerlerinin ölçülmesi ile il ya da bölgesel düzeyde etki düzeylerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Özellikle ülkemizde ve bölgede geniş kapsamlı çalışmaların bulunmaması bu konuda daha fazla çalışmayı zorunlu kılmaktadır. Nitekim KOP bölgesini içine alan sekiz il için de SNİ değerlerinin tespiti bu bakımdan büyük önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışma ile KOP bölgesinin SNİ bakımından süt sığırcılığı için uygunluğunun araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın verilerini Yozgat ili Meteoroloji Müdürlüğü ile bağlı istasyonlardan elde edilen sıcaklık ve nem değerleri oluşturmaktadır. Çalışma için veriler aylık ortalama olarak alınmıştır. Veriler; KOP Bölgesi'nde bulunan Yozgat, Kırıkkale, Kırşehir, Niğde, Aksaray, Karaman, Konya ve Nevşehir illerinin 2000-2021 yılları arasındaki aylık ortalamalarını içermektedir.

KOP Bölgesinde yer alan iller, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde bulunmaktadır (Şekil 1). Araştırmanın yürütüldüğü KOP illerindeki meteoroloji istasyonları ve rakımları Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü illere ait meteoroloji istasyonları özellikleri (MGM, 2023)

Table 1. Meteorology stations characteristics of the provinces where the research was conducted (MGM, 2023)

KOP İlleri	Enlem ve Boylam	Rakım
Yozgat	39°49'27.5"N 34°48'57.2"E	1317
Kırıkkale	39°50'35.9"N 33°31'05.2"E	746
Kırşehir	39°09'50.2"N 34°09'22.0"E	993
Niğde	37°57'30.6"N 34°40'46.2"E	1237
Aksaray	38°22'13.8"N 33°59'55.3"E	975
Karaman	37°11'35.5"N 33°13'12.7"E	1056
Konya	37°59'01.3"N 32°34'26.4"E	1023
Nevşehir	38°36'58.7"N 34°42'09.0"E	1196



Şekil 1. KOP Bölgesi'nde yer alan illerin coğrafi konumu (KOP, 2023)
Figure 1. Geographical location of the provinces in the KOP Region (KOP, 2023)

Çizelge 2. KOP Bölgesi'nde yer alan illerin 2000-2021 yılları arasında ortalama, minimum ve maksimum SNİ, sıcaklık ve nem ve SNİ değerleri

Table 2. Average, minimum and maksimum THI, temperature and humidity values of the provinces in the KOP Region between the years 2000-2021

SNİ		Sıcaklık (°C)			Nem (%)			
Ortalama	Min.	Maks.	Ortalama	Min.	Maks.	Ortalama	Min.	Maks.
53,81	25,00	75,00	12,13	-6,30	28,20	58,84	27,20	95,80

Çizelge 3. SNİ, sıcaklık ve nem değerleri için varyans analizi

Table 3. Analysis of variance for THI, temperature, and humidity values

	SNİ	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
İl	*	*	*
Mevsim	*	*	*
Yıl	*	*	*
İl * Ay	*	*	*
İl * Yıl	*	*	*
Ay * Yıl	*	*	*

*: P<0,05; SNİ: Sıcaklık nem indeksi

Sıcaklık-nem indeksi (SNİ) hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Mader ve ark., 2006).

$$SNİ = (0,8 \times T) + [(RH/100) \times (T-14,4)] + 46,4$$

Eşitlikte; T: °C olarak ortam hava sıcaklığını, RH: % olarak ortamdaki oransal nem değerlerini ifade etmektedir.

Bu eşitlikte kritik SNİ seviyesi olarak 72 değeri temel alınmıştır (Armstrong, 1994).

Çalışmada elde edilen tüm veriler ve grafikler Microsoft Office paket programının, Excell uygulaması yardımıyla düzenlenmiştir. Tüm istatistiksel analizler ise SPSS analiz programı ile yapılmıştır.

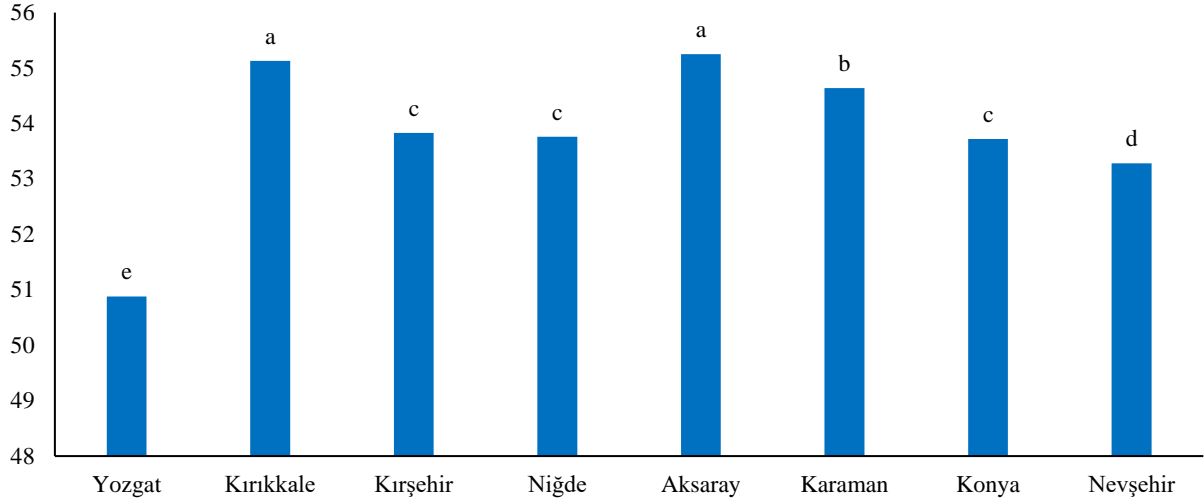
Bulgular ve Tartışma

Çizelge 2'de KOP Bölgesinde yer alan illerin 2000-2021 yılları arasındaki ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık, nem ve SNİ değerleri verilmiştir. Ortalama SNİ, sıcaklık ve nem değerleri 53,81 (25,00 – 75,00), 12,13°C (-6,30 – 28,20) ve %58,84 (%27,20-%98,80) olarak belirlenmiştir.

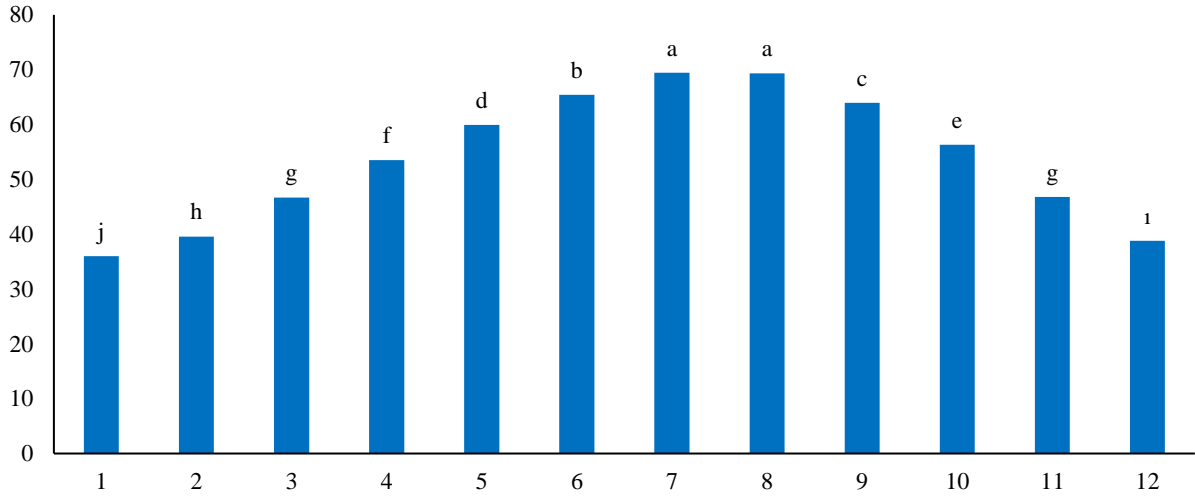
SNİ, sıcaklık ve nem değerleri üzerine çevresel etkiler ile interaksiyon etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. Görüldüğü üzere SNİ, sıcaklık ve nem değerleri üzerine tüm faktörlerin etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

Şekil 2'de verildiği üzere, KOP bölgesi illeri SNİ değerleri bakımından en yüksek SNİ değerinin Kırıkkale ve Aksaray, en düşük ise Yozgat için belirlenmiştir (P<0,05). Aynı zamanda Kırşehir, Niğde ve Konya için belirlenen SNİ değerleri benzer bulunmuştur (P>0,05). Çizelge 1'de de verildiği üzere rakımı daha fazla olan illerin SNİ değerlerinin daha düşük olduğu, rakım düştükçe SNİ değerinin arttığı görülmektedir. Nitekim rakım arttıkça nem ve özellikle sıcaklık düşmekte, SNİ değeri ise azalmaktadır (Rieger, 2007).

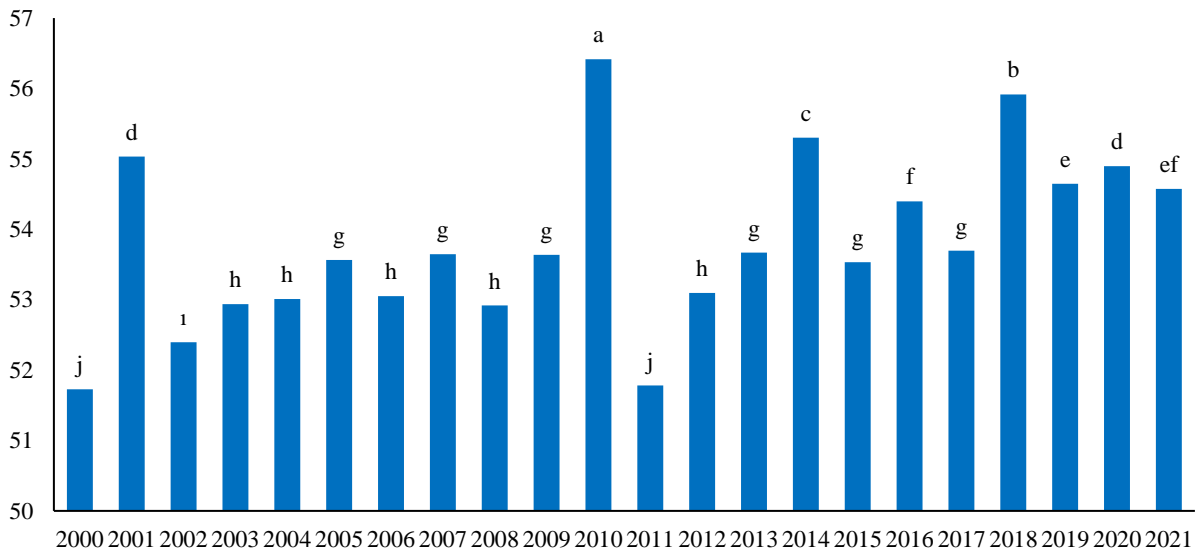
KOP bölgesi için 2000 ve 2021 yılları arasında aylık olarak verilen ortalama SNİ bakımından en yüksek Temmuz ve Ağustos aylarında, en düşük ise Ocak ayında belirlenmiştir. (P<0,05) (Şekil 3). Bir başka ifadeyle SNİ değerleri kış aylarında daha düşük iken, sıcaklık ve nem daha fazla olduğu yaz aylarında daha yüksektir (P<0,05).



Şekil 2. SNİ değerlerinin KOP Bölgesi'nde yer alan illere göre değişimi
Figure 2. Change of SNI values according to the provinces in the KOP Region



Şekil 3. SNİ değerlerinin aylara göre değişimi
Figure 3. Change of SNI values according to months



Şekil 4. SNİ değerlerinin yıllara göre değişimi
Figure 4. Change of SNI values according to years

Bu çalışmanın verilerini oluşturan 2000-2021 tarihleri arasında da SNİ değerleri bakımından istatistiki olarak farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0,05$). En yüksek SNİ değerleri 2010 yılı, en düşük ise 2000 ve 2011 yıllarında belirlenmiştir. Şekil 4 incelendiğinde bazı yıllarda daha yüksek SNİ değerleri hesaplanmasına karşın, genel olarak 2013 yılından itibaren SNİ değerlerin artışının küresel ısınmanın bir göstergesi olduğu söylenebilir.

İrk ve yaşa göre değişimle birlikte süt sığırları için en uygun çevre koşullarının 13-18°C sıcaklık, %60-70 bağıl nem, 5-8 km/h rüzgâr hızı ve orta düzeyde güneş ışınımı olduğu belirtilmektedir (Alkoyak ve Çetin, 2016; Duru, 2018). Çelik (2021) tarafından süt inekleri için alt ve üst kritik sıcaklığın -15°C ile +25°C arasında geniş bir aralıkta seyrettiği, çevre sıcaklığının 25°C'nin üzerine çıktığında laktasyon dönemindeki süt ineklerinin yaşama payı enerji ihtiyacının %30 oranında arttığı ve bu nedenle laktasyon süt ve döl veriminin bu durumdan negatif yönde etkilendiği bildirilmiştir. Karaca (2021) ise doğal sıcaklık bölgesinin süt sığırlarında -5°C ve +20°C, genç sığırlarda ise 10°C ve 25°C aralığında ve en üst kritik sıcaklığın yaklaşık 26°C olduğunu bildirmiştir. Nitekim bir ineğin kendisinden beklenen en yüksek verimi vermesi ancak uygun çevre koşulları sağlandığı takdirde mümkündür (Karaca, 2021). KOP Bölgesi için belirlenen ortalama sıcaklık ve nem değerlerinin süt sığırları için en uygun çevre koşullarına yakın olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

Süt sığırlarındaki sıcak stresinden soğuk stresine göre daha fazla etkilenir (Duru, 2018). Sıcaklık stresine maruz kalan ineklerin kızgınlık süreleri kısalmır, gebelik oranı düşer ve erken embriyonik ölümler daha fazla görülür (Avendaño-Reyes ve ark. 2010). Sıcaklık stresine maruz kalan ineklerde kuru madde tüketimi, ağırlık artışı ve süt verimi düşer. Ayrıca hastalığa yakalanma riski de artar (Duru, 2018). Kadzere ve ark. (2002), 35°C'nin üzerinde süt veriminin %33, 40°C'nin üzerinde %50 oranında azalabileceğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar SNİ'nin 70 ve altının kabul edilir bir değer olduğunu vurgulamışlardır. Ravagnolo ve ark. (2000) SNİ'nin 72'nin üzerindeki her birim artışın süt veriminde 0,2 kg azalışa neden olacağını tespit etmişlerdir.

Süt sığırlarında sıcaklık stresinin seviyesini belirlemede etkili bir kriter olan SNİ değerleri incelendiğinde; bu değer 72 olduğu nokta sıcaklık

stresinin başlangıç sınırı, 77 ve üzeri değerler için ise yem alımının ani şekilde düştüğü ve hatta ölümlerin başladığı sınır olarak kabul edilmekle birlikte bu konuda yapılan birçok çalışmada ise bu SNİ değerlerinin altında da olumsuzlukların meydana geldiği bildirilmiştir (Armstrong, 1994). Duru (2018) tarafından Bursa'da süt sığırları işletmesinde yapılan bir çalışmada en düşük, en yüksek ve ortalama SNİ değerleri sırasıyla 26, 79 ve 58,5 olarak hesaplanarak, 70 SNİ değerine Mayıs ayında ulaşılmış olup, Ekim ayına kadar bu seviyenin üzerine bazı günlerde çıkıldığı ve bu dönemde süt veriminin düştüğünü bildirmiştir. Araştırmacı, üç yıl boyunca Mayıs-Ekim ayları arasındaki 540 günde SNİ 70 ve üzeri düzeylere toplam 268 günde (%49,6) ulaşıldığını bildirmiştir. Wheelock ve ark. (2010), 65 ve üzeri SNİ'nde ineklerin süt verimlerinde belirgin düzeylerde düşüşler olduğunu belirtmişlerdir. Bouraoui ve ark. (2002), SNİ'nin 69 ve üzeri her birim artışında süt veriminin SNİ Temmuz (71,45) ve Ağustos (71,37) 0,41 kg azaldığını saptamışlardır. Collier ve ark. (2011) SNİ 65 ve üzerine çıktığında süt verimindeki kaybın önem kazandığını bildirmişler ve 65 ile 73 arasında günlük ortalama 2,2 kg kayıp hesaplamışlardır. Brügemann ve ark. (2012) süt veriminin SNİ 30'dan itibaren artmaya başladığını, daha sonra sabit kaldığını ve 60'tan sonra azalmaya başladığını, Linvill ve Pardue (1992) ise SNİ'nin 65'in üzerinde olmasının stres yarattığını bildirmiştir.

Çizelge 4 ve Şekil 5'de 2000-2021 yılları arasındaki KOP Bölgesi'nde yer alan illerin aylara göre ortalama SNİ değerlerinin değişimi verilmiştir. Buradan görüldüğü üzere SNİ değerleri Ocak ayından itibaren sürekli artmış, Eylül ayından sonra ise yine doğrusal olarak azalmıştır. Genel olarak SNİ Temmuz ve Ağustos aylarında kırıkale ilinde daha yüksek tespit edilmiştir. Tüm iller için ay ve mevsim ortalamaları bakımından SNİ değerlerinin 72 sınırının altında olduğu görülmektedir. Ancak literatür sonuçlarında SNİ değerinin 60'ın üzerine çıktığı durumlarda süt sığırlarında süt veriminde azalmaların meydana geldiği görüldüğü görülmektedir. Her ne kadar SNİ 72 üzerinde olduğu durumlarda SNİ süt sığırları üzerinde problem oluşturmasına karşın Mayıs ve Eylül aylarında da SNİ etkisini azalmak için dikkatli olunmasında fayda vardır. Nitekim SNİ bakımından KOP bölgesinin süt sığırcılığı için bir risk oluşturmadığı söylenebilir.

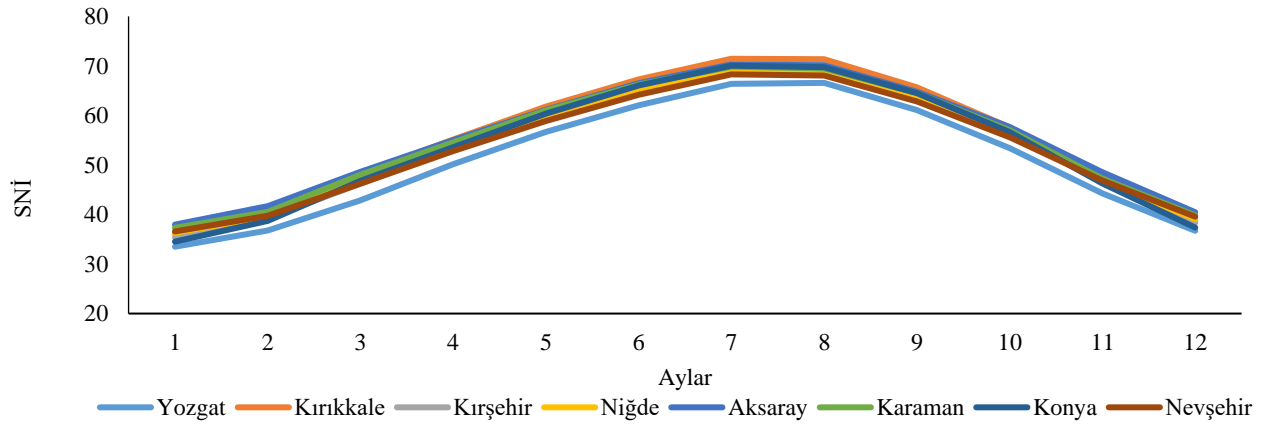
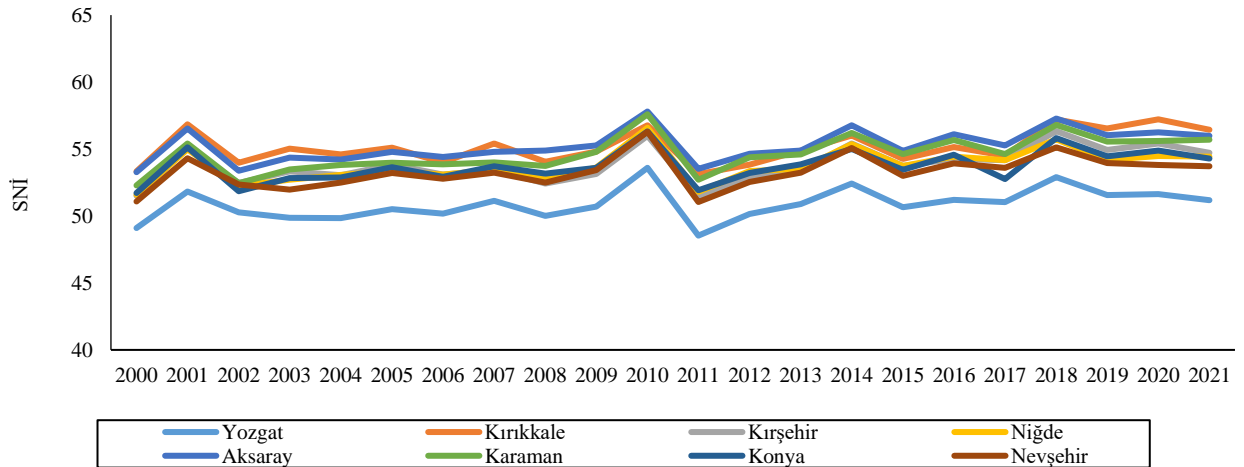
Çizelge 4. KOP Bölgesi'nde yer alan illerin 2000-2021 yılları arasında aylara göre ortalama SNİ değerleri
Table 4. Average THI values of the provinces in the KOP Region between the years 2000-2021 by months

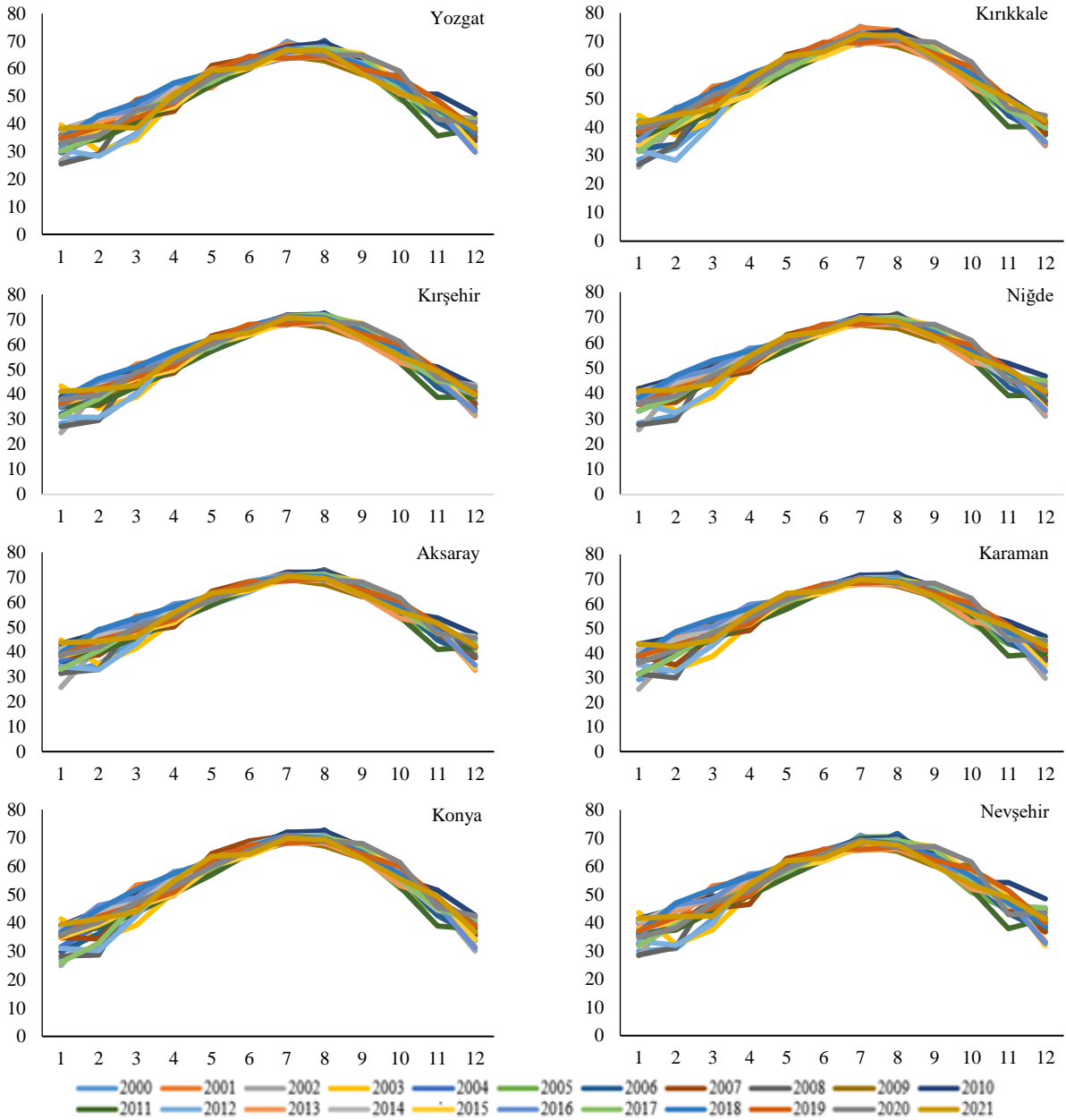
Aylar	Yozgat	Kırıkale	Kırşehir	Niğde	Aksaray	Karaman	Konya	Nevşehir
1	33,51	36,14	35,37	36,32	37,96	37,32	34,53	36,57
2	36,76	40,71	39,21	39,63	41,72	40,53	38,74	39,75
3	42,83	48,25	46,25	46,90	48,62	48,00	46,81	46,25
4	50,14	55,16	53,33	53,53	55,02	54,57	53,61	52,81
5	56,71	61,79	59,94	59,66	61,17	61,00	60,37	58,90
6	62,08	67,27	65,80	65,28	66,53	66,23	66,09	64,17
7	66,38	71,45	70,05	69,09	70,29	69,85	70,05	68,29
8	66,58	71,37	70,10	68,87	70,17	69,50	69,77	68,06
9	61,10	65,68	64,44	63,70	64,79	64,49	64,50	62,84
10	53,38	57,60	56,51	56,21	57,63	57,00	56,60	55,59
11	44,31	47,37	46,48	46,76	48,52	47,26	46,30	46,85
12	36,71	38,91	38,35	39,13	40,47	39,80	37,33	39,57

Çizelge 5. KOP Bölgesi illerinin yıllara göre SNİ değerleri

Table 5. THI values of KOP Region provinces by years

Yıllar	Yozgat	Kırıkkale	Kırşehir	Niğde	Aksaray	Karaman	Konya	Nevşehir
2000	49,10	53,33	51,51	51,59	53,27	52,28	51,71	51,08
2001	51,83	56,84	55,11	54,99	56,54	55,41	55,11	54,32
2002	50,27	53,99	52,48	52,23	53,37	52,44	51,86	52,35
2003	49,86	55,03	53,33	52,70	54,36	53,47	52,83	51,97
2004	49,83	54,61	53,04	53,06	54,21	53,80	52,88	52,50
2005	50,51	55,09	53,82	53,36	54,79	53,97	53,63	53,22
2006	50,18	53,99	53,08	53,10	54,41	53,86	52,92	52,77
2007	51,13	55,40	53,45	53,42	54,80	54,00	53,72	53,24
2008	50,02	54,06	52,43	52,74	54,88	53,73	53,17	52,49
2009	50,71	54,82	53,13	53,61	55,28	54,80	53,59	53,43
2010	53,60	56,78	55,98	56,59	57,80	57,60	56,31	56,28
2011	48,53	53,13	51,46	51,81	53,52	52,72	51,93	51,04
2012	50,14	53,82	52,86	53,35	54,64	54,38	53,22	52,54
2013	50,90	54,89	53,38	53,53	54,88	54,60	53,85	53,23
2014	52,42	56,02	55,40	55,37	56,76	56,20	55,02	55,08
2015	50,65	54,26	53,73	53,73	54,87	54,63	53,45	53,00
2016	51,21	55,15	54,26	54,43	56,11	55,68	54,58	53,94
2017	51,05	54,50	54,16	54,17	55,28	54,63	52,76	53,59
2018	52,90	57,21	56,33	55,73	57,27	56,79	55,82	55,13
2019	51,57	56,54	54,94	54,20	56,04	55,55	54,45	53,95
2020	51,63	57,22	55,40	54,47	56,24	55,61	54,90	53,82
2021	51,18	56,43	54,71	54,44	55,98	55,70	54,28	53,71

Şekil 5. KOP Bölgesi'nde yer alan illerin aylara göre SNİ değerlerinin değişimi
Figure 5. Change of THI values of the provinces in the KOP Region by monthsŞekil 6. KOP Bölgesi illerinin yıllara göre SNİ değerlerinin değişimi
Figure 6. Change of THI values of KOP Region provinces by years



Şekil 7. KOP Bölgesi illerinin yıllara göre aylık SNİ değerlerinin değişimi
Figure 7. Change of monthly THI values of KOP Region provinces by years

Ancak yine de özellikle bu aylarda çevre sıcaklığının yüksek olduğu dönemlerde süt sığırlarına yeterli havalandırma ve gölgeliklerin sağlanması, fan, sisleme ve yağmurlama gibi soğutma sistemlerinden yararlanılması, dengeli besleme ve su ihtiyacının karşılanması gibi sürü yönetim uygulamalarının iyileştirilmesi ile sığağa dayanıklı uygun genotipler ile uygun barınakların planlanması sıcaklık stresinin engellenmesi ve sonuç olarak süt ve döl verim kayıplarının önüne geçmesi bakımından faydalı olacaktır (Alkoyak ve Çetin, 2016; Işık ve ark., 2016; Çelik, 2021; Karaca, 2021; Kul, 2022).

Bu çalışma sonuçları ile benzer olarak, Bakır ve Kaygısız (2013) tarafından Ceylanpınar Tarım İşletmesinde yetiştirilen Siyah Alaca ineklerde buzağılama ayının süt verimi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, Ocak-Mayıs ve Ekim-Aralık aylarında SNİ'ni 45-68 aralığında ve Haziran-Ağustos aylarında ise 70-77 aralığında hesaplamışlardır. Akyuz ve ark. (2010) Kahramanmaraş ilinde yaptıkları çalışmada Mayıs ayının

ortasından Ekim ayına kadar süt sığırlarının daha fazla sıcaklık stresine maruz kaldığını ve bu aylarda SNİ değerinin 72'nin üzerinde olduğunu bildiren araştırma sonuçları bu çalışma sonucu ile benzerlik göstermektedir. Yashioğlu ve İlhan (2016)'da Çanakkale, Bursa ve Balıkesir illerinde süt veriminde en fazla kaybın Temmuz ve Ağustos aylarında olduğunu bildirmişlerdir. Işık ve ark. (2016) Antalya'nın sıcak ve nemli iklim kuşağında olması ve Haziran-Eylül ayları arasında sıcaklık ve nemin yüksek değerlere ulaşması nedeni ile özellikle sahil hattında süt sığırları için SNİ değerlerinin tehlikeli sınırlara ulaştığını, bu aylarda en düşük SNİ değerinin 71.7, en yüksek ise 76.8 olduğunu bildirmişlerdir.

Ülkemizde konu üzerinde yapılan çalışmalardan Kibar ve ark. (2018) Siirt Merkez, Pervari, Baykan, Kurtalan, Şirvan ve Eruh ilçelerine ilişkin Haziran-Eylül ayları arası sıcaklık nem indeksi değerlerini sırasıyla 72,43, 67,64, 71,80, 72,34, 71,67 ve 68,87 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada araştırmacılar, Siirt il merkezi ile ilçelerinde

Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sıcaklık nem indeks değerlerinin çeşitli literatürlerde eşik değeri olarak bildirilen 65 veya 72 değerlerinin üzerine çıktığını belirtmişlerdir. İlhan (2018), Temmuz ve Ağustos aylarında günlük ortalama SNİ değerlerinin, Marmara Bölgesi'nin kuzey, doğu ve güneydoğu kesimleri dışında kalan kısımlarında kritik eşik değerin üzerinde olduğunu belirlemiştir. Çelik (2020), Şanlıurfa ilçelerindeki Mayıs-Eylül ayları arasındaki SNİ değerlerini aylara göre sırasıyla 67,6, 73,7, 77,5, 77,6 ve 72,6 olduğunu belirtmiştir. Çenet ve Korkmaz (2020), Şanlıurfa ilinde Temmuz ve Ağustos aylarında SNİ değerlerini 77 ve 80 olarak hesaplamış olup kritik eşik değerinin üstünde olduğunu belirtmişlerdir. Karaca (2021), Hatay ili ve ilçeleri için hesaplanan ortalama SNİ değerleri dikkate alındığında, ilin yaz aylarında sıcaklık stresi sınır değerinin aşıldığını belirterek, serinletici tedbirlerin alınması gerektiğini vurgulamıştır. Çelik (2021) Diyarbakır süt işletmelerinde, özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında, sıcaklık stresi nedeniyle önemli süt verim kayıplarının yaşandığını belirlemiştir. Aynı çalışmada Diyarbakır'da Haziran-Eylül ayları arasındaki ortalama SNİ değerlerini sırasıyla 71,54, 75,55, 75,63 ve 70,37 olarak belirlemiştir. Yapılan çalışmalarda da görüldüğü üzere ülkemizde doğu illerimizde özellikle yazın SNİ değerlerinin batı illerimizde belirlenen değerlerin üzerine olduğu görülmektedir. Nitekim bu çalışma belirlen SNİ değerleri de yazın sıcak ve nemli geçen bu illerde tespit edilen SNİ değerlerin daha da düşük bulunmuştur.

KOP Bölgesi illerinin 2000-2021 yılları arasında SNİ değerlerinin değişimleri Çizelge 5 ve Şekil 6'da verilmiştir. En yüksek SNİ değerleri 2010 yılında Aksaray ilinde tespit edilmiştir. KOP illeri için en yüksek SNİ ortalaması yine 2010 yılında belirlenmiştir. Nitekim 2010 yılında Yozgat, Niğde, Aksaray, Karaman, Konya ve Nevşehir illerinde SNİ en yüksek değer olarak hesaplanmıştır. Bu illerde 2010 yılında sıcaklık ortalamalarının diğer yıllara göre yüksek olması SNİ'nin yüksek olmasına sebep olmuştur. 2011 yılında Yozgat, Kırıkkale, Kırşehir ve Nevşehir illerinde ve 2000 yılında ise Niğde, Aksaray, Karaman ve Konya illerinde SNİ diğer yıllara göre en düşük hesaplanmıştır. Ayrıca ilgili yıllar arasında en düşük SNİ değeri (48.53) 2011 yılında Yozgat ilinde belirlenmiştir.

KOP bölgesi illerinin yıllara göre aylık SNİ değerlerinin değişimi Şekil 7'de verilmiştir. Görüldüğü üzere tüm yıllarda aylara göre iller arasındaki değişim benzer bir seyir izlemiştir. Nitekim tüm illerde SNİ değerleri kış ve ilkbahar mevsiminde doğrusal olarak artmış, yaz aylarında en yüksek değer göstermiş, sonbahar aylarında da yine doğrusal olarak azalmıştır. Buradan görüleceği üzere KOP bölgesinde yer alan tüm iller SNİ bakımından birbirine çok fazla benzerlik göstermektedir. Tüm illerin süt sığırcılığı için SNİ değerlerine bakarak benzer şartlar oluşturduğu söylenebilir.

Sonuçlar

KOP bölgesi illerinin 2000-2021 yılları arasında SNİ değerleri hem il hem de ay ve yıl olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Yıllar içinde en yüksek SNİ değer ortalamasının 2010 yılında Aksaray'da, en düşük SNİ değeri 2011 yılında Yozgat ilinde belirlenmiştir. 2010 yılında Yozgat, Niğde, Aksaray, Karaman, Konya ve

Nevşehir illerinde SNİ değerleri diğer yıllara göre en yüksek olarak hesaplanmıştır. Aylar ortalaması olarak ele alındığında, en yüksek SNİ, Temmuz ve Ağustos aylarında Kırıkkale'de tespit edilmiştir. SNİ'nin kritik eşik olan 72 değerine yakın olan Temmuz ve Ağustos ayları da dahil süt sığırcılığı için tehlike oluşturmadığı görülmektedir. Ancak yine de SNİ değerlerine bağlı olarak sıcaklık ve nem değerlerinin yüksek olduğu bu aylarda süt verim ve kalitesi ile hastalıklar ve üreme ile ilgili olarak problem yaşamamak amacıyla yapılabilecek bir dizi sürü yönetim ve barınak içi önlemler alınmalıdır. Bu amaçla barınaklarda yeterli havalandırma, duşlama veya yağmurlama yapılması, hayvanların gezinti alanları ile yemleme yapılan alanlarda gölgeliklerin temin edilmesi, soğuk ve rahat ulaşabilecekleri su temin edilmesi, sık ve günün serin saatlerinde yemleme yapılması, rasyonda kaliteli kaba yemlerin kullanılması, enerji ve protein ihtiyacını karşılayan dengeli rasyonların verilmesi, sıcağa dayanıklı ve uyum kabiliyeti yüksek ırkların seçilmesi hayvanların sıcaklık stresinden korunmasında yararlı olacaktır. Bununla birlikte KOP bölgesinin iklim koşullarına uygun barınak tiplerinin planlanması, barınak içerisinde hayvanlar için yüksek sıcaklığın ve nemin hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirecek uygun koşulların sağlanması, özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık ve nemin oluşturacağı stresi minimize edecektir.

Kaynaklar

- Akyuz A, Boyacı S, Caylı A. 2010. Determination of critical period for dairy cows using temperature humidity index. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(13), 1824-1827.
- Alkan S, Ünlü H. 2019. Giresun ilindeki sığırcılık işletmelerinin genel yapısının belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(1), 109-115.
- Alkoyak K, Çetin O. 2016. Süt sığırlarında sıcaklık stresi ve korunma yolları. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 5(1), 40-55.
- Akman N. 2006. Türkiye'nin Hayvansal Üretimi. Ziraat Fakültesi Yayınları. Ankara
- Armstrong DV. 1994. Heat stress interactions with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, 77:2044-2050.
- Avendaño-Reyes L, 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.
- Bakır G, Kaygısız A. 2013. Milk yield characteristics of Holstein cows and effect of calving month on milk yield. *KSÜ Doğa Bil. Derg.* 16: 1-7.
- Bouraoui R, Lahmar M, Majdoub A, Belyea R. 2002. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research*, 51(6), 479-491.
- Brügemann K, Gernand E, König von Borstel U, König S. 2012. Defining and evaluating heat stress thresholds in different dairy cow production systems. *Archives Animal Breeding*, 55(1), 13-24.
- Collier RJ, Zimbelman RB, Rhoads RP, Rhoads ML, Baumgard LH. 2011. 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. In *Western Dairy Management Conf. Reno, NV, USA* (pp. 113-125).

- Çelik R. 2020. Şanlıurfa ili süt sığırları işletmelerindeki süt verim kaybına ısı stresinin etkisi. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 9(2), 206-210.
- Çelik R. 2021. Diyarbakır ili süt sığırları yetiştiriciliğinin sıcaklık-nem indeksi yönünden değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 14(2), 96-100.
- Çenet Z, Korkmaz Ö. 2020. Şanlıurfa ilinde ısı stresindeki ineklerde bazı ovulasyon senkronizasyon yöntemlerinin gebelik oranlarına etkisi. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 9(1), 59-63.
- Diñel D, Dikmen S. 2013. Süt sığırlarında sıcak stresinin tespiti, verim özellikleri üzerine etkileri ve korunma yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 32(1), 19-30.
- Duru S. 2018. Determination of starting level of heat stress on daily milk yield in Holstein cows in Bursa city of Turkey. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 65(2), 193-198.
- Ermetin O. 2020. KOP bölgesinde manda yetiştiriciliği ve önemi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(2), 164-171.
- Ermetin O, Mülayim M. 2020. Determination of roughage adequacy by means of animal husbandry status and feed sources in the KOP Region. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8(8), 1784-1794.
- Işık M, Aydınşakir K, Diñ N, Büyükaş K, Tezcan A. 2016. Antalya koşullarında sıcaklık-nem indeksi değerlerinin süt sığırcılığı açısından değerlendirilmesi. Mediterranean Agricultural Sciences 29(1): 27-31.
- İlhan H. 2018. Marmara bölgesi süt sığırcılığı işletmelerinin sıcaklık-nem göstergesi kullanılarak değerlendirilmesi ve yapısal önlemler. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- 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 iklim koşullarında süt sığırları yetiştiriciliğinde ısı 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 indeksi değerlerinin süt sığırcılığı açısından değerlendirilmesi: Siirt ili örneği. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 5(1), 45-50.
- KOP. 2023. KOP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Bölgesel Sosyo Ekonomik Göstergeler. <http://www.kop.gov.tr/>. (Erişim tarihi: 11.01.2023).
- Kul E. 2022. Hayvansal Üretim ve İklim Değişikliği, Bölüm adı:(İklim Değişikliği ve Süt Sığırcılığı: Refah, Süt Verimi ve Üreme Performansı) (2022). İKSAD Publishing House, Editör: Dr. Öğr. Üyesi Hacer TÜFEKÇİ, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 344, ISBN:978-625-8213-57-7.
- Linville DE, Pardue FE. 1992. Heat stress and milk production in the South Carolina coastal plains. Journal of Dairy Science, 75(9), 2598-2604.
- Mader TL, Davis MS, Brown-Brandl T. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. Journal of Animal Science, 84, 712-719.
- MGM. 2023. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri. <https://www.mgm.gov.tr> (erişim tarihi: 05.01.2023).
- Ravagnolo O, Misztal I, Hoogenboom G. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. Journal of Dairy Science, 83(9), 2120-2125.
- Rieger, T. (2007). Exploring High Altitude Viticulture, Part One. Vineyard & Winery Management, 84, 90.
- Sinha R, Ranjan A, Lone S, Rahim A, Devi I, Tiwari S. 2017. The impact of climate change on livestock production and reproduction: ameliorative management. International Journal of Livestock Research, 7(6): 2277-1964.
- Smith DL, Smith T, Rude B J, Ward SH. 2013. Comparison of the effects of heat stress on milk and component yields and somatic cell score in Holstein and Jersey cows. Journal of Dairy Science, 96(5), 3028-3033.
- Tao S, Bubolz JW, Do Amaral BC, Thompson IM, Hayen MJ, Johnson SE, Dahl GE. 2011. Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. Journal of Dairy Science, 94(12), 5976-5986.
- Tapkı İ, Şahin A. 2006. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. Applied Animal Behaviour Science, 99(1-2), 1-11.
- TÜİK. 2023. Türkiye İstatistik Kurumu 2021 Yılı Hayvancılık İstatistikleri. <http://www.kop.gov.tr/>. (Erişim tarihi: 18.01.2023).
- Vermunt JJ, Tranter BP. 2011. Heat stress in dairy cattle—a review, and some of the potential risks associated with the nutritional management of this condition. In review of AVA QLD Division Conference 25-27/3/10 (pp. 212-221). Australian Veterinary Association.
- Wheelock JB, Rhoads RP, VanBaale MJ, Sanders SR, Baumgard LH. 2010. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science, 93(2), 644-655.
- Yasloğlu E, İlhan H. 2016. Güney Marmara süt sığırları yetiştiriciliğinin ısı stresi yönünden değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(4): 12-19.