

Derleme

Küresel Isınmanın Çiftlik Hayvanlarında Sürü Sağlığı ve Verimliliği Üzerine EtkisiEmre ARSLAN^{1*}, Özlem KARAMAN¹, Merve TOK¹, Uygur KUZUCU¹, Şeref İNAL¹¹ Zootekni ABD, Veteriner Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye*Corresponding author e-mail: emre.arslan@selcuk.edu.tr**ÖZET****MAKALE
BİLGİSİ**

Bu çalışmada küresel ısınmanın hayvancılık sektöründeki etkisine değinilerek; çiftlik hayvanlarında sürü sağlığı ve verimliliğine mevcut etkileri ve potansiyel riskleri incelenmiştir. Küresel ısınma öncelikle tarım ve hayvancılık sektörünü ve dolayısıyla insanları etkileyen günümüzün en ciddi sorunlarından biridir. Hayvancılık sektörü; sosyal ve ekonomik faydasının yanı sıra hayvansal protein kaynağı olması ile de gıda güvenliği ve güvencesine katkı sağlamaktadır. Hayvan türlerinden elde edilen ekonomik öneme sahip verimler genel olarak çevre faktörlerinden etkilenmektedir. Küresel ısınmanın neden olduğu ani sıcaklık değişimleri, mevsim normallerinin üzerinde sıcaklıkların ortaya çıkması çiftlik hayvanlarında sürü sağlığı ve verimliliğini etkileyerek ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Yerli hayvanlar kısıtlı şartlarda dahi verim elde edilebilen önemli gen kaynaklarımız ve biyolojik zenginliğimizdir. Küresel ısınma ile ani sıcaklık değişimlerinin hayvanlardan alınacak verimi etkilemesi esas alınarak sıcaklık değişimlerine dayanıklı hayvanların yetiştiriciliği ve ıslahı yaygınlaşmalıdır. Sonuç olarak; hayvan yetiştiriciliği faaliyetleri küresel ısınma ile risk altında olup, iklim değişikliği ve küresel ısınmanın potansiyel etkileri göz önüne alınarak yeni önlem ve politikaların geliştirilmesi gerekmektedir.

Geliş:
08.11.2023Kabul:
03.01.2024**Anahtar kelimeler:** Küresel ısınma, Çiftlik hayvanları, Isı stresi, Sürü sağlığı**The Effect of Global Warming on Herd Health and Productivity in Farm Animals****ABSTRACT****ARTICLE
INFO**

In this study, we discuss the impact of global warming on the livestock sector, examining the current effects and potential risks on herd health and productivity in farm animals. Global warming is one of the most serious issues affecting agriculture and the livestock industry, and thereby, people today. The livestock sector contributes to social and economic benefits and plays a crucial role in ensuring food security by providing a source of animal protein. The economic significance of the yields obtained from livestock species is generally influenced by environmental factors. Global warming, resulting in abrupt temperature changes and temperatures exceeding seasonal norms, adversely affects herd health and productivity in farm animals, leading to economic losses. Domestic animals are important genetic resources and a biological richness that can yield productivity even under limited conditions. Given the impact of global warming and sudden temperature fluctuations on animal productivity, the breeding and selection of heat-resistant animals should be promoted. As a result, livestock farming activities are at risk due to global warming, and new measures and policies need to be developed considering the potential effects of climate change and global warming.

Received:
08.11.2023Accepted:
03.01.2024**Keywords:** Global warming, farm animals, heat stress, herd health

Cite this article as: Arslan, E., Karaman, Ö., Tok, M., Kuzucu, U., & İnal, Ş. (2024). Küresel Isınmanın Çiftlik Hayvanlarında Sürü Sağlığı ve Verimliliği Üzerine Etkisi. Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences, 14(1), 82-91. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1388101>

GİRİŞ

Dünyada savaş, pandemi, kuraklık, işsizlik vb. gibi insanoğlunu göçe teşvik eden faktörlerin yanı sıra artan dünya nüfusu da gıda güvenliğini ve güvencesini tehlikeye atmaktadır. Sanayi devrimi ile fabrikaların kurulması, birim alandan daha fazla ürün üretme talepleri ve yığınsal üretim sonucu meydana gelen atık sorunu, doğal kaynakları olumsuz etkilemiştir (Viana ve ark. 2022). Kontrol edilemeyen nüfus artışı ile doğru orantılı olarak artan gıda talebi özellikle uluslararası boyutta gıda sorununu çözmeye yönelik yaptırım ve yatırımları da gerekli hale getirmiştir. Doğaya yapılan insan müdahaleleri sonuç olarak “küresel iklim sorunu” olarak ifade edilen güncel bir soruna sebep olmuştur (Galip, 2006; Demir, 2009; Özmen, 2009; Koyuncu, 2017; Koyuncu ve Akgün, 2018; Ahmet, 2019).

Günümüzde dünyanın birçok ülkesinde yaşanan kırsal alandan kente göç sorunu sebebiyle gelişmiş ülkelerde nüfusun yaklaşık %75’i, gelişmekte olan ülkelerde ise %50’inin kent ve çevresinde yaşadığı bildirilmektedir (Bayraç, 2010). Buna bağlı olarak sera gazlarından CO₂, NH₄ ve N₂O gibi bileşiklerin atmosfere salınımı daha da artmıştır (Galip, 2006). Bu sera gazı emisyonlarının atmosferde artması güneş ışınlarını absorbe etmekte ve yeryüzü sıcaklığında tedrici artışlara neden olmaktadır (Demir, 2009).

Tablo 1. Sera gazlarının küresel ısınmaya etkileri ve emisyon kaynakları

Sera gazları	Katkı oranı (%)	Emisyon kaynakları
CO ₂	50	Fosil yakıtlar Ormanların tahribi
CFC	22	Spreyler Klima ve soğutma sistemleri Elektronik sanayide kullanılan malzeme
CH ₄	14	Pirinç tarlaları Hayvanların sindirim sistemleri Biyokütleinin yakılması Çöp sahaları Maden ocakları Doğalgaz boru hattındaki kaçaklar
O ₃	7	Trafik Termik santrallerdeki yanma olayları Tropikal ormanların yok edilmesi
N ₂ O	4	Suni gübreler Fosil yakıtlar Naylon üretimi
Su buharı	3	Okyanus, deniz, akarsu, göller Termal kaynaklar Bitki ve hayvanların solunum ve terlemeleri

(Edemen ve ark. 2023)

Ekonomik büyüme (sanayileşme) ve nüfus artışı ile iklim değişikliği sorunu giderek daha önemli bir sorun haline gelmiştir (Koneswaran ve Nierenberg 2008; Tol 2009; Başoğlu 2014). Hükümetler arası iklim değişikliği paneli (IPCC), 2018 yılında yayınladığı raporunda; sanayi devrimi öncesi dünya sıcaklığının yaklaşık 1°C artma sebebinin insan aktiviteleri olduğunu ve gerekli tedbirler alınmadığı takdirde ise 2030 ile 2052 yılları arasında ısı artışının 1.5°C’ye ulaşacağını ön görmektedir (Bellek, 2019). Ayrıca IPCC’nin güncel raporları incelendiğinde, yirmi birinci yüzyıl boyunca gelecekteki sera gazı emisyonlarına bağlı olarak 1.0 ile 3.7°C sıcaklık artışı olacağı tahmin edilmektedir (Koneswaran ve Nierenberg, 2008; Özmen, 2009; Anderson ve ark. 2016).

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın bildirdiğine göre; insan aktivitelerinin küresel ısınma üzerine etkisi %49 enerji kullanımından, %24 sanayiden, %14 ormanların yakılması ve tahribinden, %13 ise tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır (Galip, 2006; Özmen, 2009). Tarım ve hayvancılıktan kaynaklı toplam sera gazı üretiminin ise sadece %11.9 (62.6 milyon ton) olduğu bildirilmiştir (TÜİK 2018). Çiftlik hayvanlarının yetiştirilmesi ve üretim aşamasında meydana gelen CO₂ emisyonlarının toplamını Dünya Gıda Örgütü (FAO) yılda on milyonlarca metrik ton olarak tahmin etmektedir (Steinfeld, 2006). Hayvansal ürünün türüne göre yakılan fosil yakıt miktarı değişmektedir. Örneğin, 1 kg sığır etinin işlenmesi 4.37 MJ veya 1.21 kilovatsaat gerektirirken, 1 düzine yumurtanın işlenmesi > 6 MJ veya 1.66 kilovatsaat gerektirmektedir (Steinfeld, 2006; Koneswaran ve Nierenberg, 2008).

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren sera gazlarının hızla artarak oluşturduğu küresel ısınma tüm canlıların yaşamını tehdit eden doğa felaketlerine sebep olmaktadır (Öztürk, 2002; Galip, 2006). Yağış, nem, hava hareketleri, kuraklık vb. diğer iklim unsurlarının küresel ısınmayla beraber değişmesi “küresel iklim değişikliği” olarak adlandırılmaktadır (Doğan, 2005; Koyuncu, 2017).

Küresel ısınmadan kaynaklı iklim değişikliklerinin ilerleyen süreçlerde hayvancılık sektöründe üretim ve verimliliği azaltabileceği, artan sıcaklıklarla göç mevsimlerinde değişikliklerin olabileceği, belirli bölgelerde eradikasyonu sağlanan hastalıkların tekrar görülebileceği, enfeksiyon etkenlerinin daha hızlı yayılabileceği ve hayvanların bu enfeksiyonlara cevap verme sürelerinin uzayacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca küresel ısınma ekolojik dengenin bozulması ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olacaktır (Ali ve ark. 2020; Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020; Balasundram ve ark. 2023).

Hayvansal üretimde ve yetiştirmede kullanılan sistemler tarafından sera gazı salınması ile küresel ısınmaya katkıda bulunan ama aynı zamanda küresel ısınma sonucunda meydana gelen faktörlerden olumsuz olarak etkilenen hayvancılık faaliyetleri tehdit altındadır (Naqvi ve Sejian, 2011). Hayvancılıkta enterik fermantasyon ve depolanmış gübre nedeniyle oluşan CH₄ ile N₂O gazları sera etkisine neden olmaktadır.

Hayvancılık faaliyetlerinin olumsuz etkilerinin azaltılması ve küresel ısınmanın hayvancılık üzerine etkisi birçok araştırmacı incelemiştir (Koneswaran ve Nierenberg, 2008; Kılıç ve Karaman, 2014; Koyuncu, 2017; Koyuncu ve Akgün, 2018; Ahmet, 2019; Wankar ve ark. 2021).

Hayvansal üretime talep

İklim değişikliğinin tarım ve hayvancılık sektörünü olumsuz etkilemesinden dolayı Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin ekonomisi daha çok etkilenmektedir (Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020).

İklim değişikliğiyle bitkisel üretimin olumsuz etkilenmesi tarım alanlarını azaltmakta bu da hayvanların yem ihtiyaçlarının karşılanmasını zorlaştırmaktadır (Mirón ve ark. 2023). Nüfusun artışının aksine bitkisel üretimin azalması üretim maliyetlerini artırmaktadır. Hayvancılıkta arzın azalması talebin artması, oluşan bu talebi karşılamak için canlı hayvan ve et ithalatının artmasına ve ürün fiyatlarının yükselmesine sebep olmaktadır (Başoğlu, 2014; Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020).

Hayvansal kaynaklı gıdaya artan bu talep hayvancılık sektörünün geleneksel yetiştiricilikten entansif yetiştiriciliğe kaymasına zemin hazırlamıştır. Aynı zamanda entansifleşen hayvancılık sektörü ile hayvancılığın sera etkisindeki payı artmıştır (Gerber ve ark. 2013; Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020). Türkiye’de yapılan bir araştırmada (Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020), toplam 47 870 234 ton CO₂ gazı salındığı hesaplanmıştır. Bunun en büyük payını %43.9 ile süt üretimi oluştururken %30.8’ ini kırmızı et, %16.3’ ünü kanatlı eti ve geri kalan %9’ unu yumurta üretimi oluşturmaktadır.

Sıcaklık değişimlerinin hayvancılık sektörüne etkisi

Son yıllarda hayvancılık sektöründe verimlerin iyileştirilmesi, çevrenin uyumlu hale getirilmesi ve beslenme programlarının düzenlenmesine yönelik yapılan çalışmalar hayvanlarda verimi arttırırken, öte yandan ısı stresine karşı hassasiyetlerini de arttırmıştır (Bernabucci, 2019).

Küresel ısınmadan ve iklim değişikliklerinden kaynaklanan zorlu hava şartları hayvanların verimlerini azaltmanın yanı sıra yaşama güçlerini de olumsuz yönde etkilemektedir (Koyuncu, 2017). Bu kayıplar hem ekonomik kayba hem de gerekli besinlerin alımına engel oluşturmaktadır. Birçok araştırma sıcak ve nemli ortamların salgın hastalıkların yanı sıra çiftlik hayvanlarında strese neden olacağını bildirmektedir (Puvadolpirod ve Thaxton, 2000; Parsons ve ark. 2001; Lacetera ve ark. 2003; Çınar ve ark. 2006; Dönmez ve Atalay, 2007; Dönmez ve ark. 2007, Akyuz ve ark. 2010; Burger, 2010). Ayrıca hayvanların iklim değişikliğine uyum sürecinde küresel ısınmanın; bağışıklık sisteminin baskılanması, yem tüketiminde azalma, canlı ağırlık kazancında azalma, sağlığın bozulması, üreme etkinliğinin yavaşlaması ve verimin düşmesi ile birçok davranışsal ve metabolik değişimlere sebep olacağı belirtilmektedir.

Tablo 2. Çiftlik hayvanlarında bazı türlere ait canlı ağırlık ve yaşa göre değişen en düşük ve en yüksek çevre sıcaklığı değeri sınırları

	Sıcaklık değeri sınırları (°C)	
	En düşük	En yüksek
Sütçü sığırlar	-12/-1*	24
Yeni doğan buzağı	8-10	35
Büyüme çağındaki domuz, 35-75 kg	15	25
Sow, boar > 100 kg	10	25
1 günlük yaştaki civciv	32	35
Yumurtacı tavuk	16	27-29
Etlik piliç	16	26
1 günlük yaştaki hindi palazı	35	38
Yetişkin hindi	16	26

*: En düşük kritik sıcaklık değeri Holstein ve Brown Swiss ırkı için -12°C, Jersey ırkı için -1°C'dir. (Babinszky, 2011)

Çiftlik hayvanları türlere göre değişse de genel olarak sıcaklığın 10-25 °C olduğu zamanlarda en iyi performanslarını sergilediği söylenebilir (Tablo 2). Ortam sıcaklığında 30°C'nin üzerindeki her 1°C'lik artışla sığır, koyun, keçi ve tavukların yem tüketimlerinde ortalama %3-5 düzeyinde bir azalmanın olduğu ifade edilmektedir (Koyuncu, 2017).

Sıcak hava hayvanlarda ısı stresine yol açacağı için hayvanlarda refah problemlerine neden olabilir. Sıcaklık artışlarının hayvanlar üzerindeki etkisini tedavi etmek yerine sürüyü korumaya yönelik önlemlerin alınması daha kolay, ekonomik ve sürdürülebilir bir yoldur. Hayvan barınaklarına yeterli ve kaliteli su, yeterli ve dengeli beslenme, hayvan başına gerekli alan, gölgelikler ve havalandırma uygulamaları gibi çevre faktörleri iyileştirilmeli ve kontrollü sürü yönetimi uygulamaları gerçekleştirilmelidir. Sıcaklık artışlarının hayvanlar üzerindeki olumsuz etkileri ancak yetiştiricinin ilgi, şefkat ve önlemleri ile minimize edilebilir (Kerr, 2015).

Süt ve besi sığırlarında etkisi

Dünya'da her üç kişiden biri hayvansal protein ihtiyacını sığırlardan karşılamakta iken dünya nüfusunun %17'den fazlası ise ekonomik kazançlarını bu türe ait verimlerden karşılamaktadır (Wu and Etienne, 2021). Yaklaşık %50'si tropik bölgelerde bulunan sığırların ürettiği sera gazı emisyonu, hayvancılıktan kaynaklanan toplam emisyonun yaklaşık %65'ini (4.6 milyar ton CO₂ eşdeğeri) oluşturmaktadır. Süt sığırı işletmelerinin yaklaşık %60'ı küresel ısınmanın oluşturduğu sıcaklık stresinden etkilenmektedir (Koyuncu ve Akgün, 2018).

Mallonee ve ark. (1985)'i ineklerin yem tüketimi oranının sıcak havalarda ve gündüz saatlerinde, gece saatlerine göre %56 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, açık havada tutulan sığırlarda gece boyunca yem tüketimi kapalı alanda tutulan sığırlara göre %19 oranında artmış, genel yem tüketimi ise %13 daha az olmuştur (Bajagai, 2011).

Yüksek verimli sığırların zorlu iklim koşullarına uyum çabası, düşük ıyıyı tolere etmesi ve üretim seviyelerinin streten önceki verimlerine dönememesi sıcaklık stresine duyarlılıklarını arttırmaktadır (Kadzere ve ark. 2002; Spiers ve ark. 2004; Thornton ve ark. 2009). Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile azalan yem tüketimi %35, sıcaklığın artmasıyla oluşan stres %65 oranında süt veriminin kalite/kantitesinin olumsuz etkilenmesine ve laktasyon süresinin kısalmasına sebep olmaktadır (Klinedinst ve ark. 1993; Nardone ve ark. 2010; Bajagai, 2011). Süt üreten sığırlarda üretim arttığı için metabolik ısı çıkışı artacağından bu sığırlarda sıcaklık stresine duyarlılık azalmaktadır. Örneğin, 18.5 ve 31.6 kg/gün süt üreten ineklerde metabolik ısı çıkışı, emzirmeyen ineklere göre %27.3 ve %48.5 daha fazla olmaktadır (Purwanto ve ark. 1990; Berman, 2005). Ayrıca süt üretimi 35 kg/gün'den 45 kg/gün'e çıktığında ısı stresi için eşik sıcaklık değeri 5°C düşmektedir (Berman, 2005). Sağmal sığırlarda Temperature humidity index (THI) değerinin 68'e ulaşması hayvanların strese girmesine sebep olmakta, 79 ve üzerine çıkması ise sıcaklık stresini ciddi bir sorun haline getirmektedir (Zimbelman ve ark. 2009). Ayrıca yaz aylarında sütçü sığırlarda süt veriminde ve gebelik oranında (%36'lık), besi sığırlarında ise yem alımının azalmasıyla negatif enerji dengesinde ve canlı ağırlık artışında azalma olduğu saptanmıştır (Nardone ve ark. 2010; Bernabucci, 2019).

Sıcaklığın artmaya başlamasıyla vücut sıcaklığı ve ısı yükü artmakta, derideki sinyaller hipotalamusa iletilmektedir. Vücut sıcaklığının düzenlenmesi için çalışan ter bezleri senkronizatör gibi rol oynamaktadır.

Buna destek olarak soluma hızında ve salya üretiminde artış şekillenmektedir. Soluma yoluyla sağlanan ısı kaybı vücut içi sıcaklığını sağlamada %15 rol oynadığı bildirilmektedir (Alkoyak ve Cetin, 2016).

Artan CO₂ seviyeleri, sıcaklığın artması ve değişen yağış rejimi besi hayvanlarının sağlığı ve üretkenliği üzerinde önemli bir etki oluşturmaktadır (Balasundram ve ark. 2023). Yüksek sıcaklıktan kaynaklı hayvanlarda üretilen tükürük miktarı ve HCO₃ içeriğindeki azalma rumene giren tükürük miktarını azaltacağından yem alımında düşmeye neden olmaktadır. Bu durumda hayvanların subklinik ve akut rumen asidozuna karşı duyarlılıkları artmaktadır (Nardone ve ark. 2010). (Wittmann ve ark. 2001)'ına göre, sıcaklık değerlerindeki 2 °C'lik bir artış mavi dil virüsünün ana vektörü *Culicoides imicola*'nın önemli oranda yayılma olasılığını arttırdığını ortaya çıkarmıştır. Hava sıcaklığının yüksek olduğu dönemlerde meme bezi enfeksiyonuna sebep olan patojenlerin hayatta kalma süresi ve çoğalmasının artması mastitise yakalanma riskini arttırmaktadır (Koyuncu, 2017). Buna yönelik Bangladeş'te yapılan bir çalışmada Kaliforniya mastitis testiyle test edilen ineklerde subklinik mastitis %24-44 oranında görülmüş ve bu büyüyen süt sığırcılığın işletmelerinde sorun teşkil etmiştir (Islam ve ark. 2010; Ali ve ark. 2020).



Resim 1. Küresel ısınma sonucu artan sıcaklıkların sığırlar üzerindeki etkileri

Sütçü sığırların üremesi üzerine doğum sonrası sıcaklık stresi Resim 1.'de verilmiştir. Küresel ısınmaya bağlı sıcaklıklardaki artışın neden olduğu ısı stresi ile yüksek bağıl nem ya da her iki faktörün aynı anda etkilenmesi daha kısa kızgınlık periyoduna, zayıf kızgınlığa sebep olup; östrusların tespit edilememesinden dolayı tohumlamalar arası sürenin uzamasına, döl veriminde azalmaya ve daha yüksek anöstrus göstermelerine sebep olmaktadır (Hansen ve Areéchiga, 1999; De Rensis ve Scaramuzzi, 2003; Jordan 2003; Morton ve ark. 2007; Avendaño-Reyes ve ark. 2010). Aynı zamanda yüksek sıcaklık ile artan vücut sıcaklığı döllenme oranında düşme, embriyonik gelişmede yavaşlama ve erken embriyonik ölümlerde artışa sebep olmaktadır (Lacetera ve ark. 2003).

Koyun ve keçilerdeki etkisi

Keçilerin yılda yaklaşık 5.0 kg metan gazı ürettiği bildirilmiştir (Monteiro ve ark. 2018; Van Thu, 2018). Küresel düzeyde farklı coğrafi alanlara yayılışlarına bakılacak olursa koyun ve keçilerin diğer ruminantlarla karşılaştırıldığında çevresel stres faktörlerine daha iyi uyum sağladıkları görülmektedir (Demir ve ark. 2022). Çevre koşullarına uyum sağlamada rol oynayan tiroit hormonlarından T₃ ve T₄ seviyesinin azalması keçilerde metabolizmayı yavaşlatıp enerji üretimini azaltmaktadır (Darcan ve Daşkiran, 2010).

Yem kaynaklarındaki azalma annenin gebelik öncesi ve sırasında yetersiz beslenmesine, bu durumda yetersiz plasenta oluşumuna ve fetüsün büyümesinde yavaşlamaya, süt veriminde azalmaya ve yavrunun doğum ağırlığının düşmesine neden olmaktadır (Robinson ve ark. 1999; Dwyer, 2003; Greenwood ve Bell, 2003; Dwyer ve Lawrence, 2005).

Sıcak stresi gibi soğuk stresi de hayvanlar üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Soğuk stresi yeni doğan kuzu ve oğlaklarda mortalite oranını yükseltirken sıcak stresi de solunum hızının artmasını ve beraberinde düzensiz solunumu oluşturmaktadır (Riesenfeld ve ark. 1996; Khalek ve Khalifa, 2004).

Kanatlı sektörüne etkisi

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte gıda talebinin artması ve hayvansal proteine olan ihtiyacın oluşması, kanatlı ürünlerini popüler hale getirmektedir (Açıkgöz ve Özkan, 1996). Kanatlı sektörünün küresel ısınmaya katkısı hayvanların metabolizması sonucu ortaya çıkan atıklardan ve ölü hayvanlardan kaynaklanmaktadır. Gübre, işletme atıkları, atık sular, ölü hayvanlar ve koku, sinek gibi sorunlara çözüm oluşturulması kanatlı sektörünün sürdürülebilirliği için önem taşımaktadır (Altan ve ark. 1996; Kılıç ve Karaman, 2014).

Hayvanlarda refah koşulları hayvansal ürünlerin niteliğini belirlediğinden gözlemlenen stres hayvanlarda refah şartlarının iyi olmadığı bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Bozkurt, 2016). Stres fonksiyonel sistemlerde homeostazinin bozulmasına neden olmaktadır. Kanatlılarda ısı stresi sonucu vücut sıcaklıkları ve periferik kan akışları artarken viseral kan dolaşimleri azalmaktadır. Isı stresi sonucunda görülen bu değişiklikler yem tüketiminde, yemden yararlanma oranında, canlı ağırlık kazancında, tavuk etinin protein ve enerji içeriğinde ve kuluçka randımanında azalma görülmesine sebep olmaktadır (Tankson ve ark. 2001; Sarıca, 2011; Hu ve ark. 2019).

Artan sıcaklık sonucu uterusu giden kan miktarı azalmaktadır. Döllülük oranı düşmekte, erken embriyonik ölümler ise artış göstermektedir. Kuluçka haricinde yumurta kalite özelliklerinde de östrus siklusu sırasında LH, FSH ve progesteron salınımı değiştiğinden yumurta hücre oluşum ve gelişim süreçleri olumsuz etkilenerek yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, yumurta verim ve bazı kalite özellikleri olumsuz etkilenmektedir. (Novero ve ark. 1991; Lacetera ve ark. 2003; Mashaly ve ark. 2004; Nardone ve ark. 2010). Ayrıca küresel ısınmayla beraber değişen mevsim normallerinin göç eden yabani kuş türlerinde yumurtlama döneminin 5 gün erkene çekildiği ve göç etme sürelerinin ise 2-3 gün geciktiği bildirilmektedir (Koyuncu ve Akgün, 2018).

Sıcaklığın artmasıyla enfeksiyona sebep olan patojenlerin yaşam sürelerinin uzaması ve vektörlerin artması, hastalıkların oluşmasına sebep olmaktadır. Kanatlıların hastalıklara karşı duyarlı olması hastalıklar sonucunda ölüm oranlarını artırmakta ve ekonomik kaybı oluşturmaktadır (Wittmann ve ark. 2001; Nardone ve ark. 2010; Al-Amin ve Alam, 2011). Türkiye’de Mayıs-haziran aylarındaki küresel ısınmaya bağlı artan yağışların özellikle keklük civcivlerini olumsuz etkilediği ve keklüklerin sayısını azalttığı bildirilmiştir (Kırıkçı, 2016).

Isı stresinin sebep olduğu canlı ağırlık kazancındaki azalma, patojenlerin artması gibi olumsuzlukları azaltmak ve yok etmek için araştırmacılar farklı stratejiler belirtmekte ve yeni yetiştirme sistemleri araştırılmaktadır (Ghanima ve ark. 2020). Bu yaklaşımlardan biri olan diyet takviyesi üretim performanslarını iyileştirmek için, sıcaklık stresiyle mücadele içinse vitaminler, mineraller, probiyotikler ve bitkisel ürünler gibi katkı maddelerinin kullanılması önerilmektedir (Sahin ve ark. 2006; Tang ve ark. 2018; Goel, 2021).

Kanatlılar radyasyon, evaporasyon (buharlaştırma), kondüksiyon (fiziksel temas), iştah kaybı ve su alımını arttırma yoluyla vücut ısılarını dengede tutmaya çalışmaktadır. Kümeste yerleşim sıklığının fazla olması ve yetersiz havalandırma koşullarında radyasyon yoluyla ısı kaybını engellemektedir. Evaporasyon yoluyla ısı kaybında enerji artacağından ısı kaybı şekillenmekte ama üretimde kayıplara sebep olabilmektedir. Kondüksiyon yoluyla kuru altlık zemine ulaşmalarını sağlayarak ısı kaybını kolaylaştırmakta ama ek olarak yerden soğutma sistemleriyle destek sağlanmalıdır. Islak altlık ısı kaybını azalttığı için altlık kontrolleri yapılmalıdır. Isı stresi sonucu yem alımında azalma ve su alımında artma gözlenmektedir (Akçapınar ve Özbeyaz, 1999; Kapetanov ve ark. 2015).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojinin gelişmesi, insanların yaşam standardını yükseltme isteğini artırarak, kaynakların sınırsız olabileceği düşüncesiyle, insanoğlunu üretim yerine tüketim anlayışına yöneltmiştir. Küresel ısınmanın etkileri tarım ve hayvancılık sektörlerini etkileyerek, insanoğlunun mevcut gıda güvenliği ve güvencesi

endişelerini daha da artırabilir. Hayvansal üretim faaliyetlerinin emisyon kaynakları içindeki payı değerlendirildiğinde, araştırmacıların hayvan yetiştiriciliğinin çevre tahribinden önce CO₂ ve CFC kaynaklarının çözümüne ilişkin sürdürülebilir politikalara odaklanması gerekmektedir. Hayvansal üretim kırsal nüfusun geçim kaynağı olduğu gibi dünyadaki her üç kişiden birinin protein kaynağı da olduğu unutulmamalıdır.

Hayvansal protein ihtiyacı her geçen gün artmaya devam etmektedir. Hayvanlardan elde edilen ekonomik öneme sahip her verim çevre şartları göz ardı edilerek değerlendirilmemelidir. Her canlı çevre ile etkileşim halinde olduğuna göre çevre şartlarının değişimleri, hayvanların morfolojik, fizyolojik ve davranışsal özelliklerini değiştirmektedir. Yerli hayvanlar kısıtlı şartlarda dahi verim gösterebilen önemli gen kaynaklarımızdandır. Yerli hayvanlar üzerinde gösterilecek çaba ve araştırmalar, canlı türlerinin korunmasını sağlayarak biyolojik çeşitliliğin azalmasını önlemeye bir tedbir olarak değerlendirilmelidir. Küresel ısınma ile ani sıcaklık değişimlerinin hayvanlardan alınacak verimi etkilemesi referans olarak alınıp sıcaklık değişimlerine dayanıklı hayvanların yetiştiriciliği ve ıslahı yaygınlaşmalıdır.

Sonuç olarak; hayvan yetiştiriciliği faaliyetlerini durdurmayı hedefleyen bir anlayışın harekete geçmesi, insanoğluna sosyal, ekonomik ve sağlık yönünden faydadan çok zarara neden olabilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını tasdik ederler.

YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

ETİK BEYAN

“Küresel Isınmanın Çiftlik Hayvanlarında Sürü Sağlığı ve Verimliliğine Etkisi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Bu araştırma doküman analizi ve betimsel incelemeye dayalı olarak yapıldığından etik kurul kararı zorunluluğu bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Abbass, K., Qasim, M. Z., Song, H., Murshed, M., Mahmood, H., Younis, I., (2022). “A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures.”, *Environmental Science and Pollution Research*, 29(28), 42539-42559.
- Açıkgöz, Z., Özkan, K., (1996). "Yumurta tüketiminin beslenme ve sağlık üzerine etkisi.", *Hayvancılık*, 96, 18-20.
- Ahmet, B., 2019. “Bursa bölgesinde faaliyet gösteren bazı hayvancılık işletmelerinin karbon ayak izinin belirlenmesi.”, *Bursa Uludağ University (Turkey)*, 28737040.
- Akçapınar, H., Özbeyaz, C., (1999). "Hayvan yetiştiriciliği temel bilgileri.", Kariyer Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 156.
- 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), 1824-7.
- Al-Amin, A. Q., Alam, G. M., (2011). "The impacts of climate change on animal health and economy: a way forward for policy option.", *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(11), 1061-8.
- Ali, M. Z., Carlile, G., Giasuddin, M., (2020). "Impact of global climate change on livestock health: Bangladesh perspective.", *Open veterinary journal*, 10(2), 178-88-88, <https://doi.org/10.4314/ovj.v10i2.7>.
- Alkoyak, K., Cetin, O., (2016). "Heat stress and prevention ways in dairy cattle.", *Journal of Bahri Dagdas Animal Research5 (1):40-55*.
- Altan, A., Bayraktar, H., Demircioğlu, A., (1996). "Tavukçuluk-Cevre İlişkileri.", *Hayvancılık*, 96, 18-21.
- Anderson, T. R., Hawkins, E., Jones, P. D., (2016). "CO₂, the greenhouse effect and global warming: from the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System Models.", *Endeavour*, 40(3), 178-87, <https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2016.07.002>,
- Avendaño-Reyes, L., Fuquay, J. W., Moore, R. B., Liu, Z., Clark, B. L., 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, 265-73, DOI 10.1007/s11250-009-9415-7,
- Bajagai, Y., (2011). "Global climate change and its impacts on dairy cattle.", *Nepalese Veterinary Journal*, 30, 2-16.

- Balasundram, S. K., Shamshiri, R. R., Sridhara, S., Rizan, N., (2023). "The Role of Digital Agriculture in Mitigating Climate Change and Ensuring Food Security: An Overview.", *Sustainability*, 15(6), <https://doi.org/10.3390/su15065325>.
- Başoğlu, A., (2014). "Küresel iklim değişikliğinin ekonomik etkileri.", *Sosyal bilimler dergisi*, 7, 175-96.
- Bayraç, H. N., (2010). "Enerji kullanımının küresel ısınmaya etkisi ve önleyici politikalar.", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 229-59.
- Bellek, B., (2019). "The significance of european human rights approach in the effectiveness of climate change related policies.", *Marmara Üniversitesi* (Turkey), 28243347.
- Berman, A., (2005). "Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows.", *Journal of animal science*, 83(6), 1377-84, <https://doi.org/10.2527/2005.8361377x>.
- Bernabucci, U., (2019). "Climate change: impact on livestock and how can we adapt, Oxford University Press US.", 9, 3-5, <https://doi.org/10.1093/af/vfy039>.
- Bozkurt, Z., (2016). "Çiftlik düzeyinde hayvan refahı değerlendirmesi için bilimsel yaklaşımlar.", *Kocatepe Vet J*, 9(3), 236-246.
- Burger, L., (2010). "Udderly healthy.", *The Dairy Mail*, 17(4), 16-23, <https://hdl.handle.net/10520/EJC12449>.
- National Research Council (1981). Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Washington D.C: National Academy Press
- Çınar, A., Belge, F., Donmez, N., Ta, A., Selçuk, M., Tatar, M., (2006). "Effects of stress produced by adrenocorticotropin (ACTH) on ECG and some blood parameters in vitamin C treated and non-treated chickens.", *Veterinarski Arhiv*, 76(3), 227-35.
- Darcan, N. K., Daşkıran, İ., (2010). "Keçi yetiştiriciliğinin küresel iklim değişimine adaptasyonu ve etkileri azaltmaya yönelik stratejiler", *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü*, 1, 60-7.
- De Rensis, F., Scaramuzzi, R. J., (2003). "Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review.", *Theriogenology*, 60(6), 1139-51, [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(03\)00126-2](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(03)00126-2).
- Demir, A., (2009). "Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi.", *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2), 37-54.
- Demir, E., Ceccobelli, S., Bilginer, U., Pasquini, M., Attard, G., Karsli, T., (2022). "Conservation and selection of genes related to environmental adaptation in native small ruminant breeds: a review.", *Ruminants*, 2(2), 255-70, <https://doi.org/10.3390/ruminants2020017>.
- Doğan, S., (2005). "Türkiye'nin küresel iklim değişikliğinde rolü ve önleyici küresel çabaya katılım girişimleri.", *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(2), 57-73.
- Dönmez, N., Atalay, B., (2007). "Sıcaklık stresi oluşturulan broylerlerde antibakteriyal etkili bitki ekstraktının (herbromix®) bazı hematolojik parametreler üzerine etkisi.", *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 3(1), 82-6.
- Dönmez, H., Yörük, M., Çınar, A., Dönmez, N., (2007). "Effects of vitamin C on ANAE positivity and blood cells in ACTH induced stress in chicken.", *Indian veterinary journal*, 84, 11.
- Dwyer, C., (2003). "Behavioural development in the neonatal lamb: effect of maternal and birth-related factors.", *Theriogenology*, 59(3-4), 1027-50, [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01137-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01137-8).
- Dwyer, C. M., Lawrence, A. B., (2005). "A review of the behavioural and physiological adaptations of hill and lowland breeds of sheep that favour lamb survival.", *Applied animal behaviour science*, 92(3), 235-60, <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.05.010>.
- Edemen, M., Engin, V., Boynukara, E., Narin, E., Yalçın, M., Küçükilhan, H., Halil, K., Tutar, M., Kavlak, A., (2023). "Küresel ısınma, küresel ısınmanın nedenleri ve sonuçları dünya ve Türkiye üzerine olası etkileri.", *International Journal Of Social Humanities Sciences Research*, 10(91), 37-48, <https://doi.org/10.26450/jshsr.3472>.
- Galip, A., (2006). "Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları." *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 46(2), 29-43.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G., (2013). "Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities.", *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*, p, <http://www.fao.org/docrep/018/i3437e/i3437e00.htm>.
- Ghanima, M. M. A., Abd El-Hack, M. E., Othman, S. I., Taha, A. E., Allam, A. A., Abdel-Moneim, A. M. E., (2020). "Impact of different rearing systems on growth, carcass traits, oxidative stress biomarkers, and humoral immunity of broilers exposed to heat stress.", *Poultry Science*, 99(6), 3070-8, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.011>.
- Greenwood, P., Bell, A., (2003). "Consequences of intra-uterine growth retardation for postnatal growth, metabolism and pathophysiology.", *REPRODUCTION-CAMBRIDGE-SUPPLEMENT-*, 195-206.
- Hansen, P., Areéchiga, C., (1999). "Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow.", *Journal of Animal Science*, 77(suppl_2), 36-50, https://doi.org/10.2527/1997.77suppl_236x.
- Hu, R., He, Y., Arowolo, M. A., Wu, S., He, J., (2019). "Polyphenols as potential attenuators of heat stress in poultry production.", *Antioxidants*, 8(3), 67, <https://doi.org/10.3390/antiox8030067>.
- Islam, M., Rahman, A., Rony, S., Islam, M., (2010). "Prevalence and risk factors of mastitis in lactating dairy cows at Baghabari milk shed area of Sirajganj.", *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 8(2), 157-62.

- Jordan, E., (2003). "Effects of heat stress on reproduction.", *Journal of dairy science*, 86, E104-E14, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74043-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74043-0).
- Kadzere, C. T., Murphy, M., Silanikove, N., Maltz, E., (2002). "Heat stress in lactating dairy cows: a review.", *Livestock production science*, 77(1), 59-91, [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00330-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X).
- Kapetanov, M., Pajić, M., Ljubojević, D., Pelić, M., (2015). "Heat stress in poultry industry.", *Archives of Veterinary Medicine*, 8(2), 87-101, <https://doi.org/10.46784/e-avm.v8i2.117>.
- Khalek, T. A., Khalifa, H., (2004). "Thermoregulatory mechanisms in new born kids and lambs.", *Egypt. J. Anim. Prod.*, 41, 391-402.
- Kılıç, İ., Karaman, S., (2014). "Bir yumurta tavukçuluğu işletmesinin yaşam döngüsü değerlendirmesi.", *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 27(2), 107-12.
- Kırıkçı, K., (2016). "Küresel Isınma Mayıs-Haziran Yağmurları ve Keklik Populasyonu.", Erişim adresi: <https://degirmenavlak.com/menu/132/kuresel-isinma-mayis-haziran-yagmurlari-ve-keklik-populasyonu.html>. Erişim tarihi: 07.11.2023
- Klinedinst, P. L., Wilhite, D. A., Hahn, G. L., Hubbard, K. G., (1993). "The potential effects of climate change on summer season dairy cattle milk production and reproduction.", *Climatic change*, 23, 21-36.
- Koneswaran, G., Nierenberg, D., (2008). "Global farm animal production and global warming: impacting and mitigating climate change.", *Environmental health perspectives*, 116(5), 578-82, <https://doi.org/10.1289/ehp.11034>.
- Koyuncu, M., (2017). "Global Climate Change and Animal Husbandry.", *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(2), 98-106.
- Koyuncu, M., Akgün, H., (2018). "Çiftlik hayvanları ve küresel iklim değişikliği arasındaki etkileşim.", *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 151-64.
- Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B., Nardone, A. "Physiological and productive consequences of heat stress. The case of dairy ruminants.", *Proceedings of the Symposium on interaction between climate and animal production: EAAP Technical Series*, 45-60.
- Mashaly, M., Hendricks, 3rd. G., Kalama, M., Gehad, A., Abbas, A., Patterson, P., (2004). "Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens.", *Poultry science*, 83(6), 889-94, <https://doi.org/10.1093/ps/83.6.889>.
- Mirón, I.J., Linares, C., Díaz, J., (2023). "The influence of climate change on food production and food safety.", *Environmental Research*, 216, 114674, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114674>.
- Monteiro, A. L. G., Faro, A. M. C. F., Peres, M. T. P., Batista, R., Poli, C. H. E. C., Villalba, J. J., (2018). "O papel dos pequenos ruminantes na mudança climática global.", *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40, <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.43124>.
- Morton, J., Tranter, W., Mayer, D. G., Jonsson, N., (2007). "Effects of environmental heat on conception rates in lactating dairy cows: critical periods of exposure.", *Journal of Dairy Science*, 90(5), 2271-8, <https://doi.org/10.3168/jds.2006-574>.
- Naqvi, S., Sejian, V., (2011). "Global climate change: role of livestock.", *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 3(1) 19-25.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S., Bernabucci, U., 2010. "Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems.", *Livestock Science*, 130(1-3), 57-69, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>.
- National Research Council (US) Subcommittee on Environmental Stress. (1981). *Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals*. Washington D.C: National Academy Press
- Novero, R., Beck, M., Gleaves, E., Johnson, A., Deshazer, J., (1991). "Plasma progesterone, luteinizing hormone concentrations, and granulosa cell responsiveness in heat-stressed hens.", *Poultry science*, 70(11), 2335-9, <https://doi.org/10.3382/ps.0702335>.
- Özmen, M. T., (2009). "Sera Gazı-Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü.", *İMO Dergisi*, 453(1),42-6.
- Öztürk, K., "Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri.", *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 1, (2002) 47-65.
- Parsons, D. J., Armstrong, A., Turnpenny, J., Matthews, A., Cooper, K., Clark, J., (2001). "Integrated models of livestock systems for climate change studies. 1. Grazing systems.", *Global change biology*, 7(1), 93-112, <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2001.00392.x>.
- Purwanto, B., Abo, Y., Sakamoto, R., Furumoto, F., Yamamoto, S., (1990). "Diurnal patterns of heat production and heart rate under thermoneutral conditions in Holstein Friesian cows differing in milk production.", *The Journal of Agricultural Science*, 114(2), 139-42, <https://doi.org/10.1017/S0021859600072117>.
- Puvadolpirod, S., Thaxton, J., 2000. "Model of physiological stress in chickens 2. Dosimetry of adrenocorticotropin.", *Poultry Science*, 79 (3), 370-6, <https://doi.org/10.1093/ps/79.3.370>.
- Riesenfeld, T., Hammarlund, K., Norsted, T., Sedim, G., (1996). "Irregular breathing in young lambs and newborn infants during heat stress.", *Acta Paediatrica*, 85(4), 467-70, <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.1996.tb14063.x>.
- Robinson, J. J., Sinclair, K. D., McEvoy, T. G., (1999). "Nutritional effects on foetal growth.", *Animal Science*, 68(2), 315-31, <https://doi.org/10.1017/S1357729800050323>.

- Sahin, K., Onderci, M., Sahin, N., Gulcu, F., Yıldız, N., Avcı, M., Kucuk, O., (2006). "Responses of quail to dietary vitamin E and zinc picolinate at different environmental temperatures.", *Animal Feed Science and Technology*, 129(1-2), 39-48.
- Sarıca, Ö. A. Ş., (2011). "Kanatlı Beslemede Sıcaklık Stresi ve Olumsuzluklarının Azaltılmasına Yönelik Besleme Uygulamaları.", *VII. ULUSAL ZOOTEKNİ ÖĞRENCİ KONGRESİ*, 42.
- Sarıözkan, S., Küçükoflaz, M., (2020). "İklim mi Hayvancılığı Yoksa Hayvancılık mı İklimi Etkiliyor?", *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(3), 255-9, <https://doi.org/10.32707/ercivet.828781>.
- Spiers, D., Spain, J., Sampson, J., Rhoads, R., (2004). "Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows.", *Journal of Thermal Biology*, 29(7-8), 759-64, <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2004.08.051>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C., (2006). "Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options.", *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*, Rome.
- Tang, S., Yin, B., Xu, J., Bao, E., (2018). "Rosemary reduces heat stress by inducing CRYAB and HSP70 expression in broiler chickens.", *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, (2018), <https://doi.org/10.1155/2018/7014126>.
- Tankson, J., Vizzier-Thaxton, Y., Thaxton, J., May, J., Cameron, J., (2001). "Stress and nutritional quality of broilers.", *Poultry Science*, 80(9), 1384-9, <https://doi.org/10.1093/ps/80.9.1384>.
- Thornton, P. K., van de Steeg, J., Notenbaert, A., Herrero, M., (2009). "The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know.", *Agricultural systems*, 101(3), 113-27, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2009.05.002>.
- Tol, R. S. J., (2009). "The economic effects of climate change.", *Journal of economic perspectives*, 23(2), 29-51, DOI: 10.1257/jep.23.2.29.
- Van Thu, N., (2018). "Climate change: Goat production and greenhouse gases mitigation—A review.", *Jointly Published by*, 37.
- Viana, C. M., Freire, D., Abrantes, P., Rocha, J., Pereira, P., (2022). "Agricultural land systems importance for supporting food security and sustainable development goals: A systematic review.", *Science of the total environment*, 806, 150718, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150718>.
- Wankar, A. K., Rindhe, S. N., Doijad, N. S., (2021). "Heat stress in dairy animals and current milk production trends, economics, and future perspectives: the global scenario.", *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), 70, <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02541-x>.
- Wittmann, E., Mellor, P., Baylis, M., (2001). "Using climate data to map the potential distribution of *Culicoides imicola* (Diptera: Ceratopogonidae) in Europe.", *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 20(3), 731-40.
- Zimbelman, R., Rhoads, R., Rhoads, M., Duff, G., Baumgard, L., Collier, R. "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 Conference (ed. RJ Collier)*, 158-69, 01724