

Review
(Derleme)



J. Anim. Prod., 2020, 61 (2): 157-167

<https://doi.org/10.29185/hayuretim.673145>

Mehmet KOYUNCU*  0000-0003-0379-7492
Farıdaa İbrahim NAGEYE  0000-0001-8049-9216

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Bursa

Corresponding author: koyuncu@uludag.edu.tr

İklim Değişikliğinin Sürdürülebilir Hayvancılığa Etkileri

Effects of Climate Change on Sustainable Livestock System

Alınış (Received): 10.01.2020

Kabul tarihi (Accepted): 23.09.2020

Anahtar Kelimeler: Hayvancılık, iklim değişikliği, sürdürülebilirlik, üretim

Keywords: Livestock, climate change, sustainability, production

ÖZ

İklim değişikliği sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesi karşısındaki en önemli problem olmanın yanında insanoğlunun geleceği için önemli bir tehdit unsurudur. Hayvansal üretim kapsamında özellikle de dünyanın beslenme ve geçim kaynakları noktasında hayati önem taşıyan bölgeler üzerinde geniş kapsamlı sonuçları olacaktır. Bu etkiler hayvancılık sistemlerinin savunmasızlığını artırırken, kuraklık gibi olgular ortaya çıkacak streslerin etkilerini daha da kötüleştirebilir. İklim değişikliği ekosistemlere olan etkisinin yanında, hayvansal üretimin dayanağını oluşturan doğal kaynaklar üzerinde de önemli problemler oluşturması kaçınılmazdır. Sıcaklık ve yağış modelleri gibi klimatoloji özellikleri hayvanların yıl boyunca mera ve diğer kaynaklarının kullanılabilirliği üzerinde büyük etkiye sahiptir. Diğer taraftan hayvansal üretim faaliyetleri besin zincirinin önemli bir halkası olmasının yanında sera gazı emisyonlarına da önemli katkıda bulunmaktadır. Dünya hayvancılık sektörünün, özellikle gelişmekte olan ülkelerde önümüzdeki yıllar içinde yaklaşık iki katına çıkması muhtemel olan yüksek et ve süt talebinin desteklediği büyük bir dönüşüm yaşaması beklenmektedir. Hayvansal üretim, değersiz arazilerin kullanılması ile insanlar tarafından kullanılmayan enerji ve protein kaynaklarının yüksek oranda besleyici hayvansal kaynaklı gıdalara dönüştürülmesi, tarımsal yan ürünlerle çevre kirliliğinin azaltılması, gelir elde edilmesi ve geçim kaynaklarının desteklenmesi yoluyla tüm dünyada milyonlarca insanın sürdürülebilir yaşamına katkıda bulunmaktadır. Bu çalışma ile iklim değişikliğinin hayvancılık faaliyetleri ve hayvansal üretim üzerindeki etkileri ele alınmaya çalışılmıştır.

ABSTRACT

Climate change is not only the most important problem for the realization of sustainable development, but also an important threat for the future of human beings. Within the scope of animal production, it will have far-reaching consequences, especially on regions that are vital to the world's nutritional and livelihood sources. While these effects increase the vulnerability of livestock systems, events such as drought may worsen the effects of stresses that may arise. In addition to the impact of climate change on ecosystems, it is inevitable that it creates important problems on the natural resources that form the basis of animal production. Climatology features such as temperature and precipitation models have a major impact on the availability of animals throughout the year on pasture and other resources. On the other hand, animal production activities contribute to greenhouse gas emissions as well as being an important link in the food chain. The world livestock industry is expected to experience a major transformation, supporting high demand for meat and milk, which is likely to double in size in the coming years, especially in developing countries. Animal production contributes to the sustainable lives of millions of people all over the world through the use of worthless lands and the conversion of energy and protein resources that cannot be used by humans to highly nutritious animal sourced foods, reducing environmental pollution by agricultural by-products, earning income and supporting livelihoods. In this study, the effects of climate change on livestock activities and animal production have been tried to be addressed.

GİRİŞ

Sürdürülebilirlik kavramı kapsamında ortaya çıkan bazı yaklaşımlar, hayvansal üretim sistemlerinin

geleceğine yönelik bazı endişelerin oluşmasına neden olabilmektedir. Dünyada sürdürülen yetiştiricilik faaliyetleri yeryüzündeki buzullar çıkarıldıktan sonra



kalan arazinin yaklaşık %30'unu kullanarak milyarlarca insanın yaşamsal faaliyetlerinin sürdürülmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Diğer taraftan ise bu faaliyetler sonucu ortaya çıkan küresel insan kaynaklı (antropojenik) sera gazlarının yaklaşık %14'ünden sorumlu tutulmakta ve insanoğlu için toprak, su ve hava kirliliği kaynağı olduğu ifade edilmektedir. Çevresel etkiler ile ilişkili bu endişeler, hayvancılık sektörünün sürdürülebilirliğine yönelik değerlendirmelerde önemli bir tartışma konusu olmaya başlamıştır (Herrero ve ark. 2014). 21. yüzyılın ortasından itibaren hayvansal ürünlere olan talebin %100 artması beklenirken, iklim değişikliği, doğal kaynakların kullanımı, yem miktarı ve kalitesi, hayvan hastalıkları, sıcak stresi ve biyolojik çeşitlilik kaybı ile ortaya çıkacak rekabetin hayvansal üretimi etkileyeceği ifade edilmektedir. Bu noktadaki esas zorluk, ekonomik verimlilik, gıda güvenliği ve çevrenin korunması arasındaki dengenin oluşturulmasıdır (Wright ve ark. 2012).

İklim değişikliği, birçok türün ekosistem içinde hayatta kalması ve dünyanın farklı bölgelerindeki hayvancılık üretim sistemlerinin sürdürülebilirliği için büyük bir tehdit olarak görülmektedir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine maruz kalacak hayvancılık sektörü aynı zamanda bir metan emisyon kaynağıdır. Sığır, koyun ve keçi gibi ruminantların yaşam döngülerinin sonucu ortaya çıkan metan, toplam tarımsal faaliyetler içinde önemli bir pay oluşturmaktadır (Chauhan ve Ghosh, 2014). Ekstrem hava olaylarındaki artışlar tüm insanlığı etkilediği gibi, gıda üretimi ve gıda güvenliği üzerinde (olumlu/olumsuz) etkilere neden olacağı ifade edilmektedir (Thornton ve ark. 2009).

Sürdürülebilir Hayvancılığın Üretim Boyutları

Sürdürülebilirliğin tanımı genellikle karmaşık veya yetersiz bir şekilde ifade edilirken, aynı zamanda kişisel deneyim ve dünya görüşüne göre de farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca "sürdürülebilirlik" veya tam olarak sürdürülecek olan şey zamanla değişebilir. Geniş anlamda "sürdürülebilirlik" bir süreci sürdürme yeteneği anlamına gelir. Bu terim, biyolojik sistemler ile ilgili olarak sıklıkla kullanılmakta ve çevrenin ekolojik süreçleri, biyoçeşitliliği ve üretkenliği geleceğe sürdürme yeteneği olarak tanımlanabilmektedir.

Douglass (1984), sürdürülebilir tarıma yönelik ortaya çıkan üç farklı boyutun olduğunu ve her birinin farklı bir düşünce veya bakış üzerine kurgulanması gerektiğini ileri sürmektedir. İlk boyut, gıda güvenliğini ve kârlılığı kapsar. Tarımsal faaliyetler işletme sahipleri, işçiler ve çiftlik ile ilgili girdi ve

çıkıtlarda yer alan kuruluşlara gelir sağlarken, insanlar tarafından tüketilebilecek yeterli miktarda sağlıklı gıda üretmeyi de gerektirir. Bu temel olarak, arz ve talep piyasası düzenlemelerini, karlılığı ve verimlilikte sürekli artışı sağlamak için teknolojik ilerlemeye dayanan sürdürülebilirlik ihtiyacını ortaya koymaktadır (örneğin inek başına süt verimi). Sürdürülebilir tarıma yönelik ikinci boyut, tarımsal faaliyette kullanılacak kaynağın sınırlı doğasını oluşturmaktadır. Burada ise sürdürülebilirlik "yönetim" olarak kabul edilir. Bir önceki boyutta yer alan gıda güvenliği ve kârlılığın girdi üzerindeki çıktısının maksimize edilmesine dayandığı durumlarda, yönetim boyutuna zaman değişkeni eklenir ve sürdürülebilir tarım "kaynak yönetimi" olarak değerlendirilir. Bu konuyla ilgili olarak Berkes ve Folke (1998), sürekli büyüyen bir popülasyon için gıda kaynaklarının korunması gerektiğini ifade etmektedir. Daha açık bir ifadeyle üretimin çevresel bir maliyetinin olduğunu, gıda ve çevre güvenliği sağlamak için ne kaynak ne de çevrenin tüketilemeyeceğini açıklanmaktadır. Önerilen üçüncü sürdürülebilirlik boyutu ise toplumun sürdürülebilir gıda üretimi ya da tarımın geleceğinin ne olacağı beklentisini içermektedir. Bu felsefede, tarım tek başına değil, tamamı aynı sınırlı kaynaklara dayanan diğer alt sistemlerin yer aldığı daha büyük bir sisteme dayanmaktadır. Soyut olarak sürdürülebilir hayvansal üretim boyutu, çevreye zarar vermeden mevcut kaynakları verimli kullanarak toplum için verimli gıda üretimi olarak ifade edilmektedir.

Sürdürülebilirlik Göstergeleri

Sürdürülebilir hayvansal üretim, çevresel açıdan sağlıklı, ekonomik açıdan karlı ve sosyal olarak kabul edilebilir bir üretim olarak tanımlanabilir (Darnhofer ve ark. 2010).

Çevresel Sürdürülebilirlik

Çevresel sürdürülebilirlik yaklaşımında öncelikle sera gazı emisyonlarını ve kaynak kullanımını azaltmak öne çıkmaktadır. Bu amaçla aynı veya daha yüksek miktarda gıda üretmek için ihtiyaç duyulan toprak, enerji ve su miktarını azaltmak gerekmektedir. Elde edilen her bir birim üretim için çevresel etkiyi en aza indirirken, gelişmiş ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik için daha fazla fırsat yaratılmalıdır. Örneğin etlik piliç üretiminde süre gelen üretim değerleriyle 2050 yılına kadar talebi karşılamak için, mevcut 56 milyar olan kapasitenin küresel çapta %134 artışla 131 milyara çıkarmanın gerekeceği belirtilmektedir. Bu daha fazla toprak, su, enerji ve yem kullanımı anlamına gelmektedir. Alternatif olarak, biyolojik sınırlarını zorlamadan, hayvanların doğal kaynakları yenilebilir hayvansal ürünlere dönüştürme verimliliğini artıran



yenilikçi yaklaşımların benimsenmesi de öne çıkan diğer bir konudur. Böyle bir yaklaşım ile hayvan refahı standartlarını koruyarak, gelecekteki küresel talebi karşılamak için gereken hayvan sayısı ve ilgili kaynakların tüketimindeki büyüme en aza indirilebilir (Knapp ve Cady, 2015).

İklim değişikliğinin etkisinin azaltılması ile ilgili olarak, çiftliklerde üretilen her bir kilogram et veya süt için ortaya çıkan emisyon miktarının 1960'lardan 2000'li yıllara kadar (farklı hayvansal ürünlere göre) %38-76 arasında azaldığı belirtilmektedir. Bununla birlikte, emisyonları daha da azaltmak için yenilikçi tarımsal uygulamalar, teknolojiler ve ürünlerin kullanılmasının yaygınlaşması gerekmektedir (Andeweg ve Reisinger, 2013).

Çevreye duyarlı hayvancılık sistemi, diğer üretim faaliyetleri arasında önem verilmesi gerekli bir sistemdir. Bu kapsamda ele alındığında (Arthur ve ark. 2015);

- Üretimin sürdürülmesi ve artırılması noktasında hayvanlar için yem üretiminde doğal kaynakların daha verimli kullanılmasına yönelik uygulama ve teknolojilerin kullanımının yaygınlaştırılması.
- Üretimin geliştirilmesi kapsamında sera gazı emisyon yoğunluğunun (özellikle metan ve azot oksit) çevresel etkilerin iyileştirilmesi, hava, su ve toprak kirliliğinin (amonyak, nitrat, fosfor vb.) azaltılması.
- Hava kalitesini iyileştirecek uygulamaların devreye sokulması.
- Gübre yönetiminin gıda ve enerjinin geri dönüşümünü sağlayacak şekilde olması ve küresel ısınma potansiyeli yüksek gaz salınımının en aza indirilmesi.
- Uygun yerlerde verimli otlama sistemlerinin kullanılması.
- Enerji tasarrufu sağlayan alet/ekipman ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edilmesi.
- Toprak kalitesi ve verimliliğinin korunması veya iyileştirilmesinin sağlanması.
- Biyoçeşitliliğin korunması veya geliştirilmesi, ekosistem ve kültürel potansiyele saygı duyulmasının sağlanması.
- Gıda/yem ithalatının çevresel ve sosyal etkilerini en aza indirmek için sürdürülebilir kaynak kullanımına ve yeniliğe açık olunması.
- Atığı azaltmak, yeniden kullanmak ve geri dönüştürmek için fırsatların en üst düzeye çıkarılması.

Bugün gelinen noktada, doğanın kendi kendini yenileyebilme sınırlarının çok üzerinde gerçekleşen çevresel bozulmalar, zamanla önüne geçilemez boyutlara ulaşmıştır. Bu etkilerin ne kadar ciddi ve insanoğlu için ne kadar yıkıcı olabileceği, bu bozulmalara uyum sağlamanın nasıl mümkün olacağı hakkında görüş farklılıkları bulunmaktadır (Fraser, 2017). Dolayısıyla çevresel sürdürülebilirlik farklı üretim disiplinlerinin bir arada çözümler üretebileceği yaklaşımları zorunlu kılmaktadır. İklim değişikliği, tarımsal faaliyet içinde tarıma elverişli olmayan arazilerin ekolojilerinin değişimini zorunlu kılarak dolaylı etki yaparken, tarıma elverişli araziler de ise birçok türün miktar ve dağılımlarına etki etmesi beklenmektedir (Hickling ve ark. 2006).

Ekonomik Uygulanabilirlik

Yetiştiriciler açısından hayvansal üretiminin ekonomik olması öne çıkarken, gıda zinciri paydaşları açısından ise yatırım yapabileceği ve sürdürebileceği noktada tüketicilerin uygun fiyatlı kaliteli gıdalara erişebilmelerinin sağlanacağı koşullar ele alınmaktadır. Ekonomik açıdan sürdürülebilir hayvancılık sistemleri, aşağıda belirtilen kriterler ile ortaya konmaktadır (EU, 2012).

•Ürünlerin pazara sunulmasında sosyal ve ekolojik hedeflere uygun, ekonomik gıda üretimini sağlamak.

•İşletmelerin gıda zincirinden elde edilen gelirden adil pay almasını sağlayacak koşullar oluşturmak.

•Hayvancılık işletmelerinde sürdürülebilirliğin iyileştirilmesine yönelik yatırım yapma isteklerini desteklemek.

•Yetiştiricilerin hammadde girdileri ve ürün satış fiyatları arasındaki değişkenlikler ile başa çıkmalarına yardımcı olacak yenilikçi yaklaşımları benimsemek.

Ekonomik açıdan doğru şekilde hayvansal üretimin sürdürülebileceği yollar bulunmaktadır. Bunlar içinde teşviklerden konsolidasyon stratejilerine yenilikçiliği, verimlilik artışını, gıda üretim zinciri boyunca gelirin adil bir şekilde dağılımını, ölçek ekonomilerini ve yüksek kaliteli katma değerli ürünleri üretmeyi destekleyen konu başlıkları öne çıkmaktadır. Diğer konular arasında ise risk yönetimi, yetiştirici kooperatifleri, gıda işleme ve dağıtım sektöründe daha fazla avantaj sağlayacak yaklaşımlar ve araçlar yer almaktadır.

İklim değişikliği, azalan verim, artan tedavi maliyeti, yem ve enerji fiyatlarının artırılması ve bina soğutma, buharlaştırma, sulama, sisleme sistemleri fiskiyeler ve fanlar gibi barınakların yeniden tasarlanması için yeni altyapı yatırımları yapılması gibi çiftliklerin işletme maliyetini arttırmaktadır. Türkiye'de iklim



değişikliğinin ekonomik etkilerini ortaya koymak amacıyla Koç ve Uzmay (2019) tarafından yapılan bir çalışmada bu etkinin süt sığırları işletmelerinde 2044 yılına kadar %10-50 oranında bir maliyet artışına yol açacağı tespit edilmiştir. Üretim maliyetindeki artışın %48-71'inin ısı stresi ve %24-52'si yem fiyatlarındaki artıştan kaynaklandığını ifade etmektedirler. Bu durum gelecekte yapılacak tarımsal destekler ve yatırım projelerinde iklim değişikliği ile konularını da dikkate almaları gerektiğini ortaya koymaktadır.

İklim değişikliğinin hayvancılık faaliyetlerinde maliyetlerini arttırmasına yönelik yapılan başka bir değerlendirmede ise, özellikle yem hammaddesi üretiminin ciddi etkileneneği bu rasyon maliyetlerinin artmasına neden olacağı ve bunun da son ürüne yansıtacağı belirtilmektedir. Örneğin, sığır eti fiyatları iklim değişikliği olmadan 2050 yılına kadar %33 artması beklenirken, iklim değişikliği ile bu değer %60'a çıkacağı tahmin edilmektedir (Nelson ve ark. 2009).

Hayvansal üretim iklim değişikliklerinden doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenmektedir. Sıcaklık artışıyla hayvanlarda ısı üretimi ve ısının kullanılması arasındaki denge bozulabilmekte buda ölüm oranı, yem tüketim oranı, canlı ağırlık artışı, süt üretimi ve gebelik oranı üzerinde etkiler yapabilmektedir. Aynı zamanda hayvansal üretim miktarındaki değişiklikler maliyetleri de doğrudan veya dolaylı etkileyebilmektedir (ÇSB, 2012).

Sosyal Sorumluluk

Çiftlik hayvanları insan bakımına muhtaçtır ve rutin sağlık uygulamaları da dahil olmak üzere refahlarına saygı göstermek toplumun sorumluluğundadır. Uluslararası kabul gören "Beş Özgürlük" kavramına göre (OIE, 2011), ulaşılmaması gereken ideal durum, çiftlik hayvanlarının açlık ve susuzluktan, rahatsızlıktan ve acıdan, yaralanmadan ve hastalıktan, korkudan ve stresten uzak olması, normal davranışını ifade etmekte özgür olmaları gerektiğidir. Bu ideal duruma mümkün olduğunca ulaşabilmenin anahtarı, bakıcının bilgi, beceri ve kişisel nitelikleridir. Buna hayvansal üretimde "üç temel" adı verilmektedir. Hayvan refahı standartlarının yüksek olması verimli bir üretime katkıda bulunur. Ele alınan üç temel ilkenin dikkate alınması sürdürülebilir bir hayvancılık üretimi için hayati öneme sahiptir (FAWC, 2007). Tek bir sağlık yaklaşımı kavramı altında, sağlıklı hayvanlarla sağlıklı insanlar ayrılmaz bir şekilde birbirine bağlı olup, gıda güvenliği ve halk sağlığının güvence altına alınması temel esastır. Hayvansal üretim düzeyinde iyi hayvancılık uygulamaları, hayvan hastalıklarını önleme, kontrol etme ve antimikrobiyal ilaçlar da dahil

olmak üzere bunların doğru kullanımını teşvik ederek sağlanabilir (CDC, 2018).

Hayvansal üretimde sürdürülebilirliğin sosyal sorumluluk bileşenleri (EU, 2012);

- Hayvansal gıda üretimi yapan toplumdaki bireylerinin sayısını arttırmak ve sürdürülebilir kılmak.
- İşletmelerdeki çalışanlar, yöneticiler ve bunların ailelerinin sağlığını, refahını ve sosyal haklarını korumak.
- Personelin çalışma ve sosyal koşullarını, cinsiyet, yaş, din, milliyet, etnik köken ve kişisel tercihlerden bağımsız olarak ele almak.
- Gıda güvenliği ve halk sağlığının güvence altına alınmasını sağlamak
- Hayvan sağlığı ve refahını iyileştirmek ve korumak

İklim Değişikliğinin Sürdürülebilir Hayvancılık Sistemlerine Etkisi

Su Kullanımı

Tarımsal faaliyetler yaklaşık %70'lik bir pay ile en büyük tatlı su kaynağı kullanıcısıdır. Dünya genelinde sulanan alan miktarı geçen yüzyılda beş kat artmış olmakla birlikte, diğer sektörlerin su kullanımında gösterdikleri büyüme son on yılda tarıma göre daha hızlı gerçekleşmiştir (Steinfeld ve ark. 2006). Küresel olarak her insan evsel amaçlar için günde 30-300 litre su tüketirken, tükettiği gıda maddeleri için günde 3000 litre kullanılmaktadır (Turner ve ark. 2004). Mekonnen ve Hoekstra (2012), bazı hayvansal ürünlerin her bir kilogram üretiminde kullanılan su miktarını sığır eti (15.415 lt), koyun/keçi eti (8.763 lt), piliç eti (4.325 lt), yumurta (3.265 lt), süt (1.020 lt), peynir (5.060 lt) ve tereyağ (5.553 lt) olduğunu belirtmektedir.

Deniz seviyesi arttıkça, kıyı tatlı su akiferlerine daha fazla tuzlu suyun dahil olması ile (Karl ve ark. 2009), ortaya çıkacak tuzlanma, kimyasal ve biyolojik kirlenmenin yanında, dünya çapında su kütlelerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunan ağır metallerin artması da hayvansal üretimin etkilenmesi sonucunu doğuracaktır. Suyun tuzlanması hayvanların metabolizma, üreme ve sindirimini etkilerken, kimyasal kirlenmeler ve ağır metaller ise kardiyovasküler, boşaltım, iskelet, sinir, solunum sistemleri ve sağlıklı üretim işleyişini bozabilir (Nardone ve ark. 2010). İklim değişikliğine bağlı olarak arazi kullanımına dayalı olarak sürdürülen hayvancılık sistemleri için mevcut su potansiyelinin azalmasının etkilerine yönelik araştırmalar ise oldukça sınırlıdır (Thornton ve ark. 2009). Bu nedenle, sürdürülebilir



hayvansal üretim kapsamında suyun kullanılabilirliği ve tüketimi doğru şekilde azaltma stratejilerini dikkate alan çalışmalara daha fazla önem verilmesinin gerektiği belirtilmektedir.

Farklı hayvansal üretim sistemleri ve elde edilen hayvansal ürünler ile ilgili hayvan su verimliliği (elde edilen faydalar/su girişi) tahminlerinde önemli değişkenler yer almaktadır. Buradaki temel varyasyon kaynağını, hayvanların doğrudan su tüketimi (%10) değil, yem üretimine (%90) dayalı su oluşturmaktadır. Bu miktar bölgeye, üretim sistemine, mevcut yem kaynaklarına, rasyon çeşitliliğine ve üretim seviyesine bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir (Peden ve ark. 2007). Bu baskın olan üretim sisteminde kullanılan türlerle ilgili olarak, farklı bölgeler, yem üretimi veya otlama için kullanılan suyun farklı miktarda olmasıyla ilişkilidir. Mera bazlı üretim sistemlerinde, su verimi doğru mera yönetimi ile önemli ölçüde iyileştirilebileceği, bu kaynağın tek başına 2050 yılına kadar tarımda ek su kullanımını %45 azaltma potansiyeli olduğu çalışmalarda ortaya konmuştur (Rockström ve ark. 2007). Hayvanların su tüketimi, gebelik, süt verimi, günlük aktivite, yem hammaddesi, yem tüketimi ve sıcaklık gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Evcil hayvanlar yaklaşık 60 gün yiyecek almadan yaşayabilirken, ancak yedi gün susuz yaşayabilirler. Özellikle ısıtma ve görme duygusu su alımına bağlı olarak ciddi oranda etkilenir (Scherer, 2015).

Hayvancılık faaliyetleri kapsamında su ihtiyacı sıcaklıkla da yakından ilişkilidir ve gelecekte sıcaklığın artmasıyla bu daha da artacaktır. Örneğin, sürünün su ihtiyacı 2,7 °C'lik bir sıcaklık artışıyla %13 civarında artabilir ve sıcaklık yükselmeye devam ettikçe doğrusal olmayan bir artışla bu ihtiyaç artmaya devam eder (Howden ve Turnpenny, 1998). Hayvanların daha yüksek su gereksinimi, otlama alanlarından daha uzak mesafelere gidemeyecekleri ve otlama alanlarının dinlenmesine yeterli önem verilmediği noktalarda, otlama baskısının ve sulama noktalarının yakınındaki toprağın yapısında bozulma risklerini artırma eğiliminde olacakları anlamına gelir. Bu durum yağmurda öngörülen azalma, yüzey suyunun azalması ve küçük su depolarının tükenmesini hızlandıran buharlaşmadaki artışlarla daha da kötü hale gelebilir. Farklı otlama sistemlerinde yeraltı suyunun, hayvancılık için önemli bir kaynak olduğu dikkate alındığında, gelecek yıllarda, birçok yerde suya olan talebin ve rekabetin arttığı daha fazla hissedilecek, tahsis ve verimlilik konularının ele alındığı politikalara daha fazla ihtiyaç duyulması kaçınılmaz olacaktır (Thornton ve ark. 2009).

Yemlerin Kalitesi ve Miktarı

İklim değişikliği meraların verimliliğinde azalmaya neden olması kaçınılmazdır. Bu alanlardaki ot üretimini en çok etkileyecek faktörler sıcaklık, yağış ve toprak azotudur (Hanson ve ark. 1993). Yem miktarının ve kalitesinin önemli bir kısmı atmosferdeki CO₂ seviyesi ve sıcaklıktaki artıştan etkilenmektedir (Chapman ve ark. 2012). Yem bitkilerinin kalitesi, suda çözünür karbonhidrat ve azot konsantrasyonlarındaki değişikliklerden dolayı artan sıcaklık ve kurak koşullardan etkilenebilir. Sıcaklık artışları, bitkilerde lignin ve hücre duvarı bileşenlerini artırabilir (Sanz-Saez ve ark. 2012; Polley ve ark. 2013), bu da sindirilebilirliği ve besin içeriğini azaltır (Polley ve ark. 2013). Su baskınları gibi aşırı iklim olayları bitki köklerinin şeklini ve yapısını etkileyebilir, yaprak büyüme hızını değiştirebilir ve toplam verimi düşürebilir (Baruch ve Mérida, 1995). Kuru maddenin içindeki suda çözünür karbonhidrat ve nitrojen konsantrasyonlarının değişmesi ve ayrıca kuraklığın artması ile birlikte ot kalitesindeki değişiklikler kuru madde verim artışlarını telafi edebilir. Artan sıcaklıklar, bitki dokularının lignifikasyonunu artırır ve böylece sindirilebilirliği ve bitki çeşitlerinin bozulma oranlarını azaltır (Chauhan ve Ghosh, 2014). Bu durum hayvanlar için mevcut besin maddelerinin azalmasına neden olurken, küçük sürü sahipleri için süt ve et üretiminin azalması sonucunda gıda güvenliği ve gelirler üzerinde etki yaratarak hayvansal üretimde kayıplar ortaya çıkaracaktır.

Mera ve yem kaynaklarının kullanılabilirliğini sınırlayan çevresel stres, kuraklık, yüksek/düşük sıcaklık, ozon, yüksek karbondioksit, toprak suyu ve tuzluluktan kaynaklanabilir. Çok yıllık bitkiler, sınırlı bir verime sahip olmakla birlikte, düşük yağış veya sulama ve yüksek tuz içeriğine sahip çorak topraklarda yetişmektedir. Isı stresleri, hasat edilen ürün miktarını azaltabilir, besin değerini değiştirebilir ve türün kompozisyonunu bozabilir. Bu nedenle abiyotik koşullar veya çevresel stres kaynaklarının yem üretimini nasıl sınırladığı ve bunların olumsuz etkilerini hafifletme yönündeki arayışlar giderek önem kazanmaya başlamıştır (Chauhan ve Ghosh, 2014).

Biyçeşitlilik

Biyçeşitlilik, belirli bir ortamda bulunan çeşitli genleri, organizmaları ve ekosistemleri ifade eder (Swingland, 2001) ve insan refahına katkıda bulunur (WHO, 2005). Azalan popülasyon ile birlikte genetik biyoçeşitliliğin risk altına girmesinde doğrudan etkili unsurlardan biri de iklim değişikliğidir (UNEP, 2012). Bu konuda yapılan değerlendirmeler iklim değişikliği ile dünyadaki mevcut türlerin yaklaşık %15-37'sinin



yok olabileceğini ortaya koymaktadır (Thomas ve ark. 2004).

Sıcaklık artışları türlerin üreme performansını, coğrafik göçleri ve ölüm (açlık, hastalık vb) oranlarını etkilemiştir (Steinfeld ve ark. 2006). Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) "Küresel Isınmada 1,5°C Raporu", olası iklimsel etkiler açısından 1,5°C'lik bir ısınmanın 2°C'ye göre nispeten daha güvenli olacağını vurgulamaktadır. Rapora göre, küresel sıcaklıkların endüstriyel dönem öncesine göre 2°C üzerine çıkması, yalnız doğal yaşam alanları ve türlerin kaybıyla sonuçlanmayacak, buzulların erimesi ve deniz seviyesinin yükselmesi sonucu sağlığı, refahı, güvenliği ve ekonomisiyle insan hayatını doğrudan etkileyecek yıkıcı sonuçlara da yol açacağı ifade edilmektedir (IPCC, 2019). Yeryüzünde 2000 yılına gelindiğinde, hayvan türleri (eşek, su aygırı, sığır, keçi, domuz, koyun ve at) içindeki ırklarının %16'sının kaybedildiği belirtilmektedir (Thornton ve ark. 2009). Benzer bir yaklaşım insanoğlunun yaptığı tahribatlar ve doğa olayları sonucu ortaya çıkan değişikliklerin bilinen 7.616 hayvan türünden, %20'sinin risk altında olduğunu ve ayda yaklaşık bir ırkın yok olduğu ifade edilmektedir (FAO, 2007). Bu noktada iklim değişikliği ile bu riskin daha ciddi boyuta ulaşması kaçınılmaz görünmektedir. Diğer taraftan iklim olaylarındaki normalin dışındaki değişimler (kuraklık) karşısında bitkiler ve hayvanların hastalık ve zararlılara direnç ve adaptasyon noktasında ciddi sıkıntılar yaşaması kaçınılmazdır. Dolayısıyla ortaya çıkan bu sorunların türlerin yok oluşunda ne şekilde etkisi olduğu Bharali ve Khan (2011) tarafından aşağıdaki şekilde sıralanmıştır;

- türlerin dağılımdaki değişiklikler,
- nesli tükenen canlıların sayısındaki artışlar,
- üreme dönemine yönelik farklılıklar,
- bitkiler için büyüme mevsiminin uzunluğundaki değişiklikler

Tehdit altında bulunan bazı türler, iklim değişikliğinin etkilerine karşı özellikle savunmasızdırlar. Çiftlik hayvanları kapsamında değerlendirildiğinde ırklar içinde yok olma riski en yüksek olan hayvan türleri, tavuk (ırkların % 33'ü), domuz (ırkların %18'i) ve büyükbaş (ırkların %16'sı) hayvanlardır. Bununla birlikte, risk altındaki ırkların geleceği buldukları bölge koşulları ile de ilişkilidir. Gelişmekte olan bölgeler risk altındaki memeli türlerinin yaklaşık %7-10'una sahip olmakla birlikte, mevcut memeli türlerinin %60-70'i tanımlanamayan bir risk altında olduğu da ifade edilmektedir. Buna karşılık, hayvancılık endüstrisinin fazlasıyla uzmanlaştığı ve az sayıda ırka dayandığı gelişmiş

bölgelerde, risk altındaki memeli türlerinin %20-28 arasında olduğu bildirilmektedir (FAO, 2007). Thornton ve ark. (2009), ortaya çıkan bu biyoçeşitlilik kaybının temel olarak hayvancılıkta kullanılan, verim ve ekonomik getiri temelli farklı yaklaşımların olduğu geleneksel üretim sistemlerinin marjinalleşmesini savunan uygulamalardan kaynaklandığını belirtmektedir.

Hayvansal ve bitkisel üretim faaliyetlerinde iklim değişikliği ve buna bağlı olarak biyolojik çeşitliliğin azalması kaynaklı ciddi kayıpların yaşanılması kaçınılmazdır. Bu ırklar ve türler doğal olarak değiştirilemeyeceğine göre, farklı ırkların doğal genetik özelliklerini inceleyen ve iklim koşullarına daha iyi adapte olabilecekleri koşulların yaratılmasına yönelik çalışmalar bugün daha fazla önem taşımaya başlamıştır (Rojas-Downing ve ark. 2017).

Üreme

Isı stresinin üreme üzerindeki fizyolojik etkileri hayvansal üretim sistemlerine ekonomik olarak zarar vermektedir. Isı stresi esnasında kuru madde alımı azalır ve hayvanlar üzerindeki aşırı ısı yükünü dağıtmaya çalıştıkça bakım gereksinimleri artar (West, 2003). Ayrıca, kan akışındaki değişiklikler ve çeşitli hormonların üretilmesindeki düzensizlikler üreme performansının düşmesine neden olur. Özellikle yaz aylarında gebe kalma %20-30 oranında düşebilir (De Rensis ve Scaramuzzi, 2003). Hayvanların doğum oranında ortaya çıkan düşük değerler, kızgınlıkların doğru ve zamanında saptanamaması, erken embriyonik ölümler, foliküler baskınlığın inhibisyonu ve yumurtlamanın azalması gibi çeşitli faktörlere atfedilir (Putney ve ark. 1989; Wolfenson ve ark. 2000; De Rensis ve Scaramuzzi 2003). Bu nedenle, ısı stresinin erken dönem embriyonik gelişimde, folikül gelişimi ile başlayan üreme mekanizmasında önemli bir etkiye sahiptir. Mevsim tropik hayvanlarda yıllık olarak üreme zamanını kontrol eden temel bir çevresel faktör olup, tropikal boylamlarda yetiştirilen kimi yerli ırkları etkilediği gibi ılıman boylamlarda yetiştirilen ırkların da yıllık üreme ritmini kontrol etmektedir. Yapılan birçok bilimsel araştırma dişi ve erkeklerde mevsime bağlı olan üreme aktivitelerinin iklim değişikliği tarafından etkilenen fotoperiyot ile bağlantılı olarak senkronize edildiğini göstermiştir (Güney ve ark. 2009). Bununla birlikte, bu etkilere aracılık eden biyolojik mekanizmalar ise tam olarak ortaya konamamıştır. Yüksek çevresel sıcaklıklar, sığırın doğal çiftleşme davranışını gösterme yeteneğini olumsuz olarak etkileyerek, kızgınlığın süresi ve yoğunluğunun kısılmasına neden olmaktadır (Orihuela, 2000). Kızgınlık davranıştaki düzensizliklerin kuru madde alımının azalmasının ardından hormon üretimi



üzerindeki etkilerinin bir sonucu olduğu ifade edilmektedir (Weswood ve ark. 2002).

Süt üretimi

Süt sentezinin ısı stresine karşı (büyüme modellerine göre) %35-40'a varan verim düzeyinde bir azalma oluşturmaktan dolayı daha hassas olduğu kabul edilmektedir (West, 1999). Geleneksel olarak, sağmal sığırların sıcaklık nem endeksi 72'yi aştığında ısı stresine maruz kaldıkları düşünülmektedir (Armstrong, 1994). Fakat son iklim kontrol deneyleri süt veriminin sıcaklık nem endeksi 68 olduğunda azalmaya başladığını göstermektedir (Zimbelman ve ark. 2009). Sığırın hareketsiz durması (termal yüke klasik tepki) arttığında sıcaklık nem indeksi değerlendiren alan gözlemleriyle desteklenmektedir. Sığırlar için sıcaklık artışını stresli hale getirdiği düşünülen sıcaklık nem indeksinin düşük değerlerde olması, daha yüksek verime sahip sığırların termal yüke daha duyarlı oldukları hipotezi ile tutarlı bulunmaktadır. Sıcak stresine maruz kalan hayvanlar yem alımını azaltır, bu durum muhtemelen sindirim (özellikle ruminantlarda) ve metabolizma esnasında besinlerin ısı üretmesi (yani yemin termik etkisi) karşısında bir hayatta kalma stratejisi geliştirirler. Genel olarak, ısı stresinin neden olduğu yetersiz yem alımının süt üretiminin azalmasından sorumlu olduğunu ileri sürülmektedir (Fuquay 1981; Beede ve Collier 1986; West 1999; Silanikove 2000; DeShazer ve ark.2009). Bununla birlikte, son yapılan çalışmalarda yem tüketimindeki farklı eğilimler ve süt veriminde dögüsel değişimler ile ısı yükü etkisine tepki verdikleri ortaya konmuştur (Shwartz ve Rhoads, 2009). Bu durum, ısı stresinin hem doğrudan hem de dolaylı (yem tüketiminde düşme) bir işleyişle süt sentezini azalttığını ortaya koymaktadır (Baumgard ve Rhoads, 2012).

Yüksek bağıl nem ile birlikte yüksek çevre sıcaklığı süreleri laktasyondaki bir sığırın artan vücut ısısını dağıtma kabiliyetini tehlikeye sokar. Yüksek vücut sıcaklığına sahip sığırlar daha düşük kuru madde alımı ve süt üretimi gösterirler, dolayısıyla bu durum sıcak ve nemli iklime sahip bölgelerdeki işletmelerin verimliliğinin düşmesine neden olur. İşletmelerde yeterli soğutma sistemleri mevcut olmasına rağmen, nemli iklimdeki verim, kurak iklimlerden daha düşüktür ve bu sistemlerde genellikle sığır normal vücut sıcaklığını koruyamaz. Kuru madde alımı ve yüksek süt verimi için yapılan seleksiyon uygulamaları, ısıya daha az toleranslı sığırların ortaya çıkmasına neden olur ki bu durum gelecekteki küresel ısınma ile ilişkili bilinmeyenlerle birleştiğinde, ısı stresinin işletmeler için daha kötü senaryolar oluşturacağı

göstermektedir. Gelecekteki zorlukların üstesinden gelmek için nemin yüksek olduğu yerlerde geceleri inekleri soğutabilen gelişmiş soğutma sistemleri kullanılabilir. Soğurma kapasitesine yönelik sığırlarda genetik çeşitlilik vardır, bu da kalıtsal olarak ısıya daha fazla dayanıklı sığırların seçilebileceğini ve melez yetiştirmenin fırsatlar sunabileceğini göstermektedir. Daha fazla süt üretimi için seçilen sığırlarda buna uygun besleme yönetimi uygulanması gerekir, ancak ortaya çıkacak çevresel stres ile genotipin iyileştirilmesi ve buna uygun besleme uygulamaları istenilen sonucu ortaya çıkmasını engelleyebilir. Hayvanlarda verimi destekleyici uygulamalarının yanında, ısı stresinin neden olduğu metabolik ve fizyolojik rahatsızlıkları da dikkate alan beslenme stratejileri geliştirmek, beklenen verim performansını arttırmaya uygun metabolizmanın sürdürülmesine yardımcı olacaktır (West, 2003).

Et üretimi

Dünyada besi sığırı üretiminde öne çıkan ülkelerde hayvanlar genelde meradadılar, dolayısıyla barınaklarda tutulanlara göre doğal koşullara daha fazla maruz kalırlar. Sığır eti üretimi, çevresel koşullardaki aşırı ve ani değişikliklere karşı oldukça hassastır. Özellikle, yağlı sığırlar (derinin altındaki yağ, hayvanın içindeki ısıyı hapseden bir yalıtım tabakası sağlar), daha ağır kıl örtüsüne sahip sığırlar (daha fazla yalıtım) ve daha koyu deriye sahip hayvanlar (siyah ve koyu kırmızı sığırlar) ısıya karşı çok hassastırlar. Hayvan sağlığı ve hayvan refahı kapsamında etçi sığırları için kritik değerleri, %80'in altında bağıl nem ile 30°C veya %80'in üzerinde bağıl nem ile 27°C olarak bildirmektedir (SCAHAW, 2001). Genellikle 15-29°C arasındaki değerler, büyüme performansını etkilemiyor gibi görünmekle birlikte, sıcaklığın, 30°C'nin üstüne çıktığında olumsuz etkiler ve günlük canlı ağırlık kazancında düşüklükler görülebilmektedir. (Mitloehner ve ark. 2001), yüksek sıcaklık ve güneş radyasyonu altında tutulan sığırlarda günlük kuru madde alımının düştüğü ve ortalama günlük canlı ağırlık kazancının azaldığını, karkas randımanında kayıpların olduğunu, karkasta yağ kalınlığının düştüğünü ve hastalık görülme sıklığının arttığını bildirmişlerdir.

Yumurta üretimi

Sıcak bölgelerdeki ısı stresi, büyüme performansında azalma (düşük canlı ağırlık artışı ve karkas verimi) ve yüksek ölüm oranları ile kanatlı endüstrisi için büyük önem taşımaktadır (Bottje ve Harrison, 1985; Geraert ve ark. 1993; Yahav ve ark. 1995). Isı stresi, tavukların üreme performansını azaltarak yumurta üretimini durdurur. Bu durum



sadece yem alımındaki bir düşüşle değil, aynı zamanda yumurtlamadan sorumlu hormonların salınımının düzensizleşmesi ve granülosa hücrelerinin luteinize edici hormona karşı duyarlılığının azalmasıyla da ortaya çıkmaktadır (Donoghue ve ark. 1989; Novero ve ark. 1991). Isı stresine maruz kalan tavuklarda vücut ağırlığında ve yem tüketiminde önemli bir azalma meydana gelir. Yumurta üretimi, yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığı, ısıya maruz kalma nedeniyle olumsuz etkilenmektedir (Mashaly ve ark. 2004). Ayrıca ısı stresi, yumurta kabuğunun mukavemetini, ağırlığını, kalınlığını ve kül içeriğini olumsuz yönde etkiler ve yumurta kabuğunun hassasiyetinin artmasına neden olur (Miller ve Sunde, 1975; De Andrade ve ark. 1977).

Hayvan Sağlığı

İklim değişikliği doğrudan veya dolaylı olarak çiftlik hayvanlarının sağlığı ve refahını önemli düzeyde etkilemektedir. Doğrudan etkiler, sıcaklığa bağlı hastalık ve ölüm ile aşırı hava olayları esnasında hayvanlarda ortaya çıkan olgular olarak tanımlanır. Dolaylı etkiler ise daha karmaşık yollar izler, hayvanların termal çevreye adapte olma girişimlerinden veya iklimin mikrobiyal popülasyonlar üzerindeki etkisi ile vektör kaynaklı hastalıkların yayılması, bulaşıcı maddelere konakçı direnci, yem ve su kıtlığı veya gıda kaynaklı hastalıkları içermektedir (Nardone ve ark. 2010). Vektör kaynaklı hastalıklar, aşağıda belirtilen durumlara bağlı olarak sıcaklıktan etkilenebilir. Bunlar;

1. Vektör popülasyonlarının daha serin bölgelere (daha yüksek irtifalı alanlara, hayvanlarda kene kaynaklı hastalıklar) veya daha ılıman bölgelere (kuzey Avrupa'daki mavi dil hastalığı) yayılması.

2. Aşırı yağışlı yıllarda, vektör popülasyonlarının ve geniş çaplı olarak salgın hastalıkların (Doğu Afrika'daki Rift vadisi humması) artmasına yol açabilecek yağışlar ile ortaya çıkan düzensiz değişiklikler.

Sıcaklık ve nem değişimlerinin parazit enfeksiyonları üzerinde önemli bir etkisi olabilir (Thornton ve Herrero, 2008). Sıcaklık, eklem bacaklı vektörlerinin gelişim hızları ve vektör kaynaklı hastalıkların bulaşma riski üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu etkilerin sırasıyla 14-18 °C ve 35-40 °C alt ve üst sıcaklık değerlerinde daha belirgin olduğu düşünülmektedir (Githeko ve ark. 2000). Sıcaklığın vektör kaynaklı hastalıklar üzerindeki etkisi ikiye ayrılabilir. Bunlardan ilki, vektörel hayatta kalma ve coğrafi dağılımındaki değişiklikler, ikincisi ise vektörel aktivite gelişim oranındaki değişiklikler ve enfeksiyonlara karşı duyarlılık. Vektörel hayatta kalma ve coğrafi aralıktaki değişiklikler, düşük sıcaklıktaki

bölgelerde sıcaklığın yükselmesi, vektör gelişimi, kalıcılığı ve dolayısıyla coğrafi aralıklarının genişlemesini güçlendirir. Bununla birlikte, yüksek sıcaklığa sahip bölgelerdeki sıcaklığın daha da artması vektörlerin canlılığını önemli ölçüde arttırmaktadır. Vektörel aktivite gelişim oranlarındaki değişiklikler ve enfeksiyonlara duyarlılık, yüksek sıcaklıklarda genel olarak eklem bacaklı vektörlerin metabolik oranlarını artırarak beslenme hızını, yumurta veya larvalarını bırakma sıklığını ve olgunlaşmamış evreden olgunlaşmaya geçişi hızlandırmaktadır (Ahumada ve ark. 2004). Artan besleme hızı, vektörler ve konakçılar arasında patojen bulaşma şansını arttırırken, aynı zamanda sıcaklık ise enfeksiyon oranlarını ve vektördeki patojenlerin yayılma düzenlerini etkiler (Bett ve ark. 2017).

Ekosistemlerde ortaya çıkan değişikliklerin bulaşıcı hastalıklara olan etkileri, ekosisteme, arazi kullanımındaki farklılaşmaya, hastalığa özgü bulaşma dinamiklerine ve risk altındaki popülasyonların duyarlılığına bağlıdır. İklim değişikliğinin bulaşıcı hastalık yüklerinde meydana getirdiği değişiklikler son derece karmaşık olabilir. İklim değişikliği sadece ekolojik değişime hassasiyeti fazla olan hastalık olgularını etkilemenin yanında, aynı zamanda düzensiz yağışlar sonucu oluşacak taşkın veya seller ile ilişkili ciddi sağlık riskleri de ortaya çıkabilecektir (Patz ve ark. 2005). İklim değişikliği hastalıkların yayılması, ciddi salgınlar, hatta daha önce bu tipte bir hastalığa maruz kalmayan hayvanları da etkileyebilecek yeni hastalıkların ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu noktada hastalık dinamiklerini ve hayvanların adaptasyonunu dikkate almak, özellikle dirençlerini korumak ve sürdürmek açısından önemlidir. Küresel ısınma, yağışlardaki düzensizlikler ve değişimler beraberinde sinekler, keneler ve sivrisinekler gibi vektör kaynaklı zararlıların miktarını ve yayılımını etkileyecektir. Ayrıca sıcaklığın arttığı koşullarda konaklar arasında hastalığın bulaşma riskinin artma şansının daha fazla olduğu belirtilmektedir (Thornton ve ark. 2009). Bu konuyla ilgili olarak, White ve ark. (2003) iklim değişikliğinin Avustralya hayvancılığına olan etkilerini ortaya koymak için yaptıkları simülasyon çalışmasında, artan kene istilası nedeniyle hayvanların canlı ağırlıklarının %18'ini kaybettiğini saptamışlardır. Wittmann ve Baylis (2000) ise genellikle koyun ve bazen de sığır, keçi ve geyikleri etkileyen mavi dil virüsünün ana vektörü olan Iber yarımadasındaki *Culicoides imicola*'nın tepkisini simüle etmek için bir model kullanarak vektörün, küresel düzeyde sıcaklıklardaki ortalama 2 °C'lik bir artışla yoğun şekilde yayılacağını bildirmişlerdir. Bu noktada öngörülen bu yayılmaların hastalık izlemesi ve DNA parmak izi,



genom dizilimi, direnci tanımlama testleri, antiviral ilaçlar, melez yetiştirme sistemleri ve daha birçok teknolojik uygulamalar ile önlenebileceği belirtilmektedir (Thornton, 2009; Perry ve ark. 2013). Bu noktada yeni hastalıkların ortaya çıkmasının, insan ve hayvan arasında yeni bir genetik materyalin ve bunların bulaşabilme olasılığının bir arada kullanılmasını kolaylaştıran bir karıştırma aracı olarak işlev görmesi ihtimali de yüksektir. Bu hastalıklara hayvanların maruz kalması veya etkilenmesinin çeşitli faktörlere bağlılığı, gerçek hastalık riskini tahmin etmeyi zorlaştırmaktadır (Randolph, 2008).

SONUÇ

Sürdürülebilir hayvancılık üretimi çevresel olarak sağlam, ekonomik olarak kârlı ve sosyal olarak kabul edilebilir bir üretimdir ve bunu başarmak için, sürdürülebilir hayvancılık sistemi, çevreye zarar vermeden topluma yeterli gelir sağlarken, insan tüketimi için yeterli sağlıklı gıda üretmeyi hedefler. Sürdürülebilir hayvancılığa etki eden en önemli etkenlerden biri iklim değişikliğidir.

İklim değişikliği hayvan refahını ve verimliliğini doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir. Ortaya çıkan bu durum hayvan ve bitki biyoçeşitliliğinin yanı sıra su kaynağını, yem kalitesini ve miktarını azaltarak hayvancılık sisteminin sürdürülebilirliği için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır, ayrıca parazitler ve vektörlere neden olan hastalıklarla çevresel etkileşimi de teşvik eder. Bugüne kadar özellikle üretim özelliklerine göre hayvanların seçilmesinde gösterilen çaba, bundan sonra kondisyonu iyi olan, sıcak stresine uyum sağlama gibi istenilen fenotipik özellikleri gösteren genotiplere yönelmelidir. Bu noktada kurak bölgelerde yaşayan toplumların geçmişten gelen üretim ve yetiştirme deneyimleri ile kazanılan geleneksel uygulamalara bilimsel yaklaşımlar katarak geleceğe yönelik kazanımlar elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- Ahumada JA, Lapointe D, Samuel MD. 2004. Modeling the population Dynamics of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: culicidae), along an elevational gradient in Hawaii. *Journal of Medical Entomology*, 41 (6): 1157-1170.
- Andeweg K, Reisinger A. 2013. Reducing greenhouse gas emissions from livestock: Best practice and emerging options. *Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases*. New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre.
- Armstrong DV. 1994. Heat Stress Interaction with Shade and Cooling. *Journal of Dairy Science*, 77 (7): 2044-2050.
- Arthur P, Mol J, Oosterveer P. 2015. Certification of Markets, Markets of Certificates: Tracing Sustainability in Global Agro-Food Value Chains. *Sustainability*, 7: 12258-12278.
- Baruch Z, Merida T. 1995. Effects of Drought and Flooding on Root Anatomy in Four Tropical Forage Grasses. *International Journal of Plant Sciences*, 156 (4): 514-521.
- Baumgard LH, Rhoads RP. 2012. Chapter 6: Effects of environment on metabolism. In: Collier RJ, Collier JL (eds) *Environmental physiology of livestock*. Wiley, Inc., Ames, pp 81-100.
- Beede DK, Collier RJ. 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal Animal Science*, 62:543-554.
- Berkes F, Folke C. 1998. Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. Pages: 1-26.
- Bett B, Kiunga P, Gachohi J, Sindato C, Mbotha D, Robinson T, Lindahl J, Grace D. 2017. Effects of climate change on the occurrence and distribution of livestock diseases. *Preventive Veterinary Medicine* 137, Part B, 119-129.
- Bharali S, Khan M. 2011. Climate change and its impact on biodiversity; some management options for mitigation in Arunachal Pradesh. *Current Science*, 101 (7): 855-860.



- Bottje WG, Harrison PC. 1985. Effect of carbonated water on growth performance of cockerels subjected to constant and cyclic heat stress temperatures. *Poultry Science*, 64, 1285-1292.
- CDC. 2018. One Health Basics. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID).
- Chapman SC, Chakraborty S, Drecker MF, Howden SM. 2012. Plant adaptation to climate change-opportunities and priorities in breeding. *Cropland Pasture Science* 63(3) 251-268.
- Chauhan DS, Ghosh N. 2014. Impact of Climate Change on Livestock Production: A Review. *Journal of Animal Research*, 4 (2): 223-239.
- ÇŞB, 2012. Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım ve Gıda Güvencesine Etkileri. Türkiye'nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, 34 s.
- Darnhofer I, Fairweather J, Moller H. 2010. Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 8 (3):186-198.
- De Andrade AN, Rogler JC, Featherston WR, Alliston CW. 1977. Interrelationships between diet and elevated temperature (cyclic or constant) on egg production and shell quality. *Poultry Science*, 56, 1178-1188.
- DeShazer JA, Hahn GL, Xin H. 2009. Chapter 1: Basic principles of the thermal environment and livestock energetics. In: DeShazer JA. (ed) *Livestock energetics and thermal environment management*. ASABE, St. Joseph, MI
- De Rensis F, Scaramuzzi RJ. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow-a review. *Theriogenology*, 60 (6): 1139-1151.
- Donoghue D, Krueger BF, Hargis BM, Miller AM, El Halawani ME. 1989. Thermal stress reduces serum luteinizing hormone and bioassay able hypothalamic content of luteinizing hormone releasing hormone in the hen. *Biology of Reproduction* 41, 419-424.
- Douglass GK. 1984. The meanings of agricultural sustainability. In G.K. Douglass (ed.) *Agricultural Sustainability in a Changing World Order* (pp. 3-29). Boulder, Colorado: West view Press.
- EU. 2012. European Union Sustainable Agriculture for the future we want. (12.06.2019) <https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/events/2012/rio-side-event/brochure>
- FAO. 2007. The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture: in brief, edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling, Rome. <http://www.fao.org/3/a-a1260e.pdf>
- FAWC. 2007. Farm Animal Welfare Council Report on Stockman ship and Farm Animal Welfare. London, UK. (12.06.2019).
- Frase, P. 2017. Dört Gelecek: Kapitalizmden Sonra Hayat. Çeviren: Akın Emre Pilgir. Koç Üniversitesi Yayınları, 123 s.
- Fuquay JW. 1981. Heat Stress as it Affects Animal Production. *Journal of Animal Science*, e 52 (1): 164-174.
- Geraert PA, Gulillaumin S, Leclercg B. 1993. Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? *Br. Poultry Science*, 34, 643-653.
- Githeko AK, Lindsay SW, Confalonieri UE, Patz JA. 2000. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 78: 1136-1147.
- Güney O, Ocak S, Çankaya S. 2009. Effect of Climate Changes on the Oestrus Incidence of Goats under Sub-tropical Climate Conditions of Turkey. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 50 (1): 18-23.
- Hanson JD, Baker BB, Bourdon RM. 1993. Comparison of the effects of different climate change scenarios on rangeland livestock production. *Agricultural Systems*, 41 (4): 487-502.
- Herrero M, Havlik P, McIntre JM, Amanda P, Valin H. 2014. African Livestock Futures: Realizing the Potential of Livestock for Food Security, Poverty Reduction and the Environment in Sub-Saharan Africa. Office of the Special Representative of the UN Secretary General for Food Security and Nutrition and the United Nations System Influenza Coordination (UNSIC), Geneva, Switzerland.
- Hickling R, Roy DB, Hill JK, Fox R, Thomas CD. 2006. The distribution of a wide range taxonomic groups expanding pole words. *Global Change Biol.* 12, 450-455.
- Howden SM, Turnpenny J. 1998. Modelling heat stress and water loss of beef cattle in subtropical Queensland under current climates and climate change. *CSIRO Wildlife & Ecology*.
- IPCC. 2019. The Intergovernmental Panel on Climate Change. www.ipcc.ch/
- (Karl TR, Melillo JM, Peterson TC. 2009. *Global Climate Change Impacts in the United States*. U.S. Global Change Research Programme. Cambridge University Press.
- Knapp JR, Cady RA. 2015. Estimated feed and water requirements to meet global 2050 demand for animal proteins. *Journal of Dairy Science* 98 (E-Supplement 2): 719.
- Koç G, Uzmay A. 2019. The effect of climate change on the cost of dairy farms in Turkey; Case study of Thrace Region. *Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment*, Vol. 18:3, 31-45.
- Mashaly MM, Hendricks GL, Kalama MA, Gehad AE, Abbas AO, Patterson PH. 2004. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. *Poultry Science*, 83 (6): 889-894.
- Mekonnen MM, Hoekstra AYA. 2012. Global Assessment of The Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*, 15: 401-415.
- Miller PC, Sunde ML. 1975. The effects of precise constant and cyclic environmental on shell quality and other performance factors with Leghorn pullets. *Poult. Sci.* 54, 36-46.
- Mitloehner FM, Morrow JL, Dailey JW, Wilson SC, Galyean ML, Miller MF, McGlone JJ. 2001. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 79, 2327-2335.
- Nardone A, Ronchi B, Lacetera N, Ranieri MS, Bernabucci U. 2010. Effects of climate change on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 130, 57-69.
- Nelson GC, Rosegrant MW, Koo J, Robertson R, Sulser T, Zhu T, Ringler C, Msangi S, Palazzo A, Batka M, Magalhaes M, Valmonte-Santos R, Ewing M, Lee D. 2009. Climate Change Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. International Food Policy Research Institute.
- Novero RP, Beck MM, Gleaves EW, Johnson AL, Deshazer JA. 1991. Plasma progesterone, luteinizing hormone concentrations and granulosa cell responsiveness in heat-stressed hens. *Poultry Science*, 70, 2335-2339.
- Orihuela A. 2000. Some factors affecting the behavioral manifestation of estrus in cattle: a review. *Applied Animal Behavior Science*, 70 (1): 1-16.
- OIE. 2011. World Organization for Animal Health. *Terrestrial Animal Health Code*. Chapter 7.1: Introduction to the Recommendations for Animal Welfare. (12.06.2019) http://web.oie.int/eng/normes/mcode/en_chapitre_1.7.1.htm
- Patz JA, Campbell-Lendrum D, Holloway T, Foley JA. 2005. Impact of regional climate change on human health. *Nature* 438: 310-317.



- Peden D, Tadesse G, Misra AK, Ahmed FA, Astatke A, Ayalneh W, Herrero M, Kiwuwa G, Kumsa T, Mati B, Mpairwe D, Wassenaar T, Yimegnuhal A. 2007. Water and livestock for human development. IWMI Books, Reports H040205, International Water Management Institute.
- Perry, BD, Grace D, Sones K. 2013. Current drivers and future directions of global livestock disease Dynamics. PNAS, 110 (52): 20871-20877.
- Polley HW, Briske DD, Morgan JA, Wolter K, Bailey DW, Brown JR. 2013. Climate Change and North American Rangelands: Trends, Projections, and Implications. Rangeland Ecology & Management, 66 (5): 493-511.
- Putney DJ, Mullins S, Thatcher WW, Drost M, Gross TS: 1989. Embryonic development in super ovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperatures between the onset of estrus and insemination. Animal Reproduction Science, 19 (1-2): 37-51.
- Randolph SE. 2008. Dynamics of tick-borne disease systems: minor role of recent climate change. Revue Scientifique et Technique. Office International des Epizooties 27 (2): 367-381.
- Rockström J, Lannerstad M, Falkenmark M. 2007. Assessing the water challenge of a new green revolution in developing countries. PNAS 104 (15): 6253-6260.
- Rojas-Downing MM, Nejadhashemi AP, Harrigan T, Woznicki SA. 2017. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. Climate Risk Management, 16, 145-163.
- Sanz-Saez A, Erice G, Aguirreolea J, Munoz F, Sanchez-Diaz M, Irigoyen JJ. 2012. Alfalfa forage digestibility, quality and yield under future climate change scenarios vary with *Sinorhizobium meliloti* strain. Journal of Plant Physiology, 169 (8): 782-788.
- SCAHAW. 2001. The welfare of cattle kept for beef production. Sanco.C.2/AH/R22/2000. http://europa.eu.int/comm/food/fs/aw/aw/scawah_en.html.
- Scherer T. 2015. What's wrong with My Water? Choosing the Right Test. NDSU Extension Service.
- Shwartz G, Rhoads ML. 2009. Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed Lactating Holstein cows. J Dairy Science, 92:935-942
- Silanikove N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livestock Production Science, 67:1-18.
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, de Haan C. 2006. Livestock's Longshadow: Environmental Issues and Options. FAO, Rome.
- Swingland IR. 2001. Biodiversity, definition of. Encyclopedia of Biodiversity, 1: 377-391.
- Thomas JA, Telfer MG, Roy MG, Preston CD, Greenwood JJD, Asher J, Fox JR, Clarke RT, Lawton JH. 2004. Comparative losses of British butterflies, birds and plants and the global extinction crisis. Science, 303, 1879-1881.
- Thornton P, Herrero M. 2008. Climate change, vulnerability, and livestock keepers: challenges for poverty alleviation. In: Livestock and Global Climate Change conference proceeding, May 2008, Tunisia.
- Thornton PK, van de Steeg J, Notenbaert A, Herrero A. 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): 113-127.
- Turner K, Georgiou S, Clark R, Brouwer, R, Burke J. 2004. Economic valuation of water resources in agriculture. From the sector to a functional perspective of natural resource management. FAO Paper reports No. 27, Rome, Italy. Water and livestock for human development. IWMI Books, Reports H040205, International Water Management Institute.
- UNEP. 2012. United Nations Environment Programme, 2012. Global environment outlook 5: Chapter 5.
- West JW. 1999. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. Journal Animal Science, 77 (Supplement 2):21-35.
- West JW. 2003. Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle Journal of Dairy Science, 86 (6): 2131-2144.
- Weswood CT, Lean IJ, Garvin JK. 2002. Factors Influencing Fertility of Holstein Dairy Cows: A Multivariate Description. Journal Dairy Science, 85:3225-3237.
- White N, Sutherst RW, Hall N, Whish-Wilson P. 2003. The vulnerability of the Australian beef industry to impacts of the cattle tick (*Boophilus microplus*) under climate change. Climatic Change 61: 157-190.
- WHO. 2005. Ecosystems and Human Well-Being, Health Synthesis. A Report of the Millennium Ecosystem Assessment.
- Wittmann EJ, Baylis M. 2000. Climate change: effects on Culicoides-transmitted viruses and implications for the UK. The Veterinary Journal 160 (2): 107-117.
- Wolfenson D, Roth Z, Meidan R. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. Animal Reproduction Science, 60-61: 535-547.
- Wright IA, Tarawali S, Blummel M, Gerard B, Teufel N, Herrero M. 2012. Integrating crops and livestock in subtropical agricultural systems. J. Sci. Food Agric. 92, 1010-1015.
- Yahav S, Goldfeld S, Plavnik I, Hurwitz S. 1995. Physiological responses to chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. J. Therm. Biol. 20, 245-253.
- Zimelman RB, Rhoads RP, Rhoads ML, Duff GC, Baumgard LH, Collier RJ. 2009. Re-Evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows. ARPAS (The American Registry of Professional Animal Scientists), 158-169.