

HAYVANSAL ÜRETİM VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ



EDITÖR
Dr. Öğr. Üyesi Hacer TÜFEKÇİ



HAYVANSAL ÜRETİM VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Hacer TÜFEKÇİ

YAZARLAR

Prof. Dr. Mustafa OLFAZ

Prof. Dr. Uğur BAŞARAN

Doç. Dr. Ertuğrul KUL

Doç. Dr. Mehmet Akif BOZ

Doç. Dr. Şenol ÇELİK

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet UÇAR

Dr. Öğr. Üyesi Bakiye KILIÇ TOPUZ

Dr. Öğr. Üyesi Hacer TÜFEKÇİ

Dr. Öğr. Üyesi Hilal TOZLU ÇELİK

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇAYAN

Dr. Öğr. Üyesi Orhan ERMETİN

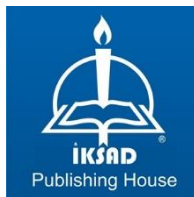
Dr. Öğr. Üyesi Selim BIYIK

Dr. Hulüsi Ozan TAŞKESEN

Arş. Gör. Kadir ERENŞOY

Balıkçılık Teknolojisi Yük. Müh. Erdinç VESKE

Ziraat Yük. Müh. Koray POYRAZ



Copyright © 2022 by iksad publishing house

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law.

Institution of Economic Development and Social Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules. The first degree responsibility of the works in the book belongs to the authors.

Iksad Publications – 2022©

ISBN: 978-625-8213-57-7

Cover Design: Hacer TÜFEKÇİ

October / 2022

Ankara / Türkiye

Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

EDİTÖRDEN ÖNSÖZ

Dr. Öğr. Üyesi Hacer TÜFEKÇİ..... 1

BÖLÜM 1

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ÇİFTLİK HAYVANLARI ÜZERİNE ETKİLERİNİN AZALTILMASINDA İŞLETMELERDE UYGULANABİLECEK YÖNTEMLER

Dr. Öğr. Üyesi Hacer TÜFEKÇİ

Dr. Öğr. Üyesi Hilal TOZLU ÇELİK

Prof. Dr. Mustafa OLFAZ..... 3

BÖLÜM 2

KÜRESEL ISINMANIN KÜÇÜKBAŞ HAYVANLARDA YAVRU GELİŞİMİ VE YAŞAMA GÜCÜNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Hilal TOZLU ÇELİK..... 25

BÖLÜM 3

KOYUN-KEÇİ YETİŞTİRİCİLİĞİ VE İKLİM DİRENCİ

Dr. Öğr. Üyesi Hacer TÜFEKÇİ..... 45

BÖLÜM 4

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MERALAR ÜZERİNDE ETKİLERİ: TESPİT VE ÖNERİLER

Prof. Dr. Uğur BAŞARAN..... 73

BÖLÜM 5

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HAYVAN BESLEMEDE KULLANILAN YEM KAYNAKLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇAYAN..... 99

BÖLÜM 6

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SÜT SIĞIRCILIĞI: REFAH, SÜT VERİMİ VE ÜREME PERFORMANSI

Doç. Dr. Ertuğrul KUL..... 121

BÖLÜM 7

KÜRESEL ISINMA VE MANDA YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Orhan ERMETİN..... 147

BÖLÜM 8

TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MANDA SÜTÜ ÜRETİMİNE ETKİSİ VE GELECEĞE DÖNÜK TAHMİNLER

Dr. Öğr. Üyesi Bakiye KILIÇ

Doç. Dr. Şenol ÇELİK..... 163

BÖLÜM 9

KANATLI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ALTERNATİF ÜRETİM SİSTEMLERİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Arş. Gör. Kadir ERENŞOY

Doç. Dr. Mehmet Akif BOZ..... 191

BÖLÜM 10

ALTERNATİF KANATLI TÜRLERİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet UÇAR..... 209

BÖLÜM 11

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SU KANATLILARI ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Mehmet Akif BOZ..... 229

BÖLÜM 12

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN KANATLI HAYVANLARIN BESLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Hulüsi Ozan TAŞKESEN..... 247

BÖLÜM 13

KANATLI HAYVANLARIN BESLENMESİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Hulüsi Ozan TAŞKESEN..... 275

BÖLÜM 14

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BAL ARISI (*Apis mellifera* L.) ÜRÜNLERİ VE YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Selim BIYIK..... 299

BÖLÜM 15

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIM, HAYVANCILIK VE SU ÜRÜNLERİNE ETKİLERİ

Ziraat Yük. Müh. Koray POYRAZ

Balıkçılık Teknolojisi Yük. Müh. Erdinç VESKE..... 325

Ekim / 2022

ÖNSÖZ

Tarımsal üretim büyük oranda iklime dayanmaktadır. Bilimsel deliller iklim değişikliğinin, gezegendeki yaşam üzerinde artan bir etki oluşturduğunu işaret etmektedir ve bu etki, dünyanın farklı bölgelerine göre farklı şekillerde görülebilmektedir. İklim değişikliği sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesi karşısındaki en önemli problem olmanın yanında insanoğlunun geleceği için de önemli bir tehdit unsurudur. Hayvansal üretim kapsamında ve özellikle dünyanın beslenme ve geçim kaynakları noktasında hayati önem taşıyan bölgeler üzerinde geniş kapsamlı sonuçları olacaktır. Bu etkiler hayvancılık sistemlerinin savunmasızlığını arttırırken, 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 oluşturacaktır. Hayvansal üretimde ise bunun en önemli etkileri üretimin miktar ve kalitesinde azalmalar, hastalık ve zararlılara hassasiyetin artması, üreme döngüsünün değişmesi, doğumda kayıplar, yemin ürüne dönüşümünde gerileme olarak sıralanabilir.

Hayvancılık sistemlerinde iklim değişikliğinin olası etkilerini önlemek büyük ölçüde bu süreçte yer alan bileşenlerin etkileşimlerine bağlıdır. Hayvansal üretimin sürdürülebilir sistemlere dönüştürülmesi iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya önemli ölçüde katkı sağlayabilir. Hem insani hem de sürdürülebilir küresel gıda üretimini sağlamak için özel ve bölgesel politikalar oluşturmak gereklidir. Bu kitap hayvansal üretim alanında yeni yaklaşımlar geliştirmeyi hedefleyen, karşılaşılan sorunlara sunulabilecek sürdürülebilir çözüm önerilerini akademik bakış açısıyla değerlendiren çalışmalardan oluşturulmuştur.

“Hayvansal Üretim ve İklim Değişikliği” kitabına emek veren tüm akademisyenlerimize, bu alanda araştırmalar yürüten, mesleki deneyimleri ve destekleriyle kitabımıza katkı sağlayan değerli bilim insanlarımıza, yayınlanma aşamasında desteği ve emeği geçen İksad Yayınevi çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Hacer TÜFEKÇİ

BÖLÜM 1

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ÇİFTLİK HAYVANLARI ÜZERİNE ETKİLERİNİN AZALTILMASINDA İŞLETMELERDE UYGULANABİLECEK YÖNTEMLER

Dr. Öğr. Üyesi | Hacer TÜFEKÇİ^{1*}

Dr. Öğr. Üyesi | Hilal TOZLU ÇELİK²

Prof. Dr. | Mustafa OLFAZ³

^{1*} Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Yozgat, Türkiye.
hacer.tufekci@bozok.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-2272-4088

² Ordu Üniversitesi, Ulubey Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Ulubey, Ordu,
Türkiye. hilalcelik@odu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-9744-7719

³ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 55139 Atakum,
Samsun, Türkiye. molfaz@omu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-0975-3469

GİRİŞ

Dünyada gıda, enerji ve üretim temelli sektörlere olan talep artarak devam etmekte ve aynı zamanda daha yüksek kapasiteli üretim sistemlerinin kurulmasını ve entegre üretim faaliyetlerine yönelimi arttırmaktadır (Şahin ve Avcıoğlu, 2016). Bu faaliyetlerin artması ile dünyanın yüzey ısısında 2100 yılında 3.5°C artış olması ve bu artışın iklim değişikliklerine önemli etkilerinin olabileceği tahmin edilmektedir (Yörük ve Şahinler, 2013).

Gelişmekte olan ülkelerdeki tarımla uğraşan insanların dünya nüfusunun önemli bir kısmını (yaklaşık yarısı) oluşturduğu düşünüldüğünde iklim değişikliğinin insan refahına ne derece etki edebileceği daha iyi anlaşılabilir olacaktır. Ayrıca dünya yoksul nüfusunun da yaklaşık %75'i kırsal alanlarda yaşamaktadır. Bu nedenle tarımsal üretim ve gıda güvenliği iklim değişikliği ile önem derecesini arttırarak daha da ön plana çıkmaktadır (IFPRI, 2009; Akalın, 2004). İklim değişikliği; canlı türleri ve sağlığı, bitki örtüsü, yağış, sıcaklık, deniz seviyesi, kıyı alanları, sosyo-ekonomik yapı gibi pek çok sektör ve alanı etkilemektedir (Batan ve Toprak, 2015). İklim değişikliği, ürünün miktarını ve kalitesini, üretimin güvenilirliğini ve hayvansal üretimin bağlı olduğu doğal kaynak tabanını etkilemektedir. İklim, tarımsal verimliliğin önemli bir faktörüdür. Değişen iklimin dünya genelindeki hayvansal üretim sistemleri üzerinde ciddi etkilerinin olması kaçınılmazdır (Sejian vd., 2015a). İklim değişikliğinin özellikle hayvan yetiştiriciliği üzerinde, sıcaklık stresi, süt ve et üretimi ve kalitesinin düşmesi, büyüme ve döl veriminin azalması, hastalıkların yaygınlaşması gibi doğrudan etkileri ve yem bitkileri ve suyun bulunabilirliğinin azalması gibi dolaylı olumsuz etkileri bulunmaktadır. Çeşitli iklim senaryoları ve projeksiyonlarda gelecekte tarımsal üretimin azalacağı ve küresel gıda güvenliği açığının artacağı öngörülmektedir (Cline, 2007; Malik vd., 2015; Koç ve Uzman, 2016). Dünya yüzeyinde hava sıcaklığının artmasıyla iklim değişmekte hayvan ve bitkilerin yaşam döngüleri etkilenmektedir. Bu süreçten böceklerde etkilenmekte, özellikle insan beslenmesinde ve bitki tohumlarının meyveye dönüşmesinde önemli etkisi olan arıların yaşamı da olumsuz etkilenebilmektedir (Yörük ve Şahinler, 2013).

Hayvansal üretim, farklı biçimde iklim değişikliğinden olumsuz etkilenirken, ürettiği sera gazı emisyonları ile iklim değişikliğini de etkilemektedir. Tarımsal sera gazı emisyonunun büyük bölümünü üreten hayvansal üretim uygulamaları sebebiyle ortaya çıkan emisyonun %65'inin

büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinden kaynaklı olduğu dikkati çekmektedir (Malik vd., 2015; Koç vd., 2016; Kalonya, 2022).

Değişen iklim senaryolarında hayvansal üretimin sürdürülebilmesi hassasiyetle üzerinde durulması gereken bir konudur. Hayvansal üretim sistemleri ve iklim değişikliği arasında oldukça kapsamlı ve karmaşık bir ilişki söz konusudur, bu sistemler değerlendirilirken gelecekte diğer sektörlerde uyum içerisinde olmasına da dikkat edilmelidir. Şekil 1’de iklim değişikliğinin çiftlik hayvanları üzerindeki etkisi, uyum ve azaltılması kavramları Sejian vd. (2015a)’den uyarlanarak verilmiştir.



Şekil 1. İklim değişikliği ve çiftlik hayvanları üzerindeki etkisi, uyum ve azaltılması

İklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkilerine karşı mücadelede birbiri ile bağlantılı iki yol izlenmektedir. İlki, iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarının hafifletilmesi anlamına gelen azaltım yani sera gazı emisyonlarının azaltılması politikalarıdır. İkincisi ise iklim değişikliğine uyum politikalarıdır (IPCC, 2001; Akalın, 2004). Hayvancılık sektörü ile iklim değişikliği arasındaki ilişki, hayvancılık sektöründeki uyum yaklaşımlarını büyük ölçüde etkilemektedir (Havlik vd., 2014).

Hayvansal üretimden kaynaklanan sera gazı emisyonları (Şekil 2), doğal olarak hayvan popülasyonu büyüklüklerine bağlıdır, çünkü hayvancılık doğrudan veya dolaylı olarak emisyonların kaynağıdır (Koneswaran ve Nierenberg, 2008). N₂O emisyonunun %65'ini, CH₄ emisyonunun %35-40'ı ve CO₂ emisyonunun %9'unu oluşturan hayvansal üretim küresel ısınmayı etkilemektedir (Steinfeld vd., 2006; Koyuncu ve Akgül, 2018).



Şekil 2. Çiftlik hayvanları ile ilgili sera gazı kaynakları (Sejian vd., 2015b)

Yem bitkileri için gübre üretiminde yanan fosil yakıtlar yılda 41 milyon metrik ton CO₂ yayabilir (Steinfeld vd., 2006). Çoğunlukla mısır ve soya fasulyesinden oluşan çiftlik hayvan yemi yetiştirmek için çok miktarda yapay azotlu gübre kullanılır. Bu gübrenin çoğu fosil yakıt enerjisine bağlı fabrikalarda üretilmektedir (Steinfeld vd., 2006). Endüstriyel tesislerdeki enerji kullanımları, daha küçük ölçekli, kapsamlı veya meraya dayalı çiftliklerden önemli ölçüde farklıdır. Endüstriyel tesisler için harcanan fosil yakıtlara yılda ek olarak 90 milyon ton CO₂ salınabilir. Bu tesislerde yem bitkileri üretiminde tarım makinelerini çalıştırmak için kullanılan fosil yakıtların yanı sıra; işlemler için kullanılan enerjinin büyük bir kısmı ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerine gitmesine rağmen, yarısından fazlası özellikle tohum, herbisit ve pestisit üretmek için yem mahsulü üretimi için harcanmaktadır (Steinfeld vd., 2006). Çiftlik hayvanları ve hayvansal üretim tesisleri, yem bitkileri yetiştirmek için kullanılan arazi de dahil olmak üzere mevcut tüm tarım arazilerinin üçte ikisinden fazlasını kullanarak gezegenin kara yüzeyinin üçte birini kaplar. Ormanların yok olması, arazi bozulması, toprak işleme ve çölleşme, hayvancılık sektörünün arazi kullanımından kaynaklanan CO₂ emisyonlarından sorumludur (Haan vd., 1997; Koneswaran ve Nierenberg, 2008).

Ruminant hayvanlar için metan (CH₄) üretimi önemli ve normal bir süreçtir. Ruminant hayvanların sindirim sisteminde meydana gelen fermantasyon sonucunda metan gazı ortaya çıkmakta ve doğaya salınmaktadır. Fermantasyon sırasında üretilen hidrojeni (H₂) metanojenler enerji kaynağı olarak kullanır (Janssen, 2010), bu da CH₄ oluşumuna neden olur. Metanın yaklaşık %89-90'ı rumende yem fermantasyonu sonucu olarak üretilerek ağız ve burun tarafından dışarı atılır (Önel vd., 2021). Araştırmaların metan emisyonunu azaltma stratejileri üzerine yoğunlaşmalarının önemli bir sebebi metan gazının sindirim sisteminden atılması ile kaybedilen enerjidir. Yemle alınan brüt enerjinin %2-12'si fermantasyon sonucu oluşan metan gazının doğaya salınımı ile kaybedilmektedir (Johnson ve Johnson, 1995; Meral ve Biricik, 2013). Yetişkin bir sığırın rasyonundaki kuru madde alımına bağlı günlük ortalama 250-500 litre/gün, koyunların ise ortalama 20-55 litre/gün metan ürettiği belirlenmiştir ki açığa çıkan bu gazın enerji karşılığı ortalama 3500-4000 kcal'ye denk gelmektedir (Eckard vd., 2010). Çizelge 1'de türlere göre küresel üretim, emisyonlar ve emisyon yoğunluğu değerleri verilmiştir.

Çizelge 1. Türler için küresel üretim, emisyonlar ve emisyon yoğunluğu (Gerber vd. (2013); Opio vd. (2013); Macleod vd. (2013))

Türler	Üretim (Milyon ton)		Emisyon (Milyon ton CO ₂ -eq)		Emisyon Yoğunluğu (kg CO ₂ -eq/kg ürün)	
	Süt	Et	Süt	Et	Süt	Et
Süt Sığırısı	508.6	26.8	1419.1	490.9	2.8	18.4
Et Sığırısı	-	34.6	-	2345.9	-	67.8
Toplam	508.6	61.4	1419.1	2836.8	2.8	46.2
Süt Mandası	115.2	2.4	389.9	40.4	3.4	16.6
Et Mandası	-	0.95	-	139.9	-	143.9
Toplam	115.2	3.4	389.9	180.2	3.4	53.4
Koyun	8.0	7.8	67.4	186.9	8.4	24.0
Keçi	11.9	4.8	62.4	112.5	5.2	23.5
Toplam	20.0	12.6	129.4	299.4	6.5	23.8
Domuz	-	110.2	-	668	-	6.1
Toplam	-	110.2	-	668	-	6.1
	Yumurta	Et	Yumurta	Et	Yumurta	Et
Tavuk	58.0	72	217	389	3.7	5.4

1. BESLEME UYGULAMALARI

Hayvancılık işletmelerinde dengesiz beslenme oldukça yaygın görülen bir durumdur. Dengesiz rasyonlarla beslenen hayvanlardan daha yüksek maliyetlerle daha az verim elde edilir ve daha fazla metan üretimine neden olur. Ayrıca dengesiz beslenme hayvan sağlığını, elde edilen ürünleri, döl verimini ve çevreyi olumsuz etkilediğinden hayvan rasyonlarının dengelenmesi metan oluşumunu azaltmak için pratik bir yaklaşımdır (Garg ve Sherasia, 2015).

Ruminant hayvanlara sunulan yem türü metan üretimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Moumen vd., 2016). Ruminant hayvanlardan kaynaklanan enterik metan emisyonları ile ilgili yapılan çalışmalar, yem alımı ile CH₄ salınımı arasında ters bir ilişki olduğunu göstermektedir; bu durum yenen yemden ve birim hayvansal üretimden kaynaklanan CH₄ emisyonlarını azaltmak için bir fırsat sağlar (Şekil 3). Rumen fermantasyonu üzerinde

rasyonun kaba yem/konsantre yem oranı etkilidir (Hammond vd., 2013). Yemlerin öğütülmesi ve peletlenmesi (yemlerin artan geçiş hızı) metan üretimini önemli ölçüde azaltabilir (Moss vd., 2000).

Düşük veya yüksek kaliteli kaba yemlerin enerji ve protein takviyeleri ile desteklenmesinin mikrobiyal verimliliği ve sindirilebilirliği arttırdığı bilinmektedir (Martin vd., 2010). Düşük kaliteli kaba yemlerin iyileştirilmesi, üretkenliği artırmak ve dolayısıyla birim ürün başına metan emisyonlarını azaltmak için iyi seçenektir (Moumen vd., 2016). Ruminantların rumen ve hayvan verimliliğini optimize etmek için metan azaltıcı besleme stratejileri, hayvan üretkenliğini ve çevresel sürdürülebilirliği geliştirmek için bir önceliktir (De Vries ve De Boer, 2010; Beauchemin vd., 2011; Capper ve Buaman, 2013; Moumen vd., 2016). Rasyonların düzenlenmesi ve çeşitli parametrelere etkisi Garg ve Sherasia (2015)'den uyarlanarak Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Rasyonların düzenlenmesi ve çeşitli parametrelere etkisi

Rasyona yağ ilavesi rumen metanogenezisini baskılamak için umut verici bir besleme alternatifidir (Sejian vd., 2011). Ruminant hayvanların rasyonlarına yağların eklenmesi, CH₄ emisyonunu in vitro olarak %80'e kadar ve in vivo olarak yaklaşık %25 oranında azaltabilir (Singh, 2010). Rasyonlara hindistan cevizi çekirdeği, pamuk tohumu ve ayçiçeği tohumu gibi yağ bitkilerinin dahil edilmesi, potansiyel olarak bir enterik metan azaltma besleme stratejisi olarak kullanılmaktadır (Chuntrakort vd., 2014; Manasri vd., 2012). Emziren süt ineklerine %5 kuru madde düzeyinde eklenen keten tohumu yağı, günlük gram metanda %55,8'lik bir azalma ile sonuçlanmıştır (Martin vd., 2008).

Yapılan bazı çalışmalarda; rasyona bakteriyosin (bakteriyosin üreten bakteriler) ilavesi metan formunda kaybolan karbon miktarını azaltarak yem verimliliğini artırdığı bildirilmiştir (Lee vd., 2002). Patra ve Yu (2013) yaptıkları çalışmada defaunasyon yani protozoonların rumenden uzaklaştırılması, metan üretimindeki düşüşlerle ilişkilendirilmiştir. İyonoforlar performansı artırmak için ruminant hayvanların rasyonlarında yaygın olarak kullanılan antimikrobiyallerdir (Hook vd., 2010). Guan vd., (2006) yaptıkları çalışmada rasyona monensin ilavesinin metan salınımını azalttığını bildirmiştir.

Yapılan çalışmalar sekonder metabolitlerin (saponin, tanen, uçucu yağlar vb.) rasyona ilavesinin rumende metan üretimini engelleme potansiyeline sahip olduğu ve kimyasal yem katkı maddelerine alternatif olarak kabul edilebileceğini göstermektedir (Kobayashi, 2010; Martin vd., 2010). İklim değişikliğinin etkisinde hayvanlarda üretimin artırılması için kullanılan yemlerin kalitesi, mera ve otlak alanların miktar ve kalitesinin yanısıra sığağa dayanıklı bitki deseninin geliştirilmesi ön plana çıkmaktadır. Beslemeye dayalı hastalıklar ve tarımsal atıkların kalitesi ve yemlerin sindirilebilirliği teknolojik uygulamalar ile iyileştirilebilir (Durmuş ve Koluman, 2019).

Yemlere katılacak yem katkı maddelerinin (iyonoforlar, probiyotikler, propiyonat üretimini teşvik edici maddeler olan fumarik ve malik asit) metan üretimini azaltacağı bildirilmektedir (Meral ve Biricik, 2013).

Yapılan bir araştırmada yumurtacı bıldırcınlarda sıcaklık stresinin canlı ağırlık, yem tüketimi ve yumurta verimini olumsuz etkilediği, serum parametrelerinde değişikliklere yol açtığı ve plazma MDA (Malondialdehit) düzeyini artırdığı; yeme krom (Cr) ve çinko (Zn) ilavesinin, sıcaklık stresi oluşturulan bıldırcınlarda azalan yem tüketimi, canlı ağırlık ve yumurta

verimini olumlu yönde etkilemediği, Cr'un serum glikoz, trigliserit ve total kolesterol düzeylerindeki değişimleri düzeltebileceği ve özellikle plazma MDA düzeyini olumlu yönde etkileyebileceği bildirilmiştir (Şentürk ve Uyanık, 2016).

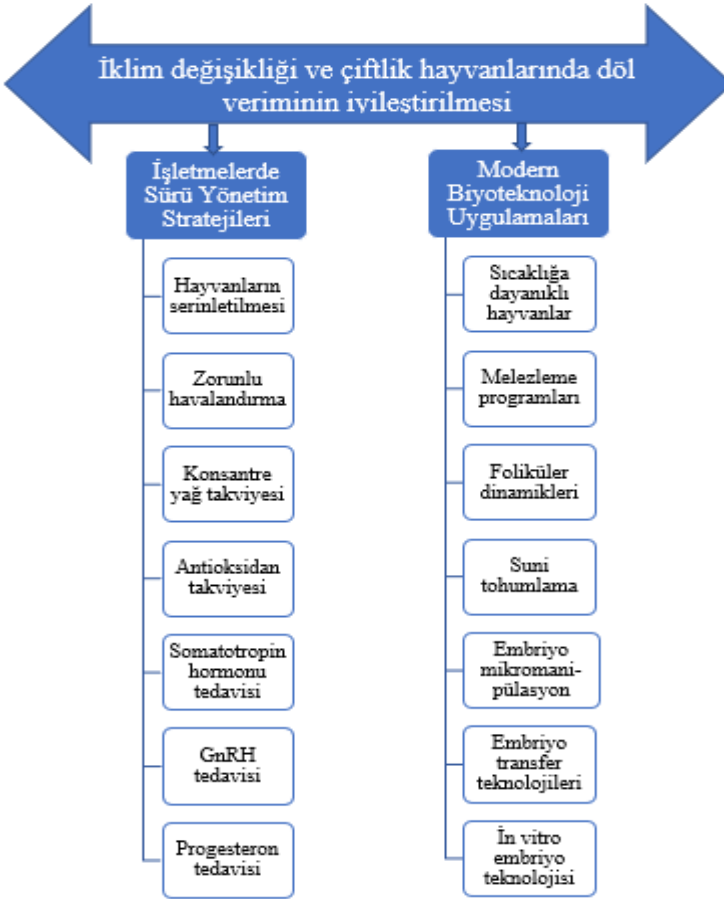
Hayvanlarda beslenme yetersizlikleri, sıcaklıklardaki değişiklikler, soğuk, kalabalık, gürültü ve taşınma gibi stres unsurları, vücudun bağışıklığını düşürerek hastalıklara yatkın hale getirir. Stres durumunda vitamin ve minerallere ihtiyaç artar. Özellikle C ve E vitamin ihtiyacı artabilir. Hücre zarına bağlı olan E vitamini, immun yanıtları tetikleyen ve düzenleyen kompleks hücre-hücre etkileşimlerinde önemli bir rol oynar. Bu vitaminler antioksidan etkisi ile stres durumunda serbest radikallerin oluşumunu önleyerek patojen hücrelerin yok edilmesini sağlar (Altınar vd., 2017). Bu nedenle yemlere vitamin ilavesi yapılarak sıcaklık stresinin etkileri azaltılabilir. Kaba yemlerin bir miktar ıslatılması sıcaklık artışının olduğu dönemlerde yem tüketiminin düşmesini önleyebilir (Alkoyak ve Çetin, 2016).

2. DÖL VERİMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Çiftlik hayvanlarında iklim değişikliği ve özellikle sıcaklık artışı, üretimi (büyüme, et ve süt verimi ve kalitesi, yumurta verimi, ağırlığı ve kalitesi) olduğu kadar üreme performansını, metabolik ve sağlık durumunu ve bağışıklık sistemini de olumsuz etkiler. Sıcaklık stresi sebebiyle ortaya çıkan üreme verimsizliği, döllenecek oositin ve ortaya çıkan embriyonun yeterliliğini azaltarak yumurtalık fonksiyonunda ve embriyonik gelişimde değişikliklere neden olur. Bir hayvanın çevresel stresle başa çıkma yeteneği, folikülogenezisin manipülasyonu, hormonal değişiklikler, seçici üreme ve embriyo transfer tekniklerinin uygulanması yoluyla üremenin stratejik yönetimi şeklinde geliştirilebilir. Hayvan türlerinde ısıya dayanıklı ırkların seçilerek üreme programlarıyla yavru elde edilmesi, sıcaklık stresiyle mücadele için iyi bir strateji olabilir. Bununla birlikte, maksimum faydayı elde etmek için beslenme yönetimi, barınak yönetimi ve üreme stratejilerini içeren önlemlerin kombinasyonu ile sıcaklık stresinin etkisi azaltılabilir (Chandra vd., 2015)

İklim değişikliği hayvanların sağlıklarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Özellikle sıcaklık ve nem değişimleri vektör ve parazit hastalıkların görülme sıklığını artırabilir (Sholtz vd., 2013; Koyuncu ve

Nageye, 2020). Üreme üzerinde sıcaklığın etkileri; döl veriminin düşmesi, östrüs tespit zorluğu, gebelik oranında düşme, artan vücut sıcaklığından dolayı uterusa gelen kan miktarında azalmadan dolayı uterus içi sıcaklıkta artış ve dölllenme oranında düşme, embriyonik gelişmenin yavaşlaması ve doğan yavru sayısı ve yaşama gücü olumsuz etkilenebilir (Nardone vd., 2010). İklim değişikliğinin bal arılarında koloni kayıplarına, su kaynaklarında ve vejetasyonda azalmalara, bal arısı düşmanları için uygun ortamlar oluşmasına neden olabileceği tahmin edilmektedir (Yörük ve Şahinler, 2013). İklim değişikliği ve çiftlik hayvanlarında döl veriminin iyileştirilmesi için farklı stratejiler Chandra vd. (2015)'den uyarlanarak Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. İklim değişikliği ve çiftlik hayvanlarında döl veriminin iyileştirilmesi için farklı stratejiler

3. SICAKLIK STRESİNİ AZALTMA UYGULAMALARI

Küresel ısınmanın olası etkileri ister kademeli bir ısınma isterse de sıcak dönemlerin sıklığı şeklinde olsun önlemler alınmadığı takdirde çiftlik hayvanlarında verimliliği düşürecektir (Berman, 2019). Yüksek sıcaklık hayvan refahını olumsuz etkiler ve hayvanların strese girmesine neden olur. Bu durum hayvanlarda, endokrin, bağışıklık ve sinir sistemini olumsuz yönde etkileyerek, hayvanın yaşam süresi, kalitesi, verim düzeyi gibi parametreler olumsuz etkilenir. Stres altındaki hayvanlarda birçok hormonun etkilendiği fizyolojik bir değişim söz konusudur. Bu kapsamda büyüme hormonu, üreme hormonları, böbrek üstü bezi hormonları, tiroid hormonları ve pankreas hormonlarının salgılanmasında artış ya da azalış gerçekleşir (Durmuş ve Koluman, 2019).

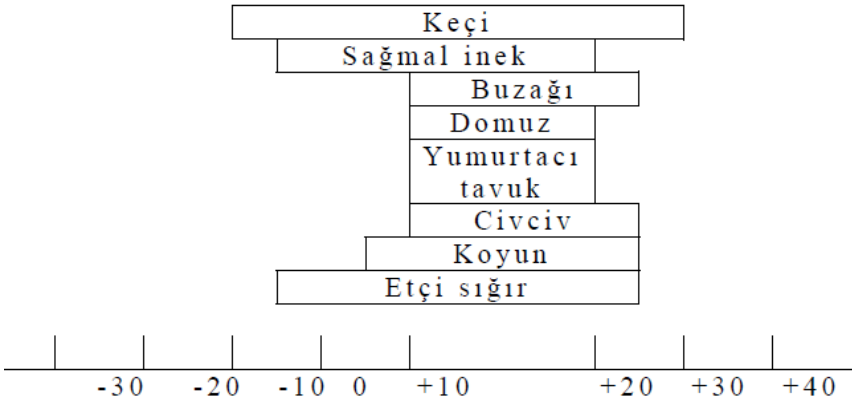
Çiftlik hayvanlarından en yüksek verimin alınabilmesi yetiştirilen hayvan türüne göre içinde bulunduğu çevrenin sıcaklık ve nem değerleri ile yakından ilişkilidir. Her türde optimum üretim için konfor bölge sıcaklık değerleri farklı olduğu gibi (Şekil 5) türler içi yaş ve dönemlerde de sıcaklık hassasiyeti farklıdır (Jhonson, 1987).

Hava sıcaklığının arttığı dönemlerde hayvanlarda terleme artar, ancak mandalarda terleme daha az olur. Vücuttan terle birlikte potasyum (K) atılmaktadır. Aldosteron hormonu böbrek süzgeçlerini etkilediği için sodyumun idrarla atılması azalır, potasyum atılması kolaylaşır. Sodyum/potasyum oranı arttıkça nabız hızla yükselir (Değirmencioğlu, 2020). Sıcaklık artışı ile hayvanların sağlığı olumsuz etkilenmekte özellikle süt veren hayvanlarda meme bezi enfeksiyonlarının görülme sıklığı artmaktadır (Koyuncu ve Akgül, 2018). Mandalarda sıcaklık stresini azaltmada çamurda yuvarlanma dışında vücut ısısını düşürmede, duş alma ve gölgelenme isteği artabilmektedir. Bunun için havuz, duş sistemi kullanılabilir. Özellikle hava sıcaklığı 33°C'nin üzerinde olduğunda yemliklerin bulunduğu yerlerde fanlar ya da serinletici sistemlerin kullanılması yem tüketiminde düşmenin önüne geçebilir. Ayrıca barınaklarda yeterli havalandırma (doğal ve mekanik havalandırma) ile küf ve bakteri gelişimi önlenabilir (Değirmencioğlu, 2020).

Sıcaklık stresinin etkilerini azaltmada hayvanların yeterli su tüketebilmesini sağlamak fayda sağlar. Özellikle yemliklere yakın yerde, serbest olarak temiz su temini ve su tanklarının gölgelik alanda bulundurulması gerekmektedir (Alkoyak ve Çetin, 2016; Göncü ve Gökçe, 2021). Sıcaklık

stresi etkisini belirlemek amacıyla buzağuların serum ve kolostrumlarında gamma-immunoglobulin (IgG) miktarına bakılması önerilmektedir. Meralarda sağım alanı gölgelikli olmalı ve hayvanlar sıcakta fazla yürütülmemelidir (Karaca, 2021). Yemleme serin saatlerde yapılmalıdır (Kutlu ve Şahin, 2017).

Hayvan işletmelerinde gölgeliklerin sabit veya taşınabilir olarak kullanılması rektal sıcaklığın ve terleme oranının artmasını önleyebilir. Gölgelikte, bulunan hayvan başına 3.53-3.71 m² alana ihtiyaç vardır. Hayvanların gölgelikte birbirine yakın olması ısı artışına neden olabilir. Çatı yapımındaki malzemeler de ve çatı altına konulacak izolasyon malzemeleride güneş ışığının etkisini artırıp azaltabilir (Alkoyak ve Çetin, 2016; Göncü ve Gökçe, 2021). Barınak ve gölgelik yapımında kullanılacak malzemelerin ısı izolasyonunu sağlayacak şekilde seçilmesine önem verilmelidir.



Şekil 5. Optimum üretim için türlere göre sıcaklık sınırları (Jhonson, 1987)

Keçiler yaklaşık 5.0 kg CH₄/baş/yıl metan gazı üretir (Monteiro vd., 2018; Van Thu, 2018). Hayvancılık sektöründen kaynaklı sera gazı emisyonununun %65'i sığıır, %9'u manda, %6.5'u küçükbaş hayvanlardan, %8'i tavuk üretiminden kaynaklanmaktadır (Koyuncu ve Akgün, 2018).

Sera gazı emisyonlarını azaltmak için yapılan çalışmalarda doğru ve etkin sürü yönetimi, kaliteli yem kaynaklarının kullanımı, hayvanların verimlerinin artırılmasına yönelik genetik çalışmalarda üzerinde yoğunlaşılması vurgulanmaktadır (Forabosco ve Negrini, 2019). Sera gazı üretiminin azaltılmasında meralarda metan, nitritoksit emisyonunu en aza indireyecek ve karbondioksit tutacak yem bitkilerinin üretiminin teşvik edilmesi ve mera

kapasitesinin dikkate alınarak kontrollü otlatmanın yapılması dikkate alınmalıdır (Koluman Darcan ve Daşkiran, 2010).

Hayvanlarda barınak inşaatında bölgenin topoğrafik yapısı ve iklim koşulları dikkate alınarak planlama yapılmalıdır (Taşkın vd., 2015; Değirmencioğlu, 2020).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hayvansal üretim sistemlerinin iklim değişikliğine duyarlı olduğu ve aynı zamanda da katkıda bulunduğu düşünüldüğünde, iklim değişikliği, dünyadaki hayvancılık sektörünün gelişimi için giderek daha zorlu bir süreç olma potansiyeline sahiptir. Değişen iklim koşullarında hayvansal üretimin iyileştirilmesi, mevcut tarımsal yayım sistemlerinin güçlendirilmesi, uyum, azaltma ve iyileştirme stratejilerini de içeren sürdürülebilir stratejilerin geliştirilebilmesi için multidisipliner çalışmalara ihtiyaç vardır (Şekil 6). Ayrıca yapılacak olan bu çalışmalarda bölgesel, ulusal ve uluslararası paydaşlar arasında iş birliği yapılması, hayvansal üretimde süreklilik sağlanması açısından bir zorunluluktur.



Şekil 6. Değişen iklim şartlarında sürdürülebilir hayvancılık için öncelikli araştırma alanları (Sejian vd., 2015c)

Meraların korunması ve etkin kullanımının sağlanması hayvansal üretimi olumlu yönde etkileyecektir. Hayvan barınaklarının yapısal durumu sıcaklık artışlarına yönelik tasarlanmalıdır (iklimlendirme sistemleri).

Sıcaklık stresi yollarıyla ilişkili çeşitli genleri tanımlamak için çip bazlı mikrodizi veya yeni nesil dizileme (NGS) verileri kullanılarak elde edilen verileri doğrulamak için gelişmiş moleküler biyolojik teknikler kullanılabilir. Hücresel ve moleküler belirteçler tanımlanarak, yetiştirme programları ile iklime dirençli ırkların yetiştirilmesi sağlanabilir (Sejian vd., 2019).

Hayvancılık işletmelerinde kullanılacak enerji için yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş enerjisi, rüzgâr panelleri) kullanılmasına özen gösterilmelidir. Kullanılacak su kaynağı olarak yağmur suyu toplama sistemleri işletmelere dâhil edilmelidir.

Hayvanların gezinti ve otlatma alanlarında gölgelik alanların bulundurulmasına özen gösterilmelidir. Isı stresinin etkilerini azaltmada C ve E vitamin takviyesi uygulamaları hayvanlarda olumsuz etkileri azaltabilir.

KAYNAKÇA

- Akalın, M. (2014). İklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkileri: bu etkileri gidermeye yönelik uyum ve azaltım stratejileri. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2: 351-357.
- Alkoyak, K., Çetin, O., (2016). Süt sığırlarında sıcaklık stresi ve korunma yolları. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi, 5(1): 40-55.
- Altıner, A., Atalay, H., Bilal, T. (2017). Bir antioksidan olarak E vitamini. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(3): 149-157. doi: 10.5505/bsbd.2017.47450.
- Batan, M., Toprak, Z. F. (2015). Küresel iklim değişikliğinin olumlu etkileri ve bu etkilerin iklim değişikliğine uyum kapsamında değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 6(2): 93-102.
- Beauchemin, K.A., Janzen, H.H., Little, S.M., McAllister, T.A. and McGinn, S.M. (2011). Mitigation of green house gas emissions from beef production in western Canada-evaluation using farm-based life cycle assessment. Animal Feed Science and Technology, Special issue, Vols. 166–167, pp.663-677.
- Berman, A. (2019). An overview of heat stress relief with global warming in perspective. Int. J. Biometeorol, 63: 493-498.
- Capper, J.L. and Bauman, D.E. (2013). The role of productivity in improving the environmental sustainability of ruminant production systems. The Annual Review of Animal Biosciences, 1(9): 1-21.
- Chandra, V., Sejian, V., Sharma, G.T. (2015). Strategies to improve livestock reproduction under the changing climate scenario. In: Sejian V, Gaughan J, Baumgard L, Prasad C, editors. Climate change impact on livestock: adaptation and mitigation. New Delhi (India): Springer, 425-439.
- Chuntrakort, P., Otsuka, M., Hayashi, K., Takenaka, A., Udchachon, S. and Sommart, K. (2014). The effect of dietary coconut kernels, whole cottonseeds and sunflower seeds on the intake, digestibility and enteric methane emissions of Zebu beef cattle fed rice straw based diets. Livestock Science, 161(3): 80-89.
- Cline, W. R. (2007). Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country. Peterson Institute, 250.

- De Vries, M. and De Boer, I.J.M. (2010). Comparing environmental impacts for livestock products: a review of life cycle assessments. *Livestock Science*, 128(1-3): 1-11.
- Değirmencioğlu, T. (2020). Mandalarda [Bubalus bubalis (Linnaeus, 1758)] termal stresin azaltılma olanakları. *Anadolu, J. of AARI*, 30(1): 117-123. doi: 10.18615/anadolu.727123.
- Durmuş, M., Koluman N. (2019). Impacts of stockbreeding on global warming. *Journal of Environmental Science and Engineering B*, 8, 223-229. doi:10.17265/2162-5263/2019.06.003.
- Forabosco, F., Negrini, R. (2019). Improvement of economic traits and reduction of greenhouse gas emissions in sheep and goats in Central Asia. *Mitig Adapt Strateg Glob Change*, 24, 129-146. doi:10.1007/s11027-018-9801-4.
- Garg, M.R. and Sherasia, P.L. (2015). Ration balancing: A practical approach for reducing methanogenesis in tropical feeding systems. In: Sejian V, Gaughan J, Baumgard L, Prasad C, editors. *Climate change impact on livestock: adaptation and mitigation*. New Delhi Springer, 285-301.
- Gerber, P. J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijk-man, A. Falcucci, and G. Tempio. (2013). *Tackling Climate Change through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Göncü, S., Gökçe, G. (2021). Süt sığırcılığında sürdürülebilirlik için sıcak koşullarda alınacak önlemler. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 4(1): 68-87.
- Guan, H., Wittenberg, K.M., Ominski, K.H. and Krause, D.O. (2006). Efficacy of ionophores in cattle diets for mitigation of enteric methane. *Journal of Animal Science*, 84 (7): 1896-1906.
- Haan C, Steinfeld H, Blackburn H. 1997. *Livestock and the Environment: Finding a Balance*. Brussels: European Commission Directorate-General for Development. <http://www.fao.org/docrep/x5303e/x5303e00.htm> (Erişim tarihi: 24.03.2022).
- Hammond, K.J., Burke, J.L., Koolaard, J.P., Muetzel, S., Pinares-Patiño, C.S. and Waghorn, G.C. (2013). Effects of feed intake on enteric methane emissions from sheep fed fresh white clover (*Trifolium repens*) and

- perennial ryegrass (*Lolium perenne*) forages. *Animal Feed Science and Technology*, 179(1-4): 121-132.
- Havlik, P., Valin, H., Herrero, M., Obersteiner, M., Schmid, E., Rufi no MC, Mosnier, A., Thornton, P.K., Böttcher, H., Conant, R.T., Frank, S., Fritz, S., Fuss S, Kraxner, F., Notenbaert, A. (2014). Climate change mitigation through livestock system transitions. *Proc Natl Acad Sci.*, 111(10): 3709-3714.
- Hook, S.E., Wright, A-D.G. and McBride, B.W. (2010). *Methanogens: Methane producers of the rumen and mitigation strategies*, 11pp., Archaea Hindawi Publishing Corporation, New York, USA, Article ID 945785, doi:10.1155/2010/945785.
- IPCC. (2001), *Mitigation, Adaptation and Climate Change Impacts*, Cambridge Universty Press, Cambridge.
- Jhonson, H.D. (1987). *Bioclimates and Livestock*, World Animal Sci., Elsevier, Publ No: B5.
- Johnson, K.A., Johnson, D.E. (1995). Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.* 73, 2483-2492.
- Kalonya, D. H. (2022). İklim değişikliği azaltım ve uyum süreçlerinde mera alanlarının önemi. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1): 128-157.
- Karaca, C. (2021). Hatay iklim koşullarında süt sığırı yetiştiriciliğinde ısı stresinin alansal dağılımı ve uygulanacak tedbirler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3): 801-807. doi: 10.37908/mkutbd.1004986.
- Kobayashi, Y. (2010). Abatement of methane production from ruminants: trends in the manipulation of rumen fermentation. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences*, 23(3): 410-416.
- Koç, G., ve Uzman, A. (2016). İklim değişikliğinin süt sığırcılığı üzerindeki etkilerinin gıda güvenliği ve ekonomik açıdan değerlendirilmesi, *Tarım Ekonomisi Dergisi* 22(2): 29-35.
- Koluman Darcan, N., Daşkıran İ. (2010). Keçi yetiştiriciliğinin küresel iklim değişimine adaptasyonu ve etkileri azaltmaya yönelik stratejiler. *Ulusal Keçicilik Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 24-26 Haziran, syf: 60-67. ISBN 978-605-4222-06-3/100.
- Koneswaran, G., Nierenberg, D. (2008). *Global farm animal production and global warming: Impacting and mitigating climate change.*

- Environmental Health Perspectives, 116(5): 578-582. doi:10.1289/ehp.11034.
- Koyuncu, M., Akgün, H. (2018). Çiftlik hayvanları ve küresel iklim değişikliği arasındaki etkileşim. Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, 32(1): 151-164.
- Koyuncu, M., Nageye F.İ. (2020). İklim değişikliğinin sürdürülebilir hayvancılığa etkileri. J. Anim. Prod., 61(2): 157-167. doi:10.29185/hayuretim.673145.
- Kutlu, H. R., Şahin, A. (2017). Kanatlı beslemede güncel çalışmalar ve gelecek için öneriler. Hayvansal Üretim, 58(2): 66-79.
- Lee, S.S., Hsu, J.T., Mantovani, H.C. and Russell, J.B. (2002). The effect of bovicin HC5, a bacteriocin from Streptococcus bovis HC5, on ruminal methane production in vitro. FEMS Microbiology Letters, 217(1): 51-55.
- Malik, P. K., Bhatta, R., Takahashi, J., Kohn, R., ve Prasad, C. S. (Eds.). (2015). Livestock Production and Climate Change, CABI Climate Change Series: 6, 395.
- Manasri, N., Wanapat, M. and Nawanukraw, C. (2012). Improving rumen fermentation and feed digestibility in cattle by mangosteen peel and garlic pellet supplementation. Livestock Science, 148(3): 291-295.
- Martin, C., Morgavi, D. and Doreau, M. (2010). Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. Animal, (3): 351-365.
- Martin, C., Rouel, J., Jouany, J.P., Doreau, M. and Chilliard, Y. (2008). Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. Journal of Animal Science, 86(10): 2642-2650.
- Meral, Y., Biricik, H. (2013). Ruminantlarda Metan Emisyonunu Azaltmak için Kullanılan Besleme Yöntemleri. VII. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi (Uluslararası Katılımlı), 26-27 Eylül 2013, Ankara, Poster Bildiriler.
- Monteiro, A.L.G., da Fonseca Faro A.M.C., Peres M.T.P., Batista R., Poli C.H.E.C., Villalba J.J. (2018). The role of small ruminants on global climate change. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 40, e43124. doi:10.4025/actascianimsci.v40i1.43124.

- Moss, A.R., Jouany, J.P. and Newbold, J. (2000). Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales De Zootechnie*, 49(3): 231-253.
- Moumen, A., Azizi, G., Chekroun, K. B. & Baghour, M. (2016). Te effects of livestock methane emission on the global warming: a review. *Int. J. Global Warm.* 9, 229-253.
- 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 Sci.*, 130, 57-69.
- Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B. & Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains-A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Önel, S. E., Aksu, T., Alaşayan, S., (2021). Ruminantlarda Enterik Metan Emisyonunu Azaltma Stratejilerinde Tanenlerin Rolü ve Önemi. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(2): 127-138.
- Patra, A.K. and Yu, Z. (2013). Effects of coconut and fish oils on ruminal methanogenesis, fermentation, and abundance and diversity of microbial populations in vitro. *Journal Dairy Science*, 96(3): 1782-1792.
- Sejian, V, Hyder, I., Ezeji, T., Lakritz, J., Bhatta, R., Ravinda, J. P., Prasad, C., Lal, R., (2015b). Global Warming: Role of Livestock: In: Sejian V, Gaughan J, Baumgard L, Prasad C, editors. *Climate change impact on livestock: adaptation and mitigation*. New Delhi: Springer, 141-169.
- Sejian, V., Bagath M., Krishnan G., Rashamol V.P., Pragna P., Devaraj C., Bhatta R. (2019). Genes for resilience to heat stress in small ruminants: A review. *Small Ruminant Research*, 173, 42-53. doi:10.1016/j.smallrumres.2019.02.009.
- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Baumgard, L. H., Prasad, C. S., Lal, R. (2015c). Conclusions and Researchable Priorities. In: Sejian V, Gaughan J, Baumgard L, Prasad C, editors. *Climate change impact on livestock: adaptation and mitigation*. New Delhi (India): Springer, 491-510.
- Sejian, V., Lakritz, J., Ezeji, T. and Lal, R. (2011). Forage and flax seed impact on enteric methane emission in dairy cows. *Research Journal of Veterinary Sciences*, 4(1): 1-8.

- Sejian, V.; Bhatta, R.; Soren, N.M.; Malik, P.K.; Ravindra, J.P.; Prasad, C.; Lal, R. (2015a). Introduction to Concepts of Climate Change Impact on Livestock and Its Adaptation and Mitigation. In: Sejian V, Gaughan J, Baumgard L, Prasad C, editors. Climate change impact on livestock: adaptation and mitigation. New Delhi (India): Springer, 1-23.
- Singh, B. (2010). ‘Some nutritional strategies for mitigation of methane emissions’, in International Conference on Physiological Capacity Building in Livestock Under Changing Climate Scenario, Physiology and Climatology division, Indian Veterinary Research Institute, Izatnagar, 243122, Uttar Pradesh, India, 11–13 November, 142-158.
- 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.
- Şahin, G., Avcıoğlu, A.O. (2016). Tarımsal üretimde sera gazları ve karbon ayak izi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 12(3): 157-162.
- Şentürk (Gültekin), M., Uyanık, F. (2016). Yumurtacı bıldırcınlarda oluşturulan ısı stresinde krom ve çinkonun bazı kan parametrelerine etkileri. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 13(1): 38-49.
- Taşkın, A., Şahin, A., Camcı, Ö., Erener, G. (2015). Kanatlılarda anti-stres uygulamalarında yeni yaklaşımlar. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(7): 571-576.
- Van Thu, N. (2018). Climate change: Goat production and greenhouse gases mitigation - A review. The 4th International Asian-Australasian Dairy Goat Conference 17-19 October, 2018. Syf.: 37-47. ISBN: 978-604-60-2807-9.
- Yörük, A., Şahinler, N. (2013). Küresel ısınmanın bal arıları üzerine olası etkileri. Uludağ Arıcılık Dergisi, 13 (2): 79-87.

BÖLÜM 2

KÜRESEL ISINMANIN KÜÇÜKBAŞ HAYVANLARDA YAVRU GELİŞİMİ VE YAŞAMA GÜCÜNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi | Hilal TOZLU ÇELİK^{1*}

^{1*} Ordu Üniversitesi, Ulubey Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Ulubey, Ordu, Türkiye. hilalcelik@odu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-9744-7719

GİRİŞ

Koyun yetiştiriciliğinde koyunlar üzerinde stres meydana getiren birçok etki mevcuttur. Bunlar, veterinerlik işlemleri (aşılama, cerrahi müdahale, tedavi ve kan testleri), hayvan yetiştirme uygulamaları (sütten kesim, kırkım, tırnak kesimi, numaralama), küresel ısınma sebebiyle olumsuz hava koşulları (aşırı sıcak ve soğuk), su ve yem kaynaklarındaki değişimden dolayı yetersiz beslemedir (Hartung, 2003; Hristov vd., 2012). Stres, canlılarda fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere neden olur (Hartung, 2003). Hayvanlar değişen çevre koşullarına karşı fizyolojik olarak tepki verirler. Bunlar, vücut sıcaklığı, T3, T4 hormon düzeylerinde, solunum ve nabız sayısında değişim olarak görülebilir (Yorulmaz ve Altın, 2015). Hayvanlarda meydana gelebilecek stresi en aza indirmek hayvan sağlığı ve et kalitesi açısından önemlidir. Bu, dolaylı olarak yetiştiricinin ekonomik kayıplarını önleyecektir (Hartung, 2003; Altınçekiç ve Koyuncu, 2010).

Son yıllarda küresel ısınma etkileri ile iklimsel değişiklikler meydana gelmekte, bu durum tüm canlıları etkilemektedir. Canlılarda çevre koşullarına uyum sağlamada ve metabolik dengelerini sağlamada tiroit hormonlarının değişimi rol oynamaktadır. Keçilerde çevre sıcaklığı arttıkça T3 ve T4 hormon seviyelerinin düşük çıkması metabolizmanın yavaşlatılıp, enerji üretiminin azaltıldığına göstergesidir (Koluman vd., 2013). Yorulmaz ve Altın (2015) tarafından yapılan araştırmada Karya koyunlarında genel T3 hormon seviyesi 2.95 ng/ml olarak belirlenmiş, hava sıcaklığının T3 hormonunu etkilediği, soğukta daha fazla arttığı tespit edilmiştir.

Koyunlarda rektal sıcaklık ve nabız sayısı sıcaklık stresini belirlemede kullanılan parametrelerdendir. Karya toklularında yapılan çalışmada Şubat, Mart, Mayıs ve Haziran ayı nabız sayısı sırasıyla 108.4, 115.7, 101.8, 83.2 adet/dk, rektal sıcaklık sırasıyla 39.57, 39.53, 39.18, 39.23°C olarak belirlenmiştir (Yorulmaz ve Altın, 2015). Bu çalışmada sıcak aylarda nabız sayısında düşme olduğu görülmektedir. Sıcaklığın artması metabolizmayı yavaşlatmakta, nabız düşmekte ve yem yeme isteği azalmaktadır. Nem ile birlikte sıcaklığın artması hayvanlar üzerinde mevcut sıcaklık etkisinin daha fazla olmasına sebep olmaktadır. Karya toklularında yapılan çalışmada iklimsel verilere göre Haziran ve Eylül aylarında sıcaklık ve nem değerlerinin koyunlarda sıcaklık stresine neden olabileceği yönündedir (Yorulmaz ve Altın, 2015).

Yavruların tüm vücut organlarının uterus dışında uyum sağlama süreci kritik bir süreçtir. Kuzu ve oğlaklarda doğumdan sonraki ilk 24 saat içinde ve yaşamın ilk haftasında gerçekleşen dinamik homeostatik süreçler vardır. Bu dönemde fizyolojik olarak değerlendirilmede solunum fonksiyonu ve asit-baz dengesi ile ilgili kısmi karbondioksit basıncı (pCO_2), kısmi oksijen basıncı (pO_2), bikarbonat konsantrasyon (HCO_3) ve toplam karbondioksit (TCO_2) parametreleri kullanılmaktadır (Piccione vd., 2006).

Yavru ölümlerinin hemen hemen yarısı doğumdan süttten kesim dönemine kadar ki süreçte gerçekleşir. Ölüm, doğumun zor olması, açlık, hipotermi, ağrı ve yaralanmanın yanısıra bulaşıcı hastalıklar ve anneden ayrılmadan kaynaklı stresten kaynaklanabilmektedir (Dwyer, 2008; Mellor ve Stafford, 2004). Solunum güçlüğü olan kuzularda halsizlik, daha yavaş emme, anne yavru ilişkisi zayıf durumdadır. Ek olarak, yenidoğan kuzu ve oğlaklar doğumda immünojenik olarak saftırlar ve bu dönemde bulaşıcı hastalıklara karşı savunmasız durumdadırlar. Çünkü immünojenik küçükbaş hayvan plasentasını geçemez. Bu nedenle yenidoğan yavruların enfeksiyona karşı pasif bağışıklık sağlamaları için yeterli kolostrum almaları yaşama gücünü etkileyen önemli bir uygulamadır. Kuzu ölümlerinin sebeplerinden biri de düşük doğum ağırlıdır. Doğum ağırlığı düşük yavrularda halsizlik, emme güçlüğü, enfeksiyon ve hastalık riski, vücut ısısının korunamamasına neden olur. Anaç koyunların gebelik döneminde iyi bakılması, uygun doğum bölmelerinin sağlanması, doğum sonrası kuzu bakımı ile ölüm oranları azaltılabilir (Dwyer, 2008). Yavrunun doğumdan sonra kolostrumu yeterli düzeyde alması meme emmesini kolaylaştırarak vücut ısısını korumasını sağlayacaktır. Suffolk ve Blackface kuzularında doğum ağırlığı düşük olanların vücut ısılarının düşük olduğu bildirilmektedir (Dwyer ve Morgan, 2006). Annesine zayıf bağlanmış veya doğum ağırlığı düşük olan bir kuzu, yeterli süt ememekten dolayı açlık çekebilir; bu daha sonra yeterli ısı üretmemesine ve dolayısıyla hipotermiye yol açabilir. Bununla birlikte, vücut ısısını koruyamayan kuzu da memeyi etkili bir şekilde arayamaz (Dwyer ve Morgan, 2006).

Küçükbaş hayvan yetiştirmede yavru ölümleri, hayvan refahının belirlenmesinde önemli parametrelerdendir. Yavru ölümleri, anada meme bezlerinin boşalmaması ve kaygı ile sonuçlanabilir (Dwyer, 2008). Bütün çevresel etmenler küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde önemli etkiye sahiptir.

Özellikle küresel ısınma ile iklim değişikliğinin etkileri ana yavru ve büyüme performansı bakımından birbirleriyle ilişkisi kuvvetlidir.

1. KÜÇÜKBAŞ HAYVANLARDA OPTİMAL ÇEVRE KOŞULLARI

Çevresel faktörler, canlıların yaşamsal faaliyetlerinin devamlılığında önemli etkiye sahiptirler. Abdel Khalek ve Khalifa (2004) tarafından yenidoğan oğlak ve kuzularda termoregülatuar mekanizmaların (rektal sıcaklık, deri sıcaklığı, kulak sıcaklığı, oksijen tüketimi, ısı üretimi, solunum hızı) belirlenmesi için yapılan araştırmada Ocak-Mart aylarında maksimum değerlerin saat 12:00-14:00 arasında ve minimum değerlerin ise saat 05:00-07:00 arasında ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Meteorolojik veriler, 12:00 - 14:00 (maksimum sıcaklık), ortam sıcaklığının (14.8°C - 22.8°C) ve sıcaklık-nem indeksi (THI) (58.4 - 69.5)'in termonötral bölge içinde olduğunu ortaya koymuş, 05:00 – 07:00 (minimum sıcaklık) arasında ise, yenidoğan kuzular ve oğlaklar için soğuk stres aralığına karşılık gelen değerlerin 9.6 - 15°C ve 52.5 - 58.6 olarak belirtilmiştir. Sonuçlar, gece boyunca soğuk stresi altında olan kuzularda önemli bir değişiklik meydana gelmediği, rektal sıcaklığın oğlaklarda kuzulara göre önemli ölçüde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre kuzuların oğlaklara göre soğuğa toleransının yüksek olduğu söylenebilir. Aynı çalışmada geceleri kuzularda ısı üretiminde azalma olmasına rağmen, maksimum ve minimum sıcaklıklarda oğlaklarda ısı üretimi kuzulara göre önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur. Yenidoğan oğlaklarda kuzulara göre daha yüksek ölüm oranlarının ana nedenleri kuzulara göre daha düşük metabolizma hızı ve daha yüksek ısı kaybıdır. Bu nedenle oğlaklar kış gecelerinde soğuk stresine dayanma güçleri düşüktür (Abdel Khalek ve Khalifa, 2004). Oğlaklarda kuzulara göre daha düşük kahverengi yağ dokusu, ısı üretimi ve ısı yalıtım kalitesi bakımından kuzulara kıyasla soğuğa karşı daha hassas olmalarına neden olabilir. Ayrıca oğlaklarda daha zayıf tiroid tepkisi, soğuk intoleransını açıklayabilir (Abdel Khalek ve Khalifa, 2004).

Koyun ve keçi yetiştiriciliği genellikle yarı göçer olarak yapılmaktadır. Kıyı kesimlerde hava sıcaklığının artmaya başladığı dönemlerde yaylalara göç edilmektedir. Deniz seviyesinden yüksek rakımlı yaylalara göç hayvanlarda hipoksiyaya neden olabilmektedir. İklim değişikliğinin etkisinde artan sıcaklık,

ani hava değişimi ve yükselti etkisi gebelik süresince embriyo/fötal kayıplar, uterus içi büyümenin sınırlandırılması ve doğum ağırlığında azalma gibi etkilere sebep olmaktadır (Jensen ve Moore, 1997). Bu nedenle stres etkilerini azaltıcı uygulamalar ön plana çıkmaktadır.

2. KÜRESEL ISINMANIN ETKİSİNDE GEBELİK DÖNEMİ VÜCUT REZERVLERİNDEKİ DEĞİŞİM

Küresel ısınmanın etkisiyle mevcut yem ve su kaynaklarında değişiklikler koyun ve keçilerde yetersiz beslenmeye neden olabilmektedir.

Kuzu doğum ağırlığı ve yenidoğan kuzunun davranışı, doğumdan önce ve gebeliğin çok erken döneminde etkili olabilen bir dizi faktörden etkilenebilir. Ananın gebelik öncesi ve sırasındaki durumu ve beslenmesi ile plasenta yeterliliği, fetüsün büyümesini etkileyebilir (Robinson vd., 1999; Greenwood ve Bell, 2003) ve ayrıca doğumda yavru canlı ağırlığının düşmesine neden olabilmektedir (Dwyer, 2003; Dwyer vd., 2005). Gebelik sırasında zayıf olan veya gebelik sırasında aşırı miktarda vücut yağı kaybeden koyunların, düşük doğum ağırlıklı kuzulara sahip oldukları ve bu koyunların, doğumdan sonra kuzularını yalamak için daha az zaman harcadıkları ve kuzularına daha az bağlı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca bu koyunlarda kuzularını terk etme ve ilgilenmeme davranışı daha fazla görülebilmektedir (Dwyer, 2003). Ankara keçilerinde yapılan bir çalışmada gebeliğin 137. günün de canlı ağırlıktaki her 10 kg'lık artış için, yavru doğum ağırlığının 0.3 kg arttığı, ana canlı ağırlığının, oğlak doğum ağırlığı ile pozitif olarak ilişkili olduğu bildirilmiştir (McGregor, 2016).

Gebeliğin ilk aylarında fetal büyüme için mutlak besin gereksinimi azdır, ancak fetal metabolik aktivite ve spesifik büyüme hızı yüksektir. Bu nedenle, besin tedarikinin, plasental büyümeyi etkilemesi sebebiyle ananın vücut rezervlerinin yeterli olması gerekmektedir. Hücre bölünmesinin erken evrelerinde embriyonun endokrin ortamı üzerindeki beslenme etkileri, doğumdan sonraki büyümeyi değiştirebilir. Embriyonik ve fetal yaşamın kritik dönemleri sırasında besin tedarikindeki değişiklikler, yenidoğan sağkalımını ve yetişkin performansını etkileyen büyüme ve gelişimsel değişikliklere neden olabilmektedir. Bu etkileri programlayan besin maddelerinin belirlenmesi ve bunların etki tarzlarının anlaşılması ile kuzu ve oğlaklarda yaşama gücü

arttırılabilir. Bunun için etkili besleme ve yönetim stratejilerinin belirlenmesi önemlidir ve bu uygulamalar ile hayvanların üretim için gerçek genetik potansiyellerini ifade etmeleri sağlanabilecektir. (Robinson vd., 1999). Gebeliğin ilk döneminde yetersiz beslenen koyunların yavrularının, yetişkin olduklarında, yeterince beslenmiş hayvanlardan elde edilen kuzulardan daha fazla strese duyarlı olduğu bildirilmiştir (Erhard vd., 2004). Gebelikte annenin yetersiz beslenmesinin kuzu refahı üzerindeki diğer etkilerine ek olarak, hayvancılık işletmesinde yapılan uygulamalara daha fazla tepki verdikleri belirlenmiştir (Dwyer, 2008).

3. GEBELİK DÖNEMİNDEKİ ETKİLERİ

Koyun ve keçinin normalde 145-150 günlük gebelik süresi vardır. Plasental büyümenin önemli aşaması, gebeliğin ilk aşamasıdır ve fetal büyümenin çoğu, gebeliğin ikinci trimesterinden doğana kadar gerçekleşir (Yates vd., 2011; McGregor 2016). Küçükbaş hayvan çalışmalarında ilk trimesterden itibaren 50 - 80 gün boyunca çevresel hipertermi, fetal büyümeyi ve doğum ağırlığını olumsuz etkileyebilir (Galan vd., 2001). Bu nedenle, kronik soğuk ve sıcaklık faktörleri gebelikte yavrunun gelişimini etkileyebilir (Luo vd., 2020). Fetal büyüme soğuk iklimlerde plasental gelişimin erken ve son dönemini etkilerken sıcak iklimlerde fetal büyümenin önemli bir bölümünü etkileyebilir (Luo vd., 2020). Küresel ısınmayla meydana gelen iklimsel değişikliklerin gebelik süresine etkileri üzerine daha fazla araştırma yapılmalıdır.

4. DOĞUM AĞIRLIĞINDAKİ DEĞİŞİMLER

Kronik soğuk ortam düşük doğum ağırlığı ile yakından ilişkilidir. Subtropikal soğuk ortamın keçi doğum ağırlığını düşürmede önemli bir rol oynayabileceği öne sürülmüştür. Temmuz ve Ağustos ayı doğan yavruların doğum ağırlığı Haziran ve Ekim ayında doğan yavrulara göre %15 daha düşük bulunmuştur. Bu bulgular, çevresel sıcaklık stresinin intrauterin büyüme kısıtlamasına neden olduğunu göstermektedir (Luo vd., 2020).

Kuzu ve oğlaklarda doğum ağırlığı, cinsiyet, doğum tipi ve ana etkisi yavru ölümlerine etki etmektedir. Yüksek veya düşük sıcaklık ve nem ile karakterize edilen subtropikal muson iklimi, yenidoğan hayvanlar için soğuk

ve sıcak stresine neden olabilir, bu da doğum ağırlığı ve hatta sütten kesim öncesi ölüm oranını artırabilir. Bununla birlikte, oğlaklarda büyüme performansı, soğuk ve sıcak iklim ortamlarından etkilenir. Yapılan bir araştırmada, Çin'in güneybatısında yer alan Chongqing'de sıcaklık, nem, sıcaklık-nem indeksi (THI) verileri toplanmış, keçilerde (n=530) doğum ağırlığı ve ölüm oranı belirli aylarda (Temmuz 2011-Haziran 2016) ölçülmüştür. Bu araştırma sonucunda, soğuk aylarda (Ocak ve Şubat, ortalama sıcaklık $< 10^{\circ}\text{C}$ ve $\text{THI} < 56$) ve sıcak aylarda (Temmuz ve Ağustos, ortalama sıcaklık $> 29^{\circ}\text{C}$ ve $\text{THI} > 76$) ortalama doğum ağırlıkları diğer aylara kıyasla (Haziran ve Ekim, ortalama sıcaklık = $16\text{-}25^{\circ}\text{C}$ ve $\text{THI} = 61\text{-}75$) anlamlı olarak daha düşük ($P < 0.05$) bulunmuştur. Doğumdan sonraki 1. ayda meydana gelen maksimum sütten kesim öncesi ölüm oranı $\%16.17 \pm \%2.56$ olarak bulunmuştur. Aynı araştırma sonucunda doğum ağırlığının yıllık ortalamadan ($2.09 \pm 0.54 \text{ kg}$) $\%20$ daha düşük olduğunda, ölüm oranının $\%46$ 'ya kadar önemli ölçüde arttığı bildirilmektedir ($P < 0.01$) (Luo vd., 2020). Ek olarak, soğuk ve sıcak iklimler sırasıyla doğumdan sonraki 1. ay ve 2.-4. aylarda ölüm oranlarını artırmıştır. Doğumdan sonra yavrularda ölüm oranlarının artmasında önemli etkenlerden biri hava sıcaklığının düşük olması, diğeride zayıf doğum ağırlığına sahip olmaktır. Bu olumsuz etkilerden kaçınmak için keçilerde gebelik ve oğlak yetiştirmede uygun sıcaklığın $16\text{-}26^{\circ}\text{C}$ ve $\text{THI} 61\text{-}75$ aralıklarında sağlanması önerilmektedir (Luo vd., 2020).

5. SÜTTEN KESİM VE 1 YAŞ CANLI AĞIRLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Sütten kesim öncesi ve sütten kesim sonrası büyümede yavaşlama ve sütten kesim ağırlığının düşük olması küçükbaş hayvanlarda düşük et üretkenliğinin ve ekonomik kaybın birincil nedenlerindedir. Bu nedenle, uygun ırkların ve melezlerinin kullanılması ve besleme stratejilerinin geliştirilmesi ile keçi ve koyunlarda et üretimi artırılabilir. Doğumdan sütten kesime kadar olan büyüme özellikleri ve sütten kesim sonrası büyüme performansı büyük ölçüde genotipe bağlıdır. Ancak doğum ağırlığı ve doğum sonrası ananın yavruyu besleme kabiliyeti, sağlık koruma uygulamaları, besleme stratejileri ve çevresel iklim parametreleri sütten kesim ve sonrası büyümeyi etkileyebilmektedir. Oğlak ve kuzular canlı ağırlıklarına uygun

oranda beslendiğinde sütten kesim ağırlığı ve sütten kesim sonrası canlı ağırlık olumlu etkilenecektir. Bu nedenle, keçi ve koyun yetiştiriciliğinde sütten kesim öncesi beslenme, istenen sütten kesim ağırlıkları ve sütten kesim sonrası büyüme oranları için kritik öneme sahiptir (Assan, 2020). Ankara keçilerinde yapılan araştırmada oğlakların doğum ağırlığının sütten kesim ağırlığını önemli düzeyde etkilediği bildirilmiştir (Synman, 2010). Yapılan bir araştırmada koyunlarda cinsiyet, doğum sayısı, bir batında doğan yavru sayısı ve mevsimin ($P<0.05$) ortalama doğum ağırlığını önemli ölçüde etkilediğini, doğum tipinin 90 günlük ağırlığını, doğumdan sütten kesime kadar günlük canlı ağırlık artışını ve 120 günlük ağırlığını etkilediği bildirilmektedir. Benzer şekilde mevsimin de 30 ve 120 gün ağırlıklarını önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir ($P<0.05$) (Talore, 2009). Aynı araştırmada keçilerde cinsiyet dışındaki tüm sabit faktörlerin ($P<0.05$) ortalama doğum ağırlığını önemli ölçüde etkilediğini, doğum tipi ve mevsimin 30, 60, 90. gün ağırlıklarını ve doğumdan sütten kesime kadar günlük canlı ağırlık artışını etkilediği bildirilmiştir (Talore, 2009). Kuzu ve oğlaklarda sütten kesim ve sonrası dönemde canlı ağırlığa etki eden faktörler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Kuzu ve oğlaklarda sütten kesim ve sonrası dönemde canlı ağırlığa etki eden faktörler (Assan, 2020)

Oğlak/kuzu cinsiyeti
Doğum ağırlığı
Doğum tipi
Anne ile yavru ilişkisi
Doğum sırası
Ana yaşı
Anaların ağırlığı
Ana vücut kondisyon skoru
Annenin gebelik, emzirme döneminde ve oğlak/kuzunun sütten kesim dönemine kadar beslenmesi

6. KÜRESEL ISINMANIN FARKLI DÖNEMLERDE YAŞAMA GÜCÜNE ETKİLERİ

Neonatal dönem doğumdan sonra hayata adaptasyon süreci olarak tanımlanabilir (Piccione vd., 2007). Yavru yaşama gücüne doğum ağırlığı, genetiği, annelik yeteneği ve ana süt verimi, olumsuz çevresel veya beslenme

koşulları, hastalıklar ve yırtıcı hayvanlar vb. gibi faktörler etki etmektedir (Synman, 2010). Soğuk stresi yenidoğan oğlak ve kuzularda ölüm oranlarının yükselmesine neden olan bir etkidir. Bu etkinin iklim koşulları, çevresel yetersizlikler ve diğer faktörlere atfedilen çok yönlü faktörlerin etkisi altında olduğu söylenebilir (Abdel Khalek ve Khalifa, 2004).

Soğuk stresi daha yaygın olmasına rağmen, genç kuzular da sıcaklık stresine karşı savunmasızdır ve yüksek sıcaklıklarda artan solunum hızı, düzensiz solunum ve apne dönemleri görülebilir (Riesenfeld vd., 1996). Ankara keçisi oğlaklarında doğum ağırlığı düşük olanlarda ölüm oranı daha fazla gerçekleşmiştir (McGregor, 2016). Yenidoğan yavruların rüzgâr ve yağmurdan korunması için barınaklarda bakımın yavruların yaşama gücüne olumlu etki ettiği bildirilmektedir (McGregor, 2016). Başka bir araştırmada Ankara keçilerinde süttan kesim öncesi ölüm oranı ortalama %11.5 (%8.6-%16.5) ve erkek oğlaklarda dişilere göre ölüm daha fazla görülmüştür. Yavru ölüm oranını etkileyen en önemli sorunların yırtıcı hayvanlar, emzirme konusunda yardıma ihtiyaç duyan, sütü az ya da hiç olmayan ve yavrularını terk eden keçilerden kaynaklandığı bildirilmiştir. Son üç neden meme sorunları ile birleştirildiğinde süttan kesim öncesi ölümlerin %35.7'si bu nedenlere bağlı bulunmuştur. Yavru doğum ağırlığı, cinsiyet ve doğum tipinin süttan kesim öncesi ölüm oranı üzerinde önemli etkisi olduğu bildirilmiştir. Tek doğanda en düşük ölüm oranı (%10) görülmüş, bunu ikiz doğanlar (%13) ve üçüz doğanlar (%22) takip etmiştir. En düşük ölüm oranı ana yaşı ve ırka bağlı olarak canlı ağırlığı 3-5 kg olan oğlaklarda görülmüştür. Ölüm oranlarında büyük farklılıklara rağmen sürüde süttan kesim öncesi ölüm oranı için 0.04 ± 0.01 kalıtım derecesi tahmin edilmiştir (Synman, 2010). Bu açıdan değerlendirildiğinde genetik yapıdan çok çevre etkilerinin yavru yaşama gücünde etkili olduğu söylenebilir.

Yenidoğan mortalitesi, doğumdan sonraki ilk 3-7 gün içinde ölüm olarak tanımlanır, ancak ölümlerin çoğu ilk 1-2 gün içinde meydana gelir. Tropikal iklime sahip olmayan bölgelerde hipotermiden kaynaklı yavru ölümleri görülebilmektedir. Kuzularda vücudun yün ile kaplı olması, oğlaklarda kıl ile kaplı olması soğuğa karşı yalıtım görevi görmesi nedeniyle diğer türlere göre avantaj sağlamaktadır. Doğuma yardım etmek, yenidoğan yavrularda ölüm oranını %25'in altına indirebilir (Mellor ve Stafford, 2004). Yapılan bir araştırmada doğumdan sonraki 1. aydaki ölüm oranı 2.- 4. aylardan daha yüksek

bulunmuş, bu da doğumdan 2. aya kadar ki süreçte oğlakların daha savunmasız olduğunu göstermektedir. Ek olarak, aynı çalışmada iklimsel etkiler değerlendirilmiş, soğuk ortamın 1. ayda ölüm oranını önemli ölçüde artırabileceği bildirilmiştir. Ancak 2-4 ay arası oğlakların sıcak iklime daha duyarlı oldukları da bildirilmektedir. Sıcaklık etkisinin yanısıra aynı çalışmada doğum ağırlığının ortalamadan %20 daha düşük olması ve 1.67 kg'ın altında olması durumunda ölüm oranının %46'ya yükseldiği ve özellikle ölümlerin doğumdan sonraki ilk ayda meydana geldiği bildirilmiştir (Luo vd., 2020). Farklı bir çalışmada süttan kesim öncesi ölüm oranı kuzu ve oğlaklarda sırasıyla %13.89 ve %10.66 olarak bildirilmiştir (Talore, 2009). Yenidoğan kuzu ve oğlaklarda doğum mevsimi, iklimsel parametreler ölüm oranını etkileyebilmektedir. Doğum sonrası ölüm oranlarını arttıran faktörler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Doğum sonrası ölüm oranlarını arttıran faktörler (Mellor ve Stafford, 2004)

Hipotermi
Soguga maruz kalma
Aşırı ısı kaybı
Isı üretiminde bozulma
Plasental yetmezlik
Yetersiz ısı üretimi
Doğumda bağışıklığın gelişmemesi
Açlık
Enfeksiyon
Annenin yetersiz beslenmesi
Yaralanma ve yırtıcılar
Anne ilgisizliği
Zor doğum ve oksijen yetersizliği

7. KÜÇÜKBAŞ HAYVANLARDA BESİN KAYNAKLARININ SÜT VERİMİNE VE YAVRU GELİŞİMİNE ETKİLERİ

Günümüzde keçi ve koyun yetiştiriciliğinde yavrunun büyümesini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar iklim değişikliğinin etkisinde olumsuz hava koşulları sebebiyle meydana gelen yem kıtlığı ve mevsimsellikten

kaynaklanan miktar ve kalite açısından dengesiz beslenme, kötü yönetim sistemleri ve uygulamalardır.

Keçilerde büyüme ve karkas kompozisyonu, otlatma yönetimine bağımlı olarak kısıtlı ve düzensiz yem kaynaklarıyla ilişkili ve zorlu koşullar altında genetik olmayan faktörlerden büyük ölçüde etkilenir (Mahjoub vd., 2005). Kuzularda süttten kesim ağırlığı ve süttten kesim öncesi günlük canlı ağırlık artışı üzerine yıl ve mevsim önemli etki etmiş, kurak mevsimde doğan kuzuların ağırlıkları düşük bildirilmiştir (Hassen vd., 2004). Özellikle yarı kurak bölgelerde büyük ölçüde yem kıtlığı, iklimsel stres büyümeyi olumsuz etkileyebilir (Ouni vd., 2008). Beslenme koşulları ve yönetim keçi ve koyunlarda süttten kesim öncesi büyümeyi, süttten kesim ağırlıklarını ve süttten kesim sonrası büyümeyi desteklerken, mevcut optimal olmayan koşullar, oğlakların ve kuzuların büyüme oranlarını yavaşlatabilir. Yavru­larda süttten kesildikten sonra büyüme yavaşlar. Mevsimsel koşullar, gerçek büyüme modelinin önemli bir belirleyicisidir. Yemin kalitesi ve miktarı, yağış, nem ve sıcaklıktaki değişikliklerden etkilenebilmekte ve bu da koyun yetiştiriciliğinde döl verimini ve sağım kapasitesini ve yavru büyüme özelliklerinde farklılaşmaya neden olabilmektedir. Yıllar arasındaki kuzu performansındaki farklılıklar, kontrol edilemeyen çevresel değişikliklerden (mevcut ot miktarı ve kalitesindeki değişiklik) kaynaklanmaktadır (Mellado vd., 2016). Mevsim, süttten kesim ağırlığını etkilemiş ve en düşük ağırlıklar kışın doğan kuzularda belirlenmiştir. Bu nedenle, iklimin süttten kesim öncesi genel büyüme oranını etkilediği söylenebilir. Doğum yılı ile doğum mevsimi, doğum yılı ile cinsiyet ve doğum yılı ile ana yaşının süttten kesim ağırlığını etkilediği bildirilmiştir (Yılmaz vd., 2007). Kuthu vd. (2013) yazın doğan oğlakların diğer dönemlerde doğanlara göre gelişimlerinin daha iyi olduğunu bildirmektedirler. Bu durumun gebelik döneminde ilkbaharda önemli miktarda kaliteli yeşil kaba yem bulunmasıyla ilişkilendirildiğinde yavru ağırlıklarının mevsimden etkilendiğini göstermektedir. Ek olarak, ilkbahardaki genel sıcaklık rejimi düşüktür ve gebe koyun ve keçilerde üzerinde fazla stres oluşturmaz, bu nedenle daha uzun süre otlayabilmektedirler. Sonbaharda doğan oğlakların düşük kilolu oldukları bildirilmektedir. Bu durumun sıcak yaz aylarında sıcaklık stresine maruz kalan keçilerde otlama isteğinin azalması sonucu gebelik döneminde yeterli düzeyde besin alınamamasından kaynaklandığı söylenebilir. Bazı durumlarda, süttten kesim yılı ile süttten kesim ağırlığı arasında güçlü bir etkileşim mevcuttur ve bu,

doğrudan yağış miktarı ve dağılımı ile ilişkili olabilen, mevsimler ve yıllar boyunca yem miktarı ve kalitesindeki farklılıklara bağlanabilir (Mellado vd., 2016). Yılın ve mevsimin büyüme üzerindeki etkisi, kısmen iklim koşulları ve gebenin beslenmesi üzerinde doğrudan etkisi olan yem kaynaklarının mevcudiyeti ile açıklanabilir. Bu durumda, ana sütü tedarikinin artması doğumdan sonra daha ağır oğlaklar ve kuzular yetişmesine neden olacaktır. Kurak mevsimlerde mera arazilerinin yetersizliği anaçlarda süt veriminin düşmesine, doğum ağırlığı ve büyüme performansının düşmesine neden olmaktadır. Kuzuların büyümesinde gecikmeye bağlı ekonomik kayıpları azaltmak için, iyileştirilmiş çiftlik uygulamalarına ve mevsimsel yem kaynaklarının varyasyonuna ve sürü yapılarına (gebe koyunlar, yeni doğan kuzular vb.) göre uygun beslenme önerilmektedir. Koyunların gebelik sonunda, emzirme döneminde ana başına düşen yavru sayısına bağlı olarak beslenmesine özen gösterilmelidir. Yetersiz beslenen koyunlar, zayıf büyümeye eğilimli daha küçük kuzular doğururlar (Assan, 2020). Ankara keçileri ile yapılan araştırmada gebeliğin ortasında canlı ağırlık kaybını an aza indirmek, son üç aylık dönemde dişi canlı ağırlığını ve yavru doğum ağırlığını optimize edebilmek, yavru kayıplarını önlemek ve yaşama gücünü artırabilmek için beslemeye dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir (McGregor, 2016). Ankara keçilerinde gebeliğin son üç ayında enerji ihtiyacının gebe olmayan keçilere göre 2-2.9 kat arttığı belirtilmiştir. Aynı araştırmada teke katım dönemi ve gebeliğin ilk aylarında mevsimsel beslemeye C vitamini ilavesi ile gebelikte %15 kayıp önlenmiştir. Bu nedenle teke katım dönemi ve gebelik başlangıcında yemlemeye önem verilmesi önerilmektedir (McGregor, 2016). Normal düzeyde beslenen koyunlar, orta düzeydeki sıcaklık stresini (Sıcaklık nem indeksi 74-88) tolere edebilmeleri için ısı depolarken, aç koyunlar evaporasyonla soğutmayı azaltarak tolere edebilmektedirler. Bu düzeydeki sıcaklık stresinde rektal sıcaklığın ve plazma glukoz konsantrasyonunun arttığı bildirilmektedir (Abdel Khalek, 2007). Farklı bir araştırmada keçilerde vitamin E ve Selenyum uygulamalarının oğlaklarda doğum ve süttan kesim ağırlığına ve rektal sıcaklığa anlamlı düzeyde etki ettiği belirlenmiştir. Keçilerin ve yavruların bağışıklık durumunun, vitamin E ve selenyum uygulanan grupta uygulanmayanlara göre daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Ramadan vd., 2018). Yenidoğanlar, E vitamini eksikliğine duyarlıdır. Bu nedenle kolostrum ile yeterli miktarda E vitamini alınması yavru bağışıklığında önemli etki

etmektedir (McDowell vd., 1996). Hem E vitamini hem de selenyumun (Se) bağışıklık tepkisini iyileştirdiği görülmüştür (Shinde vd., 2007). Antioksidanlar olarak vitamin E (otocopherol) ve Se, hücreleri lipid peroksitlerin ve normal metabolizma sırasında üretilen serbest radikallerin zararlı etkilerine karşı korumada tamamlayıcı rollere sahiptir. Gereksinimlerin üzerindeki konsantrasyonlarda diyetle dahil edilmeleri koyun performansında ve bağışıklık fonksiyonuyla ilişkili olması sebebiyle, her iki besin maddesinin hücresele ve moleküler seviyelerdeki çoklu işlevleri, antioksidan korumanın ötesine geçebilir (Rooke vd., 2004; Mohanta vd., 2015). E vitamini ve Se takviye edilen koyunlarda fizyolojik, hormonal ve antioksidan durum olumlu etkilenmiştir (Shakirullah vd., 2017) ve arseniğin toksik etkilerine karşı iyileştirici potansiyele sahip oldukları bildirilmektedir (Roy ve Roy, 2017). Hayvanların diyetine ilave edilen selenyum, sıcaklık stresi veya doğum sonrası stres gibi belirli stres türlerini ortadan kaldırabilir, kolostrumda selenyum konsantrasyonunun artmasına neden olabilir (Ramadan vd., 2018). Merinos ırkı koyunlarda vitamin C uygulamasıyla döl verimi, annenin ve yavrunun canlı ağırlık kazancının olumlu etkilendiği bildirilmiştir (Haliloğlu ve Serpek, 2000).

8. SICAKLIK STRESİ ÖLÇÜM PARAMETRELERİ

Oğlaklarda sıcaklık stresinin tespit edilmesinde vücut kitle indeksine göre nabız sayısı ve rektal sıcaklığın belirteç olarak kullanılması önerilmektedir (Habibu vd., 2016). Sıcaklık stresinin belirlenmesinde kullanılan parametreler Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Sıcaklık stresi ölçüm parametreleri

Solunum hızı (Abdel Khalek ve Khalifa, 2004).
Nabız sayısı (Habibu vd., 2016)
Rektal sıcaklık (Abdel Khalek ve Khalifa, 2004; Habibu vd., 2016).
T3 ve T4 hormonları (Yorulmaz ve Altın, 2015).
Deri sıcaklığı (Abdel Khalek ve Khalifa, 2004).
Oksijen tüketimi (Abdel Khalek ve Khalifa, 2004).
Kulak sıcaklığı (Abdel Khalek ve Khalifa, 2004).
Isı üretimi (Abdel Khalek ve Khalifa, 2004).

9. SONUÇ

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde başlıca sorunlar, yetersiz veterinerlik hizmetleri, su ve yem kıtlığı, mevsimsel etkilerdir. Mevcut gelişen pazar fırsatlarından yararlanmak için, yem temininde sorun olduğu ve doğumların yoğunlaştığı dönemlerde yavru kayıplarının önlenmesi için veterinerlik hizmetlerini ve yem teminini iyileştirmeye yönelik girişimlerde bulunulmalıdır (Talore, 2009).

Sonuç olarak iklim verilerinin değerlendirilmesi yapılarak doğumun planlanması yavru kayıplarını azaltacaktır. Sağım potansiyeli tespit edilmeli ve mevcut yemlerden uygun maliyetli besleme stratejisini belirlemek için daha fazla çalışma yapılmalıdır. Mera kaynaklarının korunması ve otlatma sistemlerinin geliştirilmesi ile ananın yeterli düzeyde beslenmesi sağlanmalıdır. Oğlak ve kuzu ölümlerinin azaltılması için barınak koşulları iyileştirilmelidir. Yenidoğan döneminde ana ve yavruların bakımına özen gösterilerek küresel ısınmadan kaynaklı stres oluşumu azaltılabilir. Yavru kayıplarının önlenmesi ile et üretiminin devamlılığı sağlanabilir. Küresel ısınma kaynaklı stresi azaltacak uygulamalara önem verilmelidir (yemlere C ve E vitamin ve selenyum ilaveleri vb.). Sıcaklık stresine dayanıklı sürülerin elde edilmesi için koyun ve keçilerde ısı stresine adaptasyon genlerinin belirlenmesi üzerine daha fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç vardır. Otlatma ve barınakların iklimlendirme sistemlerine göre yeniden yapılandırılmasına dikkat edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Abdel Khalek T.M.M., Khalifa, H.H. (2004). Thermoregulatory mechanisms in new born kids and lambs. *Egyptian J. Anim. Prod.*, 41, 391-402.
- Abdel Khalek, T.M.M. (2007). Thermoregulatory responses of sheep to starvation and heat stress conditions. *Egyptian J. Anim. Prod.*, 44(2), 137-150.
- Altınçekiç, Ş.Ö., Koyuncu, M. (2010). Nakil koşullarının hayvan refahı üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim*, 51(1), 48-56.
- Assan N. (2020). Effect of genetic and non-genetic factors on growth traits in goats and sheep production. *Scientific Journal of Zoology*, 9(1), 106-122. <https://doi.org/10.14196/sjz.v9i1.539>
- Dwyer, C.M. (2003). Behavioural development in the neonatal lamb: effect of maternal and birth-related factors. *Theriogenology* 59, 1027-1050.
- Dwyer, C.M. (2008). The welfare of the neonatal lamb. *Small Ruminant Research* 76, 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.12.011>.
- Dwyer, C.M., Lawrence, A.B. (2005). A review of the behavioural and physiological adaptations of extensively managed breeds of sheep that favour lamb survival. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 92, 235-260.
- Dwyer, C.M., Morgan, C.A. (2006). Maintenance of body temperature in the neonatal lamb: effects of breed, birth weight and litter size. *J. Anim. Sci.* 84, 1093-1101.
- Erhard, H.W., Boissy, A., Rae, M.T., Rhind, S.M. (2004). Effects of prenatal undernutrition on emotional reactivity and cognitive flexibility in adult sheep. *Behav. Brain Res.* 151, 25-35.
- Galan, H. L., Regnault, T. R. H., Le Cras, T. D., Tyson, R. W., Anthony, R. V., Wilkening, R. B., and Abman, S. H., 2001. Cotyledon and binucleate cell nitric oxide synthase expression in an ovine model of fetal growth restriction. *Journal of Applied Physiology*, 90(6): 2420-2426.
- Greenwood, P.L., Bell, A.W. (2003). Consequences of intra-uterine growth retardation for postnatal growth, metabolism and pathophysiology. *Reproduction* 61, 195-206. doi:10.1530/biosciprocs.5.015.
- Habibu, B., Kawua, M.U., Makun, H.J., Aluwong, T., Yaqub, L.S. (2016). Seasonal variation in body mass index, cardinal physiological variables and serum thyroid hormones profiles in relation to susceptibility to

- thermal stress in goat kids. *Small Ruminant Research*, 14, 20-27. doi: 10.1016/j.smallrumres.2016.10.023.
- Haliloğlu, S., Serpek, B. (2000). Koyunlarda plazma vitamin C ve seruloplazmin düzeyleriyle eksojen vitamin C uygulamalarının döl verimi üzerine etkileri. *Turk J Vet. Anim. Sci.* 24, 403-411.
- Hartung, J. (2003). Effects of transport on health of farm animals. *Veterinary Research Communications*, 27 Suppl. 1, 525-527.
- Hassen, Y., Sölkner, J., Fuerst-Waltl, B. (2004). Body weight of Awassi and indigenous Ethiopian sheep and their crosses. *Small Rumin. Res.*, 55, 51-56.
- Hristov, S., Maksimović, N., Stanković, B., Žujović, M., Pantelić, V., Stanišić, N., Zlatanović, Z. (2012). The most significant stressors in intensive sheep production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28(4), 649-658.
- Jensen G.M., Moore, L.G. (1997). The effect of high altitude and other risk factors on birth weight: Independent or interactive effects? *American Journal of Public Health*, Vol: 87(6), 1003-1007.
- Kuthu, Z.H., Javed, K., Babar, M.E., Sattar, A., Abdullah, M. (2013). Environmental effects on growth traits of Teddy goats. *J. Anim. Plant Sci.*, 23(3): 692-698.
- Koluman Darcan, N., Daşkiran, İ., Şener, B. (2013). Ekstansif sistemde yetiştirilen keçilerde sıcaklık stresinin T4 (Tiroksin), T3 (Triiyodotironin), Kortizol hormonları üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3), 29-36.
- Luo, N., Wang, J., Hu, Y., Zhao, Z., Zhao, Y., Chen, X. (2020). Cold and heat climatic variations reduce indigenous goat birth weight and enhance pre-weaning mortality in subtropical monsoon region of China. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 1385-1394.
- Mahjoub, O., Lu, C.D., Hameed, M.S. (2005). Performance of Omani goats fed diets containing various metabolisable energy densities. *Small Rumin. Res.*, 58, 175-180. doi: 10.1016/j.smallrumres.2004.09.008.
- McGregor, B.A. (2016). The effects of nutrition and parity on the development and productivity of Ankara goats: 1. Manipulation of mid pregnancy nutrition on energy intake and maintenance requirement, kid birth weight, kid survival, doe live weight and mohair production. *Small Ruminant Research*, 145, 65-75.

- McDowell, L.R., Williams, S.N., Hidiroglou, N., Njeru, C.A., Hill, G.M., Ochoa, L., Wilkinson, N.S. (1996). Vitamin E supplementation for the ruminant. *Animal Feed Science Technology* 60, 273-296.
- Mellado, J., Marín, V., Reyes-Carrillo, J.L., Mellado, M., Gaytán, L., Ma de los Ángeles De Santiago, (2016). Effects of non-genetic factors on pre-weaning growth traits in Dorper sheep managed intensively in central Mexico. 3(8): 229-235.
- Mellor, D.J., Stafford, K.S. (2004). Animal welfare implications of neonatal mortality and morbidity in farm animals. *The Veterinary Journal*, 16, 118-133. doi: 10.1016/j.tvjl.2003.08.004.
- Mohanta, R.K., Garg, A.K., Das, R.S. (2015). Effect of vitamin E supplementation on arsenic induced alterations in blood biochemical profile, oxidant/antioxidant, serum cortisol and retention of arsenic and selenium in goats. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 3, 188-194. doi: 10.1016/j.jtemb.2014.08.013x.
- Ouni, M., Najari, S., Gaddour, (2008). Some non-genetic factors effects on morphostructural growth of local kids in Tunisian arid area. *Int. J. Zool. Res.*, 4(1): 12-20.
- Piccione, G., Costa, A., Bertolucci, C., Borruso, M., Pennisi, P., Caola G. (2006). Acid–base balance modifications in the lamb and goat kids during the first week of life. *Small Ruminant Research* 63, 304-308. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.02.022.
- Piccione, G., Borruso, M., Fazio, F., Giannetto, C., Caola, G., (2007). Physiological parameters in lambs during the first 30 days postpartum. *Small Ruminant Research*, 72, 57-60. doi:10.1016/j.smallrumres.2006.04.002.
- Ramadan, S.G.A., Mahboub, H.D.H., Helal, M.A.Y., Sallam, M.A. (2018). Effect of vitamin E and Selenium on performance and productivity of goats. *International Journal of Chemical and Biomedical Science*, 4(2), 16-22.
- Riesenfeld, T., Hammarlund, K., Norsted, T., Sedin, G. (1996). Irregular breathing in young lambs and newborn infants during heat stress. *Acta Paediatr.* 85, 467-470. doi:10.1111/j.1651-2227.1996.tb14063.x.
- Robinson, J.J., McEvoy, T.G., Sinclair, K.D. (1999). Nutritional effects on foetal growth. *Anim. Sci.* 68(2): 315-331.

- Rooke, J. A., Robinson, J.J., Arthur, J.R. (2004). Effects of vitamin E and selenium on the performance and immune status of ewes and lambs. *J. Agric. Sci.*, 142, 253-262.
- Roy, M., Roy, S. (2017). Effect of vitamin E and Selenium supplementation on Arsenic induced oxidative stress in goats. *Journal of Animal Research*, 7(1): 147-153. doi:10.5958/2277-940X.2017.00021.3.
- Shakirullah., Qureshi, M.S., Akhtar, S., Khan, R.U. (2017). The effect of vitamin E and selenium on physiological, hormonal and antioxidant status of Damani and Balkhi sheep submitted to heat stress. *Appl. Biol. Chem.*, 60(6): 585-590. doi:10.1007/s13765-017-0313-9.
- Shinde, P.L., Dass, R.S., Garg, A.K., Chaturvedi, V.K. (2007). Immune Response and Plasma Alpha Tocopherol and Selenium Status of Male Buffalo (*Bubalus bubalis*) Calves Supplemented with Vitamin E and Selenium. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 20(10): 1539-1545.
- Snyman, M.A. (2010). Factors affecting pre-weaning kid mortality in South African Ankara goats. *South African Journal of Animal Science*, 40(1): 54-64.
- Talore, D.G. (2009). On-farm performance evaluation of indigeonous sheep and goats in Alaba, Southern Ethiopia. Major Advisor Girma Abebe, PhD, Hawassa University Co-Advisor Azage Tegegne, PhD, International Livestock Research Institute (ILRI), AA <https://hdl.handle.net/10568/2574>.
- Yates, D.T., Green, A.S., and Limesand, S.W. (2011). Catecholamines mediate multiple fetal adaptations during placental insufficiency that contribute to intrauterine growth restriction: lessons from hyperthermic sheep. *Jounary of Pregnancy*, 740408. doi:10.1155/2011/740408.
- Yılmaz, O., Denk, H., Bayram, D. (2007). Effects of lambing season, sex and birth type on growth performance in Norduz lambs. *Small Rumin. Res.*, 68, 336-339.
- Yorulmaz, E., Altın, T. (2015). Koyunlarda stresle ilgili bazı fizyolojik parametrelerin mevsimsel değişimi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2): 1-8.

BÖLÜM 3

KOYUN - KEÇİ YETİŞTİRİCİLİĞİ VE İKLİM DİRENCİ

Dr. Öğr. Üyesi | Hacer TÜFEKÇİ^{1*}

^{1*} Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yozgat, Türkiye.
hacer.tufekci@bozok.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-2272-4088

GİRİŞ

İklim değışikliği, küresel düzeyde hayvancılık sistemlerinin sürdürülebilirliği için büyük bir tehdit olarak kabul edilmektedir. Olumsuz hava olaylarının sıklığı, yoğunluğu ve sürekli değışim göstermesi gibi çevresel stres faktörleri, yerli hayvan türlerinin performans ve üretkenliği üzerindeki etkileri konusunda endişeleri artırmaktadır (Demir vd., 2022). Küçükbaş hayvanlar, sürdürülebilir ve çevreye duyarlı üretim sistemlerinin geliştirilmesi için önemli bir kaynaktır (Berihulay vd., 2019). Özellikle çeşitli iklim şartlarına sahip bölgelerde ve küresel ısınma kaynaklı yaşanan ani sıcaklık değışimleri sebebiyle gıda güvenliği ve geçim için kritik bir öneme sahiptir (Aleena vd., 2018).

Tarım, insanın hayatta kalmasını sağlayabilecek en etkili sektörlerden biridir. Bu sektör içerisinde hayvancılığın önemli bir yeri vardır. Tarım sektöründe, hayvancılık iklim değışikliğine karşı son derece dirençli olarak kabul edilir ve 2050 yılına kadar artan insan nüfusunun taleplerini karşılamak için gıda güvenliğini sağlamada önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir (Thornton vd., 2007; Meena ve Lal, 2018; Reshma Nair vd., 2021). Ortam sıcaklığı, bağıl nem, doğrudan ve dolaylı güneş radyasyonu, rüzgar hızı gibi iklim faktörleri yem ve su mevcudiyetini, yem kalitesini ve hastalık oluşumunu etkileyerek üretimin en verimli ve optimal çevre koşullarında olmasını etkiler (Joy vd., 2020). Bu iklim değışkenleri arasında, ortam sıcaklığındaki dalgalanmalar hayvansal üretim ve hayvan refahı üzerinde oldukça fazla etkiye sahiptir (Pachauri ve Meyer, 2014; Joy vd., 2020). Genel olarak koyun ve keçiler, yem, su ve işçilik açısından düşük girdilere dayalı olarak büyük gruplar halinde otlaklarda yetiştirilmektedir ve sığır gibi büyükbaş hayvanlara kıyasla yüksek termotoleransa sahiptirler (Aleena vd., 2018). Koyun ve keçi popülasyonunun yaklaşık %50'si dünyanın kurak bölgelerinde bulunmaktadır. Bu durum onların çok yönlü olmaları ve artan sıcaklıklara karşı toleranslarının bir göstergesidir (Gowane vd., 2017). Değışen çevre şartları hayvan türleri üzerinde farklı düzeylerde (hayatta kalmak ve verim vermek için) bir baskı oluşturmaktadır. İklimsel stres altında hayvan vücudu homeotermi, su, elektrolit ve hormonal denge açısından zorlanır. Hücresel düzeyde çeşitli genler, hayvan vücudunun değışen çevreye uyum sağlamasına yardımcı olmadaki rol oynar (Komal vd., 2022). Dünya'da farklı yerli koyun ve keçi ırklarında iklim direncini değerlendirmek için hem fenotipik hem de genotipik özellikleri

kapsayan çeşitli biyobelirteçler önerilmektedir (Tablo 1). Bütün bu bilgiler ışığında bölgelere özgü ideal koyun ve keçi ırklarının belirlenmesi, yaygınlaştırılması ve gelecek projeksiyonlarının belirlenmesi konusunda pek çok çalışmanın yapılmasına ihtiyaç vardır.

Tablo 1. Küçükbaş hayvanlarda çevresel adaptasyon ile ilişkili olduğu belirlenen genler ve yapılan çalışmalar (Demir vd., 2022)

Özellik	Tür	İlgili Gen	Kaynak
Kıl rengi	Koyun	MC1R, ASIP, TYRP1	Cavalcanti vd., 2017
Yüksek rakım, hipoksi adaptasyonu	Koyun	EPAS1, CRYAA, LONP1, NF1, DPP4, SOD1, PPARG, SOCS2	Wei vd., 2016
Soğuk iklime uyum	Koyun	NEB, APOB	Yudin vd., 2019
Kıl rengi	Koyun	KIT, KITLG	Yurchenko vd., 2019
Döl verimi	Koyun	CMTM6, HTRA1, GNAQ, UBQLN1, IFT88	Yurchenko vd., 2019
Çevreye uyum	Koyun	EGFR, HSPH1, NMUR1, EDNRB, PRL, TSHR, ADAMTS5	Yurchenko vd., 2019
Kıl rengi	Koyun	ASIP, MC1R, TYRP1, MITF, EDN3, BNC2	Yurchenko vd., 2019
Morfoloji	Koyun	NPR2, MSTN (GDF-8), LCORL, NCAPG, ALX4, EXT2, PALLD	Rochus vd., 2018
Boynuz	Koyun	RXFP2	Rochus vd., 2018
Yapağı	Koyun	IRF2BP2	Rochus vd., 2018
Enerji aktivitesi	Koyun	TBC1D12	Lv vd., 2014
Soğuk toleransı	Koyun	TRPM8	Fariello vd., 2014
Sıcaklık stresi	Koyun	HSP90AA1, HSPA1A, HSPA8, HSP27, HSP60	Sing vd., 2017; Wen vd., 2021
Rakım adaptasyonu	Koyun	PLCB1, PLCE1, FHAD1, GNA12, KLF12, SUS4, ZNF407	Wiener vd., 2021
Sıcaklık stresi	Keçi	ENOX2, EIF2B3, KPNA4, MTOR, SH2B1, MAPK3, HSP90, HSP70, HSP60, HSP70, HSP90, HSP70	Kaushik vd., 2016; Kim vd., 2016; Onzima vd., 2018; Yadav vd., 2016; Kumar vd., 2018; Aleena vd., 2018
Kıl rengi	Keçi	ADAMTS20, MC1R, ASIP, SOX18, TIMP3	Bertolini vd., 2018
Oksidatif stres	Keçi	GPR37L1, INS	Bertolini vd., 2018
Kuraklığa uyum	Koyun-keçi	BMP2, FGF	Kim vd., 2016
Sıcaklık toleransı, vücut büyüklüğü ve gelişimi, enerji ve sindirim metabolizması	Koyun-keçi	FGF2, GNAI3, PLCB1, BMP2, BMP4, GJA3, GJB2, MYH, TRHDE, ALDH1A3, GRIA1, IL2, IL7, IL21, IL1R1	Kim vd., 2016

1. KOYUN VE KEÇİ YETİŞTİRİCİLİĞİ

Küçükbaş hayvanlar önemli bir et, süt, deri ve lif kaynağıdır ve bu sektör dünya çapında önemlidir (Berihulay vd., 2019). Koyun ve keçiler toplamda 1 263 136 644 baş koyun ve 1 128 106 236 baş keçi ile dünyadaki ruminant hayvanların %57,4'ünü temsil etmektedir (FAO, 2022). Diğer ruminant hayvanlarla karşılaştırıldığında koyun ve keçiler küresel düzeyde farklı coğrafi bölgelerdeki varlıklarından da anlaşılacağı gibi çevresel stres faktörlerine daha iyi uyum sağlama yeteneğine sahiptirler (Demir vd., 2022).

Koyun ve keçilerin yönetim ve beslenme gereksinimlerine göre çoğu zaman benzer olduğu varsayılrsa da, kromozom sayıları, farklı davranışları ve farklı yönetim, beslenme ve fizyolojik gereksinimleri gibi bazı farklılıkları vardır. Koyun ve keçiler birbirlerinin otlatma davranışlarını tamamlar, çünkü keçiler odunsu bitkileri tercih ederken, koyunlar otsu bitkileri tercih eder. Koyunlar tepelik bölgeleri ve dağ eteklerini otlamayı tercih ederken, keçiler diğer geniş getirenlere kıyasla beslenme alışkanlıkları açısından yüksek, engebeli dağları gezmeyi tercih ederler. Bu davranış farkı, otlatılan mera yönetimi, gerekli barınma, çiftlik yapısı ve marjinal aktivite için dikkate alınmalıdır (Mazinani vd., 2019; Miller ve Lu, 2019).

Kurak ve yarı kurak bölgelerin ırkları yerel iklim koşullarına ve çok sert iklim faktörlerine iyi adapte olmuşlardır. Bu bölgelerin yerli hayvanları, stresle yüzleşmek için fizyolojik, nöroendokrin, biyokimyasal, hücresel ve moleküler süreci değiştirmek için kendi adaptif mekanizmalarına sahiptir, yine de, yüksek sıcaklık, düşük yem ve su kıtlığı nedeniyle stresli koşullara dayanmaları gerekir. Tüm bu kısıtlamalar, koyun ve keçi üretiminde sıcaklık stresine, beslenme stresine, su stresine, yürüme stresine ve bunların kombinasyonlarına maruz bırakılmaktadır. Koyun ve keçi üretimini doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen tüm stres faktörleri sonuçta hayvanlarda performansın tehlikeye girmesine, verimliliğin düşmesine ve mortalitenin artmasına neden olmakta ve bağımsızlık sistemini etkilemektedir. Değişen iklim senaryosunda optimum üretim elde etmek için çevre koşullarına ve mevcut kaynaklara göre bütüncül bir yaklaşıma ihtiyaç vardır (Naqvi, 2017).

Sıcaklık stresinin küçükbaş hayvanların üretimi ve refahı üzerindeki olumsuz etkisine ilişkin artan bilgi birikimi, sıcaklık stresini azaltmak için uygun stratejilerin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Aşırı çevresel koşullara (yüksek sıcaklık, yem kıtlığı, su kıtlığı) uyum sağlamak için genetik özelliklerin

belirlenmesi yoluyla sıcaklığa dayanıklı ırkların seçimi, iklim değişikliğiyle mücadele etmek ve küçükbaş hayvan üretimi ve refahı üzerindeki etkiyi en aza indirmek için uygulanabilir bir stratejidir (Joy vd., 2020).

Hayvansal üretim, sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı ve güneş radyasyonunun yoğunluğu gibi bir hayvanın, çevresinin fiziksel yönleri dahil olmak üzere çok sayıda faktörden etkilenir. Çiftlik hayvanlarının en iyi şekilde verim verebileceği bir dizi termal konfor bölgesi vardır ve bu tür, ırk, yaş ve fizyolojik duruma göre değişir (Nardone vd., 2010; Dangi vd., 2016). Termal radyasyonun hayvanlar üzerindeki net etkisi, gölge, bitki örtüsü ve bireyin morfolojik özellikleri gibi faktörlerden etkilenir (Renaudeau vd., 2012). Bazı koyun ve keçi ırklarının sıcak ortamlara adapte oldukları ve kabul edilebilir verimlilik oranları sağladığı bulunmuştur (Silanikove ve Koluman, 2015). Bu türlerin nispeten küçük vücut boyutları, düşük su ve yem gereksinimleri, yemden yararlanma oranı ve düşük kaliteli yemleri kaliteli ürünlere dönüştürme kapasitesi olumlu özelliklerdir (Silanikove ve Koluman, 2015).

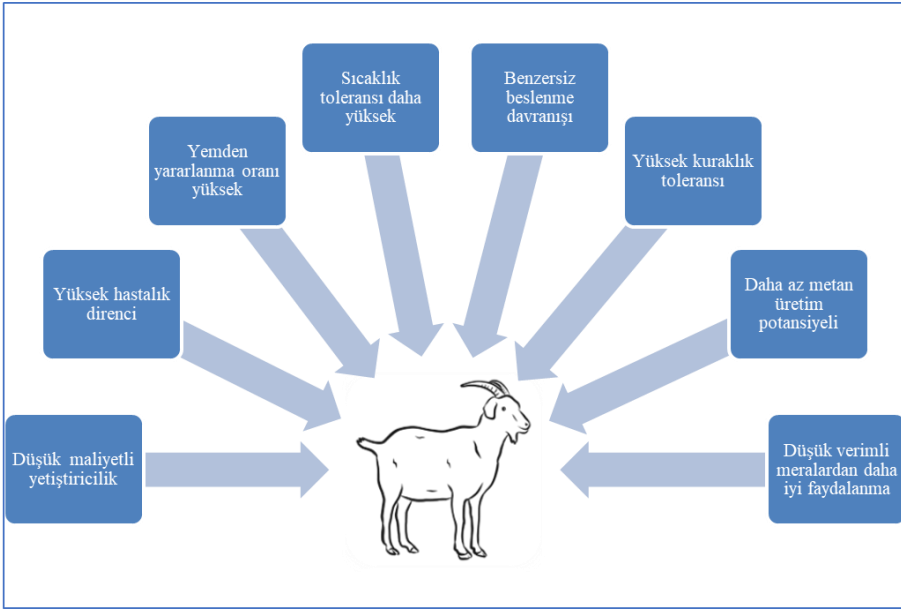
2. KEÇİ YETİŞTİRİCİLİĞİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM

Keçi halk arasında “fakir adamın ineği” olarak bilinir ve çoğunlukla kırsal kesimdeki insanlar tarafından yetiştirilir (Mili ve Tukheswar, 2021). Keçi yetiştiriciliği değişen iklim şartlarında hayvancılığın sürdürülmesinde önemli bir rol oynar (Darcan ve Silanikove, 2018). Aynı zamanda keçilerin çoklu çevresel stres faktörleri ile başa çıkmak için iyi bir hayvan modeli olduğu ve özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde geleceğin hayvanı olarak nitelendirmek için bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (Aleena vd., 2018; Ramachandran vd., 2019; Ramachandran ve Sejian, 2022). Keçiler, daha yüksek sıcaklık toleransı, kuraklık toleransı, sınırlı meralarda hayatta kalma yeteneği ve yüksek hastalık direnci gibi çeşitli avantajları nedeniyle iklime uyum sağlayan ideal hayvan olarak öngörülmektedir (Şekil 1). Yüksek sıcaklık, azalan otlaklar, azalan yem ve su kaynakları ve ortaya çıkan yeni hastalıklar gibi iklimle ilgili öngörülen olumsuzluklarla birlikte, keçi yetiştiriciliği daha karlı bir yetiştiricilik olarak görülmektedir (Sejian vd., 2021).

Stres, biyotik ve abiyotik etmenler sonucu hayvanın asgari toplam konfor seviyesinin bozularak rahatsız duruma geçmesi olarak tanımlanmaktadır. Hayvanlar, fiziksel, beslenme, kimyasal, psikolojik ve

termal stres gibi çeşitli stres faktörlerine maruz kalırlar (Sejian vd., 2010). Adaptasyon, hayvanların zorlu iklim koşulları ile başa çıkmak için farklı mekanizmalarını ifade eder ve hayvanlar bu durumla başa çıkmak için çeşitli uyarlanabilir mekanizmalar sergiler (Alameen ve Abdelatif, 2012; Ratnakaran vd., 2017). Hayvanların adaptasyon kapasitesi belirli bir ortamda hayvanın hayatta kalmasına yardımcı olan morfolojik, anatomik, davranışsal, fizyolojik, biyokimyasal, hüresel ve moleküler özellikler gibi çeşitli mekanizmalar tarafından belirlenir (Das vd., 2016).

Şekil 1’de ideal hayvan modeli olarak keçi Reshma Nair vd. (2021)’den uyarlanarak gösterilmiştir.



Şekil 1. İdeal hayvan modeli olarak keçi

Çiftlik hayvanlarında aşırı sıcak ortamlarda termoregülatör mekanizmayı etkileyen en baskın morfolojik özellikler vücut boyutu ve şeklidir ve sıcak ortamlarda vücut boyutu hayvanlarda su kaybını ve ısı kazancının ayarlanmasında yardımcı olur (Silanikove, 2000b; Cain vd., 2006). Keçilerin sindirim özellikleri, sınırlı mera ile hayatta kalmalarını sağlamak için oldukça önemlidir. Keçinin sindirim sistemi, düşük kaliteli kaba yemleri kullanarak bunları süt, et, yün, deri ve gübre gibi ikincil ürünlere

dönüştürebilmektedir (Kosgey vd., 2008). Keçiler, rumende sindirimin ortalama tutulma süresinin daha uzun olması ve sahip oldukları rumen mikroflorası nedeni ile diğer geviş getiren hayvanlardan daha iyi sindirim verimliliğine sahiptirler (El-Tarabany vd., 2017; Reshma Nair vd., 2021). Yapılan çalışmalarda yem kaynaklarının kısıtlı olduğu zamanlarda, enerjiyi koruyarak minimum yem alımıyla metabolik süreçlerini azalttıkları bildirilmektedir (Decandia vd., 2008).

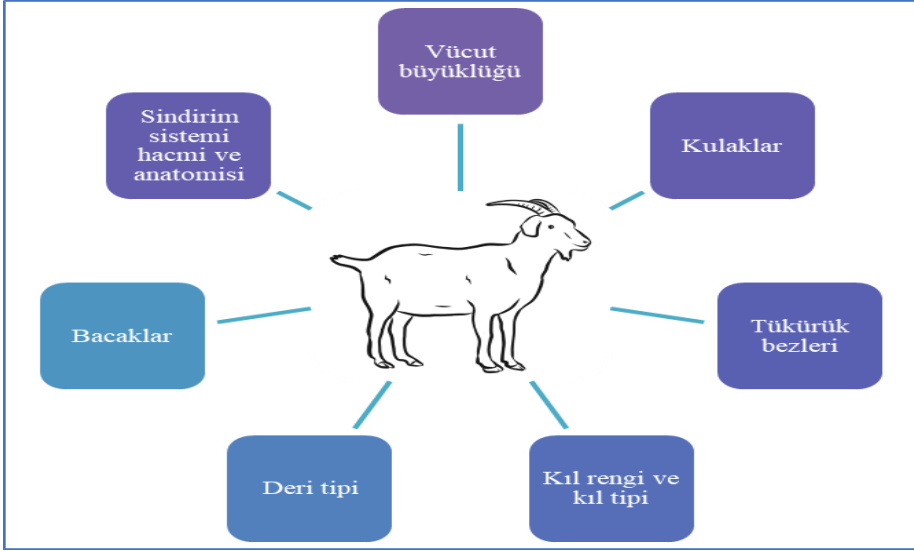
Keçiler, sıcaklık stresine karşı iyi adaptasyon özelliklerine sahip olmanın yanı sıra, tüketilen yem birimi başına daha düşük enterik CH₄ (Metan gazı) emisyonlarına yol açan verimli yem dönüştürme özelliğine de sahiptir. Ülkemizde sığır, koyun ve keçi kaynaklı enterik ve gübre kaynaklı yıllık CH₄ emisyonunun değerlendirilmesi için yapılan bir çalışmada, keçilerin en az CH₄ emisyon seviyelerine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Görgülü vd., 2009; Darcan ve Silanikove, 2018).

Keçiler, su kıtlığı ile başa çıkmak için çeşitli anatomik avantajlara sahiptir. Tükürük bezi, rumen ve böbrek, osmoregülatör mekanizmalarında önemli rollere sahiptir. Çalışmalar, rumenin dokulara hemoliz ve ozmotik şoku önlemek için birkaç saat su depolama kapasitesine sahip olduğunu, rumenin bu avantajı, su mevcudiyetinin görünüşte sıfır olduğu durumlarda bile yem aramak için uzun mesafeler kat etmelerine yardımcı olduğunu göstermektedir (Simões ve Pires, 2018). Keçilerde su kıtlığı dönemlerinde, mevcut vücut suyu ile dengeyi korumak için kuru madde alımının azaldığı (Alamer, 2009), dışkılarını kurutma ve idrarı konsantre edebildikleri ve böylece idrar yoluyla su kaybını azalttıkları (Kaliber vd., 2016) bildirilmiştir. Keçiler, ter ve solunum yolu ile sıvı kaybını dengelemek için su alımını artırabilir (Maia vd., 2015) ve su kıtlığıyla karşı karşıya kaldıklarında ise su döngüsünü azaltarak hem solunum yolu hem de deri yüzeyi yoluyla buharlaşan su kaybını azaltmak için doğal bir potansiyele sahiptirler. Bu özellikleri diğer çiftlik hayvanlarına kıyasla keçi adaptasyonunun en önemli yönlerinden biri olarak kabul edilir (Robertshaw ve Dmi'el, 1983).

Keçiler otsu bitkilerin yanı sıra diğer ruminantların tercih etmediği ya da daha az tercih ettiği (kuru yaprak, dikenli bitkiler, çalı, odunsu bitkiler vb.) kaba yemleri de tüketebilir. Bu beslenme davranışlarını destekleyecek bazı anatomik özelliklere sahiptirler. Düşük vücut kütlesi ile benzersiz yiyecek arama davranışları, hareketli üst dudakları, keskin şekilli ağızları ve iyi kavrayabilen

dilleri ve toprak seviyesindeki otlara erişmelerine yardımcı olan dar ağızları vardır (Decandia vd., 2008). Ayrıca keçilerin iki ayaklı duruş davranışını etkin kullanımı, meranın çeşitli katmanlarına erişmelerine izin verir (Sanon vd., 2007).

Şekil 2’de keçilerde iklim değişikliğine uyum ile ilgili morfolojik özellikler Ramachandran ve Sejian (2022)’den uyarlanarak gösterilmiştir.

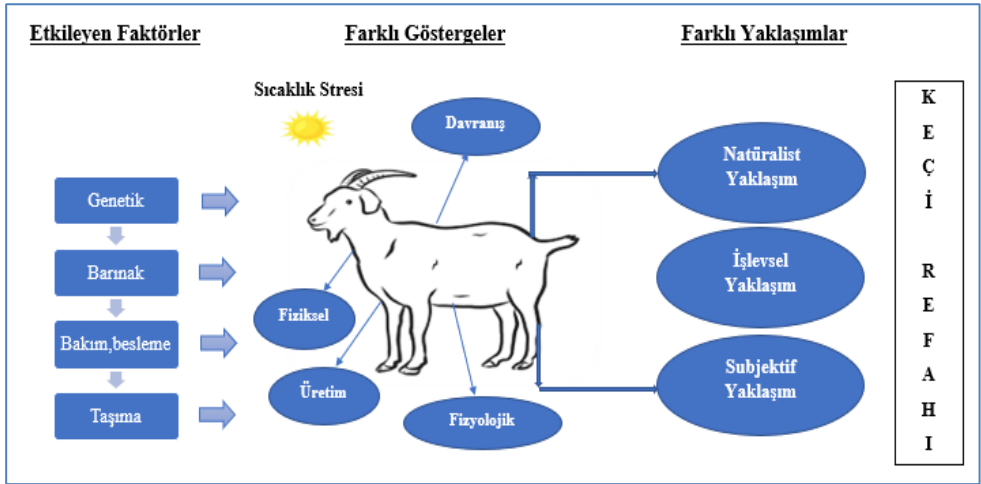


Şekil 2. Keçilerde iklim değişikliğine uyum ile ilgili morfolojik özellikler

Keçiler, aşırı sıcak dönemlerde vücut ısısının daha iyi düzenlenmesini destekleyen anatomik yapılara (kısa tüyler, bol ter bezleri ve minimal deri altı yağı) sahiptirler. Sarkık kulaklı ve gevşek derili keçi ırklarının diğer keçi ırklarına göre sıcaklığa daha dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Jakper ve Kojo, 2014). Açık tüy rengine sahip hayvanlar, daha koyu tüy rengine sahip hayvanlara göre daha az ısıyı emerler ve doğrudan güneş ışınının %50-60' ını yansıtırlar. Tüy rengi, ortamdaki emilen ve vücutlarından yansıyan radyan ısı yükünün miktarını belirler. Ayrıca açık kıl rengi hayvanların vücut sıcaklıklarının konfor bölgesi aralıklarında tutulmasına da yardımcı olur (McManus vd., 2009; Asres ve Amha, 2014). Yapılan çalışmalarda, koyu tüy rengine sahip hayvanların güneş ışınlarına maruz kaldıklarında daha yüksek solunum hızına, nabız hızına, terleme hızına, deri ve rektal sıcaklığa sahip oldukları bildirilmiştir (Maia vd., 2015; Berihulay vd., 2019).

Ruminant hayvanlar arasında keçiler, hastalıklara karşı dirençleri ve aşırı iklim koşullarında hayatta kalma yetenekleriyle iyi bilinirler (Capote, 2016). Diğer ruminant hayvanlarla karşılaştırıldığında keçilerin dolaşımında nötrofillerden daha fazla lenfosit vardır, bu da bu türde iyi gelişmiş bir bağışıklık sistemi olduğunu düşündürmektedir (Daramola ve Adeloye, 2009).

Hayvan refahının değerlendirilmesi, üretken, verimli ve sürdürülebilir bir çiftlik hayvanı üretim sistemlerinin önemli bir parçası olarak kabul edilir. Bu durum çiftlik düzeyinde hayvanların refahının değerlendirilmesini, türe özgü protokollerin geliştirilmesini gerektirir (Blokhuis vd., 2010) Hayvan refahının değerlendirilmesi ve belirlenmesi çok kriterli (Şekil 3) ve çok boyutlu bir yaklaşımdır (EFSA, 2012; Tiezzi vd., 2019). Çiftlik hayvanlarının refahını etkileyen temel faktörler, fiziksel çevre, hayvanların kullanabileceği kaynaklar ve yönetim uygulamalarıdır. Hayvanlar davranışsal ve fizyolojik özellikleriyle bu girdilere uyum sağlar (AWIN, 2021).



Şekil 3. Keçilerde refah ve değerlendirilmesi (Sejian vd., 2021)

Çevre sıcaklığı, bağıl nem, güneş radyasyonu, rüzgar hızı ve yağış gibi faktörler, hayvan refahını değerlendirmek için izlenebilen ve kaydedilebilen önemli unsurlardır (Sejian ve Strivastava, 2010; Popola vd., 2014). Bu tür çevresel faktörler keçilerin termal konforunu etkiler. Keçiler için istenen ortam sıcaklığı 6 C° ile 27 C°, %60 - %80 bağıl nem, 0.5 m/s rüzgar hızı arasında değişir (Bøe ve Ehrlenbruch, 2013; Battini vd., 2016). Sıcaklık nem indeksi 70

veya daha düşük değerleri keçiler için stres oluşturmaz, ancak 75 üzerinde sıcaklık stresi başlar ve 85 de ise keçilerde ciddi bir sıcaklık stresi meydana gelir (Battini vd., 2014; Aleena vd., 2018).

3. KOYUN YETİŞTİRİCİLİĞİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM

İklim dostu tarım, üretkenliği ve üretici gelirlerini artırmak, iklim değişikliğine karşı direnci güçlendirmek ve sera gazı emisyonlarını azaltarak gıda güvenliğini iyileştirmeyi amaçlar. Hayvancılık sektörü için geliştirilmiş genetik imkanlar genellikle iklim açısından avantajlı bir seçenek olarak tanımlanır (Wilkes vd., 2017).

Değişen iklim senaryosu altında, koyun yetiştiriciliğinde yoksul çiftçinin ekonomik güvenliğini sağlayarak, sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla farklı stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Koyun üretimini doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen tüm stres faktörlerinin etkilerini azaltabilmek genetik iyileştirme, ıslah yönetimi, otlatma yönetimi, beslenme yönetimi, konvansiyonel olmayan yem kaynaklarının kullanımı, antioksidan takviyesi, su yönetimi, barınak yönetimi ve hastalık yönetimini içeren stratejiler olarak sıralanabilir. Temel olarak, tüm bu stratejiler çevrenin fiziksel modifikasyonuna, genetik modifikasyona ve gelişmiş beslenme yönetimine dayanmaktadır. Değişen iklim senaryosunda optimum üretim elde etmek için çevre koşullarına ve mevcut kaynaklara göre bütüncül bir yaklaşıma ihtiyaç vardır (Naqvi, 2017).

Koyun ilk evcilleştirilen hayvanlar arasındadır ve dünyadaki önemli et ve süt kaynaklarından birini oluşturur (Ritchie ve Roser, 2017; Vigne, 2011). Çevresel değişiklikler bağlamında, bu türün iyileştirilmesi ve korunması hem ulusal hem de uluslararası düzeyde insanların artan et ve süt ürünleri ihtiyaçlarını sürdürülebilir bir şekilde karşılamak için bir zorunluluktur (Bruford vd., 2015). Koyun yetiştiriciliği, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, koyunların iyi bir adaptasyon kabiliyetine sahip olması ve zorlu çevre koşullarına dayanıklı olması nedeniyle önemlidir. Ancak sıcaklık stresi vücut fonksiyonlarında ciddi değişikliklere yol açar (Wojtas vd., 2014). Koyunlarda sıcaklık toleransı -12°C ile 32°C arasında değişir (Taylor, 1992). Sıcaklık toleransı hayvanın ırkı, yaşı, cinsiyeti, vücut ağırlığı, beslenmesi, sağlık

durumu, fizyolojik durumu vb. gibi birçok faktöre bağlıdır (Kolacz ve Dobrzański, 2006; Dangı vd., 2016).

Yüksek çevre sıcaklığı, hayvanlarda çeşitli termoregülatör mekanizmaları aktifleştirir. Koyunlarda yapağı koruyucu bir bariyer görevi görür ve suyun vücuttan buharlaşmasını engeller, böylece terleme yoluyla ısı kaybını azaltır. Bu nedenle nefes alırken buharlaşma çok daha önemli hale gelir. Sıcaklık stresi koyunlarda yem alımında azalma, su metabolizmasında bozulma, protein, enerji ve mineral dengesi, hormonal salgılar ve kan metabolitleri gibi birçok fizyolojik değişikliğe neden olur (Haheeb, 1992; Marai vd., 2006). Çevresel sıcaklık değişiminin vücudun fizyolojik süreçleri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Oksijen tüketim hızı sıcaklıkla doğru orantılı olarak artar. 10°C'lik sıcaklık artışının oksijen tüketim hızında iki hatta üç kat artışa neden olduğu varsayılmaktadır (Schmidt Nielsen, 1997). Organizmanın artan oksijen ihtiyacını karşılamak için hayvanlarda solunum hızı artar. Ancak solunum sadece CO₂'i vücuttan atmak ve O₂ 'ni sağlamak için değil, aynı zamanda hayvanın aşırı ısınmasını önlemek için de kullanılır. Solunum hızı, sıcaklık stresinin iyi bir göstergesi olabilir (Haheeb, 1992). Koyunlarda fizyolojik solunum hızı dakikada 25-30 nefestir. Dakikada 40 nefesin üzerindeki bir nefes artışı nefes nefese olarak kabul edilebilir ve hayvan su buharını nefesle vererek sıcaklık kaybını arttırmak için kullanır. Şiddetli termal strese, solunum hızı dakikada 300 nefese ulaşır (Tablo 2). Solunum hızına dayalı termal stres belirleme, uzaktan gözlemlenilebilir ve değerlendirme kolaylığı gibi avantajlara sahiptir (Silanikove, 2000a).

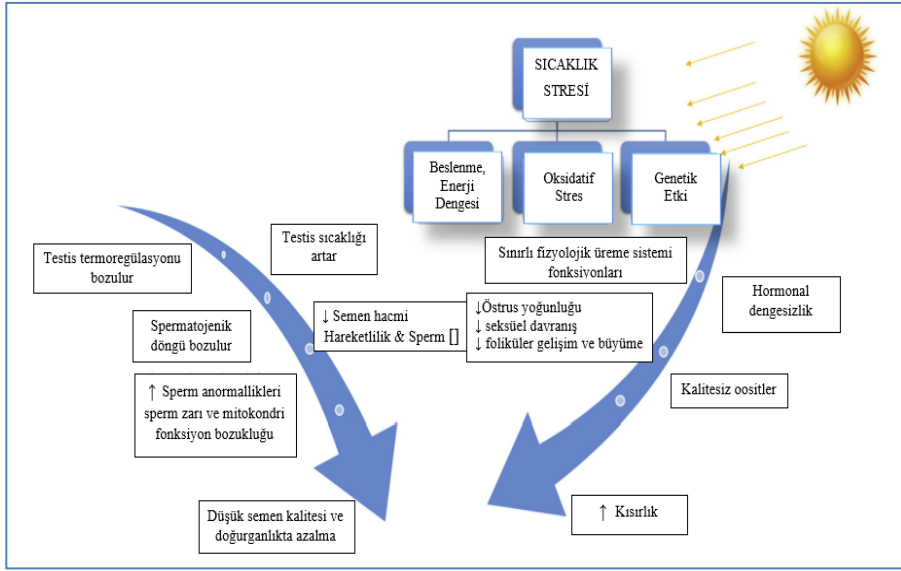
Tablo 2. Solunum hızına göre termal stres düzeyi (Silanikove, 2000a)

Nefes / Dakika	Sıcaklık Stresi Seviyesi
40-60	Düşük
60-80	Orta
80-120	Yüksek
>200	Şiddetli sıcaklık stresi

Dünyadaki koyun popülasyonunun yaklaşık %25'i, hayvanların aşırı ortamlara adapte edici bir tepkisi olarak kabul edilen yağlı kuyruklu ırklardan oluşmaktadır (Moradi vd., 2012; Naziha vd., 2004). Yapılan çalışmalarda yağlı kuyruklu koyunlar arasında yağ birikiminin coğrafik konuma göre farklılık

gösterdiği ve bu yapıların besinlerin az olduğu dönemlerde rezerv sağlamak için oluştuğu düşünülmektedir. Özellikle diğer ırklarla karşılaştırıldığında bu ırklar üzerinde sıcaklık toleransı ile ilgili az sayıda çalışma yapılmıştır (Porter vd., 2016, McManus vd., 2020)

Ortam sıcaklığındaki artışın hayvanların verimlilikleri üzerinde olumsuz etkileri vardır. Çevresel termal stresin neden olduğu hafif bir hipertermi bile hem erkeklerde hem de dişilerde üremeyi etkilemektedir (Şekil 4). Yapılan çalışmalarda, sıcaklık stresinin koyunların üremesini etkileyen en önemli dış faktör olduğu bildirilmiştir (Sejian, 2013; West, 2003; Wall vd., 2010). Sıcaklık stresinin hayvanlarda kısırlığa yol açtığı; üreme eksenini doğrudan etkisi ve yem alımı üzerindeki dolaylı etkisi olmak üzere iki mekanizması vardır (Hansen, 2009; Aggarwal ve Upadhyay, 2013; McManus vd., 2020).



Şekil 4. Sıcaklık stresinin koç ve koyunlarda döl verimi üzerindeki etkileri (McManus vd., 2020)

Gebe ve emziren hayvanlar daha yüksek enerji ihtiyaçları nedeni ile diğer hayvanlara göre sıcaklık stresine duyarlılıkları fazladır (Belhadj Slimen, 2016; Silanikove, 1992). Koyunların yüksek ortam sıcaklıklarına sürekli maruz kalması gebelik sırasında fetal büyümeyi bozar (Şekil 6) ve yenidoğan kuzuların ağırlıklarında ciddi düşümlere ve doğum sonrası hayatta kalma

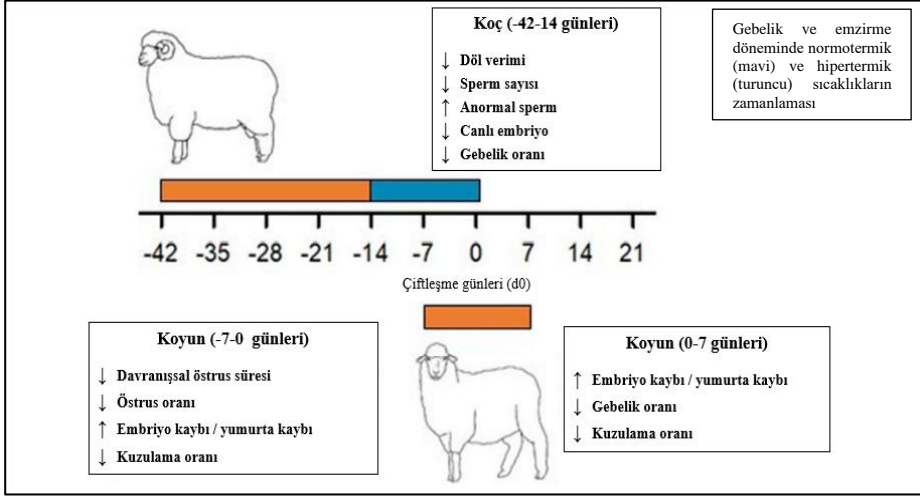
oranları üzerinede olumsuz etkilere neden olduğu bilinmektedir (Van Wettere vd., 2021).

Verimli bir dişi üreme sistemi için yumurtalıklarda foliküllerin uygun oranda büyümesi, yumurtlamanın gerçekleşmesi ve ilgili hormonların üretilmesi gerekir. Bütün bu olaylar endokrin sistem tarafından koordine edilir ve sıcaklık stresinden olumsuz etkilenir (McManus vd., 2020). Yapılan çalışmalar çiftleşme dönemindeki yüksek sıcaklıkların döllemeyi, embriyoyunun hayatta kalmasını olumsuz yönde etkilediği ve sonuç olarak gebelik oranını önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir (Lindsay vd., 1975; Kleemann ve Walker, 2004; Dutt, 1964; Dutt, 1959; Thwaites, 1971).

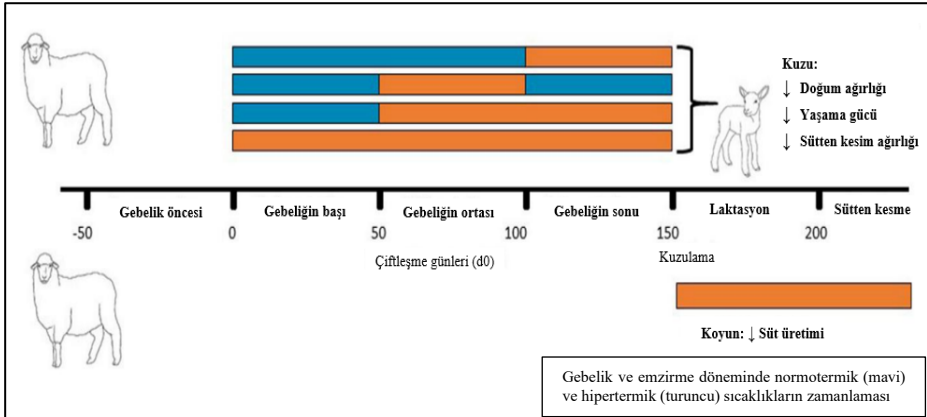
Sıcaklık stresinin östrus döngüsü üzerine etkileri ile ilgili literatür bildirişleri; davranışsal östrüs süresini, östrus insidansını ve döngü uzunluğunu azalttığı yönündedir (Romo-Barron vd., 2019; Sawyer vd., 1979; Indu vd., 2015; Naqvi vd., 2004).

Sıcaklık stresi erkek üreme sistemi üzerinde döl verimini önemli ölçüde etkiler (Şekil 5). Sperm üretimi ve sperm kalitesini bozor, morfolojik olarak anormal sperm oranını artırarak semen kalitesini olumsuz etkiler (Hansen, 2009). Erkek hayvanlarda sıcaklık stresinin asıl etkisini, testis içerisinde spermatogeneziste aksamalara yol açarak oluşturduğu düşünülmektedir (Hansen, 2009). Sıcak stresine en duyarlı hücrelerin spermatozoidler ve erken spermatidler olduğu (Setchell 2006), sıcaklık stresi ortadan kalktıktan sonra testis dokusunun fonksiyonlarının kademeli olarak bir veya iki spermatogenezis siklusu geçtikten sonra normale döndüğü bildirilmiştir (Küçük, 2015).

Hem koçların testislerine bölgesel olarak sıcak stresinin uygulandığı, hem de koçların bulunduğu ortamın ısıtıldığı grupları içinde barındıran bir çalışmada, kontrol grubu ile sıcaklık stresi uygulanan gruplar arasında spermatozoon hacmi ve motilite yönünden bir fark oluşmazken, sıcak stresi uygulanan gruplarda spermatozoon yoğunluğunun düştüğü ve anormal spermatozoon oranının arttığı bildirilmiştir (Saab vd., 2011). Yazların oldukça sıcak geçtiği bir bölgede yapılan bir çalışmada, yaz aylarında sıcaklık stresine bağlı olarak koçlarda ölü ve anormal spermatozoon oranlarının arttığı belirtilmiştir (Al- Ghetaa, 2012).



Şekil 5. Sıcaklık stresinin çiftleşme döneminde koç ve koyunlar üzerindeki etkileri (Van Wettere vd., 2021)



Şekil 6. Gebelik ve laktasyon döneminde sıcaklık stresinin kuzu gelişimi üzerine etkileri (Van Wettere vd., 2021)

Koyunların karşılaştığı çoklu iklim stresleri arasında, sıcaklık stresi hayvanların üretim verimliliğini büyük ölçüde düzensizleştirmektedir (Kandemir vd., 2013; Sejian vd., 2017). Ayrıca, iklim değişikliği, hayvanların bağışıklık durumunu olumsuz etkileyerek koyunlarda vektör kaynaklı çeşitli hastalıklara yol açmaktadır. Hayvan, mevcut iklim koşullarıyla başa çıkmak için davranışsal, fizyolojik, nöroendokrin, hücrel ve moleküler tepkiler yoluyla homeostazı korumak için çeşitli adaptif mekanizmalar kullanır. İklim

değişikliği koyunlarda rumen fonksiyonunu ve rasyonda sindirilebilirliği değiştirebilir. Bu nedenle, enterik metan azaltma hem iklim değişikliğini hem de bu hayvanlardan ekonomik getiriye sürdürmenin yolunu açabilecek rasyonda enerji kaybını önlemek için büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, iklim değişikliğinin koyun üretimi üzerindeki zararlı etkilerine karşı mücadele için çeşitli başka stratejilerde gereklidir. Bunlar yönetim stratejileri; barınak yönetimi, hayvan yönetimi ve iklimin izlenmesi olarak kategorize edilebilir. Bu stratejiler sonucunda optimum koyun üretimi için uygun mikro iklimlendirmenin sağlanması amaçlanmaktadır. Mevsime özgü beslenme ve mikro besin takviyesini içeren beslenme müdahaleleri, hayvanın olumsuz çevre koşullarında üretimini sürdürmesine yardımcı olabilir. Özellikle koyunlar için geliştirilen vücut kondisyon puanlama sistemi, girdi maliyetlerini en aza indirerek koyun çiftliklerinde ekonomik getiriye optimize etmeye yardımcı olabilir (Sejian vd., 2017).

4. SONUÇ

İklim değişikliği etkileri, değişen yağış düzenleri, kuraklık, sel, zararlıların ve hastalıkların coğrafi olarak dağılımı dahil olmak üzere tarımsal üretkenlik üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkilere sahiptir. İklim değişikliğinin neden olduğu sıcaklık stresi dünyanın birçok coğrafi bölgesinde küçükbaş hayvancılığı zorlaştıran karmaşık faktörlerden biridir. Koyun ve keçiler sığağa en dayanıklı türler arasında kabul edilse bile iklim değişikliği farklı şekillerde hayvanların sağlığını olumsuz etkilemektedir. Mera mevcudiyetindeki değişikliklerin etkisi, mera ve yem bitkileri üretimi ve kalitesi üzerindeki etkileri, hastalık ve zararlıların dağılımında ve hava sıcaklıklarındaki ani değişiklikler, çiftlik hayvanları üzerinde sağlık, büyüme, verim ve üreme parametreleri üzerinde doğrudan etkileri mevcuttur. Bu nedenle, olumsuz çevresel koşullarda daha yüksek adaptasyon kabiliyeti için toleranslı ırkların belirlenmesi, iklim değişikliğinin küçükbaş hayvanların üretimi üzerindeki etkisini azaltmak için uygulanabilir bir stratejidir. Hayvansal üretim ve döl verimi açısından farklı ırkların nispi uyum kapasitesinin belirlenmesi için çok sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır ve uygun uyum stratejilerinin geliştirilmesi için yeterli önem ve destek verilmelidir.

KAYNAKÇA

- Aggarwal, A., Upadhyay, R. (2013). Heat stress and animal productivity. India: Springer.
- Alameen, A.O., Abdelatif, A.M. (2012). Metabolic and endocrine responses of crossbred dairy cows in relation to pregnancy and season under tropical conditions. *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 12(8): 1065-1074.
- Alamer, M. (2009). Effect of water restriction on lactation performance of Aardi goats under heat stress conditions. *Small Rum. Res.*, 84(1-3): 76-81.
- Aleena, J., Sejian, V., Bagath, M., Krishnan, G., Beena, V., Bhatta, R. (2018). Resilience of three indigenous goat breeds to heat stress based on phenotypic traits and PBMC HSP70 expression. *International Journal of Biometeorology*, 62(11): 1995-2005.
- Al-Ghetaa, H.F.K. (2012). Effect of environmental high temperature on the reproductive activity of awassi ram lambs. *Iraqi Journal of Veterinary Medicine*. 36(2): 244-253.
- Asres, A., Amha, N. (2014). Physiological adaptation of animals to the change of environment: a Review. *J. Biol. Agric. Healthc.* 4(25): 2224-3208.
- AWIN (2021). Animal Welfare Indicators for Goats. Available online: <http://www.animal-welfare-indicators.net/site/flash/pdf/>. Erişim tarihi: 22.06.2022.
- Battini, M., Barbieri, S., Fioni, L., Mattiello, S. (2016). Feasibility and validity of animal-based indicators for on-farm welfare assessment of thermal stress in dairy goats. *Int. J. Biometeorol.* 60(2): 289-296.
- Battini, M., Vieira, A., Barbieri, S., Ajuda, I., Stilwell, G., Mattiello, S. (2014). Invited review: Animal-based indicators for on-farm welfare assessment for dairy goats. *J. Dairy Sci.*, 97(11): 6625-6648.
- Belhadj Slimen, I., Najar, T., Ghram, A., Abdrabba, M. (2016). Heat stress effects on livestock: molecular, cellular and metabolic aspects, a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 100 (3): 401e12.
- Berihulay, H., Abied, A., He, X., Jiang, L., Ma, Y. (2019). Adaptation mechanisms of small ruminants to environmental heat stress. *Animals* 9(3): 75.
- Bertolini, F., Servin, B., Talenti, A., Rochat, E., Kim, E.S., Oget, C., Palhière, I., Crisà, A., Catillo, G., Steri, R. (2018). Signatures of selection and

- environmental adaptation across the goat genome post-domestication. *Genet. Sel. Evol.*, 50(1): 1-24.
- Blokhuys, H.J., Veissier, I., Miele, M., Jones, B. (2010). The Welfare Quality® project and beyond: Safeguarding farm animal well-being. *Acta Agric. Scand. Sect.*, 60(3): 129-140.
- Bøe, K.E., Ehrlenbruch, R. (2013). Thermoregulatory behavior of dairy goats at low temperatures and the use of outdoor yards. *Can. J. Anim. Sci.*, 93(1): 35-41.
- Bruford, M. W., Ginja, C., Hoffmann, I., Joost, S., Orozco-terWengel, P., Alberto, F. J. (2015). Prospects and Challenges for the Conservation of Farm Animal Genomic Resources, 2015-2025. *Front. Genet.* 6, 314. doi:10.3389/fgene.2015.00314.
- Cain, J.W., Krausman, P.R., Rosenstock, S.S., Turner, J.C. (2006). Mechanisms of thermoregulation and water balance in desert ungulates. *Wildl. Soc. Bull.*, 34(3): 570-581.
- Capote, J. (2016). Environments and goats around the world: importance of genetic and management factors. In: Kukovics S (ed) *Sustainable Goat Breeding and Goat Farming in Central and Eastern European Countries*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp 1-6
- Cavalcanti, L.C.G., Moraes, J.C.F., Faria, D.A.D., McManus, C.M., Nepomuceno, A.R., Souza, C.J.H.D., Caetano, A.R., Paiva, S.R. (2017). Genetic characterization of coat color genes in Brazilian Crioula sheep from a conservation nucleus. *Pesq. Agropec. Brasil.*, 52, 615-622.
- Dangi, S.S., Dangi, S.K., Chouhan, V., Verma, M., Kumar, P., Singh, G., Sarkar, M. (2016). Modulatory effect of betaine on expression dynamics of hsp during heat stress acclimation in goat (*capra hircus*). *Gene*, 575(2): 543-550.
- Daramola, J.O., Adeloye, A.A. (2009). Physiological adaptation to the humid tropics with special reference to the West African Dwarf (WAD) goat. *Trop. Anim. Health Pro.*, 41(7): 1005-1016.
- Darcan, K.N., Silanikove, N. (2018). The advantages of goats for future adaptation to climate change: a conceptual overview. *Small Ruminant Res.*, 163, 34-38.

- Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J. (2016). Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: a review. *Vet. World*, 9, 260-268.
- Decandia, M., Yiakoulaki, M.D., Pinna, G., Cabiddu, A., Molle, G. (2008). Foraging behaviour and intake of goats browsing on Mediterranean shrublands. In: Cannas A, Pulina G (eds) *Dairy Goats Feeding and Nutrition*. CAB International, Wallingford, pp 161-188.
- 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): 255-270.
- Dutt, R.H. (1964). Detrimental effects of high ambient temperature on fertility and early embryo survival in sheep. *Int J Biometeorol.* doi:10.1007/BF02186927.
- Dutt, R.H., Ellington, E.F., Carlton, W.W. (1959). Fertilization rate and early embryo survival in sheared and unshorn ewes following exposure to elevated air temperature. *J Anim Sci.*, 18. doi: 10.2527/jas1959.1841308x.
- EFSA (2012). Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals. *EFSA J.*, 10(6): 2767.
- El-Tarabany, M.S., El-Tarabany, A.A., Atta, M.A. (2017). Physiological and lactation responses of Egyptian dairy Baladi goats to natural thermal stress under subtropical environmental conditions. *Int J Biometeorol* 61(4): 61-68.
- FAO (2022). Dünya Gıda ve Tarım Örgütü. FAOSTAT, Livestock Primary. Erişim tarihi: 01.06.2022.
- Fariello, M.I., Servin, B., Tosser-Klopp, G., Rupp, R., Moreno, C. (2014). International Sheep Genomics Consortium; San Cristobal, M., Boitard, S. Selection signatures in worldwide sheep populations. *PLoS ONE* 2014, 9, e103813.
- Görgülü, M., Koluman Darcan, N., Göncü Karakök, S. (2009). Animal husbandry and global warming. 5. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 30 Eylül-3 Ekim 2009, Çorlu

- Gowane, G.R., Gadekar, Y.P., Prakash, V., Kadam, V., Chopra, A., Prince, L.L.L. (2017). Climate change impact on sheep production: growth, milk, wool, and meat. In: Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J., Malik, P., Naqvi, S., Lal, R. (Eds.), *Sheep Production Adapting to Climate Change*. Springer, Singapore, pp. 31-69.
- Haheeb, A.A.M., Marai, I.F.M., Kamal, T.H. (1992). Heat stress. In: *Farm Animals and the Environment*. Edited by Phillips C. and Piggins D., CAB International, Wallingford, UK, pp. 27-47.
- Hansen, P. (2009). Effect of heat stress on mammalian reproduction. *Philosophical transactions of the Royal Society of London Series B, Biological sciences*. 364(1534): 3341-3350.
- Indu, S., Sejian, V., Naqvi, S.M.K. (2015). Impact of simulated semiarid tropical environmental conditions on growth, physiological adaptability, blood metabolites and endocrine responses in Malpura ewes. *Anim. Prod. Sci.*, 55. doi: 10.1071/AN14085.
- Jakper, N., Kojo, I.A. (2014). Effect of coat colour, ecotype, location and sex on hair density of West African Dwarf (WAD) goats in Northern Ghana. *Sky J. Agric. Res.* 3: 25-30.
- Joy, A., Dunshea, F.R., Leury, B.J., Clarke, I.J., DiGiacomo, K., Chauhan, S.S. (2020). Resilience of small ruminants to climate change and increased environmental temperature: A review. *Animals*, 10(5): 867. doi: 10.3390/ani10050867.
- Kaliber, M., Koluman, N., Silanikove, N. (2016). Physiological and behavioral basis for the successful adaptation of goats to severe water restriction under hot environmental conditions. *Animal* 10(1): 82-88.
- Kandemir, C., Koşum, N., Taşkin, T. (2013). Effects of heat stress on physiological traits in sheep. *Maced J Anim Sci* 3(1): 25-29.
- Kaushik, R., Dige, M.S., Rout, P.K. (2016). Molecular characterization and expression profiling of ENOX2 gene in response to heat stress in goats. *Cell Dev. Biol.*, 5, 1-5.
- Kim, E.S., Elbeltagy, A.R., Aboul-Naga, A.M., Rischkowsky, B., Sayre, B., Mwacharo, J.M., Rothschild, M.F. (2016). Multiple genomic signatures of selection in goats and sheep indigenous to a hot arid environment. *Heredity*. 116(3): 255-264.

- Kleemann, D.O., Walker, S.K. (2005). Fertility in South Australian commercial Merino flocks: relationships between reproductive traits and environmental cues. *Theriogenol.* 63(9): 2416-2433.
- Kolacz, R., Dobrzański, Z. (2006). Hygiene and welfare of farm animals. Published by Agricultural University, Wrocław. pp. 31-38.
- Komal, A.R., Kumar, A., Gattani, A. (2022). A review on adaptive plasticity response under changing climatic conditions in goats. *The Pharma Innovation Journal.* SP-11(7): 01-06.
- Kosgey, I.S. van Arendonk, J.A.M. Baker, R.L. (2003). Economic values for traits of meat sheep in medium to high production potential areas of the tropics. *Small Ruminant Research* 50(1-2): 187-202.
- Küçük, N. (2015). Sıcak stresinin koçlarda in-vitro spermatolojik parametreler üzerine etkisi. Dkora tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Reprodüksiyon ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı, Aydın, s. 53.
- Kumar, D., Yadav, B., Choudhury, S., Kumari, P., Madan, A.K., Singh, S.P., Rout, P.K., Ramchandran, N., Yadav, S. (2018). Evaluation of adaptability to different seasons in goat breeds of semi-arid region in India through differential expression pattern of heat shock protein genes. *Biol. Rhythm Res.*, 49(3): 466-478.
- Lindsay, D.R., Knight, T.W., Smith, J.F., Oldham, C.M. (1975). Studies in ovine fertility in agricultural regions of Western Australia: ovulation rate, fertility and lambing performance. *Australian J Agricultural Res.*, 26(1): 189-198.
- Ly, F.H., Agha, S., Kantanen, J., Colli, L., Stucki, S., Kijas, J.W., Joost, S., Li, M.H., Ajmone Marsan, P. (2014). Adaptations to climate mediated selective pressures in sheep. *Mol. Biol. Evol.*, 31(12): 3324-3343.
- Maia, A.S.C., DaSilva, R.G., Nascimento, S.T., Nascimento, C.C., Pedroza, H.P., Domingos, H.G. (2015). Thermoregulatory responses of goats in hot environments. *Int J Biometeorol* 59(8): 1025-1033
- Marai, I.F.M., El-Darawany, A.A., Fadiel, A., Abdel-Hafez, M.A.M. (2006). Physiological traits as affected by heat stress in sheep-A review. *Small Rum Res.*, 71(1-3): 1-12.

- Mazinani, M., Naserian, A.A., Mesgaran, M.D., Valizadeh, R. (2019). Determination of coated urea releasing in ruminant's rumen through in vivo and in vitro studies. *Iranian Journal of Animal Sci. Res*, 11(2).
- McManus, C., Paludo, G.R., Louvandini, H., Gugel, R., Sasaki, L.C.B., Paiva, S.R. (2009). Heat tolerance in Brazilian sheep: physiological and blood parameters. *Trop. Anim. Health Prod.* 41(1): 95-101.
- McManus, C.M., Faria, D.A., Lucci, C.M., Louvandini, H., Pereira, A., Paiva S.R. (2020). Heat stress effects on sheep: are hair sheep more heat resistant? *Theriogenology* 155: 157-67.
- Meena, R.S., Lal, R. (2018). Legumes for soil health and sustainable management. Springer, Singapore, p 541. doi: 10.1007/978-981-13-0253-4_10.
- Mili, B., Tukheswar, C. (2021). "Adaptive Mechanisms of Goat to Heat Stress." *Goat Science-Environment, Health and Economy*. doi: 10.5772/intechopen.96874.
- Miller, B.A., Lu, C.D. (2019). Current status of global dairy goat production: an overview. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(8): 1219.
- Moradi, M.H., Nejati-Javaremi, A., Moradi-Shahrbabak, M., Dodds, K.G., McEwan, J.C. (2012). Genomic scan of selective sweeps in thin and fat tail sheep breeds for identifying of candidate regions associated with fat deposition. *BMC Genetics*. 13(1):10.
- Naqvi, S.M.K., De, K., Kumar, D., Sahoo, A. (2017). Mitigation of Climatic Change Effect on Sheep Farming Under Arid Environment. In *Abiotic Stress Management for Resilient Agriculture* (pp. 455-474). Springer, Singapore.
- Naqvi, S.M.K., Maurya, V.P., Gulyani, R., Joshi, A., Mittal, J.P. (2004). The effect of thermal stress on superovulatory response and embryo production in Bharat Merino ewes. *Small Ruminant Res.* 55(1-3): 57-63.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M.S., Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livest. Sci.*, 130, 57-69.
- Naziha, A., François, B., Gley, K. (2004). Performance of the fat-tailed Barbarine sheep in its environment: adaptive capacity to alternation of underfeeding and refeeding periods. A review. *Anim. Res.*, 53(3):165-176.

- Onzima, R.B., Upadhyay, M.R., Doekes, H.P., Brito, L., Bosse, M., Kanis, E., Groenen, M.A.M., Crooijmans, R.P.M.A. (2018). Genome-wide characterization of selection signatures and runs of homozygosity in Ugandan goat breeds. *Front. Genet.*, 9, 318.
- Pachauri, R.K., Meyer, L.A. (2014). IPCC, 2014: Climate change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC. Available online at: www.ipcc.ch/report/ar5/. Erişim tarihi: 03.07.2022.
- Popoola, M.A., Bolarinwa, M.O., Yahaya, M.O., Adebisi, G.L., Saka, A.A. (2014). Thermal comfort effects on physiological adaptations and growth performance of West African dwarf goats raised in Nigeria. *Eur. Sci. J.*, 3: 275-382.
- Porter, V., Alderson, L., Hall, S.J.G., Sponenberg DP. (2016). *Manson's world encyclopedia of livestock breeds and breeding*. sixth ed. ed. Boston, MA: CABI.
- Ramachandran, N., Sejian, V. (2022). "Climate resilience of goat breeds in India: A review." *Small Ruminant Research* 208: 106630.
- Ramachandran, N., Singh, D., Jindal, S.K., Singh, M.K. (2019). Effect of quantitative feed restriction and realimentation on growth, carcass traits and economics in stallfed Barbari kids. *Indian J. Anim. Sci.* 89(3): 292-297.
- Ratnakaran, A.P., Sejian, V., Jose, V.S., Vaswani, S., Bagath, M., Krishnan, G., Beena, V., Devi, I.P., Varma, G., Bhatta, R. (2017). Behavioural responses to livestock adaptation to heat stress challenges. *Asian J. Anim. Sci.* 11(1): 1-13.
- Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., De Basilio, V., Gourdine, J., Collier, R.J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6, 707-728.
- Reshma Nair, M. R., Sejian, V., Silpa, M. V., Fonsêca, V. F. C., de Melo Costa, C. C., Devaraj, C., Krishnan, G., Bagath, M., Nameer, P. O., Bhatta, R. (2021). Goat as the ideal climate resilient animal model in tropical environment: Revisiting advantages over other livestock species. *International Journal of Biometeorology*, 65(12): 2229-2240.
- Ritchie, H., Roser, M. (2017). *Meat and dairy production*. Our World in Data.

- Robertshaw, D., Dmi'el, R. (1983). The effect of dehydration on the control of panting and sweating in the black bedouin goat. *Physiol Zool* 56:412-418
- Rochus, C.M., Tortereau, F., Plisson-Petit, F., Restoux, G., Moreno-Romieux, C., Tosser-Klopp, G., Servin, B. (2018). Revealing the selection history of adaptive loci using genome-wide scans for selection: An example from domestic sheep. *BMC Genom.*, 19(1): 1-7.
- Romo-Barron, C.B., Diaz, D., Portillo-Loera, J.J., Romo-Rubio, J.A., Jimenez-Trejo, F., Montero-Pardo, A. (2019). Impact of heat stress on the reproductive performance and physiology of ewes: a systematic review and meta-analyses. *Int J Biometeorol.*, 63(7): 949-962.
- Saab, A.S., Sleiman, F.T., Kallassy, N., Darweesh, W.Y., Aad, P.Y. (2011). Effect of adaptation and heat stress on reproductive performances of fat-tail awassi rams in eastern mediterranean. *Lebanese Science Journal*. 12(1): 31-44.
- Sanon, H.O., Kaboré-Zoungrana, C., Ledin, I. (2007). Behaviour of goats, sheep and cattle and their selection of browse species on natural pasture in a Sahelian area. *Small Rumin Res* 67(1): 64-74.
- Sawyer, G.J., Lindsay, D.R., Martin, G.B. (1979). The influence of radiant heat load on reproduction in the Merino ewe: 3. Duration of oestrus, cyclical oestrous activity, plasma progesterone, LH levels and fertility of ewes exposed to high temperatures before mating. *Aust J Agricultural Res.*, doi:10.1071/AR9791151.
- Schmidt Nielsen, K. (1997). *Animal Physiology. Adaptation and environment.* Press Syndicate of the University of Cambridge, U.K.
- Sejian, V. (2013). Climate change: Impact on production and reproduction, adaptation mechanisms and mitigation strategies in small ruminants: A review. *The Indian Journal of Small Ruminants*. 19(1): 1-21.
- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J., Malik, P. K., Naqvi, S. M. K., Lal, R. (2017). Adapting sheep production to climate change. In V. Sejian, R. Bhatta, J. Gaughan, P. K. Malik, S. M. K. Naqvi, R. Lal (Eds.). *Sheep production adapting to climate change* Singapore: Springer Singapore. doi:10.1007/978-981-10-4714-5_1.
- Sejian, V., Maurya, V.P., Naqvi, S.M. (2010). Adaptability and growth of malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. *Trop. Anim. Health Prod.* 42, 1763-1770.

- Sejian, V., Maurya, V.P., Naqvi, S.M.K. (2010). Adaptive capability as indicated by endocrine and biochemical responses of Malpura ewes subjected to combined stresses (thermal and nutritional) in a semi-arid tropical environment. *Int. J. Biometeorol.* 54, 653-661.
- Sejian, V., Silpa, M.V., Chauhan, S.S., Bagath, M., Devaraj, C., Krishnan, G., Nair, M.R., Anisha, J.P., Manimaran, A., Koenig, S., Bhatta, R. (2021). Eco-Intensified Breeding Strategies for Improving Climate Resilience in Goats. *Ecological Intensification of Natural Resources for Sustainable Agriculture*. Springer, Singapore, pp. 627-655.
- Sejian, V., Srivastava, R.S. (2010). Effects of melatonin on adrenal cortical functions of Indian goats under thermal stress. *Vet. Med. Int.*, 348919.
- Setchell, B.P., Breed, W.G. (2006). Anatomy, vasculature and innervation of the male reproductive tract. In: Neill JD (Ed.) *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction*, San Diego, USA: Elsevier, p. 771-825.
- Silanikove, N. (1992). Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. *Livestock Production Science.* 30(3): 175-194.
- Silanikove, N. (2000a). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Prod Sci.*, 67: 1-18.
- Silanikove, N. (2000b). The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rumin. Res.*, 35, 181-193.
- Silanikove, N., Koluman, N. (2015). Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. *Small Rumin. Res.*, 123, 27-34.
- Simões, J., Pires, A.F. (2018). Reproductive disorders in Portuguese Serrana goats and its effects on milk production. *Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias* 31(1): 64-71.
- Singh, K.M., Singh, S., Ganguly, I., Nachiappan, R.K., Ganguly, A., Venkataramanan, R., Chopra, A., Narula, H.K. (2017). Association of heat stress protein 90 and 70 gene polymorphism with adaptability traits in Indian sheep (*Ovis aries*). *Cell Stress Chaperones.* 22(5): 675-684.
- Taylor, R.E. (1992). Adaptation to the environment. In: *Scientific Farm Animal Production*, Macmillan Publishing Company, New York, NY, pp. 326332.

- Thornton, P.K., Herrero, M.T., Freeman, H.A., Okeyo Mwai, A., Rege, J.E.O., Jones, P.G., McDermott, J.J. (2007). Vulnerability, climate change and livestock-opportunities and challenges for the poor. *J Semi-Arid Trop Agric Res* 4(1): 1-23
- Thwaites, C.J. (1971). Short term heat stress and embryo mortality in the ewe. *Aust J Exp Agr.*, doi: 10.1071/EA9710265.
- Tiezzi, F., Tomassone, L., Mancin, G., Cornale, P., Tarantola, M. (2019). The Assessment of Housing Conditions, Management, Animal- Based Measure of Dairy Goats' Welfare and Its Association with Productive and Reproductive Traits. *Animals*. 9, 893.
- Van Wettere, W.H.E.J., Kind, K.L., Gatford, K.L., Swinbourne, A.M., Leu, S.T., Hayman, P.T., Kelly, J.M., Weaver, A.C., Kleemann, D.O., Walker, S.K. (2021). Review of the impact of heat stress on reproductive performance of sheep. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 12(1): 1-18.
- Vigne, J.D. (2011). The Origins of Animal Domestication and Husbandry: a Major Change in the History of Humanity and the Biosphere. *Comptes Rendus Biologies* 334(3): 171-181.
- Wall, E., Wreford, A., Topp, K., Moran, D. (2010). Biological and economic consequences heat stress due to a changing climate on UK livestock. *Advances in Animal Biosciences*. 1, 53-53. doi: 10.1017/S2040470010001962.
- Wei, C., Wang, H., Liu, G., Zhao, F., Kijas, J.W., Ma, Y., Lu, J., Zhang, L., Cao, J., Wu, M., et al. (2016). Genome-wide analysis reveals adaptation to high altitudes in Tibetan sheep. *Sci. Rep.*, 6(1): 1-11.
- Wen, Y., Hu, J., Wang, J., Liu, X., Li, S., Luo, Y. (2021). Effect of glycolysis and heat shock proteins on hypoxia adaptation of Tibetan sheep at different altitude. *Gene*, 803, 145893.
- West, J.W. (2003). Effects of heat stress on production in dairy cattle. Climate change: Impact on production and reproduction, adaptation mechanisms and mitigation strategies in small ruminants: A review. *Journal of Dairy Science*. 86, 2131-2144. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/259865707/download>.
- Wiener, P., Robert, C., Ahbara, A., Salavati, M., Abebe, A., Kebede, A., Wragg, D., Friedrich, J., Vasoya, D., Hume, D.A., et al. (2021). Whole-

- Genome Sequence Data Suggest Environmental Adaptation of Ethiopian Sheep Populations. *Genome Biol. Evol.* 2021, 13(3): 014.
- Wilkes, A., Barnes, A. P., Batkhishig, B., Clare, A., Namkhainyam, B., Tserenbandi, Chuluunbaatar, N., Namkhainyam, T. (2017). Is cross-breeding with indigenous sheep breeds an option for climate-smart agriculture? *Small Ruminant Research*, 147, 83-88. doi: 10.1016/j.smallrumres.
- Wojtas, K., Cwynar, P., Kołacz, R. (2014). Effect of thermal stress on physiological and blood parameters in merino sheep. *Journal of Veterinary Research*, 58(2): 283-288.
- Yadav, V.P., Dangi, S.S., Chouhan, V.S., Gupta, M., Dangi, S.K., Singh, G., Maurya, V.P., Kumar, P., Sarkar, M. (2016). Expression analysis of NOS family and HSP genes during thermal stress in goat (*Capra hircus*). *Int. J. Biometeorol.* 60, 381-389.
- Yudin, N., Larkin, D.M. (2019). Shared Signatures of Selection Related to Adaptation and Acclimation in Local Cattle and Sheep Breeds from Russia. *Russ. J. Genet.* 55, 1008-1014.
- Yurchenko, A.A., Deniskova, T.E., Yudin, N.S., Dotsev, A.V., Khamiruev, T.N., Selionova, M.I., Egorov, S.V., Reyer, H., Wimmers, K., Brem, G., et al. (2019). High-density genotyping reveals signatures of selection related to acclimation and economically important traits in 15 local sheep breeds from Russia. *BMC Genom.* 20(3): 1-19.

BÖLÜM 4

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MERALAR ÜZERİNDE ETKİLERİ: TESPİT VE ÖNERİLER

Prof. Dr. | Uğur BAŞARAN^{1*}

^{1*} Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü.
ugur.basaran@yobu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-6644-5982

GİRİŞ

Seksenli yıllardan itibaren küresel ısınma, iklim değişikliği ve bunların biyolojik yaşam üzerindeki olası etkileri başta bilim dünyası olmak üzere toplumlarda yoğun bir şekilde konuşulmaya başlanmıştır. Başlarda uzak bir tehdit olarak algılanarak senaryolar ve simülasyonlar üzerinden ele alınan iklim değişikliği çok kısa sürede fiili etkilerini göstermeye başlamış ve 21. yüzyılın başından itibaren hayatın bir parçası haline gelmiştir. Tüm dünyada sıradışı iklim olaylarının sıklık ve şiddetinde artışlar görülmekte ve bunların sonucunda ciddi can ve mal kayıpları yaşanmaktadır. İklim canlı yaşamını ve dağılımını belirleyen temel unsurdur. Yaşamı belirleyen diğer unsurlar üzerinde de direkt veya dolaylı etkileri bulunmaktadır. Dolayısıyla iklim değişikliğinin canlılar ve doğal ekosistemler üzerinde geniş ve kapsamlı sonuçları olacaktır. Günümüzde tüm taraflar ve sektörler iklim değişikliğinin sebeplerini, sonuçlarını ve iklim değişikliği ile nasıl mücadele edilebileceğini yoğun bir şekilde tartışmaktadır. Bu tartışmaların ortak iki başlığı; soruna neden olan unsurların azaltılması veya ortadan kaldırılması ve değişimin etkilerini azaltmaya yönelik nelerin yapılabileceğidir (Url 1). Yani, gelinen noktada iklim değişikliği sadece mücadele edilmesi gereken bir sorun olarak değil, aynı zamanda yönetilmesi gereken bir süreç olarak ele alınmaktadır. Sorunun büyüklüğü ve genel karakteri, mücadelenin küresel boyutta yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte, özellikle süreç yönetimi noktasında ülkesel ve sektörel esaslı çabaların da önemli hatta gerekli olduğu açıktır. Bu bağlamda, her sektörün iklim değişikliği konusunda durum ve tehdit değerlendirmelerini yapması, söz konusu değişikliklerle mücadele ve uyum alanında geleceğe yönelik faaliyet planlarını belirlemesi büyük önem taşımaktadır.

İklim değişikliğinden en erken ve en fazla etkilenecek sektörlerin başında tarım gelmektedir. Tarım büyük oranda iklim faktörlerine bağlı olarak yapılmaktadır. Dolayısıyla, iklimde yaşanacak olumsuzlukların ekolojik, ekonomik ve sosyolojik sonuçlarını ilk hissedecek sektörlerin başında tarım gelmektedir. Gelişen bilim ve teknoloji sayesinde bazı tarımsal üretim dallarında iklime bağlı kısıtlar veya olumsuzluklar aşılabilmektedir. Ancak günümüzde tarımsal faaliyetler hala büyük oranda atmosfer koşullarında ve iklimin direkt etkisi altında gerçekleştirilmektedir. Tamamen iklime bağlı olan tarımsal alanlardan biri de meralardır. Meraların tür bileşimi, verimi ve kalitesi birinci derecede iklim tarafından şekillendirilmektedir. Meralar işlenen kültür

arazilerinin aksine çok sayıda türün birlikte yaşadığı ve bu birlikteliğin hassas rekabet ve denge koşullarına dayalı olduğu alanlardır. Bu alanlarda otsu bitkiler çalı formu, hatta bazen ağaç formundaki bitkilerle birlikte ortak yaşam zemini oluşturmuşlardır. Belirli bir merada bulunan türlerin iklim istekleri büyük oranda benzer olmakla birlikte normal sınırları dışında ki iklim koşullarına tepkileri farklılık göstermektedir. Sürece ve miktara bağlı olarak, değişen iklim koşulları bazı türler için olumsuz bazı türler için olumlu sonuçlar doğurabilir. Dolayısıyla zengin tür kompozisyonu sebebiyle meralarda oluşabilecek değişimin yönünü ve sınırlarını kestirmek çok kolay değildir.

Diğer taraftan iklimin meralar üzerinde dolaylı etkileri de söz konusudur. Bu dolaylı etkilerin kaynaklarından biri de meralar üzerinde otlayan hayvanlardır. Toplam etkileri dikkate alındığında hayvanlar esasında meraların doğal bileşenidir ve mera durumunda belirleyici role sahiptirler. İklimde meydana gelecek değişiklikliğin, özellikle sıcaklık artışının hayvan yaşamını, davranışlarını, sağlığını ve verimliliğini etkilemesi beklenmektedir (Nardone vd., 2010; Tirado vd., 2010).

İklim faktörleri arasında, en yaygın stres sebebi yüksek sıcaklıktır. Avrupa, Kuzey Amerika, Afrika ve Avustralya'nın tropik ve subtropik bölgelerinde sıcaklık stresi çiftlik hayvanlarında hastalık ve ölüm oranlarının artmasına neden olmaktadır (Renaudeau vd., 2012; Seo ve Mendelsohn, 2008). Bunun sonucunda meralar üzerinde hayvan baskısında değişim yaşanabilir.. Otlayan hayvanların bitki sağlığı ve üretkenliği, biyolojik çeşitlilik ve tür bileşimi, besin döngüsü ve diğer süreçler üzerinde etkisi olduğu bilinmektedir. Hayvanlar meralarda bitkisel varlığı azaltarak küresel ısınmaya da katkıda bulunabilir. Bitkiyle kaplı alanların çıplak topraktan daha yüksek bir albedoya (enerjiyi yansıtma kapasitesi) sahip olması nedeniyle otlatma, Dünya atmosferine geri yansıyan güneş ışığının miktarını azaltarak küresel iklimi etkiler (Witman, 2018).

Meraların birçok biyolojik, fizyolojik ve fiziksel işlevi olmakla birlikte (Çomaklı vd., 2012), ekonomik açıdan en önemli işlevleri kaba yem kaynağı olmalarıdır. Hayvancılığın temel girdisi olan kaba yemlerin en ucuz temin edildiği kaynak meralardır. Kaliteli bir mera, hayvan kaynaklı metan salınımını da azaltıcı etkiye sahiptir. Yem kalitesinde düşüş, tüketilen brüt enerji birimi başına metan emisyonlarını artırabilir (Benchaar vd., 2001). Dolayısıyla, meraların verimliliği ve kalitesinde yaşanılacak değişim veya olumsuzlukların

kısa, orta ve uzun vadede hayvancılık sektörü, dolayısıyla ekonomik ve sürdürülebilir hayvansal gıda arzı açısından net sonuçları olabilir. Hayvancılık küresel proteinin %33'ünü ve tüketilen küresel kalenin %17'sini sağlar (Thornton, 2010; Vandamme vd., 2010).

Bu bölümde iklim değişikliğinin genel sebepleri ve meralar üzerindeki direk ve dolaylı etkileri ele alınmıştır. Bu kapsamda iklim değişikliği ile mera bitkileri arasındaki ilişkiyi fizyolojik esaslar ve bitki-toprak-su ilişkisi çerçevesinde inceleyen çalışmalardan ve kısmen de iklim değişikliğinin hayvanlar üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalardan yararlanılmıştır. Ele alınan konular Türkiye özelinde de incelenmiş ve çözüm önerileri ile desteklenmiştir.

1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE BİTKİ YAŞAMI

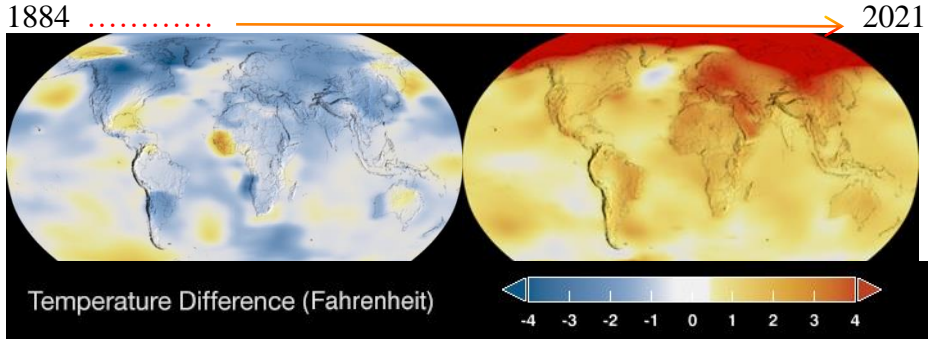
İkim belirli bir yer için atmosferde meydana gelen hava olaylarının uzun dönem (> 30 yıl) ortalamaların ifadesidir. İklim ortalama sıcaklık, nem ve yağış koşullarının yanı sıra fırtınalar veya kuraklık gibi aşırı olayların sıklığı ve şiddeti dahil olmak üzere mevsimsel ve yıllık hava değişimlerini de kapsar (Url 2).

Son yüzyılda, küresel ve bölgesel ölçekte sıradışı hava olaylarının sıklığı, büyüklüğü, uzunluğu, mekansal dağılımı ve zamanlamasında önemli değişiklikler meydana gelmiştir (Url 3). Normal sınırların dışında iklim olaylarıyla giderek artan bir şekilde karşılaşılıyor olmamız, dünyanın iklimsel kalıplarının değiştiğini açıkça ortaya koyuyor. Esasında dünyamızın iklimi çok sayıda karmaşık bileşen ve süreçler tarafından şekillenmektedir. Geçmişte, volkanik patlamalar ve El Nino gibi doğal faktörler, sıcaklık ve yağışta dalgalanmalara neden olmuştur. Ancak tüm verilerin ve kanıtların ayrıntılı analizi, son 50 yılda gözlemlenen küresel ısınmanın tamamen doğal nedenlerle açıklanamayacağını, dolayısıyla insan kaynaklı etkinin önemli olduğunu göstermektedir (Url 4).

Bilim dünyası, tüm faktörler göz önüne alındığında, küresel iklim dengesinin ısınmaya doğru değiştiğini (Şekil 1) ve bu değişimde atmosfer yoğunluğunda ki artışın önemli olduğuna değinmektedir. 2019 yılında atmosferik CO₂ konsantrasyonu en az 2 milyon yıl, metan (CH₄) ve azot oksit (N₂O) konsantrasyonları ise en az 800.000 yılda herhangi bir zamanda olduğundan daha yüksek ölçülmüştür (Url 5). Küresel olarak, meteorolojik

kayıtlarda yer alan en sıcak 15 yıldan 14'ü içinde bulunduğumuz yüzyılda yaşanmış ve 2001-2010 arası tarihin en sıcak on yılı olarak belirlenmiştir. Ortalama küresel kara ve deniz yüzeyi hava sıcaklıkları, 1961-1990 dönemi için belirlenen 14.00°C' den 2005' te 0.54°C, 2010'da 0.55 °C, 2014 yılında ise 0.57°C daha fazla ölçülmüştür (Url 2). Bu veriler dünyanın giderek artan bir şekilde ısındığını ortaya koymaktadır.

Sanayi devrimiyle birlikte insanların faaliyetlerinde ve enerji için fosil yakıt kullanımında geçmişle kıyılanamayacak oranda gelişme yaşanmış ve bu süreçte atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu %40'ın üzerinde, CH₄ %150'den fazla ve N₂O yaklaşık %20 oranında artmıştır. Üstelik CO₂ artışının yarısından fazlası 1970'den sonra meydana gelmiştir. Sera gazları olarak nitelendirilen bu gazlar ısının atmosferden kaçmasını engelleyerek küresel ısınmaya yol açmaktadır (Url 6). Bu gazlar içinde CO₂'deki yoğunluk artışı daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Dolayısıyla küresel ısınmada en büyük rol CO₂'e atfedilmektedir (Url 3). Atmosferde ortalama CO₂ konsantrasyonu 19. yüzyıldan sonra artmaya başlamış ve endüstriyel devrim öncesinde 280 ppm iken, 1958 de 315 ppm, 2012'de 394 ppm ve 2018 yılı Mayıs ayında 411 ppm seviyesine ulaşmıştır (Türkeş ve Erlat, 2018).



Sekil 1. 1884 - 2021 dönemine ait global ısı değişimi (Url 7)

Küresel ısınma ve iklim değişikliği küresel bir sorun olmakla birlikte etkileri ve sonuçları bakımından ülkeler hatta bölgeler arasında farklılıklar öngörülmektedir. BM Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), 2021 raporunda (Url 5), Türkiye için gelecekte üç temel soruna işaret edilmektedir. Bunlar; sıcaklığın ve buharlaşmanın artması ve deniz seviyesinin

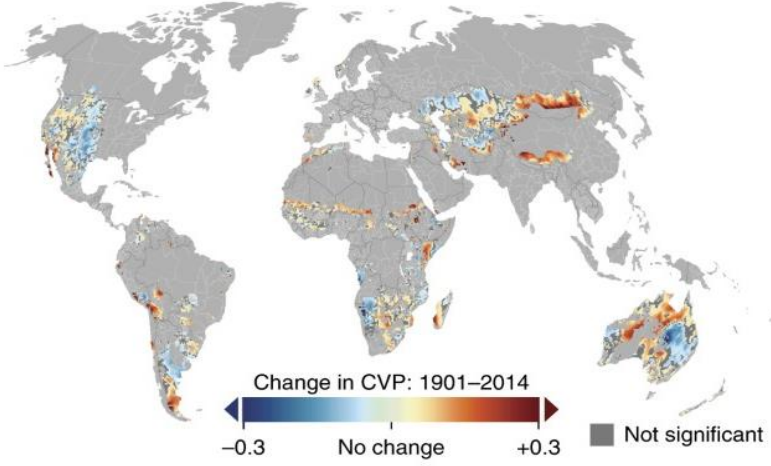
yükselmesidir. Bu bağlamda, 2050 yılına kadar sıcaklığın Türkiye'nin doğu ve orta kesimlerinde 2.5°C, sahil kesimlerinde ise 1.5°C artacağı, buna ek olarak yıllık yağış miktarının özellikle batı ve Akdeniz kıyılarında yaklaşık %10 azalacağı öngörülmektedir. Yaz aylarında 40°C'yi aşan sıcaklıklarla daha fazla karşılaşmamız bekleniyor. Nitekim 1980 sonrası dönme ait iklim verileri bile, Türkiye'de mevsimlere ait ortalama sıcaklığın arttığını göstermektedir (Url 8). Meteoroloji Genel Müdürlüğü iklim değişikliğinin gelecekte Türkiye'yi nasıl etkileyeceğini ortaya koyabilmek için 1971-2000 dönemini referans alarak 2016-2099 dönemi için 3 farklı küresel model ile iklim projeksiyonları geliştirilmiştir. Üç modelin ortak sonucu olarak; Türkiye'de 2016-2099 dönemi için sıcaklık artışı öngörülmekte ve yıllık ortalama sıcaklıklarının 1.5-2.6 °C aralığında artması beklenmektedir. Ortalama sıcaklığın bu yüzyılın ilk yarısında -0,9 ile 4,1°C sınırlarında sapmalar göstererek ortalama 1.4°C artması, yüzyılın ikinci yarısında ise ortamadan 0.6 ile 4.1°C uzaklaşabileceği ve 2.2°C artması öngörülmektedir (Url 9). 1950-2013 dönemi için; sonbahar ilk don tarihinin her on yılda 0.71 gün geciktiği, ilkbahar son don tarihinin ise 0.64 gün daha erken görüldüğü ve Türkiye'nin büyük bir kısmına donsuz geçen gün sayısında anlamlı bir artış yaşandığı bildirilmiştir (Erlat ve Turkeş, 2016).

İklimin temel bileşenleri olan sıcaklık ve nem, biyolojik yaşam üzerinde yaygın etkilere sahiptir. Biyolojik yaşam çok sayıda fizyolojik süreci kapsar ve süreçler temelde yine çok sayıda kimyasal reaksiyon barındırır. Bu nedenle sıcaklık yaşam için en temel belirleyicidir. Kimyasal reaksiyonların sıcaklığa tepkisi belirlidir ve açıklaması kolaydır. Ancak fizyolojik süreçler sıcaklığa çok daha karmaşık yanıtlar verir. Fizyolojik süreçler, çoğunlukla su bazlıdır ve optimumun sıcaklığın üzerinde ki veya altında ki koşullarda daha yavaş ilerlerler. Bu nedenle bütün canlılar gibi bitkilerde çok nemli ve çok kuru ortamlarda veya çok soğuk ve sıcak koşullarda fizyolojik süreçler için uygun su ve sıcaklık dengesini korumak için büyük zorluklar çekerler. Bu zorlukların temel kaynağı iklim koşullarıdır. Bir bitkinin belirli ekolojik koşullara uyumu, fizyolojik süreçler için gerekli dengeyi mevcut koşullarda kurabilmelerine bağlıdır. Bu uyum uzun zamana ihtiyaç duyar ve genetik temelinde çok sayıda morfolojik ve fizyolojik yeteneğin kazanılmasıyla mümkün olabilir. Başka bir ifadeyle bitkilerin sahip olduğu fizyolojik yetenekleri mevcut iklim koşulları ile aralarındaki etkileşimin ürünüdür. Dolayısıyla, bitkilerin iklim koşullarında çok kısa sürede (bitkiler için 100 yıl çok uzun bir zaman dilimi değildir) ve

normal sınırları aşan değişimlere cevabını kestirmek oldukça zordur. Özellikle hayvanlar hareket kabiliyetleri sayesinde bu gibi durumlarla daha kolay başa çıkabilir veya göç ederek hayatta kalmayı başarabilir. Ancak, bütün türler iklimdeki değişikliklere uyum sağlayamayacaktır. Tarihte örneklerine rastlandığı gibi bazı türler yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalabilir. Nitekim, 2050 yılına kadar bazı alanlarda yaşayan bitki ve hayvan gruplarının %15-37'sinin neslinin tükenebileceği ileri sürülmektedir (McCarty vd., 2009). Bu denle günümüzde bilim dünyasında en önemli konulardan biri, iklimde gelecekte meydana gelebilecek değişikliklerin biyolojik sistemleri nasıl etkileyeceğini anlamaya çalışmaktır. Bu kapsamda bilim insanları iklimde son dönemde oluşan değişikliklere karşı türlerin biyolojik tepkilerinin nasıl olduğunu belirlemeye çalışmaktadır. Bunun için bilim adamları elde ettikleri bilgileri deney ve modellere entegre ederek, karmaşık biyolojik sistemlerin değişen iklim koşulları altında nasıl etkileneceğine dair öngörüler geliştirmektedir.

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE MERALAR

Otlakların (ovalar, çayırlar, bozkırlar ve çalılar) dünya kara yüzeyinin %45'ini kapladığı (Antartika hariç) ve hayvansal üretim için ihtiyaç duyulan yemin %17'sini sağladığı tahmin edilmektedir (Reid vd., 2008). Bu sistemler serin kuzey ikliminden ılıman ve tropik iklime kadar çok çeşitli coğrafi bölgelere yayılmıştır. Meraların üretkenliği başta yağış ve sıcaklık olmak üzere iklime bağlıdır. Yağış miktarı ve rejimindeki değişim mera verimi ve bozulma süreçleri üzerinde önemli etkiye sahiptir (Ellis vd., 1988) ve yıllık üretkenliği sınırlayarak otlatma kapasitesinin azalmasına yol açar (Le Houérou vd., 1988). Bir kısım merada (%49) olumlu eğilimler gözlenmekle birlikte genel olarak, küresel mera alanları için hem yıl içi hem de yıllar arası yağış değişkenliği artmıştır (Şekil 2). Mera sistemleri atmosferik CO₂ seviyesi ve sıcaklıktaki artıştan da etkilenmektedir (Chapman vd., 2009; 2012). Bitki yaşamı sıcaklık ve atmosferik CO₂ oranının yanında toprağın yapısı, yağış durumu ve bakım işlemleri gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Dolayısıyla sıcaklık ve CO₂ miktarındaki artışın bazı meralarda kısa vadede olumlu sonuçları mümkün olmakla birlikte, uzun vadede olumsuz etkilerinin görülmesi kaçınılmazdır.



Şekil 2. Global olarak meralarda yıldan yıla (1901-2014) yağış değişkenliğinin varyasyon katsayısı (Sloat vd., 2018)

Doğal meralar dünya üzerinde geniş yer kaplayan (3.4 milyon hektar), çok sayıda bitki ve hayvan için doğal yaşam alanı olan, bitki- toprak- iklim unsurları ve çok sayıda canlı arasında uzun süreli etkileşimin sonucunda oluşmuş karmaşık ve dinamik yapılardır. Zengin biyolojik bileşimleri meraların en güçlü özelliklerinden biridir. Ancak bu özellikleri aynı zamanda meraları iklim değişikliğine karşı hassasiyete neden olmaktadır. Mera bileşiminde bulunan bitki türlerinin gelişimi, büyümesi, verim ve kalitesi etraflarında cerayan eden atmosferik CO₂ konsantrasyonunda ki artışlara, daha yüksek sıcaklıklara, değişen yağış ve buharlaşma dengesine, aşırı sıcaklık ve yağış olaylarının sıklığına ve yabancı ot, haşere ve patojenlerin baskısına, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısındaki değişime farklı tepki verecektir. Bu farklılıklar ve karmaşık ilişkiler, iklim değişikliğinin meralar üzerinde ki etkisini kestirmeyi zorlaştırmaktadır.

Dünya üzerinde coğrafi konum ve genel özellikler, toprak yapısı ve botanik kompozisyon bakımından çok farklı mera tipleri mevcuttur. Bu bağlamda yapılan çalışmalarda iklim değişikliğinin sonuçlarının her mera için farklı olacağı, bazıları için olumsuz bazıları için olumlu gelişmelere yol açabileceği öngörülmektedir. Soğuk bölgelerde ısınmaya bağlı olarak çayır ve otlak alanlarının artabileceği bunun hayvancılığın gelişmesine katkıda bulunacağı, buna karşın yüksek sıcaklık ve kuraklığın bazı bölgelerde bitki

yaşamını olumsuz etkileyerek verim kaybına neden olacağı bildirilmektedir (Demir ve Cevger, 2007; Koyuncu ve Akgün, 2018).

Bazı kurak tropikal ve subtropikal bölgelerde otlak alanlarında toprak üstü net birincil üretimin artacağı (Saki vd., 2018), Akdeniz çalı meraları ve Kuzey Amerika'nın ovalarında ise odunsu örtünün yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir (Klemm vd., 2020; Rolo ve Moreno, 2019). Benzer şekilde Godde vd. (2021), 2050 yılına kadar küresel mera alanlarının %51'inde odunsu tür istilasının gerçekleşeceğini öngörmüştür. Mera kompozisyonunda çalılardan lehine olan artış, bu alanlar da sığır ve koyunların otlamasını kısıtlarken keçi ve deve gibi hayvanlar için daha uygun koşulların oluşmasına neden olacaktır (Kagunyu ve Wanjohi, 2014) (Şekil 3).



Şekil 3. Çalı formu bitkilerin yayıldığı merada otlayan keçiler (Kagunyu ve Wanjohi, 2014)

Yapılan çalışmalarda ağırlıklı olarak alanın su durumu ve enlem derecesi gibi faktörler dikkate alınarak, artan sıcaklık ve CO₂ seviyesine karşı bitki türlerinin fizyolojik tepkileri araştırılmıştır. Genel bir ifade olarak, CO₂ seviyesindeki artış, fotosentetik aktiviteyi ve su kullanım verimliliğini iyileştirerek verimliliği arttırabilir. Buna karşın ortalama sıcaklıktaki artış su stresini attırmak ve bitki hastalıklarının tetiklemek yoluyla verimliliği düşürebilir (Fischer vd., 2002). Uygun koşullar altında yapılan deneysel çalışmalarda, artan atmosfer CO₂ konsantrasyonu ile yaprak fotosentezinin bir miktar azalabileceği tespitine rağmen (Ainsworth ve Long, 2005), son yıllarda yürütülen çok sayıda araştırmada atmosfer bileşiminde CO₂ konsantrasyonu mevcut seviyelerin üzerine çıktıkça bitki biyokütlesinin ve

veriminin önemli ölçüde artma eğiliminde olduğunu belirlenmiştir. Dellar vd. (2018) artan CO₂ konsantrasyonunun Avrupa mera verimi ve kalitesi üzerindeki etkilerini verilere dayalı olarak analiz etmiş ve baklagiller, buğdaygiller ve çalılar için toprak üstü kuru ağırlığın artacağını, ancak bitkilerin N içeriklerinde azalma olacağını bulmuştur. Araştırmacı, buna dayanarak, sıcaklık artışının Alplerde ve kuzey bölgelerde verimi arttıracığını (+82.6%), ancak çalılar (-13.6%) ve otlarda (-18.55%) N içeriğini azaltacağını öngörmektedir. Tropikal ve subtropikal meralar yüksek sıcaklıklara toleranslıdır. Bu nedenle ısınmadan olumsuz etkilenmeleri pek olası değildir. Ancak çok yıllık çim (*Lolium perenne*) gibi ılıman mera türleri sıcaklığa hassastır (Langworthy vd., 2018). İlıman meralarda büyüme mevsiminin daralması nedeniyle de verim ve kalitenin düşmesi muhtemeldir (Moore ve Ghahramani, 2013). Ortalama sıcaklıktaki 2 °C'lik bir artış, kurak ve yarı kurak bölgelerde mera ve hayvancılık üretimi üzerinde olumsuz, nemli ılıman bölgelerde ise olumlu etkiler yaratacaktır (Downing vd., 2017). Ancak ileri düzeyde ki değişimlerin etkisi olumsuz olacaktır. Kuzey Amerika otlaklarında yüksek CO₂ koşullarında (600 ppm) ve +1.5°C gündüz, 3°C gece sıcaklık artışı durumunda ısınmadan bağımsız olarak yem kalitesinde büyük ve kalıcı düşüşler öngörülmektedir (Augustine vd., 2018). Güney-doğu Avustralya gibi artan sıcaklıklara ve azalan yağışlara sahip bölgelerde, iklim değişikliğinin mera üretimi ve hayvancılık üzerindeki etkileri şimdiden görülebilmektedir. Buralarda, mera üretimindeki yıldan yıla artan değişkenlik ile mera üretiminin mevsimsel dağılımında bir kaymadan, kışın daha fazla büyüme mevsiminin daralmasından bahsedilmektedir (Perera vd., 2020). Vejetasyon süresinin kısalması, otlatma sistemi iyi düzenlenmediği takdirde özellikle toprak derinliği düşük meralarda erozyona bağlı bozulmayı hızlandırmaktadır. Bu gibi durumlarla mücadele için, toprak verimliliğinin artırılması, aktif yazlık mera türlerinin kullanımı ve hayvan genetiğinin iyileştirilmesi gibi mücadele yöntemleri belirlense de iklimdeki değişimin devam etmesi bunların etkisini azaltmaktadır (Ghahramani ve Moore, 2015).

Sıcaklık ve CO₂ seviyelerindeki değişiklikler, bitkilerin optimum büyüme koşullarında ki farklılıklar nedeniyle türler arasında rekabeti dolayısıyla meraların kompozisyonunu etkileyecektir (Thornton vd., 2015). Bitkiler aleminde küçük (<1%) bir oransal varlığa sahip olan C4 türleri, sıcak ortamlara uyum sağlamışlardır ve C3 bitkilerinden daha yüksek su kullanım

etkinliğine sahiptir. 30-35 °C'ye kadar sıcaklık artışları, tropikal C4 türlerinin büyümesini ılıman C3 türlerinden daha fazla artırabilir (Howden vd., 2008). Kapsayıcı olmamakla birlikte yüksek CO₂'e C3 buğdaygil türlerinin C4 türlerinden daha duyarlı olduğu kabul edilir (Reich vd., 2018). Çoğunlukla C3 türleri daha yüksek yem kalitesine, ham protein içeriğine ve sindirilebilirliğe sahiptir (Polley vd., 2013; Thornton vd., 2009). CO₂ konsantrasyonu arttıkça C3 bitkilerinde yem kalitesi C4 bitkilerinden daha fazla iyileşecektir. Küresel olarak otların yaklaşık %57'si C3 bitkileridir ve bu durum CO₂'in meraların beslenme kaliteleri üzerindeki etkisini önemli yapmaktadır (Osborne vd., 2014).

Ortalama olarak, çeşitli türler arasında ve stressiz koşullar altında, mevcut ≈380 ppm atmosferik CO₂ konsantrasyonu temel alındığında, 550 ppm CO₂ seviyesinde verimin C3 bitkileri için %10-20, C4 bitkileri için %0-10 aralığında artacağı beklenmektedir (Long vd., 2004; Ainsworth ve Long, 2005), Ağaçlar için ise, genç ağaçlarda daha yüksek olmak üzere, 550 ppm atmosferik CO₂ seviyesinde toprak üstü biyokütlede %0-30 artış olacağı ileri sürülmektedir. C3 mera bitkilerinde ve baklagillerde gözlemlenen toprak üstü üretim artışları sırasıyla yaklaşık %10 ve %20'dir (Nowak vd., 2004; Ainsworth ve Long, 2005).

Ancak bitki fizyologları çoğunlukla deneysel koşullarda elde edilen yüksek CO₂ kaynaklı olumlu verilerin gerçek arazi koşullarında haşereler, yabancı otlar, toprak verimliliği ve rekabet gibi birçok sınırlayıcı faktör nedeniyle olduğundan fazla tahmin edebileceğini kabul eder (Long vd., 2004). Nitekim, CO₂ konsantrasyonunda ki artışın, sanayi devriminden 20. yüzyılın sonuna kadar C3 bitkilerinin kuru madde veriminde %9'a varan artışa neden olması beklenirken, İngiltere'de bir asırdır otlatılmayan meralar üzerinde ki gözlemlerde herhangi bir kuru madde artışı tespit edilmemiştir (Jenkinson vd., 1994). Yapılan çalışmalarda dikkate alınan konulardan biri de su durumudur. Toplam mera alanlarının %100'e yakını yağmurla beslendiğinden, yağış rejimi ve miktarında öngörülen değişiklikler, iklime bağlı genel etkilerin hem yönünü hem de büyüklüğünü şekillendirecektir (Olesen ve Bindi, 2002). Bir merada birincil üretimdeki değişim çok büyük oranda yıllık yağış kaynaklıdır. Yüksek nemli ve verimli meralarda yağışın miktarından çok rejimindeki değişiklik belirleyici olabilir (Knapp ve Smith, 2001). Yağışın artmasıyla meralarda verimin de artması beklenir. Ancak, yüksek sıcaklık ve buharlaşma bu etkinin

oluşmasını engelleyebilir. Diğer taraftan stoma kapanmasının neden olduğu daha yüksek su kullanım verimliliği ve yüksek CO₂ oranı, kök yoğunluğunu teşvik ederek, bazı durumlarda kuraklık baskısını hafifletebilir, hatta dengeleyebilir (Morgan vd., 2004). Benzer şekilde CO₂ artışı bazı bitkilerde stomaların kısmen kapanmasını ve terlemenin azalmasını sağlayarak, su kullanım verimliliğini artırabilir, sıcaklık ve kuraklığın etkisini hafifletebilir (Rotter ve van de Geijn, 1999).

Büyüme ve gelişim kadar üreme mekanizmasının etkinliği için de iklim belirleyicidir. Yağış, sıcaklık ve atmosferik CO₂ konsantrasyonunda değişim bitkilerde çoğalmayı da etkileyerek meralarda bitkisel kompozisyon ve biyoçeşitliliği değiştirebilir. Artan CO₂ konsantrasyonunun tohum sayısını ve büyüklüğünü teşvik ettiği belirlenmiştir (Grünzweig ve Körner, 2001). Birçok bitkinin polenleri yüksek sıcaklıkta ölmekte, bunun yanında açık tozlanan türlerde nem ve yağışın yıkanma yoluyla döllenmeyi engellediği bilinmektedir. Sıcaklık ve yağış rejimindeki değişim bu nedenle bitkilerin üremesi üzerinde olumsuz etiler gösterebilir. Bunun dışında sıcak ve kurak koşullar polen ölümlerine neden olarak veya bitkilerin strese karşı en hassas oldukları fide döneminde ölümlere neden olarak bitkilerin çoğalması üzerinde baskı oluşturabilir ve mera bileşimini etkileyebilir.

İklimin bitkilere etkisi bakımından toprak verimliliği ve besin elementlerinin durumu da belirleyici olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda topraktaki N içeriği iyileştikçe bitkinin CO₂ yoğunluğuna tepkisinin de arttığı belirlenmiştir. Bir C3 bitkisinde yüksek atmosferik CO₂ konsantrasyonuna verim tepkisi, düşük N kaynağı altında önemli değilken, yüksek N gübre uygulamaları altında artmıştır (Schneider vd., 2004). Artan sıcaklıklar ve CO₂ konsantrasyonu, karışık meralarda baklagillerin lehine sonuçlar doğurabilir (He vd., 2019). Zira, baklagillerin yüksek CO₂ konsantrasyonundan yararlanma yeteneği N bağlama yeteneği olmayan türlere göre daha yüksektir (Teyssonneyre vd., 2002). Diğer taraftan meralarda baklagillerin varlığı, N'a bağlı kısıtları hafifleterek, artan CO₂ yoğunluğunu diğer türler için de elverişli hale getirecektir. Ancak fosfor başta olmak üzere diğer besin elementleri artan atmosferik CO₂ konsantrasyonunda baklagillerin büyümesini sınırlayabilir (Almeida vd., 2000).

Otlaklardaki net birincil üretkenlik tahminlerine ilişkin belirsizliklerin devam etmesi iklim değişikliğinin otlaklar üzerinde ki etkilerinin tahmin

edilmesini zorlaştırmaktadır (Fetzel vd., 2017; Chen vd., 2018). Ortalama olarak 2050'de küresel yıllık net birincil üretkenliğin $10 \text{ gC m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$ düşeceği, ancak otsu vejetasyona dair net birincil üretkenliğin biraz artacağı tahmin edilmektedir (Boone vd., 2018). Havlik vd. (2014) tarafından ise: net birincil üretkenlikte yüksek kuzey enlemlerde (ABD ve Kanada) %21 artış, Batı Afrika' da -%46 ve Avustralya'da ise -17% düşüş öngörülmektedir.

Meralarda birincil verimlilik, sıcaklık, yağış ve beraberinde azot birikimi artarsa tür bileşiminde ki değişiklikler nedeniyle artabilir (Url 10). Ancak, artan sıcaklıklar ve kuru koşullar, suda çözünür karbonhidrat ve N konsantrasyonunu değiştirerek yem bitkilerinin kalitesini etkileyebilir. Sıcaklık artışları bitkilerde lignin ve hücre duvarı bileşenlerini artırarak (Sanz-Saez vd., 2012; Polley vd., 2013), tüketim ve sindirilebilirliği azaltır. Isınma ve su eksikliğinin, tropik bir C4 buğdaygili olan *Panicum maksimum*'un yaprak lignin içeriğini artırarak kalitesini ve sindirilebilirliğini bozacağı ifade edilmektedir (Habermann vd., 2019). Artan CO₂ konsantrasyonu, bitkilerde 2050 yılına kadar %8'e kadar demir, çinko ve protein kayıplarına neden olabilir (Smith ve Myers, 2018).

İklim faktörlerinin bitkiler üzerindeki etkisi karmaşıktır. Aşırı iklim olayları, yem kalitesini önemli ölçüde azaltan doku yaşlanmasına yol açar. Yüksek sıcaklıklar, hücrede lignin birikimini artırarak sindirilebilirliğin azalmasına neden olabilir ancak, atmosferik CO₂ ve suda çözünebilir karbonhidratların oranını artırarak, başka bir ifadeyle hücre duvarı içeriğini azaltarak, kuru madde sindirimini artırabilir (Picon-Cochard vd., 2004). İklim değişikliği meralarda yem kalitesini, düşük kaliteli istilacı türlerin yayılmasına imkan vererek de düşebilir (Blumenthal ve diğerleri, 2016). Bütün bunlar hayvanlarda beslenme stresine yol açarak ürün verimliliği ve kalitesine etki edecektir. Küresel olarak 2050 yılına kadar $\sim 2^{\circ}\text{C}$ ısınmanın yem verimliliği üzerindeki toplam etkisinin hayvancılıkta %7-10 düşüşle sonuçlanacağı tahmin edilmektedir (Boone vd., 2018).

2. 1. İklim Değişikliği ve Türkiye Meraları

Türkiye'de meralar iklim değişikliğinin öngörülen etkilerinden bağımsız olarak mevcut durumda da büyük zorluklarla karşı karşıyadır. Dolayısıyla küresel ısınmaya bağlı olarak Ülkemizin iklimi için yapılan gelecek tahminleri meralarımızda tam anlamıyla bir krize neden olabilir. Hem de hiç hazır olmadıkları bir krize.

İklim koşullarımız ve yüzyıllardır devam eden aşırı ve düzensiz kullanım meralarımızda niteklik ve nicelik bakımından büyük kayıplara neden olmaktadır. Türkiye meraları ve otlaklarının büyük bir kısmında önemli sorunlar olduğu görülmektedir. Türkiye’de bütün tarımsal alanlarda olduğu gibi meralarda da en büyük kısıt yağışın yetersizliği veya rejiminde ki düzensizliktir. Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz’in bir kısmı dışında özellikle yaz yağışlarının yetersizliği veya dağılımında ki düzensizlikler ve yüksek yaz sıcaklıkları mera verimlerinin düşük olmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan Türkiye meraları uzun yıllardır devam eden aşırı ve düzensiz kullanım sonucu bitkisel çeşitliliğini önemli ölçüde kaybetmiştir. Birçok merada bitkisel varlık yok denecek seviyeye gelmiştir. Bitki örtüsününün zayıflaması, verim ve kalite kayıplarının ötesinde, meralarda toprak örtüsünün su ve rüzgar erozyonuna açık hale gelmesine ve geriye dönüşü olmayan bir bozulmaya neden olmaktadır.

Bu olumsuzlukların yanında mera alanları alan bakımından da kayıplara uğramaya devam etmektedir. Hukuki boşluklar ve meraların önemi konusundaki bilgisizlilik, meraların vasfı dışında kullanımını arttırmakta geniş mera alanları diğer sektörlerin kullanımına tahsis edilmektedir. Diğer taraftan kırsal nüfuzun ve meraya dayalı hayvancılığın azalması meraların ağaç, çalı ve yem kalitesi düşük otsu bitkiler tarafından istilasına kapı açmaktadır.

Bu bağlamda, Türkiye’de iklim değişikliği karşısında meraların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için çok kapsamlı ve yoğun çabalara ihtiyaç vardır. Ülkemizde sıcaklık ve kuraklıklarda artış olacağı öngörülmekte ve bu doğrultuda, çayır ve meralarda kullanılabilecek kurağa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve farklı bölgelerimiz için yem bitkisi olarak uygun C4 bitkilerinin tespitine, bunların yetiştiriciliği ve ıslahına yönelik çalışmalara ağırlık verilmesi önerilmektedir (Hatipoğlu vd., 2019).

Türkiye’de, meralar özelinde küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadele veya uyum kapsamında, belki de yapılması gereken ilk şey mera alanlarının fiziki olarak korunmasını sağlamak olmalıdır. Tarım ve Orman bakanlığı kaynaklarına göre 1970 yılı itibarıyla 21.7 milyon hektar civarında olan Türkiye’nin çayır mera alanı 2000 yılında yaklaşık 13 milyon hektera gerilemiştir (Url 11). Diğer taraftan meralarda yaşanan alan kaybında kaliteli meraların oranının çok daha fazla olduğunu söylemek mümkündür. Bu kadar kısa sürede yaşanan alan kaybı meralar üzerindeki otlatma baskısını arttırarak kalan alanlardaki bozulmayı da hızlandırmıştır. Nitekim, Türkiye’de çayır

meralarda ortalama kuru ot verimi en fazla 100 kg/da iken bu değer, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerimizde 45 kg/da düzeyindedir (Url 10). Sadece bu veriler bile Türkiye’de meralar üzerinde insan kaynaklı tehdidin ve mevcut durumun boyutunu ortaya koymaktadır. Bugün birçok alan için mera kavramı biyolojik anlamını yitirmiş ve sadece hukuki bir tanım haline dönüşmüştür. Geline nokta mera-hayvan ilişkisi doğal bağlamından kopmuş, mera hayvan için, hayvan da mera için yük haline gelmiştir. Dengeli bir mera-hayvan ilişkisi kurulamadığı takdirde, meralarımızın ne bu günkü koşullarla, nede gelecekte iklim değişikliği nedeniyle oluşabilecek sorunlarla başa çıkması mümkün gözükmemektedir.

2. 2. Gelecek İçin Öneriler

Son yıllarda hayvancılık sektöründe daha çok büyükbaş lehine, kapalı ve yem bitkilerine dayalı sistemlerin gelişmesi, bazı meralarda hayvan varlığında azalmaya neden olmuştur. Meralarda otlatma bakımının tamamen ortadan kalkması orta ve uzun dönemde, daha yayılcı ve yem değeri düşük, hatta hayvan sağlığını tehdit eden bitkilerin istilasına kapı açmaktadır. Bu nedenle iklim değişikliği, mera hayvancılığındaki azalmanın da etkisiyle, Anadolu meralarında hızlı bir yabancı ve istenmeyen bitki istilasına neden olabilir. Bunun için ülkede mera hayvancılığının özendirilmesi ve Anadolu meraları için daha uygun olan küçükbaş yetiştiriciliğinin desteklenmesi iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlayacaktır.

İklim değişikliği ile mücadele kapsamında, öncelikle ele alınması gereken bir diğer konu ise meralarımızın verim ve kalitelerinin iyileştirilmesidir. Bu faaliyetler hayvansal üretim için olduğu kadar, erozyon tehdidini azaltacağı için, meraların biyolojik devamlılığı açısından da gereklidir. Bunun için mera ıslah çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde mera ıslah çalışmaları ağırlıklı olarak gübreleme ve otlatma planlaması işlemlerinin yalın ve birlikte uygulamalarıyla sınırlı kalmaktadır. Birçok merada bitkisel varlık ve çeşitliliğin zayıf olması tohumlama yapılmasını gerektirmektedir. Buna karşın, Türkiye’de tohumlama içeren mera ıslah çalışmalarının sayısı oldukça azdır. Diğer taraftan bu çalışmalarda yüksek başarı da sağlanamamaktadır. Tohumlama çalışmalarındaki düşük başarı iklimle ilişkilendirilebilir. Ancak, temel nedenlerden biri de uygun tohumluğun kullanılamamasıdır. Meraların tohumlanmasında başarı, kullanılacak yem

bitkisi tohumlarının toprak ve iklim koşullarıyla uyumu ve mevcut bitkilerle rekabet gücüne bağlıdır. Türkiye’de meralarda kullanılabilecek yerli tohum varlığı yok denecek kadar azdır. Bu nedenle, meralarda çoğunlukla başka ekolojilede ıslah edilmiş yabancı kökenli tohumlar kullanılmaktadır. Kullanılan tür sayısı da mera kültürü gelişmiş ülkelerle kıyaslanamayacak düzede azdır. Dolayısıyla ülkemizde mera tipi yem bitkisi ıslah çalışmalarına ağırlık verilmesi ve bu çalışmalarda ikim değişikliği doğrultusunda kurak ve sıcağa dayanıklı, su kullanım etkinliği yüksek türlerin hedeflenmesi gerekmektedir. Bu çalışmalarda besleme değerleri yanında yüksek CO₂’e daha iyi tepki verdiği için baklagil türleri de öncelenmelidir.

Yeni iklim koşulları altında başarıyla yetişebilecek mera tipi tür ve çeşitlerin geliştirilmesi sürekli veya kısa süreli yapay mera tesisi için de önemlidir. Yapay meralar kaba yem sağlama yanında meraların iyileştirilmesi ve korunmasına da katkı sunmaktadır. Meraların gerek iyileştirilmesi gerekse iyileşme sağlandıktan sonra durumlarının korunması iyi bir mera kullanımı ve yönetimine ihtiyaç duyar. Bu süreçte özellikle otlatma baskısının yüksek, sıcaklık ve kuraklığın sınırlayıcı olduğu mera alanlarının dinlendirilerek üzerlerindeki baskının azaltılması ve bu amaçla yapay mera tesisi etkili bir seçenektir. Yapay meralar otlatma mevsimini uzatacağı gibi, otlatma mevsiminde görülebilecek yem açığının kapatılmasına da yardımcı olacaktır (Gökkuş, 2014).

Kaba yem açığının yüksek olduğu alanlarda meralar üzerindeki baskının azlatılmasının bir diğer yolu da yem bitkisi ekilişinin arttırılmasıdır. Mera otlatmasına ara verildiği dönemde hayvanların kaba yem ihtiyacının karşılanması zorunludur. Aksi halde mera yönetiminin çiftçiler tarafından benimsenmesi ve uygulanması olası değildir. Bu itibarla, meraların dinlendirilmesi gereken sezonda, ot ihtiyacı yem bitkileri ekilişi ile sağlanabilirse mera yönetiminin uygulaması daha kolay olacaktır. Kaba yemlerin kültür ortamında yetiştirilmesi meraların daha esnek ve kurallar çerçevesinde yönetimine, dolayısıyla sürdürülebilir kullanımına imkan sağlamaktadır (Acar vd., 2018). Ancak yem bitkileri tarımı üzerinde de iklim değişikliğinin kısıtlayıcı etkilerinin olacağı unutulmamalıdır. Sürdürülebilir ve ekonomik yem bitkileri tarımı için su kullanım etkinliği, sıcaklığa dayanımı yüksek ve artan CO₂’e iyi tepki veren, düşük metan emisyonu sağlayan tür ve çeşitlere gelecekte daha fazla ithiyacımız olacaktır.

Türkiye'nin zengin coğrafi ve ekolojik koşulları çayır merların ülke genelinde çok farklı özellikler sergilemesine yol açmaktadır. Diğer taraftan, iklim değişikliğinin Türkiye üzerinde ki etkilerinin bölgeler arasında farklı olacağı öngörülmektedir. Bu durum Türkiye'de iklim değişikliği ile mücadele kapsamında meralarda yapılacak faaliyetlerin hem tespit hem de uygulama aşamalarını zorlaştırmaktadır. Türkiye'nin zengin ve farklı mera koşulları yeni tür ve çeşit geliştirmeye yönelik ıslah çalışmalarının çok kapsamlı ve geniş bir yelpazede yürütülmesini zorunlu kılar. Bütün bunlar ekonomik kaynağa, yetişmiş insan gücüne ve yoğun çabalara ihtiyaç duymaktadır. Dolayısıyla meralarımızın geleceğe hazırlanması ve iklim değişikliğiyle mücadele edebilmesi için mevcut durumun çok ötesinde maddi kaynağın ayrılması, bu konuda uzmanlaşmış teknik elemanların yetiştirilmesi ve daha da önemlisi sahanın durumu ile ilgili daha yoğun bilgi ve verinin üretilmesi gerekmektedir. Zira mera ve iklim değişikliği bağlamında, Türkiye koşullarında yapılan çalışma ve üretilen verilerin çok kısıtlı olduğu ortadadır. Durumun tespiti ve geleceğe yönelik eylem planlarının oluşturulması için Anadolu meralarına özgü toprak-bitki-iklim ilişkisini anlamamızı sağlayacak agronomi ve özellikle fizyoloji alanında verilere ihtiyacımız olacaktır.

Teknik eleman yetiştirme ve bilginin üretilmesi alanında en büyük sorumluluk üniversitelerde olacaktır. Meraların zengin ve karmaşık biyolojik yapısı, iklimle olan güçlü ilişkisi çok farklı bilim dalının ortak çalışmasını gerektirmektedir. Akademide ilgili bütün bilim dallarının bu konuya daha fazla eğilmesi ve ortak çalışma ortamlarının oluşturulması teşvik edilmelidir.

3. SONUÇ

Biyolojik yaşamın oluşumunda ve devamlılığında belirleyici ve vazgeçilmez rolü olan iklimde meydana gelebilecek bir değişimin hayatın her alanında olduğu gibi meralar üzerinde de sonuçlarının olması kaçınılmazdır. Üstelik tamamıyla iklime açık olmaları, çok sayıda canlı ve cansız bileşen içermeleri, insan ve hayvan kaynaklı baskılara maruz kalmaları meraları iklim değişimi karşısında daha hassas yapmaktadır. Diğer taraftan olası iklim değişikliği karşısında meraların en güçlü yanı da zengin biyolojik yapılarıdır.

Türkiye meralarında uzun yıllardır devam eden baskı ve yanlış kullanım sonucu tür zenginliği ve bitkiyle kaplı alan oranı oldukça azalmıştır. Başka bir deyişle, mevcut haliyle yaşam savaşı veren Türkiye meralarının iklim kaynaklı

bir krizle başa çıkması zordur. Bu noktada öncelikle meraların biyolojik gücünün artırılması ve bunun için doğal bitkisel varlıklarına kavuşturulması, insan ve hayvan kaynaklı baskılardan korunmaları gereklidir. Bu sağlandıktan sonra meralarımızın iklim değişikliği ile mücadele etmeleri daha kolay olacaktır. Zira biyolojik yaşamda gelişim ve sürdürülebilirliğin güvencesi çeşitliliklerdir. Diğer taraftan, iklim değişikliğinin bazı bölgelerde olumlu etkilerinin de olması beklenmektedir. Beklenen olumlu etkilerin gözlenmesi de sağlıklı ve biyolojik açıdan zengin meralarla mümkün olabilecektir.

İklim değişikliğinin en olumsuz yanı değişimin belirsizliği ve bölgesel farklılıklar içermesidir. Bunun için öncelikle her bölgenin kendi durumunu analiz etmesi, risk planlamalarının ve mücadele için yol haritalarının geliştirilmesi hayati önem taşımaktadır.

Meraların korunması ve geliştirilmesi konusunda toplumun bütün kesimlerinin desteğinin sağlanması da önemli ve gereklidir. Gerekli çabaların ortaya konulabilmesi ve istenilen sonuca ulaşabilmek laboratuvardaki teknik elmandan sahadaki çobana kadar tüm tarafların güçlü motivasyonu ile mümkün olabilir. Bunun için meraların biyolojik ve ekonomik önemlerinin toplumun ilgili taraflarınca kavranması ve içselleştirilmesi sağlanmalıdır. Bu kapsamda meraların kaba yem kaynağı olmaları yanında genetik kaynaklar, toprak, su, kırsal ekonomi ve sosyoloji için de önemli oldukları topluma anlatılmalıdır. Benzer şekilde meraların CO₂ bağlama ve ısı dengesinin sağlanması konusundaki rolleriyle küresel ısınmayla mücadeleye katkıları da ön plana çıkarılmalıdır.

Bütün bu yoğun çalışmalar teknik bilgi ve çaba yanında hukuki bir çerçeveye de ihtiyaç duymaktadır. Mevcut mera kanununun iklimde öngörülen riskler kapsamında yeniden gözden geçirilmesi, daha kapsayıcı hale getirilmesi ve tarafları bağlayıcı, geçerli ve gerçekçi hükümlerle desteklenmesi faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Acar, Z., Can, M., Aşçı, Ö., Gülümser, E., Kaymak, G., Ayan, İ. (2018). Sera Gazı Salınımı ve Çevre Kirliliğinin Azaltılması Yönünden Yemlik Baklagillerin Önemi. *Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(3): 313-317.
- Ainsworth, E. A. and Long, S. P. (2005). What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂. *New Phytol.*, 165, 351-372.
- Almeida, J. F., Hartwig, U. A., Frehner, M., Nösberger, J., Lüscher, A. (2000). Evidence that P deficiency induces N feedback regulation of symbiotic N₂ fixation in white clover (*Trifolium repens* L.). *Journal of experimental botany*, 51(348): 1289-1297.
- Augustine, D. J., Blumenthal, D. M., Springer, T. L., LeCain, D. R., Gunter, S. A., Derner, J. D. (2018). Elevated CO₂ induces substantial and persistent declines in forage quality irrespective of warming in mixedgrass prairie. *Ecological Applications*, 28(3): 721-735.
- Blumenthal, D. M., Kray, J. A., Ortmans, W., Ziska, L. H., Pendall, E. (2016). Cheatgrass is favored by warming but not CO₂ enrichment in a semi-arid grassland. *Global Change Biology*, 22(9): 3026-3038.
- Boone, R. B., Conant, R. T., Sircely, J., Thornton, P. K., Herrero, M. (2018). Climate change impacts on selected global rangeland ecosystem services. *Global change biology*, 24(3): 1382-1393.
- C. Benchaar, C. Pomar, J. Chiquette. (2001). Evaluation of dietary strategies to reduce methane production in ruminants: a modeling approach. *Can. J. Anim. Sci.*, 81: 563-574.
- Chapman, D. F., Cullen, B. R., Johnson, I. R., & Beca, D. (2009). Interannual variation in pasture growth rate in Australian and New Zealand dairy regions and its consequences for system management. *Animal Production Science*, 49(12): 1071-1079.
- Chapman, S. C., Chakraborty, S., Dreccer, M. F., Howden, S. M. (2012). Plant adaptation to climate change-opportunities and priorities in breeding. *Crop and Pasture Science*, 63(3): 251-268.
- Chen, Y., Tao, Y., Cheng, Y., Ju, W., Ye, J., Hickler, T., Liao, C., Feng, L., Ruan, H. (2018). Great uncertainties in modeling grazing impact on

- carbon sequestration: a multi-model inter-comparison in temperate Eurasian Steppe. *Environmental Research Letters*, 13(7): 075005. doi:10.1088/1748-9326/aacc75.
- Çomaklı, B., Öner, T., Daşcı, M. (2012). Farklı Kullanım Geçmişine Sahip Mera Alanlarında Bitki Örtüsünün Değişimi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(2): 75-82.
- Dellar, M., Topp, C. F. E., Banos, G., Wall, E. (2018). A meta-analysis on the effects of climate change on the yield and quality of European pastures. *Agriculture, ecosystems & environment*, 265: 413-420.
- Demir, P. and Cevger, Y., 2007. Küresel Isınma ve Hayvancılık Sektörü. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 78(1): 15-16.
- Ellis, J. E. and Swift, D. M. (1988). Stability of African pastoral ecosystems: alternate paradigms and implications for development. *J. Range Manag.* 41: 450-459.
- Erlat, E. and Türkeş, M. (2016). Dates of Frost Onset, Frost End and the Frost-Free Season in Turkey: Trends, Variability and Links to the North Atlantic and Arctic Oscillation Indices, 1950–2013. *Climate Research*, 69: 155-176.
- Fetzel, T., Havlik, P., Herrero, M., Kaplan, J. O., Kastner, T., Kroisleitner, C., Rolinski, S., Searchinger, T., Van Bodegom, P.M., Wirsenius, S., Erb, K.H. (2017). Quantification of uncertainties in global grazing systems assessment. *Global Biogeochemical Cycles*, 31(7): 1089-1102.
- Fischer, G., Shah, M. M., Van Velthuisen, H. T. (2002). Climate change and agricultural vulnerability. *World Summit on Sustainable Development*, Vienna
- Ghahramani, A. and Moore, A.D. (2015). Systemic adaptations to climate change in southern Australian grasslands and livestock: production, profitability, methane emission and ecosystem function. *Ag. Sys.* 133, 158-166.
- Godde, C. M., Mason-D’Croz, D., Mayberry, D. E., Thornton, P. K., Herrero, M. (2021). Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Global food security*, 28, 100488, doi: 10.1016/j.gfs.2020.100488.
- Gökkuş, A. (2014). Kurak Alanlarda Yapay Mera Kurulması ve Yönetimi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2): 151-158.

- Grünzweig, J. M. and Körner, C. (2001). Growth, water and nitrogen relations in grassland model ecosystems of the semi-arid Negev of Israel exposed to elevated CO₂. *Oecologia*, 128(2): 251-262.
- Habermann, E., Dias de Oliveira, E.A., Contin, D.R., Delvecchio, G., Viciado, D.O., de Moraes, M.A., de Mello Prado, R., de Pinho Costa, K.A., Braga, M.R. and Martinez, C.A. (2019). Warming and water deficit impact leaf photosynthesis and decrease forage quality and digestibility of a C4 tropical grass. *Physiologia Plantarum*, 165(2): 383-402.
- Hatipoğlu, R., Avcı, M., Çınar, Selahattin. (2019). Effects of Climate Change on the Grasslands. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(12): 2282-2290.
- Havlík, P., Valin, H., Herrero, M., Obersteiner, M., Schmid, E., Rufino, M.C., Mosnier, A., Thornton, P. K., Böttcher, H., Conant, R. T., Frank, S. (2014). Climate change mitigation through livestock system transitions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(10): 3709-3714.
- He, W., Grant, B. B., Smith, W. N., VanderZaag, A. C., Piquette, S., Qian, B., Jing, Q., Rennie, T.J., Bélanger, G., Jégo, G., Deen, B. (2019). Assessing alfalfa production under historical and future climate in eastern Canada: DNDC model development and application. *Environmental Modelling & Software*, 122, 104540.
- Howden, S. M., Crimp, S.J., Stokes, C.J. (2008). Climate change and Australian livestock systems: impacts, research and policy issues. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48: 780-788.
- Jenkinson, D.S., Potts, J.M., Perry, J.N., Barnett, V., Coleman, K., Johnston, A.E. (1994). Trends in herbage yields over the last century on the Rothamsted long-term continuous hay experiment. *Journal of Agricultural Science*, 122, 365-375.
- Kagunyu, A.W. and Wanjohi, J. (2014). Camel rearing replacing cattle production among the Borana community in Isiolo County of Northern Kenya, as climate variability bites. *Pastoralism*, 4(1): 1-5.
- Klemm, T., Briske, D. D., Reeves, M. C. (2020). Vulnerability of rangeland beef cattle production to climate-induced NPP fluctuations in the US Great Plains. *Glob. Chang. Biol.*, 26(9): 4841-4853.

- Knapp, A. K., and Smith, M. D. (2001). Variation among biomes in temporal dynamics of aboveground primary production. *Science*. 291(5503): 481-484.
- Koyuncu, M. ve Akgün, H., 2018. Çiftlik Hayvanları ve Küresel İklim Değişikliği Arasındaki Etkileşim. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1): 151-164.
- Langworthy, A. D., Rawnsley, R. P., Freeman, M. J., Pembleton, K.G., Corkrey, R., Harrison, M.T., Lane, P.A., Henry, D. A. (2018). Potential of summer-active temperate (C3) perennial forages to mitigate the detrimental effects of supraoptimal temperatures on summer home-grown feed production in south-eastern Australian dairying regions. *Crop Past. Sci.*, 69, 808-820. doi:10.1071/CP17291.
- Le Houérou, H. N., Bingham, R. L., Skerbek, W. (1988). Relationship between the variability of primary production and the variability of annual precipitation in world arid lands. *J. Arid Environ.*, 15, 1-18.
- Long, S. P., Ainsworth, E. A., Rogers, A., Ort, D. R. (2004). Rising atmospheric carbon dioxide: plants FACE the future. *Annual review of plant biology*, 55, 591-628.
- McCarty, J. P., Wolfenbarger, L. L., Wilson, J. A. (2009). Biological impacts of climate change. *Encyclopedia of Life Sciences* (Eds: Wiley J & Sons) Ltd: Chichester.
- Moore, A. D., and A. Ghahramani. (2013). Climate change and broadacre livestock production across southern Australia. 1. Impacts of climate change on pasture and livestock productivity, and on sustainable levels of profitability. *Glob. Chang. Biol.*, 19: 1440-1455. doi:10.1111/gcb.12150.
- Morgan, J. A, Pataki, D. E, Körner, C., Clark, H., Del Grosso, S. J., Grünzweig, J.M., Knapp, A. K., Mosier, A. R., Newton, P. C., Niklaus, P. A., Nippert, J. B., Nowak, R. S., Parton, W.J., Polley, H.W., Shaw, M.R. (2004). Water relations in grassland and desert ecosystems exposed to elevated atmospheric CO₂. *Oecologia*. 140(1):11-25.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri M.S., Bernabucci, U. (2010). Effects of climate change on animal production and sustainability of livestock systems. *Livest. Sci.*, 130: 57-69.

- Nowak, R.S., Ellsworth, D.S., Smith, S.D. (2004). Functional responses of plants to elevated atmospheric CO₂ - do photosynthetic and productivity data from FACE experiments support early predictions?. *New Phytol.*, 162, 253-280.
- Olesen, J.E. and Bindi, M. (2002). Consequences of climate changes for European agricultural productivity, land use and policy. *Eur. J. Agron.*, 16, 239-262.
- Osborne, C.P., Salomaa, A., Kluyver, T.A., Visser, V., Kellogg, E.A., Morrone, O., Vorontsova, M.S., Clayton, W.D., Simpson, D.A. (2014) A global database of C4 photosynthesis in grasses. *New Phytol.*, 204(3): 441-446, doi:10.1111/nph.12942.
- Perera, R.S., Cullen, B.R. Eckard, R.J. (2020). Changing patterns of pasture production in south-eastern Australia from 1960 to 2015. *Crop Past. Sci.*, 71, 70-81.
- Picon-Cochard C., Teyssonneyre F., Besle J.M., Soussana J.F., (2004). Effects of elevated CO₂ and cutting frequency on the productivity and herbage quality of a semi-natural grassland. *European Journal of Agronomy* 20, 363-377.
- Polley, H. W., Briske, D. D., Morgan, J. A., Wolter, K., Bailey, D. W., Brown, J. R. (2013). Climate change and North American rangelands: trends, projections, and implications. *Rangeland Ecology & Management*, 66(5): 493-511.
- R. Rotter, S.C. van de Geijn (1999). Climate change effects on plant growth, crop yield and livestock. *Climatic Change*, 43: 651-681.
- Reich, P. B., Hobbie, S. E., Lee, T. D., Pastore, M. A. (2018). Unexpected reversal of C3 versus C4 grass response to elevated CO₂ during a 20-year field experiment. *Science*, 360(6386): 317-320.
- Reid, R. S., Galvin, K. A., Krusha, R.L. (2008). Global significance of extensive grazing lands and pastoral societies. In: Galvin K.A., editor. *Fragmentation in semi-arid and arid landscapes: consequences for human and natural systems*. Dordrecht, Netherlands.
- Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., De Basilio, V., Gourdine, J. L., Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6(5): 707-728.

- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A.P., Harrigan, T., Woznicki, S.A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Clim. Risk Manag.*, 16, 145-163.
- Rolo, V. and Moreno, G. (2019). Shrub encroachment and climate change increase the exposure to drought of Mediterranean wood-pastures. *Sci. Total Environ.*, 660: 550-558, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.029.
- Saki, M., Tarkesh, Esfahani, M., Soltani, S. (2018). A scenario-based modeling of climate change impacts on the aboveground net primary production in rangelands of central Iran. *Environ Earth Sci*, 77(19), doi:10.1007/s12665-018-7864-x.
- Sanz-Saez, A., Erice, G., Aguirreolea, J., Muñoz, F., Sanchez-Diaz, M., Irigoyen, J.J. (2012). Alfalfa forage digestibility, quality and yield under future climate change scenarios vary with *Sinorhizobium meliloti* strain *Plant Physiol.*, 169, 782-788.
- Schneider, M.K., Luscher, A., Richter, M., Aeschlimann, U., Hartwig, U. A., et al. (2004). Ten years of free-air CO₂ enrichment altered the mobilization of N from soil in *Lolium perenne* L. swards. *Glob. Change Biol.*, 10, 1377-88
- Seo, S. N. and Mendelsohn, R. (2008). Measuring impacts and adaptations to climate change: a structural Ricardian model of African livestock management I. *Agricultural economics*, 38(2): 151-165.
- Sloat, L. L., Gerber, J. S., Samberg, L. H., Smith, W. K., Herrero, M., Ferreira, L. G., godde C. M., West, P. C. (2018). Increasing importance of precipitation variability on global livestock grazing lands. *Nature Climate Change*, 8(3): 214-218.
- Smith, M.R. and Myers, S.S. (2018). Impact of anthropogenic CO₂ emissions on global human nutrition. *Nat. Clim. Chang.*, 8(9):834, doi:10.1038/s41558-018-0253-3
- Swanepoel, F., Stroebel, A., Moyo, S. (2010). The role of livestock in developing communities: Enhancing multifunctionality. UJ Press. Wageningen.
- Teyssonneyre, F., Picon-cochard, C., Falcimagne, R. Soussana, J. F. (2002). Effects of elevated CO₂ and cutting frequency on plant community structure in a temperate grassland. *Global Change Biology*, 8(10):1034-1046.

- 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), 113-127.
- Thornton, P.K. (2010). Livestock production: recent trends, future prospects. *Philos. Trans. Roy. Soc. B*, 365, 2853-2867.
- Thornton, P.K., Boone, R. B., Ramirez-Villegas, J. (2015). Climate change impacts on livestock. CGIAR Resrarch program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), Working Paper No. 120.
- Tirado, M. C., Clarke, R., Jaykus, L. A., McQuatters-Gollop, A., Frank, J. M. (2010). Climate Change and Food Safety: A review. *Food Research International*, 43(7): 1745-1765.
- Türkeş, M. and Erlat, E. (2018). A scientific Assessment of Observed Changes and Trends in Extreme Weather and Climate Events in the World and Turkey. (Ucal, M. (der.)) *Climate Change and Green Perspective: Green Economy, Green Growth Istanbul, Turkey: Heinrich Böll Stiftung Foundation*. 5-38.
- Witman, S. (2018). Critical role of grazing animals in an ecosystem, *Eos*, 99.

İnternet erşimleri:

- Url 1: <https://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>
- Url 2: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate>
- Url 3: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2017/09/WG1AR5_Chapter01_FINAL.pdf
- Url 4: https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2021-11/WWF_ClimateChangeResourcePack.pdf
- Url 5: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter02.pdf
- Url 6: https://justdigg.it/climate-change/?gclid=EAIaIQobChMIffni1K-o-QIVF4xoCR2aTgptEAAYAiAAEgJw5_D_BwE
- Url 7: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- Url 8: https://www.iklimin.org/wp-content/uploads/2020/02/modul_01_en.pdf
- Url 9: <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx?s=projeksiyonlar>
- Url 10: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf
- Url 11: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Cayir-Mera-ve-Yem-Bitkileri>

BÖLÜM 5

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HAYVAN BESLEMEDE KULLANILAN YEM KAYNAKLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi | Hüseyin ÇAYAN^{1*}

^{1*} Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kırşehir, Türkiye. huseyin.cayan@ahievran.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-7731-2967

GİRİŞ

Temel beslenme kaynaklarından birisi olan bitkisel ürünler, insanların tarımsal üretime geçmeleriyle farklı bir önem kazanmıştır. Bu durum aynı zamanda neolitik çağdan günümüze tarımsal faaliyetlerin temel ve vazgeçilemez bir ekonomik faaliyet olmasını sağlamıştır. Tarımsal üretim sadece insanların ihtiyaç duydukları temel bitkisel besinleri zamanında ve yeteri kadar elde etmesine olanak tanımamış aynı zamanda yerleşik hataya geçişi sağlayarak ilk yerleşmelerin ortaya çıkmasına zemin oluşturmuştur. Günümüzde dünyanın farklı yerlerinde halen avcılık ve toplayıcılıkla hayatlarını ikame ettirmeye çalışan ilkel sayılabilecek topluluklar varlıklarının sürdürmekle birlikte, dünyanın büyük bir bölümünde de ileri düzeyde bitkisel üretim faaliyetleri gerçekleştirilebilmektedir. Günümüzde kullanılabilir teknolojik ilerlemeleri tarım sektörüne aktararak tarımsal faaliyetlerin daha etkin bir şekilde kullanılmasına olanak sağlanmıştır. Makine kullanımı, ilaçlama, gübreleme, sulama sayesinde daha az insanla muazzam bir üretim miktarı elde edilmiştir (Bolat, 2021).

Yeterli ve dengeli beslenme toplumların gelişmişlik göstergesi ve sosyoekonomik kalkınmada önemli bir faktör olduğuna göre, bitkisel ve hayvansal üretimin toplum beslenmesine yaptığı katkı hayvancılığı vazgeçilmez kılmakta, tarımdan sağlanan faydalar ise ülkelerin bu alana daha fazla yatırım yapmasını ve üretim konusunda hassas davranmasını zorunlu hale getirmektedir (İnan, 2012).

Günümüzde, Dünya'nın hemen hemen tüm sakinleri farklı sağlık sorunlarından etkilenmektedir. Bu sağlık sorunlarının nedenleri birbiriyle çarpıcı bir tezat içinde olsa da beslenme ile doğrudan yada dolaylı bir şekilde ilişkilidir. Gelişmiş toplumlarda bazı kronik ve bulaşıcı olmayan hastalıklara sadece aşırı beslenme değil, aynı zamanda alınan gıdaların sağlıksız bir oranı da sebep olabilmektedir (Babinszky vd., 2011).

Yapılan araştırmalar sonucunda; istatistiklere göre ölümlerin %50'si kardiovasküler sistem hastalıklarına, %30'u ise kanser hastalıklarına atfedilmektedir. Bu hastalıkların gelişiminde en önemli risk faktörlerinden biri ise beslenmedir. Bu nedenle, istenmeyen beslenme alışkanlıkları üzerine yapılabilecek manipülasyonlar ile insanlar beslenme gereksinimlerine daha uygun yiyecekleri tüketerek daha sağlıklı bir yaşam sürdürülebilir (Babinszky vd., 2011). Hayvansal kökenli protein kaynağı olan ürünler (et, süt, yumurta

vb.) birçok faktöre ilave olarak en fazla yem kalitesinden etkilenmektedirler (Çayan ve Şahin, 2021). Bu nedenle hayvan besleme araştırmalarının çok önemli bir bölümü, insan beslemesinin gereksinimlerini daha iyi karşılayabilmek için elde edilen hayvansal ürünleri besleme yoluyla iyileştirilmesine odaklanmıştır.

Günümüzde hayvan besleme, yüksek üretim verimliliği ve düşük düzeyde çevre kirliliğinin yanı sıra insan sağlığı açısından güvenli ve kaliteli hayvansal kaynaklı besin maddeleri sağlamayı amaçlamaktadır. İnsan nüfusunun sürekli artan talebi, üretimin sürdürülebilirliğini korurken, azalan tarım alanından karşılanmaktadır. Küresel eğilimlere göre, 21. yüzyılda hayvan beslemenin karşılaştığı zorluklar; daha bilinçli tüketiciler ve hayvansal üretimde ihtiyaç duyulan kaliteli ve güvenli gıdayı toplumun gereksinimlerine uygun, yeterli miktarda temin etmek şeklinde özetlenebilmektedir (Babinszky ve Halas, 2009).

Uzun yıllardır tartışılmakta olan ve artık son yıllarda varlığı kabul edilen iklim değışikliği tarımsal faaliyetler ve dolayısıyla hayvancılık üzerinde de tehdit oluşturmaya başlamıştır. İklim değışikliği ortalama iklim koşullarında ortaya çıkan uzun süreli ve yavaş değışimler şeklinde tanımlanmaktadır. İklim değışikliği, insan etkinliklerinin ve fosil yakıt tüketimlerinin artması, tarlaların kullanım değışiklikleri, ormanların yok edilmesi, rafineriler sonucu atmosfere salınan CO₂, CH₄, N₂O, su buharı, kloroflorokarbonlar, aerosol kaynaklı sera gazlarının adeta battaniye gibi dünyayı sararak, bu gazların uzaya geri gitmelerini önleyip, birikmelerine neden olması, dolayısıyla da dünya sıcaklığının yükselmesine yol açarak, yerkürenin ortalama sıcaklığında belirgin bir yükselişe, iklimlerde bölgeden bölgeye değışen şiddet ve sıklıkta ki yaşamsal olgulara neden olmaktadır (Yavaş ve Ulukan, 2021).

İklimde meydana gelen bu değışimlerin bitkiler, hayvanlar ve ekosistemler üzerindeki etkilerine dair endişeler gün geçtikçe artmaktadır. Dünyanın her bölgesinde bitkiler ve hayvanlar hüküm süren iklim koşullarına adapte olmuştur. İklim koşullarının değışmesi, var olan türlerin daha az üretken hale gelmesine veya yok olmalarına neden olmaktadır (FAO, 2016). İklim değışikliklerine bağılı olarak oluşan seller, sıcak hava dalgalanmaları ve fırtınalar; bitkisel ve hayvansal üretim üzerinde olumsuz etki oluşturarak tarım sektörüne zarar vermektedir (Hayaloğlu, 2018).

Artan dünya nüfusu, arazilerin bozulumu, kentleşme nedeniyle ekilebilir arazilerin kaybı ve beklenen iklim değişikliği tarım için birçok zorluğu beraberinde getirmektedir. Küresel ölçekte gıda üretimi, nüfus artışına ve yalnızca ciddi bölgesel açıklara ayak uydurabilmektedir ve yoksullukla ilgili beslenme yetersizlikleri yaklaşık bir milyar insanı etkilemektedir (Attia-Ismail, 2020).

Gıda üretimi daha sıcak bir iklimden faydalanabilirken, artan kuraklık, sel ve ısı dalgaları riski tarım için zorluklar yaratmaktadır. Ayrıca, iklimde meydana gelen uzun vadeli değişiklikler, su temini ve toprak nemi bazı bölgelerde mahsul üretiminin devam etmesini daha az uygulanabilir hale getirmektedir (Paçacı, 2019).

İklim değişikliği ile ilgili yapılan çalışmalar, iklim değişikliğinin tarım (bitkisel ve hayvansal üretim) üzerine etkisi ve daha geniş bir perspektiften bakıldığında gıda kaynağımız üzerine olan olası etkileri üzerine yoğunlaşmaktadır. Diğer bir deyişle, yem bitkileri üretimi yoluyla hayvansal üretim ve dolayısıyla hayvansal kaynaklı gıda maddelerinin üretimi ve kalitesi iklim değişikliğinden nasıl etkilenmektedir? şeklindeki sorulara araştırmacılar cevap aramaktadır. İklim değişikliğinin bitkisel üretim ve hayvan beslenmesi üzerindeki etkisi, üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak için farklı iklim senaryolarının araştırılması ve değerlendirilmesi ile birlikte yakın gelecekte çalışılmaktadır (Koyuncu ve Nageye, 2020).

Bu bölümde, değişen iklim koşullarının hayvancılık üzerine etkileri, hayvanların beslenmesinde kullanılan yem kaynaklarının miktarı, kalitesi ve kullanılabilirliği üzerindeki etkisi ile alınabilecek önlemler özetlenmiştir.

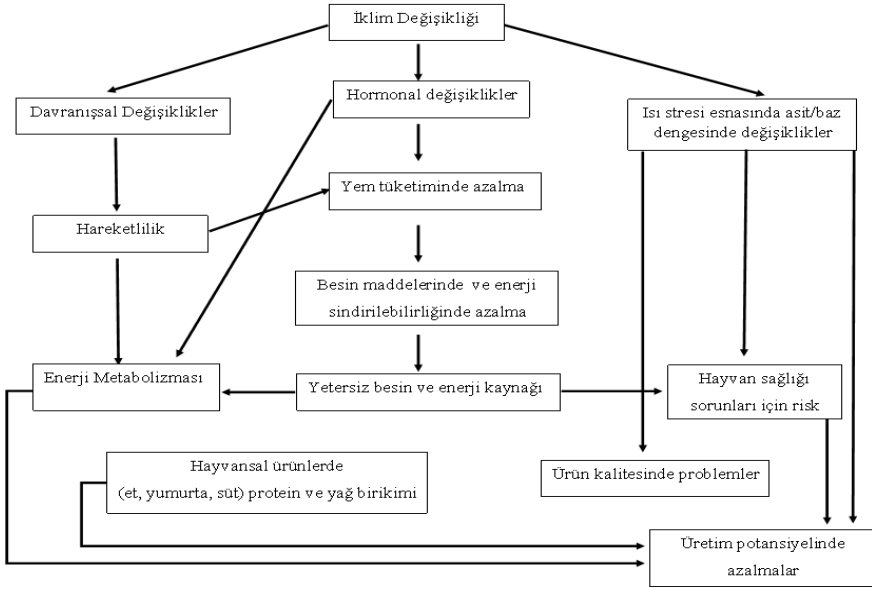
1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE HAYVANCILIK

Çağımızın en büyük problemlerinden birisi olan iklim değişikliğinin başlıca nedenleri arasında insan faaliyetleri yer almaktadır. İklimlerde yaşanan bu değişiklikler, canlıların, ekosistemlerin ve dünyanın birçok yerinde hayvancılık üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği için önemli bir tehdit olarak görülmektedir (Moss vd., 2000). Ekstrem hava olayları ve iklimsel değişiklikler hayvanların refah düzeyini etkilemekle birlikte, verim ve üreme performansında azalmalara neden olabilmektedir (Sejian vd., 2013). Genel olarak iklim değişikliğinin en büyük etkisi küresel sıcaklıkların artmasıdır. Yapılan iklim senaryoları doğrultusunda, küresel sıcaklığın 2100 yılına kadar

1.1-6.4°C daha sıcak olabileceği bildirilmektedir. Zorlu hava şartlarında (yoğun sıcak hava dalgaları, seller ve kuraklık) hayvansal üretimde verim ve performans düşüşleriyle birlikte, aşırı durumlarda hayvan ölümleriyle de karşılaşılabilir (Gaughan ve CawsellSmith, 2015). 10-30°C arasındaki sıcaklıklar çiftlik hayvanlarının en iyi performans gösterdiği aralık olarak kabul edilmektedir. Hayvanlar için konfor sıcaklık aralığı olarak kabul edilen bu sıcaklığın üzerindeki her 1°C'lik artışla çiftlik hayvanların yem tüketimlerinde ortalama %3-5 düzeyinde bir azalmanın olduğu ifade edilmektedir (NRC, 1981). Sıcaklığın etkisiyle hayvanlarda meydana gelecek fizyolojik ve metabolik değişiklikler hem üretim potansiyelinde hem de elde edilecek ürün kalitesinde önemli problemlere yol açabilecektir (Şekil 1). Önümüzdeki yıllarda yaşanacak iklim değişikliğinin dünyada hayvansal üretim faaliyetlerini tamamıyla etkilemesi ve zaten var olan hayvansal ürünlere talebin daha da artmasına yol açacağı beklenmektedir (Koyuncu, 2017).

Küresel iklim değişikliği, hayvansal üretimin yoğun olarak yapıldığı ülkelerde doğrudan etkilerinin yanı sıra su kaynaklarında azalma, kaba/kesif yem üretiminin yetersiz kalması ve patojenler gibi dolaylı etkileri ile de hayvansal üretimi çok daha olumsuz etkilemektedir (Adams vd., 1998). Meraya dayalı hayvancılık faaliyetlerinin iklim değişikliklerinden endüstriyel hayvancılık sistemlerine göre daha fazla etkilenmesi beklenmektedir. Çünkü küresel ısınmalardan kaynaklı solar radyasyon, yüksek sıcaklık, düşük yağış ve kuraklık merayı ve bitkileri doğrudan etkilemektedir. Meraya dayalı hayvancılık ağırlıklı olarak gelişmekte olan ülkelerde tercih edilen sistem olup, bu ülkelerde küresel ısınmaya bağlı hayvansal üretimde %25'lik bir kayıp öngörülmektedir. (Nardone, 2002; Delgado, 2003, Koyuncu, 2017; Göktürk ve Uysal, 2020).

İklim değişikliğinin hayvansal üretim üzerindeki etkilerini incelemek üzere yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazıları, iklim değişikliğinin hayvancılık sistemleri üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini incelemektedir (Reilly, 1996; Thornton ve Gerber, 2010; Bajagai, 2011; Taqi vd., 2013; Sejian vd., 2016). Bazı çalışmalarda ise, hayvansal üretimde iklim değişikliğinden kaynaklı verim kayıplarını incelemiştir (Scholtz vd., 2013). Bu alandaki araştırmalar sıcaklık stresi etkileri üzerine yoğunlaşmıştır (Gantner vd., 2011; Bertocchi vd., 2014; Das vd., 2016; Yashoğlu ve İlhan, 2016).



Şekil 1. Hayvanların üretim potansiyeli ve ürün kalitesi üzerine iklim değişikliğinin potansiyel etki şeklinin şematik gösterimi (Babinszky vd., 2011)

Reilly (1996) yaptığı çalışmasında iklim değişikliğinin hayvancılık üzerindeki etkilerini dört grupta sınıflandırmıştır. Yem bitkileri ve tahılların bulunabilirliği ve bunun sonucu ortaya çıkacak fiyat dalgalanmaları, meralarda ve yem bitkilerinde miktar ve kalitede azalmalar, salgın hastalıkların ve zararlıların yaygınlaşması ve son olarak da hava olaylarının sağlık, büyüme ve üreme üzerine olan doğrudan etkileri şeklinde gruplara ayırmıştır.

Hopkins ve Del Prado (2007), iklimlerdeki değişikliklere bağlı olarak artan sıcaklık ve atmosferdeki CO₂ yoğunluğunun yem bitkileri ve otlama sistemleri üzerinde çeşitli etkilere sebep olabileceğini belirtmiştir. Bu etkilerin mera kompozisyonunun değişmesi, bitki kalitesinin ve özellikle kuru madde oranlarının azalması, meralarda kuraklık ve yağış hassasiyetinin artması şeklinde ortaya çıkacağına dikkat çekilmektedir.

Thornton ve Gerber (2010) yaptıkları çalışmalarında, iklim değişikliklerinin hayvancılık faaliyetlerini doğrudan ve dolaylı olarak etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Su kaynakları ve kullanılabilirliğinin azalması, ekstrem hava olayları, kuraklık ve sellerin etkileri, sıcaklık ve yağış rejimlerindeki değişiklikler nedeniyle hayvansal üretimde verimliliğin düşmesi iklim değişikliği ile doğrudan etkilenirken, yem bitkilerinin miktarı ve

kalitesinin azalması, yem ve enerji gibi girdi fiyatlarının artması, hayvan barınaklarında maliyetin artması ve hayvan hastalıklarının artmasının dolaylı şekilde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Yapılan literatür çalışmaları değerlendirildiğinde iklim değişikliğinin hayvancılık üzerine etkilerini dolaylı yoldan etkileyen en önemli faktörlerden birisi olarak karşımıza yem kaynakları ile yem kalitesinde oluşabilecek etkiler ön plana çıkmaktadır. Yem bitkilerinde ve kalitesinde yaşanacak eksiklikler hayvan sağlığı ve hayvanlardan elde edilecek ürünlerde meydana gelecek kalite bozukluklarını ve dolayısıyla insan tüketimi neticesinde sağlık problemlerini tetikleme muhtemel görülmektedir.

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE YEM KAYNAKLARI

İklim değişikliği sadece insanlar üzerinde değil tüm ekosistem ve canlılar için büyük bir tehdit ve olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Doğal dengenin bozulması biyolojik çeşitliliği azaltırken, geriye dönüşü olmayan zararlar ve mevcut var olan kaynakların yok olması da iklim değişikliğinin sonuçları arasında yer almaktadır (Öztürk, 2002). Birçok faktörün etkisi ile yaşanan iklim değişikliklerinin etkilerinin azaltılması ve önlenmesi amacıyla araştırmalar ve farklı senaryolar üzerine çalışmalar devam etmektedir. Özellikle küresel ısınma ve çevre kirliliğinin azaltılması konusunda yüksek seviyelerde önlemler ve geri dönüşüm işlemleri yanında sıfır atık projeleri de çalışılmaktadır (Aydın ve Sarptaş, 2018).

Temiz enerji ve biyolojik çalışmalar ışığında bitkilerdeki fotosentez mekanizmaları da araştırılmış C3 veya C4 gibi farklı şekillerde fotosentez mekanizmalarına sahip bitkilerin ileriki dönemlerde görülecek kuraklık durumlarında nasıl uyum sağlayacağı büyük önem kazanmıştır (Yıldız vd., 2014).

Bitkiler fotosentez olayı bakımından üç grupta incelenmektedir. Bu bitkiler C3, C4 ve Crassulacean Asit Metabolizması (CAM) bitkileri olarak sınıflandırılmaktadırlar. Dünyada ekonomik öneme sahip tahılların birçoğu ve bitki popülasyonunun %95'i C3 bitkilerinden (buğday, pirinç, meyve ve sebzeler) oluşmaktadır. C4 bitkileri ise mısır, şeker kamışı gibi bitkiler olup CAM bitki türleri ise ananas ve kaktüsler gibi kuraklığa dayanıklı bitkiler yer almaktadır. Bitkilerin üç farklı grupta incelenmeleri karbonu kullanma

şekillerinin birbirinden farklı olmalarından kaynaklanmaktadır (Yavaş ve Ulukan, 2021).

Araştırmacılar farklı iklim senaryoları planlayarak, sıcaklık artışları, yağış miktarları ve diğer iklim değişikliklerinin oluşturduğu etkiyi bitkilerin ve dolayısıyla hayvanların beslenmesi için önemli bir yere sahip olan yem bitkilerinin vereceği tepkiler veya bitkiler üzerinde oluşturduğu hastalıkları daha da gerçekçi sebeplere dayandırma üzerine çalışmalarını yoğunlaştırmışlardır. Yapılan bu araştırmalar iklim değişikliğinin getireceği felaketleri göstermekle birlikte tüm canlıları açısından nasıl bir risk faktörü olduğunu da fark etmemize yardımcı olmaktadır (Salgın, 2021).

2. 1. İklim Değişikliğinin Yem Miktarı ve Kalitesi Üzerine Etkileri

Yem bitkileri, çiftlik hayvanlardan yüksek ve kaliteli hayvansal ürün elde edilmesi amacıyla üretimi yapılan önemli tarımsal faaliyet alanlarından biridir. Dünya genelinde yaşanan iklim değişikliği, yem bitkilerinin verimliliği üzerinde önemli etkilere sebep olmaktadır.

İklim değişikliğinin yem bitkileri üretimi üzerindeki etkileri, ürün verimi, ürün deseni, kalite ve çeşitlendirme üzerindeki etkileri içermektedir. Küresel iklim değişikliğinin yem kaynaklarının miktar ve kalitelerinde azalmalara sebep olduğu yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir. Bu bölgelerdeki bitki üretimini en çok etkileyecek faktörler sıcaklık, yağış ve toprak azotudur (Hanson vd., 1993). Yemin miktarı ve kalitesi, esas olarak atmosferik CO₂ seviyelerindeki ve sıcaklıktaki artıştan etkilenmektedir (Chapman vd., 2012). Bununla birlikte, iklim değişikliğinin yemlerin miktarı ve kalitesi üzerindeki etkileri; bölgeye, hayvancılık sistemine ve türlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (IFAD, 2010). Literatür ışığı altında küresel iklim değişikliğinin yem bitkileri ve kaba yemler üzerindeki etkilerinden bazıları şunlardır:

- İklim değişikliğine bağlı olarak, CO₂ konsantrasyonunun artması, C3 türleri üzerinde daha büyük ve tahıl verimi üzerinde daha az etki ile ot büyüme değişikliklerine neden olacaktır (Chapman vd., 2012; Hatfield ve Prueger, 2011; Thornton vd., 2009; 2015). Stomaların kısmen kapanmasına neden olması, terlemeyi azaltması ve bazı bitkilerin su

kullanım verimliliğini artırması nedeniyle CO₂'nin etkilerinin olumlu olacağı düşünülmektedir (Wand vd., 1999; Rojas-Downing vd., 2017).

- Yem bitkilerinin ve kaba yemlerin kalitesi, suda çözünebilir karbonhidrat ve nitrojen miktarındaki değişikliklere bağlı olarak artan sıcaklıklardan ve kuru hava şartlarından etkilenebilmektedir. Sıcaklıktaki artış bitkilerde lignin ve hücre duvarı bileşenlerini artırabilir (Polley vd., 2013; Sanz-Saez vd., 2012), bu da sindirilebilirliği ve besin maddelerinin yıkılma oranlarını azaltacak (IFAD, 2010; Polley vd., 2013), bu durum ise çiftlik hayvanlarının o yemlerden yararlanabilirliğinin azalmasına yol açacaktır (Thornton vd., 2009; Chauhan ve Ghosh, 2014).
- C4 türleri (dünyadaki bitkilerin %1'inden azını oluşturan) sıcak ortamlarda bulunur ve C3 bitkilerinden daha yüksek su kullanım verimliliğine sahiptir. 30–35°C'ye kadar sıcaklık artışları, C4 türleri üzerinde daha büyük etkilerle birlikte ot büyümesini artırabilir. Ancak etkileri, lokasyona, kullanılan üretim sistemine ve bitki türlerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Thornton vd., 2009; IFAD, 2010; Hatfield ve Prueger, 2011)
- Sıcaklık ve CO₂ seviyelerindeki değişiklikler, optimal büyüme oranlarındaki değişiklikler nedeniyle tür rekabet dinamiklerini değiştirerek meraların kompozisyonunu etkileyecektir (IFAD, 2010; Thornton vd., 2009; 2015). Bitki rekabeti, su mevcudiyetindeki mevsimsel değişimlerden etkilenmektedir (Polley vd., 2013). Meralarda birincil verimlilik, sıcaklık, yağış ve eşzamanlı azot birikimi artarsa tür bileşimindeki değişiklikler nedeniyle artabilir (IPCC, 2007).
- Yüksek CO₂ koşullarında büyüyen bitkiler, besin maddelerinin alımı ve taşınması gibi süreçleri yürütmek için yeterli adenozin trifosfat'a (ATP) sahip olmadıkları için, beslenme kalitelerinin bozulup, yetersiz kalmasına yol açmaktadır. Benzer şekilde, artan miktardaki CO₂ gazı, bitkilerde topraktan nitratların köklere doğru daha az hareketine ya da kök yapısında değişime neden olarak, daha az yaprak azot içeriğine yol açmakta (Li vd., 2019); bitki büyümesini değiştirmesinin yanında üretilen çok miktardaki şeker ile simbiyotik ilişkideki mikorizal funguslarla rizobiyum bakterilerinin artışına katkı yapmaktadır (Bhargava ve Mitra, 2021)

- Tahıllarda verim kaybı ile ilgili olarak sıcaklık stresi için en önemli faktörler, bitki büyüme döneminin kısalması, ışık alımının azalması ve karbon asimilasyonu (terleme, fotosentez ve solunum) ile bunlarla ilişkili olan süreçlerin bozulma ve aksamalarına sebep olmasıdır (Kanno ve Makino, 2010).
- Sıcaklık artışı, yaprak gelişimi, çiçeklenme, hasat ve meyve oluşumunda değişime neden olmakta, vernalizasyon periyodunu kısaltarak, çiçeklenme ve tozlayıcılar arasında zaman uyum bozukluğu oluşturmakta, solunum hızının artmasına, tohum bağlama döneminin kısalmasına, yeşil aksam üretiminin azalmasına dolayısıyla verim düşüklüğüne neden olmaktadır (Bunce 2005; Kanno ve Makino, 2010; Forrest, 2015; Larmure ve Munier-Jolain, 2019; Nam ve Kim, 2020).
- Kuraklık stresinin bitkilerde çiçek oluşumu, tozlanma ve döllenme ile tohum oluşumu üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Bu stres nedeni ile yaprak alanı, protoplazma aktivitesi, CO₂ kararlılığı, protein yapımı, klorofilde azalma ve gözeneklerde tıkanmalar oluşarak, fotosentez yavaşlamakta ve üretilen glikoz miktarı azalmaktadır (Yavaş ve Ulukan, 2021).
- Bitkilerin çiçeklenme döneminde ortaya çıkan su stresinin, çiçeklerin ve tanelerin dökülmesine ya da steril tane oluşumuna neden olması sonucu, verim düzeyini de önemli ölçüde (olumsuz yönde) etkilemektedir (Yavaş ve Ulukan, 2021).
- Kuraklık stresinde, bitkinin hemen tüm organlarında kuru madde birikiminin azalması ile vejetasyon süresindeki kısalık nedeni ile verim kayıpları olmaktadır. Su stresi koşullarında pamuk (*Gossypium spp.*) bitkisinde boğum sayısı, kuru sap ağırlığı, bitki boyu ve yaprak alanının azaldığı da ortaya çıkmıştır (Peng vd., 2004).
- CO₂ konsantrasyonu arttıkça yem kalitesi C3 bitkilerinde C4 bitkilerinden daha fazla iyileşecektir. C3 bitkileri ayrıca C4 bitkilerinden daha fazla ham protein içeriğine ve sindirilebilirliğe sahiptir (Wand vd., 1999; Thornton vd., 2009; Polley vd., 2013).
- İklim değişikliği sonucunda yaşanabilecek sel felaketleri, bitki köklerinin şekillerini ve yapılarını etkileyebilmekte buda yapraklarda

büyüme hızının değişmesine ve toplam verimin azalmasına sebep olmaktadır (Baruch ve Mérida, 1995).

- İklim değişikliğinin yem kaynaklarının kalitesi üzerindeki etkisinin incelendiği çalışma neticesinde, yüksek sıcaklıkların bitki dokularında odunlaşmayı artırma eğiliminde olduğunu ve dolayısıyla kaba yemlerin sindirilebilirliğini azalttığını ve aynı zamanda yem temini için doğrudan etkileri olan C3 türlerinden C4 otlarına doğru bir kaymaya neden olduğu bildirilmiştir (Tubiello vd., 2007).
- İklim değişikliğine bağlı olarak yem kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, yem kalitesi ölçümlerinin (ham protein ve sindirilebilir organik madde) sıcaklık artışlarıyla azaldığını ve yağış arttığında arttığı bildirilmiştir (Craine vd., 2010)
- İklim değişikliği sonucunda, hem bitkisel üretim hemde hayvansal üretim için önemli bir doğal kaynak olan suda yaşanacak eksiklikler yem bitkileri üretiminde verim kayıplarına ve ürün kalitesinde azalmalara sebep olacaktır (Nagvi vd., 2015).

2. 2. İklim Değişikliğinin Yemlerin Kullanılabilirliği Üzerine Etkileri

İklim değişikliğinin, miktar ve kalite bakımından hayvan yemlerine karşı kırılabilirliği artırması beklenmektedir. Sıcak ve kurak mevsimler, düşük arazi ortamlarında büyüyen farklı yem bitkileri türleri için biyokütle veriminde büyük azalmalara neden olmuştur (Morton, 2007; Hidosa ve Guyo, 2017).

Bitkisel üretimde karşılaşılan ve iklim değişikliği doğrultusunda oluşabilen çeşitli çevresel stres faktörleri (kuraklık, yüksek/düşük sıcaklık, ozon, yüksek karbondioksit, toprak suyu ve tuzluluk) mera ve yem kaynaklarının kullanılabilirliğini sınırlamaktadır. Sıcaklık stresi, hasat edilen ürün miktarını azaltmakta, besin değerini değiştirebilmekte ve türün kompozisyonunu etkilemektedir. Bu nedenle abiyotik koşullar veya çevresel stres kaynaklarının yem üretimini nasıl baskıladığı ve bunların olumsuz etkilerini azaltma yönündeki arayışlar giderek önem kazanmaya başlamıştır (Chauhan ve Ghosh, 2014).

Yapılan araştırmalar; sıcaklık, karbondioksit seviyeleri ve azot birikimindeki artışların meralarda birincil üretimi azalttığını göstermiştir. Yarı

kurak olan birçok alanın iklim değişikliğinin bir sonucu olarak daha az yağış alacağı tahmin edilmektedir (Hidosa ve Guyo, 2017). Tropik bölgelerde ise mera yetiştirme periyodunun uzunluğunun azalması ve buna daha sık kuraklıklarla birlikte yağış düzenlerinde daha fazla değişkenlik eşlik edebileceği bildirilmektedir (IPCC, 2007).

Meralar, kırsal kesimler için önemli varlıklardır ve iklim değişikliğinin mera verimi üzerine etkisini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada, iklim değişikliğine dayalı etkilerin mera üretkenliğini baskıladığını ve bitki örtüsü bileşiminde botanik değişikliği teşvik ettiğini göstermiştir (Tubiello vd., 2007).

Yem bitkilerinin mevcudiyetinin mevsimsel modellerindeki değişiklikler, meradaki otlatma yönetimi için ek zorluklar ortaya çıkarabilir. Benzer şekilde, iklimlerin daha sıcak ve daha kuru hale gelmesiyle; mera kompozisyonunun otlatma için daha az uygun olabilecek türlere kayması muhtemeldir (Hidosa ve Guyo, 2017). İklim değişikliğinin mera türlerinin zenginliğini ve biyolojik çeşitliliği etkilediği gözlemlenmiştir.

Yem bitkilerinin miktar, kalite ve bulunabilirliği üzerindeki etkiler, bölgeye ve büyüme mevsiminin uzunluğuna bağlıdır (Polley vd., 2013; Thornton vd., 2009). 2°C'lik bir artış, kurak ve yarı kurak bölgelerde mera ve hayvancılık üretimi üzerinde olumsuz, nemli ılıman bölgelerde ise olumlu etkiler yaratacaktır. Yetiştirme mevsiminin uzunluğu, mevcut kaba yemlerin süresini ve dönemlerini belirlediğinden, yemlerin bulunabilirliği için de önemli bir faktördür. Yem kalitesindeki bir düşüş, tüketilen brüt enerji birimi başına metan emisyonlarını artırabilir (Benchaar vd., 2001).

Yaşanacak sıcaklık ve yağış değişimlerine bağlı ve Türkiye'nin de coğrafi konumu ve yer şekillerinin yapısından dolayı yem bitkileri üretimi olumsuz etkilenecektir. Türkiye'de ormanlık alanların azlığı, kurak ve yarı kurak alanların olması çölleşmeye açık olduğunu göstermektedir. Ayrıca su sıkıntısının tarımsal sulama ve temiz suya erişim konusunda da sorun yaşayacağı tahmin edilmektedir. 2020 yılı referans alınan ve 2050-2080 dönemi ürün verimindeki kayıplar tahmin edildiğinde; çeltik (Batı Marmara, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz, Ege ve Karadeniz Bölgelerinde), şeker pancarı (Ege, Karadeniz, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde) ve pamuk (Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde) Türkiye'de ekilen bütün alanlarda verim kaybı yaşanacaktır. Gelecek yılların ürün verim değişikliği tahminine göre; Karadeniz Bölgesinde mısır, baklagiller ve ayçiçeği,

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde arpa, çavdar, buğday ve yulaf, Doğu Anadolu Bölgesinde mısır gibi ürünlerin ekim alanlarından en çok verim kaybı yaşanacak bölgeler arasında birinci sırada yer aldığı bildirilmektedir (Berikol Mete, 2022).

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Global çapta yaşanan en büyük problemlerden biri olan iklim değişikliği giderek etkisini artırmaya devam etmektedir. İklim değişikliğinin tarımsal faaliyetlere etkisi incelendiğinde bitki üretiminde ekili alanlardan alınan verimde düşüş dolayısıyla üretim miktarlarında azalma görülmektedir. İklim değişikliğine bağlı olarak ürün kalitesinde, ürün desenlerinde ve tarımsal faaliyetlerin tarihlerinde değişiklik yaşanacağı öngörülmektedir. Ayrıca bitki hastalıklarında ve zararlılarında artışın yaşanması kaçınılmaz olacaktır. İklim değişikliğinin hayvansal üretime etkisi ise; bitkisel üretimde yaşanacak verim düşüklüğünden kaynaklı yem maliyetlerinde artış ve yem materyallerine erişiminde sıkıntı yaşanması beklenmektedir. Sıcaklık artışına bağlı kurak ve yarı kurak bölgelerde hayvanların doğum oranlarında azalma, hastalık, düşük ve ölüm oranlarında ise artış ile suya erişim problemleri beklenmektedir. Yaşanacak tüm bu olumsuzluklar hayvansal üretimde düşüğe neden olacaktır. İklim değişikliği neticesinde hayvansal üretimdeki bu anormallikler küresel olarak insan beslenmesi açısından kalori, protein ve temel mikro besin maddesi tedarikçisi durumunda olan hayvansal ürünlerin miktarını ve besin maddesi içeriğini de etkileyecektir.

Hayvansal üretim ve hayvansal ürünlerin daha kaliteli ve daha sağlıklı olabilmesi için en önemli faktörlerden biri olarak karşımıza çıkan yem bitkileri ve yem kaynakları da yaşanan iklim değişikliğinin etkisi altında kalmaktadır. İklim değişikliğinden kaynaklı yem bitkilerinde yaşanan her türlü olumsuzluklar hayvansal üretimi ve hayvansal ürünleri etkilemektedir. Bu yüzden yem kaynaklarının iklim değişikliklerine bağlı etkilerini en aza indirmek ve hayvancılık sektöründe adaptasyonu sağlamak amacıyla küresel çapta yapılan önlemlere ilave olarak işletme düzeyinde uygulamaya aktarılabilir çözümler şu şekilde özetlenebilir;

- Değişen iklim mevsimlerine bağlı olarak işletmelerin yem kaynaklarının ekim zamanlarında doğru planlama yapılmalı,

- Kuraklığa dayanıklı yem bitki çeşitleri üretilmeli ve bu bitkiler geliştirilmeli,
- Yüksek sıcaklığa dayanıklı hayvan ırklarının kullanımı yaygınlaştırılmalı,
- Sel baskınlarında hayvan ve yem kaynaklarının daha iyi korunabilmesine yönelik bir planlama yapılmalı,
- Modern tarım teknikleri geliştirilmeli,
- Sulama teknolojileri geliştirilmeli ve verimli tarım arazileri korunmalı,
- Bitkilerde stres faktörlerine (tuzluluk, kuraklık vb.) karşı dayanıklı çeşitler kullanılmalı,
- Hayvanlar için ek yemleme uygulamaları ve kaliteli su kaynakları araştırmaları iyi yapılmalı,
- Hayvanları aşırı soğuk veya sıcaklardan korumak amacıyla binaların ısı yalıtımlarına yönelik teknolojik yöntemler uygulanmalı,
- Yetiştirme istekleri ve su kullanımı noktasında uygun, aynı zamanda anormal sıcaklık ve nem koşullarına uyum sağlayabilecek bitki çeşitleri seçilmeli,
- Bitkisel üretim için vazgeçilmez unsurlardan olan suyun daha etkin kullanılması teşvik edilmeli ve suyun geri dönüşümü veya depolanması sağlanmalı,
- Hayvanlara verilecek rasyonlar üzerinde yapılacak manipülasyonlar, farklı çevresel stres şartları altında onları rahatlatarak şekilde uyarlanmalı,
- Hayvancılık için önemli yem kaynaklarından olan meraların ıslahı ve yönetimi iklim değişikliğine uyum sağlayacak şekilde geliştirilmeli,
- Mera alanları için en önemli problemlerden olan aşırı ve bitki gelişimi tamamlanmadan yapılan erken otlatmaların önüne geçilmeli,
- Yem bitkisi yetiştiricileri iklim değişikliğini dikkate alarak, kullanacakları seçici yetiştirme ve çeşitler ile ortalama verimlerini ve besin madde içeriklerini korumanın yanı sıra kuraklığa daha dayanıklı C3 yem bitkisi çeşitleri tercih ederek üretim yapmalı,

Sonuç olarak, hayvanların enerji metabolizması ve ortam sıcaklığı ile tükettikleri yem kaynaklarının miktarı ve kalitesinin hayvan performansı ve ürünlerinin kalitesi arasında çok yakın bir ilişki olduğu unutulmamalıdır. İklim değişikliğinin neden olduğu bu stresi alınacak tedbirler ile azaltmamız, tarımsal

üretimin çevresel yükünü artırmadan insan beslenmesinin ihtiyacını karşılayan kaliteli ve güvenli hayvansal ürünleri elde etmemizi sağlayacaktır

Ekosistemdeki faaliyetler bir bütün olduğundan iklim değişikliğinin gerek hayvancılık ve gerekse de yem bitki kaynaklarına olası muhtemel etkilerinin önlenmesi sadece bölgesel değil aynı zamanda küresel düzeyde alınacak önlemlerle mümkün olabileceği göz ardı edilememelidir. Bu nedenle, yukarıda belirtilen öneriler de dikkate alınarak, fosil yakıt kullanımının en aza indirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik teşvik politikalarını ve tarımsal farkındalığı sağlayacak çalışmaların tüm ülkeler tarafından desteklemesi önemli bir adım olacaktır.

KAYNAKÇA

- Adams, R.M., Hurd, B.H., Lenhart, S., Leary, N. (1998). Effects of Global Climate Change on Agriculture: An Interpretative Review. *Climate Research*, Vol. 11, 19-30.
- Attia-Ismail, S. A. (2020). Influence of Climate Changes on Animal Feed Production, The Problems and The Suggested Solutions. In: *Climate Change Impacts on Agriculture and Food Security in Egypt* (pp. 451-464). Springer, Cham.
- Aydın, F., Sarptaş, H. (2018). The Impact of The Climate Change to Crop Cultivation: The Case Study With Model Crops For Turkey. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 24(3): 512-521.
- Babinszky, L., Halas, V. (2009). Innovative Swine Nutrition: Some Present and Potential Applications of Latest Scientific Findings for Safe Pork Production. *Italian Journal of Animal Science*, Vol.8 (Suppl. 3), pp. 7-20.
- Babinszky, L., Halas, V., Verstegen, M.W.A. (2011). Impacts of Climate Change on Animal Production and Quality of Animal Food Products, In: *Climate Change-Socioeconomic Effects*, Dr Houshan Kheradmand (Ed.), Intech Publishing, ISBN: 978-953-307-411-5.
- Bajagai, Y. S. (2011). Global Climate Change and Its Impacts on Dairy Cattle, *Nepalese Veterinary Journal*, 30, 2-16 pp.
- Baruch, Z., Mérida, T. (1995). Effects of Drought and Flooding on Root Anatomy İn Four Tropical Forage Grasses. *International Journal of Plant Sciences*, 156(4): 514-521.
- Benchaar, C., Pomar, C., Chiquette, J. (2001). Evaluation of Dietary Strategies to Reduce Methane Production in Ruminants: A Modelling Approach. *Canadian Journal of Animal Science*, 81(4): 563-574.
- Berikol Mete, B. (2022). İklim Değişikliği ve Türkiye’de Tarım Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırklareli.
- Bertocchi, L., Vitali, A., Lacetera, N., Nardone, A., Varisco, G., Bernabucci, U., (2014). Seasonal Variations in the Composition of Holstein Cow’s Milk and Temperature–Humidity Index Relationship, *Animal*, 8(4): 667-674.

- Bhargava, S., Mitra, S. (2021). Elevated Atmospheric CO₂ and the Future of Crop Plants. *Plant Breeding*, 140(1): 1-11.
- Bolat, Y. (2021). Erbaa Ovasında Tarımsal Üretim ve Üreticilerin Küresel İklim Değişikliğine Yönelik Bilgi ve Algı Düzeylerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Bunce, J.A. (2005). Response of Respiration of Soybean Leaves Grown At Ambient And Elevated Carbon Dioxide Concentrations To Day-To-Day Variation in Light And Temperature Under Field Conditions, *Annals of Botany*, 95, 1059-1066.
- Çayan, H., Şahin, A. (2021). Laying Hens Behave as Omnivores with Poultry Meal Included in Their Diet. *South African Journal of Animal Science*, 51(3): 280-289.
- Chapman, S. C., Chakraborty, S., Dreccer, M. F., Howden, S. M. (2012). Plant Adaptation to Climate Change Opportunities and Priorities in Breeding. *Crop And Pasture Science*, 63(3): 251-268.
- Chauhan, D. S., Ghosh, N. (2014). Impact of Climate Change on Livestock Production: A Review. *Journal of Animal Research*, 4(2): 223.
- Craine, J.M., Elmore, A.J., Olson, K.C., Tolleson, D. (2010) Climate Change and Cattle Nutritional Stress. *Glob Change Biol* 16, 2901-291.
- Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J. (2016). Impact of Heat Stress on Health and Performance of Dairy Animals: A Review, *Veterinary World*, 9(3): 260-268.
- Delgado, C.L. (2003). Rising Consumption of Meat and Milk in Developing Countries Has Created a New Food Revolution. *Journal of Nutrition*, 133, 3907-3910.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2016, Climate Change and Food Security: Risks and Responses, 98p.
- Forrest, J.R.K. (2015). Plant-Pollinator Interactions and Phenological Change: What Can We Learn About Climate Impacts From Experiments And Observations? *Oikos*, 124, 4-13.
- Gantner, V., Mijić, P., Kuterovac, K., Solić, D., Gantner, R., (2011). Temperature-Humidity Index Values and Their Significance on The Daily Production of Dairy Cattle, *Mljekarstvo*, 61(1): 56-63.

- Gaughan, J.B., Cawsell-Smith, A.J. (2015). Impact of Climate Change on Livestock Production and Reproduction. In: Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation. Sejian, V., Gaughan, J., Baumgard, L., Prasad, C.S (Eds), Springer-er-Verlag GmbH Publisher, New Delhi, India, pp 51-60.
- Göktürk, S., Uysal, T., 2020. İklim Değişikliği ve Mera Islahının Önemi, Apelasyon, Sayı: 77, ISSN:2149-4908.
- Hanson, J. D., Baker, B. B., Bourdon, R. M. (1993). Comparison of the Effects of Different Climate Change Scenarios on Rangeland Livestock Production. *Agricultural systems*, 41(4): 487-502.
- Hatfield, J. L., Prueger, J. H. (2011). Agroecology: Implications for Plant Response to Climate Change. *Crop Adaptation to Climate Change*, 27-43.
- Hayaloğlu, P. (2018). İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(25): 51-62.
- Hidoso, D., Guyo, M. (2017). Climate Change Effects on Livestock Feed Resources: A Review. *Journal of Fisheries & Livestock Production*, 5, 259.
- Hopkins, A., Del Prado, A. (2007). Implications of Climate Change For Grassland in Europe: Impacts, Adaptations and Mitigation Options: A Review, *Grass and Forage Science*, 62(2): 118-126.
- IFAD, (2010). IFAD (International Fund for Agricultural Development), 2010. Livestock and climate change. <<http://www.ifad.org/lrkm/events/cops/papers/climate.pdf>>.
- İnan, İ.H. (2012). Trakya Bölgesinde Tarım ve Hayvancılığın Durumu, Tartışma Metni, No. 2012/16, Türkiye Ekonomi Kurumu, Ankara.
- IPCC, (2007), "Summary for Policymakers" A report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change, <https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf> (Erişim tarihi: 22.09.2022).
- Kanno, K., Makino, A. (2010). Increased Grain Yield and Biomass Allocation in Rice Under Cool Night Temperature, *Soil Science and Plant Nutrition*, 56, 412-417.

- Koyuncu, M. (2017). Küresel İklim Değişikliği ve Hayvancılık. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 31(2): 98-106.
- Koyuncu, M., Nageye, F. (2020). İklim Değişikliğinin Sürdürülebilir Hayvancılığa Etkileri. Hayvansal Üretim, 61(2): 157-167.
- Larmure, A., Munier-Jolain, N.G. (2019). High Temperatures During the Seed-Filling Period Decrease Seed Nitrogen Amount in Pea (*Pisum sativum* L.): Evidence for a Sink Limitation, *Front Plant Sci.*, 10, 1608.
- Li, L., Wang, X., & Manning, W. J. (2019). Effects of Elevated CO₂ on Leaf Senescence, Leaf Nitrogen Resorption, And Late-Season Photosynthesis in *Tilia Americana* L. *Frontiers in plant science*, 10, 1217.
- Morton, J. F. (2007). The Impact of Climate Change on Smallholder and Subsistence Agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50): 19680-19685.
- Moss, A.R., Jounany, J.P., Neebold, J. (2000). Methane Production by Ruminants: Its Contribution to Global Warming. *Ann. Zootech.*, 49, 231-253.
- Nam, B. E., Kim, J. G. (2020). Flowering Season of Vernal Herbs is Shortened at Elevated Temperatures with Reduced Precipitation In Early Spring. *Scientific Reports*, 10(1): 1-10.
- Naqvi, S. M. K., Kumar, D., De, K., Sejian, V. (2015). Climate Change and Water Availability for Livestock: Impact on Both Quality and Quantity. In: *Climate change impact on livestock: Adaptation and mitigation* (pp. 81-95). Springer, New Delhi.
- Nardone, A. (2002). Evolution of Livestock Production and Quality of Animal Products. *Proc. 39th Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science Brazil*, 29th July-2nd August, pp. 486-513.
- NRC (1981). *Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals*. Subcommittee on Environmental Stress, National Research Council (NRC). Washington, DC, National Academy Press.
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1).
- Paçacı, G. (2019). Dünya'da ve Türkiye'de İklim Değişikliği Kaynaklı Gıda Güvenliği Sorunu, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.

- Peng, S., Huang, J., Sheehy, J. E., Laza, R. C., Visperas, R. M., Zhong, X., Cassman, K. G. (2004). Rice Yields Decline with Higher Night Temperature from Global Warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(27): 9971-9975.
- Polley, H. W., Briske, D. D., Morgan, J. A., Wolter, K., Bailey, D. W., Brown, J. R. (2013). Climate Change and North American Rangelands: Trends, Projections, And Implications. *Rangeland Ecology & Management*, 66(5): 493-511.
- Reilly, J., 1996, *Agriculture in a Changing Climate: Impacts and Adaptation, Scientific-Technical Analyses*, Cambridge University Press, USA, 427-467 pp.
- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., Woznicki, S. A. (2017). Climate Change and Livestock: Impacts, Adaptation, and Mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145-163.
- Salgın, Z. (2021). İklim Değişikliğinin Bitkiler Üzerinde Moleküler Değişimleri, Erişim Adresi: <https://www.bezelyedergi.net>.
- Sanz-Sáez, Á., Erice, G., Aguirreola, J., Muñoz, F., Sánchez-Díaz, M., Irigoyen, J. J. (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.
- Scholtz, M. M., McManus, C., Leeuw, K. J., Louvandini, H., Seixas, L., Melo, C. D., Naser, F. W. C. (2013). The Effect of Global Warming on Beef Production in Developing Countries of The Southern Hemisphere. *Natural Science*, 5(1): 106-119.
- Sejian, V., Maurya, V.P., Kumar, K., Naqvi, S.M.K. (2013). Effect of Multiple Stresses (Thermal, Nutritional and Walking Stress) on Growth, Physiological Response, Blood Biochemical and Endocrine Responses in Malpura Ewes Under Semi-Arid Tropical Environment. *Tropical Animal Health and Production*, 45, 107-116.
- Taqi, M. O., Hassanein, M. K., Khalil, A. A. (2013). The Possible Impact of Climate Change and Adaptation Options on African Livestock: A Review, *Researcher*, 5(12): 139-145.
- 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): 113-127.
- Thornton, P.K., Gerber, P. (2010). Climate Change and The Growth of The Livestock Sector in Developing Countries, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 15, 169-184 pp.
- Thornton, P.K., Boone, R.B., Ramirez-Villegas J., (2015). Climate Change Impacts on Livestock. CGIAR Resrach Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CAAFS), Working Paper No. 120.
- Tubiello, F.N., Amthor, J.S., Boote, K.J., Donatelli, M., Easterling, W. (2007) Crop Response to Elevated CO₂ and World Food Supply-A comment on "Food for Thought. *European Journal of Agronomy* 26, 215-223.
- Wand, S. J., Midgley, G. F., Jones, M. H., Curtis, P. S. (1999). Responses of wild C4 and C3 grass (Poaceae) Species to Elevated Atmospheric CO₂ Concentration: A Meta-Analytic Test of Current Theories And Perceptions. *Global Change Biology*, 5(6): 723-741.
- Yashlođlu, E., ve İlhan, H. (2016), Güney Marmara Süt Sığırı Yetiştiriciliğinin Isı Stresi Yönünden Değerlendirilmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 13(4): 12-19.
- Yavaş, İ., Ulukan, H. (2021). Değişen Bazı İklim Koşullarına C3 ve C4 Bitkilerinin Tepkisi, *Uluslararası İklim Değerişikliği Kongresi*, 89-99 syf.
- Yıldız, M., Tansı, S., Sezen, S. M. (2014). New Plants with Commercial Potent. *Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(Özel Sayı-1), 1036-1042.

BÖLÜM 6

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SÜT SIĞIRCILIĞI: REFAH, SÜT VERİMİ VE ÜREME PERFORMANSI

Doç. Dr. | Ertuğrul KUL^{1*}

^{1*} Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kırşehir, Türkiye. ertugrul.kul@ahievran.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-4961-5607

GİRİŞ

İklim değışikliği, belirli bir bölgenin sıcaklık, nem, radyasyon, rüzgâr ve yağış gibi çevresel değışkenlerin istatistiklerinde uzun vadeli bir değışimdir. İklim değışikliği, kısa sürede veya uzun yıllar içinde iklimde meydana gelen hızlı değışiklikler ile ortaya çıkmaktadır. Genel olarak artan küresel sıcaklık ile ilişkili olan iklim değışikliği (Sheikh vd., 2017), başta tropikal ve ılıman ülkelerde olmak üzere dünya genelinde çeşitli türlerin, ekosistemlerin hayatta kalmasını ve hayvancılıkta üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir (Dash vd., 2016). Bu nedenle iklim değışikliği, günümüzde küresel boyutta hayvansal üretim açısından büyük bir tehdittir (Mittal vd., 2019).

İklim değışikliğinin hayvansal üretim ve hayvan sağlığı üzerinde doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki yönlü etkisi bulunmaktadır. İklim değışikliğinin doğrudan etkileri arasında yeni hastalıkların ortaya çıkması ve yayılması ile mevcut vektör kaynaklı hastalıkların ve parazitlerin görülme sıklığının artmasına neden olabilecek yüksek sıcaklık ve yağış düzenindeki değışiklik yer almaktadır (Sheikh vd., 2017). Artan sıcaklıklar ile hızlı değışen hava olaylarından kaynaklı hayvan sağlığında ortaya çıkan sıcaklık stresi metabolik bozukluk, oksidatif stres ve bağışıklık baskılanmasından büyük ölçüde etkilenmekte olup, bu da hastalık insidansı ve ölüm oranında artış ile sonuçlanmaktadır. Bu durum hayvanların üremesini, verimini ve beslenmesini doğrudan etkileyerek verim düşüklüğüne, ürün kalitesinin düşmesine ve yeni hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Dolaylı etkiler ise toprak verimliliği ve bitki örtüsündeki azalma, meraların bozulması, çölleşme (Nardone vd., 2010), artan yem ve yakıt girdileri ile arazilerin işlenmesindeki azalmaya bağli olarak yem bitkileri üretimindeki azalmadır (Sheikh vd., 2017).

İklim değışikliği, dünya çapında çiftlik hayvanlarının verim düzeylerini önemli düzeyde etkilemektedir. Hayvanları etkileyen çevresel değışkenler arasında sıcaklık stresi, dünyanın birçok coğrafi bölgesinde hayvansal üretimi zorlaştırmaktadır. Tüm canlılar, konfor ya da termonötral bölge olarak da adlandırılan bir dizi ortam sıcaklığına sahiptir ve hayvanın bu konfor aralığının altındaki veya üzerindeki sıcaklık, hayvanlarda stres koşulları yaratır (Chauhan ve Ghosh, 2014). Konfor bölge aralıkları, düşük kritik sıcaklıktan üst kritik sıcaklığa kadardır. Düşük kritik sıcaklık, bir hayvanın vücut sıcaklığını

korumak amacıyla metabolik ısı üretimini arttırması için gereken çevresel sıcaklıktır. Üst kritik sıcaklık ise yetersiz buharlaşmaya bağlı olarak ısı kaybıyla sonuçlanan vücut sıcaklığındaki artışın bir sonucu olarak hayvanın ısı üretiminin arttırdığı ortam sıcaklığıdır (Ahmed vd., 2015). Sıcaklık nem indeksi (SNİ), hayvanlarda termal stresin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir indekstir. Nitekim süt sığırcılığı, iklim değişikliğine ve küresel ısınmaya karşı daha hassastır ve burada en çok SNİ gibi sıcaklık ve nemden etkilenir. Yüksek ortam sıcaklığı ve yüksek nemin birleşik etkisi, çiftlik hayvanlarının üreme performansı üzerinde olumsuz etkilere neden olur (Sinha vd., 2017).

Süt sığırları, yüksek metabolik hızları, böbrek ve gastrointestinal sistemdeki zayıf su tutma mekanizmaları nedeniyle, diğer geviş getiren hayvanlara göre artan ortam sıcaklığına daha duyarlıdır. Benzer şekilde, neonatal, postpubertal ve laktasyondaki sığırlar özellikle termal strese yatkındır (Bajagai, 2011). Optimal koşullar aşıldığında, ineğin vücudu yeni çevresel duruma uyum sağlamaya çalışır. Bununla birlikte, daha yüksek hava sıcaklıklarında, ineklerin adaptif mekanizmaları, üretilen fazla ısıyı uzaklaştırmakta başarısız olur. Hayvan, esas olarak artan solunum hızı, nefes nefese kalma ve terleme yoluyla konveksiyon, kondüksiyon, radyasyon ve buharlaşma ilkelerine dayalı olarak vücut ısısını yayabilir. Davranışsal başa çıkma stratejileri, ayakta kalma süresinin artmasını, gölge aramayı, aktiviteyi ve hareketi azaltmayı içerir. Hayvanın hipertermi aşamasına girmesini önlemek için aşırı vücut ısısının uzaklaştırılması esastır. Bu nedenle, inekler için sıcaklığın kontrolü, yüksek verimlilik ve sağlık için önemli bir koşuldur (Herbut vd., 2019).

Sıcaklık stresinin süt sığırlarının verim, sağlık, üreme ve genel refah üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bu etkiler arasında en çok bilineni süt verimindeki azalmadır. Gunn vd. (2019) 21. yüzyılda ısı stresine bağlı süt kaybının 174 ± 7 kg/inek/on yıl oranında artacağını öngörmüştür. Sıcak ve nemli iklim, süt veriminde olduğu kadar kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Özellikle kızgınlıkların %80'i yaz aylarında fark edilememektedir. Süt sığırlarının gebe kalma oranları yaz aylarında %20-27'ye kadar düşebilmektedir. Vücut ısısı 40°C 'yi aştığında gelişen foliküller zarar görmekte ve yaşayamaz hale gelmektedir. Mevsimsel değişiklikler erkeklerin üreme performansını etkileyen testis hacmini, hormonal aktiviteyi, cinsel davranışları ve semen kalitesini etkilemektedir (Sheikh vd., 2017).

1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TANIMI

İklim değışikliği, kendi iç dinamikleri ile karakterize edilen ve dış faktörlerini değıştirerek etkileyebildiğı bir bölgenin ortalama hava durumu olarak tanımlanmaktadır. Birleşmiş Milletler İklim Değışikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCC) iklim değışikliğini, doğal değışimden çok daha fazla olan, karşılaştırıldığında zaman içinde değışikliklere neden olan uzun vadeli doğrudan ve dolaylı faaliyetlerden kaynaklanan değışiklik olarak tanımlamaktadır. İklim değışikliği, fiziksel özellikler, nedenler ve sonuçlar dahil olmak üzere iklim üzerindeki çok boyutlu etkilerin bir birleşimidir (Visschers, 2018). Nitekim iklim değışikliği, insanlar, hayvanlar, bitkiler ve çevre üzerindeki çok boyutlu etkisi nedeniyle artık küresel bir endişe kaynağıdır. Araştırmalar, iklim değışikliğinden dolayı nedeniyle küresel veya bölgesel iklim modellerinde meydana gelen değışikliklerin, hayvan sağlığını doğrudan ve dolaylı olarak etkilediğini ortaya koymuştur (Ali vd., 2020).

2. SICAKLIK NEM İNDEKSİ (SNİ)

SNİ, sıcaklık stresinin süt sığırları üzerindeki etkisini değerlendirmek için tüm dünyada sıcak bölgelerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Bouraoui vd., 2002). SNİ, süt sığırlarında sıcaklık stresinin derecesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan hava sıcaklığı ve nemin birleşik etkilerini temsil eden tek bir değer olarak ifade edilir (Boonkum vd., 2011).

Tablo 1. SNİ değerlerine göre stres seviyesinin sınıflandırılması (Armstrong, 1994)

SNİ	Stres düzeyi	Çiftlik hayvanlarındaki belirtileri
<72	Yok	Optimum verim ve üreme performansı.
73-78	Düşük	Solunum hızı ve rektal sıcaklık artar, hayvanlar gölge arar.
79-88	Orta	Mandada kuru madde alımı azalır ve su alımı önemli ölçüde artar. Sığır ve mandalarda vücut ısısı yükselir ve üreme performansı önemli düzeyde etkilenir.
89-98	Şiddetli	Hayvanlarda üreme performansları önemli ölçüde azalır. Aşırı nefes nefese kalma ve huzursuzluk görülür.
>98	Tehlikeli	Sıcaklık stresi aşırıdır ve hayvanlar ölebilir.

Sıcak iklim koşulları, hayvanın veriminin ve besin alımının azalmasına neden olur. Besinlerin metabolize edilmesiyle üretilen ısı, soğuk bir ortamda vücut sıcaklığının korunmasına katkıda bulunmuştur. Bununla birlikte, sıcak bir iklimde, vücut sıcaklığını ve normal fizyolojik işlevleri korumak için ısının dağıtılması gerekir. Marai vd. (2008), hayvanların sıcak iklim koşullarına maruz kalmasının, yem alımında ve kullanımında azalma, enzimatik aktivitede bozulmalar, su metabolizması, protein, enerji ve mineral dengeleri gibi biyolojik fonksiyonlarda ciddi değişikliklere yol açtığını bildirmiştir. SNİ, ortam sıcaklığı ve bağıl nem ve hayvan tepkisinin birleşik etkilerini hesaba katar (Sinha vd., 2017). Ortalama günlük SNİ 72 ısı stresi yok, 73 ila 78 arası hafif ısı stresi, 79 ila 88 arası orta ısı stresi, 89-98 arası şiddetli ısı stresi ve >98 üzeri hayvan için tehlikedir (Tablo 1).

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI SICAKLIK STRESİNİN SÜT SIĞIRLARININ SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

İklim değişikliğinin hem doğrudan hem de dolaylı birçok zincirleme etkisi bulunmaktadır. İklim değişikliğinin hayvan sağlığı üzerindeki doğrudan etkisi, sık görülen hastalık insidansı ve ölümlerle ilgili durumlarını içerir. Dolaylı etki daha karmaşık yolları takip eder ve patojen yoğunluğu, vektörlerin dağılımı ve çoğalması üzerindeki iklim etkilerini ayrıca vektör kaynaklı hastalıklar ile toprak, gıda ve su kaynaklı hastalıkları içerir (Ali vd., 2020).

3. 1. Doğrudan Etkiler

Küresel iklim değişikliğinin sağlık üzerine etkileri nedeniyle doğrudan hayvansal üretim sistemlerini bozması sonucunda, yakın gelecekte sıcaklığın sıklığı, şiddeti ve ekstremitenin kenarına kadar olan süredeki artışlar beklenmektedir (Bett vd., 2017). İklim değişikliğinin sağlık üzerindeki doğrudan etkileri, öncelikle artan sıcaklıklara, ısı dalgalarının sıklığına ve yoğunluğuna bağlı olabilir (Gaughan vd., 2009). İklim değişikliğinin hayvan sağlığı üzerindeki doğrudan etkisi, konakçının enfeksiyona yanıt verme yeterliliğinin azalması olarak tanımlanmıştır. Bu etkiler, termal stres veya sıcaklık stresi koşulları ile birleştirilir (Bett vd., 2017). Yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak, sıcaklık stresi; metabolik değişikliklere, oksidatif strese, bağışıklığın azalmasına, üreme performansının düşmesine, hayvan refahında

azalma ve ölüme neden olarak hayvanların sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Lacetera, 2019; Ali vd., 2020).

Sıcaklık stresi, büyüme ve verim için net enerji miktarında azalmaya neden olmakta ve bu durum %20-30 daha fazla enerjisi gereksinimini doğurmaktadır (Bajagai, 2011). Sıcaklık stresi ile yem alımındaki azalma hayvan sağlığını tehlikeye atmakta ve ineklerde vücut kondüsyon skorunu bozarak negatif enerji dengesi oluşturmaktadır (Bernabucci vd., 2010). Zayıf vücut kondisyonuna sahip ve yetersiz beslenen hayvanların bağışıklığı tehlikeye girmekte, bu da hayvanları bulaşıcı hastalıklara eğilimini artırmaktadır (Markusfeld vd., 1997). Sıcaklık stresi, hepatik glikoz sentezindeki azalmaya bağlı olarak kan şekeri ve esterleşmemiş yağ asidi (NEFA) seviyesinde azalmaya neden olmaktadır (Wheelock vd., 2010).

Sıcaklık stresi altındaki sığırlarda metabolik bozuklukların oluşumu artmakta, özellikle süt ve besi sığırlarında topallık oluşumu hızlanmaktadır (Ali vd., 2020). Sıcaklık stresinden kaynaklı topallığın başlıca nedeni rumen asidozundan veya bikarbonat düzeyindeki artıştan kaynaklanmaktadır (Cook ve Nordlund, 2009). Günün daha sıcak saatlerinde azalan yem alımı, ardından ortam sıcaklığı azaldığında artan yemleme laminitisin başlıca nedeni olarak kabul edilen asidoza neden olmaktadır (Ali vd., 2020). Özellikle yaz aylarında, süt sığırlarının subklinik veya klinik ketozis (Lacetera vd., 1996) ve karaciğer libidosu artış riski daha yüksektir (Basiricò vd., 2009).

Oksidatif stres, oksidan ve antioksidan moleküller arasındaki dengesizlikten kaynaklanır ve oksidan fazlalığına ve/veya antioksidan maddelerin eksikliğine bağlı olabilir. Hayvancılıkta, oksidatif stres, verim ve refah ile ilgili koşullar dahil olmak üzere bir dizi patolojik koşulla ilişkilidir (Ali vd., 2020). Oksidatif stres, normal fizyoloji ve vücut metabolizması üzerinde olumsuz etkileri olan sıcaklık stresine maruz kalan hayvanların farklı hücre ve dokularında reaktif oksijen türlerinin artmasına neden olmaktadır. Yattoo vd. (2014) sıcak mevsimlerde laktasyondaki ineklerde katalaz, süperoksit dismutaz, glutatyon redüktaz ve malondialdehit daha yüksek belirlenmiştir. Ayrıca yaz aylarında toplam karoten ve E vitamini seviyesinin düşmesi de oksidatif strese neden olabilmektedir (Ali vd., 2020).

Bağışıklık sistemi, çevresel stres faktörlerine karşı korunmak ve bunlarla mücadele etmek için ana vücut savunma sistemleri olup, bağışıklığın baskılanması enfeksiyon olasılığını hızlandırır (Ali vd., 2020). Bağışıklık

yanıtının birincil göstergeleri, termal strese bağlı olarak beyaz kan hücreleri, kırmızı kan hücreleri, hemoglobin, kandaki glikoz ve protein konsantrasyonunun değişimidir (Das vd., 2016). Nardone vd. (1997) tarafından aşırı sıcaklık stresinin süt sığırlarında kolostral immünoglobulinlerde (IgG ve IgA) azalma ve yeni doğan buzağuların bağışıklık ve hayatta kalması üzerinde olumsuz sonuçlara neden olduğu belirtilmiştir. Buzağularda hastalığa karşı direnç gelişimi, büyük ölçüde kolostrumlarda bulunan immünoglobulin miktarından etkilenir. Yapılan çalışmalarda da anneden yenidoğan buzağulara kolostrum yoluyla pasif bağışıklığın transferinin ortam sıcaklığının artmasıyla azaldığı (Nardone vd., 2010) ve geç gebelik ve erken doğum sonrası dönemde yüksek ortam sıcaklığına maruz kaldığında kolostrumdaki immünoglobulinlerin daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Nardone vd., 1997). Lecchi vd. (2016) yüksek sıcaklıkların meme bezinin enfeksiyonlara karşı korunmasında merkezi bir role sahip olan nötrofillerin işlevini olumsuz etkilediğini bildirmiştir. Nitekim Waage vd. (1998) tarafından yaz aylarında mastitis oluşumunun arttığı tespit edilmiştir. Yüksek sıcaklıklar, sıcak çarpmasına, bitkinlik, kramplar ve nihayetinde organ işlev bozukluklarına neden olabilmektedir (Lacetera, 2019).

3. 2. Dolaylı Etkiler

İklim değişikliğinin hayvan sağlığı üzerindeki dolaylı etkisi, vektörleri veya patojen virülansını veya genom çeşitliliğini ve vektör-patojen-konak oluşumunu tetikleyebilecek iklim kaynaklı ekosistem değişiklikleri ve fizyolojik adaptasyonlarla ilişkilidir (Bett vd., 2017). Vektör kaynaklı patojenlerin ortaya çıkması küresel olarak iklim değişikliği ile insan/hayvan sağlığı üzerindeki etkiler arasındaki ilişkiye dair kanıtlar sağlamıştır. Hastalık sürecinde etken, konak ve çevre gibi üç epidemiyolojik faktör birbiri ile yakından ilişkilidir ve ekosistemlerde varlığını sürdürür. İklim değişikliği hayvan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek patojen replikasyonunu ve/veya virülansını artırabilir (Harvell vd., 2002).

Hava ve iklim değişikliği vektör kaynaklı enfeksiyonların oluşumunu hızlandırmaktadır. Örneğin, sıcaklık değişimleri, küresel rüzgâr ve yağış düzenleri ve ılıman iklimlerde bağıl nemdeki değişiklikler böceklerin üremesini, gelişimini ve çoğalmasını tetiklemektedir. Bu nedenle, özellikle

böcekler tarafından bulaşan bazı hastalıklar doğal endemik bölgelerden diğer ülkelere sıçrayabilir (Lacetera, 2019).

İklim değişikliğinin çiftlik hayvanlarını ve insan sağlığını değiştirebileceği bir başka mekanizma, yüksek sıcaklıkların ve nemin mikotoksin üreten mantarların büyümesi üzerinde yapabileceği etkilerdir. Bu mantarların çoğalması ve ilişkili toksin üretimi, hasat sırasındaki ve tahılların kurutulması ve depolanması tekniklerine bağlı olan sıcaklık ve nem derecesi ile yakından ilişkilidir (Frank, 1991). Sığırlar kontamine yem tükettiğinde mikotoksinler akut hastalık ataklarına neden olabilir. Bazı mikotoksinler, hastalık direncinin doğal mekanizmalarına müdahale edebilir ve immünolojik direnci olumsuz etkileyerek hayvanları enfeksiyona daha duyarlı hale getirebilir (Lacetera, 2019). İklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkan paraziter hastalıklarda hayvan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu bağlamda, gastrointestinal nematodlar mortalite ve morbiditeye neden olmaktadır (Rose vd., 2015).

4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HAYVAN REHAHI ÜZERİNE ETKİSİ

Hayvan refahı, inek konforu ve verimliliği için önemli bir faktör olup doğrudan hayvan sağlığı ile ilişkilidir (Cook ve Nordlund, 2009). Birçok çevresel faktör, hayvanların refah ve verim performansını doğrudan veya dolaylı olarak etkiler. İklim koşullarındaki değişiklik, hayvanın verim ve üreme düzeyini sırasıyla %58,3 ve %63,3 oranında doğrudan etkiler (Singh vd., 2012). Yüksek çevre sıcaklığı, solunum hızı (>70-80/dk) ve vücut sıcaklığında artış (>102.5 °F) ile kan akışı gibi değişikliklere yol açar (Pereira vd., 2008). Termal stres, terleme ve hızlı soluma nedeniyle aşırı sıvı kaybına ve kardiyovasküler rahatsızlıklara neden olmaktadır (Silanikove, 1994). Ayrıca Collier vd. (2006), gölgeli alanlarda tutulan ineklerin solunum hızlarının 54 nefes/dk, gölgesiz alanlardaki ineklerin ise 82 nefes/dk olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, termal stres ya da sıcaklık stresi sırasında azalan karaciğer fonksiyonları ve oksidatif stres ile glikoz ve yağ asidi metabolizmasındaki düzensizlikler, daha fazla metabolik bozukluklara ve sonuç olarak verim ve üremede düşüslere neden olmaktadır (Nardone vd., 2010). Sıcaklığın yüksek olduğu yaz aylarında mastitis gibi belirli hastalıkların görülme sıklığı da artmaktadır (Waage vd.,

1998). Topallık görülme sıklığı ortam sıcaklığındaki artışa bağlı olarak daha fazla görülmektedir (Ali vd., 2020). Kadzere vd. (2002) tarafından patojenler ve vektörlerin yılın daha sıcak aylarında hastalıkların ve özellikle üreme sorunlarının arttığı bildirilmiştir. İklim değişiklikleri, vektörlerin, patojenlerin tür bileşiminde değişikliklere ve yayılmasının artmasına ve hatta yeni zararlıların ve hastalıkların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bu bakımdan SNİ'deki artışla birlikte ölüm oranındaki artışlar nedeniyle kayıplar da artmaktadır (Ali vd., 2020).

Sıcaklık stresi altında otlatılan süt sığırları serinlemek için gölgelik ararlar ve güneşten gelen radyasyon arttıkça daha uzun süre ayakta kalırlar (Tucker vd., 2008). Laktasyondaki ineklerin vücut ısısı ayakta durma süresi ile pozitif ilişkilidir ve yaz aylarında ayakta duran bir ineğin vücut ısısı yatan ineklerden daha fazladır (Allen vd., 2015). Kovács vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada gölgesiz aşırı ısı yükü koşullarına maruz kalan Holstein buzağlarının, gölgelikli bölmelerde tutulan buzağılardan daha yüksek bir kalp atış hızına sahip olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık stresi altındaki süt sığırları sürekli yatma/ayakta kalma davranışı içerisinde olmakta ve bu durum hayvanların laktasyon süt verimini olumsuz etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda ayakta durma davranışı meme kan akışında yaklaşık %25 azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Delamaire ve Guinard-Flament, 2006). Overton vd. (2002) serbest duraklı ahırlarda, ortam sıcaklığı arttıkça laktasyondaki ineklerin yatma süresinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde, Cook ve Nordlund (2007) ve Nordlund vd. (2019) tarafından serbest duraklı ahırlarda ısı stresine maruz kalan inekler için yatma süresinde yaklaşık 3 saat/gün azalma bildirilmiştir. Bununla birlikte, sıcaklık stresine maruz kalma, laktasyondaki ineklerde meme kan akışını önemli ölçüde azaltmakta (Lough vd., 1990) ve daha da azalan meme perfüzyonu yaz boyunca sürekli süt sentezi için sınırlayıcı bir faktör olmaktadır. Ayrıca, daha uzun bekleme süresi yaz aylarında artan topallık vakaları ile ilişkilidir ve bu da süt verimini düşürmektedir (Hernandez vd., 2005).

5. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SÜT VERİM ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

5. 1. Süt Verimi

İklim değişikliğinin en önemli etkilerinden biri, özellikle yüksek genetik özelliğe sahip hayvanlarda süt üretimini ve bileşimini olumsuz etkileyen sıcaklık stresidir. Yapılan çalışmalarda da sığırların sıcaklık stresine maruz kaldıkları ve bunun da süt üretiminde azalmaya neden olduğunu ortaya konmuştur. Süt sığırları için en uygun ortam sıcaklığı 5 ila 15°C arasında olup 15°C'nin üzerinde hayvanlar, ısı üretimi ve ısı dağılımı arasındaki dengeyi koruyabilmelerine rağmen terlemeye başlarlar. Terleme ile ısı yayılımı giderek artar ve üst kritik sıcaklığın (25°C) üzerinde oldukça inek bu kadar yüksek sıcaklıklarda ısı dengesini artık koruyamaz (Bajagai, 2011). Ortam sıcaklığı ve sıcaklık-nem indeksi kritik eşğin üzerine çıktığında ineklerde süt veriminin azaldığı tespit edilmiştir (Dash vd., 2016). Doğum öncesi 60 günlük dönemdeki sıcaklık stresi, doğum sonrası süt üretimini olumsuz etkiler (Moore vd., 1992) ve yaz aylarında buzağılayan inekler diğer mevsimlerde buzağılayanlara göre daha az süt üretirler. Süt verimindeki azalma, yüksek çevre sıcaklığını telafi etmek için hayvanlar tarafından yem tüketiminin azalmasıyla daha da yoğunlaşır (Bajagai, 2011). İnekler sıcaklık stresine maruz kaldığında, yem alımındaki azalma süt verimindeki düşüşten önce gelir. Sıcaklık stresi nedeniyle azalan süt verimi kısmen yem alımındaki azalmayla ilişkilidir. Nitekim, azalan süt veriminin %35'i yem alımının azalmasından, kalan %65'i ise sıcaklık stresinin doğrudan etkisinden kaynaklanmaktadır (Rhoads vd., 2009). Termal stres sırasında süt üretiminin azalmasına neden olan diğer faktörler, besin emiliminin azalması, rumen fonksiyonundaki etki, hormonal durum ve verim için net enerji arzının azalmasıyla sonuçlanan artan gereksinimdir (Bernabucci vd., 2010). Termal stres sırasında hepatik glukoz sentezinin azalması ve kandaki düşük NEFA seviyesi (Rhoads vd., 2009; Wheelock vd., 2010) meme bezlerinde azalan glikoz kaynağına neden olur ve bu durum düşük laktoz senteziyle sonuçlanır. Meme bezi tarafından yeterli besin madde üretimi, optimal süt veriminin korunması için bir ön koşuldur ve meme kan akışı ve besinlerin arteriyovenöz konsantrasyon farkı ile belirlenir. Laktasyondaki süt sığırları sıcaklık stresine maruz kaldıktan sonra, esas olarak

azalan yem alımından dolayı meme kan akışı azalır. Süt, meme bezinin son ürünü olduğu için sıcaklık stresinin meme bezi gelişimi ve işlevi üzerindeki etkisi göz ardı edilemez (Tao vd., 2020). Böylelikle hayvanlarda süt verimi düşer (Nardone vd., 2010). Kuru dönemde sıcaklık stresi, meme hücrelerinin çoğalmasını azaltır ve süt üretiminin azalmasına neden olur. Ayrıca, kuru dönemdeki sıcaklık stresi, laktasyonda ineklerin bağışıklık hücrelerinin işlevini olumsuz etkiler ve bu durum sonraki laktasyona kadar devam eder (Tao ve Dahl, 2013).

Stresli günlerin sayısındaki artış (SNİ 80'den fazla) ve sıklığı sığırların verimini etkileyecektir (Upadhyay vd., 2007). Süt sığırlarında, özellikle genetik değeri yüksek hayvanlarda, süt üretimini olumsuz etkileyebilecek önemli bir faktör sıcak ortamdır. Ravagnolo ve Misztal (2000), SNİ 72'yi aştığında SNİ'de birim artış başına 0,2 kg süt verimi düşüşü bildirmiştir. Sıcaklık stresi altındaki ineklerde gözlemlenen süt verimi düşüşünün boyutu, yüksek hava sıcaklığı ile etkileşime giren çeşitli faktörlere bağlıdır. Purwanto vd. (1990) düşük (18,5 kg/gün) veya yüksek verimli ineklerle (31,6 kg/gün) karşılaştırıldığında, düşük ve yüksek verimli ineklerin, süt vermeyen ineklere göre %27 ve %48 daha fazla ısı ürettiğini bildirmiştir. Bohmanova vd. (2007) nemli iklimde SNİ'de 72'nin üzerinde olduğunda SNİ'de her birim artış başına süt veriminde 0,39 kg/gün azalma bildirmiştir. West vd. (2003) günlük SNİ 72,1'den 83,6'ya yükseldiğinde, SNİ'de birim artış başına süt veriminde 0,88 kg/gün azalma bildirmiştir.

Sıcaklık stresi süt sığırlarında, özellikle genetik değeri yüksek hayvanlarda süt verimini ve bileşimini olumsuz etkilemektedir (Bouraoui vd., 2002; Wheelock vd., 2010). Özellikle 35°C'nin üzerindeki etkili çevresel ısı yükleri laktasyondaki süt sığırlarında stres tepki sistemlerini harekete geçirmektedir (Berman, 2005). Buna karşılık, süt sığırları, süt sentezindeki düşüşten büyük ölçüde sorumlu olan NEB ile doğrudan ilişkili olan yem alımını azaltır (Wheelock vd., 2010). Bouraoui vd. (2002) SNİ değerinin 68'den 78'e çıkması DMI'nı %9,6 ve süt üretimini %21 azalttığından günlük SNİ süt verimi ile negatif ilişkilidir. Spiers vd. (2004) 69'un üzerindeki her SNİ'nde her birim artışı için süt veriminin 0,41 kg/inek/gün azaldığını bildirmişlerdir. Gaafar vd. (2011), kış mevsiminde 59,82'den yaz mevsiminde 78,53'e yükselen SNİ'nin toplam (305 gün) ve günlük süt veriminin sırasıyla %39,00, %31,40 ve %29,84 oranında azaldığını bildirmiştir. Ortalama günlük süt üretimi, ilkbahar

döneminde (42,74±4,98 kg) yaz dönemine (39,60±5,091 kg) göre önemli ölçüde ($P<0.05$) daha yüksektir (Joksimović-Todorović vd., 2011). Kumar vd. (2014) ayrıca buzağılama sırasında yüksek sıcaklığın ve yüksek nemin, Holdeo melezi (Holstein Friesian × Deoni) sığırların laktasyon verimi ve laktasyon uzunluğu üzerinde negatif bir etkisi olduğunu gözlemlemişlerdir.

5. 2. Süt Bileşenleri

Sıcak ve nemli ortam süt sığırlarında yalnızca süt verimini değil aynı zamanda süt kalitesini de etkilemektedir. Bouraoui vd. (2002) yaz mevsiminde daha düşük süt yağı ve proteini belirlemişlerdir. Kadzer vd. (2002) sıcaklık stresi altında süt yağı, yağsız kuru madde (YKM) ve süt protein oranının sırasıyla %39,7, %18,9 ve %16,9 azaldığını bildirmiştir. SNİ değeri 72'nin üzerine çıktığında süt yağı ve protein içeriği azalmaktadır. Ayrıca, kazein, laktalbumin, IgG ve IgA gibi protein fraksiyonlarında ayrıca azalma yaşanmıştır (Nardone vd., 2006). Zheng vd. (2009) sıcaklık stresinin süt yağı ve protein oranını önemli ölçüde azalttığını, ancak (Joksimović-Todorović vd., 2011) süttteki laktoz içeriği üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirmiştir. Sıcaklık stresi kış mevsiminde süt yağı, protein, laktoz, YKM ve kül içeriğini %3,79, %3,20, %4,78, %8,69 ve %0,71'den %3,49, %3,07, %4,59, %8,34 ve %0,67'ye düşürmüştür (Gaafar vd., 2011). Kazein oranı ve kazein yapısında ilkbahar mevsimine göre daha çok yaz mevsiminde azalma gerçekleşmiştir (Bernabucci vd., 2010). Yüksek sıcaklık, süütün yağ oranını, toplam proteini, IgG, IgA ve laktoz oranını düşürmüş ve süütün pH'ını yükseltmiştir (Nardone vd., 2006). Bernabucci vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada yaz ve ilkbahar aylarındaki süt verimi karşılaştırıldığında, yaz aylarında daha düşük süt verimi, ayrıca düşük kazein oranları tespit edilmiştir.

6. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ÜREME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

6. 1. Dişi Üreme Performansı

Üreme performansı, hayvancılıkta sürünün devamlılığı ve karlılığı için önemli bir faktördür (King vd., 2006). Süt sığırlarının üreme performansları yüksek çevre sıcaklığından doğrudan etkilenmektedir (Roth vd., 2000).

Nitekim yaz mevsiminde yüksek bağıl nem ile yüksek sıcaklık, sığırların üremesini olumsuz etkilemekte (Amundson vd., 2006) ve kısırılığa neden olmaktadır (Tailor ve Nagda, 2005).

Sıcaklık stresi sığırlarda embriyo gelişiminin bozulması ve artan embriyo ölümleri ile ilişkilidir (Nardone vd., 2010). Sıcaklık stresi, protein sentezine (Edwards ve Hansen, 1996) ve oksidatif hücre hasarına müdahale ederek embriyonik ölüme neden olmaktadır (Wolfenson vd., 2000). Laktasyondaki ineklerin kızgınlıktan sonraki 1. günde sıcaklık stresine maruz kalması kızgınlık sonrası 8. günde blastosist aşamasında gelişen embriyo oranında azalmaya neden olmaktadır (Ealy vd., 1993). Sıcaklık stresinin embriyodaki zararlı etkileri, gelişiminin erken aşamalarında en belirgindir (Nardone vd., 2010). Bununla birlikte, 7. güne kadar in vitro veya in vivo yüksek sıcaklıklara maruz bırakılan embriyolarda 30. günde daha düşük gebelik oranları ve 42. günde daha yüksek embriyonik kayıpları gözlemlendiği Demetrio vd. (2007) tarafından bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada (Little ve Campbell, 2008) sıcaklık stresine maruz kalan sığırlarda libido azalması, embriyonik ölümlerin artması ve üreme performansının azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Gebelik süresince meydana gelen sıcaklık stresi, fetüsün büyümesini yavaşlatmakta (Nardone vd., 2006) ve fetal kayıplara neden olmaktadır (Roth vd., 2000). Ayrıca, uterusu kan akışının azalması ve plasentanın maternal besinleri sağlamadaki yetersizliği nedeniyle de fetal büyüme olumsuz etkilenmektedir (Bajagai, 2011).

Sıcaklık stresi üreme hormonlarının salgılanmasını olumsuz etkilemektedir. Nitekim, sıcaklık stresi adrenal korteksten kortizol ve diğer glukokortikoidlerin salınımını tetikleyen ön hipofizden adrenokortikotropik hormon (ACTH) salınımına neden olur, ayrıca luteinize edici hormon (LH) ve glukokortikoidlerin salgılanmasıyla inhibe edilir. Sıcaklık stresi, hipofiz düzeyinde hem folikül uyarıcı hormon (FSH) hem de LH salgılanmasını engelleyen hiperprolaktinemiye neden olur (Singh vd., 2013). Sıcaklık stresi, ayrıca sığırlarda düşük doğum oranına neden olur. Çünkü embriyo, korpus luteumun korunmasını destekleyecek şekilde prostaglandin sentezini olumsuz etkilenmektedir. Sıcaklık stresi, progesteron, LH ve FSH salgılanmasını ve kızgınlık döngüsü sırasındaki dinamikleri değiştirerek ineklerde oosit büyümesini tehlikeye sokar (Khodaei-Motlagh vd., 2011). Sıcaklık stresi sırasında LH ve estradiol salgısının azalması nedeniyle kızgınlığın düşük

yoğunluğu ve süresi nedeniyle sığırların doğurganlığı da azalır (Nardone vd., 2010). Sıcaklık stresi sırasında plazma FSH sentezi artar ve inhibin konsantrasyonları azalır, bu da yaz ve sonbaharda sığırların düşük doğurganlığı ile ilişkili olabilecek foliküler baskınlığın azalmasına neden olur (Roth vd., 2000). Bununla birlikte, muhtemelen daha küçük foliküllerden gelen negatif geri beslemenin azaltılmış inhibisyonu nedeniyle, süt sığırlarının üreme verimliliğini etkileyen FSH sentezi, yüksek sıcaklık koşulları altında yükselmektedir (Khodaei-Motlagh vd., 2011). Yüksek sıcaklık periyodu, endometriyal PGF-2 α sekresyonunun artmasıyla sonuçlanır, böylece gebeliğin devamı tehlikeye girer ve sonrasında kısırılığa dahi yol açabilir (Bilby vd., 2008). Sığırlarda 72-73'den fazla SNİ ile laktasyondaki süt sığırlarının gebe kalma oranları yapılan çalışmalarda düşük bulunmuştur (Sinha vd., 2017).

Sıcaklık stresi ayrıca östrojen sentezini azaltır ve düşük östradiol sentezi, yumurtlama, gametlerin taşınması ve gebe kalma oranında düşümlere neden olur (Wolfenson vd., 2000). Yüksek ortam sıcaklığı, çiftlik hayvanlarında kızgınlığın süresini ve yoğunluğunu azaltır, anöstrus ve gizli kızgınlıklar artar. Ayrıca, kızgınlıkların %80'i yaz aylarında fark edilmeden kalır (Rutledge, 2001). Nitekim sıcaklık stresi ACTH ve kortizol sekresyonunu artırır (Singh vd., 2013). Yüksek sıcaklığının yumurtalık kistlerinin insidansını arttırdığı bildirilmiştir. Sıcaklık stresi, östrus döngüsü sırasında progesteron, LH ve FSH salgılanmasını etkileyerek ineklerde oosit büyümesini engeller (Bajagai, 2011; Khodaei-Motlagh vd., 2011).

Suni tohumlamadan önce ve hemen sonraki sıcaklık stresi, yüksek verimli ineklerde gebe kalma oranında azalmaya neden olur (Bajagai, 2011). Ek olarak, sıcaklık stresi buzağılama sonrası 90 günlük sürede yaratmış olduğu olumsuz etkiler nedeniyle buzağılama aralığının artmasına neden olur (Yaser vd., 1999). Yaz aylarında gebe kalma oranlarında yaklaşık %20-27'lik bir düşüş meydana gelir (Al- Katanani vd., 1999; Chebel vd., 2004). Ortam sıcaklığının 12,5°C'den 35°C'ye yükselmesi, sığırlarda gebe kalma oranında %40'tan %31'e düşmesine neden olmaktadır (Roth vd., 2001). Yaz aylarında laktasyondaki süt sığırlarında gebe kalma oranlarında yaklaşık %20-27 düşüş (Chebel vd., 2004) veya 90 günlük ilk tohumlamada geri dönme oranında artış kaydedilmiştir (Al- Katanani vd., 1999). Gebelik oranları, sıcaklık stresinin şiddetine bağlı olarak, soğuk aylarda yaklaşık %40'tan %60'a, yaz aylarında %10-20'ye veya daha fazla düşüşe neden olmaktadır (Cavestany vd., 1985).

Amundson vd. (2006), ortalama günlük minimum sıcaklık ve ortalama günlük SNİ değerleri sırasıyla 16,7°C ve 72,9'a eşit veya daha yüksek olduğunda, yaz aylarında (%62) ve ilkbaharda (%44) gebelik oranında bir azalma bildirmiştir. Ayrıca, aşırı sıcaklık stresi, normal gebeliklerde tohumlamaların sadece %10-20'si olumlu sonuçlanmıştır (Roth vd., 2000).

6. 2. Erkek Üreme Performansı

Sıcaklık stresi boğalarda üreme performansı üzerinde oldukça etkili olup (Mathevon vd., 1998), spermlerin ölmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, sıcaklık stresi sonucu artan testis sıcaklığı, seminal ve biyokimyasal parametrelerde değişikliklere neden olabilmekte, hatta boğalarda kısırılık sorunlarına yol açabilmektedir. Yüksek çevre sıcaklığı testislerin termoregülatuar mekanizmasını, cinsel isteği, ejakülat hacmini, canlı sperm yüzdesini, sperm konsantrasyonunu, canlılığını ve motilitesini olumsuz etkilemektedir (Mittal vd., 2019). Spermatozoadaki kusurlar yaz aylarında kış aylarına göre daha fazladır (Bajagai, 2011). Cardozo vd. (2006) erkeklerin üreme performansını etkileyen testis hacmi, hormonal profiller, cinsel davranış ve semen kalitesindeki değişiklikler üzerinde mevsimin önemli etkisinin olduğunu bildirmiştir. Dash vd. (2016) genç boğaların yaz mevsiminde yüksek hava sıcaklıklarına daha duyarlı olduğunu bildirmiştir. Rahman vd. (2013) ayrıca sıcaklık stresinde spermatozoidlerin oldukça düşük bir fertilizasyon oranı gösterdiğini bildirmiştir. Ejakülasyon başına sperm konsantrasyonu, motilite ve spermatozoa yaz aylarında kışa göre daha düşüktür (Nardone vd., 2010). Termal stres sırasında bozulmuş spermatogenez, düşük kaliteli sperma ile sonuçlanır (Bajagai, 2011). Mathevon vd. (1998) tarafından boğaların ejakülat başına sperm konsantrasyonu, spermatozoa ve hareketli hücre sayısı yaz aylarında kış ve ilkbahar aylarına göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Nichi vd. (2006) tarafından Simmental ve Nellore boğalarında yaz aylarında kışa göre daha yüksek oranda sperm kusurları belirlenmiştir.

7. SONUÇ

İklim değişikliği insanlar, hayvanlar, bitkiler ve çevre üzerindeki çok boyutlu etkileri nedeniyle artık küresel bir sorun haline gelmiştir. Araştırmalar, iklim değişikliği nedeniyle küresel veya bölgesel olarak meydana gelen

değişikliklerin, hayvan sağlığını doğrudan ve dolaylı olarak etkilediğini ortaya koymuştur. Sıcak-nemli iklimlerde, yem alımının ve ısı üretiminin azaltılması gibi fizyolojik değişiklikler yoluyla uyum sağlamaya çalışmasına karşın yine de verim düzeylerinde düşüşler gerçekleşmektedir. İklimsel ya da sıcaklık stresi, süt sığırlarının sağlık durumu üzerinde olumsuz etkilere sahiptir ve süt sığırlarının süt verimini ve üreme performansını düşürerek önemli miktarda ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Nitekim küresel iklim değişikliği süreçleri göz önüne alındığında, gıda güvenliği üzerinde doğrudan bir etkisi olduğu için hayvancılıkta sıcaklık stresi ile mücadele önemli hale gelmiştir. Sıcaklık stresinin etkisini azaltmak için yapılabilecek bir dizi sürü yönetim ve barınak içi önlemler bulunmaktadır. Çevresel değişiklikler ve besleme yönetimi, sıcak iklim sırasında sıcaklık stresinin hayvan performansı üzerindeki etkisini azaltmak için kilit unsurlardır. Sisleme, fanlama ve yağmurlama gibi soğutma sistemleriyle barınak içi yöntemler nispeten düşük maliyetli ve sıcaklık stresini azaltmak için faydalıdır. Yemleme sıklığının artırılması, soğuk su temini, rasyonda enerji, protein ve kuru madde ihtiyacın sağlanması, rasyonda yüksek kaliteli kaba yemlerin kullanımı, rasyona yağ ilavesi ile vitamin ve mineral takviyesi yapılması, probiyotik, prebiyotik ve maya gibi bazı yem katkı maddelerinin rasyona katılması hayvanlarda sıcaklık stresinin olumsuz etkisini azaltmaya yönelik önemli uygulamalar arasındadır. Aynı zamanda sığağa dayanıklı ve uyum kabiliyeti yüksek hayvanların seçilerek genetik markörlerin de içerisinde yer aldığı genetik seleksiyon sıcaklık stresi sorununu çözmeye yardımcı olacaktır. Böylelikle bu uygulamalar hem hayvan sağlığı hem de refahını doğrudan etkileyerek süt verimi ve üreme performansının artırılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Ahmed, A., Tiwari, R. P., Mishra, G. K., Jena, B., Dar, M. A., Bhat, A. A. (2015). Effect of environmental heat stress on reproduction performance of dairy cows-a review. *International Journal of Livestock Research*, 5(4):10-18.
- Al-Katanani, Y. M., Webb, D. W., Hansen, P. J. (1999). Factors affecting seasonal variation in 90-day nonreturn rate to first service in lactating Holstein cows in a hot climate. *J. Dairy Sci.*, 82(12):2611-2616.
- Ali, M. Z., Carlile, G., Giasuddin, M. (2020). Impact of global climate change on livestock health: Bangladesh perspective. *Open Veterinary Journal*, 10(2):178-188.
- Allen, J. D., Hall, L. W., Collier, R. J., Smith, J. F. (2015). Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. *J. Dairy Sci.*, 98(1):118-127.
- Amundson, J. L., Mader, T. L., Rasby, R. J., Hu, Q. S. (2006). Environmental effects on pregnancy rate in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 84(12):3415-3420.
- Armstrong, D.V. (1994). Heat stress interactions with shade and cooling. *J. Dairy Sci.*, 77, 2044-2050.
- Bajagai, Y. S. (2011). Global climate change and its impacts on dairy cattle. *Nepalese Veterinary Journal*, 30, 2-16.
- Basiricò, L., Bernabucci, U., Morera, P., Lacetera, N., Nardone, A. (2009). Gene expression and protein secretion of apolipoprotein B100 (ApoB100) in transition dairy cows under hot or thermoneutral environments. *Ital. J. Anim. Sci.*, 8(2):592-594.
- Berman, A. J. (2005). Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J. Anim. Sci.*, 83(6):1377-1384.
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L. H., Rhoads, R. P., Ronchi, B., Nardone, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *J. Anim. Sci.*, 4(7):1167-1183.
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Ronchi, B., Nardone, A. (2002). Effects of the hot season on milk protein fractions in Holstein cows. *Animal Research*, 51(1): 25-33.
- 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. *Prev. Vet. Med.* 137, 119-129.
- Bilby, T. R., Baumgard, L. H., Collier, R. J., Zimbelman, R. B., Rhoads, M. L. (2008). Heat stress effects on fertility: Consequences and possible solutions. In: *The Proceedings of the 2008 South Western Nutritional Conference*.
- Bohmanova, J., Misztal, I., Cole, J. B. (2007). Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *J. Dairy Sci.*, 90(4): 1947-1956.
- Boonkum, W., Misztal, I., Duangjinda, M., Pattarajinda, V., Tumwasorn, S., Buaban, S. (2011). Genetic effects of heat stress on days open for Thai Holstein crossbreds. *J. Dairy Sci.*, 94, 1592-1596.
- Bouraoui, R., Lahmar, M., Majdoub, A., Djemali, M., Belyea, R. (2002). The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Anim. Res.*, 51(6): 479-491.
- Cardozo, J., Fernández-Juan, M., Forcada, F., Abecia, A., Muiño-Blanco, T., Cebrián-Pérez, J. A. (2006). Monthly variations in ovine seminal plasma proteins analyzed by two-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis. *Theriogenology*, 66(4): 841-850.
- Cavestany, D., El-Whishy, A. B., Foot, R. H. (1985). Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, 68(6): 1471-1478.
- Chauhan, D. S., Ghosh, N. (2014). Impact of climate change on livestock production: A review. *Journal of Animal Research*, 4(2):223-239.
- Chebel, R. C., Santos, J. E. P., Reynolds, J. P., Cerri, R. L. A., Juchem, S. O., Overton, M. (2004). Factor affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Anim. Rep. Sci.*, 84(3-4): 239-255.
- Collier, R. J., Dahl, G. E., VanBaale, M. J. (2006). Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 89(4): 1244-1253.
- Cook, N. B., Nordlund, K. V. (2009). The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *The Veterinary Journal*, 179(3): 360-369.

- Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J., Kumar, R. (2016). Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary world*, 9(3): 260-268.
- Dash, S., Chakravarty, A. K., Singh, A., Upadhyay, A., Singh, M., Yousuf, S. (2016). Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. *Veterinary world*, 9(3): 235-244.
- Delamaire, E., Guinard-Flament, J. (2006). Increasing milking intervals decreases the mammary blood flow and mammary uptake of nutrients in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 89(9): 3439-3446.
- Demetrio, D. G. B., Santos, R. M., Demetrio, C. G. B., Vasconcelos, J. L. M. (2007). Factors affecting conception rates following artificial insemination or embryo transfer in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 90(11): 5073-5082.
- Ealy, A. D., Drost, M., Hansen, P. J. (1993). Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. *J. Dairy Sci.*, 76: 2899-2905.
- Edwards, J. L., Hansen, P. J. (1996). Elevated temperature increases heat shock protein 70 synthesis in bovine two-cell embryos and compromises function of maturing oocytes. *Biology of Reproduction*, 55(2): 340-346.
- Frank, H. K. (1991). Risk estimation for ochratoxin A in European countries. *IARC Sci. Publ.* 115: 321-325.
- Harvell, C. D., Mitchell, C. E., Ward, J. R., Altizer, S., Dobson, A. P., Ostfeld, R. S., Samuel, M. D. (2002). Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science* 296: 2158-2162.
- Herbut, P., Angrecka, S., Godyń, D., Hoffmann, G. (2019). The physiological and productivity effects of heat stress in cattle—a review. *Annals of animal science*, 19(3): 579-593.
- Hernandez, J. A., Garbarino, E. J., Shearer, J. K., Risco, C. A., Thatcher, W. W. (2005). Comparison of milk yield in dairy cows with different degrees of lameness. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227(8): 1292-1296.
- Gaafar, H. M. A., Gendy, M. E., Bassiouni, M. I., Shamiyah, S. M., Halawa, A. A., Hamd, M. A. (2011). Effect of heat stress on performance of dairy Friesian cow's milk production and composition. *Researcher*, 3(5): 85-93.

- Gaughan, J. B., Lacetera, N., Valtorta, S. E. Khalifa, H. H., Hahn, G. L., Mader, T. L. (2009). Response of domestic animals to climate challenges. In: Ebi, K.L., I. Burton, and G.R. McGregor, editors, *Biometeorology for adaptation to climate variability and change*. Heidelberg (Germany): Springer-Verlag; p. 131-170.
- Gunn, K. M., Holly, M. A., Veith, T. L., Buda, A. R., Prasad, R., Rotz, C. A., Stoner, A. M. (2019). Projected heat stress challenges and abatement opportunities for US milk production. *PloS one*, 14(3): e0214665.
- Joksimović-Todorović, V. M., Hristov Davidović, S., Stanković, B. (2011). Effect of heat stress on milk production in dairy cows. *Biotechnol. Anim. Husb.*, 27(3): 1017-1023.
- Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 77:59-91.
- King, J. M., Parsons, D. J., Turnpenny, J. R., Nyangaga, J., Bakari, P., Wathes, C. M. (2006). Modelling energy metabolism of Friesians in Kenya smallholdings shows how heat stress and energy deficit constrain milk yield and cow replacement rate. *Animal Science*, 82(5): 705-716.
- Khodaei-Motlagh, M. M., Zare, Shahneh, A., Masoumi, R., Fabio, D. (2011). Alterations in reproductive hormones during heat stress in dairy cattle. *Afr. J. Biotechnol.*, 10(29): 5552-5558.
- Kovács, L., Kézér, F. L., Ruff, F., Jurkovich, V., Szenci, O. (2018). Assessment of heat stress in 7-week-old dairy calves with non-invasive physiological parameters in different thermal environments. *PLoS One*, 13(7): e0200622.
- Kumar, S., Mote, S., Singh, D., Chauhan, S. S., Ghosh, N. (2014). Effects of environmental factors on lactation yield and lactation length of Holdeo crossbred cattle. *Indian J. Appl. Res.*, 4(10): 4-7.
- Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B., Nardone, A. (1996). Body condition score, metabolic status and milk production of early lactating dairy cows exposed to warm environment. – *Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale (Italia)*, 90(1): 43-55.
- Lacetera, N. (2019). Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers*, 9(1): 26-31.
- Lecchi, C., Rota, N., Vitali, A., Ceciliani, F., Lacetera N. (2016). In vitro assessment of the effects of temperature on phagocytosis, reactive

- oxygen species production and apoptosis in bovine polymorphonuclear cells. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 182, 89-94.
- Little, S., Campbell, J. (2008). Cool cows: Dealing with heat stress in Australian dairy herds, Dairy Australia.
- Lough, D. S., Beede, D. L., Wilcox, C. J. (1990). Effects of feed intake and thermal stress on mammary blood flow and other physiological measurements in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 73(2): 325-332.
- Marai, I. F. M, El-Darawanya, A. A. Fadielc A., Abdel-Hafezb, M. A. M. (2008). Reproductive performance traits as affected by heat stress and its alleviation in sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 8, 209-234.
- Markusfeld, O., Galon, N., Ezra, E. (1997). Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Veterinary Record*, 141, 67-72.
- Mathevon, M., Buhr, M. M., Dekkers, J. C. M. (1998). Environmental, management, and genetic factors affecting semen production in Holstein bulls. *J. Dairy Sci.*, 81, 3321-3330.
- Mittal, P. K., Gottam, G. S., Gupta, B., Bilochi, D. R. (2019). The effect of climate change on productivity and reproductive and health performance of livestock: A review. *J. Entomol*, 7, 4-9.
- Moore, R. B., Fuquay, J. W., Drapala, W. J. (1992). Effects of late gestation heat stress on postpartum milk production and reproduction in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 75, 1877-1882.
- Nardone, A., Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B. (1997). Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. *J. Dairy Sci.* 80:838–844.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Bernabucci, U. (2006). Climatic effects on productive traits in livestock. *Vet. Res. Commun.*, 30(1): 75-81.
- 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.
- Nichi, M., Bols, P. E. J., Züge, R. M., Barnabe, V. H., Goovaerts, I. G. F., Barnabe, R. C., Cortada, C. N. M. (2006). Seasonal variation in semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* bulls raised under tropical conditions. *Theriogenology*, 66, 822-828.

- Nordlund, K. V., Strassburg, P., Bennett, T. B., Oetzel, G. R., Cook, N. B. (2019). Thermodynamics of standing and lying behavior in lactating dairy cows in freestall and parlor holding pens during conditions of heat stress. *J. Dairy Sci.*, 102(7): 6495-6507.
- Overton, M. W., Sischo, W. M., Temple, G. D., Moore, D. A. (2002). Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in a free-stall barn. *J. Dairy Sci.*, 85(9):2407-2413.
- Pereira, A. M. F., Baccari Jr, F., Titto, E. A. L., Almeida, J. A. A. (2008). Effect of thermal stress on physiological parameters, feed intake and plasma thyroid hormones concentration in Alentejana, Mertolenga, Frisian and Limousine cattle breeds. *International Journal of Biochemistry*. 52, 199-208.
- Purwanto, B. P., 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): 139-142.
- Rahman, M. B., Kamal, M. M., Rijsselaere, T., Vandaele, L., Shamsuddin, M., Soom, A. V. (2013). Altered chromatin condensation of heat stressed spermatozoa perturbs the dynamics of DNA methylation reprogramming in the paternal genome after in vitro fertilisation in cattle. *Reprod. Fertil. Dev.*, 26(8): 1107-1116.
- Ravagnolo, O., Misztal, I. (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. *J. Dairy Sci.*, 83, 2126-2130.
- Rhoads, M. L., Rhoads, R. P., VanBaale, J. J., Collier, R. J., Sanders, S. R., Weber, W. J., Crooker, B. A., Baumgard, L. H. (2009). Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *J. Dairy Sci.*, 92, 1986-1997.
- Rose, H., Wang, T., van Dijk, J., Morgan, E. R. (2015). GLOWORM-FL: a simulation model of the effects of climate and climate change on the free-living stages of gastro-intestinal nematode parasites of ruminants. *Ecological Modelling*, 297, 232-245.
- Roth, Z., Meidan, R., Braw-Tal, R., Wolfenson, D. (2000). Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its

- association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. *J. Reprod. Infertil.*, 120(1): 83-90.
- Roth, Z., Meidan, R., Shaham-Albalancy, A., Braw-Tal, R., Wolfenson, D. (2001). Delayed effect of heat stress on steroid production in medium-sized and preovulatory bovine follicles. *Reproduction-Cambridge*, 121(5): 745-751.
- Rutledge, J. J. (2001). Use of embryo transfer and IVF to bypass effects of heat stress. *Theriogenology*, 55(1): 105- 111.
- Sheikh, A. A., Bhagat, R., Islam, S. T., Dar, R. R., Sheikh, S. A., Wani, J. M., Dogra, P. (2017). Effect of climate change on reproduction and milk production performance of livestock: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6): 2062-2064.
- Singh, M., Chaudhari, B. K., Singh, J. K., Singh, A. K., Maurya, P. K. (2013). Effects of thermal load on buffalo reproductive performance during summer season. *J. Biol. Sci.*, 1(1): 1-8.
- Singh, S. K., Meena, H. R., Kolekar, D. V., Singh, Y. P. (2012). Climate change impacts on livestock and adaptation strategies to sustain livestock Production. *Journal of Veterinary Advances*. 2(7): 407-412.
- Silanikove, N. (1994). The struggle to maintain hydration and osmoregulation in animals experiencing severe dehydration and rapid rehydration: the story of ruminants. *Experimental Physiology*, 79:281-300.
- Sinha, R., Ranjan, A., Lone, S., Rahim, A., Devi, I., Tiwari, S. (2017). The impact of climate change on livestock production and reproduction: ameliorative management. *International Journal of Livestock Research*, 7(6): 2277-1964.
- Spiers, D. E., Spain, J. N., Sampson, J. D., Rhoads, R. P. (2004). Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. *J. Therm. Biol.*, 29(7-8): 759-764.
- Tailor, S. P., Nagda, R. K. (2005). Conception rate in buffaloes maintained under sub-humid climate of Rajasthan. *Indian Journal of Dairy Science*, 58(1): 69-70.
- Tao, S., Dahl, G. E. (2013). Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *J. Dairy Sci.*, 96(7): 4079-4093.

- Tao, S., Rivas, R. M. O., Marins, T. N., Chen, Y. C., Gao, J., Bernard, J. K. (2020). Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. *Theriogenology*, 150, 437-444.
- Tucker, C. B., Rogers, A. R., Schütz, K. E. (2008). Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Applied Animal Behaviour Science*, 109(2-4): 141-154.
- Upadhyay, R. C., Singh S.V., Kumar, A., Gupta, S. K., Ashutosh. (2007). Impact of climate change on Milk production of Murrah buffaloes. *Italian J. Anim. Sci.*, 6 (Suppl. 2): 1329-1332.
- Visschers, V. H. (2018). Public perception of uncertainties within climate change science. *Risk Anal.* 38, 43–55.
- Waage, S., Sviland, S., ØDegaard, S. (1998). Identification of risk factors for clinical mastitis in dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 81, 1275-1284.
- West, J. W., Mullinix, B. G., Bernard, J. K. (2003). Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 86(1): 232-242.
- Wheelock, J. B., Rhoads, R. P., Van Baale, M. J., Sanders, S. R., Baumgard, L. H. (2010). Effect of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 93(2): 644-655.
- Wolfenson, D., Roth, Z., Meidan, R. (2000). Impaired reproduction in heat stressed cattle: Basic and applied aspects. *Anim. Rep. Sci.*, 60-61, 535-547.
- Yaser, M. A. K., Webb, D. W., Hansen, P. J. (1999). Factors affecting seasonal variation in 90-day nonreturn rate to first service in lactating Holstein Cows in a hot climate. *J. Dairy Sci.*, 82, 2611-2616.
- Yatoo, M. I., Dimri, M., Sharma, M. C. (2014) Seasonal changes in certain blood antioxidants in cattle and buffaloes. *Indian J. Anim. Sci.*, 84(2): 173-176.
- Zheng, L., Chenh, M., Zhi-Cheng, G. (2009). Effects of heat stress on milk performance and fatty acids in milk fat of Holstein dairy cows. *J. Chin. Dairy Ind.*, 37(9): 17-19.

BÖLÜM 7

KÜRESEL ISINMA VE MANDA YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi | Orhan ERMETİN^{1*}

^{1*} Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Yozgat.
orhan.ermetin@bozok.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-3404-0452

GİRİŞ

Küresel ısınma (global warming) kısaca, çeşitli faaliyetler sonucu atmosfere salınan gazların sera etkisi oluşturması sonucunda dünya yüzeyinde sıcaklığın artış göstermesi ile ifade edilebilir. Küresel ısınma, güneşten gelen ve dünyayı ısıtan güneş ışınlarının tekrar atmosfere yansırken su buharı, karbondioksit ve metan gazı gibi sera gazı olarak tabir edilen gazlar tarafından tutulması ve yeryüzünün olması gerekenden daha fazla ısınması şeklinde gerçekleşir. Küresel ısınma günümüzde bilimsel bir tartışma konusu olmaktan çıkmış; ekonomik, sosyal, kültürel, jeopolitik etkileri gözlemlenmeye başlamış ve bireylerin yaşamlarını şekillendiren bir faktör olarak ön plana çıkmıştır. Küresel ısınmanın temel nedenleri ormanların yok edilmesi ve fosil yakıt tüketimleri sonucunda atmosferde yer alan sera gazlarını oluşturan karbondioksit ve metan gibi gazların oranının artmasıdır (Bhattacharjee, 2010; Shahzad, 2015; Gössling, 2011). BM Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından yapılan araştırmalarda 20. yüzyılda küresel anlamda 0,6 °C ısınma gerçekleştiği ve bunun sonucunda deniz seviyesinde 20 cm'lik bir yükselme olduğu yönündedir. IPCC tarafından yapılan modellemeler ve öngörüler 21. yüzyılın sonunda küresel sıcaklıkta 1.5-6°C civarında sıcaklık artışları yaşanacağı yönündedir. Bu sıcaklık artışlarının deniz seviyesinde 20-90 cm civarında bir artışa neden olacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2018).

Küresel ısınma sonucunda kara ve deniz yüzey sıcaklıkları artarak özellikle 2010-2020 yılları arasında kayıtlara geçen en sıcak dönemler yaşanmıştır. 60° enleminin kuzeyindeki kara yüzey sıcaklıkları yaklaşık 3-5 °C artmıştır (Maslin, 2008). Son zamanlarda yapılan çok sayıda araştırma, dünya okyanuslarının insanlık tarihinde kaydedilen en sıcak değerleri gördüğü ve tahmin edilenden %40 daha hızlı ısındığını ortaya koymuştur (Ramasamy ve Swamy, 2012; Maslin, 2008).

Bilim insanları küresel ısınmanın önümüzdeki yüzyılda gezegenimizi 1,4 °C ile 5,8°C düzeyinde ısıtabileceğini ve bunun insanlık için büyük bir sorun teşkil edeceğini tahmin etmektedirler (Becken, 2007; Maslin, 2008). Küresel ısınmanın toplum üzerinde yaratabileceği ve sağlık, tarım, ekonomi, su kaynakları, kıyı bölgelerindeki fırtınalar gibi aşırı düzeyde iklim olayları ve biyoçeşitlilik alanlarında görülecek şiddetli değişimleri de içeren yıkıcı etkileri tartışılmazdır. Örneğin, 2025 yılına gelindiğinde 5 milyar insanın içilebilir su sıkıntısı çekeceği, deniz seviyelerinin yükseleceği, ormanların azalması ile de

atmosferdeki karbondioksit oranının artması ve küresel ısınmanın daha hızlı olacağı öngörülmektedir (Maslin, 2008).

Gelişmiş batı dünyasında günümüzde küresel siyaset ve küresel ısınmaya uyum sağlama yolları, adaptasyonları ele alınmaktadır. Fosil yakıt salımını önemli düzeyde azaltma maliyetinin kısa vadede çok yüksek olabileceğini ve bu nedenle küresel ekonominin esnekleşerek iklim değişikliğine uyum sağlaması gerekebileceğine dikkat çekilmektedir (Tiller ve Schott, 2013; Derinöz, 2021).

Özellikle yağmur rejiminin değişmesi ve yeryüzüne düşen yağmur miktarının azalması küresel ısınmanın tarım üzerinde en önemli etkisi olacaktır. Dünyanın bazı bölgelerinde seller oluşurken, bazı bölgelerde de kuraklıklar oluşacak, göller ve ırmaklar kuruyacaktır. Mevsimler bazı bölgelerde daha uzun olmaya başlayacak, sıcaklıkların artmasıyla canlılar için olumsuz yaşam koşulları oluşacaktır (Kaya ve Atsan, 2022).

Küresel ısınmanın hayvancılık üzerinde etkisi oldukça önemli olup hayvanların verimleri, yetiştiricilik şekilleri, dayanıklılığı ve çeşitliliğini etkilemekte, özellikle aşırı sıcaklar, hayvanların büyüme ve verim kapasitelerini azaltarak, üreme, metabolizma ve bağışıklık sistemini olumsuz etkilemektedir (Altınçekiç ve Koyuncu, 2013; Koyuncu ve Akgün, 2018).

Küresel ısınma ve iklim değişikliği çiftlik hayvanlarının sağlıklarını etkilemekte olup sıcaklığa bağlı meydana gelen hastalık ve ölümlere rastlanmakta, hayvanların üzerindeki termal stres, hastalıklar, hastalıklara karşı direncin azalması, beslenme kaynaklı hastalıklar, yem ve su tüketiminin azalması olarak da görülmektedir. Sıcaklık stresi ile oluşabilecek hastalıklardan dolayı tedavi masrafları, verim kayıpları ve bağışıklık sisteminde oluşturdukları hasarlardan dolayı küresel ısınma, hayvancılık faaliyetleri için önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Nardone vd., 2010; Koyuncu ve Akgün, 2018).

Yüksek sıcaklıkta oluşan sıcaklık stresi ile verim kaybı yanında üreme faaliyetlerinde olumsuz etkiler olmakta olup, kısırlık, doğurganlığın azalması, embriyonik gelişmede yavaşlama ve erken embriyonik ölümlerde artış olarak ortaya çıkmaktadır. (Lacetera vd., 2003; Koyuncu ve Akgün, 2018).

Ayrıca su kıtlığı yaşanan bölgelerde yem bitkileri üretiminin azalması ve sıcaklık stresinden dolayı hayvanlarda yem tüketiminin azalmasıyla verim kaybına neden olacağı belirtilmiştir (Demir ve Cevger, 2007; Koyuncu ve Akgün, 2018).

1. MANDA YETİŞTİRİCİLİĞİ VE ÖNEMİ

Evcil mandalar (*Bubalus bubalis*) bataklık ve nehir mandaları olmak üzere ikiye ayrılır. Bataklık mandalarında 48 kromozom bulunurken, nehir mandalarında 50 kromozom bulunmaktadır. Bataklık mandaları genelde yük hayvanları olarak kullanılırlar ve süt verimleri düşüktür, bunun aksine nehir mandaları süt üretim amacıyla yetiştirilirler (Naveena ve Kiran, 2014). Dünya’da 70 den fazla manda ırkı vardır ve bunların büyük çoğunluğu Asya’da bulunmaktadır ve toplam manda varlığının %97,1’i Asya kıtasında yetiştirilmektedir (FAO, 2019). Tablo 1’de dünya manda varlığı verilmiştir. Oldukça geniş bir alana yayılan manda varlığı dünya üzerinde en çok 194 milyon baş ile %96.4’ü Asya kıtasında olup yetiştirme tarzı olarak geleneksel metotlar daha yaygın kullanılmaktadır. Asya kıtasındaki manda yetiştiriciliğindeki önemli ülkeler %55 ile Hindistan, %17 Pakistan ve %13 ile Çin dünyadaki toplam manda varlığının %85’ini bu üç ülke elinde bulundurmaktadır. Geriye kalan manda varlığının %2’si Afrika’da, Mısır’da %1, Güney Amerika, Avustralya ve Avrupa’da ise %1’den az olarak dağılmıştır (Adkinson ve Konca, 2021).

Tablo 1. Ülkelere göre manda sayısı ve süt üretimi (FAO, 2019; Adkinson ve Konca, 2021)

Ülke	Manda Sayısı (baş)	Süt üretimi (bin ton)
Hindistan	109.851.678	92.000
Pakistan	40.002.000	34.371
Çin	27.336.130	2.928,369
Nepal	5.308.664	1.372,905
Myanmar	4.082.914	204,75
Mısır	3.476.396	2.109,253
Filipinler	2.873.561	Kayıt yok
Vietnam	2.387.887	27,211
Bangladeş	1.490.000	35,79
Brezilya	1.434.141	Kayıt yok
Endonezya	1.141.298	85,474
İtalya	402.290	249,45
Türkiye	178.397	79,341
İran	72.434	128
Dünya	204.342.419	133.752,296

Mandaların et, süt ve süt ürünleri, boynuz, deri gübre ve çeki gücü gibi önemli verimlerinden yararlandığı için gelişmekte olan ülkelerin tarım ekonomilerinde önemli rol oynamaktadırlar (Warriach vd., 2015).

Mandaların sığırlara göre süt verimleri daha azdır. Mandaların üreme performansları düşük olup, geç ergenliğe ulaşma, kızgınlığın belirsiz geçmesi, geç kızgınlık gösterme gibi özelliklere sahiptir. Ayrıca suni tohumlama başarı oranı da çok düşüktür (Phogat vd., 2016). Mandaların cinsi olgunluğa ulaşma yaşı sığırdan geçtir ve altı yaşına kadar gelişimleri devam eder, ömürleri de otuz yıla kadar çıkabilir. 13-14 aylık yaşta cinsi olgunluğa ulaşan manda düveleri 22-24 aylık yaşta tohumlanabilir (Kul vd., 2016; Kul vd., 2018).

Erkek mandalar ise 20-21 aylık yaştan itibaren 5-6 yaşlarına kadar boğa olarak kullanılabilir (Şekerden, 2001; Anonim, 2008; Soysal, 2009).

Manda yetiştiriciliğinin yaygın olmasının en önemli özelliği; olumsuz çevre şartlarına ve hastalıklara karşı dayanıklılığı, et ve süt üretimi için kalitesiz kaba yemleri tüketebilmeleri, meraya dayalı yetiştirme yapılabilmesi ve yemleme konusundaki kanaatkârlığı ile önem arz etmektedir (Atasever ve Erdem, 2008). Mera ıslahı açısından oldukça önemli olan mandalar diğer hayvanlar tarafından rahat değerlendirilemeyen selülozca zengin yemlerden oldukça iyi yararlanmaktadır (Kul vd., 2015; Satılmış, 2022) (Resim 1).



Resim 1. Suda serinleyen mandalar

Mandalar kuru madde ve yağ bakımından yüksek kalitede süt üretirler. Manda sütü inek sütünden çok daha fazla fiyata pazarlanabilmektedir (Borghese, 2013; Adkinson ve Konca, 2021). Manda sütünden tüketicilerden oldukça rağbet gören tereyağı, krema, yoğurt, kaymak, peynir ve dondurma yapılabilmektedir. Manda sütünün inek sütüne oranla yüksek kuru madde, yağ, protein içermekte olup, toplam kuru maddelerin daha yüksek olması nedeniyle süt ürünlerinin verimini ve değerini artırmaktadır. (Soysal, 2009; Ermetin, 2020). Manda sütü özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Manda sütü ve inek, koyun ile keçi sütü bileşiminin karşılaştırılması (%) (Oysun, 1987; Demirci vd., 1991; Atasever ve Erdem, 2008; Ermetin, 2017)

Tür	Kuru madde	Su	Yağ	Laktoz	Protein	Mineral madde
Manda	17.7	82	7.85	4.8	4.15	0.77
İnek	12.4	87.5	3.65	4.65	3.4	0.75
Koyun	17.2	82.9	6.25	4.55	5.4	0.88
Keçi	13	87.1	4.1	4.45	3.7	0.8

Manda etinin en önemli özellikleri kırmızı renklilik, düşük kolesterol ve yağ içeriği, yüksek protein, su tutma kapasitesi, miyofibril indeksi ve emilsiyon kapasitesidir (Kandeepan vd., 2013). Manda temelde sığır etine benzemekle birlikte düşük kolesterol ve kalori içeriği bakımından ek avantajlara sahiptir (Paleari vd., 2000). Sığır ve manda etinin bileşenleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Manda eti ile sığır etinin karşılaştırılması (100 gr) (Soysal, 2009; Ermetin, 2017)

Bileşenler	Manda eti	Sığır eti
Kalori (kcal)	131	289
Protein (gr)	26.8	24
Yağ (gr)	1.8	21
Kolesterol (gr)	61	90
Mineral (mg)	641.8	584
Vitamin (mg)	21	18.5

2. KÜRESEL ISINMANIN MANDA YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ

Ülkemizde manda üreticiliği genellikle süt ve et üretimi için yapılmaktadır. Dünyadaki toplam süt üretiminin %5'i mandalar tarafından sağlanır ve tüketiciler, manda sütünü sığır sütünden daha pahalı olmasına rağmen kalitesi ve besin maddesince zengin olmasından dolayı tercih etmektedir. Ülkemizde ise manda sütü tüketimi farklılık göstermekte olup genellikle kaymak ve yoğurt yapımı için kullanılmaktadır (Toparslan ve Mercan, 2018).

Manda refahı konusunda çok az çalışma vardır. Çiftlik düzeyinde manda refahı izleme programının geliştirilmesi üzerinde yaptığı bir çalışmada De Rosa vd., 2009, manda ineklerinin refahını izlemek için kullandıkları göstergeleri, süt sığırları için önerilenlere dayanarak tartışmışlardır. Stresin mandalarda üreme performansı ve refahı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada süttan kesilmiş ve süttan kesilmiş dişi manda buzağlarında, alan yetersizliği, bazı davranışsal ve fizyolojik tepkilerdeki değişikliklerle belirtildiği gibi, strese neden olmuştur. Ancak sığırlar için uygulanan refah kriterlerinden bazı göstergeler, değişiklik yapılmadan (yaralanmalar ve kaçınma mesafesi vb.) mandalara da rahatlıkla uygulanabilirken, Body Condition Score, kirlenme ve barınma faktörleri gibi kriterler mandalara uyarlanmalıdır. Böylece PLF teknolojilerinin uygulamalarına müsait kriterler belirtilmelidir. Mandalarda kullanılacak gözlem kriterleri Şekil 3'de verilmiştir. Manda yetiştiriciliği genelde küçük işletmeler halinde yapılmaktadır (Tadavi vd., 2017). Siddiky ve Faruque (2017), Murrah, Nili-Ravi veya Akdeniz ırkı gibi yüksek süt verimli ırkların ıslah çalışmışlarının dünya üzerinde devam etmesini önermişlerdir. Roustemis vd. (2016), Yunanistan'daki manda çiftliklerini inceledikleri çalışmalarında, ülkedeki üretim çiftliklerinin ekstansif ve yarı entansif çiftliklerden oluştuğu, ekstansif çiftliklerin sadece et üretimi, yarı entansif çiftliklerin ise hem et ve hem de süt üretimi üzerine yoğunlaştığını, üreticilerin entansif işletmeleri özellikle inşaat ve beslenme giderlerinin yüksek olacağını düşünerek tercih etmediklerini belirtmiştir. İtalya'da genetik ve teknoloji kullanılarak et ve süt üretimine yönelik bir trend oluşmuş olup entansif şartlarda yetiştirilen mandalarda süt veriminde artış görülmesine rağmen manda refahında düşüşler görülmektedir (Borghese, 2013; Napolitano vd., 2017).

Türkiye'de kırsalda, manda yetiştiricileri çoğu aile tüketimi için çiftliklerinde 3-4 manda buldurmasına rağmen manda süt ürünlerine oluşan talep doğrultusunda büyük şehirlerin yakınında yaklaşık 100 başlık modern çiftlikler kurulmaya başlanmıştır (Soysal, 2013; Ermetin, 2017).

Manda yetiştiriciliğinde yaz mevsimlerinin çok sıcak geçmesi hayvanların serinleyeceği su birikintilerinin ve gölgeliklerin olmadığı durumlarda termal stresin oluşması sonucunda üreme etkenliğinde düşme görülmektedir (Zicarelli vd., 2007). Hayvanlarda oksidatif stresin önlenmesinde bazı vitaminler sıklıkla kullanılmakta olup, Nayyar vd. (2002), rasyonda vitamin E bulunmasının strese dayanımını artırdığı ve servis periyodunu kısalttığını, Panda vd. (2005) ise, rasyona vitamin E ilavesinin kızgınlık aralığını ve kuruda kalma süresini azalttığını bildirmişlerdir. El-Barody vd. (2001) ise rasyona niasin ilavesinin kızgınlık oranını artırdığını ve kuruda kalma dönemini kısalttığını ve dolayısıyla iki doğum arası sürenin kısaldığını belirtmişlerdir.

Küresel iklim değişikliğinin hayvansal üretimdeki etkileri, bitkisel üretimden farklı olarak etkileri hakkında sınırlı bilgiler mevcuttur.

Küresel iklim değişikliğinin, hayvansal üretimdeki etkileri, bitkisel üretimden çok belirgin olmayıp sınırlı araştırma mevcuttur. Yüksek sıcaklıklarda çiftlik hayvanlarında üreme ve verim düşüklüğünün olduğu bilinmekle beraber, hastalık ve parazitlere dayanımın azalması ile zoonoz hastalıkların artışı gözlemlenmiştir. Bu nedenle toprak ve su kullanımının rantabilitesi ile birlikte sıcak ve çevresel strese dayanıklı genotiplerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır (Thorne, 2007).

Küresel ısınmanın hayvancılığa etkileri konusunda yapılan birçok çalışmada termal stres dolayısıyla hormonal salgı düzeyinde ve metabolik değişimler sonucu yem tüketiminde azalma, solunum hızının ve su tüketiminin artması bildirilmekte ve sonuçta üreme ve verim düşüklüklerine neden olmaktadır (Lacetera vd., 2003; Collier ve Zimbelman, 2007; Koyuncu, 2017; Akyuz vd., 2010; Burger, 2010).

Mandalar yaygın olarak sıcak ve tropik iklimlerde yetiştirilmelerine rağmen aşırı güneş ışınlarına maruz kaldıklarında koyu derisi ve seyrek kıl tabakası nedeniyle, güneş ısısını emmesi sonucu sıcaklık stresi belirtileri gösterirler. Sığırlara nazaran ter bezlerinin az olması sebebiyle de vücutta oluşan katabolik ısıyı kalın derilerinden dışarı atmakta zorlanırlar. Yüksek

sıcaklık ve nemli koşullarda su birikintisi veya gölgelik arayarak stresli olurlar. Mandalar, su birikintilerine veya çamura girerek ve vücudundaki fazla ıstıyı dengeleyerek rahatlama ihtiyacı duyarlar (Ermetin, 2021) (Resim 2). Aksi halde hareketlerde yavaşlama, yem tüketiminin azalması, su, protein, enerji ve mineral madde, enzimatik reaksiyonlar, hormonal salınım gibi stres belirtileri göstererek verim ve üreme performanslarında azalma meydana gelir. Ani sıcaklık artışlarında süt veriminde azalma ile birlikte sütte somatik hücre sayısı ve mastitis yatkınlığı artar (Rane vd., 2003). Yüksek sıcaklıklara uzun süre maruz kalma, hızlı nefes alma, sodyum ve potasyum gibi minerallerin boşaltımı gibi sonuçlarla böbrek, karaciğer gibi organların fonksiyonlarının bozulması ile hayvan kayıplarına neden olmaktadır (Değirmencioğlu, 2020).



Resim 2. Su birikintisi içinde mandalar

Küresel ısınma ile hava sıcaklıkları ortalamasının artması, göl, akarsu gibi tatlı su kaynaklarının kuruması, doğaya ve insanlara etki ettiği gibi bu gibi kaynaklarda yaşam süren birçok canlıya da olumsuz olarak etki etmektedir. Göl, akarsu, su birikintisi gibi alanların kuruması, bu gibi alanlarda serinleme ihtiyacını gideren mandalara ve manda yetiştiriciliğine de olumsuz etki yapmaktadır. Günlük 5 saate kadar suya giren veya çamurda yatan hayvanların bu ihtiyacını gidermek için içi su dolu havuzlar yapılmalı veya fiskiyelerle serinlik sağlanmalıdır. Gölgeleklere arttırılmalı ve yemlikler ve padoklarda

fanlar kullanılmalıdır. Hava sıcaklığının yüksek olduğu dönemlerde hayvanın kuru madde tüketimi azaldığından yemlerin besin madde içerikleri yükseltilmelidir.

3. SONUÇ

Küresel ısınmayla beraber ortaya çıkacak olan koşulların gelecekteki etkilerini tam anlamıyla ortaya koymak şimdiden mümkün görünmemekle beraber günümüz dünyasında yaşanan sıcak hava dalgaları, büyük kasırgalar, orman yangınları, ekosistem değişiklikleri, akarsu ve tatlı su kaynaklarının kuruması gibi ne yönde bir değişim olacağı habercisi olarak görülmektedir. Küresel ısınma temelde sürdürülebilir hayvancılık açısından önemli sorunları beraberinde getirmektedir. Küresel ısınma doğrudan ve dolaylı etkilerini doğal çevre üzerinde göstermekte ve özellikle kalın derisi ve ter bezlerinin az olmasından dolayı sulara girerek serinleme ihtiyacı hisseden mandaları ve manda yetiştiriciliğini doğrudan etkilenmektedir. Küresel ısınmanın manda yetiştiriciliğine etkileri konusunda ulusal ve uluslararası bilimsel çalışmalara daha çok ihtiyaç vardır. Dolayısıyla manda yetiştiriciliği geleceğinin küresel ısınmanın gerçekleri doğrultusunda planlanması, şekillendirilmesi ve yeni adaptasyonlar sağlanması gerekmektedir.

Manda yetiştiriciliğinin korunması ve geliştirilmesi yönündeki çalışmalar sadece hayvansal üretime katkısı dışında bir genetik kaynak olarak ele alınması ve korunmasını da gerektirmektedir. Yarı sucul özelliğe sahip mandalar için sulak alanların korunması adına da önemli bir nitelik taşımaktadır ve özellikle küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin doğal ortamlarında meraya dayalı devam ettirilmesi kaçınılmaz görünmektedir.

KAYNAKÇA

- Adkinson, A. Y., Konca, Y. (2021). Sütçü manda ırklarının performans ve verimliliğini etkileyen faktörler ve türkiye'deki geleceği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (25): 498-508.
- Akyuz, A., Boyaco, S., Cayli, A. (2010). Determination of critical period for dairy cows using temperature humidity index. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(13): 1824-1827.
- Altınçekiç, Ş.Ö., Koyuncu, M. (2013). İklim değişikliğinin çiftlik hayvanları üzerindeki etkileri. 8. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, Çanakkale 5 – 7 Eylül 2013. s: 330-336.
- Anonim. (2008) Manda yetiştiriciliği hakkında genel bilgiler. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Kocatepe Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Afyon.
- Atasever, S., Erdem, H. (2008). Manda yetiştiriciliği ve Türkiye'deki geleceği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(1): 59-64.
- Becken, S., Hay, J. E. (2007). Tourism and climate change: Risks and opportunities (Vol. 1). *Multilingual Matters*.
- Bhattacharjee, P. K. (2010). Global warming impact on the earth. *International Journal of Environmental Science and Development*, 1(3): 219.
- Borghese, A. (2013). Buffalo livestock and products in Europe. *Buffalo Bulletin*; 32(Special Issue 1), 50 -74.
- Burger, L. (2010). Udderly healthy: Main feature. *The Dairy Mail*, 17(4): 16-23.
- Collier, R. J., Zimelman, R. B. (2007, February). Heat stress effects on cattle: What we know and what we don't know. In 22nd Annual Southwest Nutrition ve Management Conference (pp. 76-83).
- Değirmencioğlu, T. (2020). Mandalarda [Bubalus bubalis (Linnaeus, 1758)] termal stresin azaltılma olanakları. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 30(1): 117-123.
- De Rosa, G., Grasso, F., Pacelli, C., Napolitano, F., Winckler, C. (2009) The welfare of dairy buffalo. *Italian Journal of Animal Science*, 8 (sup1), 103-116.
- Demir, P., Cevger, Y. (2007). Küresel ısınma ve hayvancılık sektörü. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 78(1): 15-16, Ankara, Türkiye.
- Demirci. M., Yüksel, A.N., Soysal, M.İ. (1991). Memeden mamül maddeye süt. *Hasad Yayincılık Hayvancılık Serisi*:1, 364.

- Derinöz, B. (2021). Küresel ısınmanın eşiğinde sürdürülebilir turizm. Çağdaş yaklaşımlar odağında toplum ve kültür araştırmaları-II. Paradigma Akademi Yayınları. 35-55.
- El-Barody, M. A. A., Daghash, H. A., Rabie, Z. B. H. (2001). Some physiological responses of pregnant Egyptian buffalo to niacin supplementation. *Livestock Production Science*, 69(3): 291-296.
- Ermetin, O. (2017) Husbandry and sustainability of water buffaloes in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 5, 1673-1682.
- Ermetin, O. (2020). KOP Bölgesinde manda yetiştiriciliği ve önemi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2): 164-171.
- Ermetin, O. (2021). Precision livestock farming: potential use in water buffalo (*Bubalus bubalis*) operations. *Anim. Sci. Papers Reports*, 39(1): 19-30.
- FAO (2019). Food and Agricultural Organization. Animal Production Data. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL> Access:15.02.2021, 1-227.
- Gössling, S. (2011). Carbon management in tourism: mitigating the impacts on climate change. Oxon UK: Routledge Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2018). "Global Warming of 1.5 °C." Special Report IPCC Press Office, Switzerland.
- Kandeeban, G., Mendiratta, S. K., Shukla, V., Vishnuraj, M. R. (2013). Processing characteristics of buffalo meat-a review. *Journal of Meat Science and Technology*, 1(1): 01-11.
- Kaya, T.E., Atsan T. (2022). Küresel ısınmanın tarım üzerine etkileri. www.tarekoder.org. (Erişim tarihi: 03.08.2022).
- Koyuncu, M. (2017). Küresel iklim değişikliği ve hayvancılık. *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): 151-164.
- Kul, E., Şahin, A., Uğurlutepe, E., Soydaner, M. ve Özlem, O. (2015). Organik hayvancılıkta alternatif bir üretim modeli: Manda yetiştiriciliği, Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 06-09 Ekim 2015, Rize, s. 69.

- Kul, E., Şahin, A., Çayroğlu, H., Filik, G., Uğurlutepe, E., Öz, S. (2016). Effects of calving age and season on some milk yield traits in Anatolian buffaloes. *Scientific Papers: Series D, Animal Science-The International Session of Scientific Communications of the Faculty of Animal Science*, 59.
- Kul, E., Filik, G., Şahin, A., Çayroğlu, H., Uğurlutepe, E., Erdem, H. (2018). Effects of some environmental factors on birth weight of Anatolian buffalo calves. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(4): 444-446.
- Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B., Nardone, A. (2003, September). Physiological and productive consequences of heat stress. The case of dairy ruminants. In *Proceedings of the Symposium on interaction between climate and animal production: EAAP Technical Series*, 7, 45-60.
- Maslin, M. (2008). *Global warming: a very short introduction*. OUP Oxford.
- 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*, Sy. 57-69, Viterbo.
- Napolitano, F., Pacelli, C., Braghieri, A., Grasso, F., De Rosa, G. (2017) Animal Environment interaction: buffalo behaviour and welfare. *The Buffalo (Bubalus bubalis)*. *Production and Research* 4, 69-104.
- Naveena, B.M., Kiran, M. (2014). Buffalo meat quality, composition, and processing characteristics: Contribution to the global economy and nutritional security. *Animal Frontiers* 4, 18-24. Italia
- Nayyar, S., Gill, V. K., Singh, N., Roy, K. S., Singh, R. (2002). Levels of antioxidant vitamins in anoestrus buffalo heifers supplemented with vitamin E and selenium. *Indian Journal of Animal Sciences*, 72(5).
- Oysun, G. (1987). Süt kimyası ve biyokimyası. *OMÜ Yayınları*. Yayın no: 18, 194.
- Paleari, M. A., Beretta, G., Colombo, F., Foschini, S., Bertolo, G., Camisasca, S. (2000). Buffalo meat as a salted and cured product. *Meat Science*, 54(4): 365-367.
- Panda, N., Kaur, H., Mohanty, T. K. (2005). Reproductive performance of dairy buffaloes supplemented with varying levels of vitamin E. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 19(1): 19-25.

- Phogat, J., Pandey, A. K., Singh, I. (2016). Seasonality in buffaloes reproduction. *International Journal of Plant, Animal Environmental Sciences*, 6(2).
- Ramasamy, R., Swamy, A. (2012). Global warming, climate change and tourism: A review of literature. *CULTUR: Revista de Cultura e Turismo*, 6(3): 72-98.
- Rane, R. S., R. A. Thorat, S. I. Mali. (2003). Microclimate studies in buffalo farm shelter. pp. 185-186. In: *Proceedings of the 4th Asian Buffalo Congress*, New Delhi, India.
- Roustemis, D., Ragko, A., Patousis, D., Theodoridis, A., Savvidou, S., (2016) Buffalo farming in Greece: Present and future. In: *Options Méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars. CIHEAM-IAMZ, Zaragoza Spain*.
- Satılmış, S.A. (2022). Amasya İli Manda Yetiştiriciliğinin Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.
- Shahzad, U. (2015). Global warming: Causes, effects and solutions. *Durreesamin Journal*, 1(4): 1-7.
- Siddiky, M. N. A., Faruque, M. O., (2017). Buffaloes for dairying in South Asia: potential, challenges and way forward. *SAARC Journal of Agriculture* 15, 227-239.
- Soysal, M.İ. (2009). Manda ve ürünleri üretimi. Ders Notları. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, ISBN NO: 978-9944-5405-3-7, 237s, Tekirdağ.
- Soysal, M.İ. (2013) Anatolian water buffaloes husbandry in Turkey. *Buffalo Bulletin* 32(1): 293- 309.
- Şekerden, Ö. (2001). Büyükbaş Hayvan Yetiştirme Kitabı (Manda Yetiştiriciliği). Temizyürek Matbaacılık Antakya Hatay.
- Tadavi, F., Gaikwad, U., Malı, R., Tawadar, A. (2017). Studies on housing and management practices followed by Jaffrabadi buffalo owners under field condition. *Biosciences* 10, 7987-7990.
- Thorne, P.S. (2007). Environmental health impacts of concentrated animal feeding operations: anticipating hazards-searching for solutions. *Environ Health Perspect.* 115, 296-297.

- Tiller, T. R., Schott, C. (2013). The critical relationship between climate change awareness and action: An origin-based perspective. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 18(1-2): 21-34.
- Toparslan, E., Mercan, L. (2018). Türkiye yerli manda popülasyonlarında yapılan moleküler genetik çalışmalar, *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, ICAE 2018, Özel Sayı, 146-158.
- Warriach, H. M., McGill, D. M., Bush, R. D., Wynn, P. C., Chohan, K. R. (2015). A review of recent developments in buffalo reproduction- A review. In *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28. doi:10.5713/ajas.14.0259.
- Zicarelli, L., Ariota, B., Gasparrini, B., Neglia, G., Di Palo, R. (2007). Buffalo beef production. *Italian Journal of Animal Science*, 6(sup2), 1313-1315.

BÖLÜM 8

TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MANDA SÜTÜ ÜRETİMİNE ETKİSİ VE GELECEĞE DÖNÜK TAHMİNLER

Dr. Öğr. Üyesi | Bakiye KILIÇ TOPUZ^{1*}

Doç.Dr. | Şenol ÇELİK²

^{1*} Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Iğdır, Türkiye, bakiyekilic@hotmail.com, Orcid ID: 0000-0002-3607-4306

² Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Biyometri ve Genetik ABD, Bingöl, Türkiye, senolcelik@bingol.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-5894-8986

GİRİŞ

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine göre iklim değişikliği, karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gerçekleşen doğal iklim değişikliğine ek olarak, küresel dünyanın bileşimini değiştiren insan faaliyetlerine doğrudan veya dolaylı olarak atfedilen iklimin bir değişimi olarak tanımlanmaktadır (Roger ve Pielke, 2004). İlgili sözleşmede, insan faaliyetlerinin atmosferdeki sera gazları yoğunluğunu artırdığı, sera gazı artışının da doğal sera etkisini yükselterek atmosferde ortalama sıcaklık artışı ile sonuçlanacağı ve doğal ekolojik sistemlere ve insan sağlığına zarar verici etki yapabileceği belirtilmektedir. İklim değişikliği, özellikle 20. yüzyılın sonlarına doğru dünyada çevreyle ilgili konuların başında yer almaktadır. İklim değişikliğinin dünyada yol açacağı etkiler ve bu etkilere karşı alınabilecek önlemler öncelikli konular arasında bulunmaktadır. Günümüzün en önemli problemleri arasında yer alan iklim değişikliği yaşamın her alanında olumsuz etkiler yaratacak karmaşık bir problem olarak görülmektedir (MGM, 2015). İklimde meydana gelen değişiklikler, daha sık görülen hava olayları ve sıcaklık değişiklikleri tarım sektörünün yaşayabilirliğini giderek daha fazla tehdit etmektedir (Bozoğlu vd., 2019).

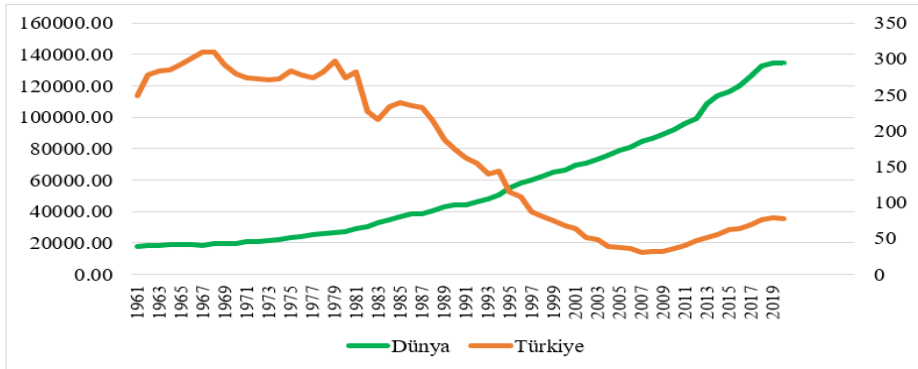
Tarım sektörünün en önemli alt dallarından birisi hayvancılıktır. Tarımsal faaliyetler içerisinde yer alan hayvancılık sektörü, az gelişmiş, gelişmekte olan ve gelişmiş tüm ülkeler için büyük değere sahiptir. Ülke nüfusunun sağlıklı ve dengeli beslenmesi, sanayi için hammadde oluşturması ve dış ticaret gelirleri açısından üretilen hayvansal ürünler önem taşımaktadır (Yurdakul ve Ören, 1995). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nün 2020 yılı verilerine göre dünyada 4.1 trilyon \$ tarımsal üretim değerinin %30.8'i hayvancılık sektöründen sağlanmaktadır (FAO, 2020). Türkiye'de ise 2020 yılı verilerine göre 354 milyar ₺'lik toplam tarımsal üretim değeri içinde hayvansal ürün değerinin payı %19.75'dir ve hayvansal ürün değerinin %50'si de süt üretiminden elde edilmektedir (TÜİK, 2020).

Sıcaklık artışı, deniz seviyesindeki yükselme, buzulların erimesi ve hava hareketlerinin kayması gibi nedenlerden dolayı iklim değişikliği insanlık için en önemli sorunların başında gelmektedir. İklim değişikliği ile tarım sektörü arasında doğrudan ilişki bulunmaktadır ve iklimsel koşulların değişmesi hayvansal üretim üzerinde nitelik ve nicelik olarak olumsuz etkilere neden olduğu belirtilmektedir (Thornton ve Gerber, 2010; Koç vd., 2016). İklim

değişikliğinin hayvansal üretime etkileri ise yem bitkilerinin bulunabilirliği, kalitesi ve fiyatları üzerindeki etkileri, mera verimliliği etkileri, hayvan hastalıkları üzerindeki etkileri, hayvan sağlığı, büyüme ve üreme üzerine etkileri olacak şekilde dört ana başlıkta olduğu belirtilmektedir (Valtorta, 2002; Thornton ve Gerber, 2010).

Hızlı nüfus artışına karşılık tarımsal ürünlerde meydana gelen azalma karşısında organik ürünlere olan talep artmaktadır. Manda sütü ve ürünlerine dünyanın pek çok ülkesinde organik ürün olmasından dolayı talep fazladır ve manda ürünleri üretici ve tüketiciler açısından oldukça önemli bir alternatiftir (Atasever ve Erdem, 2008; Toparslan ve Mercan, 2018) Manda sütü sığır sütüne göre daha yüksek yağ, mineral, protein ve kuru madde içermekle birlikte, manda eti ise daha düşük yağ, kolesterol ve kalori içermesi açısından (Stoner vd., 2002; Atasever ve Erdem, 2008) insan sağlığında önemli yeri bulunmaktadır.

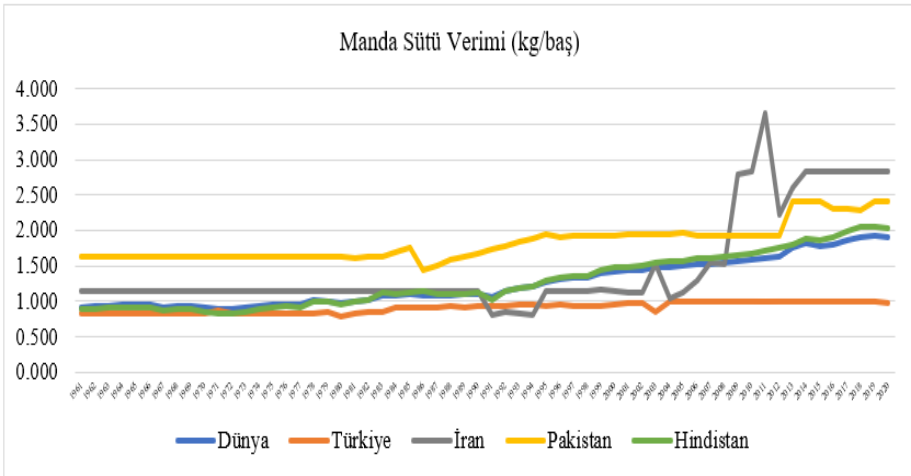
Dünyada ve Türkiye’de 1961-2020 yılları arası manda sütü üretimindeki değişim Şekil 1’den incelendiğinde, dünya süt üretiminin önemli oranda artmasına rağmen, Türkiye’de manda sütü üretiminin 2007 yılına kadar önemli oranda azaldığı, 2008 yılından sonra yeniden artış trendine girdiği görülmektedir. Dünyada 1961 yılında 17.8 milyon ton olan manda sütü üretimi 2020 yılında 7.5 kat artarak 134 milyon tona çıkmıştır. Türkiye’de ise 1961 yılında 248 bin ton olan manda sütü üretimi 2020 yılında %69 azalarak 77 bin tona gerilemiştir.



Şekil 1. Dünyada ve Türkiye’de 1961-2020 yılları arası manda sütü üretimindeki değişim (Bin ton) (FAO, 2020)

Dünyada, Türkiye’de ve önde gelen manda sütü üreticisi ülkelerde 1961-2020 yılları arası manda sütü verimindeki değişim Şekil 2’den incelendiğinde, dünyada verimin 1961-1991 yılları arasında 1 kg/baş civarında olduğu, 1991 yılından sonra ise önemli oranda arttığı görülmektedir. Dünyada 2020 yılı verilerine göre ortalama manda sütü verimi 1.9 kg/baş’dır. Dünyada 2009 yılına kadar en yüksek manda sütü verimine sahip ülke Pakistan iken, 2009 yılından sonra dünyada en yüksek verime sahip ülke İran’dır ve 2020 yılı manda sütü verimi 2.84 kg/baş’tır. Türkiye’de ise 1961-2020 yılları arasında manda sütünde verim aynı kalmıştır. Özellikle 1991 yılından sonra dünyada manda sütü veriminde iki kat gibi önemli bir artış olmasına rağmen, Türkiye’de verim dünya ortalamasının oldukça altında kalmıştır. Türkiye’de manda sütü veriminin düşük olmasında manda ırkı, beslenme ve bakım şartlarındaki olumsuzluklar (Adkinson ve Konca, 2021), işletmelerin etkin olarak işletilmemesi (Karabulut, 2021), hastalıklar (Gürler, 2012) iklim değişikliğinin (Aköz vd., 2017) önemli etkisinin olduğu belirtilmektedir.

Küresel ısınmanın mandaların sıcaklık değişimlerine duyarlılıklarından dolayı mandaların üretkenliğini etkilemesi muhtemel olarak görülmektedir. Tropikal iklimde mandaların üretimini etkileyen temel iklim değişkenleri ise hava sıcaklığı, nem, rüzgâr radyasyonudur (Upadhyay vd., 2007).



Şekil 2. Dünyada, Türkiye’de ve önde gelen ülkelerde 1961-2020 yılları arası manda sütü verimindeki değişim (kg/baş) (FAO, 2020)

Literatürde iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkisini (Başoğlu ve Telatar, 2011; Hayaloğlu, 2018; Bozoglu vd., 2019; Pakdemirli, 2020; Aziz ve Yücel, 2021) ve bitkisel üretim üzerine etkisini (Hu and Buyanovsky, 2003; Dellal vd., 2011; Döşer ve Avcı, 2019; Lebedeva vd., 2020; İlikkan Özgür ve Demirtaş, 2022) inceleyen çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Ancak, iklim değişikliğinin hayvansal üretim üzerine etkisini inceleyen araştırma oldukça sınırlı sayıdadır. İklim değişikliğinin hayvancılık üzerine etkisini inceleyen araştırmalarında tamamına yakını süt sığırcılığı üzerine (McMichael vd., 2007; da Silva vd., 2010; Koç ve Uzman, 2016; Mauger vd., 2015; Sheikh vd., 2017; Mondal ve Reddy, 2018) olup, iklim değişikliğinin manda sütü üretimi üzerine etkisini inceleyen araştırma Dünyada çok sınırlı sayıda olmakla birlikte (Upadhyay vd., 2007; Abayawansa vd., 2011; Balhara vd., 2017), Türkiye’de bu konuda yapılan herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırmada Türkiye’de iklim değişikliğinin manda sütü üretim miktarına etkisinin incelenmesi ve geleceğe dönük tahminler yapılması amaçlanmıştır. Yapılan araştırmanın literatürde bu boşluğu doldurması beklenmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2. 1. Materyal

Çalışmada Türkiye’de iklim değişikliğinin manda sütü üretimine etkisi incelenmiş ve modelde kullanılan değişkenlerin açıklamaları Tablo 1’de verilmiştir. Türkiye manda sütü üretimi 1990-2020 yılları arası dikkate alınmıştır. İklim değişikliği etkisini ölçmek amacıyla da manda sütü üretimini etkileyen yıllık ortalama yağış miktarı, sıcaklık, karbondioksit (CO₂) emisyonu, nem ve rüzgâr hızı dikkate alınmıştır. İstatistikte uygulanan birçok analiz ve tahmin yöntemleri değişkenlerin normal dağılıma sahip olması durumunda geçerlidir. Bu sebeple, verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığını test etmek amacıyla normallik testi uygulanmıştır ve normal dağılıma sahip olmayan üretim miktarı ve rüzgâr hızı değişkenlerinin dönüştürülmesi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Modelde kullanılan değişkenlerin açıklamaları

Değişkenler	İfade	Açıklama	Birim	Kaynak
LnÜretim	U	Manda sütü üretim miktarı	Ton	FAO, 2020
Yağış	Y	Yıllık ortalama yağış miktarı	mm	MGM, 2021
Sıcaklık	S	Yıllık ortalama sıcaklık	°C	MGM, 2021
CO ₂	C	CO ₂ Emisyon	Metrik ton	Dünya Bankası, 2020
Nem	N	Yıllık ortalama nem	%	MGM, 2021
LnRüzgâr	R	Yıllık ortalama rüzgâr hızı	m/sn	MGM, 2021

2. 2. Yöntem

2. 2. 1. Korelasyon ve Regresyon Analizi

Korelasyon analizi, iki ya da daha çok sayıda değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve şiddetini belirleyen analizdir. Tek bir bağımsız değişken söz konusu olduğunda basit korelasyon analizi, birden çok bağımsız değişken söz konusu olduğunda ise çoklu korelasyon analizi uygulanmaktadır. Korelasyon katsayısı (r), -1 ile +1 arasında değişmektedir ve korelasyon katsayısının +1'e yaklaşması iki değişken arasında pozitif ve kuvvetli ilişkinin olduğunu, -1'e yaklaşması ise kuvvetli ve negatif yönlü ilişkinin olduğunu göstermektedir. Korelasyon katsayısının sıfır olması iki değişken arasında ilişkinin olmadığını, 0'a yaklaşması ise ilişkinin kuvvetinin zayıfladığını göstermektedir.

İstatistiksel ve ekonometrik analizler hipotezleri test etmek için gerçekleştirilmektedir. İstatistikte iki veya daha fazla değişken arasındaki istatistiksel ilişkinin analizinde Regresyon Analizi en çok kullanılan yöntemlerden birisidir (Çelik, 2012). Regresyon analizi, arasında sebep sonuç ilişkisi olması gereken iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek ve bu ilişki ile ilgili tahminler yapabilmek amacıyla kullanılan istatistiksel bir yöntemdir (Birkes ve Dodge, 1993). Basit Regresyon analizi, bir bağımlı değişken ile bir bağımsız değişken arasındaki, çoğul regresyon analizi ise bir bağımlı değişken ile bir den çok bağımsız değişken arasındaki istatistiksel ilişkinin regresyon denklemleri adı verilen matematiksel fonksiyonları elde etmektedir. Bağımlı değişkendeki değişimin yüzde kaçının

bağımsız değişkenler tarafından açıklanabildiğini ise Belirlilik (Determinasyon) katsayısı göstermektedir (Alpar, 1997). Basit doğrusal regresyon analizi, bağımlı değişken (y) ile bağımsız değişken (x) arasındaki ilişkinin doğrusal fonksiyonu olarak ifade edilmektedir ve $y = a + bx + \varepsilon$ şeklinde yazılmaktadır (Orhunbilge, 1996).

Çoklu doğrusal regresyon modeli ise; $y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \dots + \beta_i X_{i+u} = \beta X_i + \varepsilon_i$ şeklindedir. Formülde $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i$ regresyon modeline ait kısmi regresyon katsayılarıdır. ε , şansa bağlı hata değeridir. Yani, bir hata değerinin diğer bir hata değerinden etkilenmediği demektir. Parametre tahminleri en küçük kareler yöntemi ile belirlenir (Chatterjee ve Hadi, 2012). Araştırmada kullanılan regresyon modeli; $U = \beta_0 + \beta_1 Y + \beta_2 S + \beta_3 C + \beta_4 N + \beta_i R + u$ şeklindedir.

Bu çalışmada Türkiye’de 1990-2020 yılı verileri baz alınarak, seçilen beş iklim değişikliği faktörleri (yıllık ortalama yağış miktarı, sıcaklık, CO₂ emisyonu, nem ve rüzgâr hızı) ile manda sütü üretim miktarı arasındaki ilişkinin incelenmesinde korelasyon ve regresyon analizi yöntemleri kullanılmıştır.

2. 2. 2. ARDL (Sınır) Testi

İstatistik ve ekonometrik analizlerde değişkenler arasında anlamlı ilişkiler elde edilebilmesi için analizi yapılan seriler durağan durağan olmalıdır (Tari, 2015). Herhangi bir zaman serisinde incelenen değişkenin beklenen değeri ve varyansı zamana göre değişim göstermiyorsa serilerin durağan olduğu anlaşılır (Günay vd., 2007).

ARDL sınır testi yönteminde değişkenlerin düzeyde ve birinci farkta durağan olması gibi bir gereklilik yoktur ve bu yöntemle değişkenler arasında gerek kısa dönemde gerekse uzun dönemli ilişki test edilir. Ayrıca bazı çalışmalarında ARDL sınır testi ile elde edilen analiz sonuçlarının diğer eşbütünleşme testlerine kıyasla daha etkili olduğu bahsedilmiştir (Narayan ve Narayan, 2006).

Biri I(0) diğeri I(1) olan seriler tablo alt ve üst kritik değerlerle karşılaştırılır. Hesaplanan F istatistiği üst kritik değerden büyük ise seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır, alt kritik değerden küçük olması durumunda eşbütünleşme ilişkisi yoktur. Hesaplanan F istatistiğinin alt ve üst

kritik değerinin arasında olursa kesin bir yorum yapılmayıp, diğer eşbütünleşme testlerine başvurulmalıdır. Her iki seri de $I(0)$ ise tablo alt kritik değerle karşılaştırılır ve hesaplanan istatistiği tablo alt kritik değerinden büyükse seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır. Eğer tablo alt kritik değerinden küçükse eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı anlamına gelir. Serilerin her ikisi de $I(1)$ hesaplanan F istatistiği bu kez sadece tablo üst kritik değeriyle karşılaştırılır. F istatistiği üst kritik değerden büyükse aşağıda sunulan hipotezdeki H_0 hipotezi reddedilir ve seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinden bahsedilir (Pesaran vd., 2001).

$$H_0: B_1 = B_2 = B_3 = B_4 = B_5 = 0$$

$$H_1: B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4 \neq B_5 \neq 0$$

Aralarında eşbütünleşme ilişkisi olduğu belirlenen seriler arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkileri tespit etmek için, Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif (Autoregressive Distributed Lag- ARDL) modeli oluşturulur. Önce uzun dönem ilişkiyi test etmek için oluşturulan ARDL modelleri aşağıdaki gibidir (Pesaran vd., 2001).

$$\begin{aligned} mandasutu_t = & \beta_0 + \sum_{i=1}^P \delta_{1,i} co2_{t-i} + \sum_{i=0}^q \delta_{2,i} sicaklik_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^r \delta_{3,i} yagis_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^s \delta_{4,i} nem_{t-i} + \sum_{i=0}^u \delta_{5,i} ruzgar_{t-i} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

Bu çalışma için analiz edilen ARDL sınır testi için kısıtlanmamış hata düzeltme modeli aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 \text{mandasutu}_t &= \beta_0 + \beta_1 \text{mandasutu}_{t-1} + \beta_2 \text{co2}_{t-1} + \beta_3 \text{sıcaklık}_{t-1} \\
 &+ \beta_4 \text{yagis}_{t-1} + \beta_5 \text{nem}_{t-1} + \beta_6 \text{ruzgar}_{t-1} + \beta_7 \text{Trend} \\
 &+ \sum_{i=1}^P \varphi_{1i} \text{mandasutu}_{t-i} + \sum_{i=0}^P \gamma_{1i} \text{co2}_{t-i} \\
 &+ \sum_{i=0}^P \delta_{1i} \text{sıcaklık}_{t-i} + \sum_{i=0}^P \lambda_{1i} \text{yagis}_{t-i} + \sum_{i=0}^P \theta_{1i} \text{nem}_{t-i} + \sum_{i=0}^P \alpha_{1i} \text{ruzgar}_{t-i}
 \end{aligned}$$

Sabit ve trend içeren yukarıdaki denklemi test etmek için önce gecikme uzunluğunun uygunluğu belirlenir. Uygun gecikme uzunluğunu saptamak için Akaike (AIC), Schwarz (SBC) ve Hannan-Quin (HQ) gibi istatistikler kullanılır. Modelde bu istatistiklerden en küçük değere sahip olan uygun gecikme sayısıdır. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinin sonra seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi araştırılır ve bunun için de F istatistikleri uygulanır.

Yukarıda sunulan denklem için sıfır hipotezi seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı yönündedir. Sıfır hipotezi trend ve düzey değişkenlerin bir bütün olarak sıfıra eşit olmadıkları F istatistiği ile test edilir. ARDL Sınır testi neticesinde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi varsa değişkenlere ait uzun dönem ve kısa dönem ilişkilerini tespit etmek amacıyla ARDL modelleri tanımlanır (Kızılkaya vd., 2016).

ARDL hata düzeltme modeli ile değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki araştırılır ve bu ilişki aşağıdaki eşitlikte ifade edilmiştir.

$$\begin{aligned}
 \text{mandasutu}_{1t} &= \beta_0 \\
 &+ \sum_{i=1}^P \varphi_{1i} \text{manda}_{t-i} \\
 &+ \sum_{i=0}^P \gamma_{1i} \text{co2}_{t-i} + \sum_{i=0}^P \delta_{1i} \text{sıcaklık}_{t-i} + \sum_{i=0}^P \lambda_{1i} \text{yagis}_{t-i} \\
 &+ \sum_{i=0}^P \theta_{1i} \text{nem}_{t-i} + \sum_{i=0}^P \alpha_{1i} \text{ruzgar}_{t-i}
 \end{aligned}$$

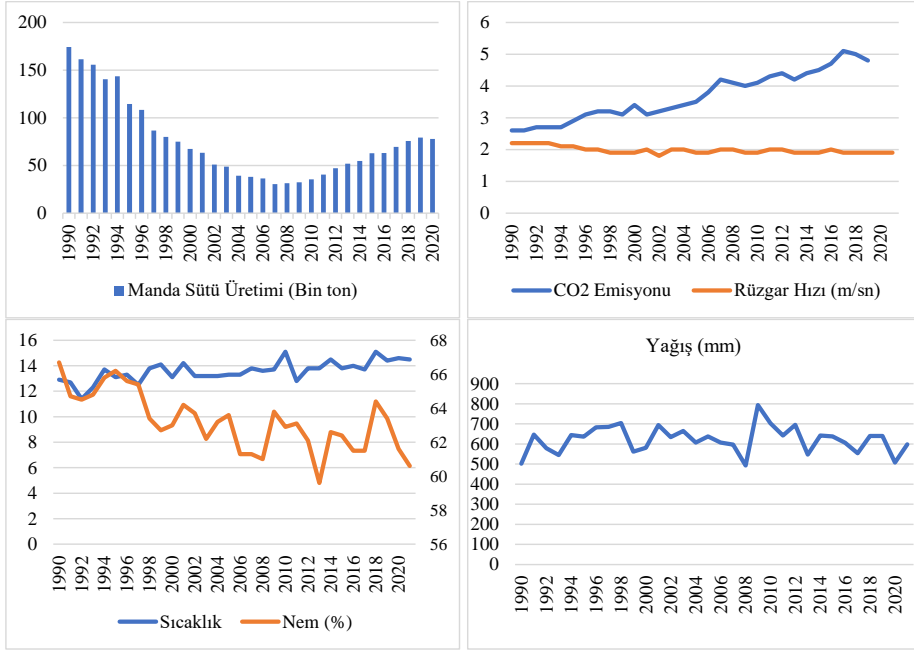
Modelin istikrarlılık durumunu tespit etmek için CUSUM ve CUSUMSQ istatistikleri incelenmiştir. Eğer, CUSUM ve CUSUMSQ istatistikleri %5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırlar içerisinde (iki çizgi arasında) yer alıyorsa, ARDL modelindeki katsayıların istikrarlı olduğunu gösteren H_0 hipotezi kabul edilir (Bahmani-Oskooee and Ng, 2002). Eğer, CUSUM grafikleri sınırların dışında kalırsa, katsayıların durağanlığını belirten H_0 hipotezi reddedilir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3. 1. İklim Değişikliğinin Manda Sütü Üretimine Etkisi:

Korelasyon ve Regresyon Analizi

Araştırmada Türkiye’de manda sütü üretimine iklim değişikliğinin etkisinin belirlenmesinde kullanılan iklim değişikliği belirleyicilerinin 1990-2020 yılları arasındaki değişimi Şekil 3’de verilmektedir. Türkiye’de manda sütü üretimi 1990 yılında 174 bin ton iken, 2007 yılında 30 bin ton ile minimuma düşmüştür. Türkiye’de 2008 yılında manda yetiştiriciliğine verilen tarımsal desteklerle birlikte manda sütü üretimi yeniden artış eğilimine geçmiştir (Kılıç Topuz vd., 2021). Türkiye’de 1990-2020 yılları arasında yıllık yağış miktarında oldukça dalgalı bir değişim yaşanmıştır. Yıllık nem oranı 1990’lı yıllardan günümüze önemli oranda azalış göstermiştir. Yıllık nem oranı 90’lı yıllarda %66 civarında olmasına rağmen, 2000’li yıllardan sonra %60’lara gerilemiştir. Yıllık ortalama sıcaklık miktarında ise artış yaşanmıştır. En sıcak yıl 15,1 °C ile 2010 ve 2018 yılları olmuştur. Türkiye’de 1990-2020 yılları arasında CO₂ emisyonunda ise önemli oranda artış yaşanmıştır. Türkiye’de CO₂ emisyonu 1990 yılında 2,6 metric ton iken, günümüzde yaklaşık iki kat artarak 4,8’e çıkmıştır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 6. Değerlendirme Raporuna göre CO₂ miktarının endüstri öncesi döneme göre %40 arttığı, CO₂ emisyonlarının 2300’lü yıllarda %40 artacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2022).



Şekil 3. Türkiye’de 1990-2020 yılları manda sütü ve iklim değişikliği verilerindeki değişim

Çalışmada iklim değişikliğinin manda sütü üretimine etkisini belirlemek amacıyla kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 2’de verilmektedir. Türkiye’de 1990-2020 yılları arası ortalama manda sütü üretimi 74.976 ton, ortalama yıllık yağış miktarı 622,02 mm., ortalama sıcaklık değeri 13,57 °C, ortalama CO₂ emisyon miktarı 3,67 metrik ton, ortalama nem miktarı %63,21 ve ortalama saniyede rüzgâr hızı ise 1,97 m dir.

Tablo 2. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri

Değişkenler	Ort.	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
Üretim	74.976	40.904	30.375	174.225
LnÜretim	11,09	0,50	10,32	12,07
Yağış	622,02	66,15	493,10	793,80
Sıcaklık	13,57	0,79	11,40	15,10
CO ₂	3,67	0,76	2,60	5,10
Nem	63,21	1,72	59,60	66,70
Rüzgâr	1,97	0,10	1,80	2,20
LnRüzgar	0,68	0,05	0,59	0,79

İklim değişikliğinin 1990-2020 yılları arasında manda sütü üretim miktarına etkisini belirleyen faktörlerin korelasyonu Tablo 3'den incelendiğinde; manda sütü üretimi ile sıcaklık ve CO₂ emisyonu arasında negatif yönlü, manda sütü üretimi ile nem ve rüzgâr hızı arasında ise pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Manda sütü üretimi ile yağış miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Manda sütü üretim miktarı ile iklim değişikliği değişkenleri arasında en güçlü ilişki nem ve rüzgâr hızı arasında belirlenmiştir. Manda sütü üretim miktarı ile yıllık ortalama nem miktarı arasında pozitif yönlü ve güçlü ilişki tespit edilmiştir ve korelasyon katsayısı %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı 0.658 olarak tespit edilmiştir. Manda sütü üretim miktarı ile rüzgâr hızı arasında pozitif yönlü ve güçlü ilişki tespit edilmiştir ve korelasyon katsayısı %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı 0.638 olarak tespit edilmiştir. Manda sütü üretim miktarı ile sıcaklık arasında negatif yönlü ve önemli bir ilişki (-0.378) tespit edilmiştir (p<0.05). Manda sütü üretim miktarı ile CO₂ emisyonu arasında ise negatif yönlü ve orta derecede önemli ilişki (-0.565) tespit edilmiştir (p<0.01).

Tablo 3. Değişkenler arası pearson korelasyon katsayıları

	1	2	3	4	5	6
1. LnÜretim	1					
2. Yağış	-0.206	1				
3. Sıcaklık	-0.378*	0.139	1			
4. CO ₂	-0.565**	0.049	0.622**	1		
5. Nem	0.658**	0.264	-0.402*	-0.644**	1	
6. LnRuzgar	0.638**	-0.196	-0.628**	-0.586**	0.549**	1

* Korelasyon %5 seviyesinde önemli, ** Korelasyon %1 seviyesinde önemli

Regresyon analizine göre Türkiye'de iklim değişikliğinin manda sütü üretimine etkisi Tablo 4'de verilmektedir. Yapılan analizde modelin bir bütün olarak anlamlı olduğu (P<0.05), belirleme katsayısının (R²) yani bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama yüzdesinin ise 0.786 olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer deyişle, manda sütü üretim miktarını modelde kullanılan bağımsız değişkenlerin açıklama yüzdesi %78.6 olarak belirlenmiştir. Çoklu bağlantı sorunu varyans büyültme faktörü (VIF) ile incelenmektedir. VIF değerlerinin 10'dan küçük olması modelde çoklu bağlantı sorunu olmadığını göstermektedir. Araştırmada kullanılan bağımsız değişkenlerin de VIF değeri

10'dan küçük olduğundan modelde çoklu bağlantı sorunu olmadığını ortaya koymaktadır. Model sonuçlarına göre manda sütü üretimine yıllık ortalama yağış miktarının negatif yönlü etkilediğini, nem ve rüzgâr hızının ise pozitif yönlü etkilediğini ortaya koymaktadır. Yıllık ortalama yağış miktarındaki 1 mm'lik artış, manda sütü üretim miktarının 160 ton azalmasına sebep olmaktadır. Yıllık ortalama nem miktarındaki %1'lik artış, manda sütü üretim miktarının 13,2 ton artmasına sebep olmaktadır. Yıllık rüzgâr hızındaki 1m/sn'lik artış ise manda sütü üretiminin 168,5 ton artmasına sebep olmaktadır. Araştırmada yapılan regresyon analizine göre Türkiye'de 1990-2020 yılları arasındaki sıcaklık ve CO₂ emisyon miktarının manda sütü üretim miktarına istatistiksel olarak etkilemediği sonucuna varılmıştır. Mauger vd. (2015) tarafından Amerika'da yapılan araştırmada sığır sütü üretim miktarının nem ve sıcaklıktaki ani değişimlerden önemli oranda etkilendiğini ve ülke çapında süt üretimi üzerinde iklim değişikliğinin etkilerinin ölçülebilir ancak hafif olmayacağını tespit etmişlerdir.

Upadhyay vd. (2007) tarafından Hindistan'ın Karnal bölgesinde 1994-2004 yılları arasındaki Murrah mandalarının verimlerine ani sıcaklık değişimlerinin ve nem miktarının etkisi analiz edilmiştir ve araştırmada yaz boyunca ani sıcaklık çıkışları, kış boyunca da ani sıcaklık düşüşleri yaşanan günden sonraki gün manda sütü üretiminin %30'a kadar düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada nem indeksinin süt üretim performansı üzerinde nispeten daha küçük etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. İklim değişikliğinin manda sütü üretimi üzerindeki etkisi: Regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart hata	t	Önem düzeyi	VIF
Sabit	-1024169.0	235517.679	-4.349	0.000	
Yağış	-160.825**	71.877	-2.237	0.035	1.362
Sıcaklık	2902.369	7321.605	0.396	0.695	2.056
CO ₂ Emisyon	-3010.121	8276.888	-0.364	0.719	2.532
Nem	13226.084***	3566.157	3.709	0.001	2.268
Rüzgâr Hızı	168474.148***	55537.432	3.034	0.006	2.290
Gözlem sayısı	32		R ²	0.786	
F	17.679		Düzeltilmiş R ²	0.742	
P>F	0.000				

***%5 düzeyinde anlamlı, **%1 düzeyinde anlamlı

3. 2. Geleceğe Dönük Tahminler: ARDL Sınır Testi Sonuçları

Serilerin durağan olup olmadıklarını test etmek için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 5’de verilmiştir. Tablo 5’de görüldüğü gibi sıcaklık ve yağış serileri düzeyde durağan iken karbondioksit (CO₂), nem ve rüzgâr serileri birinci farkta durağan ve manda serisi ise ikinci farkta olmuştur. Özetle sıcak ve yağış serileri I(0), CO₂, nem ve rüzgâr serileri I(1) ve manda serisi de I(2)'dir. Seriler farklı derecelerde durağan oldukları için ARDL (sınır testi) uygulanabilir.

Tablo 5. Manda sütü üretimi, (CO₂), sıcaklık, yağış, nem ve rüzgâr serilerinin ADF birim kök testi sonuçları

Değişkenler	t istatistiği (Düzyer hali)	t istatistiği (Birinci farkı)	t istatistiği (İkinci farkı)	Sonuç
MANDA SÜTÜ	-2.584	-1.119	-14.648*	I(2)
CO ₂	-0.732	-5.493*	---	I(1)
SICAKLIK	-3.443**	---	---	I(0)
YAĞIŞ	-5.910*	---	---	I(0)
NEM	-2.753	-5.497*	---	I(1)
RÜZGAR	-2.502	-4.966*	---	I(1)
Anlamlılık düzeyi	Kritik değerler			
% 1	-3.670	-3.724		
%5	-2.960	-2.986		
% 10	-2.619	-2.633		

CO₂: Karbondioksit, MacKinnon (1996) one-sided p-values. *: %1'de anlamlılık, **: %5'de anlamlılık, ***: %10'da anlamlılık

ARDL testini gerçekleştirebilmek için uygun gecikme sayısını belirlemek gerekir. En uygun gecikme uzunluğu ise Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criteria-AIC), Final prediction error (FPE), Hannan-Quinn information criterion (HQ) ve Schwarz information criterion (SIC) kullanılarak belirlenmiştir. Tablo 6’da bulunan her gecikme düzeyi için hesap edilen AIC, FPE, HQ ile SIC değerlerinin en küçük olduğu ve otokorelasyonun

bulunmadığı durum, uygun gecikme uzunluğu sayılır. Tablo 6’da belirtilen sonuçlar doğrultusunda uygun gecikme uzunluğu 3’tür.

Tablo 6. ARDL modeli için uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SIC	HQ
0	-546.1540	NA	1.39e+09	38.07958	38.36247	38.16818
1	-441.6648	158.5353*	13088385	33.35619	35.33641*	33.97637
2	-408.3297	36.78354	22384755	33.53998	37.21753	34.69174
3	-340.0577	47.08410	7547230.*	31.31433*	36.68921	32.99767*

* indicates lag order selected by the criterion, LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level), FPE: Final prediction error, AIC: Akaike information criterion, SIC: Schwarz information criterion, HQ: Hannan-Quinn information criterion

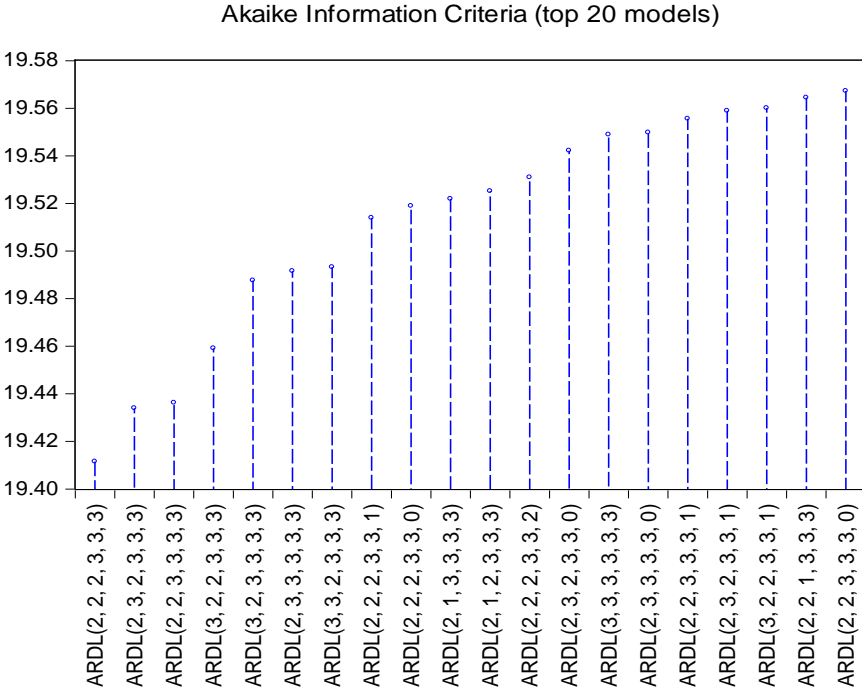
ARDL sınır testi yaklaşımında gecikme uzunluğunun bulunmasının ardından incelenen değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığını test etmek için $H_0: B_1 = B_2 = B_3 = B_4 = B_5 = 0$ temel hipotezi F testi ile yapıldı. Tablo 7 incelendiğinde hesap edilen F istatistiğinin, üst kritik değerden büyüktür. Dolayısıyla değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmadığını gösteren temel hipotez reddedilmiştir. Yani değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi görülmüştür.

Tablo 7. ARDL testi sonuçları

Test istatistiği	Değer	k
F- istatistiği	14.665	5
Kritik değer sınırları		
Önemlilik (p)	Alt sınır	Üst sınır
%10	2.08	3
%5	2.39	3.38
% 1	3.06	4.15

Burada k, bağımsız değişken sayısı, kritik değerler Pesaran vd. (2001)’deki tablodan elde edilmiştir. F istatistiği değeri 14.665 olarak

hesaplanmıştır ve önemlilik düzeylerindeki üst sınır değerinden büyüktür. Bu nedenle değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi mevcuttur. İlgili eşbütünleşme ilişkisi bulunduğundan sonra ARDL modelinde değişkenlerin arasında uzun ve kısa dönem ilişkisi araştırılır. Çalışmada gecikme uzunluğu belirlemek için Hannan-Quinn kriteri kullanılmıştır (Şekil 4) ve uzun dönem tahmin edilen model ARDL (2,2,2,3,3,3) biçimindedir. Tablo 8'de bulunan modelden oluşan katsayılar ve tanısal testler görülmektedir.



Şekil 4. Hannan-Quinn kriteri

Tablo 8'de görüldüğü gibi sıcaklık (-1), yağış (-2), yağış (-3), nem (-2) ve nem (-3) değişkenlerinin istatistiksel olarak önemli oldukları görülmüştür. Buradan sıcaklık değişkenininin 1 yıl sonra, nemin 2 ve 3 yıl sonraki değerleri arttıkça manda sütü üretim miktarının azalacağı, 2 ve 3 yıl sonra yağış arttıkça manda sütü üretiminin artacağı görülmektedir.

Tablo 8. ARDL (2,2,2,3,3,3) modeli tahmini

Değişken	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Prob.*
MANDA SÜTÜ (-1)	0.221778	0.226709	0.978247	0.3566
MANDA SÜTÜ (-2)	0.813534	0.231528	3.513756	0.0079
CO ₂	-4588.268	5630.406	-0.814909	0.4387
CO ₂ (-1)	3509.065	8634.236	0.406413	0.6951
CO ₂ (-2)	10734.09	8479.589	1.265874	0.2412
SICAKLIK	-365.7676	2667.541	-0.137118	0.8943
SICAKLIK (-1)	-5044.575	2000.367	-2.521824	0.0357
SICAKLIK (-2)	-2844.292	2017.752	-1.409634	0.1963
YAĞIŞ	-39.53347	21.62067	-1.828503	0.1049
YAĞIŞ (-1)	31.81657	23.24946	1.368487	0.2084
YAĞIŞ (-2)	96.20017	22.51154	4.273372	0.0027
YAĞIŞ (-3)	77.87970	20.04874	3.884519	0.0046
NEM	1493.425	1167.627	1.279026	0.2367
NEM (-1)	-368.5987	1486.136	-0.248025	0.8104
NEM (-2)	-3844.129	1027.144	-3.742543	0.0057
NEM (-3)	-5173.191	1044.571	-4.952456	0.0011
RÜZGAR	4573.015	21449.54	0.213199	0.8365
RÜZGAR (-1)	-14101.88	17687.09	-0.797298	0.4483
RÜZGAR (-2)	10182.77	15113.18	0.673768	0.5194
RÜZGAR (-3)	21034.34	16334.14	1.287753	0.2338
C	421007.2	159182.2	2.644814	0.0295

Modelde uzun dönem ilişkisini araştırmak amacıyla hata düzeltme tahmini incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 9'da gösterilmiştir. Tablo 9'daki sonuçlar değerlendirildiğinde, D(CO₂(-1)), D(SICAKLIK(-1)), D(YAĞIŞ), D(YAĞIŞ(-1)), D(YAĞIŞ(-2)), D(NEM), D(NEM(-1)), D(NEM(-2)) ve D(RUZGAR(-1)) değişkenlerin katsayıları istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar kısa dönemde D(SICAKLIK(-1)), D(NEM), D(NEM(-1)) ve D(NEM(-2)) değişkenlerinin manda süt üretimi üzerinde pozitif etkisinin, D(CO₂(-1)), D(YAĞIŞ), D(YAĞIŞ(-1)), D(YAĞIŞ(-2)) ve D(RÜZGAR(-1)) ise manda süt üretimi üzerinde negatif etkisinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca ECMT(-1) yani hata düzeltme katsayısı 0.035311 olarak elde edilmiştir. Hata düzeltme terimi istatistiki olarak anlamlı ancak pozitif işaretlidir. Normalde hata düzeltme teriminin -1 ile 0 arasında

anlamli çıkması beklenen bir sonuçtur. Hata düzeltme terimi değeri pozitif ya da -2 den küçük olduğunda kısa dönemde oluşacak dalgalanmalar dengeden uzaklaşmaktadır (Doğru, 2014). Uzun dönem katsayıları incelendiğinde CO₂, sıcaklık, yağış, nem ve rüzgâr değişkenlerinin manda sütü üretimini etkilemede önemli olmadığı görülmüştür. Abayawansa vd. (2011) tarafından yapılan araştırmada mandaların doğum sonrası yumurtalık aktivitesi üzerinde bağıl nem, yağış ve buhar basıncının pozitif, hava sıcaklığı ve güneşlenme saatlerinin negatif etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Balhara vd. (2017) tarafından Hindistan'da yapılan araştırmada ise olumsuz iklim değişikliği olaylarının düşük gelirli küçük ölçekli manda işletmeleri üzerinde büyük etkisi olacağı vurgulanmaktadır.

Tablo 9. ARDL (2,2,2,3,3,3) hata düzeltme modeli tahmin sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. hata	t-istatistiği	p
D(MANDA SÜTÜ(-1))	-0.813534	0.117477	-6.925067	0.0001
D(CO ₂)	-4588.267956	3395.997486	-1.351081	0.2136
D(CO ₂ (-1))	-10734.094794	3577.773114	-3.000217	0.0171
D(SICAKLIK)	-365.767595	1135.336160	-0.322167	0.7556
D(SICAKLIK(-1))	2844.292397	1050.615087	2.707264	0.0268
D(YAĞIŞ)	-39.533471	12.898485	-3.064970	0.0155
D(YAĞIŞ(-1))	-174.079871	15.908774	-10.942381	0.0000
D(YAĞIŞ(-2))	-77.879699	12.226650	-6.369668	0.0002
D(NEM)	1493.425336	642.952771	2.322761	0.0487
D(NEM(-1))	9017.319911	745.127297	12.101717	0.0000
D(NEM(-2))	5173.191183	642.336815	8.053705	0.0000
D(RÜZGAR)	4573.015165	11025.542647	0.414766	0.6892
D(RÜZGAR(-1))	-31217.111274	11720.272060	-2.663514	0.0286
D(RÜZGAR(-2))	-21034.338971	9513.971420	-2.210889	0.0580
CointEq(-1)	0.035311	0.002635	13.403070	0.0000
Cointeq = mandasutu- (-273421.2300*co2 + 233766.7057*sıcaklık- 4711.3077*yagis + 223511.0626*nem -614199.0949*ruzgar-11922691.4561)				
Uzun dönem katsayıları				
Değişken	Katsayı	Std. hata	t-istatistiği	p
CO ₂	-273421.229986	634332.765263	-0.431038	0.6778
SICAKLIK	233766.705723	520284.694002	0.449305	0.6651
YAĞIŞ	-4711.307749	9698.622608	-0.485771	0.6402
NEM	223511.062560	449379.743814	0.497377	0.6323
RÜZGAR	-614199.094852	1852641.349838	-0.331526	0.7488
C	-11922691.456102	23225278.794142	-0.513350	0.6216

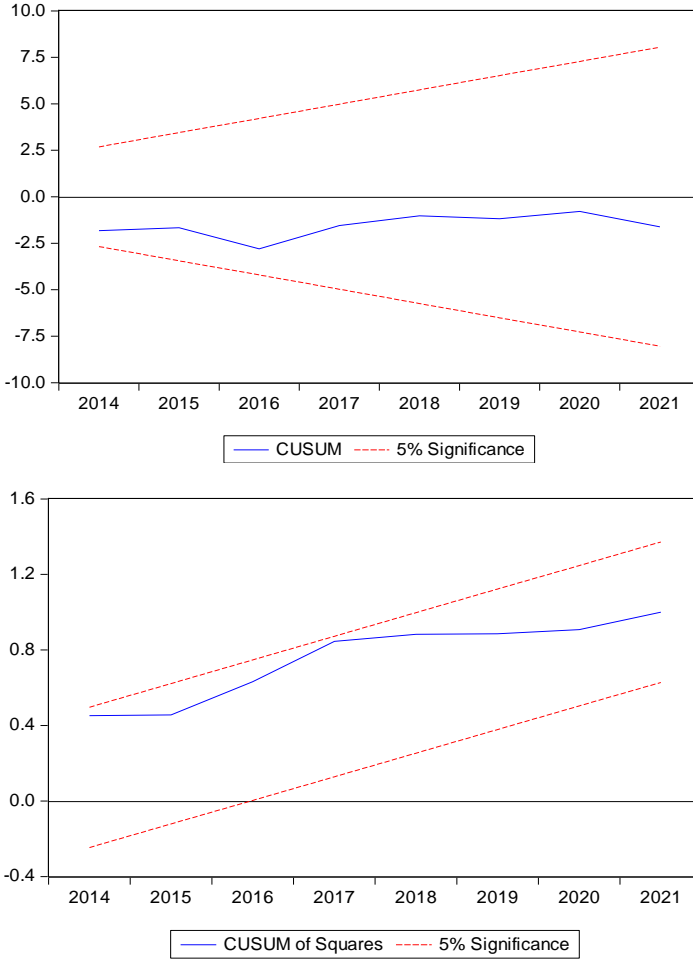
Normallik, otokorelasyon ve değişen varyanslılığın bulunduğu tanısıl test sonuçları Tablo 10'da olduğu gibidir. Tablo 10'da, tanısıl testleri sonucunda normallik testi Jarque-Bera testi ile yapılmış olup serilerin dağılımı normal dağılımdır (Jarque-Bera=2.047 ve $p>0.05$). Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Testi ile otokorelasyon testi yapılmış LM=0.295281 ve $P>0.05$ olduğundan otokorelasyon sorunu bulunmamaktadır. Değişen varyanslılık ise Breusch-Pagan-Godfrey testi ile denenmiş 18.91986 değerine ulaşılmış ve $P>0.05$ olduğundan değişen varyans sorunu da yoktur. Bu sebeplerden dolayı serilere modelin uygun olduğu görülmüştür.

Tablo 10. Tanısıl test sonuçları

İstatistikler	Değer	P
R ²	0.951210	
Adj. R ²	0.829235	
Normallik (Jarque-Bera)	2.047	0.3593
Otokorelasyon (Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test)	0.295281	0.8279
Değişen varyans (Breusch-Pagan-Godfrey)	18.91986	0.5270

İklim değişikliğine karşı manda sütü üretim modelinin kararlılığını kontrol etmek için CUSUM ve CUSUMKARE testleri yapılmıştır. Bu testler parametrik olmayan nitelikte olup, testler tahmin edilen modelin ardışık kalıntılarına uygulanır (Sevüktekin, 1995).

Eğer CUSUM istatistiklerinin grafiği %5 anlamlılık düzeyinin içerisinde ise, tahmin edilen katsayıların kararlı olduğu görülür (Bahmani-Oskooee ve Bohl, 2000; Bahmani-Oskooee ve Rehman, 2005). Benzer durum ardışık kalıntıların karesini esas alan CUSUMKARE için de geçerlidir. Manda sütü üretimini oluşturan fonksiyonlarının uzun dönem katsayıları kararlılığı için CUSUM ve CUSUMKARE testleri yapılmış oluşan neticeler sırasıyla Şekil 5'de sunulmuştur. Şekil 5'de CUSUM ve CUSUMSQ istatistikleri %5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırlar içerisinde yani iki çizgi arasındadır. ARDL modelindeki katsayıların istikrarlı olduğunu ifade eden H_0 hipotezi kabul edilir.



Şekil 5. Modelin parametre kararlılık testi (CUSUM ve CUSUMKARE testi)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada Türkiye’de 1990-2020 yılları arasında iklim değişikliğinin manda sütü üretim miktarı üzerinde etkisi korelasyon analizi ve regresyon analizi ile, iklim değişikliği değişkenlerinin manda sütü üretimine etkisinin gelecek zaman tahminleri ise ARDL sınır testi ile belirlenmiştir. İklim değişikliği ve manda sütü üretimi arasında oldukça yüksek bir ilişki tespit edilmiştir.

Korelasyon analizine göre, manda sütü üretimi ile sıcaklık ve CO₂ emisyonu arasında negatif yönlü, manda sütü üretimi ile nem ve rüzgâr hızı

arasında ise pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir fakat manda sütü üretimi ile yağış miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Manda sütü üretim miktarı ile iklim değişikliği değişkenleri arasında en güçlü ilişki nem ve rüzgâr hızı arasında belirlenmiştir. Regresyon analizine göre ise, manda sütü üretim miktarını yıllık ortalama yağış miktarı istatistiksel olarak önemli ve negatif yönlü, nem ve rüzgâr hızı ise istatistiksel olarak önemli ve pozitif yönlü etkilemektedir.

Uygulanan ARDL yöntemi sonuçlarına göre de uzun dönemde iklim değişikliği değişkenlerinin manda sütü üretimine önemli etkisinin olmadığı ancak kısa dönemde ise önemli etkiler olduğu ortaya konulmuştur. CO₂ emisyonu ve rüzgâr hızının 1 yıl gecikmeli değerleri ile yağış verilerinin manda sütünü azaltıcı etkisi olacağı görülmüştür. Ancak sıcaklığın 1 yıl gecikmeli değerleri ile nem verilerinin manda sütünü arttırıcı etkisi olacağı saptanmıştır. Değişkenler arasındaki kısa dönem ilişki, hata düzeltme modeline dayandırılarak elde edilmiştir. Kısa dönemde, şokların ve dalgalanmaların etkileri ilk yılda %3.5 gibi bir oranda olup, pozitif değerli olduğundan dengeye yakınsama olmayacağı yani dengeden uzak olacağı tespit edilmiştir. Buradan manda sütü üretiminin iklim değişikliğini oluşturan karbondioksit, sıcaklık, yağış, nem ve rüzgâr hızı gibi etkenlere karşı oluşacak dalgalanma ve şoklardan kısa sürede dengede olmayacağı ve dengeden uzak kalacağı sonucu ortaya çıkmıştır.

Türkiye’de 1990-2020 döneminde manda sütü üretim miktarını iklim değişikliği değişkenlerinden yıllık ortalama yağış miktarının negatif, nem ve rüzgâr hızının ise pozitif yönlü etkilediği belirlenmiştir. Manda sütü üretim miktarına gelecek yıllarda ise iklim değişikliği değişkenlerinden yağış, CO₂ emisyonu ve rüzgâr hızının negatif etki yaratacağı, sıcaklık ve nem miktarının ise pozitif yönlü etki yaratacağı tespit edilmiştir. Türkiye’de 1990-2020 döneminde iklim değişikliğinin yağış (-), sıcaklık (+), CO₂ emisyonu (-) ve nem miktarının (+) gelecek yıllarda da etki yönlerinin aynı olmasına karşın, sadece rüzgâr hızının 1990-2020 üretim döneminde pozitif etkilerken, gelecek yıllarda kısa dönemde negatif etkileyeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Türkiye’de yağış miktarının artışının manda sütü üretimine negatif yönlü etkisi olduğu göz önüne alındığında, iklim değişikliği değişkenlerinden yağışın özellikle son yıllarda azalış trendinde olması manda sütü üretimine gelecek yıllarda negatif yönlü etki edeceğinin bir göstergesidir. CO₂ emisyonunun

1990-2020 yılları arasında önemli oranda arttığı ve manda sütü üretimine gelecek yıllarda negatif etkisi olacağı göz önüne alındığında, iklim değişikliği değişkenlerinden CO₂ emisyonunun manda sütü üretimine gelecek yıllarda negatif yönlü etki edeceği tahmin edilmektedir. Benzer şekilde, Türkiye’de son otuz yıllık dönemde nem miktarında azalma olduğu ve nem miktarındaki artışın manda sütü üretimine pozitif yönlü etki edeceği değerlendirildiğinde, iklim değişikliği değişkenlerinden nem miktarının da manda sütü üretimine gelecek yıllarda negatif yönlü etki edeceği tahmin edilmektedir. Sıcaklık miktarının artışının manda sütü üretimine pozitif yönlü etkisi olacağı göz önüne alındığında, iklim değişikliği değişkenlerinden sıcaklığın gelecek yıllarda manda sütü üretimine pozitif yönlü etkisi olacağı belirtilebilir. Türkiye’de son otuz yıllık dönemde rüzgâr hızında azalma olduğu ve rüzgâr hızındaki artışın manda sütü üretimine olumsuz etki edeceği değerlendirildiğinde, iklim değişikliği değişkenlerinden rüzgâr hızında manda sütü üretimine gelecek yıllarda olumlu etki edeceği tahmin edilmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye’de iklim değişikliğinin manda sütü üretimine önemli etkileri olacağı belirlenmiştir. İklim değişikliği değişkenlerinden yağış, CO₂ emisyonu ve nem miktarının gelecek yıllarda manda sütü üretimine olumsuz etki yapacağı, ancak sıcaklık ve rüzgâr hızının olumlu etki yapacağı belirlenmiştir. Türkiye’de manda sütü üretiminin yok olma tehdidiyle karşı karşıya olduğu ve iklim değişikliğinin manda sütü üretimine önemli etkisi olacağı göz önüne alındığında, üreticilerin iklim değişikliği farkındalığının artırılması gerekli görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abayawansa, W. D., Prabhakar, S., Singh, A. K., and Brar, P. S. (2011). Effect of climatic changes on reproductive performance of Murrah buffaloes in Punjab: A retrospective analysis. *Indian Journal of Animal Sciences*, 81(4): 334-339.
- Adkinson, A. Y. ve Konca, Y. (2021). Sütçü manda ırklarının performans ve verimliliğini etkileyen faktörler ve Türkiye'deki geleceği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (25): 498-508.
- Aköz, M., Arik, D., Kul, M., and Celik, B. (2017). Buffalo breeding: Buffalo breeding in Turkey from past to today. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 3(2): 9-14.
- Alpar, R. (1997). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş-1*, Nobel Yayınevi, Ankara, 173.
- Atasever, S., Erdem, H. (2008). Manda yetiştiriciliği ve Türkiye'deki geleceği. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1): 59-64.
- Aziz, R., Yücel, I. (2021). Assessing nonstationarity impacts for historical and projected extreme precipitation in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 143(3): 1213-1226. doi:10.1007/s00704-020-03503-x.
- Bahmani-Oskooee, M., Ng, R.C.W. (2002). Long-run demand for money in Hong Kong: An application of the ARDL Model. *International Journal of Business and Economics*, 1(1): 147-155.
- Bahmani-Oskooee, M.B., Bohl, M.T. (2000). Germany Monetary Unification and the Stability of the German M3 Money Demand Function. *Economics Letters*, 66(2): 203-208.
- Bahmani-Oskooee, M.B., Rehman H. (2005). Stability of the money demand function in Asian Developing Countries. *Applied Economics*, 37(7): 773-792
- Balhara, A., Nayan, V., Dey, A., Singh, K. P., Dahiya, S. S., Singh, I. (2017). Climate change and buffalo farming in major milk producing states of India-Present status and need for addressing concerns. *Indian J Anim Sci*, 87(4): 403-411.
- Baçoğlu, A. ve Telatar, O. M. (2011). İklim değişikliğinin etkileri: tarım sektörü üzerine ekonometrik bir uygulama. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 7-25.

- Birkes, D., and Dodge, Y. (1993). Nonparametric Regression. Alternative Methods of Regression, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 111-141.
- Bozoglu, M., Baser, U., Alhas Eroglu, N., Kilic Topuz, B. (2019). Impacts of climate change on Turkish agriculture. J. Int. Environmental Application and Science, 14(3): 97-103.
- Chatterjee, S. and Hadi, A. S. (2012). Regression Analysis by Example. Wiley Series in Probability and Statistics. John Wiley and Sons, Canada.
- Çelik, Ş. (2012). Türkiye’de sebze üretiminin regresyon analizi ile modellenmesi ve ileriye yönelik üretim tahmini. 8. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül 2012, Konya.
- Da Silva, T. G., de Moura, M. S., Sá, I. I., Zolnier, S., Turco, S. H., and de Souza, L. S. (2010). Climate change scenarios and their impacts on milk production in northeastern states of Brazil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 14, 863-870.
- Dellal, I., McCarl, B.A., Butt, T. (2011). The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. Journal of Environmental Protection and Ecology, 12(1): 376-385.
- Döşer, B. ve Avcı, S. (2019). İklim değişikliğinin tarımsal üretim ekonomisi üzerine olası etkileri: şeker pancarı tarımı örneği. 1st Istanbul International Geography Congress Proceedings Book (s. 179-191). İstanbul, Türkiye: İstanbul University Press. doi:10.26650/PB/PS12.2019.002.019.
- Dünya Bankası, (2020). <https://databank.worldbank.org/home.aspx>, (Erişim tarihi: 25.08.2022).
- FAO, (2020). Food and Agriculture Organization, www.fao.org (Erişim tarihi: 01.09.2022).
- Günay, S., Eğrioğlu E., Aladağ, Ç.H. (2007). Tek Değişkenli Zaman Serileri Analizine Giriş. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, s230.
- Gürler, H. (2012). Mandalarda mastitis ve süt verimine etkisi (derleme). Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 52(2): 47-52.
- Hayaloğlu, P. (2018). İklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9(25): 51-62.

- Hu, Q., Buyanovsky, G. (2003). Climate effects on corn yield in Missouri. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 42(11): 1626-1635.
- Ilıkkın Özgür, M. ve Demirtaş, C. (2022). Türkiye’de iklim değişikliği ile şeker pancarı üretimi arasındaki ilişkinin incelenmesi: zamanla değişen simetrik ve asimetrik nedensellik analizi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 21(2): 611-628.
- IPCC, (2022) Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WG_II_FullReport.pdf (Erişim tarihi: 02.09.2022).
- Karabulut, K. (2021). Iğdır İli süt mandası yetiştiren işletmelerin etkinlik analizi. Iğdır Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarım Ekonomisi A.B.D., Yüksek Lisans Tezi, Iğdır.
- Kılıç Topuz, B., Karabulut, K., Külekci, M. (2021). The effects of livestock supports on dairy buffalo farms: a case of Iğdır Province. 7th International Conference on Agriculture, Animal Science and Rural Development, p:700-723, Muş/Turkey, 18-19 September 2021.
- Kızılkaaya, O., Sofuoğlu, E., Karaçor, Z. (2016). Türkiye’de turizm gelirleri-ekonomik büyüme ilişkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi*, 23(1): 203-215.
- Koç, G., Uzmay, A. (2016). İklim değişikliğinin süt sığırcılığı üzerindeki etkilerinin gıda güvencesi ve ekonomik açıdan değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(2): 29-35.
- Koç, G., Uzmay, A., Çukur, F. (2016). İklim değişikliği ve hayvancılık sektörü ilişkisinin Dünya’da ve Türkiye’de tarım ekonomisi açısından değerlendirilmesi. XII. Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs 2016, Isparta, s.203-212.
- Lebedeva, M. G., Lupo, A. R., Solovyov, A. B., Chendev, Y. G., Rankoth, L. M. (2020). Sugar beet harvests under modern climatic conditions in the Belgorod region (Southwest Russia). *Climate*, 8(3): 46, doi:10.3390/cli8030046.

- Mauger, G., Bauman, Y., Nennich, T., Salathé, E. (2015). Impacts of climate change on milk production in the United States, *The Professional Geographer*, 67(1): 121-131, doi: 10.1080/00330124.2014.921017.
- McMichael, A. J., Powles, J. W., Butler, C. D., Uauy, R., (2007). Food, livestock production, energy, climate change, and health. *The Lancet*, 370(9594): 1253-1263.
- MGM, (2015). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği, Ankara.
- MGM, (2021). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteorolojik Parametrelerin Türkiye Analizi, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=parametrelerinTurkiyeAnalizi> (Erişim tarihi: 28.08.2022).
- Mondal, S., and Reddy, I. J. (2018). Impact of climate change on livestock production. In *Biotechnology for sustainable agriculture* (pp. 235-256). Woodhead Publishing.
- Narayan, P.K., Narayan, S. (2006). Savings behaviour in Fiji: An empirical assessment using the ARDL Approach to cointegration. *International Journal of Social Economics*, 33(7): 468-480.
- Orhunbilge N. (1996). *Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi*, Avcıol Basım-Yayın, İstanbul, 11-12
- Pakdemirli, B. (2020). CO₂ emisyon değerlerinin tarım üzerindeki etkileri: Türkiye örneği. *Derim*, 37(1): 33-43. doi:10.16882/derim.2020.700482.
- Pesaran, M.H., Shin, Y., Smith, R.J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3): 289-326.
- Roger, A. and Pielke, J.R. (2004). What is Climate Change?. *Perspectives*. 1-4.
- Sevüktekin, M. (1995). Model kararlılığının belirlenmesi için alternatif bir test: CUSUM ve CUSUMSQ Testi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10, 313-321.
- Sheikh, A. A., Bhagat, R., Islam, S. T., Dar, R. R., Sheikh, S. A., Wani, J. M., Dogra, P. (2017). Effect of climate change on reproduction and milk production performance of livestock: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6): 2062-2064.
- Stoner, M., Lemke, B., Tahtam, B. (2002). *Water buffalo*, Agriculture Notes, (State of Victoria, Dept. of Primary Industries, July.

- Tarı, R. (2015). Ekonometri. Umuttepe Yayınları, s.534.
- Thornton, P.K., Gerber, P. (2010). Climate change and the growth of the livestock sector in developing countries. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 15,169-184.
- Toparslan, E., ve Mercan, L. (2018). Türkiye yerli manda popülasyonlarında yapılan moleküler genetik çalışmalar. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, ICAE*, 146-158.
- TÜİK, (2020). Türkiye İstatistik Kurumu. (www.tuik.gov.tr) (Erişim tarihi: 01.09.2022).
- Upadhyay, R. C., Singh, S.V., Kumar, A., Gupta Ashutosh, S.K. (2007). Impact of climate change on milk production of Murrah buffaloes. *Italian Journal of Animal Science*, 6(2): 1329-1332. doi: 10.4081/ijas.2007.s2.1329.
- Valtorta, S. E., (2002). Animal production in a changing climate: impacts and mitigation. A Santa Fe National Council for Scientific and Technical Research, National Institute of Agricultural Technology, Rafaela Experimental Station, p.1-12.
- Yurdakul, O., Ören, N. (1995). Türkiye hayvancılığına uygulanan ekonomi politikaları. *Türkiye Hayvancılığının Yapısal ve Ekonomik Sorunları Sempozyumu, İzmir*, 7-15.

BÖLÜM 9

KANATLI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ALTERNATİF ÜRETİM SİSTEMLERİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Arş. Gör. | Kadir ERENŞOY^{1*}

Doç. Dr. | Mehmet Akif BOZ²

^{1*} Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye. kadir.erenşoy@omu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7479-6203

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 66900, Yozgat, Türkiye. m.akif.boz@yobu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7452-6895

GİRİŞ

Türkiye kanatlı sektörü özellikle etlik piliç ve yumurtacı tavuk yetiştiriciliğine verilen teşvik ve desteklerle hızla gelişerek modern bir hale gelmiştir. Geleneksel koşullarda yapılan tavuk yetiştiriciliği, modernizasyon ile ticari bir entegrasyon modeline dönüşmüş ve ülkenin iç taleplerini karşılayabilmektedir.

IPCC'nin (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) görüşlerine göre, iklim değişikliğinin Türkiye'deki yağışların dağılım ve şiddetini değiştireceğini, sel felaketlerinin artacağını, yaz yağmurlarında azalış ve kuraklıkta artış olacağı gibi etkileri öngörülmektedir. Bu nedenle ülkemizde de sera gazı salınımını azaltıcı tedbirlerin alınması gereklidir (Özmen, 2009; Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020).

İklim değişikliği, özellikle düşük gelirli ülkelerde, ekosistemler ve biyoçeşitliliğin yanı sıra insan sağlığı için önemli tehditler oluşturmaktadır. Hayvansal üretim faaliyetlerinin iklim değişikliği üzerindeki etkileri ile iklim değişikliğinin hayvanlar üzerindeki etkileri, küresel ölçekte göz önünde bulundurulmalıdır. Politika yapıcılar, yalnızca iklim değişikliğine yanıt vermekle kalmayıp aynı zamanda gıda güvenliğini iyileştiren, tarım sistemlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini destekleyen ve hayvan refahını da gözeten tarım politikaları ve programları uygulamaya çalışmalıdır (HSI, 2011).

Tarımsal faaliyetler direkt olarak doğaya bağlı bir şekilde sürdürülmektedir. Teknoloji ve teknolojik faaliyetler hızla artsa da bu gerçek değişmemektedir. Tarım, ekonomik olarak önemli bir faaliyettir ve hem ülkelerin iç ticareti hem de uluslararası ticareti bakımından önem arz etmektedir. Tarımsal faaliyetler iklim değişikliği ve dolayısıyla küresel ısınmadan etkilenen bir sektördür. Toprağı işleme şekli, gübre ve gübreleme, ilaç sanayisi ve ilaçlama ve gıda üretiminde ve taşınmasındaki işlemler, tarım alanlarının faaliyet değişimi, enerji tüketimleri, üretilen hayvanların gübreleri karbon emisyonuna olumsuz katkıda bulunmaktadır (Bayraç ve Doğan, 2016).

1. ETLİK PİLİÇ VE YUMURTACI TAVUK YETİŞTİRİCİLİĞİ

Etlik piliçler, yaklaşık 35-42 günlük yaşta pazarlanmakta ve bu yaşta erkek-dişi karışık olarak ortalama 2200-2500 g canlı ağırlığa sahip olmaktadır.

Genetik materyal, tüketilen yemin özellikleri, tüketici talepleri veya yetiştirme sistemleri kesim yaşını etkileyen ana faktörlerdir. Entansif etlik piliç yetiştiriciliğinde 35-42 günlük yaşlar arasında kesim yaşına ulaşan ve hızlı gelişme özelliği gösteren genotipler kullanılmaktadır. Bunun yanında, serbest gezinmeli (free-range), yarı-entansif veya organik etlik piliç üretiminde yavaş gelişen etlik piliçler kullanılmakta ve 56-81 günlük kesim yaşında 2200-2500 g arasında canlı ağırlık hedeflenmektedir. Bu genotiplerde tüy ve deri rengi ile karkas parça randımanları hızlı gelişen etlik piliçlerden farklıdır. Ayrıca, kullanılan yemlerin bileşimi, yemden yararlanma oranları ve birçok performans göstergesi bakımından da önemli farklılıklar bulunmaktadır (Sarica ve Erensayın, 2018).

2. ALTERNATİF KANATLI ÜRETİM SİSTEMLERİ

Günümüzde piliç eti ve yumurta üretiminin büyük çoğunluğu entansif üretim koşulları altında gerçekleştirilmektedir. Piliç eti üretimi genellikle hızlı gelişen hibritlerle yüksek yerleşim sıklığı koşullarında altlıklı sistemlerde gerçekleştirilmektedir. Ancak 5-6 haftalık sürede sağlanan hızlı canlı ağırlık artışı bazı metabolik rahatsızlıklar ve iskelet problemleri ile davranış ve refah problemlerinin görülmesine neden olmaktadır (Van Horne ve Achterbosch, 2008). Ticari yumurta tavukçuluğunda ise genellikle kafes (konvansiyonel veya zenginleştirilmiş) sistemleri kullanılmaktadır. Bu üretim sisteminde tavukların dar ve sınırlı alana sahip kafes gözlerinde barındırılması da hareketsiz kalma, kafes yorgunluğunun görülmesi, doğal davranışlarının engellenmesi gibi bazı problemlere neden olmaktadır (Yetişir ve Sarica, 2018).

Başta Avrupa Birliği olmak üzere gelişmiş ülkelerdeki tüketicilerin hayvan refahı ve güvenilir gıda üretimine karşı duyduğu endişe ve hassasiyet ile birlikte doğa dostu üretim ve hayvan haklarını da gözetilen üretim sistemlerine olan talep giderek artmaktadır. Bu nedenle, yavaş gelişen genotiplerin kullanıldığı, yerleşim sıklığının azaltıldığı ve hayvanların gezinti alanına çıkabildiği, alternatif sistemler gündeme gelmiştir. Hem piliç eti hem de yumurta üretimi için yer ve kafes sistemlerinde yapılan entansif üretime alternatif olan yetiştirme sistemleri ortaya çıkmıştır. Yerde yetiştirmeye alternatif sistemler organik ve serbest yetiştirme (free-range), yarı entansif yetiştirme, derin altlıklı sistem ve tünnek sistemidir. Kafeste yetiştirmeye

alternatif olarak zenginleştirilmiş kafesler ve çekme kat sisteminde üretim gerçekleştirilmektedir (Altan ve Bayraktar, 2018).

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İnsanlığın yüzleşmesi gereken en ciddi çevresel sorun olan iklim değişikliği, gelecek neslin refahını tehdit etmektedir. Küreselleşme, ekonomik, sosyal ve teknolojik alanda çok hızlı değişimlere yol açmıştır. Bununla beraber açlık da en önemli sorun haline gelmiş durumdadır. İnsanlarda açlıkla mücadele ile için çaba gösterilirken, diğer yandan küresel iklim değişikliklerinin yine insan sebepli ve odaklı olması da önemli bir sorun olarak ortaya çıkarmaktadır. Ama umutsuzluğa kapılmadan inovasyonu ve yatırımı destekleyen doğru politikaları uyguladığımızda insanlık yararına olan sorunların çözümünde başarıya ulaşılacaktır. Bilim insanları, iklim değişikliği ve etkilerini, sebep-sonuç ilişkisi kurarak irdelemektedirler. Tüm dünya ülkeleri iklim değişikliği ve etkilerine karşı çaba gösterme konusunda hem fikir olmuştur (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).

İklim değişikliği, gezegenimizin ekosistemlerini dönüştürmeye başlamıştır. Küresel sıcaklıktaki artışı “2 °C derecenin altında tutmak” ve “tehlikeli” iklim değişikliğinden kaçınmak için, küresel emisyonlarda acilen kısıtlamalar yapılması gerekmektedir. Küresel hayvancılık sektörü, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarına önemli bir pay katmaktadır (Gerber vd., 2013). Aynı zamanda gerekli azaltma çabasının önemli bir payını da sağlayabilecektir. Mevcut ve gelecek vaat eden sera gazı emisyonlarının azaltma stratejilerinin uygulanmasını sağlamak için tüm sektör paydaşlarından acilen ortak ve toplu eylem gereklidir. Sektörün emisyonlarını ve çevresel ayak izini azaltma ihtiyacı, gıda güvenliğini sağlamak, büyüyen, genişlemesi devam eden, daha zengin ve daha kentleşmiş bir dünya nüfusunu beslemek için gerçekten de her zamankinden daha acil hale gelmiştir (FAO, 2009).

Hayvancılık üretim faaliyetleri ve tedarik zincirlerinin iklim değişikliğine önemli bir olumsuz katkıda bulunduğunu son birkaç yıldır biliyoruz. Bununla birlikte, tüm türler, sistemler ve bölgeler için emisyonların önemli ölçüde azaltılma potansiyeli mevcut ve ulaşılabilir durumdadır. Ancak güçlü yönetim iradesine ve daha iyi politikalara ihtiyaç vardır (FAO, 2009; Gerber vd., 2013).

İklimdeki değişiklikler hem doğal hem de insan kaynaklı faktörlerden etkilenebilmektedir. Doğal ısınma olayı, sera etkisindedir. Sera etkisi, atmosferik sera gazlarının dünyanın yüzeyini sıcak tuttuğu bir örtü etkisidir (Özmen, 2009). Bulutlar, aerosoller ve dünya yüzeyinin bazı kısımları, dünyaya ulaşan güneş ışığının yaklaşık üçte birini yansıtmaktadır. Yeryüzüne ulaşan enerji, yüzey tarafından emilir ve daha sonra ısı enerjisi olarak uzaya geri yayılır. Sera gazları, yeniden yayılan bu enerjinin bir kısmını atmosferde tutarak, dünyanın yüzey sıcaklığını yükseltmektedir. Karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) üç önemli sera gazıdır. Bu gazlar doğal olarak oluştuğunda zararlı etki göstermemektedir (Steinfeld vd., 2006; Moore ve MacCracken, 2009). Atmosferdeki varlıkları, dünya yüzeyinin yakınında bir miktar ısıyı tutarak gezegendeki yaşamın sürdürülmesine yardımcı olmaktadır (Kılıç ve Şimşek, 2009). Maalesef sanayi devriminden bu yana, sera gazlarının üçünün de atmosferik konsantrasyonları, insan faaliyetleri nedeniyle önemli ölçüde artmış, küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine olumsuz katkıda bulunmuştur. 1970 ile 2004 yılları arasında, sera gazı konsantrasyonlarında yaklaşık %70 artış görülmüştür. Okyanus, insan kaynaklı karbon emisyonlarının bir kısmını emmesine rağmen, sera gazı konsantrasyonları artmaya devam etmektedir (Steinfeld vd., 2006; Moore ve MacCracken, 2009; HSI, 2014).

Dünyada sera gazlarının miktarını ve yoğunluğunu artıran (küresel ısınma nedenleri) ana etmenler; enerji-yakıt tüketimleri, tüketimin endüstrileşmesi, orman alanlarının azalması ve kırsal üretimdir. Sera gazlarından kaynaklanan iklim değişikliği; sağlık, dış ticaret, turizm, lojistik, inşaat ve sigortacılık gibi faaliyetleri etkileyebilmektedir. Hatta ülkelerin milli gelirlerinde çok önemli bir payı olan tarım ve tarıma dayalı sanayi kollarını etkilemekte ve ekonomik olarak zarar vermektedir (Özmen, 2009; Bayraç ve Doğan, 2016; Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020). Hayvansal üretimden kaynaklı sera gazı emisyonları da küresel iklim değişikliğine olumsuz olarak katkıda bulunmaktadır. Türkiye’de bir kg et üretimi için sera gazı salınımı en fazla kırmızı et üretiminde (13.2 ton), en düşük ise süt üretimindedir (0.95 ton). Kanatlı eti ve yumurta üretiminde ise bu oranlar 3.5 tondur ve hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklı toplam 47.870.234 ton CO_{2e} sera gazı salınımını belirlenmiştir (Tablo 1). Bu miktarın %43.9’unun süt, %30.8’inin kırmızı et, %16.3’ünün kanatlı eti ve geri kalan %9’unun da yumurta üretimi kaynaklı

olduğu tespit edilmiştir. Hayvancılık sektörü olarak değerlendirildiğinde kanatlılardaki sera gazı salınımı ruminantlara göre daha azdır (Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020).

Tablo 1. Türkiye hayvancılığında oluşan sera gazı miktarları (Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020)

Hayvansal ürünler	Üretim miktarı (ton)	1 kg üretim için salınan sera gazı miktarı (CO _{2e} ton)	Toplam salınım miktarı (CO _{2e} ton)
Süt	22.120.716	0.95	21.014.680
Kırmızı et	1.118.695	13.2	14.766.774
Kanatlı eti	2.226.205	3.5	7.791.718
Yumurta*	1.227.732	3.5	4.297.062
TOPLAM			4.787.0234

*: 16 adet yumurta 1 kg olarak alınmıştır.

Çiftlik hayvanları, üç ana sera gazının üretimine önemli katkılarda bulunmaktadır ve hayvanların sayıları arttıkça emisyonları da artmaktadır. ABD Tarım Bakanlığı (USDA), “Hayvancılıktan kaynaklanan sera gazı emisyonları, doğal olarak hayvan popülasyonu büyüklüklerine bağlıdır, çünkü hayvancılık ya doğrudan ya da dolaylı olarak emisyonların kaynağıdır” diye belirtmektedir (Steinfeld vd., 2006; Pelletier ve Tyedmers, 2010; HSI, 2014).

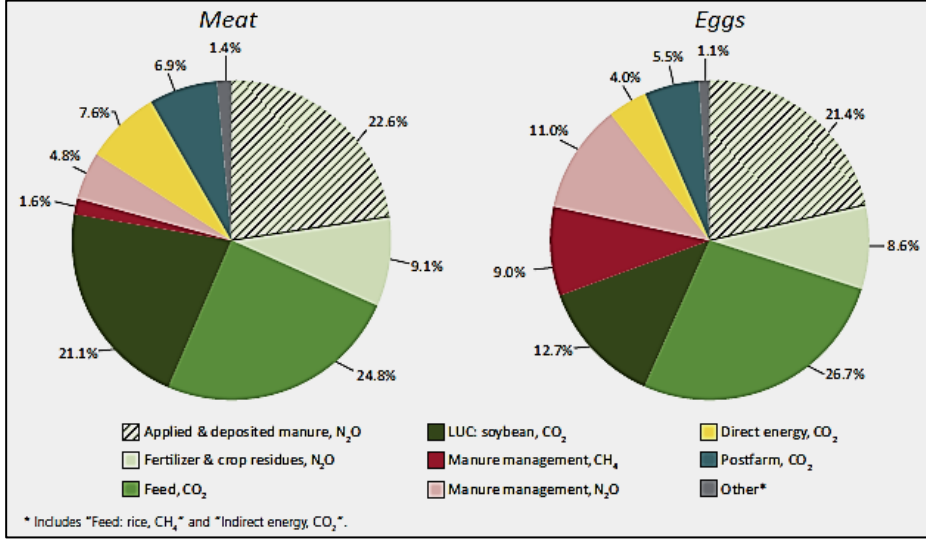
4. ALTERNATİF KANATLI ÜRETİM SİSTEMLERİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLİŞKİSİ

Hayvancılık sektörü küresel ısınmaya %9 karbondioksit (CO₂), %35-40 metan (CH₄) ve %65 diazot monoksit (N₂O) emisyonu ile etki etmektedir. Hayvancılık sektörü küresel ısınmaya düşük oranda etki etmekle birlikte, küresel ısınma sonucu oluşan yüksek sıcaklıklar ve kuraklıklar, ekosisteme, hayvansal üretim ve sistemlerine daha yüksek oranda olumsuz etki yapmaktadır. Hayvansal üretim faaliyetleri küresel ısınmanın oluşturacağı olumsuzluklarla; yem bitkileri üretimi ve kalitesi ile meraların varlığı ve kalitesinin bozulması, hastalık ve diğer zararlıların gelişimi, ısı stresi, biyolojik çeşitlilik kaybı ve su varlığının azalması gibi etkilerle karşılaşabilecektir (Gerber vd., 2013).

Yeryüzünde hali hazırda yapılan hayvancılık faaliyetleri biyokütlenin ortalama %60'lık bölümünü oluşturmakta ve en yüksek arazi kullanım alanına sahip sektördür (Lean ve Moate, 2021). Önlem alınmadığı takdirde gelecekte olması muhtemel iklim değişikliği belirtileri biyokütlenin önemli bir bölümünü ve verimliliğini etkilemiş olacaktır. Yetiştiricilikte uygulanan üretim sistemlerinin özellikle sera gazı salınım miktarının azaltılması öncelik olsa da burada işletmelerin ekonomik güçleri ve tüketici üzerinde oluşturacağı ekonomik yük te hesaba katılmalıdır (Al-Amin ve Alam, 2011; Koyuncu ve Akgün, 2018; Lean ve Moate, 2021).

Çiftlik hayvanlarından özellikle hızlı büyüyen ve yüksek verimli olanlar, iç ısı yükleri kısmen daha yüksek olduğundan iklim değişikliğinden daha fazla etkilenebilecektir. Ayrıca, bu durumun çiftlik hayvanlarının refahı ve sağlığı üzerinde olumsuz etki yaratmasının beklendiği de göz önüne alınmaktadır (McMichael ve Lindgren 2011; RSPCA, 2020). Birçok çalışma, hava sıcaklıklarında beklenen artışın hayvanların ölüm riskini artıracaklarını, bununla beraber çok soğuk kışların yaşandığı bölgelerde yaşayan hayvanların sağlık ve refahını iyileştirebileceğini öne sürmektedir (Nardone vd., 2010). Ancak, her koşulda hayvansal üretim faaliyetlerinin değişen iklime karşı adaptasyonu konusunda bilimsel bilgi eksikliği bulunmaktadır (Al-Amin ve Alam, 2011; RSPCA, 2020). Bu nedenle, dünyanın farklı agro-ekolojik bölgelerinde değişen iklim senaryoları altında hayvancılık üretim sistemlerinin sürdürülmesi konusunda sağlam temelli referans materyaller ortaya koyulması bir gerekliliktir.

2013 yılında yayınlanan bir raporda (Gerber vd., 2013), küresel olarak tavuk tedarik zincirlerinin, sektör emisyonlarının %8'ini temsil eden 606 milyon ton CO₂ eşdeğer sera gazı emisyonu yaydığı ve ana emisyon kaynağının yem üretimine bağlı olduğu bildirilmektedir. Yem üretimi hem etlik piliç hem de yumurta tavukçuluğu tedarik zincirlerinden kaynaklanan emisyonların yaklaşık yüzde 57'sine etkide bulunmaktadır. Soya fasulyesi ekiminin genişlemesine bağlı olarak, bu oranlara fazladan %21.1'lik (etlik piliç) ve %12.7'lik (yumurta tavukçuluğu) ek emisyon etkisi ortaya çıkmaktadır (Şekil 1). Etlik piliçlerin tükettiği rasyonlar protein açısından daha zengin olduğundan ortalama olarak piliç eti üretiminde soya fasulyesinin üretiminden kaynaklı emisyon oranı yüksektir.



Şekil 1. Emisyon kategorisine göre tavuk eti ve yumurta tedarik zincirlerinden kaynaklanan küresel emisyonlar (Gerber vd., 2013)

Yumurta tavukçuluğu faaliyetleri sonucu oluşan gübre kaynaklı emisyon etlik piliç üretiminden elde edilen emisyonlardan daha fazladır. Gübre emisyonları, yumurta tavukçuluğunda emisyonların yaklaşık %20'sini, etlik piliçlerde ise yalnızca yaklaşık %6'sını oluşturmaktadır. Bunun nedeni gübre atıklarının farklı yönetimidir. Etlik piliçlerde genellikle kuru ve aerobik koşullar kullanılırken, yumurtacılar uzun süreli ve sıvı çukur depolama işlemi yapılmaktadır (Şekil 1) Gerber vd., 2013).

Doğrudan enerji (direct energy), yem CO₂'i ve çiftlik sonrası faaliyetlerdeki CO₂ emisyonu dahil olmak üzere enerji tüketiminden kaynaklanan emisyonlardır ve toplam emisyonların %35 ile %40'ı kadarını oluşturmaktadır (Şekil 1) Gerber vd., 2013).

Üç farklı üretim sisteminin karşılaştırıldığı aynı raporda (Gerber vd., 2013), ekstansif tavukçuluk (hem et hem de yumurta üretimi için), konvansiyonel etlik piliç ve konvansiyonel yumurta tavukçuluğu ele alınmıştır (Tablo 2). Konvansiyonel üretim sistemlerinde daha düşük emisyon yoğunluğu tespit edilmiştir. Et üretiminin yüzde 90'ından fazlasını oluşturan konvansiyonel etlik piliç üretiminde emisyon yoğunluğu en düşük seviyededir. Benzer şekilde, yoğun bir şekilde üretimi yapılan konvansiyonel yumurta tavukçuluğunda da emisyon yoğunluğu ekstansif sistemden daha düşüktür.

Ekstansif üretim sisteminde daha düşük oranda üretim yapılmakta ve daha düşük et ve yumurta elde edilmektedir. Bu sistemde yetişen kanatlılar daha yavaş büyüme özelliklerine ve düşük yumurta verimlerine sahiptir. Aynı zamanda oransal olarak daha az alanda üretim gerçekleşmektedir.

Tablo 2. Dünyada üretilen tavukların emisyonları ve emisyon yoğunlukları (Gerber vd., 2013)

Üretim sistemi	Üretim (milyon ton)		Emisyon (CO _{2e} milyon ton)		Emisyon yoğunluğu (kg CO _{2e} /kg.ürün)	
	Yumurta	Et	Yumurta	Et	Yumurta	Et
Ekstansif	8.3	2.7	35.0	17.5	4.2	6.6
Yumurta	49.7	4.1	182.1	28.2	3.7	6.9
Etlik piliç		64.8		343.3		5.3
TOPLAM	58.0	71.6	217.0	389.0	3.7	5.4

Ekstansif üretim sistemlerinde daha yüksek emisyon yoğunluklarının ortaya çıkması çeşitli faktörlerle açıklanmaktadır. Birincisi, ekstansif üretim sistemlerindeki tavuklar, nispeten düşük kaliteli yem ile beslenmekte ve yeme ulaşmada harcadıkları enerji de daha yüksek olmaktadır. Ayrıca yemden yararlanma oranları da zayıftır (Gerber vd., 2013). İkincisi, diğer üretim sistemlerine göre daha düşük verimli hayvanlar yetiştirilmektedir. Bununla birlikte daha yüksek ölüm oranları (büyük ölçüde hastalık ve avlanma yoluyla) ve daha düşük üreme özelliklerine sahiptirler. Ekstansif üretim sistemlerinde, gübre N₂O emisyon yoğunluğu da zayıf yem dönüşümü nedeniyle daha yüksektir (yem azotunun N₂O emisyonlarına daha yüksek dönüşüm oranları nedeniyle) (Gerber vd., 2013).

İklim değişikliği perspektifinden değerlendirildiğinde, organik ve ekstansif üretim sistemleri bazı durumlarda diğer sistemlerden daha verimli olabilmektedir. Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu'na (IFOAM) göre, organik tarımın karbon tutma ve emisyonları azaltma potansiyeli vardır. Ancak sığır eti ve süt ürünleri üretimi için bu konuda çok sayıda ve çelişkili çalışma bulunmaktadır (Mader vd., 2002; HSI, 2014). Aynı şekilde Gerber vd. (2013) raporunda ekstansif sistemde daha yüksek emisyon olduğunu belirtmiştir. Sera gazı emisyonları, farklı üretim sistemlerini değerlendirirken önemli bir çevresel değerlendirme olmakla birlikte, diğer

çevresel faktörlerin de dikkate alınması gerekir. Örneğin organik tarım, daha fazla dış girdiye dayanan geleneksel tarım sistemlerinden daha fazla biyolojik çeşitliliği teşvik etme potansiyeline sahiptir. Organik olarak yönetilen tarım arazileri, kuşlar, solucanlar ve toprak mikroorganizmaları da dahil olmak üzere birçok ot ve diğer türleri destekleyen, biyolojik olarak daha çeşitli olma eğilimindedir (Mader vd., 2002; HSI, 2014).

Küresel ısınmaya bağlı olarak özellikle alternatif üretim sistemlerinde gezinti alanı ve meraya ulaşımın olduğu yetiştiricilikte önemli sorunlar ortaya çıkacaktır. Bölgesel olarak değerlendirildiğinde “soğuk iklim kuşaklarında” sıcaklık artışı gezinti alanı ve meraların uygun yapıda olmasını hatta alanların artışı sağlayacaktır. Fakat “sıcak iklim kuşaklarında” sıcaklık yükselmesine bağlı olarak kuraklık dolayısıyla yem bitkileri üretimi azalacaktır. Yüksek sıcaklıklarda kanatlılarda “ısı stresi” oluşabilecek, buna bağlı verimde kayıplar ortaya çıkabilecektir (Demir ve Cevger, 2007; Nardone vd., 2010).

Küresel ısınmaya bağlı olarak oluşacak yüksek sıcaklıklar ve buna bağlı ısı stresi çiftlik hayvanlarında her iki cinsiyette de üreme özelliklerini olumsuz etkileyecektir (Baltensperger ve Huettmann, 2015; Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020). Sıcaklık değişimleri üreme ile ilgili hormon salınımlarını etkileyerek yumurta hücre oluşum ve gelişim süreçlerini negatif yönde etkileyebilecektir. Kanatlıların erkeklerinde ısı stresine bağlı olarak kısırılık sorunları dışı hayvanlara göre daha fazla görülmektedir. Üreme ile ilgili yapılan çalışmalarda;

- Dış ortam sıcaklığının artmasıyla birlikte hayvanların vücut sıcaklığının artması,
- Vücut sıcaklık artışıyla beraber uterusu giden kan miktarının azalması,
- Uterus iç sıcaklığının artması,
- Döllülüğün düşmesi,
- Embriyonik gelişimin yavaşlaması,
- Erken embriyo ölümlerinin artması gibi sorunlar tespit edilmiştir (Lacetera vd., 2003; Nardone vd., 2010).

Yüksek sıcaklıklara bağlı olarak çiftlik hayvanlarında hastalık etmenlerinin ve hastalıkların görülme düzeyi artacaktır (Wittmann ve Baylis, 2000; Al-Amin ve Alam, 2011; Lacetera, 2019; RSPCA, 2020; Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020). Bu duruma örnek olarak, sıcaklıkların artışı patojen mikroorganizmaların hayatta kalmasına ve çoğalmasına neden olabileceği

varsayımı gösterilebilir. Kanatlılar iklim değişikliğine uyum sağlayabilmek için bu süreçte hem hastalıklara karşı mücadele edecek hem de verim özelliklerini korumaya çalışacaktır. Bu durumda fizyolojik, metabolik ve davranışsal değişimlerin de olabileceği bildirilmektedir. Çünkü çevreden gelen uyarılara karşı hormonal salgı dengesinde değişimler olabilecektir (Thorne, 2007; Tirado vd., 2010; Petrovica vd., 2015; Koyuncu ve Akgün, 2018). Kanatlılarda yüksek sıcaklık etkisi dolaylı olarak termal çevre etkisine, vektörlerden kaynaklı hastalıklara, enfeksiyona sebep olan patojene karşı direnç azalmalarına ve beslenmeye bağlı hastalıklara neden olabilir. Ayrıca hastalık döneminde ve sonrasında meydana gelen verim kayıpları ve ekonomik harcamalar da önemli olumsuz etkenler olacaktır (Wittmann vd., 2001; Nardone vd., 2010; Al-Amin ve Alam, 2011).

Kanatlılarda konvansiyonel yetiştiricilik hayvanların yüksek yoğunluklu olarak yetiştirilmesine sebep olmaktadır. Bunun sonucunda kanatlılar doğal ve normal davranış özelliklerini sergileyememektedir. Bununla birlikte yüksek yoğunluklu kümeslerde ortaya çıkan gübre ve çamur vb. yapılar iklim değişikliğine olumsuz etki edebilmektedir (Krishnan, 2017). Ayrıca bu yapılar hastalık etkenlerini artırıcı ve hayvan refahını azaltıcı etki yapmaktadır. Hayvan refahının artırılması ve iyileştirilmesi, iklim değişiminden kaynaklanacak sorunların çözümünde fayda sağlayacaktır (Gerber vd., 2013; Koyuncu ve Akgün, 2018). Kümeslerde yapılan yoğun üretimler, kanatlıların bağışıklık sistemini olumsuz etkileyerek yüksek ölüm oranlarının gerçekleşmesine ve ekonomik kayıpların olmasına bir etkindir. Yine bu noktada oluşacak çevre kirliliği de göz önünde bulundurulmalıdır.

İklim değişikliğine karşı olumsuz etkiler sadece kümes içi koşullarda değil, nakil ve taşıma sürecinde de oluşmaktadır. Yumurta ve civciv nakliyesi ile kesim işlemleri için uzak mesafelere taşıma nedeniyle de araçlardan kaynaklı emisyon artmaktadır (Gerber vd., 2013). İklim değişikliğinin kanatlı hayvanlar üzerinde olası olumsuz etkileri;

- Tüketilen yemlerin kalitesi ve miktarı,
- Besleme ile ilgili stratejileri,
- Mera veya gezinti alanlarının mevsimsel kullanılabilir olması ve durumu,
- Genetik çalışmalar,
- İslah çalışmaları,

- Hayvan sayıları,
- Hayvanların sağlığı gibi özellikler üzerine direkt ya da dolaylı olarak görülebilecektir.

İklim değişiminin olası olumsuz etkilerinin önlenmesi, bu bileşenlerin ve faktörlerin birbirleri ile olan etkileşimine bağlıdır. Sürdürülebilir kanatlı yetiştiriciliği alternatif üretim sistemlerinin teknik açıdan fayda düzeyine bağlı olarak hem hayvan refahına hem de iklim değişiminin olumsuz etkilerinin azalmasına katkı sunacaktır (Koyuncu ve Akgün, 2018).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kanatlı hayvanlarda refah ve güvenilir gıda üretim süreci yönünde insanlarda oluşan ilgi, endişe ve tepkiler son yıllarda artmaya başlamıştır. Bunun sonucu olarak alternatif üretim sistemleri arayışı başlamıştır ve bu sistemler de üretimde çok hızlı bir süreç olmasa da kullanılmaktadır. Etlik piliç ve yumurta tavuğu yetiştiriciliğinde konvansiyonel üretim sistemlerine alternatif olarak serbest gezinmeli, organik ve çevresel zenginleştirme yapılan üretim sistemleri geliştirilmiştir. Alternatif yetiştirme sistemleri gelecekte daha da önemli hale gelecektir. Bu noktada alternatif yetiştirme sistemlerinin uygulanması sadece hayvan refahı yönünden değil, iklim değişikliğine etkisi ve iklim değişikliğinin hayvanlar üzerine etkisi yönünden de detaylı incelenmesi gerekmektedir. Yapılacak iyileştirme uygulamalarının her yönüyle incelenmesi artık bir zorunluluk haline gelmiştir. Sera gazı salınımını azaltıcı uygulamaların etlik piliç ve yumurta tavukçuluğu sektörüne adapte edilerek sürekli takip edilmesi gerekmekte ve alternatif sistemler oluşturulurken de hedef faktörlerimizden olmalıdır.

İklim değişikliğine olumsuz yönde katkı sağlamamak ve iklim değişikliğinden de daha az etkilenmek için direkt ve dolaylı faktörler ile etkilerinin de dikkate alınması gereklidir. Bunlar;

- Gübre yönetiminin kontrollü ve sürdürülebilir şekilde yapılması,
- Kümes yapımlarında teknik açıdan gübre ve diğer atık sistemlerinin sera gazı salınımını azaltıcı yönde planlanması,
- Tavukçuluk atıklarından enerji üretimi yönünde faydalanılması,
- Yetiştiricilikte hayvan yoğunluğuna dikkat edilmesi ve gerekli sınırların aşılmasının önlenmesi,

- Konvansiyonel veya alternatif üretim sistemlerinde ısı stresine karşı yürütülecek çalışmalarda, özellikle ısı stresine dayanıklı genotiplerin kullanılması ve ıslah edilmesi,
- Konvansiyonel veya alternatif üretim sistemlerinde tüketilen yemin ısı stresine karşı kanatlıları rahatlatıcı şekilde rasyonlara modellenmesi,
- Kanatlılarda kullanılan yem hammaddelerinin üretiminde, olası iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı normal iklim şartlarının dışındaki sıcaklık ve nem koşullarına uygun yem bitkilerinin geliştirilmesi,
- Alternatif üretim sistemlerinde suyun gereğinden fazla kullanımını engelleyici sistemlerin uygulanması ve geliştirilmesi,
- Serbest gezinmeli ve organik üretim sistemlerinde, gezinti alanındaki toprağın nem düzeyinin toprağın yapısını koruyucu yönde geliştirilmesi ve uygulanması,
- Hastalık ve zararlı kontrollerinin etkin ve hızlı bir şekilde uygulanabilir olması ve sürekli takip edilmesi gerekmektedir.

Hayvansal üretim uygulamaları ve yönetiminde daha yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesi, farkındalığın artırılması ve çiftçiler ile tüketicilerin sürdürülebilir gıda sistemlerini benimsemeleri için fiyat teşvikleri sağlanmalıdır. Çevreye duyarlı ve hayvan refahı dostu uygulamaları günlük hayatımıza dahil etmek, iklim değişikliğinin etkilerini önemli ölçüde yavaşlatabilecektir.

KAYNAKÇA

- Al-Amin, A. Q. and 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): 1061-1068.
- Altan, A ve Bayraktar, H. (2018). Kümesler ve Donanımları. *Tavukçuluk Bilimi, Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar* (Edit., M.Türkoğlu, M.Sarıca), s. 215-220. Ankara: Bey Ofset.
- Baltensperger, A. P. and Huettmann, F. (2015). Predicted Shifts in Small mammal Distributions and Biodiversity in the Altered Future Environment of Alaska: an open access data and machine learning perspective. *PLoS One*, 10:e0132054. doi: 10.1371/journal.pone.0132054.
- Bayraç, H. N. ve Doğan, E. (2016). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. *OGÜİBF Dergisi*, 11(1): 23-48.
- Demir, P. ve Cevger, Y. (2007). Küresel Isınma ve Hayvancılık Sektörü. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 78 (1): 15-16.
- FAO. (2009). *Coping With A Changing Climate: Considerations for Adaptation and Mitigation in Agriculture*. Environment and Natural Resources Series. Series number, 1684-8241.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. and 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), Rome.
- HSI. (2011). *Reduce greenhouse gas emissions, improve food security, and respect the welfare of animals. Farm Animal Welfare Recommendations*. United Nations Climate Change Conference Durban, South Africa COP 17/CMP7, November 28-December 9. https://www.hsi.org/wp-content/uploads/assets/pdfs/policy_recs.pdf. (Erişim Tarihi: 16/08/2022).
- HSI. (2014). *An HSI Report: The Impact of Animal Agriculture on Global Warming and Climate Change*. Humane Society International. https://www.hsi.org/wp-content/uploads/assets/pdfs/hsi-fa-white-papers/HSI_The_Impact_of_Animal_Agriculture_on_Global_Warming_and_Climate_Change.pdf. (Erişim Tarihi: 16/08/2022).

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). AR6 Climate Change 2021: the Physical Science Basis. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i>.
- Kılıç, İ. ve Şimşek, E. (2009). Hayvan Barınaklarından Kaynaklanan Gaz Emisyonları ve Çevresel Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 14 (2): 151-160.
- Koyuncu, M. ve Akgün, H. (2018). Çiftlik Hayvanları ve Küresel İklim Değişikliği Arasındaki Etkileşim. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*. 32 (1): 151-164.
- Krishnan, P. (2017). Environmental Impacts on Food Production and Consumption. Future Challenges Of Providing High-Quality Water - Vol. II. 1-13. <https://www.eolss.net/sample-chapters/c07/e5-17-02-03.pdf> (Erişim tarihi: 16.08.2022).
- Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B. and Nardone, A. (2003). Physiological and Productive Consequences of Heat Stress. The Case of Dairy Ruminants. In: Lacetera, N., Bernabucci, U., Khalifa, H. H., Ronchi, B., Nardone, A. (Eds.), *Proc. of the Symposium on Interaction between Climate and Animal Production: EAAP Technical Series, No. 7*, pp. 45-60.
- Lacetera, N. (2019). Impact of Climate Change on Animal Health and Welfare. *Animal Frontiers*. 9(1): 26-31.
- Lean, I. J. and Moate, P. J. (2021). Cattle, Climate and Complexity: Food Security, Quality and Sustainability of the Australian Cattle Industries. *Aust Vet J*. 99(7), 293-308. doi: 10.1111/avj.13072.
- Mader, P., Flieback, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. and Niggli, U. (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296(5573): 1694-1697.
- McMichael, A. J. and Lindgren, E. (2011). Climate Change: Present and Future Risks to Health, and Necessary Responses. *Journal of Internal Medicine*. 270, 401-413. doi: 10.1111/j.1365-2796.2011.02415.x.
- Moore, F. C. and MacCracken, M. C. (2009). Lifetime-leveraging: an approach to achieving international agreement and effective climate protection using mitigation of short-lived greenhouse gases. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 1(1): 42-62.

- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S. and Bernabucci, U. (2010). Effects of Climate Changes on Animal Production and Sustainability of Livestock Systems, *Livestock Science*, 57-69, Viterbo, Italia.
- Özmen, M. T. (2009). Sera Gazı, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü. İMO, 453(1): 42-6.
- Pelletier, N. and Tyedmers, P. (2010). Forecasting potential global environmental costs of livestock production 2000-2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107(43):18371-18374.
- Petrovica, Z., Djordjevic, V., Milicevic, D., Nastasijevic, I. and Parunovic, N. (2015). Meat Production and Consumption: Environmental Consequences *Procedia Food Science*. Belgrade, Serbia, 5, 235-238.
- RSPCA. (2020). The impact of climate change on the welfare of animals in Australia. Research report, RSPCA Australia. <https://kb.rspca.org.au/wp-content/uploads/2020/05/Climate-Change-and-Animal-Welfare-RSPCA-Australia-Research-Report-May-2020.pdf>.
- Sarıca, M. ve Erensayın, C. (2018). Etlik Piliç Yetiştiriciliği. *Tavukçuluk Bilimi, Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar* (Edit., M. Türkoğlu, M. Sarıca), 237s. Ankara: Bey Ofset.
- Sarıözkan, S. ve Küçükoflaz, M. (2020). Does Climate Effecting the Livestock or Livestock Effecting the Climate? *Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 17(3), 255-259. doi: 10.32707/ercivet.828781.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. and de Haan, C. (2006). *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, p. 82.
- Thorne, P. S. (2007). Environmental Health Impacts of Concentrated Animal Feeding Operations: Anticipating Hazards-Searching For Solutions. *Environ Health Perspect.* 115, 296-297.
- Tirado, M. C., Clarke, R., Jaykus, L. A., McQuatters-Gollop, A., Frank, J. M. (2010). Climate Change and Food Safety: A review. *Food Research International*. 43 (7): 1745-1765.

- Van Horne, P. L. M. and Achterbosch, T. J. (2008). Animal Welfare in Poultry Production Systems: Impact of EU Standards on World Trade. *World's Poultry Science Journal*, 64(1): 40-52.
- Wittmann, E. J. and Baylis, M. (2000). Climate Change: Effects on Culicoides-Transmitted Viruses and Implications for the UK. *Vet. J.*, 160, 107-117.
- Wittmann, E. J., Mellor, P. S. and 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, 731-740.
- Yetişir, R. ve Sarıca, M. (2018). Yumurta Tavuğu Yetiştiriciliği. *Tavukçuluk Bilimi, Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar* (Edit., M.Türkoğlu, M.Sarıca), 266-313. Ankara: Bey Ofset.

BÖLÜM 10

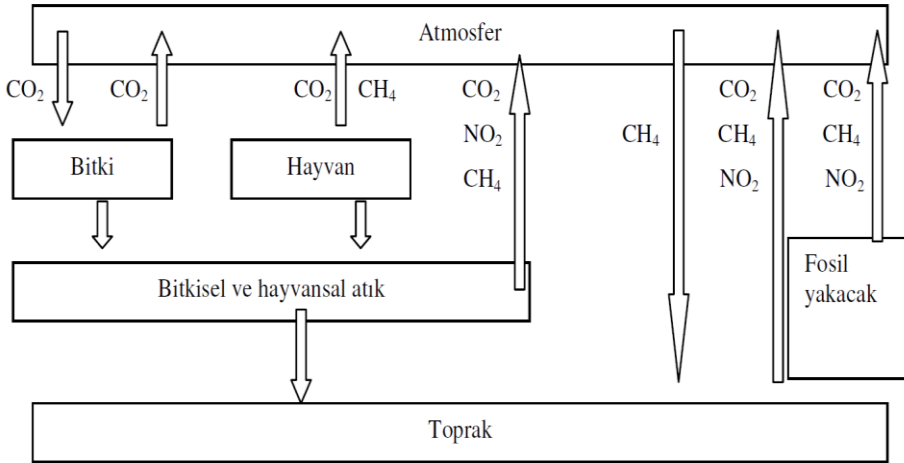
ALTERNATİF KANATLI TÜRLERİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi | Ahmet UÇAR^{1*}

^{1*} Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 06110, Ankara, Türkiye.
ucara@ankara.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-0640-3965

GİRİŞ

21. yüzyılda gözlemlenen ve tahmin edilen iklim değişiklikleri, özellikle de küresel ısınma, büyüklük bakımından son 65 milyon yıldaki en büyük küresel değişikliklerle kıyaslanabilir düzeydedir (Diffenbaugh ve Field, 2013, Kemp vd., 2015). Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinde, iklim değişikliğinin geçim kaynakları ve çevre üzerindeki ciddi olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla alınabilecek önlemler hakkındaki öneriler tartışılmıştır (Allen vd., 2018). Bu politikalardan biriside üretimlerinde sera gazı emisyonu açığa çıkan hayvansal ürünlerin alımını sınırlamak ve hatta bunları diyetimizden çıkarmaktır. Hayvansal üretimin küresel etkisine ilişkin tahminler insan kaynaklı emisyonların yaklaşık %15'ini oluşturduğunu ve bunun ulaşım sektöründen kaynaklanan emisyonu yakın bir değerde olduğu bildirilmektedir (FAO, 2017; Froggatt vd., 2014). Çin ve diğer Asya ülkeleri başta olmak üzere hayvansal ürünlere olan talebin artacağı hatta küresel et tüketim oranınının 2050 yılına kadar %70'den daha fazla artacağı ve bunun sonucu olarak gaz emisyon oranlarınının da artacağı tahmin edilmektedir (FAO, 2011). Tarımsal ekosisteme bağlı sera gazı kaynakları ve depoları, Köknaroğlu ve Akunal (2010)'dan uyarlandığı haliyle Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Tarımsal ekosisteme bağlı sera gazı kaynakları ve depoları

1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ PARADOKSU

Hayvancılık sektöründen kaynaklanan en önemli sera gazları metan, karbondioksit ve azot protoksittir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmek için sıcaklık artışını 1.5-2°C seviyelerinde ve atmosferdeki CO₂ miktarını da 350 ppm düzeyinde tutmak gerekmektedir (Allen vd., 2018). İklim değişikliği ile hayvansal üretim arasında bir paradoks mevcuttur. Çünkü hayvansal üretim iklim değişikliğini etkilerken iklim değişikliği de hayvansal üretimi etkilemektedir. İklim değişikliği ile hayvansal üretim sistemleri birbirinin hem nedeni hem de sonucu olarak karışık bir mekanizmaya sahiptir. Hayvancılık sektörü oldukça farklı yollarla iklim değişikliğinden olumsuz etkilenirken iklim değişikliği de hayvancılık sektöründen pek çok farklı yollarla etkilenmektedir (Malik vd., 2015). Kuraklık, heyelan, seller, fizyolojik stres ve çeşitli evrim kayıpları iklim değişikliğinin doğrudan etkileri iken yem ve içme suyu kalitesi ve erişilebilirliği ile salgın hastalıklar ve girdi maliyetlerinin artması da dolaylı etkileridir (Malik vd., 2015; Thornton vd., 2015).

Sanayi devrimi ile birlikte 1860'lı yıllarda insanların durmak bilmeyen daha fazla tüketim istekleri, nüfusun hızla artması, sanayileşme, çarpık kentleşme, ormanların yok olması ve yanlış arazi kullanımı iklim değişimlerindeki istikrarı bozmuştur. Bunun neticesinde de küresel ısınma ile küresel iklim değişikliğinin oluştuğu karmaşık bir döneme girilmiştir (Demir, 2009). Çiftlik kanatlılarında verimlilik üzerine iklim değişikliğinin doğrudan etkisi olarak kanatlılarda ısı stresi oluşturması, yem alımı, fizyolojik süreçler, davranışsal, metabolik değişiklikler, büyüme ve üreme performansının etkilenmesi gösterilmektedir. Yem miktar ve kalitesi, su kaynakları ve dolayısıyla yem bitkisi varlığında azalma ve parazit kaynaklarının artması gibi dolaylı etkilerle de kanatlılarda ciddi ekonomik kayıplar meydana gelmektedir (Naqvi ve Sejian, 2011).

İklim değişikliği küresel sıcaklık ve yağış rejimlerini değiştirmekte ve bu da değişik tepki verme yeteneklerine sahip türlerin populasyon dinamiklerinde ciddi etkilere sahip olabilmektedir (Raquel vd., 2019). Nitekim özellikle tavukçuluk alanında faaliyet gösteren ıslah firmaları değişen bu dünyada rekabet güçlerini artırabilmek için sıcak çevre koşullarına uyum yetenekleri yüksek olan yerli tavuk ırklarını mercek altına almış ve hatta ellerindeki mevcut hatlardan dayanıklı olanların varlığını incelemeye başlamışlardır (Özdemir, 2008).

2. KANATLI ÜRETİMİNİN ETKİNLİĞİ

Kanatlı türlerinin faydalanılmak üzere evcilleştirilmesinden bu güne kadar üretim sistemlerinin evrimi; *geçim* için kullanım ile başlamış sonrasında *üretim* daha sonrasında ise *üretkenlik* ve yaklaşık son yarım yüzyıldır devam edegelen *süreklilik* anlayışı ile 4 safhada incelenmektedir (Olesen vd., 2000). 21. yüzyılda hayvansal ürünlerin tüketimindeki yıllık artış yaklaşık olarak %7 oranındadır (Decuyper vd., 2010). Kanatlı üretim sektörü, dünya üzerinde yaşayan yaklaşık 8 milyar insanın hayvansal kökenli gıda ihtiyacının yaklaşık %35-40'ını karşılamaktadır (Mckay, 2009).

Özellikle domuz ve kanatlı üretiminde (genellikle endüstriyel) büyüme ile sığır, koyun ve keçi üretim potansiyelinde bazı bölgelerde bir duraklama sonucunu doğurmuştur. Bugün hayvancılıkta tahmin edilen büyümenin %80'nin endüstriyel hayvancılık işletmeleri temeline dayandığı belirtilmektedir (Koyuncu ve Akgün, 2018).

Hayvansal üretim dünyanın toprak, su ve genetik çeşitlilik kaynakları üzerinde ciddi etkilere sahiptir. Arazi kullanım değişikliği, enterik fermentasyon ve gübre yönetimi gibi pek çok yolla iklim değişikliğine olumsuz katkıda bulunmaktadır (Steinfeld vd., 2006). Hayvansal ürün tedarik zinciri tahmini olarak senede yaklaşık 7.1 milyar ton CO₂ eşdeğeri yaymasıyla iklim değişikliğinde önemli rol almaktadır. Geviş getirme ile oluşan enterik fermentasyon ve yem üretimi ile ilgili prosesler iki önemli emisyon kaynağıdır. Küresel olarak yaklaşık CO₂ emisyon tahminleri et sığır, süt sığır, domuz, manda, tavuk, koyun-keçi ve diğer kanatlılar gibi türlere göre sırasıyla 2.5 milyar, 2.1 milyar, 670 milyon, 620 milyon 610 milyon, 475 milyon ve 72 milyon tondur (Gerber vd., 2013). Bu açıdan baktığımızda; hayvancılık sektörünün sera gazı salınımının %65'inin sığırcılık işletmelerinden kaynaklandığı ve buna göre küresel gıda temininde sürdürülebilirliğin sağlanması için; çevresel performans özelliklerinin ve hayvansal üretim kaynaklarının geliştirilmesi gerekmektedir (Herrero ve Thornton, 2013).

İnsanların daha fazla hayvansal kökenli gıda tüketimine yönelmesi ile bitkisel ürünlere kıyasla 4 kat daha fazla ekilebilir toprak ve su gibi doğal kaynağa ihtiyaç duyması sebebiyle yeni zorluklara yol açmaktadır. Ne yazık ki dünya nüfusunun %90'ının bulunduğu Asya ve Afrika kıtaları dünya tatlı su kaynaklarının sadece 1/3'üne sahiptir. Su kaynaklarının sınırlı ve dünya

üzerinde dağılımının düzensiz olması et üretiminde hangi türlerin üretileceği konusunda gittikçe daha belirleyici bir faktör olacaktır (Desouzard, 2013).

Çiftlik kanatlıları üretiminde daha az yem ve su gibi doğal kaynağa ihtiyaç duyulmaktadır. Yaygın olarak kullanılan kesim yaşındaki yaklaşık değerler dikkate alındığında, 1 kg canlı ağırlık kazancı için büyükbaş hayvanlar 8-10 kg yeme ve küçükbaş hayvanlar 4-6 kg yeme ihtiyaç duyarken etlik piliçlerde bu oran 1.5-2 kg, yumurtada 2 kg, hindi ve bıldırcınlarda 2.5-3 kg, ördek ve kazlarda 3.5-4 kg ve sülün, keklük ve beç tavuklarında ise 4-5 kg civarındadır (Ertuğrul, 1997; Sarıca ve Erensayın, 2018; Yamak vd., 2016; Yamak vd., 2018; Yamak vd., 2020).

Bazı memeli çiftlik hayvanlarının su gereksinimleri Garipoğlu (2014)'dan uyarıldığı şekilde Tablo 1'de ve bazı kanatlı çiftlik hayvanlarının su gereksinimleri ise Leeson ve Summers (2009)'dan uyarıldığı şekilde Tablo 2'de verilmiştir. Yine kanatlı üretiminin %86'sını tavuklar, %7'sini hindiler, %4'ünü ördekler ve kalan %3'lük kısmını da diğer kanatlı türleri sağlamaktadır (FAO, 2019). Dünya kanatlı eti üretiminin günümüzdeki miktarı yaklaşık 135 milyon ton civarındadır (OECD-FAO, 2020). Her 10 birim kanatlı etinin yaklaşık 1.5'inin alternatif kanatlı türlerinden üretildiği görülmekte ve dünyada üretilen kanatlı eti miktarı dikkate alındığında alternatif kanatlı etlerinin miktarının 20 milyon ton gibi önemli bir miktara ulaştığı görülmektedir.

Birleşmiş Milletler Su Raporuna göre sığır, domuz ve kanatlı etlerinden her 1 kg ürün üretebilmek için harcanan su miktarları incelendiğinde sırasıyla 15.977 litre, 5.906 litre ve 2.828 litre olduğu belirlenmiştir (WWAP, 2006). Tavuğa alternatif olan kanatlı türlerinin başında gelen hindiler, çiftlik hayvanları içerisinde karkas randımanı en yüksek olan türdür (%80-85). Yemden yararlanma oranları yani 1 kg et üretimi için tüketmiş oldukları yem ve su kaynağı bakımından küçükbaş ve büyükbaş hayvanlardan oldukça iyi olmasına karşın tavuktan geri olması ve besi süresinin tavuğa kıyasla oldukça uzun olması üretim etkinliğini düşürmektedir (Türkoğlu vd., 2016).

Tüm açılardan baktığımızda, günümüzde en çok üretilen et türünün kanatlı eti olması doğal bir sonuç olmuş ve et üreten kara hayvanı türleri içerisinde de etlik piliçler başta olmak üzere kanatlı türleri en etkin konuma gelmiştir.

Tablo 1. Çeşitli memeli çiftlik hayvanı türlerinin yaşa ve fizyolojik dönemlere göre ortalama su tüketimleri (LT/Gün/Baş)

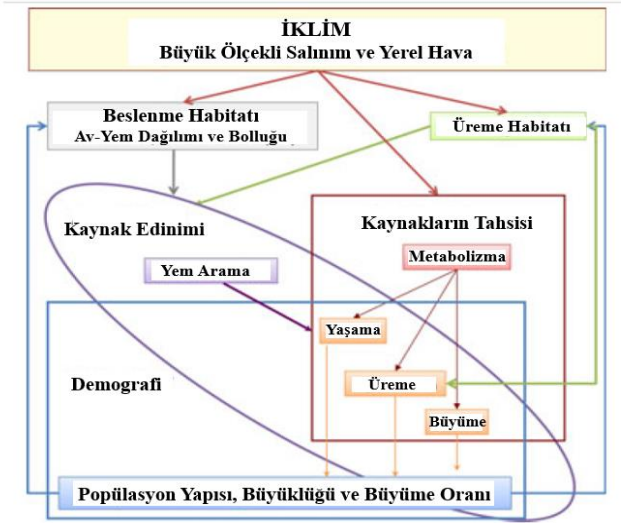
Hayvan Türü	Ortalama su tüketimi
Buzağı (8 haftaya kadar sütle birlikte)	2.5-6.6
Buzağı (8.haftadan 24. haftaya)	3.0-15.0
Buzağı (>24 hafta)	15.0- 45.0
Sütçü inekler (her kg süt verimi için)	3.4-5.4
Sağmal inek	90
Kuruda inek	40
Doğuran İnek-Gebe Düve	35
Boğa	50
At (500 kg canlı ağırlık, hafif iş)	20-40
At (500 kg canlı ağırlık, ağır iş)	60-85
Kuzulu koyunlar	4-10

Tablo 2. Kanatlıların günlük ad-libitum su tüketimi (1000 hayvana göre litre)

	Yaş / Verim Dönemi	20 °C	32 °C
Yumurtacı Piliç	4 hafta	50	75
	12 hafta	115	180
	18 hafta	140	200
Yumurtacı Tavuk	% 50 verim	150	250
	% 90 verim	180	300
	Yumurtlamayan	120	200
Etlik Damızlık Piliç	4 hafta	75	120
	12 hafta	140	220
	18 hafta	180	300
Etlik Damızlık Tavuk	% 50 verim	180	300
	% 80 verim	210	360
Etlik Piliç	1 hafta	24	40
	3 hafta	100	190
	6 hafta	240	500
	9 hafta	300	600
Hindi Palazı	1 hafta	24	50
	4 hafta	110	200
	12 hafta	320	600
	18 hafta	450	850
Damızlık Dişi Hindi		500	900
Damızlık Erkek Hindi		500	1100
Ördek Palazı	1 hafta	28	50
	4 hafta	120	230
	8 hafta	300	600
Damızlık Ördek		240	500
Kaz Palazı	1 hafta	28	50
	4 hafta	250	450
	12 hafta	350	600
Damızlık Kaz		350	600

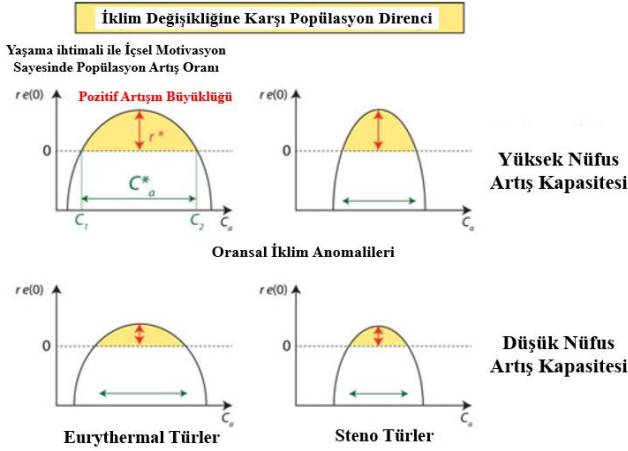
3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE KARŞI KANATLI POPÜLASYON DİRENCİ

İklim değışikliği artık küresel biyoçeşitlilik için büyük bir tehdit olarak kabul edilmekte ve şimdiden yaygın yerel yok oluşlara neden olmaktadır. Bununla birlikte, bu mevcut ve gelecekteki yok oluşların spesifik nedenleri çok daha az açıktır ve bazı popülasyonlar buna direnmektedir (Cahill vd., 2013). Şekil 2’de iklimin popülasyonu etkileme süreçlerinin tanımı Jenouvrier (2013)’den uyarlanarak gösterilmiştir.



Şekil 2. İklimin popülasyonu etkileme süreçlerinin tanımı

Kuş popülasyonlarının iklim değışikliğine verdiği tepkiler yerel iklim koşullarının belli zaman dilimindeki popülasyon dalgalanmaları üzerindeki etkisi açısından analiz edilmekle birlikte bu etkiler geniş coğrafi alanlarda eşzamanlı meydana geldiğinde türlerin yok olma süreçleri açısından daha şiddetli sonuçlar doğurabilmektedir. Öte yandan, aynı iklim değışkeninin etkisi, farklı popülasyonlar arasında farklı yönler gösterebilir (Jenouvrier, 2013; Møller vd., 2010). Popülasyon yoğunluğu, özel rekabet yoluyla üreme habitatının gıda arzını/gıda mevcudiyetini ve kalitesini etkileyebilir. Dolayısıyla diğer birçok faktörün yanı sıra, bu yoğunluğa bağlı etkiler de iklim değışikliği ile etkileşime girebilir (Jenouvrier, 2013). İklim değışikliğine karşı popülasyon direnci Jenouvrier (2013)’den uyarlanarak Şekil 3’te verilmiştir.



* İklim değişikliğine karşı popülasyon direnci' sarı alan ile temsil edilmektedir. Eurythermal türler: çok farklı ortam sıcaklıklarında işlev görebilen organizma; Steno türler: dirençleri zayıf olan ve belirli hayat koşullarında yaşayabilen türler.

Şekil 3. İklim değişikliğine karşı popülasyon direncinin tanımı

Ekonomik açıdan önemli hayvanların başarılı bir popülasyon yönetimi için, geçmiş iklim değişikliğine yanıt olarak adaptif biyolojilerini anlamak hayati önem taşımaktadır. Analizler, önceki buzullar arası dönemin başlangıcına yanıt olarak kırmızı bacaklı keklükte etkin nüfus büyüklüğünde büyük bir tarihi düşüşün imzasını ortaya çıkarmaktadır. Isınan bir Avrupa'nın zemininde, bu demografik düşüş, orman habitatının günümüz orman kuşağının sınırlarının ötesinde çarpıcı bir şekilde genişlemesiyle tutarlıdır, bu nedenle keklüklerin tercih ettiği doğal açık çalılık ve çalılık otlak miktarını büyük ölçüde azaltır (Chattopadhyay vd., 2021).

Yapılan analizler keklüklerin iklimsel dalgalanmalara karşı duyarlılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Küresel ısınma ile dünyanın bazı bölgelerinde ormanların daha yükseklere doğru genişlemesi keklüklerin barınabildikleri çalılık alanları daraltırken, bazı bölgelerde ise bu çalılık alanları genişletmiş ve popülasyonlarının artmasını sağlamıştır (Chattopadhyay vd., 2021). Ne var ki elverişli olan bölgelerin de tarım arazisine dönüştürülmesi ve avcılık gibi insan etkileri ile olumlu etkiler yok olmakta, keklük gibi kanatlıların varlığı genetik açıdan daha fazla darboğaza girmektedir.

4. KANATLI BİYOÇEŞİTLİLİĞİ İLE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Biyolojik çeşitlilik; canlı organizmalar ile bu organizmaların yaşamakta olduğu ekolojik ortamların çeşitliliği ve değişkenliğini ifade eden dinamik bir sistemdir. Ekosistem çeşitliliği ise; hayvan, bitki ve mikroorganizmalar gibi canlı toplulukları ile bu popülasyonların yaşadıkları su, toprak, hava ve mineraller gibi cansız materyaller ile işlevsel anlamda karşılıklı olarak etkileşimlerle oluşturdukları dinamik yapı olarak ifade edilebilir (Çepel ve Ergün, 2002). Milenyum çağında ekosistem üzerine yapılan değerlendirmeler insanların özellikle son yüzyıla yakın süreçte içme suyu, gıda kaynağı, kereste ve yakacak ihtiyaçlarını karşılamak üzere ekosistemi oldukça hızlı ve yoğun bir şekilde değiştirdiğini vurgulamaktadır (Reid, 2005).

Biyolojik çeşitlilik, sürdürülebilir gelişimin yaşayan temelini oluşturmaktadır ve dünyanın değişimlerinin dengeye gelmesinde ekosistemler yenileyici rol alarak, bu sistemin ayrılmaz parçası olan insanoğlunun yaşamını olanaklı kılar. Küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden bahsedildiğinde, türlerin coğrafi açıdan dağılımlarını günümüze kadar olan su ve kara ekosistemlerindeki olağan biyolojik çeşitlilikteki doğal küresel kalıpları kırmakta, ekosistemlerin işleyişini ve biyolojik çeşitliliğin yapısını farklı biçimlerde etkileyebilmektedir (Demir, 2009).

Kanatlılar, iklim değişikliğinden bitkilerden sonra en çok etkilenen canlı grubudur. Kanatlı popülasyonlarındaki değişiklikler biyolojik çeşitliliği ve dolayısıyla ekosistemin fonksiyonlarını doğrudan ve/veya dolaylı olarak etkilemektedir. Kış sıcaklıklarındaki 1C°'lik artışın bazı kuş popülasyonlarında yaşama gücünün %2 ila %6 arasında arttırdığı bildirilmiş ve buna ilaveten üreme ve göç mevsimlerinin sıcaklık artışından etkilendiği saptanmıştır (Pimm, 2008). Az sayıdaki bazı kuş türlerinin popülasyonlarının sayısında artış olurken, yapılan gözlemler sonucu dünyadaki kuş türlerinin yaklaşık %13'ü (1211 tür) iklim değişikliği yüzünden tamamen yok olma tehdidiyle karşı karşıya olduğu belirtilmektedir. Örneğin, İngiltere'de son çeyrek yüzyılda 22 milyon çift kuştan 17 milyon çifti yok olmuştur. Yok olmaların yanı sıra bazı türlerde yaşama gücü yükselmesi sebebiyle kuş popülasyonlarında yaşanan artışın ne tür etkiler yaratacağının öngörülmesi henüz mümkün değildir (Aksay vd., 2005; Allen vd., 2018; Pimm, 2008).

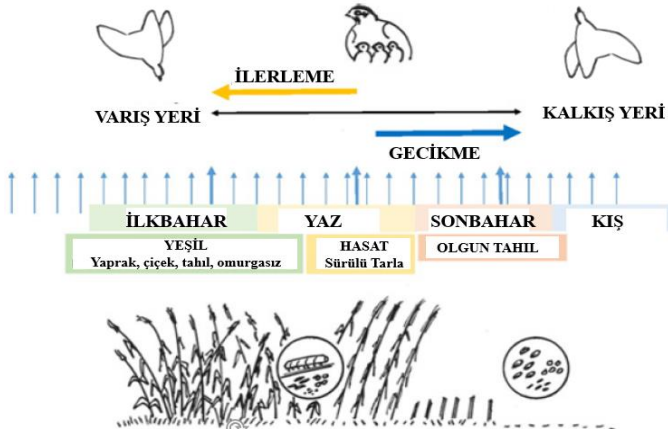
Göçebe topluluklarda olduğu gibi yerleşik düzende de insanlar çeşitlilikten yana olmuşlardır ki biyoçeşitliliğin ekosisteme katkısına benzer olarak farklı türlerden çeşitli ürünler alınabilmesi çiftliklere artı değer katmıştır (Işık, 2014). Dünyadaki 600 bine yakın hayvan türünden yaklaşık 10 bini kuşlar sınıfındandır. Kuş türlerinden de yalnızca birkaçı (tavuk, hindi, sülün, keklik, beç tavuğu, güvercin, ördek, kaz, muskovy ördeği, bıldırcın ve devekuşu) gıda üretimi amacıyla evcilleştirilmiştir (FAO, 2015). Kanatlı türlerinde, 20. yüzyıldan itibaren genetik çeşitlilik; başta et verimi olmak üzere çeşitli verim ve görsel özellikleri yönünde yapılan yoğun seleksiyon sonucunda iyice daraltılmıştır. Ayıklanan soylardaki birçok faydalı gen kaybedilmiş, evcil kanatlılar hastalık ve çevre koşullarına daha duyarlı hale gelmiştir (Delany, 2003; Uçar vd., 2018). Oysa ki, yüzlerce hatta binlerce yılda oluşmuş yerli ırklar, iyi bakım idare şartları olmaksızın birçok hastalık etkeninden ve ekstrem çevre şartlarından sıyrılarak günümüze kadar gelebilmiş önemli genetik kaynaklardır (Ertuğrul vd., 2000; Kaya ve Yıldız, 2008; Uçar vd., 2011).

5. İKLİMİN ALTERNATİF KANATLI TÜRLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Kanatlılar, dünya üzerinde en çok çalışılan canlılar arasındadır ve iklim değişikliğinin etkileri hakkında bilgi edinmek adına av ve doğa hayvanı olma özelliği ile de alternatif kanatlılar önemli bir gösterge grubunu temsil ederler. Bazı habitat kaybı modellerinde iklim değişikliğinin kanatlı türlerinin yok oluşlarını %50 oranında artırabileceğini belirtmektedir. 2100 yılına kadar 3.5 °C yüzey ısınması %90'ı tropik bölgelerde olmak üzere yaklaşık 900 kara kuşu türünün yok olmasına neden olabilir. Gelecekteki habitat kaybı miktarına bağlı olarak, her 1 °C yüzey ısınma derecesi yaklaşık 100 kadar ilave kuş türünün yok olmasına neden olabilir (Şekercioğlu vd., 2012).

Türler, yeni yerel iklim koşullarına (mikroevrim veya fenotipik esneklik yoluyla) uyum sağlayarak iklim değişikliğiyle başa çıkabilir. Evrimsel süreçlerin gelecekteki iklim değişikliği altında popülasyonun kalıcılığı için çok önemli bir rol oynayabileceği konusunda artan bir anlaşma olmasına rağmen, iklimdeki değişikliklerin adaptif fenotipik değişime nasıl dönüştüğü hakkında şaşırtıcı bir şekilde çok az şey bilmekteyiz (Jenouvrier, 2013).

Alternatif kanatlı türleri içerisinde bıldırcınlar köken itibariyle göçmen kuşlardır. İklim değişikliği ve tarımsal faaliyetlerin bu göçmen bıldırcın fenolojisi üzerindeki etkileri henüz tam olarak aydınlatılabilmemiş değildir. Fakat yapılan bazı çalışmalarda sıcaklık artışları ve yağıştaki azalmaların bıldırcın fenolojisini değiştirdiğini göstermektedir. Bıldırcınların bulutlu bölgelerdeki hareketleri ve üreme girişimleri daha senkronize hal almaktadır. Bunun nedeni de alternatif yüksek kaliteli habitatlar arayarak bıldırcınlar iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin üstesinden gelmeye çalışmaktadırlar (Nadal vd., 2018). Bıldırcın biyolojik döngüsünün bitki büyümesi ile senkronizasyonu Şekil 4'te Nadal vd. (2018)'dan uyarlanarak gösterilmiştir.



*Dikey oklar zaman birimleridir (15 gün), kalın oklar bıldırcınların varış (Şubat-Nisan), kalış (Mayıs-Temmuz) ve çıkış (Ağustos-Ekim) aşamalarını gösterir.

Şekil 4. Bıldırcın biyolojik döngüsünün bitki büyümesi ile senkronizasyonu

Küresel ısınma, ilkbahar göç tarihlerinin ilerlemesine ve sonbahar dönüşünde gecikmelere neden olmakta ve bu da ekolojik dengeleri değiştirmektedir (Nadal vd., 2018). İklim değişiklikleri bir kanatlının farklı yaşam öyküsü özelliği boyunca optimal tepkisini değiştirebilir, çünkü bu tür yaşa öyküsü özellikleri üzerindeki seçimdeki kovaryasyon, iklim değişkenlerinden etkilenir. Bazı durumlarda kanatlı türünün tepkisi genetik korelasyonlarla sınırlanabilir ve bir özellik diğerinden bağımsız olarak değiştirilemeyeceğinden o tür değişen çevreye uyum gösteremeyebilir (Both ve Visser, 2005). İklim değişikliği etkileri ile bıldırcınların biyolojik döngüsünün çerçevesi Nadal vd. (2018)'dan uyarlanarak Şekil 5'te gösterilmiştir.

Kahverengi kulaklı sülünler üzerinde yapılan bir çalışmada habitat kaybı ile eş değer biçimde hayvan varlığında da kayıp yaşanacağı bildirilmektedir (Cao ve Shi, 2022). Himalaya Sülünleri gibi kanatlı türleri küresel sera gazı artışıyla birlikte düşük rakımlı bölgelerden daha yüksek rakımlı bölgelere doğru yaşam alanlarını kademeli olarak taşıyacak ve yaşam bölgeleri daha da daralmış olacaktır (Chhetri vd., 2021).

Evrimsel çeşitlilik, türlerin sınırlandırılmasına yönelik daha bütünleştirici bir yaklaşım uygulayarak tür düzeyinde iki bölgeye ayrılarak sülün türleri daha iyi yansıtılır. Bunlar, halkalı grubu kapsayan Yunnan Bölgesi ve Çin Sülünü ile Türkistan Sülünleri (Tarımsal, Moğol, Gümüşi ve Kafkas grupları dahil) olarak da belirtilebilir (Sangster, 2018).

Hayvancılıkta endüstrileşme ile sülün ve keklik gibi av ve doğa kanatlılarının yaşam alanı daralmaktadır (Syvertson, 2020). Kuşlar üzerinde yapılan fenolojik gözlemler mevsimsel zamanlama döngüsünün saptığı ve bu yüzden kanatlıların üreme dönemlerinde aksama yaşandığı ve bu aksamaların da özellikle su kanatlıları, av kanatlıları ve göçmen kuşları etkilediği bildirmektedir (Wormworth vd. 2011).

6. SONUÇ

Her ne kadar iklim değişikliği ile ilgili raporlarda hayvansal ürünlerin diyetlerden çıkması vurgulansa da insanların kaliteli ve dengeli beslenme ihtiyaçlarının karşılanmasında kanatlı hayvan ürünleri ön plana çıkmaktadır. Çünkü insanların günlük protein ihtiyaçlarının en az %30'unun hayvansal kaynaklı olması gerekmekte ve bunu en etkin sağlamanın yollarından biri kanatlı hayvan üretimidir (Uçar ve Türkoğlu, 2018).

Özellikle sülün, keklik ve beç tavuğu gibi mevsimsel üremeye daha yatkın olan kanatlı türlerinde iklim değişikliğinin üreme performansı üzerine etkileri daha yüksek olabilmektedir (Uçar ve Sarıca, 2018). İklim değişikliğine karşı kanatlı popülasyonlarının dirençleri konusunda yapılan çalışmalar göstermektedir ki değişen çevre koşullarına (özellikle çevre sıcaklığındaki değişimlere) uyum kapasitesi yüksek olan türlerin hatta yetiştiricilikte kullanılan bazı ırkların ve hatta ırklar içerisinde bazı soyların diğerlerine kıyasla daha yüksek yaşama gücü ile daha yüksek popülasyon sayılarına ulaşacakları yönündedir ve böylece yetiştiricilikte bazı genotipler gelecek yıllarda üretimde daha yüksek oranda kendilerine yer bulabilirler.

İklim değışikliği, habitat tahribatıyla birlikte biyolojik çeşitliliğe yönelik en ciddi ve yaygın tehditlerden biri olarak günden güne daha fazla kabul görmektedir. Avlanma da önemli bir tehdit olarak görölmektedir (Allen vd., 2018). Bu yüzden avlalara ve doğaya sülün ve keklik gibi türlerin yetiştirilerek salınması ile doğadaki türlerin daha az avlanması ve dolayısıyla daha az yok olma riski ile güvende olmalarına katkıda bulunulabilir.

Sonuç olarak, tamamen çevre denetimli kapalı kümeslerde yetiştirilenlerden serbest gezinmeli sistemde yetiştirilenlere kadar tüm kanatlı türleri az ya da çok iklim değışikliğinden etkilenmektedir. Kanatlı koruma programları ve üretim süreçleri, sadece değışen çevre koşullarına verdikleri tepki yönünden değil aynı zamanda girdi maliyetleri ve doğal kaynakların kullanımını bakımından değışen iklim koşullarının baskısı altındadır. Özellikle doğal üreme periyotlarına benzer olarak üretimleri devam eden alternatif kanatlı türlerinde bu baskı daha yoğun hissedilmektedir. Alternatif kanatlı türlerinin yetiştirilmesi ile iklim değışikliği arasındaki ilişkilerin daha net ortaya koyulması için geniş çapta araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kaynakta, kanatlı türlerinin değışen dünyadaki durumu ve rolleri hakkında bilgi verilmesi amaçlanarak konu hakkında farkındalık uyandırılacağı ve önümüzdeki süreçte yapılacak çalışmalara temel oluşturacağı düşünölmüştür.

KAYNAKÇA

- Aksay, C.S., Ketenoglu, O. ve Latif, K. (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 1: 29-42.
- Allen, M., Babiker, M., Chen, Y. ve de Coninck, H.C. (2018). Intergovernmental Panel on Climate Change SR15: Summary for policymakers. In IPCC Special Report Global Warming of 1.5°C. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Both, C. ve Visser, M.E. (2005). The effect of climate change on the correlation between avian life-history traits. *Global Change Biology*, 11: 1606-1613.
- Cahill, A.E., Aiello-Lammens, M.E., Fisher-Reid, M.C., Hua, X., Karanewsky, C.J., Yeong Ryu, H., Sbeglia, G.C., Spagnolo, F., Waldron, J.B. ve Warsi, O. (2013). How does climate change cause extinction? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280: 20121890. doi:10.1098/rspb.2012.1890.
- Cao, A. ve Shi, X. (2022). The Effects of Climate Change on Habitat Connectivity: A Case Study of the Brown-Eared Pheasant in China. *Land*, 11, 806.
- Chattopadhyay, B., Forcina, G., Garg, K.M., Irestedt, M., Guerrini, M., Barbanera, F. ve Rheindt, F.E. (2021). Novel genome reveals susceptibility of popular gamebird, the red-legged partridge (*Alectoris rufa*, Phasianidae), to climate change. *Genomics*, 113, 3430-3438.
- Chhetri, B., Badola, H.K. ve Barat, S. (2021). Modelling climate change impacts on distribution of Himalayan pheasants. *Ecological Indicators*, 123, 107368.
- Çepel, N. ve Ergün, C. (2002). Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği. TEMA Yayın.
- Decuyper, E., Bruggeman, V., Everaert, N., Li, Y., Boonen, R., De Tavernier, J., Janssens, S. ve Buys, N. (2010). The Broiler Breeder Paradox: ethical, genetic and physiological perspectives, and suggestions for solutions. *British Poultry Science*, 51, 569-579.
- Delany, M.E. (2003). Genetic Diversity and Conservation of Poultry. *Poultry genetics, breeding, and biotechnology*, 257-283.

- Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 1: 37-54.
- Desouzard, O. (2013). Dünya tavuk eti ticareti; zorluklar, gelişmeler ve stratejiler. 2. Uluslararası Beyaz Et Kongresi Bildiri Kitabı:1-16.
- Diffenbaugh, N.S. ve Field, C.B. (2013). Changes in ecologically critical terrestrial climate conditions. Science, 341, 486-492.
- Ertuğrul, M. (1997). Hayvan yetiştirme kitabı, 2. In., Baskı.
- Ertuğrul, M., Akman, N., Dellal, G. ve Goncagül, T. (2000). “Hayvan Gen Kaynaklarının Korunması Ve Türkiye Hayvan Gen Kaynakları”. Paper presented at Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi.
- FAO (2011). Major gains in efficiency of livestock systems needed. Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://www.fao.org/news/story/en/item/116937/icode/>. (Erişim tarihi: 10.04.2022).
- FAO (2015). The Second Report on The State of The World’s (Animal Genetic Resources for Food and Agriculture). FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture.
- FAO (2017). The global livestock environmental assessment model. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 22-26.
- FAO (2019). Products and processing, Food and Agricultural Organization of the United Nations. In. <http://www.fao.org/poultry-production-products/products-processing/en/>. (Erişim tarihi: 12.05.2022).
- Froggatt, A., Wellesley, L. ve Bailey, R. (2014). Livestock–Climate Change’s Forgotten Sector: Global Public Opinion on Meat and Dairy Consumption.
- Garipoğlu, A.V., (2014). Ruminantlarda suyun önemi. Ders Notları.19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü-Samsun.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Faluccci, A. ve 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).
- Herrero, M. ve Thornton, P.K. (2013). Livestock and global change: Emerging issues for sustainable food systems. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110, 20878-20881.

- Işık, K. (2014). *Biyolojik Çeşitlilik: ANG Vakfı Yayın No: 2, ISBN: 978-975-01176-0-2, İstanbul, s. 224.*
- Jenouvrier, S. (2013). Impacts of climate change on avian populations. *Global Change Biology*, 19, 2036-2057.
- Kaya, M. ve Yıldız, M.A. (2008). "Genetic diversity among Turkish native chickens, Denizli and Gerze, estimated by microsatellite markers". *Biochemical genetics*, 46, 480-491.
- Kemp, D.B., Eichenseer, K. ve Kiessling, W. (2015). Maximum rates of climate change are systematically underestimated in the geological record. *Nature Communications*, 6, 1-6.
- Koyuncu, M. ve Akgün, H. (2018). Çiftlik hayvanları ve küresel iklim değişikliği arasındaki etkileşim. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32, 151-164.
- Köknaoğlu, H. ve Akünel, T. (2010). Küresel Isınmada Hayvancılığın Payı ve Zooteknist Olarak Bizim Rolümüz. *Ziraat Fakültesi Dergisi* 5:67-75.
- Leeson, S., ve Summers, J. D. (2009). *Commercial poultry nutrition*. Nottingham University Press.
- Liu, S., Liu, Y., Jelen, E., Alibadian, M., Yao, C.T., Li, X., Kayvanfar, N., Wang, Y., Vahidi, F.S. ve Han, J.L. (2020). Regional drivers of diversification in the late Quaternary in a widely distributed generalist species, the common pheasant *Phasianus colchicus*. *Journal of Biogeography*, 47, 2714-2727.
- Malik, P.K., Bhatta, R., Takahashi, J., Kohn, R. ve Prasad, C.S. (2015). *Livestock production and climate change: CABI*.
- Mckay, J.C. (2009). The genetics of modern commercial poultry. In *Poultry Science Symposium Series*. pp. 1.
- Møller, A.P., Fiedler, W. ve Berthold, P. (2010). *Effects of climate change on birds: OUP Oxford*.
- Nadal, J., Ponz, C. ve Margalida, A. (2018). Synchronizing biological cycles as key to survival under a scenario of global change: The Common quail (*Coturnix coturnix*) strategy. *Science of The Total Environment*, 613, 1295-1301.
- Naqvi, S. ve Sejian, V. (2011). Global climate change: role of livestock. *Asian Journal of Agricultural Sciences* 3, 19-25.

- OECD-FAO (2020). OECD-FAO agricultural outlook 2020-2029: Food & Agriculture Org.
- Olesen, I., Groen, A.F. ve Gjerde, B. (2000). Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *Journal of Animal Science*, 78, 570-582.
- Özdemir, D. (2008). Yüksek sıcaklıklarda Denizli ırkı tavuklarında Hsp70 sentezi ve bazı verim özellikleri üzerine bir araştırma. *Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniv., Aydın*, s. 123.
- Pimm, S.L. (2008). Biodiversity: climate change or habitat loss-which will kill more species? *Current Biology*, 18, 117-119.
- Raquel, A.J., Devries, J.H., Howerter, D.W. ve Clark, R.G. (2019). Reproductive consequences of climate variability in migratory birds: evidence for species-specific responses to spring phenology and cross-seasonal effects. *Oecologia*, 191, 217-229.
- Reid, W.V. (2005). *Millennium ecosystem assessment*.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D., Sardà-Palomera, F., Nadal, J., Ferrer, X., Ponz, C. ve Puigcerver, M. (2009). The effects of mowing and agricultural landscape management on population movements of the common quail. *Journal of Biogeography*, 36,1891-1898.
- Rosati, A., Aumaitre, A., (2004). Organic dairy farming in Europe. *Livestock Production Sci.*, 90, 41-51.
- Sangster, G. (2018). Integrative taxonomy of birds: the nature and delimitation of species. In *Bird species*. Springer, Cham, s. 9-37.
- Sarıca, M. ve Erensayın, C. (2018). *Etlik Piliç Yetiştiriciliği, Tavukçuluk Bilimi (Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar)*.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T.D., Castel, V., Rosales, M., Rosales, M. ve de Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*: Food & Agriculture Org.
- Syverson, H.R. (2020). *Understanding How Agricultural Intensification Impacts Ring-necked Pheasant Distribution and Survival in Eastern South Dakota*: South Dakota State University.
- Şekercioğlu, Ç.H., Primack, R.B. ve Wormworth, J. (2012). The effects of climate change on tropical birds. *Biological Conservation*, 148: 1-18.
- Thornton, P.K., Boone, R.B. ve Ramírez Villegas, J. (2015). *Climate change impacts on livestock*. CCAFS Working Paper.

- Türkoğlu, M., Sarıca, M. ve Elero lu, H. (2016). Hindi Yetiştiriciliği. 2 ed: Ceylan Ofset.
- Uçar, A., Duman, M., Diktaş, M. ve Şekeroğlu, A. (2011). Yerli Gen Kaynağı Olarak Gerze (Hacıkadı) Tavuğu. *Hasad Hayvancılık*, 319, 62-64.
- Uçar, A. ve Türkoğlu, M. (2018). Efficiency of Poultry Production in terms of Quality and Balanced Nutrition. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6, 69-72.
- Uçar, A., Sarıca, M. (2018). The relationships between egg production, age and the hatching traits of pheasants. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(10): 1311-1316.
- Uçar, A., Türkoğlu, M., Sarıca, M. (2018). Evolution of Broilers and Broiler Breeders. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(1): 73-77.
- Wormworth, J., Sekercioglu, C.H. ve Şekercioglu, C.A. (2011). *Winged sentinels: birds and climate change*: Cambridge University Press.
- WWAP (2006). *Water: A shared responsibility (World Water Assessment Programme)*: UN-HABITAT.
- Yamak, U.S., Sarıca, M., Boz, M.A. ve Ucar, A. (2016). The effect of production system (barn and free-range), slaughtering age and gender on carcass traits and meat quality of partridges (*Alectoris chukar*). *British Poultry Science*, 57, 185-192.
- Yamak, U.S., Sarıca, M., Boz, M.A. ve Ucar, A. (2018). Effect of production system (barn and free range) and slaughter age on some production traits of guinea fowl. *Poultry science*, 97, 47-53.
- Yamak, U.S., Sarıca, M., Boz, M.A. ve Ucar, A. (2020). Effect of production system and age on the growth performance and carcass traits of pheasants (*Phasianus colchicus*). *Annals of Animal Science*, 20, 219-229.

BÖLÜM 11

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SU KANATLILARI ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. | Mehmet Akif BOZ^{1*}

^{1*} Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Merkez, Yozgat, Türkiye. m.akif.boz@yobu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7452-6895

GİRİŞ

Dünyada Aralık 2019'dan itibaren yaşanan ve halen yaşanmaya devam eden pandemi dönemi elde edilen gıdaların ne kadar önemli olduğunu net olarak ortaya koymuştur. Aslında pandemi döneminden önce de küresel iklim değişikliğinin gıda üzerine etkisi konusu çokça dile getirilmiştir. İklim değişikliği ile ilgili birçok makale yazılmış, küresel anlaşmalar ve protokoller imzalanmıştır.

Küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği farklı tanımlamalara sahip olsa da genel olarak; CH₄, CO₂, N₂O gibi sera gazları emisyonunun insanlar tarafından gerçekleştirilen faaliyetler ile atmosferik olarak yüksek miktarda artması ve buna bağlı olarak yeryüzüne yakın sıcaklık değerlerinin artması küresel ısınmayı tanımlamaktadır. Bu ısınma ile birlikte hava hareketleri, yağış, kuraklık, nem gibi iklim koşullarının değişime uğraması da iklim değişikliğini tanımlamaktadır (Aksay vd., 2005; Doğan, 2005).

Son 30 yılda tarımsal üretim faaliyetleri her 10 yılda % 1 ile % 5 arasında bir azalma göstermiştir. Hayvancılık alanında ise net bilgiler olmamakla birlikte değişim olduğunu gösteren sınırlı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalara bakıldığında, değişik hayvan türleri için yüksek sıcaklık oluşumu, hayvanlarda yem tüketim davranışlarını, üreme özelliklerini ve genel verim seviyelerini farklılaştırdığı öngörülmektedir (Koyuncu, 2017).

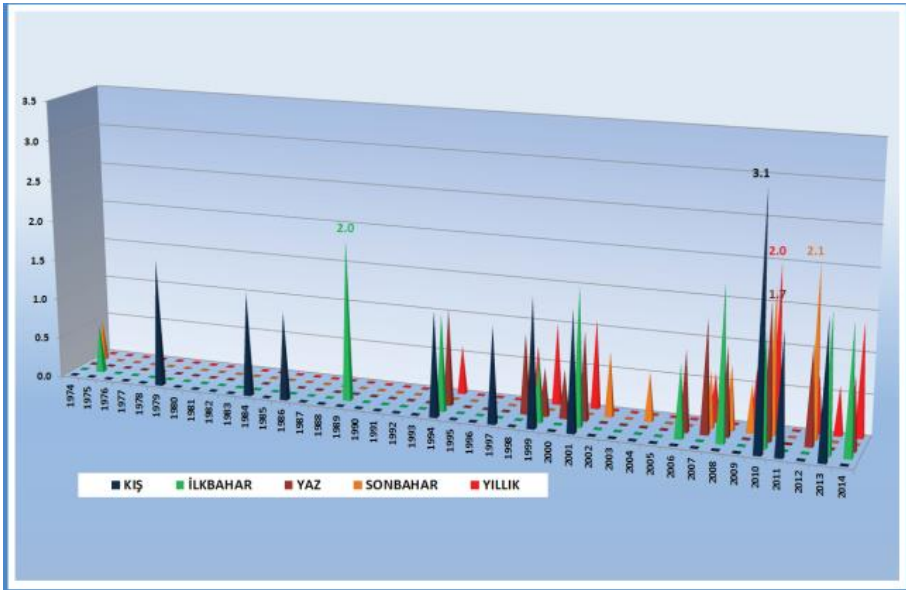
Günümüzde iklim üzerine çalışan uzmanlar iklim koşullarında ve sisteminde bozulmaların varlığını kabul etmektedir. Ülkemizin de etrafının 3 taraftan denizlerle çevrili olması, değişik topografik ve orografik özellikli yapıya sahip olması iklim değişikliğinden fazlasıyla etkileneceğini göstermektedir (Öztürk, 2002).

Ülkemizde yaşanacak sıcaklık yükselmelerinden en fazla çölleşme tehdidi olan İç Anadolu ve Güney Doğu Anadolu benzeri kurak ve yarı kurak, yetersiz suyu olan yarı nemli Akdeniz ve Ege bölgeleri etkilenecektir. Yaşanacak iklim değişikliği, tarımsal üretimde hayvanların ve bitkilerin yaşam döngülerinde değişimlere neden olacaktır (Öztürk, 2002). Bu değişimler özellikle kırsalda dış ortama bağlı olarak yetiştirilen su kanatlılarının verim seviyelerinde farklılıklara yol açacaktır.

1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Dünyada iklim değişikliği sebepleri ve sonuçları birçok ülkede en önemli gündem maddesi olarak yerini korumaktadır. Yapılan tartışmalarda küresel iklim değişikliği sonucunda ortaya çıkacak durumun tarımsal faaliyetlerde, insanlarda ve diğer canlılarda hem ekonomik hem de ekolojik ciddi sorunlara yol açacağı belirtilmektedir (Kızmaz, 2021).

İklim üzerinde ki değişimler daha çok çölleşme, kasırga, kuraklık, su baskınları, yağışların hız ve şiddetinde dengesizlik, hortum, vb. olaylarda artışa neden olmaktadır. Fakat son dönemde atmosfer ile ilgili problemler öne çıkmaktadır. Salınımı yapılan gazların, sera etkisi oluşturması sonucu yeryüzünde sıcaklık artışı görülmeye başlamıştır. (Köknaroğlu ve Akünal, 2010).



Şekil 1. Mevsimlik ve yıllık olarak en sıcak on yıl (MGM, 2015)

Güneşten gelen ışınlar azot, karbondioksit, oksijen gibi değişik gazlardan oluşan atmosfer ortamını geçerek dünyayı ısıtır. Atmosfer bu gazların etkisiyle ısıyı tutmakta ve ışığı geçirgen yapmaktadır. Atmosferin gerçekleştirdiği bu duruma “sera etkisi denir” (Özmen, 2009).

Son dönemde yapılan, konferans, toplantı ve panellerde iklim değişikliği ve etkileri konusu çokça ele alınmıştır. Sonuç olarak bu çalışmalarda iklim değişikliği üzerine en önemli etkenin insan ve insanların katkılarının olduğu konusunda uzlaşmaya varılmıştır. İklim değişikliği üzerine insan katkısının %90-95 oranında olduğu belirtilmektedir (Erk, 2017; Dumrul ve Dumrul, 2017).

Erk, (2017) 2035-2060 yılları arasında su sorununun artacağını ve buna bağlı olarak aşağıdaki sorunların ortaya çıkabileceğini bildirmektedir. Bunlar,

- Üretim miktarında azalma,
- Tüketim miktarında azalma,
- Sulanabilir tarım alanlarında azalma,
- Tarımsal üretimde çalışan insan sayısında azalma,
- İhracatta azalma,
- Tarımsal faaliyetlerde ki harcamalarda azalma,
- Tarımsal faaliyetlerde dış ticaret açığı oluşması olarak öngörülmektedir.

Uluslararası ülkeler iklim değişikliği ile ilgili ilk olarak 1997 yılı içerisinde Japonya-Kyoto'da görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Görüşmeler sonunda Kyoto Protokolü oluşturulmuş ve oluşturulan protokol 160 ülke tarafından imzalanarak 2005 yılında resmi olarak yürürlüğe konulmuştur. Protokol ile sera gazının salınımı azaltılarak, atmosfere bırakılan karbon miktarını %5.2 oranında azalma ile 1990 yılı verilerine düşürme hedeflenmiştir. Fakat bu hedefin gerçekleşmediği görülmektedir (Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020).

2. SU KANATLILARI YETİŞTİRİCİLİĞİ

Ördeklerin ve kazların her birinin orjini iki tür su kuşudur. Bunlar Mallard ördeği (*Anas platyrhynchos*) ve Muskovy ördeği (*Cairina moschata*), greylag kazı (*Anser anser*) ve swan kazıdır (*Anser cygnoides*). Ördek ve kaz yetiştiriciliği çok uzun yıllara dayana bir geçmişe sahiptir. Eski Çin ve Mısır'da statüleri olan özel hayvanlardır. Su kanatlıları içerisinde yer alan kaz ve ördeklerin eti ve yumurtalarının yanı sıra tüyleri de uzun yıllardır kullanılmaktadır.

Su kanatlılarından ekonomik olarak elde edilen ürünler hali hazırda eti, yağlı kaz ciğeri ve tüyüdür. Genel olarak yetiştiricilik bu ürünler yönünde

yapılmaktadır (Yamak vd., 2022). Kazlar özel olarak ayrıca bekçi köpeği görevi ve yabancı otlarla mücadelede de kullanılmaktadır. Bazı kültür bitkilerine zarar vermeden belirli dönem ve yaşlarda rahatlıkla yabancı otlarla biyolojik mücadele gerçekleştirmektedir. Su kanatlıları dünyanın her tür iklim koşulunda yetiştirilebilmektedir. Bununla birlikte soğuk iklim kuşağı özelliklerine sahip alanlarda daha yüksek oranda yetiştiricilik yapılmaktadır (Buckland ve Gérard, 2002; Boz vd., 2017a).

Su kanatlılarının etleri insan gıdası olarak sevilerek tüketilmektedir. Etleri kendine özel bir tat ve lezzete sahiptir. Bunun yanı sıra, optimal bileşime sahip esansiyel amino asitleri, yüksek çoklu ve tekli doymamış yağ asitlerini içermektedir. Yağ asitleri bileşimi içinde dengeli omega 6-omega 3 oranı nedeniyle de tercih edilmektedirler (Pingel, 2011).

Su kanatlıları ülkemizde genellikle kırsal kesimlerde yetiştirilmektedirler. Bu alanlarda yapılan üretim de geleneksel yetiştirme sistemlerine uygun şekilde yapılmaktadır. Son yirmi yıla baktığımızda ördek yetiştiriciliğinin ticari üretim şartlarının mevcut olduğunu söyleyebiliriz. Son yıllarda (özellikle 2017 yılından sonra) kaz yetiştiriciliği de ticari işletmeler oluşturarak (damızlık tesisi, kuluçkahane, kesimhane vb.) üretim yapmaya başlamıştır. Kırsaldaki üretim halen devam etmekte olup; üretimin büyük çoğunluğu yine kırsaldan sağlanmaktadır (Boz vd., 2017b).

Diğer kanatlı yetiştiriciliklerine göre farklı bir yetiştiricilik olarak su kanatlıları yetiştiriciliği ülkemizde tam manasıyla ekonomik bir üretim kolu değildir. Dünya'nın birçok ülkesinde ise önemli bir üretim kolu ve ticarete konu olan ürünleriyle ön plandadır. Su kanatlılarının eti tüketenler açısından alternatif bir gıda kaynağıdır ve tüketicilerin bu etlere olan talepleri sürekli artış eğilimindedir (Boz vd., 2014). Yetiştiricilik için bitkisel üretime uygun olmayan arazileri yararlı bir şekilde kullanabilir; yem ihtiyacı, barınak gereksinimi ve diğer yönetim masrafları da düşük düzeydedir.

Su kanatlılarının tükettikleri besin kaynakları, insanların tüketimi için yaygın olarak kullanılan yemler değildir. Bu nedenle su kanatlıları ile insan beslenmesi arasında önemli ve güçlü bir rekabet yoktur. Rekabet olmaması değişen iklim koşullarında maalesef önemini kaybedecektir. Çünkü değişen koşullar aynı ortamı paylaşma zorunluluğu ortaya çıkarabilecektir. Su kanatlıları, kırsalda üretim yapan çiftliklerde ucuz yem kaynaklarını rahatlıkla kullanabilmektedirler. Asya ülkelerinde çoğunlukla olmak üzere balık

havuzlarında yetiştirilen su kanatlıları, balıklara yem olarak kullanılan plankton miktarını arttırmaktadırlar. Bu avantajları göz önünde bulundurarak, ördek ve kazların açlığı azaltmak ve kırsaldaki birçok aile için gıda güvenliğini artırmak için giderek daha önemli hale geldiğini ve bu önemini artıracığını söyleyebiliriz (Pingel, 2011).

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SU KANATLILARI ÜZERİNE ETKİSİ

Son dönemde iklim değişikliği ve etkilerinin gözlemlenen en önemli somut göstergeleri; sıcaklıkların artması, su kaynaklarının giderek azalmaya başlaması ve toprağın yapısal kalitesindeki bozulmalar olarak bildirilmektedir (Kadıoğlu, 2007). Bu göstergelerin hepsi bitkisel ve hayvansal üretimi olumsuz etkileyebilecek faktörlerdir.

İklim değişikliği ile ilgili hazırlanan bir raporda; iklim değişikliği ve sonucunda yağışların yetersiz olması, dolayısıyla su ile ilgili sıkıntıların baş göstermesi ve hava durumlarındaki değişimler de tarımsal üretimin azalmasına ya da zor durumda kalmasına neden olacaktır. Azalmanın meydana gelmesiyle kaçınılmaz olarak elde edilen ürünlerin fiyatları artış gösterecektir. İç ve dış ticaret dengelerinin de değişmesi olası sonuçlar arasında yer almaktadır (Kadıoğlu, 2017).

Su kanatlıları üzerine en önemli faktör olarak üreme özelliklerinin değişimi düşünülebilir. Özellikle kazlarda düşük yumurta verimi ve mevsimsel yumurtlama olması iklim değişikliğinden daha fazla etkilenebileceğini göstermektedir. Bu nedenle çalışmamızın bu bölümünde öncelikle fotoperiyod üzerinde genel bilgiler verilerek, değişimlerin üreme üzerine etkisi tartışılacaktır.

Yumurtlayan kanatlıların üretim performansları, üreme organlarının ve yumurtalık foliküllerinin gelişimi ile yakından ilişkilidir (Liu ve Zhang, 2008; Long vd., 2017). Yumurtalıktaki foliküllerinin gelişim süreci katı bir hiyerarşik sistemi takip etmektedir (Lei vd., 2014). Somut olarak anlatıldığında, üçüncü en büyük folikül (F3), F1 ve F2'nin olgunlaşmasını ve ovulasyonunu takiben yeni en büyük folikül (F1) veya ikinci en büyük folikül (F2) olacaktır. Bu arada, primer foliküller hiyerarşiye girmek için küçük bir sarı folikül seçecektir. Kanatlı hayvanlarda fotoperiyod, üreme organının ve yumurtalık foliküllerinin

gelişimini düzenleyerek üreme aktivitesini etkileyen en önemli çevresel faktörlerden birisidir (Chen vd., 2007; Hassan vd., 2013).

Kaz üretiminde, fotoperiyod ve aydınlatma yoğunluğu, mevsimsel üreme aktivitesini kontrol eden en önemli ana faktörlerdir. Bu sistem kuşlarda çeşitli fizyolojik süreçleri kontrol eden fiziksel çevrenin temel bileşenleridir (Huang vd., 2008; Chang vd., 2016). Modern kaz yetiştiriciliği uygulamalarında, mevsimsel üreme engelini ortadan kaldırmak ve yıl boyunca verim elde etmek için kaz üreme faaliyetlerini düzenleyen fotoperiyot programları geliştirmiştir (Huang vd., 2008; Sun vd., 2007). Bunun sonucunda kazların geleneksel üreme mevsimi dışında da üretilmesine imkan tanınmıştır. Sezon dışı yetiştirme tekniğinin uygulanması, önemli ekonomik verimlilik iyileştirmeleri ve kaz endüstrisinin genişlemesine neden olmuştur (Sun vd., 2007). Ayrıca bu durum iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarını azaltmak için önemli bir uygulamadır. Fakat dış ortamda yetiştirilmeye devam edilmesi durumunda yine olumsuz etkiler görülebilecektir.

Kuş türlerinde, medial bazal hipotalamusun mevsimsel üreme için düzenleyici merkez olduğu düşünülmektedir. Medial bazal hipotalamusun lezyonları, uzun gün koşullarında bile ışık kaynaklı gonadal gelişimi engellemektedir (Sharp ve Follett, 1969). Bununla birlikte Cui vd. (2021a), fotoperiyodun (12–20 saat arası) kuşlarda deiodinase tip 2 ve 3 (Dio2/Dio3 sistemi), gonadotropin inhibitör hormon ve prolaktin üzerindeki etkilerini minimal olarak bildirilmiş ve hatta yumurtlayan ördeklerde görülmediğini belirtmiştir. Bu nedenle pratik üretimde ördekleri yumurtlatmak için gerekli bir fotoperiyod prosedürü yoktur (Hernandez ve Bahr, 2003). Hipotalamik gonadotropin salgılatıcı hormon (GnRH) nöronların aktivitelerinden etkilenebilmektedir. Fotoperiyod bu bölümde hipotalamik gonadotropin salgılatıcı hormon (GnRH) nöronların aktivitesi için çok önemli olmaktadır (Sharp, 1993). Yine bu aşamada iklim değişikliğinin etkileri bu mekanizmalar içerisinde sorunlara yol açabilecektir. Fotoperiyod ile ilgili bilimsel çalışmalar devam ederken, serbest gezinmeli ve organik sistemde yetiştirilecek kanatlılar için küresel ısınmanın ve iklim koşullarında ki değişimlerin de irdelenmesi gerekmektedir. Cui vd. (2021b) fotoperiyodun yumurta kabuk kalitesi üzerine etkisinin olabileceğini bildirmiştir. Bu konu üzerine yaptığı çalışmada fotoperiyodun 12 saat aydınlık 12 saat karanlık olduğu koşullarda en yüksek yumurta kabuğu kırılma direnci elde etmiştir.

İklim değışikliği, geniş bir arazi ve habitat yelpazesinde yaban hayatı popölasyonlarının dağılımlarında, varlıklarında ve dinamiklerinde değışikliklere neden olmaya başlamış ve neden olmaya devam edecek gibi görüldüğü belirtilmektedir (Rosenzweig vd., 2008; Walther, 2010). İklim değışikliğinin, artan sıcaklıklar ve yağış düzenlerindeki değışiklikler nedeniyle, Kanada'nın çayır çukurları bölgesi olarak da bilinen Alberta, Saskatchewan ve Manitoba'nın güney kesimlerinde kuraklığı artıracakđı bildirilmektedir (Withey ve Cornelis van Kooten, 2011). Bu büyük ölçekli ekolojik değışimler, mevcut koruma çabalarının etkinliğini ve yönetimini de değışirmiştir (Virkkala vd., 2013). İklim değışikliğiyle beraber olası sistem değışimlerine karşı modeller geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmalar genel olarak yaban hayatı üzerine yapılmaktadır. Su kanatlıları üzerine yapılan çalışmalar da mevcuttur (Loesch vd., 2012; Withey ve Cornelis van Kooten, 2011; Zhao vd., 2016). Fakat bu çalışmalar diğer kuşlarla ilgili yapılan çalışmalar kadar yeterli değildir (Guillemain vd., 2013; Roberts vd., 2016).

Sulak alanlar iklim değışikliğinin etkilerini azaltmada ya da önlemede en önemli bölgelerdir. Bu nedenle ticari üretimde önemli bir yeri olan mısır, kanola ve biyoyakıt üretimi için diğer üretimlerin desteklenmesi politikalarından uzak tutulmalıdır. Eğer sulak alanlar bu üretim için değıştirilir yapısı bozulur ise denge olumsuz yönde değışecektir (Withey ve Cornelis van Kooten, 2011). İklim değışikliğine karşı ve özellikle yabani su kanatlılarının korunması gerekmektedir. Bir yönüyle bu durum evcil su kanatlılarıyla yapılan üretimi de olumsuz etkileyecektir. Ülkemizde de benzer uygulamaların var olduğu görülmektedir. Gerekli önlemler alınmaz ise ileri de doğal alanların tekrar oluşturulması zaman alacaktır. Ayrıca bu doğal dönüşümün ekonomik bir yükü de olacaktır.

Ülkemizde su kanatlıları genellikle kırsalda yaşayan insanların aktif olarak gerçekleştirdiği hayvansal üretim faaliyetidir. Doğu ve Orta Anadolu ile İç Ege Bölgesi ilk sıralarda yer almak üzere, tarım faaliyeti gerçekleştiren özellikle kırsaldaki ailelerin kış döneminde aile içi tüketime yönelik yaptığı bir yetiştiriciliktir (Aral ve Aydın, 2007; Sarıca vd., 2014). Üretim sonbahar döneminde yapılan ek yemlemeye bağlı değışmekte ve genellikle oluşan yağlanma sebebiyle bu dönemde etleri çok lezzetli bulunmak ve tercih edilmektedir (Yakan vd., 2012). Kırsal alanda düşük bir girdi maliyetiyle yetiştirilen su kanatlıları hem insan beslenmesinde hem de aile ekonomisinde

olumlu etkilere sahiptir (Sarıca vd., 2014). Çünkü ülkemizde üretimin yoğun olduğu bölgelerde özellikle kaz yetiştiriciliği; ilkbaharda civciv çıkışlarından sonra bir aylık olduğunda meralarda ve bitkisel üretimde hasat gerçekleşikten sonra da anızlarda beslenmektedir. Sonbahar döneminde bir aylık süre ile arpa, buğday, yulaf, mısır gibi tane yemlerle beslenerek kesime gönderilmektedir. Bu konuların önemi dikkate alındığında mevsimsel değişimler sonucu kırsalda bitkisel üretimdeki değişimler direk olarak su kanatlılarının üretim sürecine olumsuz etkide bulunacaktır. Kuraklık, aşırı derecede nem, donlar, seller gibi iklimsel afetler meydana gelebileceği öngörülmektedir. Bunun sonucunda bitkisel üretimde ve elde edilen ürünlerde azalmalar meydana gelecektir. Bitkisel üretimdeki verim düşüklüğü, ekimi yapılan arazilerin azalması, kırsaldan göç gibi birçok neden ekolojik ve ekonomik olarak su kanatlıları yetiştiriciliğini azaltacaktır. Dolayısıyla önemli bir hayvancılık faaliyeti azalacaktır. Su kanatlıları yaşam alanları evcil koşullarda azalma gösterecektir. Ekstansif üretimde ki azalışlar maalesef önemli bir tüketici tepkisine yol açmakla kalmayacak, entansif üretime geçişin zorlanmasıyla hayvan refahı ile ilgili problemleri ve endişeleri de beraberinde getirecektir.

Küresel ısınmanın bir sonucu olarak artan sıcaklıklar su kanatlılarında ısı stresine neden olabilecektir. Isı en önemli çevresel kaynaklı stres etmenidir. Yetiştiricilikte ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Dayyani ve Bakhtari, (2013) ısı stresini, hayvandan çevreye iletilen net enerji ile hayvanlar tarafından üretilen ısı enerjisi miktarı arasındaki negatif denge olarak tanımlamaktadır. Ortaya çıkan dengesizliğe termal ışın, güneş ışığı, hareketlilik, hava sıcaklıkları ve nem gibi çevresel faktörler ve aralarındaki interaksiyon etkilidir (Şentürk vd., 2020).

Isı stresine bağlı olarak kanatlılarda fizyolojik değişimler meydana gelebilmektedir. Meydana gelen bu değişimlerin etkileri olarak ölüm oranında artış, yemden yararlanmada azalma, canlı ağırlıkta azalmalar ve üreme özelliklerinde düşüşler görülebilmektedir (Wasti vd., 2020).

Buraya kadar iklim değişikliğinin su kanatlıları üzerindeki etkilerini ele aldık. Birde bu kanatlıların üretimi sonucunda ortaya çıkacak gübre, altlık, ölü hayvanlar, kuluçkahane ve kesimhane atıkları, atık sular, kötüleşmiş su göletleri, koku ve sinek gibi problemler bulunmaktadır. Sarıözkan ve Küçükoflaz, (2020) tarafından yapılan bir çalışmada Türkiye’de toplam 47.870.234 ton CO₂ sera gazı salınımı tespit edilmiştir. Bu sera gazı salınımının

% 43.9'u sütten, %30.8'i kırmızı etten, %16.3'ü kanatlı etinden ve bunun dışındaki oranının da (%9) yumurta üretimi sonucunda elde edildiği bildirilmektedir. Oranlardan da görüldüğü üzere kanatlı sektörü düşük bir paya sahiptir. Fakat dikkatli olmak ve sera gazına daha fazla oranda salınım gerçekleştirmemek gerekir. Bunun için yetiştiricilik yapılan türlerde yerleşim sıklığı, yetiştirme sistemi ve koşulları dikkatli bir şekilde uygulanmalıdır. Bu konuda ki mevzuatların uygulanabilir olması önem arz etmektedir. Yine Sarıözkan ve Küçükoflaz, (2020) hayvancılık sektörünün dünyada değişen iklim şartlarından en yüksek oranda etkileneceğini bildirmektedir. Su kanatlılarının da en fazla yetiştirildiği kırsalda ortaya çıkacak olumsuzluklar ekonomik olarak da ağır sonuçlar gösterecektir. İklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadele edilirken, hayvansal üretimden kaynaklanan sera gazı salınımı ile ilgili de detaylı çalışmalar yapılması gerektiği belirtilmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, iklim değişikliğinin olumlu veya olumsuz etkileri uzun bir süreç içerisinde meydana gelmektedir. Kısacası iklim değişikliğinin sonuçları hemen ortaya çıkmamaktadır. Bu nedenle özellikle olumsuz etkilere karşı alınacak tedbirler konusunda çok yavaş hareket edilmektedir. Fakat etkiler ortaya çıkmaya başladığında çok daha ciddi meseleler ile karşılaşılacaktır. Özellikle ekonomik, sosyolojik ve en önemlisi ekolojik sorunlar baş gösterecektir. Sorunlar ortaya çıktığında müdahale edebilme imkanlarımızın kısıtlı olacağı asla unutulmamalıdır.

Su kanatlılarının sulak alanlara, temiz bir doğaya, yeşil alanlara ve dengeli-yeterli ısı ve aydınlatmaya ihtiyaç duyduğu bir gerçektir. İklim değişikliğinin sebep olacağı olumsuz etkiler özellikle bu ihtiyaçları değiştirecektir. Bu nedenle iklim değişikliğini önleyemediğimiz durumlarda yapılacak ilk iş, bu hayvanlarımızı değişen koşullara adapte edebilmektir.

Su kanatlılarının vahşi ve evcil koşullarda ki küresel ısınmaya karşı verdiği tepkiler üzerine araştırmalar yapılmalıdır. Uzun yıllık çalışmalar ile iklim değişikliği ve su kanatlılarının verim ve performans değerleri üzerindeki etkileri de belirlenmelidir. Bu sayede değişen koşullara uyum çalışmalarına yönelik adımlarda atılmış olacaktır. Bu çalışmalar bir devlet politikası olarak tanımlanmalı ve işlemelidir.

Sadece verim değil davranış özelliklerinin de detaylı olarak incelenerek olası değişimler ve değişimlere karşı verdiği tepkilerde ortaya konulmalıdır. Bu sayede olumsuz senaryoya karşı alınacak tedbirler şimdiden belirlenebilir.

Mevsimsel üreme özelliğine sahip su kanatlıları ve özellikle düşük yumurta verimli kazlarda küresel ısınma sonucu mevsimsel dalgalanmaların olması; yumurtlama periyodunun değişimi, gurkluk ve üremede aktifleşme dönemi için olumsuz etkiler ortaya koyabilecektir.

Hayvansal üretimin temel girdisi olan bitkisel üretimde yaşanabilecek sorunlar direk olarak hayvancılık sektörünü dolayısıyla su kanatlıları yetiştiriciliğini etkileyecektir. Su kanatlılarında oluşacak kötü senaryo toplumun belirli bir kesimini etkileyecek olsa da hem ekonomik hem de gıda arz-talep dengesinde bozulmalar meydana gelecektir. Bu nedenle konu uzmanları kendi alanları ile ilgili gerekli hassasiyeti göstermelidir.

İklim değişikliğine karşı, yeni yetiştirme sistemleri üzerinde detaylı çalışmalar yapılması gereklidir. Çünkü hayvan refahı da düşünülmelidir. Tüketicinin istekleri, üreticilerin talepleri ve ekonomik verim seviyeleri dikkate alınarak ilkim değişikliğin oluşturacağı olumsuz etkilere karşı güncel teknolojik yetiştirme sistemleri geliştirilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır.

İklim değişikliğine neden olabilecek sera gazı salınımı ile ilgili olarak da önlemler alınmalı ve buna bağlı üretim modelleri geliştirilmelidir. Su kanatlılarının sera gazı salınımı üzerine etkileri araştırılarak kaynak veriler oluşturulmalıdır. Bu sayede üretim modelleri ve diğer bakım-besleme ile ilgili stratejiler de ortaya konulabilecektir.

Toplumsal farkındalık ve toplumun bilgilendirilmesi de önemli bir aşama olacaktır. İklim değişikliğinin en önemli faktörü olarak gösterilen insanın bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi gelecek için önemli bir adım olacaktır. İleride başımıza gelebilecek sorunlar ve iklim değişikliğinin ortaya çıkarabileceği olası problemler senaryo edilerek şimdiden alınacak önlemler ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Aksay, C.S., Ketenoğlu, O., Kurt, L. (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. SÜ Fen Ed. Fak. Fen Derg., 25, 29-41.
- Aral, Y., Aydın, E. (2007). Türkiye’de Kaz Yetiştiriciliğinin Ekonomik Önemi ve Kaz Ürünlerinin Değerlendirme Olanğı. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 78(3): 31-38.
- Boz, M.A., Sarıca, M., Yamak, U.S. (2014). Yozgat İlinde Kaz Yetiştiriciliği. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 11(1): 16-20.
- Boz, M.A., Sarıca, M., Yamak, U.S. (2017a). Production Traits of Artificially and Naturally Hatched Geese in Intensive and Free-range Systems: I. Growth Traits. British Poult. Sci., 58(2): 132-138.
- Boz, M. A., M. Sarıca, Yamak, U. S. (2017b). Production Traits of Artificially and Naturally Hatched Geese in Intensive and Free-range Systems-II: Slaughter, Carcass and Meat Quality Traits. Br. Poult. Sci., 58, 166-176.
- Buckland, R.B., Gérard, G. (2002). Goose production (No. 154). Food Agriculture Org (FAO).
- Chang, S., Lin, M., Fan, Y., Lee, T. (2016). Effects of Lighting Intensity on Growth and Reproductive Performance of Breeder Geese. J. Appl. Poultry Res., 25, 315e21.
- Chen, H., Huang, R.L., Zhang, H.X., Di, K.Q., Pan, D., Hou, Y.G. (2007). Effects of Photoperiod on Ovarian Morphology and Carcass Traits at Sexual Maturity in Pullets. Poult. Sci., 86, 917-920.
- Cui, Y., Wang, J., Zhang, H., Qi, G., Wu, S. (2021a). Effects of Photoperiod on Performance, Ovarian Morphology, Reproductive Hormone Level, and Hormone Receptor mRNA Expression in Laying Ducks. Poultry Science, 100(4), 100979. doi:10.1016/j.psj.2021.01.002.
- Cui, Y., Wang, J., Zhang, H., Qi, G., Wu, S. (2021b). Effect of Photoperiod on Eggshell Quality and Quality Characteristics of Tibia, Femur, and Ulna in Laying Ducks. Poultry Science, 100(10): 101376. doi:10.1016/j.psj.2021.101376.
- Dayyani, N., Bakhtiari, H. (2013). Heat Stress in Poultry: Background and Affective Factors. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 1(11): 1409-1413.

- Doğan, S. (2005). Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri. *Ç.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6 (2): 57-73.
- Dumrul, Y., Dumrul, C. (2017). "Karbon Vergilerinin İklim Değişikliği ve Ekonomi Üzerindeki Etkileri: Bir Literatür Taraması", *Küresel Isınma İklim Değişikliği ve Sosyo-Ekonomik Özellikleri içinde*, (Editör; Hayriye Atik), Nobel Yay. Ankara.
- Erk, N. (2017). İklim Değişikliği ve Tarımsal Üretim Üzerine Etkileri. *Küresel Isınma İklim Değişikliği ve Sosyo-Ekonomik Özellikleri içinde*, (Editör; Hayriye Atik), Nobel Yay. Ankara.
- Guillemain, M., Pöysa, H., Fox, A.D. (2013). Effects of Climate Change on European Ducks: What Do We Know and What Do We Need to Know? *Wildlife Biol.*, 19, 404-419. doi:10.2981/12-118.
- Hassan, M.R., Sultana, S., Choe, H.S., Ryu, K.S. (2013). Effect of Monochromatic and Combined Light Colour on Performance, Blood Parameters, Ovarian Morphology and Reproductive Hormones in Laying Hens. *Ital. J. Anim. Sci.*, 12, e56.
- Hernandez, A.G., Bahr, J.M. (2003). Role of FSH and Epidermal Growth Factor (EGF) in the Initiation of Steroidogenesis in Granulosa cells Associated with Follicular Selection in Chicken Ovaries. *Reproduction*, 125, 683-691.
- Huang, Y.M., Shi, Z.D., Liu, Z., Liu, Y., Li, X.W. (2008). Endocrine Regulations of Reproductive Seasonality, Follicular Development and Incubation in Magang Geese. *Anim. Reprod. Sci.*, 104, 344e58.
- Kadıoğlu, M., Yurdanur Ü., İlhan A., Yürü, C. (2017). Türkiye'de İklim Değişikliği ve Tarımda Sürdürülebilirlik. *Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Dernekler Federasyonu Yayını*. <https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/iklim-degisikligi-rapor-elma.compressed.pdf>. (Erişim tarihi: 22.07.2022).
- Kızmaz, Z. (2021). The Impact of Climate Change in Rural Area and Alternative Searches: A Sociological Approach. *The Journal of International Social Sciences*, 31(1): 431-453.
- Koyuncu, M. (2017). Küresel İklim Değişikliği ve Hayvancılık. *Selcuk J Agr Food Sci*, 31(2): 98-106. doi: 10.15316/SJAFS.2017.26.

- Köknaroğlu, H, Akünal, T. (2010). Küresel Isınmada Hayvancılığın Payı ve Zooteknist Olarak Bizim Rolümüz. SDÜ Zir. Fak. Derg., 5(1): 67-75.
- Lei, M.M., Wu, S.Q., Li, X.W., Wang, C.L., Chen, Z., Shi, Z.D. (2014). Leptin Receptor Signaling Inhibits Ovarian Follicle Development and Egg Laying in Chicken Hens. *Reprod. Biol. Endocrinol.*, 12, 1-12
- Liu, H.Y., Zhang, C.Q. (2008). Effects of Daidzein on Messenger Ribonucleic Acid Expression of Gonadotropin Receptors in Chicken Ovarian Follicles. *Poult. Sci.*, 87, 541-545.
- Loesch, C.R., Reynolds, R.E., Hansen, L.T. (2012). An Assessment of Redirecting Breeding Waterfowl Conservation Relative to Predictions of Climate Change. *Journal of Fish and Wildlife Management*, 3(1): 1-22; e1944-687X. doi: 10.3996/032011-JFWM-020.
- Long, L., Wu, S.G., Yuan, F., Zhang, H.J., Wang, J., Qi, G.H. (2017). Effects of Dietary Octacosanol Supplementation on Laying Performance, Egg Quality, Serum Hormone Levels, and Expression of Genes Related to the Reproductive Axis in Laying Hens. *Poult. Sci.*, 96, 894-903.
- MGM, 2015. Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği. TR2015-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- Özmen, M.T. (2009). Sera Gazı, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü. İMO., 453(1): 42-6.
- Öztürk, K. (2002). Global Climatic Changes and Their Probable Effect upon Turkey. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1): 47-65.
- Pingel, H. (2011). Waterfowl Production for Food Security. *Lohmann Information*, 46(2): 32-42.
- Roberts, B.E., Harris, W.E., Hilton, G.M., Marsden, S.J. (2016). Taxonomic and Geographic Bias in Conservation Biology Research: a Systematic Review of Wildfowl Demography Studies. *PLoS One*, 11, e0153908. doi:10.1371/journal.pone.0153908.
- Rosenzweig, C., Karoly, D., Vicarelli, M., Neofotis, P., Wu, Q., Casassa, G., Menzel, A., Root, T.L., Estrella, N., Seguin, B. (2008). Attributing Physical and Biological Impacts to Anthropogenic Climate Change. *Nature*, 453, 353-357.

- Sarıca, M., Boz, M.A., Yamak, U.S. (2014). Meat Quality Traits and Some Blood Parameters of White and Multicolor Geese Reared in Backyard in Yozgat. *Anadolu J. Agr. Sci.*, 29(2): 147-153. doi: 10.7161/anajas.2014.29.2.147-153.
- Sarıözkan, S., Küçükoflaz, M. (2020). Does Climate Effecting the Livestock or Livestock Effecting the Climate? *Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 17(3): 255-259. doi: 10.32707/ercivet.828781.
- Sharp, P., Follett, B. (1969). The effect of hypothalamic lesions on gonadotrophin release in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Neuroendocrinology*, 5, 205e18.
- Sharp, P.J. (1993). Photoperiodic Control of Reproduction in the Domestic Hen. *Poultry Science*, 72, 897-905
- Sun, A.D., Shi Z.D., Liang, Y.M.H.S.D. (2007). Development of out-of-Season Laying in Geese and its Impact on the Goose I in Guangdong Province, China. *World Poultry Sci. J.*, 63, 481e90.
- Şentürk, Y.E., Şekeroğlu, A., Duman, M. (2020). The Effect of Heat Stress on Egg Quality Properties:A Review. *International Journal of Poultry - Ornamental Birds Science and Technology*,1(1): 30-33.
- Virkkala, R., Heikkinen, R.K., Fronzek, S., Kujala, H., Leikola, N. (2013). Does the Protected Area Network Preserve Bird Species of Conservation Concern in a Rapidly Changing Climate? *Biodivers. Conserv.*, 22, 459-482.
- Walther, G.R. (2010). Community and Ecosystem Responses to Recent Climate Change. *Philos. Trans. R. Soc., B.*, 365, 2019-2024.
- Wasti, S., Sah, N., Mishra, B. (2020). Impact of Heat Stress on Poultry Health and Performances, and Potential Mitigation Strategies. *Animals (Basel)*, 10(8): 1266. doi:10.3390/ani10081266.
- Withey, P., Cornelis van Kooten, G. (2011). The Effect of Climate Change on Optimal Wetlands and Waterfowl Management in Western Canada. *Ecological Econom.*, 70,798-805. doi:10.1016/j.ecolecon.2010.11.019.
- Yakan, A., Aksu Elmalı, D., Elmalı, M., Şahin, T., Motor, S., Can, Y. (2012). Halk Elinde Yetiştirilen Beyaz ve Alaca Kazlarda Karkas ve Et Kalite Özellikleri. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 18(4): 663-672.

- Yamak, U.S., Sarica, M., Boz, M.A., Erensoy, K. (2022). Effect of Production System on Some Meat Quality Traits of Pekin Ducks. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 37(1): 13-22. doi: 0.7161/omuanajas.869374.
- Zhao, Q, Silverman, E., Fleming, K., Boomer, G.S. (2016). Forecasting Waterfowl Population Dynamics Under Climate Change-Does the Spatial Variation of Density Dependence and Environmental Effects Matter? *Biological Conservation*, 194, 80-88. doi: 10.1016/j.biocon.2015.12.006.

BÖLÜM 12

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN KANATLI HAYVANLARIN BESLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. | Hulüsi Ozan TAŞKESEN^{1*}

^{1*} Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yozgat, Türkiye.
ozan.taskesen@yobu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-8732-5868

GİRİŞ

Çevresel faktörlerin kümes kanatlılarının et ve yumurta üretimi üzerinde büyük bir etkisi olduğu bilinmektedir. Bu çevresel faktörler, sıcaklık, nem, ışık (gün uzunluğu ve yoğunluk), rakım (hava basıncı ve oksijen ve karbondioksitin kısmi basınçları), rüzgar hızı (hava hareketi), güneş enerjisi, hava ve su kalitesi ve yerleşim sıklığı olarak özetlenebilir. Son birkaç on yılda, küresel iklim değişikliğinin etkileri ile birlikte çevresel faktörlerin kümes hayvanları üzerindeki etkisi daha da artmıştır.

İklim değişikliği ve hayvansal üretimin her ikisi de birbiri üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. İklim değişikliği, artan hava sıcaklığı, yem bulunabilirliği ve hastalıkları destekleme etkileri nedeniyle hayvansal üretimi etkileyebilir (Adams vd., 1990; Bowes ve Crosson, 1993). Öte yandan, FAO (2006), hayvansal üretimin, dünyanın en önemli çevre sorunlarının başlıca nedenlerinden biri olduğunu bildirmiştir. Hayvansal üretimin iklim değişiklikleri üzerindeki olumsuz etkilerine dair çok sayıda kanıt sunulmuş olmasına rağmen, bu sektör yeterince önemsenmemiş ve dikkate alınmamıştır (Koneswaran ve Nierenberg, 2008). FAO (2006) da iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin yaklaşık % 18'inin kaba yem tüketen ve metan gazı üreten ruminant hayvanların üretiminden kaynaklandığını bildirmiştir. Genel olarak hayvansal üretimden ve özellikle de ruminant hayvanlardan kaynaklanan iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılması hem acil hem de kritik önem taşımaktadır (IPCC ve Al-Gore, 2007).

Kanatlı sektörü, sanayileşmesi, tüketim ve ticarete dünyadaki diğer büyük tarım sektörlerinden daha hızlı büyümesi ile karakterize edilmektedir. Ancak FAO (2010), ekstansif kanatlı üretim sisteminin daha yüksek yem değerlendirme oranı (FCR) ve daha uzun yetiştirme dönemlerine sahip olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, bu sistem daha yüksek enerjiye ihtiyaç duymakta ve iklim değişiklikleri açısından olumsuz etkilere sahiptir. Benzer şekilde, FAO (2010) günümüzde kanatlı etinin toplam küresel et üretiminin yaklaşık % 33'ünü temsil ettiğini bildirmiştir. Ayrıca, Van der Sluis (2007) kanatlı eti ve yumurta üretiminin çevresel açıdan en verimli hayvansal protein üretim sistemi olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Van der Sluis (2007) yoğun kanatlı üretiminin küresel ısınma üzerindeki etkisinin organik veya serbest dolaşıma göre çok daha az olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Bos ve Wit (1996), kanatlıların dünyadaki çoğu insan için kabul edilebilir bir hayvansal protein

formu sağladığını ve yoğun olarak tutulan kümes hayvanlarının hızla büyüyen kentsel nüfus için hayvansal protein kaynaklarını hızla artırmanın bir yolu olarak görüldüğünü belirtmiştir.

Kanatlıların entansif yetiştiriciliğinde kullanılan kontrollü barınaklar, kümes kanatlılarını makro çevre etkilerinden koruyarak, verimi artırmak ve dolayısıyla bu barınaklara yapılan harcamaları artan verimle dengeleyerek ekonomik hale getirmek üzerine kurulu bir yaklaşımdır. Barınak, kanatlının maruz kaldığı çevresel etkileri hafifleten ancak ortadan kaldırmayan kontrollü bir çevre yaratır. Sıcaklık-beslenme çalışmalarında kafesteki ortamın (mikro çevre) dikkate alınması ve bina içinde alınan ölçümlerin (mezo çevre) kullanılmasından kaçınılması önemlidir. Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde, beslenme uzmanları için "ideal" ortam, en az besin maddesi harcayarak ağırlık veya yumurta veriminde artışı en üst düzeye çıkararak ortam koşulları olarak tanımlanabilir. Ne var ki, beslenme açısından "ideal" ortam ekonomik olarak uygun olmayabilir. Bu durumda ekonomik olarak optimum yolun bulunabilmesi için gerek çevresel etkilerin minimum iyileştirmelerin gerekse beslenme ve verim için en uygun seviyelerin hesaplanarak uygulanması yoluna gidilmektedir. Örneğin, düşük bir ortam sıcaklığı verimi düşürüyorsa, ancak daha yüksek ortam sıcaklığını sağlamak için gereken harcamalar verim artışından sağlanacak kazançla eşit veya daha yüksekse, bu durumda yüksek ortam sıcaklığında nasıl bir uygulama yapılacağına karar vermek gerekli hale gelir ve bu da ancak besleme stratejileriyle çözülür. Örneğin Waibel (1977), bu tür bir durum için hindileri maksimum kar için yetiştirmek üzere yem maliyetlerinin değerlendirilmesini yapmıştır. Soya küspesi gibi protein kaynakları nispeten ucuz olduğunda, yetiştirici, maksimum kilo alımını teşvik etmek için önerilen protein seviyeleri ile besleme yürütülmelidir; ancak protein kaynağı yem hammaddeleri pahalı hale geldiğinde, maliyet muhasebesi yaklaşımı, rasyon proteininin daha düşük seviyelerini ve dolayısıyla maksimum kilo alımından daha azını işletme için optimal hale getirmektedir. Verimliliğin nihai hesabı et, yumurta ve/veya üreme çıktısı (kuluçka tesislerinden alınan genç hayvan) olsa da, çevre faktörlerinin besin maddesi kullanımını etkilediği durumlar mevcuttur. Daha yüksek bir çevre sıcaklığına geçiş, kümes hayvanlarının enerji tüketimini azaltır (O'Neill vd., 1970; Romijn ve Vreugdenhil, 1969; van Kampen, 1974). Bu nedenle, daha yüksek ortam sıcaklıklarının mevcut olduğu yerlerde, hayvanlar sabit bir vücut sıcaklığını

korumak için metabolize edilebilir enerjilerinin daha azını harcarlar, buna bağlı olarak yem tüketimlerini düşürürler ve bu enerji tasarrufunu üretime kaydırma veya yem değerlendirmeyi iyileştirme seçeneğine sahip gibi görünürler.

Hayvancılık ve çevre ilişkisi iki yönlü bir ilişkidir. Literatürdeki çoğu çalışma, ya iklim değişikliğinin hayvansal üretim üzerindeki etkilerine ya da hayvansal üretimin iklim değişikliği üzerindeki etkilerine odaklanmaktadır. Bu bölümde iklim değişikliğine bağlı çevre faktörlerinin başında gelen sıcaklık stresinin kanatlı hayvanların beslenmesi üzerindeki etkilerine, takibeden bölümde ise kanatlı hayvanların farklı besleme yöntemleri ile küresel iklim değişikliğine katkısı ve çevreye verilen zararın azaltılması yönünde güncel besleme stratejilerine değinilecektir.

1. YEM TÜKETİMİ VE BESİN MADDESİ GEREKSİNİMLERİ

Sıcaklık stresi, kanatlı hayvanların performansını olumsuz etkileyen en önemli çevresel koşullardan biridir. Kanatlılar, çevre sıcaklığındaki değişimlere rağmen vücut sıcaklıklarını 40,6-41,0°C aralığında tutarlar çünkü homeotermik hayvanlardır (Olgun vd., 2021). Ancak ter bezleri olmayan, vücutları tüylerle kaplı ve yüksek verimlilik için yetiştirilen kanatlılar sıcaklık stresine karşı daha hassastır (Chen vd., 2015; Quinteiro-Filho vd., 2012).

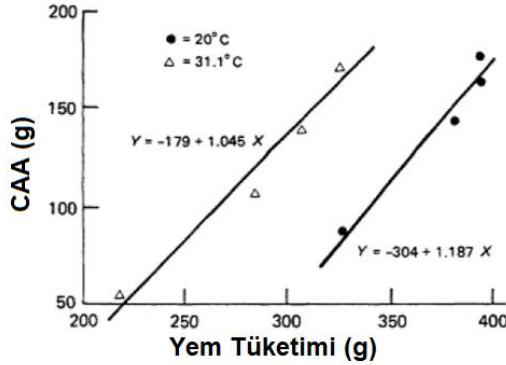
Sıcaklık stresine maruz kalan kanatlılar, buharlaşmayla serinlemeyi sağlamak için solunum hızını artırarak vücut sıcaklıklarını düşürmeye çalışır. Solunum hızının artmasıyla akciğerlerden salınan karbondioksit miktarı artar ve bu da kanatlarda solunum alkalozuna neden olur. Solunum alkalozu durumunda hayvan, bikarbonat atılımını artırarak ve böbreklerden hidrojen atılımını azaltarak asit-baz dengesini korumaya çalışır (Borges vd., 2007). Sonuç olarak, yumurta kabuğu ve kemik oluşumu için kalsiyum karbonat oluşumu azalır, bu da yetersiz kemik gelişimi ve yumurta kabuğu kalitesinde düşüşe ve dolayısıyla ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Cruvinel vd., 2021).

Sıcaklık stresinin kanatlı hayvanların büyüme hızı ve yumurta verimi üzerindeki olumsuz etkisinin ana nedenlerinden biri yem tüketiminin azalmasıdır. Sindirim sisteminde yemin sindirilmesi, besin maddelerinin emilmesi ve kullanılması enerji gerektiren ve organizmada ısı üretimine neden

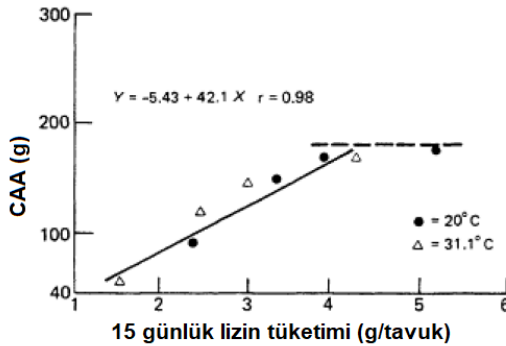
olan süreçlerdir. Kanatlı hayvanlar, yem tüketiminin neden olduğu sıcaklık artışını azaltmak için yem tüketimini azaltırlar (Syafwan vd., 2011).

Sıcaklık stresi ve yumurta üretimi ters orantılıdır; sıcaklık stresine maruz kalan tavukların yumurta üretimi azalır (Deng vd., 2012). Yumurta üretimindeki bu düşüş, yem tüketiminin azalması ve dolayısıyla yumurta üretimi için gerekli olan besin maddelerinin, özellikle de plazmadaki protein ve kalsiyum (Ca) konsantrasyonlarının yetersizliğinin bir sonucudur (Mashaly vd., 2004). Sıcaklık stresinin yumurta üretimi ve yumurta ağırlığı üzerindeki olumsuz etkisi doğrudan yem tüketiminin azalmasıyla ilişkilidir ve yumurta kabuğu kalitesinin düşmesi sıcaklık stresi sırasında ortaya çıkan solunum alkalozu ile ilişkilidir (Olgun vd., 2021).

Çevresel faktörlerin yem tüketimi üzerindeki etkileri ile besin maddesi gereksinimleri üzerindeki etkilerinin birbiriyle karıştırılmaması gereklidir. Bu ayrımın temeli, yem tüketimi çevre etkilerine bağlı olarak değiştiğinde, değişen günlük tüketimi telafi etmek için besin maddelerinin rasyondaki seviyelerini uygun şekilde ayarlayarak hayvan üzerindeki olumsuz etkinin hafifletilmesi gerektiğidir. Farklı çevresel koşullarda eşit günlük yem tüketimi, karşılaştırılabilir verimlilik üretmiyorsa, besin maddesi gereksinimlerinin değiştiğini söylemek mümkündür. Bu kavramı açıklamak için, March ve Biely (1972) tarafından yapılan araştırmanın verilerine bakıldığında (Şekil 1) Leghorn civcivlerinin, 20 ve 31.1°C'de, farklı lizin seviyelerine sahip rasyonlar ile beslendiği çalışmada, iki farklı sıcaklıktaki yem tüketimlerinin birbirlerinden çok farklı olduğu, 31.1°C ortam sıcaklığındaki civcivlerin yaklaşık yüzde 20 daha az yem yediğini gözlenmiştir. Buna göre yüksek sıcaklığın yem tüketimini azalttığı gözlenmekte ve hayvanların daha düşük canlı ağırlıkta kalmasına sebep olabileceği düşünülebilir. Oysa ki veriler canlı ağırlık artışı - lizin tüketimi temelinde çizildiğinde, iki farklı ortamda da hayvanların ortak bir yanıt oluşturduğu gözlenmektedir. Bu durum, yem tüketiminin çevre şartlarına bağlı olarak değişikliğe uğraması durumunda rasyon besin maddesi içeriğinin bu değişikliğe uygun şekilde modifiye edilmesinin önemini göstermektedir. Yem tüketiminin ne oranda ve ne kadar süre baskılandığı, kanatlıların tepkisini belirleyen başlıca etmendir. Termonötral bölgede bile yem tüketiminde yüzde 15'e varan bir düşüş yumurtaların üretimini veya kalitesini etkileyebilir (Polin ve Wolford, 1972, 1973; Snetsinger ve Zimmerman, 1974; Davis vd., 1972).



Şekil 1. İki ortam sıcaklığında % 0.73, 0.88, 1.03 ve 1.33 lizin seviyeleri ile 15 günlük rasyonlar için beslenen White Leghorn civcivlerinin toplam yem alımı ile toplam ağırlık artışı arasındaki ilişki (March ve Biely, 1972)



Şekil 2. 20 veya 31.1°C'de yetiştirilen ve 15 gün boyunca % 0.73, 0.88, 1.03 veya 1.33 lizin içeren rasyonlarla beslenen civcivlerin kümülatif lizin alımı ile büyüme arasındaki ilişki (March ve Biely, 1972)

Alandaki erken dönem araştırmalarda, Wilson (1949) ve Payne (1966), sıcak ortamlardaki tavukların yumurta üretimlerindeki düşüşün, daha düşük enerji alımından kaynaklandığını fark etmişlerdir. Daha sonrasında Dale ve Fuller (1980), yüksek yağ içerikli veya yüksek yağlı-yüksek yoğunluklu rasyonların, piliçlerin 31°C'de ağırlık kaybını bir dereceye kadar hafiflettiğini bildirmişlerdir. Diğer çalışmalar, düşük yem miktarının marjinal alımlarla sonuçlandığını, rasyonlardaki besin maddeleri içeriklerinin değiştirilmesinin mutlaka normal üretime dönüşü garanti etmediğini göstermişlerdir. Yüksek sıcaklıklar, bazal metabolizma hızını (Shannon ve Brown, 1969) ve enerji

idamesini düşürür, bu düşüş, termonötral bölgenin üzerine her 1°C'lik artışla tahmini % 4 seviyelerindedir (Leeson vd., 1973). Örneğin, 33-34°C'deki White Leghorn ve Rhode Island Red tavukları, 18.3°C'deki değerlerin sırasıyla % 58 ve 51'i kadar bir ısı kaybına sahiptir (Ota ve McNally, 1961). Söz konusu bu düşüşün bir kısmı, yem alımı kısıtlanmış yumurta tavukları (Jackson, 1972) veya daha az yem tüketen ırklar (Morrison ve Leeson, 1978) üzerine yapılan çalışmaların bildirişine göre, daha az yem tüketimi ile de açıklanmaktadır.

Yemin enerji seviyesi arttıkça kanatlıların daha az yem tükettiği bilinmektedir. Bunun nedeni, kanatlıların her gün belirli bir enerji alımını sürdürmeye çalışmalarıdır. Bununla birlikte, mekanizma hiçbir şekilde mükemmel değildir ve enerji seviyesi arttıkça, yem alımındaki gerçek düşüş genellikle kusurlu bir şekilde düzenlenir ve enerjinin 'aşırı tüketimine' yol açar. Çevre sıcaklığı arttıkça, yem tüketimini enerji ihtiyacına göre ayarlama becerisi zayıflar ve bu nedenle enerji alımını teşvik etmek amacıyla rasyon enerji seviyesinin artırılması sıklıkla düşünülmektedir. Leeson ve Summers (2005)'in aktarılarına göre, Payne (1967) bu klasik etkiyi 18°C veya 30°C'de 2860 ila 3450 kcal ME/kg ile beslenen kahverengi yumurta tavuklarında göstermiştir. 18°C'de, enerji seviyesi arttıkça yem tüketiminin sırayla azalması ve enerji alımının sabit tutulması nedeniyle kanatlılar tarafından oldukça iyi bir ayarlama söz konusudur. Yüksek sıcaklıklarda, kanatlıların yem tüketimlerini ayarlama etkinlikleri azalır ve enerjinin 'aşırı tüketimi' meydana gelir. Rasyon enerjisinin bu aşırı uçlarının ticari olarak kullanılması önerilmemektedir, bunun yerine enerji alımının mümkün olduğunca yüksek bir rasyon enerji seviyesi ile maksimize edileceği düşünülmektedir. Rasyon enerji seviyesini artırmak için ilave yağ kullanımı düşünülmelidir. Rasyon yağı, lezzeti artırma ve ayrıca üretim için kullanımı sırasında üretilen ısı artış miktarını azaltma avantajına sahiptir (Leeson ve Summers, 2005).

Bununla birlikte, daha güncel çalışmaların bulgularının ortaya koyduğu şekilde sıcaklık stresine maruz kalan kanatlılarda verimliliğin düşmesi sadece yem tüketiminin azalmasından değil, aynı zamanda kanatlıların sindirim sisteminin olumsuz etkilenmesinden de kaynaklanmaktadır. Besin maddelerinin emildiği ince bağırsağın emici yüzeyleri, sindirim morfolojisindeki önemli değişikliklerin bir sonucu olarak sıcaklık stresi sırasında azalır (Liu vd., 2019). Aynı zamanda, sıcaklık stresi bağırsak mikroflorasını ve gastrointestinal peptidleri olumsuz etkiler (Wang vd., 2021)

ve besin maddelerinin ince bağırsaktan emilimini azaltır (Liu vd., 2019). Ayrıca sıcaklık stresi, sağlıklı hücrelere zarar veren süperoksit anyonu, hidroksil, hidrojen peroksit gibi serbest radikallerin üretimini artırır (Sivakumar vd., 2010) ve lenfositlerin ve lenfoid foliküllerin sayısını azaltarak Bursa Fabricius, dalak ve timus gibi bağışıklık sistemi organlarının göreceli ağırlıklarında azalmaya neden olur (Aengwanich, 2010).

2. PROTEİN VE AMİNO ASİTLER

Sıcaklık stresi sırasında performansın baskılanması nedeniyle kanatlıların protein ihtiyacı azalır. Protein sentezi ve parçalanması azalır, bu da kronik sıcaklık stresinden kaynaklanan protein birikiminde bir azalmaya neden olur. Erken dönem çalışmaların bazıları, rasyonda ham protein seviyesindeki artışların, stres altındaki piliçlerde gözlenen yem tüketimindeki azalmayı telafi edebileceğini bildirmişler ve bazı araştırmacılar bu tür rasyonlarla beslemenin yararlı etkileri olduğunu bildirmişlerdir (Kubena vd., 1972; Olomu ve Offiong 1980; Cahaner vd., 1995; Alleman ve Leclercq 1997). Benzer şekilde, Marks ve Pesti (1984) düşük proteinli rasyonların sıcaklık stresi altında su tüketimini azaltma eğiliminde olduğunu ve bunun da broylerlerin performansını daha da tehlikeye atabileceğini öne sürmüştür. Bununla birlikte, yüksek ortam sıcaklıklarında tutulan broylerler için optimum rasyon proteini seviyelerine ilişkin önemli tutarsızlıklar mevcuttur, çünkü birçok araştırmacı, kanatlılar yüksek proteinli rasyonlarla beslendiğinde zararlı etkiler bildirmişlerdir (Fuller ve Moran 1973; Waldroup vd., 1976; Waldroup 1982; Teeter 1994; Cheng vd., 1997). Daha güncel çalışmalarda görülmektedir ki, düşük protein sentezi, rasyondaki protein seviyesinin artırılmasıyla telafi edilemez (Temim vd., 2000). Ayrıca, yüksek protein içeren bir rasyonla beslenen tavukların büyüme performansı da olumsuz etkilenebilir.

Vücuttaki protein metabolizmasından kaynaklanan ısı üretimindeki artış, kanatlılarda sıcaklık stresinin olumsuz etkisini daha da artırabilir. Bunun nedeni, yağ ve karbonhidratların aksine organizmada protein metabolizması sırasında daha yüksek ısı üretimidir (Laudadio vd., 2012; Torki vd., 2017). Protein alımı ısı üretiminde artışa neden olsa da, rasyondaki protein seviyelerinin düşürülmesi yüksek sıcaklığın zararlı etkilerini artırabilir. Rasyondaki düşük protein seviyesi yem alımını ve vücut ağırlığını azaltabilir (Alleman ve Leclercq, 1997). Bununla birlikte, düşük rasyon proteininin

yüksek ortam sıcaklığında kanatlıların performansı üzerindeki olumsuz etkisi, esansiyel amino asitlerin rasyonla takviye edilmesiyle azaltılabilir ve/veya önlenir. Rasyona iyi dengelenmiş amino asitlerin eklenmesi, azot atılımı için enerji maliyetini düşüreceğinden kanatlıların sıcaklık stresiyle başa çıkmasına yardımcı olabilir (Law vd., 2019; Zulkifli vd., 2018).

Maharjan vd. (2020), sıcaklık stresine maruz kalan broylerlerin rasyonunda sindirilebilir amino asit yoğunluğunun artırılmasının (önerilenin % 110 ila 120'si) optimum yem tüketimi, büyüme ve karkas özellikleri açısından ideal olduğunu bildirmiştir. Gonzalez-Esquerre ve Leeson (2005) akut veya kronik sıcaklık stresine (27.3°C ve 31.4°C) maruz kalan broylerlerin yüksek protein (% 25.6) içeren rasyonlarla beslenmesinin sıcaklık stresinin performans üzerindeki olumsuz etkilerini önlediğini, canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranının iyileştiğini bildirmiştir. Aynı araştırmacılar tarafından yürütülen bir başka çalışmada, yüksek arginin-lizin oranına (1.40) sahip rasyonlara farklı metiyonin kaynaklarının (L- veya DL-metiyonin) eklenmesinin, akut ve kronik ısı stresine (32°C) maruz kalan broylerde protein kullanılabilirliğini etkilemediğini belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar, düşük arginin-lizin oranına (0.95) sahip bir rasyona DL-metiyonin ilavesinin, kronik sıcaklık stresi koşulları altında rasyon proteininin kullanımını iyileştirdiğini bildirmişlerdir (Gonzalez-Esquerre ve Leeson 2006). Dai vd. (2009) sıcaklık stresi koşulları altında (28°C) yetiştirilen broylerlerin rasyonlarına glutamin ilavesinin (% 0.5 ve % 1.0) sıcaklık stresinin neden olduğu büyüme performansı, karkas özellikleri, et kalitesi ve et renginin stabilitesindeki bozulmayı azalttığını belirtmiştir. Bahsedilenler ışığında, rasyondaki protein ve amino asit seviyelerinin artırılması, sıcaklık stresine maruz kalan kanatlıların yem tüketimindeki azalmanın yaratacağı olumsuz etkileri gidermede etkili olabilir. Bu nedenle, kanatlıların yem tüketimi takip edilerek günlük besin maddesi ihtiyacı açısından rasyonun bileşiminde değişiklikler sağlanabilir.

3. LİPİTLER

Olgun vd. (2021)'in bildirişine göre, rasyonla alınan yağın yarattığı metabolik ısı artışı karbonhidrat ve proteinlerden daha düşüktür. Bunun nedeni, karbonhidrat moleküllerinin vücut yağ sentezi için kullanılmadan önce metabolik olarak birçok kez değişime uğraması, ince bağırsaktan emilen yağ asitlerinin ise değişime uğramadan vücut yağ sentezinde kullanılabilmesidir

(Syafwan vd., 2011). Bu nedenle, rasyonda yağlardan elde edilen enerji miktarının artırılması, kanatlılarda sıcaklık stresinin olumsuz etkilerinin giderilmesine yardımcı olabilir. Rasyonda % 5 yağ kullanıldığında yem tüketiminin yüksek ortam sıcaklığında (31°C) % 17, nötr ortam sıcaklığında (10-18°C) ise % 4,5 oranında arttığı belirtilmiştir (Daghir, 2008). Ghahremani vd. (2017), rasyon enerji kaynağının bir kısmının soya yağı ve yüksek rasyon enerjisi ile değiştirilmesinin, sıcaklık stresi altındaki broylerlerin bağırsak parametrelerini ve performansını iyileştirdiğini belirtmiştir. Bununla birlikte, rasyondaki yağ seviyesi, broylerde sıcaklık stresinin vücut ağırlığı üzerindeki olumsuz etkisini önlemede etkisiz kalmıştır ve rasyonda yağın seçilerek verilmesi önerilmiştir (Zulkifli vd., 2007). Vakili vd. (2010), rasyonlara farklı gruplar halinde % 5 doymuş ve % 5 doymamış yağ ilavesi ile yürüttükleri çalışmada gruplar arasında yağ ilavesinden kaynaklanan bir performans farklılığı görülmediğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, daha sonra yaptıkları başka bir çalışmada çoklu doymamış yağ asitlerinin rasyona ilavesinin sıcaklık stresi etkisi altında yetiştirilen broylerde, yem değerlendirmenin yağ tipinden etkilenmediğini ancak, canlı ağırlık ve yem tüketiminin farklılaştığını ve etteki yağ asidi profiline bağlı olarak et kalitesinin değiştiğini bildirmişlerdir (Vakili ve Rashidi, 2011).

4. VİTAMİNLER

E vitamini önemli bir antioksidandır ve biyolojik membranların bir bileşenidir (Olgun vd., 2021). Membranın ikinci tabakasının hidrokarbon kısmında ve serbest radikallerin oluşumunu başlatan oksidaz enzimlerinin yapısında bulunur. Bu nedenle E vitamini hücre ve dokuları serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasardan korur (Şahin ve Küçük, 2001). Sıcaklık stresine (34°C) maruz kalan yumurtacı tavukların yem tüketimi ve yumurta verimi, 125 ve 500 mg/kg (Bollengier-Lee vd., 1998) ve 60 IU/kg (Kirunda vd., 2001) E vitamini ilavesiyle iyileştirilmiştir. Şahin vd. (2002), sıcaklık stresine (32°C) maruz kalan yumurtacı tavukların rasyonlarına 250 mg/kg E vitamini ilavesiyle yumurta ağırlığı, kabuk kalınlığı ve Haugh biriminin iyileştirildiğini belirtmiştir. Ebran ve Bölükbaşı (2011), sıcaklık stresi altındaki yumurtacı tavuklarda rasyona yüksek oranda E vitamini ilavesinin (85 IU/kg) yumurta verimini, yemden yararlanmayı ve Haugh birimini artırdığını belirtmiş, ancak karaciğer hasarını azaltmak için 65 IU/kg seviyesini önermişlerdir. Rehman vd.

(2017) tarafından broylerler üzerinde yapılan bir denemede, rasyona E vitamini takviyesinin (250 mg/kg) kronik sıcaklık stresine (29-36°C) maruz kalan broylerlerin antioksidan ve bağışıklık tepkilerini artırdığı tespit edilmiştir. Sıcaklık stresine (34°C) maruz kalan bildircinların rasyonlarına farklı düzeylerde E vitamini (125, 250 ve 500 mg/kg) ve C vitamini (100 ve 200 mg/kg) ilavesi ile kuru madde, organik madde, ham protein ve eter ekstraktının sindirilebilirliği artmış ve dolayısıyla yem tüketimi, canlı ağırlık ve yemden yararlanma da yükselmiştir (Şahin ve Küçük, 2001). Benzer sonuçlar Çiftçi vd. (2005) tarafından 125 mg/kg E vitamini ve 200 mg/kg C vitamini takviyesi ile elde edilmiştir. Antioksidan ve bağışıklık kapasiteleri, sıcaklık stresine maruz kalan yumurtacı tavukların rasyonlarına E vitamini ve C vitamini ilavesiyle olumlu yönde etkilenmiştir (Asli vd., 2007). Kuluçkadan çıktıktan sonraki ilk 7 ve 14 günde, sıcaklık stresine (38°C) maruz kalan civcivlerin performansı, in ovo E ve C vitamini enjeksiyonunu takiben yüksek sıcaklıktan etkilenmemiş, ayrıca stresle ilişkili peroksidasyon riski azalmıştır (Altan vd., 2017). Şahin vd. (2003) sıcaklık stresine maruz bırakılan Japon bildircinlarının rasyonlarına C vitamini (250 mg/kg) ve folik asit (1 mg/kg) ilavesinin sıcaklık stresinin olumsuz etkisini azalttığını bildirmiştir (Olgun vd., 2021). Yapılan son çalışmalarda, sıcaklık stresine maruz kalan etlik piliçlerin rasyonlarına E vitamini ve Se ilavesinin, ölüm oranını düşürdüğü ve performansı iyileştirdiği (Calik vd., 2022), göğüs etindeki α -tocopherol seviyelerini yükselterek MDA seviyelerini düşürdüğü böylece et kalitesini iyileştirdiği (Pecjak vd., 2022) bildirilmektedir.

5. ELEKTROLİT DENGESİ

Çevre sıcaklığı arttıkça, kanatlılar buharlaşmayla serinlemeyi artırmak amacıyla solunum hızlarını artırır. Kanatlılar nefes alıp verdikçe, orantılı olarak daha fazla CO₂ kaybetme eğilimindedirler ve bu nedenle asit-baz dengesindeki değişiklikler hızla gelişebilir. Hafif ila şiddetli alkalozda, kan pH'ı 7,2'den 7,5'e ve aşırı durumlarda 7,7'ye kadar değişebilir. Kan pH'ındaki bu değişim, bikarbonat iyonlarının kaybıyla birlikte yumurta kabuğu kalitesini ve genel kanatlı sağlığını ve metabolizmasını etkileyebilir. Bu tür sıcaklık stresi koşulları altında, yumurta kabuğu sentezini etkileyen en önemli faktör bikarbonatın mevcudiyetidir ve bu da asit-baz dengesi, böbrek fonksiyonu ve solunum hızı tarafından yönetilir (Leeson ve Summers, 2005).

Sıcaklık stresinin normal yönetim teknikleriyle azaltılamadığı durumlarda, rasyonun elektrolit yönünden düzenlenmesi faydalı olabilir. Bununla birlikte, ergin olmayan kanatlılar için uygulanacak yöntem, yumurta tavuklarına kıyasla farklı olmalıdır. Yumurta tavuklarında, yumurta kabuğu kalitesini etkilediği için bikarbonat tampon sisteminin korunmasına ihtiyaç vardır. Bu nedenle, sodyum bikarbonat ile rasyon veya su muamelesi faydalı olabilir ve yine minimum klorür gereksinimlerini karşılama gerekliliğini vurgular. Öte yandan, yumurtacı tavuklarda solunum alkalozunun NH_4Cl gibi asitleştiricilerle tedavi edilmesi, solunum sıkıntısını hafifletirken kabuk kalitesinin düşmesine neden olabilir. Olgunlaşmamış yarkalar için elektrolitlerle tedavi genellikle faydalıdır ve bikarbonat tamponlama ile ilgili daha az dikkat gerekir. Rasyonda % 0,3'e kadar NH_4Cl kullanımı, sıcaklık stresi altındaki kanatlıların büyüme hızını artırabilir, ancak bu etkinin elektrolit dengesi/kan pH'sı yoluyla mı yoksa sadece su alımını artırmaktan kaynaklı mı olduğu açık değildir. Ticari koşullar altında, genç kanatlıların içme suyuna tuz eklenmesinin kanatlıların sıkıntısını hafiflettiği ve büyümeyi teşvik ettiği bildirilmiştir (Leeson ve Summers, 2005).

Yaklaşık 250 mEq/kg'lık bir elektrolit dengesi normaldir ve bunun sağlanması için ya rasyonun Na veya K seviyesinde bir artış ya da Cl seviyesinde bir düşüş olması gerekir. Pratik koşullar altında, klor seviyeleri yüksek olduğunda elektrolit dengesi daha sorunlu görünmektedir. Öte yandan, bazen sıcaklık stresi sırasında önerildiği gibi NaCl yerine NaHCO_3 kullanımı klor eksikliğine yol açabilir. Rasyon elektrolit dengesindeki değişiklikler en yaygın olarak rasyon içeriklerinde büyük bir değişiklik olduğunda ve özellikle hayvansal protein kaynakları soya küspesinin yerini aldığı anda veya tersi olduğunda ortaya çıkar (Leeson ve Summers, 2005).

Yapılan çalışmalara bakıldığında, rasyona amonyum klorür (NH_4Cl), sodyum bikarbonat (NaHCO_3), sodyum klorür (NaCl), potasyum klorür (KCl) ve potasyum sülfat (K_2SO_4) gibi bileşiklerin eklenmesinin, sıcaklık stresine maruz kalan broylerlerin performansını artırdığı bildirilmektedir (Ahmad ve Sarwar, 2005). Rasyona Na, K ve Cl ilavesi, sıcaklık stresine maruz kalan broylerde stresle ilişkili olumsuz etkileri hafifletmektedir (Ahmad ve Sarwar, 2005). Olgun vd. (2021)'in bildirişlerine göre, sıcaklık stresine maruz kalan piliçlerin yem tüketimindeki azalmayı engellemek için rasyonun elektrolit içeriği 20°C 'nin üzerindeki her 1°C 'lik artış için % 1,5 oranında

artırılabilir. İçme suyuna % 0,1 HCl ilavesinin sıcaklık stresine maruz kalan yumurtacı tavuklarda yumurta verimini ve kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiğini belirtilmiştir (Ubosi vd., 2003). Sıcaklık stresine maruz kalan broylerler için optimum elektrolit dengesinin 230-250 mEq/kg olduğu bildirilirken (Gamba vd., 2015), bu değer yumurtacı tavuklar için 250 mEq/kg olarak bildirilmiştir (Ahmad ve Sarwar, 2006). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, sıcaklık stresine (33°C) maruz kalan yumurtacı broylerin rasyonlarında 265 veya 315 mEq/kg elektrolit dengesi sağlanmasının yumurta verimini, yumurta kalitesini ve kemik mineral yoğunluğunu iyileştirdiği bildirilmiştir (Cruvinel vd., 2021).

6. MİNERALLER

Kalsiyum (Ca), kanatlı hayvanlarda, özellikle de yumurtacı tavuklarda yumurta verimini etkileyen ana faktörlerden biridir. Yemle tüketilen Ca ile yumurta verimi arasında doğrusal bir ilişki vardır (Borges vd., 2003). Sıcaklık stresi, Ca emilimi için gerekli olan Ca bağlayıcı bir protein olan calbindin'in bağırsak emilimini azaltır (Ebeid vd., 2012). Sıcaklık stresi koşullarında Ca alımının azalması plazmadaki Ca seviyesinin düşmesine neden olur ve bu nedenle yumurta üretimi olumsuz etkilenir (Allahverdi vd., 2013). Sıcaklık stresine maruz kalan kanatlıların yem tüketiminin ve buna bağlı Ca alımının azaldığı, ancak yeme yüksek düzeyde Ca eklenmesinin besin maddesi dengesini bozduğu bildirilmiştir (Mir vd., 2018). Bunu önlemek için yemdeki Ca seviyesi grit ilavesiyle artırılabilir. Grit taşlıkta uzun süre tutulur, bu nedenle bağırsak ve kana düzenli Ca sağlayabilir (Olgun vd., 2021).

Fosfor (P) kanatlı hayvanların büyümesi ve gelişmesi için önemli bir mineraldir. Ancak, sıcaklık stresi sırasında yem tüketiminin ve büyüme performansının azalması P ihtiyacının da azalmasına neden olmaktadır (Persia vd., 2003). Sıcaklık stresine (35°C) maruz kalan kanatlılarda plazma P konsantrasyonu azalmaktadır (Olgun vd., 2021). Sıcaklık stresine maruz kalan yumurtacı tavukların günlük 400 mg kullanılabilir P tüketmesi sağlanmalıdır (Coon, 2002). Yüksek P tüketimi yumurta kabuğu kalitesinin düşmesine neden olabilir, ancak yüksek sıcaklıklarda yem tüketiminin azalması nedeniyle yüksek tüketim nadiren gözlenir. Ca/P oranının düzenlenmesinin akut sıcaklık stresi sırasında bazı olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Leeson ve Summers 2005).

Çinko (Zn), hayvanların büyüme ve gelişmesi için en önemli temel elementlerden biridir ve enzim yapısında yer alan bir iz mineraldir (Salim vd., 2011). Çinko, yumurta kabuğunun sentezi için önemli olan karbonik anhidraz enziminin yapısında yer alır (Balnave ve Muheereza, 1997). Yetersiz Zn, karbonik anhidrazın inhibisyonu nedeniyle yumurta kabuğu kalitesini olumsuz etkiler (Nys vd., 2001). Bununla birlikte, Zn birçok enzimin bir parçası olarak serbest radikallerin giderilmesine katkıda bulunur ve katalaz, glutatyon, peroksidaz enzimleri ile serumdaki A ve C vitamini konsantrasyonlarını artırarak sıcaklık stresinin kanatlılar üzerindeki olumsuz etkilerini önler; bu nedenle, yetersiz Zn serbest radikal oluşumunda artışa neden olabilir (Olgun vd., 2021).

Selenyum (Se) vücudun farklı fonksiyonlarında aktif bir role sahiptir. Enzimlerin yapısında ve 25'ten fazla selenoproteinde bulunur (Zhou vd., 2013; Surai, 2018). Selenyum, karbonhidrat, protein ve lipid metabolizmasını etkileyerek termal-nötr ve sıcaklık stresi koşullarında büyüyen broylerlerin yem alımını, vücut ağırlığını ve yem dönüşüm oranını olumlu yönde etkiler (Habibian vd., 2014). Sıcaklık stresi altındaki kanatlı rasyonlarına selenyum takviyesi ince bağırsak ve pankreas mukozasını oksidatif hasardan korur, bakır (Cu) - Zn süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz aktivitelerini artırırken MDA konsantrasyonlarını azaltır (Olgun vd., 2021). Rasyona Se ilavesi, sıcaklık stresinin bağışıklık üzerindeki zararlı etkilerini azaltır (Arthur vd., 2003; Surai, 2018). Bunlardan başka, doğrudan sıcaklık stresi üzerine yürütülmüş bir çalışma olmasa da, Baş (2022) ve Taşkesen (2022), damızlık erkek kazlar üzerinde yürüttükleri çalışmada, rasyonlara farklı gruplar halinde E vitamini, Se ve Zn ilavelerinin, kazlarda testis histolojik özellikleri ve semen kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Üreme dönemlerinin dışına çıkan sıcak yaz aylarında sıcaklık stresine maruz kalan kazlarda kontrol grubunun testis histolojisi ve semen kalite parametrelerinde gözlenen gerilemeye rağmen, Se, E vitamini, Se + E vitamini ve SE+Zn+E vitamini takviyesi yapılan muamele gruplarında söz konusu parametrelerin kontrol grubuna nispeten, istatistiksel olarak önemli ölçüde iyileştiği gözlenmiştir (Baş, 2022; Taşkesen, 2022).

Bakır, antioksidan bir aktiviteye sahiptir ve kanatlı hayvanlarda bağışıklıkta rol oynayan birçok enzimin yapısının bir parçasıdır. Sıcaklık stresinin neden olduğu yem tüketiminin azalması sonucu bakır alımı da azalır

ve bu nedenle vücutta Cu eksikliği oluşur. Bakır eksikliği bağışıklığı olumsuz etkiler ve ayrıca T lenfosit sentezini, antikor üretimini ve fagositik indeksi azaltır (Olgun vd., 2021). Organizmadaki antioksidan aktivite yüksek ortam sıcaklığında azalır ve birçok antioksidan sistemin bir unsuru olan Cu takviyesi bu olumsuz etkileri hafifletir (Olgun vd., 2021). Yumurta kabuğu Cu (8,73 mg/kg) içerir ve ısı stresine ve yetersiz Cu'a maruz kalan yumurtacı tavukların yumurta kabuğu kalitesi olumsuz etkilenmiştir. Ayrıca, Cu yumurta oluşumuna katılır ve Cu eksikliği durumunda anomaliler gözlemlenebilir. Rasyona önerilenden %50 daha fazla nano Cu-oksit ilavesi, sıcaklık stresine (33°C) maruz kalan broylerlerde sıcaklık stresinin performans ve bağışıklık tepkisi üzerindeki olumsuz etkilerini önlemede etkili olmuştur (Olgun vd., 2021).

7. SU

Sıcaklık stresi sırasında genellikle göz ardı edilen bir beslenme faktörü de su metabolizmasıdır. Sıcak ortamlardaki kanatlıların daha fazla su içtiği iyi bilinmektedir, ancak bu durumdan besleme pratiklerinde yararlanılmamıştır.

Ticari yumurtacılar 22°C'ye kıyasla 35°C'de en az % 50 daha fazla su içmektedir (Tablo 1). Eğer böyle bir adaptasyon görülüyorsa, bu muhtemelen hayvanların en yoğun ihtiyaç duydukları zamanlarda yeterli miktarda suya erişim sağlayamamaları ile ilgilidir (Leeson ve Summers, 2005).

Tablo 1. Yumurtacıların 22°C ve 35°C'deki su dengeleri (Leeson ve Summers, 2005)

	22°C	35°C
Su tüketimi	210	350
Dışkı su içeriği	85	150
Yem su içeriği	50	50
Solunum sayısı	75	150

İçme suyu soğutulduğunda her zaman olumlu sonuçlar görülmektedir. Çevre sıcaklığı 30 - 32°C civarındayken suyun 5 ila 8°C soğutulmasıyla yem tüketimi %10'a kadar artırılabilir. Bu yönetim uygulamasının deneysel koşullar altında gerçekleştirilmesi nispeten kolay olsa da, büyük ticari sürülerde çok daha karmaşık bir mühendislik sorunudur (Leeson ve Summers, 2005).

8. SONUÇ

Sıcaklık stresi, sıcak bölgelerde ve yaz aylarında kanatlı hayvan üretiminde kaçınılmaz bir stres faktörüdür. Sıcaklık stresi kanatlı hayvanlarda büyüme, yumurta verimi ve yumurta kabuğu kalitesi gibi ekonomik öneme sahip parametreleri olumsuz etkilediğinden üretici için mali kayıplara neden olmaktadır.

Aşağıdaki beslenme stratejileri sıcaklık stresinin olumsuz etkilerini azaltmada etkili olabilir:

1. Rasyondaki antioksidan vitamin ve mineral seviyelerinin artırılması,
2. Ozmotik ve asit-baz dengesini korumak için elektrolitlerin eklenmesi,
3. Stres nedeniyle yem alımının azalmasına bağlı olarak enerji, protein, amino asit ve kalsiyum eksikliğinin olumsuz etkilerinden kaçınmak için rasyondaki besin maddelerinin yoğunluğunun artırılması,
4. Rasyona bağışıklık sistemini destekleyici veya antioksidan katkı maddelerinin eklenmesi.

KAYNAKÇA

- Adams, R.M., Rosenzweig, C., Peart, R.M., Ritchie, J.T., McCarl, B.A. (1990). Global climate change and US agriculture. *Nature*, 345, 219-224.
- Aengwanich, W. (2010). Pathological Changes and the Effects of Ascorbic Acid on Lesion Scores of Bursa of Fabricius in Broilers under Chronic Heat Stress. *Research Journal of Veterinary Sciences*, 3, 74-78.
- Ahmad, T., M. Sarwar. (2005). Influence of Varying Sources of Dietary Electrolytes on the Performance of Broilers Reared in a High Temperature Environment. *Animal Feed Science and Technology*, 120, 277-298. doi:10.1016/j.anifeedsci.2005.02.028.
- Allahverdi, A., A. Feizi, H. A. Takhtfooladi, H. Nikpiran. (2013). Effects of Heat Stress on Acid-base Imbalance, Plasma Calcium Concentration, Egg Production and Egg Quality in Commercial Layers. *Global Veterinaria*, 10, 203-207. doi:10.5829/idosi.gv.2013.10.2.7286.
- Alleman, F., and B. Leclercq. (1997). Effect of Dietary Protein and Environmental Temperature on Growth Performance and Water Consumption of Male Broiler Chickens. *British Poultry Science*, 38, 607-610. doi:10.1080/00071669708418044.
- Altan, Ö., Z. Açıkgöz, Ö. H. Bayraktar, F. A. Köse, Ç. Ş. Tuğalay, and O. Pourdolati. (2017). The Effects of in Ovo Injection of Vitamin C and E on Growth Performance and Oxidative Stability in Broilers Exposed to Heat Stress. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 54, 259-266.
- Arthur, J. R., Mckenzie, R.C., Beckett, G.J. (2003). "Selenium in the Immune System." *The Journal of Nutrition*, 133, 1457-1459. doi:10.1093/jn/133.5.1457S.
- Asli, M. M., Hosseini, S.A., Lotfollahian, H., Shariatmadari, F. (2007). Effect of Probiotics, Yeast, Vitamin E and Vitamin C Supplements on Performance and Immune Response of Laying Hen during High Environmental Temperature. *International Journal of Poultry Science*, 6, 895-900. doi:10.3923/ijps.2007.895.900.
- Balnavé, D., and S. Muheereza. (1997). Improving Eggshell Quality at High Temperatures with Dietary Sodium Bicarbonate. *Poultry Science*, 76, 588-593. doi:10.1093/ps/76.4.588.

- Baş, H., (2022). Rasyona vitamin ve mineral ilavesinin yerli erkek kazlarda testis dokusu oksidatif stres ve histolojik parametreler üzerine etkileri. Yayınlanmamış proje sonuç raporu. Proje No: 6602b-FEN/20-412, Yozgat Bozok Üniversitesi, BAP birimi.
- Bollengier-Lee, S., Mitchell, M., Utomo, D., Williams, P., Whitehead, C. (1998). Influence of High Dietary Vitamin E Supplementation on Egg Production and Plasma Characteristics in Hens Subjected to Heat Stress. *British Poultry Science*, 39, 106-112. doi:10.1080/00071669889466.
- Borges, S., Da Silva, A.F., Maiorka, A. (2007). Acid-base Balance in Broilers. *World's Poultry Science Journal*, 63, 73-81. doi:10.1017/S0043933907001286.
- Borges, S., Da Silva, A.F., Ariki, J., Hooge, D., Cummings, K. (2003). Dietary Electrolyte Balance for Broiler Chickens under Moderately High Ambient Temperatures and Relative Humidities. *Poultry Science*, 82, 301-308. doi:10.1093/ps/82.2.301.
- Bos, J.F.F.P. and J. De Wit, (1996). Environmental impact assessment of landless monogastric livestock production systems. Livestock, Environment and Development (LEAD) Initiative, International Agriculture Centre Wageningen, The Netherlands. <http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6110e/x6110e00.htm>.
- Bowes, M.D. and P.R. Crosson, (1993). Consequences of climate change for the mink economy: Impacts and responses. *Climatic Change*, 24, 131-158.
- Cahaner, A., Pichasov, Y., Nır, I., Nistan, Z. (1995) Effects of dietary protein under high ambient temperature on body weight, breast meat yield, and abdominal fat deposition of broiler stocks differing in growth rate and fatness. *Poultry Science* 74, 968-975.
- Calik, A., Emami, N.K., White, M.B., Walsh, M.C., Romero, L.F., Dalloul, R.A., (2022). Influence of dietary vitamin E and selenium supplementation on broilers subjected to heat stress, Part I: Growth performance, body composition and intestinal nutrient transporters, *Poultry Science*, Vol. 101, Issue 6, 2022, 101857, ISSN 0032-5791, doi:10.1016/j.psj.2022.101857.
- Chen, Z., J. Xie, M. Hu, J. Tang, Z. Shao, Li, M. (2015). Protective Effects of C-aminobutyric Acid (GABA) on the Small Intestinal Mucosa in Heat-

- stressed Wenchang Chicken. *Journal of Animal Plant Science*, 25, 78-87.
- Cheng, T.K., Hambre, M.L. and Coon, C.N. (1997). Responses of broilers to dietary protein levels and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. *Journal of Applied Poultry Research* 6, 18-33.
- Ciftci, M., O. N. Ertas, and T. Guler. (2005). Effects of Vitamin E and Vitamin C Dietary Supplementation on Egg Production and Egg Quality of Laying Hens Exposed to a Chronic Heat Stress. *Revue De Médecine Vétérinaire* 156, 107-111.
- Coon, C. N. (2002). Commercial Chicken Meat and Egg Production: Feeding Commercial Egg-type Layers. In *Commercial Chicken Meat and Egg Production*, edited by D. E. Bell and W. D. Weaver, 287-328. The Netherlands: Cluwer Academic Publishers
- Cruvinel, J. M., P. M. G. Urayama, T. S. Dos Santos, J. C. Denadai, E. M. Muro, L. C. Dornelas, G. A. M. Pasquali (2021). Different Dietary Electrolyte Balance Values on Performance, *World's Poultry Science Journal*, 673.
- Daghir, N. J. (2008). Broiler Feeding and Management in Hot Climates: Poultry Production in Hot Climate, 227–260. Trowbridge: CAB International, Cromwell Press. Daghir, N. J. eds.
- Dai, S., L. Wang, A. Wen, L. Wang, and G. Jin. (2009). “Dietary Glutamine Supplementation Improves Growth Performance, Meat Quality and Colour Stability of Broilers under Heat Stress.” *British Poultry Science* 50, 333-340. doi:10.1080/00071660902806947.
- Dale, N. M., and H. L. Fuller. (1980). Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. II. Constant vs. cycling temperatures. *Poult. Sci.* 59,1434.
- Davis, R. H., O. E. M. Hassan, and A. H. Sykes. (1972). The adaptation of energy. utilization in the laying hen to warm and cool ambient temperatures. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 79, 363.
- Deng, W., X. Dong, J. Tong, and Q. Zhang. (2012). The Probiotic *Bacillus Licheniformis* Ameliorates Heat Stress-induced Impairment of Egg Production, Gut Morphology, and Intestinal Mucosal Immunity in Laying Hens. *Poultry Science* 91, 575-582. doi:10.3382/ ps.2010-01293.

- Ebeid, T., T. Suzuki, and T. Sugiyama. (2012). High Ambient Temperature Influences Eggshell Quality and Calbindin-d28k Localization of Eggshell Gland and All Intestinal Segments of Laying Hens. *Poultry Science* 91, 2282-2287. doi:10.3382/ps.2011-01898.
- Ehran, M. K., and S. C. Bölükbaşı. (2011). "Effects of Feeding Diets Supplemented with Vitamin E and Vitamin C on Performance, Egg Quality and Stereological and Structural Analysis of the Liver of Laying Hens Exposed to Heat Stress." *Italian Journal of Animal Science* 10, E58. doi:10.4081/ijas.2011.e58.
- FAO, (2006). *Livestock a major threat to the environment: Remedies urgently needed.* FAO, Rome, Italy, <http://www.fao.org/newsroom/en/news/2006/1000448/index.html>.
- FAO., (2010). *Poultry Meat and Eggs: Agribusiness Handbook.* Director of Investment Centre Division, FAO., Rome, Italy, Pages: 77.
- Fuller, H.L. and Moran, G., (1973). Effect of diet composition on heat increment, feed intake and growth of chicks subjected to heat stress. *Poultry Science* 52(Suppl. 1):2029
- Gonzalez-Esquerria, R., and S. Leeson. 2005. Effects of Acute versus Chronic Heat Stress on Broiler Response to Dietary Protein. *Poultry Science* 84, 1562-1569. doi:10.1093/ps/84.10.1562.
- Gamba, J. P., M. M. Rodrigues, N. M. Garcia, S. H. V. Perri, M. D. A. Faria Jr, and M. F. Pinto. (2015). "The Strategic Application of Electrolyte Balance to Minimize Heat Stress in Broilers." *Brazilian Journal of Poultry Science* 17, 237-245. doi:10.1590/1516-635x1702237-246.
- Ghahremani, A., A. A. Sadeghi, S. Hesaraki, M. Chamani, and P. Shawrang. (2017). Effect of Energy Sources and Levels on Caecal Microbial Population, Jejunal Morphology, Gene Expression of Jejunal Transporters (SGLT1, FABP) and Performance of Broilers under Heat Stress. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 23, 415-422. doi:10.9775/kvfd.2016.16899.
- Gonzalez-Esquerria, R., and S. Leeson. (2006). Effect of Arginine: Lysine Ratios and Source of Methionine on Growth and Body Protein Accretion in Acutely and Chronically Heat-stressed Broilers. *Poultry Science*, 85, 1594-1602. doi:10.1093/ps/85.9.1594.

- Habibian, M., S. Ghazi, M. M. Moeini, and A. Abdolmohammadi. (2014). Effects of Dietary Selenium and Vitamin E on Immune Response and Biological Blood Parameters of Broilers Reared under Thermoneutral or Heat Stress Conditions. *International Journal of Biometeorology*, 58, 741-752. doi:10.1007/s00484-013-0654-y.
- IPCC and Al-Gore, Jr., (2007). An HSUS report: The impact of animal agriculture on global warming and climate change. Intergovernmental Panel on Climate Change, USA., Pages: 27
- Jackson, N. (1972). Effect of restricting energy intake of the laying hen, directly and by dilution of the diet, on egg production and the efficiency of energy utilization. *J. Sci. Food Agric.* 23, 413.
- Kirunda, D., S. Scheideler, and S. R. McKee. (2001). The Efficacy of Vitamin E (dl- α -tocopheryl Acetate) Supplementation in Hen Diets to Alleviate Egg Quality Deterioration Associated with High Temperature Exposure. *Poultry Science* 80, 1378-1383. doi:10.1093/ps/80.9.1378.
- Koneswaran, G. and D. Nierenberg, (2008). Global farm animal production and global warming: Impacting and mitigating climate change. *Environ. Health Perspect.*, 116, 578-582.
- Kubena, L.F., Dealton, J.W., Reece, F.N., May, D. and Vardaman, T.H. (1972) The influence of temperature and sex on the amino acid requirements of the broiler. *Poultry Science*, 51, 1391-1396.
- Laudadio, V., A. Dambrosio, G. Normanno, R. U. Khan, S. Naz, E. Rowghani, and V. Tufarelli. (2012). Effect of Reducing Dietary Protein Level on Performance Responses and Some Microbiological Aspects of Broiler Chickens under Summer Environmental Conditions. *Avian Biology Research* 5, 88-92. doi:10.3184/175815512X13350180713553.
- Law, F. L., I. Zulkifli, A. S. Farjam, L. J. Boo, and E. A. Awad. (2019). Effects of Protease Supplementation of Low Protein And/or Energy Diets on Growth Performance and Blood Parameters in Broiler Chickens under Heat Stress Condition. *Italian Journal of Animal Science*, 18, 679-689. doi:10.1080/1828051X.2018.1557019.
- Leeson, S. ve Summers, J.D., (2005). *Commercial Poultry Nutrition*. Third Edition. University Books. Ontario. ISBN 978-1-904761-78-5

- Leeson, S., D. Lewis, and D. H. Shrimpton. (1973). Multiple linear regression equations for the prediction of food intake in the laying fowl. *Br. Poult. Sci.*, 14, 595.
- Liu, W., Y. Yuan, C. Sun, B. Balasubramanian, Z. Zhao, and L. An. (2019). Effects of Dietary Betaine on Growth Performance, Digestive Function, Carcass Traits, and Meat Quality in Indigenous Yellow-feathered Broilers under Long-term Heat Stress. *Animals*, 9, 506. doi:10.3390/ani9080506.
- Maharjan, P., G. Mullenix, K. Hilton, J. Caldas, V. D. N. Haro, and C. Coon. (2020). Effects of Dietary Amino Acid Levels and Ambient Temperature on Mixed Muscle Protein Turnover in Pectoralis Major during Finisher Feeding Period in Two Broiler Lines. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104, 1351-1364. doi:10.1111/jpn.13363.
- March, B. E., and J. Biely. (1972). The effect of energy supplied from the diet and from environmental heat on the response of chicks to different levels of dietary lysine. *Poult. Sci.*, 51, 665.
- Marks, H.L. and Pesti, G.M., (1984). The roles of protein level and diet form in water consumption and abdominal fat pad deposition of broilers. *Poultry Science*, 63, 1617-1625.
- Mashaly, M., G. Hendricks 3rd, M. Kalama, A. Gehad, A. Abbas, and P. H. Patterson. (2004). Effect of Heat Stress on Production Parameters and Immune Responses of Commercial Laying Hens. *Poultry Science*, 83, 889-894. doi:10.1093/ps/83.6.889.
- Mir, S. H., R. P. Pal, V. Mani, T. A. Malik, L. Ojha, and S. Yadav. (2018). "Role of Dietary Minerals in Heat-stressed Poultry: A Review." *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6, 820-826.
- Morrison, W. D., and S. Leeson. (1978). Relationship of feed efficiency to carcass composition and metabolic rate in laying birds. *Poult. Sci.*, 57, 735.
- Nys, Y., J. Gautron, M. McKee, J. Garcia-Ruiz, and M. Hincke. (2001). Biochemical and Functional Characterisation of Eggshell Matrix Proteins in Hens. *World's Poultry Science Journal*, 57, 401-413. doi:10.1079/WPS20010029.

- Olgun, O., Abdulqader, A. F., Karabacak, A., (2021). The importance of nutrition in preventing heat stress at poultry. *World's Poultry Science Journal*, 77, No. 3, 661-678. doi:10.1080/00439339.2021.1938340.
- Olomu, J.M. and Offiong, S.A. (1980). The effects of different protein and energy levels and time of change from starter to finisher ration on the performance of broiler chickens in the tropics. *Poultry Science*, 54, 828-835.
- O'Neill, S. J. B., D. Balnave, and N. Jackson. (1970). The influence of feathering and environmental temperature on the heat production of the cockerel. 14th World's Poult. Sci. Congr., Madrid, Section 4, 918.
- Ota, H., and E. H. McNally. (1961). Poultry respiration calorimeter studies on laying hens, Single Comb White Leghorn, Rhode Island Reds, and New Hampshire Cornish Crosses. *Agric. Res. Serv. U.S. Dep. Agric.*, p. 42.
- Payne, G. C. (1966). Practical aspects of environmental temperature for laying hens. *World's Poult. Sci. J.*, 22, 126.
- Pecjak, M.; Leskovec, J.; Levart, A.; Salobir, J.; Rezar, V., (2022). Effects of Dietary Vitamin E, Vitamin C, Selenium and Their Combination on Carcass Characteristics, Oxidative Stability and Breast Meat Quality of Broiler Chickens Exposed to Cyclic Heat Stress. *Animals*, 12, 1789. doi:10.3390/ani12141789.
- Persia, M., P. Utterback, P. Biggs, K. W. Koelkebec, and C. M. Parsons. (2003). "Interrelationship between Environmental Temperature and Dietary Nonphytate Phosphorus in Laying Hens." *Poultry Science*, 82, 1763-1768. doi:10.1093/ps/82.11.1763.
- Polin, D., and J. H. Wolford. (1972). The effect of meal-eating on egg production and body weight of White Leghorn chickens. *Poult. Sci.*, 11(4): 1109.
- Polin, D., and J. H. Wolford. (1973). Factors influencing food intake and caloric balance in chickens. *Fed. Proc.*, 32(6):1720.
- Quinteiro-Filho, W. M., A. V. S. Gomes, M. L. Pinheiro, A. Ribeiro, V. Ferraz-de-Paula, C. S. Astolfi-Ferreira, A. J. P. Ferreira, and J. Palermo-Neto. (2012). Heat Stress Impairs Performance and Induces Intestinal Inflammation in Broiler Chickens Infected with *Salmonella* Enteritidis. *Avian Pathology*, 41, 421-427. doi:10.1080/03079457.2012.709315.

- Rehman, Z., N. Chand, and R. U. Khan. (2017). The Effect of Vitamin E, L-carnitinE, and Ginger on Production Traits, Immune ResponsE, and Antioxidant Status in Two Broiler Strains Exposed to Chronic Heat Stress. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 26851-26857. doi:10.1007/s11356-017-0304-8.
- Romijn, C., and E. L. Vreugdenhil. (1969). Energy balance and heat regulation in the White Leghorn fowl. *Neth. J. Vet. Sci.* 2, 32.
- Sahin, K., and O. Kucuk. (2001). Effects of Vitamin C and Vitamin E on Performance, Digestion of Nutrients and Carcass Characteristics of Japanese Quails Reared under Chronic Heat Stress (34 °C). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 85, 335-341. doi:10.1046/j.1439-0396.2001.00339.x.
- Sahin, K., M. Onderci, N. Sahin, M. Gursu, and O. Kucuk. (2003). Dietary Vitamin C and Folic Acid Supplementation Ameliorates the Detrimental Effects of Heat Stress in Japanese Quail. *The Journal of Nutrition*, 133, 1882-1886. doi:10.1093/jn/133.6.1882.
- Sahin, K., N. Sahin, and M. Onderci. (2002). Vitamin E Supplementation Can Alleviate Negative Effects of Heat Stress on Egg Production, Egg Quality, Digestibility of Nutrients and Egg Yolk Mineral Concentrations of Japanese Quails. *Research in Veterinary Science*, 73, 307-312. doi:10.1016/S0034-5288(02)00126-1.
- Salim, H., H. Lee, C. Jo, S. Lee, and B. Lee. (2011). Supplementation of Graded Levels of Organic Zinc in the Diets of Female Broilers: Effects on Performance and Carcase Quality. *British Poultry Science*, 52, 606-612. doi:10.1080/00071668.2011.616485.
- Shannon, D. W. F., and W. O. Brown. (1969). The period of adaptation of the fasting metabolic rate of the common fowl to an increase in environmental temperature from 22°C to 28°C. *Br. Poult. Sci.*, 10, 13.
- Sivakumar, A. V. N., G. Singh, and V. P. Varshney. (2010). Antioxidants Supplementation on Acid Base Balance during Heat Stress in Goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23, 1462-1468. doi:10.5713/ajas.2010.90471.
- Snetsinger, D. C., and R. A. Zimmerman. (1974). Limiting the energy intake of laying hens, pp. 185-199. In T. R. Morris and B. M. Freeman, eds., *Energy Requirements of Poultry*. Br. Poult. Sci. Ltd., Edinburgh.

- Surai, P.F., (2018). Selenium in Poultry Nutrition and Health. Wageningen Academic Publishers. ISBN: 978-90-8686-317-4. doi: 10.3920/978-90-8686-865-0.
- Syafwan, S., R. P. Kwakkel, and M. W. A. Verstegen. (2011). Heat Stress and Feeding Strategies in Meat-type Chickens. *World's Poultry Science Journal*, 67, 653-674. doi:10.1017/S0043933911000742.
- Taşkesen, H.O., (2022). Rasyona Selenyum, E vitamini ve Çinko İlavesinin Yerli Damızlık Erkek Kazlarda Semen Miktar ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Yayınlanmamış proje sonuç raporu. Proje No: 6602b-ZF/20-416, Yozgat Bozok Üniversitesi, BAP birimi.
- Teeter, R.G., (1994). Optimizing production of heat stressed broilers. *Poultry Digest*, 26, 10-24
- Torki, M., M. Nasiroleslami, and H. A. Ghasemi. (2017). The Effects of Different Protein Levels in Laying Hens under Hot Summer Conditions. *Animal Production Science*, 57, 927-934. doi:10.1071/AN15463.
- Ubosi, C., A. Otika, and S. Diarra. (2003). Effect of Potassium Chloride and Sodium Bicarbonate Supplementation on the Performance of Laying Hens in a Hot Dry Environment. *Sahel Journal of Veterinary Science*, 2, 23-26.
- Vakili, R., Rashidi, A.A., (2011). The effects of dietary fat, vitamin E and zinc supplementation on fatty acid composition and oxidative stability of muscle thigh in broilers under heat stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6(12): 2800-2806.
- Vakili, R., Rashidi, A.A., Sobhanirad, S., (2010). Effects of dietary fat, vitamin E and zinc supplementation on tibia breaking strength in female broilers under heat stress. *African Journal of Agricultural Research*, 5(23): 3151-3156, 4.
- Van der Sluis, W. (2007). Intensive poultry production. *World Poult.*, 23, 28-30.
- van Kampen, M. (1974). Physical factors affecting energy expenditure. In T. R. Morris and B. M. Freeman, eds., *Energy Requirements of Poultry*. Br. Poult. Sci. Ltd., Edinburgh.
- Waibel, P.E. (1977). Progress in defining the requirement of market turkeys. *Proc. 1977 Ga. Nutr. Conf.*, p. 42.

- Waldroup, P.W., (1982). Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. *Federation Proceedings*, 41, 2821-2823.
- Waldroup, P.W., Mitchell, R.J., Payne, J.R. and Hazen, K.R., (1976). Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids. *Poultry Science*, 55, 243-53.
- Wang, G., X. Li, Y. Zhou, J. Feng, and M. Zhang. (2021). Effects of Heat Stress on Gut-microbial Metabolites, Gastrointestinal Peptides, Glycolipid Metabolism, and Performance of Broilers. *Animals*, 11, 1286. doi:10.3390/ani11051286.
- Wilson, W. O. (1949). High environmental temperatures as affecting the reaction of laying hens to iodized casein. *Poult. Sci.*, 28, 581.
- Zhou, J., K. Huang, and X. G. Lei. (2013). Selenium and Diabetes-evidence from Animal Studies. *Free Radical Biology and Medicine*, 65, 1548-1556. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2013.07.012.
- Zulkifli, I., A. F. Akmal, A. F. Soleimani, M. A. Hossain, and E. A. Awad. (2018). Effects of Low-protein Diets on Acute Phase Proteins and Heat Shock Protein 70 Responses, and Growth Performance in Broiler Chickens under Heat Stress Condition. *Poultry Science*, 97, 1306-1314. doi:10.3382/ps/pex436.

BÖLÜM 13

KANATLI HAYVANLARIN BESLENMESİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. | Hulüsi Ozan TAŞKESEN^{1*}

^{1*} Yozgat Bozok Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Yozgat, Türkiye.
ozan.taskesen@yobu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-8732-5868

GİRİŞ

Hayvansal üretimin her alanında olduğu gibi, ticari kümes kanatlılarının üretimi de çevre ile iki yönlü bir ilişkiye sahiptir. İklim değişikliğine bağlı sıcaklık stresini de içeren çevresel faktörlerin kanatlı hayvan üretimi üzerinde etkisi olduğu gibi, kanatlı hayvan üretiminin de çevre ve iklim değişikliği üzerinde etkileri mevcuttur. Yoğun ve büyük ölçekli kanatlı işletmeleri, atmosferik amonyak emisyonu ve bunun toprak ve suda birikmesi, doğaya fosfor salınımı, hidrojen sülfür, kokuya neden olan diğer bileşikler ve partiküller dahil olmak üzere bir dizi çevre kirliliği ve rahatsızlığına katkıda bulunmaktadır (Gerber vd., 2007). Bu bölümde kanatlı hayvan üretiminin olumsuz etkilerinden başlıca ikisi olan doğaya azot ve fosfor salınımı ile bu etkilerin azaltılması için uygulanabilecek besleme uygulamaları tartışılacaktır. Tarımsal uygulamalar, artan insan nüfusunun beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için daha yoğun hale gelmiştir. Kimyasal olarak sabitlenmiş gübre üretimleri ve diğer bölgelerden çiftliklere ithal edilen yemlerin kullanılmasıyla, çiftliklerde daha yüksek üretim seviyeleri mümkün hale gelerek üretim kapasitesi ve yaratılan ekonomik değer giderek artmış ve artmaya devam etmektedir (Smil, 2001). Ancak, bu tür uygulamalar havaya, toprağa ve suya azot salınımını da artırmıştır. Hayvanlardan neredeyse hiç azot uçucu hale gelmemesine rağmen, hayvan gübresindeki N, üre veya ürik asidin hidrolizi veya proteinlerin hidrolizinden sonra amino asitlerin deaminasyonu yoluyla amonyuma (NH_4^+) dönüştürülebilir. Bu amonyum, gaz halinde kolayca havaya karışabilen amonyak (NH_3) ile dengelenir. Kanatlılarda protein metabolizmasının son ürünü olan ürik asit, hayvanın dışkısında bulunan enzimler tarafından hızla hidrolize edilir (Oenema vd., 2001). Böylece, dışkılamadan sonraki saatler içinde önemli miktarda amonyum oluşabilir ve bu da barınaklardan havaya kolayca yayılabilir. Azot oksit (N_2O), gübre depolandığında veya bitkisel üretim için araziye uygulandığında meydana gelebilecek mikrobiyal nitrifikasyon ve denitrifikasyon süreçlerinden oluşur. Nitrik oksit (NO), gübre veya diğer gübreler uygulandığında aerobik topraklarda nitrifikasyon sırasında açığa çıkar. Çevreye reaktif azot salınımının neden olduğu çevresel sorunlar çok büyüktür ve giderek artmaktadır ve tarım, havaya ve suya reaktif azot kayıplarının en büyük kaynağıdır (van Aardenne vd., 2001). Bu nedenle, çevreye reaktif azot salınımını azaltmak için kontrol stratejileri geliştirmek gerekli hale gelmiştir. Tarımdan kaynaklanan azot

emisyonlarının önemi NRC'nin iki raporunda ele alınmıştır (NRC 2002, 2003). Bu raporlar hayvan besleme operasyonlarından havaya yayılan birkaç farklı maddeyi ele alırken, hayvansal üretimden kaynaklanan NH₃ emisyonları büyük bir küresel sorun olarak tanımlanmış ve N₂O ve NO önemli sorunlar olarak görülmüştür.

1. AZOT SALINIMI VE BESLEME UYGULAMALARI

Tüm hayvan türlerinin üretiminde büyük miktarlarda N atılmaktadır (Tablo 1). Atılan N'un azaltılmasıyla, N döngüsü boyunca tüm gübre işleme süreçlerindeki kayıplar potansiyel olarak azaltılır. Azot atılımı doğrudan hayvanın N (protein) alımıyla ilişkilidir, bu nedenle üretim birimi başına daha az protein beslemesi yapılmalıdır. Bunun için iki genel strateji kullanılabilir. Birincisi, verilen protein kalitesi ile hayvanın ihtiyaç duyduğu protein kalitesi arasındaki uyumu iyileştirerek verilen proteini azaltmaktır. Diğerisi ise hayvan verimliliğini artırmaktır. Hayvan başına daha fazla süt, et veya yumurta ürünü üretildikçe, üretim birimi başına protein bakım gereksinimi azalır. Böylece, hayvansal ürün daha az N tüketilerek ve atılarak üretilebilir. Verimliliğin artırılması N kullanım etkinliğini artırabilse de, daha büyük gelişmeler genellikle protein besleme etkinliğini artıran stratejiler yoluyla elde edilir.

Tablo 1. Farklı hayvanlarda yıllık azot atılımının canlı ağırlığın yüzdesi cinsinden ifadesi (Rotz, 2004)

Hayvan tipi	Yıllık N atılımı (% CA)
Süt sığırı	
İnek (20 kg süt/gün)	18
İnek (33 kg süt/gün)	22
İnek (45 kg süt/gün)	27
Kuruda	11
Besi Sığırı	11
Kanatlı	
Yumurtacı	30
Yarka	23
Etlik piliç	40
Domuz	
Emziren	22
Büyütme	15
Bitirme	15

Kanatlı hayvanlar, doğrudan (gübre yönetiminden) veya dolaylı olarak (yem üretim faaliyetlerinden veya ormanın tarlaya dönüştürülmesinden) sera gazı (SG) yayarak iklim değişikliğine katkıda bulunmaktadır. Kanatlı tedarik zincirlerinin yaklaşık 836 milyon ton CO₂ eşdeğeri, yani hayvancılık tedarik zincirlerinden kaynaklanan toplam SG emisyonlarının yaklaşık %11'ini yaydığı tahmin edilmektedir, bu da kanatlıları küresel hayvancılık sektörünün emisyonlarına en küçük katkıda bulunan çiftlik hayvanları haline getirmektedir (Mottet ve Tempio, 2017). Gerçekten de, emisyonlar kg protein bazında ifade edildiğinde, kümes hayvanları ortalama 40 kg CO₂-eq/kg protein ile en düşük emisyon yoğunluğuna (üretilen çıktı birimi başına salınan sera gazı miktarı) sahip hayvanlar kanatlılardır (Mottet ve Tempio, 2017). Üretkenlik ve verimlilikteki kazanımlar ile, kanatlı hayvan üretiminin çevresel etkisini azaltma yönünde girişimler belli ölçülerde başarı sağlamaktadır. Örneğin, Pelletier vd. (2014), 1960 ve 2010 yılları arasında bir kg yumurta üretimini karşılaştırırken ABD yumurta endüstrisinin çevresel ayak izinin asitleştirici emisyonlarda %65, ötrifikasyon emisyonlarında %71, sera gazı emisyonlarında %71 ve kümülatif enerji talebinde %31 oranında azaldığını tahmin etmişlerdir. Kanatlıların bu nispi düşük atılımlarına rağmen halen doğaya gerçekleştirdikleri azot salınımı önemli bir sorundur ve bunu iyileştirmenin yolları için arayışlar sürmektedir.

Tüm hayvan türlerinin beslenmesindeki ortak amaç, minimum yem maliyetiyle üretimi en üst düzeye çıkarmak için doğru miktarda ve kalitede protein sağlamaktır. Beslenen protein ile hayvanın gereksinimi arasındaki denge iyileştirildikçe, daha az N atılır ve üretim artabilir. Neredeyse mükemmel bir dengeye ulaşmada en büyük caydırıcı unsur yem maliyeti ve bunun sonucunda ortaya çıkan işletme karıdır. Rasyonlarda iyileştirilmiş protein formülasyonu normalde daha pahalı yem bileşenlerinin kullanılmasını gerektirir. Bu yemden daha azına ihtiyaç duyulabilir, bu da artan maliyetin en azından bir kısmını telafi edebilir, ancak bu genellikle üretim birimi başına daha yüksek toplam yem maliyetine yol açar. Endüstrinin bir yemleme uygulamasını benimsemesini teşvik etmek için ekonomik bir teşvik gereklidir. Yem proteini genellikle ham protein anlamına gelir. Ham protein, N içeriği çarpı 6,25 olarak tanımlanan bir katsayıdır ve yemlerde 16 g N/100 g protein olduğu varsayılır. Proteinler, hayvanların bakımı, büyümesi ve verimliliği için gerekli olan amino asitlerden oluşur (NRC, 1994; NRC, 1998; NRC, 2000; NRC, 2001).

Rasyonlardaki amino asit seviyelerini hayvanın ihtiyaç duyduğu seviyelerle eşleştirmek çok karmaşıktır. Proteinlerde 20 temel amino asit bulunmaktadır. Her amino asitten farklı miktarlarda gereklidir ve bu miktarlar hayvanın yaşına ve diğer özelliklerine göre değişir. Hayvanın yaşamının herhangi bir noktasında gerekli olan her amino asidin kesin miktarını sağlamak esasen imkansızdır, ancak gelişmiş besleme uygulamaları ile bu hedefe yaklaşılabilir. Amino asitler genellikle esansiyel ya da esansiyel olmayan olarak sınıflandırılır. Esansiyel amino asitler doğrudan yemden elde edilmesi gereken amino asitlerdir. Esansiyel olmayan amino asitler, hayvan tarafından rasyona fazla miktarda verilen diğer amino asitlerden sentezlenebilir. Esansiyel olmayan amino asit gereksinimleri daha kolay karşılandığından, rasyonların formüle edilmesinde ağırlık esansiyel gruba verilmelidir (Wu, 2009).

Kanatlı hayvanlar gibi ruminant olmayan çiftlik hayvanlarında, hayvanın ihtiyaçlarına karşılık gelen esansiyel amino asitler arasındaki en uygun rasyon modeli genellikle ideal protein olarak adlandırılır (NRC, 1998). Bu ideal protein veya ideal amino asit modeli hayvanın cinsiyeti, yaşı, genotipi ve üretim fonksiyonu gibi özelliklerine göre değişir (Han ve Lee, 2000). Her bir amino asidin sindirilebilirliği de hayvanın biyoyararlanımını etkiler ve bu da mevcut proteinin hayvan ihtiyaçlarıyla eşleştirilmesini daha da karmaşık hale getirir. Bu durum, yemlerde çeşitli amino asitlerin görünürdeki ideal sindirilebilirliğinin, hayvanın bu amino asitlere olan ihtiyacını karşılamak için kullanılmasına yol açmıştır.

Rasyonlardaki amino asit dengesi, protein beslemesinin en önemli noktasıdır (Wu, 2013). Kimyasal veya yapısal olarak benzer amino asitler arasındaki bir dengesizlik, AA antagonizmine neden olarak yem tüketiminin düşmesi, davranış bozuklukları ve büyümede gerileme gibi sorunlara neden olur (Wu, 2009). 1960-1990 yılları arasında besleme uzmanları tavuk ve domuz rasyonları için esansiyel amino asitlerin optimal oranlarını belirleyerek ideal protein konseptini ortaya atmışlardır (Baker, 2000; Baker, 2009; Wu, 2009), günümüzde NRC tarafından kullanılan konsept de budur (NRC, 1994).

Kanatlılar için sindirilebilir amino asit gereksinimlerinin olduğu kadar, yaygın yem hammaddelerinin sindirilebilir amino asit içeriklerinin bilinmesi de kanatlıların amino asit beslemesi ve metabolizması için elzemdir. Günümüzde kanatlı rasyonlarının büyük kısmı mısır ve soya küspesi temelli rasyonlardan oluşmaktadır. Bu anahtar bileşenlerin maliyetlerinin son yıllarda giderek

artmasına bağlı olarak bu rasyonların ham protein seviyesini düşük tutup ve/veya alternatif protein kaynaklarına yönelip, gerekli olan sindirilebilir amino asitlerin sentetik formlarının kullanılması rasyon maliyetlerinin düşürülmesi için de uygulanabilecek stratejilerdir.

Etlik piliçlerde optimum canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme için ne kadar proteinin serbest amino asitlerle ikame edilebileceği uzun zamandır bilinmektedir. Edmonds ve ark. (1985), %24 HP içerikli ve metionince zenginleştirilmiş bir mısır-soya küspesi rasyonunun, ham protein seviyesinin %16'ya çekilmesi halinde tüm sınırlandırıcı amino asitlerce takviye edilse bile etlik piliçlerde optimum performansı sağlamayacağını bildirmektedirler. Waldroup ve ark. (1976) ve Han ve ark. (1992) %19 HP içerikli rasyona sınırlandırıcı amino asitlerin ilavesi halinde broyler civcivlerinde optimal performans değerlerinin yakalanabileceğini bildirmektedirler. Baker (2009)'un aktarışına göre, araştırmacılar 1994 yılında etlik piliçler için hem mısır hem de soya küspesine ilişkin sınırlandırıcı amino asit sırasını belirlemişler ve sonraki çalışmalar bunu teyit etmiştir.

Rasyon ham proteinini, kanatlılarda doğaya N atılımını azaltmak için rasyona sentetik amino asitlerin takviyesi yoluyla azaltılabilir (Nahm, 2002; Coon, 2006). Rasyon proteininde %2 ila 4 birimlik azalmalar, kilo alımını veya yemden yararlanmayı azaltmadan yapılmaktadır (Han ve Lee, 2000). Broylerle yapılan bir çalışmada, sentetik amino asitler kullanılarak HP içeriğini azaltmak için yapılan rasyon değişiklikleri, N atılımını broyler üretiminde %10 ila 27, civciv ve yumurtacı üretiminde ise %18 ila 35 oranında azaltmıştır (Nahm, 2002).

Liang vd. (2005), ABD'deki 10 ticari yumurtacı kümesinde taşınabilir izleme üniteleri kullanarak hava çıkışlarından gelen NH₃ emisyon oranlarını, iki ham protein (HP) seviyesinden oluşan rasyon muamelesi altında bir yıl boyunca izlemiştir: kontrol grubu olarak standart HP seviyesi ve muamele grubu olarak esansiyel AA takviyeli %1 daha düşük HP seviyesi kullanılmıştır. Gübre işleme uygulamaları ve rasyon manipülasyonunun hepsinin NH₃ emisyon oranları üzerinde çeşitli derecelerde etki gösterdiği sonucuna varmışlardır. Özellikle, 12 aylık izleme süresi boyunca NH₃ emisyon oranı, standart ve düşük HP seviyeleri için sırasıyla ortalama 0,90 ve 0,81 g/gün/hen olmuş, böylece rasyon manipülasyonlarının çevre üzerindeki dolaylı faydalı etkilerine kanıt sağlanmıştır.

Broyler ve yumurta tavuğu rasyonlarında proteinin azaltılması, aynı performansı korurken, rasyonların lizin, metiyonin, treonin, çeşitli ikincil amino asit (AA) ve yumurta tavuğu durumunda triptofanı da hesaba katacak şekilde yeniden dengelenmesi şartıyla mümkündür. Rasyondaki ham proteinde %1 oranında bir azalma azot atılımını %10 oranında azaltmaktadır (Nahm, 2007). Bu nedenle, ticari olarak temin edilebilen ilave amino asitlerle, kanatlı üretiminden elde edilen azot çıktısında %10 ila 15'lik bir azalma uygulanabilir bir seçenektir (Blair vd., 1999; Deschepper ve De Groote, 1995). N emisyonunda önemli azalmalar, rasyondaki ham protein seviyelerinin düşürülmesi ve sindirilebilir amino asit profili gereksinimlerinin sentetik amino asitlerle dengelenmesiyle elde edilebilir (Ferket vd., 2002). Rasyon manipülasyonu dışı ve idrarla N atılımını büyük ölçüde etkiler. Kümes hayvanları için yem ham maddelerinin amino asit sindirilebilirliği büyük farklılıklar gösterir (Parsons, 1992) ve dışkı ile atılan N miktarı, sindirilebilirliği yüksek amino asitlere sahip ham maddelerle beslenerek azaltılabilir. Endojen N ve amino asit kayıpları, rasyondaki protein ve selüloz seviyelerinin artırılmasıyla artar. Düşük rasyon protein içeriğine sahip yumurtacı rasyonlar, fekal N içeriğini önemli ölçüde ve doğrusal olarak tüketilen miktarın yaklaşık %50'sine kadar düşürmüştür. Dışkıdaki N / yemdeki N oranı dikkate alındığında, 150 g/kg HP ile beslenen yumurtacılar her örnekleme zamanında daha iyi N kullanımı göstermiştir (Meluzgi vd., 2001). Lippens vd. (2002), hızlı büyüyen etlik piliçlerin erken büyümesinin geciktirilmesinin, belirli durumlarda ölüm oranını azaltabileceği ve performansı ve N tutulumunu artırabileceği sonucuna varmıştır. Bir çalışmada (Sklan ve Noy, 2005), piliçlerde kuluçkadan sonraki ilk haftada optimal lizin ve kükürt amino asit takviyesi ve 7 günlük performans üzerinde esansiyel amino asitler ve rasyon ham proteini arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Esansiyel amino asitlerin ham proteine sabit bir oranda artırılması, yumurtadan çıktıktan sonraki 7 gün boyunca performansı artırmıştır. Broylerler ve yumurtacılar için rasyondaki HP düzeylerini %3-4 oranında azaltmak mümkün olsa da, sentetik amino asitlerle değiştirilebilecek rasyon proteini miktarının biyolojik sınırları vardır (Patterson, 2002). NRC (1994) tarafından özetlenen çalışma, hesaplanan sindirilebilir amino asit gereksinimlerinin toplam amino asit gereksinimlerinden %8-10 daha düşük olduğunu göstermektedir. Broyler rasyonlarına ZnSO₄ ve ZnO ilavesinin büyüme performansı ve gübreden ürik

asit N ve toplam N kaybı üzerindeki etkileri Kim ve Patterson (2004) tarafından incelenmiştir. Çalışmalarında, Zn uygulamasının ($ZnSO_4$ olarak 1500 ppm Zn) tavukların ağırlık artışı, yem tüketimi ve yem verimliliğini etkilemeden kanatlı gübresindeki N salınımını önemli ölçüde azalttığı, ZnO'nun (ZnO olarak 1500 ppm Zn) büyüme performansı üzerinde zararlı etkilere neden olmadan atmosfere azot salınımını önlemek için daha iyi bir Zn kaynağı olduğu bildirilmiştir. Rasyon formülasyonunda ileal sindirilebilirlik değerlerinin kullanılması, formülasyonun doğruluğunu ve hayvan performansının tahminini geliştirmiştir (Williams, 1995). Williams (1995), ileal sindirilebilirlik ölçümlerinin, yemdeki amino asitlerin sindirilebilirliğinin hızlı ve ekonomik bir şekilde belirlenmesi ihtiyacı ile doku sentezi için amino asitlerin kullanılabilirliğinin ölçülmesi arasında iyi bir uzlaşmayı temsil ettiğini belirtmiştir.

Kanatlı rasyonlarının sindirilebilir amino asit bazında formüle edilmesi ve enzim takviyesi, ham maddeler arasındaki amino asit sindirilebilirliklerindeki farklılıklar nedeniyle toplam amino asit bazında formülasyondan daha etkili olacaktır. Ancak kanatlı endüstrisi, toplam amino asit formülasyonundan sindirilebilir amino asit formülasyonuna geçişte yavaş kalmıştır. Bunun nedeni, amino asit sindirilebilirliklerine ilişkin iyi bir veri tabanının olmaması ve sindirilebilir amino asit gereksinimlerine ilişkin verilerin çok az olması veya hiç olmamasıdır (Parsons, 1999).

Baker ve Han (1994) tarafından önerilen bir başka yaklaşım da, rasyonun protein kısmının her bir amino asit için piliç gereksinimlerini fazlalık veya eksiklik olmadan karşıladığı bir "ideal protein" sağlamaktır. Wijtten vd. (2004), erkek piliçlerin ağırlık artışı ve yemden yararlanma verimliliğinin, literatürdeki tek lizin gereksinimi çalışmalarından beklenenden daha yüksek rasyon ideal protein seviyelerine yanıt verdiği sonucuna varmıştır. Tablo 2, farklı çalışmalardan elde edilen broyler civcivler için lizin bazlı ideal amino asit oranlarını göstermektedir. Kristalin amino asitlerle desteklenmiş düşük proteinli rasyonlarla beslenen etlik piliçlerin büyüme performansını ve tüm vücut kompozisyonunu iyileştirmek için rasyon manipülasyonlarının etkilerini araştırmak için yapılan denemeler (Bregendahl vd., 2002), yüksek proteinli kontrol rasyonlarına eşit büyüme performansını desteklemede başarısız olmuştur. Enzim kullanımına bağlı olarak artan sindirilebilirlik değerlerinden faydalanmak için yem formülasyonu görünür amino asit değerlerine değil

sindirilebilir amino asit değerlerine dayanmalıdır (Puchal ve Mascarell, 1999). Enzim takviyesinin potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için toplam protein seviyeleri de buna göre azaltılmalı veya sindirilebilir protein kullanılacak şekilde değiştirilmelidir.

Tablo 2. Broiler civcivleri için ideal amino asit profili hakkında farklı çalışmalar

	Baker 1993, 1996		NRC, 1994		Austic, 1994	CVB., 1996	Mack, 1999
	0-21 gün	21-42 gün	0-21 gün	21-42 gün	0-21 gün	0-42 gün	20-40 gün
Lys	100	100	100	100	100	100	100
Met	36	36	45	38	38	38	*
Met + Cys	72	75	82	72	72	73	75
Thr	67	70	73	74	62	65	63
Arg	105	108	114	110	96	105	112
Val	77	80	82	82	69	80	81
Ile	67	69	73	73	65	66	71
Leu	109	109	109	109	92	*	*
Trp	16	17	18	18	18	16	19
His	32	32	32	32	24	*	*

*Belirlenmemiş

Sentetik amino asitlerle rasyon takviyesinin N atılımını etlik piliçlerde %40'a (Cromwell ve Coffey, 1995; Creswell ve Swick, 2001) ve yumurta tavuğu rasyonlarında %50'ye kadar azalttığı gösterilmiştir (Meluzgi vd., 2001). Kerr (1995)'e göre, kanatlı ve domuz rasyonuna sentetik amino asitlerin eklenmesi, rasyondaki HP'de her %1'lik azalma için N atılımında %8,5'lik bir azalmaya neden olabilir. N atılımındaki azalmalar, büyütme-bitirme dönemindeki basit midelilerin amonyak emisyonlarının azalmasıyla sonuçlanır (Sutton vd., 1998). Sindirilebilirlik, besin maddelerinin kalın bağırsaktan geçmesine izin veren dışkıda veya ileumun distal kısmından ölçülebilir. Her iki yöntem de yem formülasyonlarındaki amino asit ve protein seviyelerinin düşürülmesine olanak sağlar. Yem formülasyonlarındaki N seviyelerinin

düşürülmesi, kanatlı dışkısı ile N atılımının ve amonyak emisyonlarının azalmasına neden olacaktır.

Yem formülasyonu için tek bir reçetenin broylerler, yumurtacılar, yarka ve hindiler için her koşulda geçerli olması beklenemez. Yem formülasyonu yapanların karşılaştığı en büyük zorluk, enzim takviyesi ile optimum amino asit alımının ve miktarının rasyon konsantrasyonlarına dönüştürülmesidir. Kanatlı hayvanların yem tüketimi doğru bir şekilde tahmin edilebilirse bu zorluk çözülebilir. Değişken çevresel ve besinsel koşullar altında birincil, ikincil, üçüncül ve diğer sınırlayıcı amino asitlerin tahmin edilmesi, kanatlılar için yemlerdeki besin maddelerinin optimum rasyon konsantrasyonlarının hesaplanmasında bir ön koşul olacaktır.

2. FOSFOR SALINIMI VE BESLEME UYGULAMALARI

Fosfor (P) bitkiler ve hayvanlar tarafından ihtiyaç duyulan temel bir besin maddesidir, ancak potansiyel bir kirlilik tehlikesi olabilir. P'nin birincil kimyasal formu toprak partiküllerine yapışır ve bu partiküller erozyonla taşınarak göllere ve akarsulara sızabilir (Schmidt ve Jacobson, 1994). P, çoğu yüzey suyunda sucul bitki büyümesi için sınırlayıcı bir besin maddesidir ve ilavesi bitki büyümesinde önemli bir artış başlatır. Bu bitkiler öldüğünde aerobik bakteriler tarafından ayrıştırılırlar, bu da sudaki oksijen seviyesini düşürür ve balık ölümlerine neden olabilir

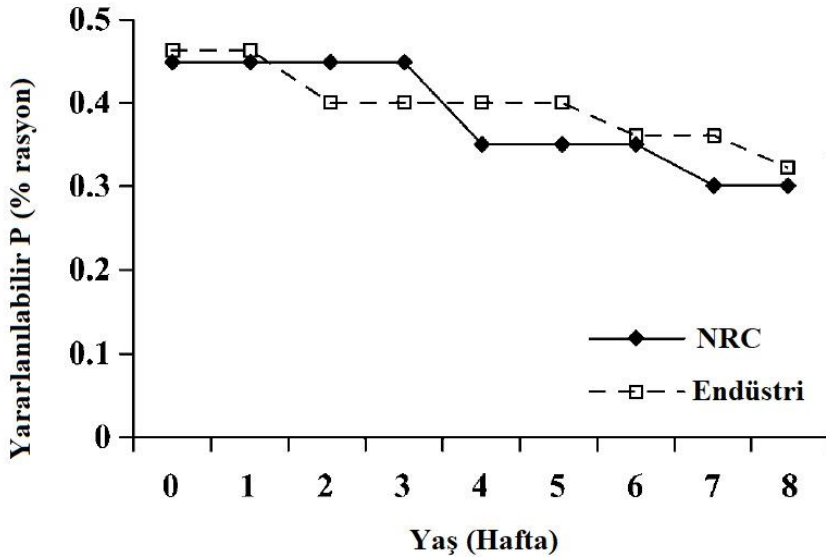
Kanatlı hayvanların besin maddesi gereksinimlerini ele alan en son NRC yayını (NRC, 1994), etlik piliçler için 0 ila 21 günlük yaş arasında %0,45'lik bir yararlanılabilir P gereksinimi belirlemiş ve bitirme döneminde %0,30'a düşmüştür. Et tipi hindiler için özellikle yaşamın erken dönemlerinde daha yüksek gereksinimler belirlenmiştir, ancak gereksinimlerle ilgili kontrollü araştırmalar broylerlere göre daha sınırlayıcıdır. Bu tavsiyeler, 1952 ve 1983 yılları arasında yayınlanan ve üzerinde durulan özellik olarak büyüme oranı, yem dönüşümü ve kemik külünü ölçen araştırmalara dayanmaktadır. Huyghebaert (1996, 1997), Beltran-Lopez vd. (2000) ve Godoy vd. (2002) tarafından yapılan çalışmaların tümü NRC önerilerini doğrulamaktadır. Bununla birlikte, bazı çalışmalar, kullanılabilir P seviyelerinin broyler üretim performansı üzerinde olumsuz bir etkisi olmadan %30'a kadar azaltılabileceğini ve bunun da P atılımında önemli bir azalmaya yol açtığını göstermektedir (Fritts ve Waldroup, 2003). Yumurta üretimi ve kalitesi üzerindeki etkisi

tutarsız olmasına ve bazen yumurta üretimi ve kabuk kalitesinden ödün verilmesine rağmen, yumurta tavuklarına daha düşük konsantrasyonlarda rasyon fosforu verildiğinde P atılımında benzer bir azalma gözlenmiştir (Summers, 1995; Keshavarz, 2000).

Skinner ve Waldroup (1992) ve Skinner vd. (1992), broyler bitirme yemlerinden inorganik P'nin tamamen çıkarılmasının büyüme, kemik gücü ve iskelet anormallikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmaların hiçbirinde P'nin uzaklaştırılmasının büyüme oranı, yemden yararlanma, tibia uzunluğu veya genişliği ya da bacak anormallikleri üzerinde olumsuz bir etkisi olmamıştır. Kemik kırılma mukavemetinde, daha yüksek seviyelerde Ca takviyesi ile büyük ölçüde ortadan kaldırılabilen bir azalma olmuştur.

Domuz ve sığırlarda olduğu gibi broyler, yumurtacı ve hindilerde de P alımı ve atılımı birbirine sıkı sıkıya bağlıdır. Summers (1995), Beyaz Leghorn tavuklarını 18 ila 64 haftalık yaşlar arasında yararlanılabilir fosfor (P_Y) içeriği bakımından farklılık gösteren rasyonlarla beslemiştir. Düşük P içerikli rasyon (%0,2 P_Y) NRC gerekliliklerinin altındayken, orta P içerikli rasyon (%0,3 P_Y) gerekliliklere benzerdi ve %0,4 P_Y içerikli rasyon "geleneksel" kontrol rasyonu olarak kabul edilmiştir. Fosfor atılımı, %0,3 P_Y ve %0,2 P_Y içeren rasyonlarla beslenen kanatlılarda, kontrol rasyonu ile beslenen kanatlılara kıyasla sırasıyla %20 ve %40 oranında azalmıştır. Düşük P'lu rasyonla beslenen kanatlılarda yumurta üretimi azalmıştır, ancak %0,3 ve %0,4 P_Y içeren rasyonlarla beslenen kanatlılarda yumurta üretimi, yumurta ağırlığı ve kabuk kalitesi benzer olmuştur. 0,3'lük P_Y rasyonu ile P atılımındaki azalma, rasyonun toplam P içeriğindeki azalmayla özdeşdir.

Yayınlanan rasyon P gereklilikleri, konuyla ilgili güncel yayınların azlığı ve endüstri besleme uygulamalarının bu standartlarla genel olarak tutarlı olduğu gerçeğine dayanarak kabul edilebilir görünmektedir (Şekil 1). Dolayısıyla, P yararlanılabilirliğini iyileştirme ve daha yüksek oranda yararlanılabilir P kaynaklarını kullanma çabaları, P atılımını azaltma konusunda aşırı beslemeye odaklanmaktan daha büyük bir potansiyele sahip gibi görünmektedir.



Şekil 1. Etlik piliç rasyonlarında yararlanılabilir fosfor bakımından NRC (1994) ile kanatlı endüstrisi pratiklerinin karşılaştırılması (Knowlton vd., 2004)

Kanatlılar için faz beslemesine ilişkin genel araştırmalar, öncelikle amino asit beslemesine odaklanmıştır. Ancak, Huyghegaert (1996, 1997) P yararlanımı için faz beslemesine ilişkin kapsamlı bir rapor hazırlamıştır. Bu çalışmalar hem büyüme hem de kemik mineralizasyonu bakımından Ca, P ve fitaz takviyesi için etki alanlarını ortaya koymuş ve yüksek oranların kemik mineralizasyonunu en üst düzeye çıkarmak ve tibial diskondroplazi insidansını azaltmak bakımından faydalı olduğunu göstermiştir. Yazar ayrıca, piliçlerin iki yemle beslenmesiyle rasyondaki Ca ve P oranlarının önemli ölçüde azaltılabileceğini öne sürmüştür. Bu kavram hem NRC tavsiyesinde hem de mevcut endüstri besleme uygulamasında yansıtılmaktadır (Şekil 1). Durum, 20 haftalık yetiştirme döneminde rasyondaki P konsantrasyonunun %250'den fazla azaltıldığı hindi üretiminde daha da uç noktadadır. Mevcut kanatlı endüstrisi besleme uygulaması, piliçlerin 40 günlük yaşa kadar beş rasyonla beslendiği ve hindilerin 20 haftalık yaşa kadar dokuz farklı rasyon tükettiği faz besleme konseptini içerir (Knowlton vd., 2004).

Domuzlarda olduğu gibi kanatlı hayvanlarda da yem P'sinin yararlanılabilirliği ile ilgili en önemli faktörlerden biri, tavuk veya hindinin büyüme ve performansı etkileyen diğer işlevler için P elde etmesi gereken

kaynaktır. Pratik kanatlı rasyonlarındaki fosfor, mineral kaynaklardan gelen inorganik P, hayvansal ürünlerden gelen inorganik P veya bitki kaynaklarından gelen organik (fitat) P'den gelebilir. Genel olarak, inorganik kaynaklardan gelen P'nin yüksek oranda kullanılabilir olduğuna inanılırken, fitat P'nin kanatlı rasyonlarında nispeten yararlanılamaz veya %30 seviyelerinde yararlanılabilir haldedir. Günümüzde, fitat P'nin yararlanılabilirliğini artırmak ve P kirliliği potansiyelini azaltmak için bir dizi beslenme yaklaşımı değerlendirilmektedir. Bunlar arasında 1) aşırı P atılımını önlemek için P gereksinimlerini daha kesin olarak karşılayacak şekilde rasyonların formüle edilmesi, 2) fitat P kullanılabilirliğini artırmak için kanatlı rasyonlarına mikrobiyal fitaz veya diğer yem katkı maddelerinin eklenmesi ve 3) tahıl tanelerinin fitat P içeriğinin genetik olarak azaltılması yer almaktadır (Knowlton vd., 2004).

Kornegay (1999), bir literatür incelemesinde, birden fazla inorganik P kaynağından elde edilen P'nin ortalama biyoyararlanımının broylerler için %46,2 olduğunu tahmin etmiştir. Karşılaştırma amacıyla, kalsiyum fosfat takviyelerindeki P'nin nispi biyoyararlanımı genellikle %100 olarak belirlenir ve diğer kaynakların biyoyararlanımı buna göre ifade edilir. Örneğin kaya fosfat kaynaklarından gelen P, kalsiyum fosfattan gelen P'den daha az yararlanılabilir (Sullivan vd., 1994; Summers, 1997). Ancak ticari dikalsiyum fosfat ürünlerinden elde edilen P'nin biyoyararlanımı önemli ölçüde değişmektedir (Lima vd., 1997). Fosfor biyoyararlanımı, kemik kültü ve kemik kırılma mukavemeti kriterlerine kıyasla büyüme etkileri ve kan P konsantrasyonlarına dayalı olarak değerlendirildiğinde daha büyük ve daha az değişken olmuştur.

Hayvansal kaynaklardan elde edilen inorganik P'nin mineral kaynaklardan elde edilene benzer bir biyoyararlanıma sahip olduğu gösterilmiştir (Waldroup ve Adams, 1994). P'nin kesin kimyasal formu ve kirletici (ve rakip) minerallerin varlığının önemli hususlar olduğu tahmin edilse de, hayvansal kaynaklardan P'nin kullanılabilirliğini etkileyen faktörlerle ilgili araştırma eksikliği vardır.

Organik fosfor kaynakları fitat fosfor bakımından zengindir ve bu nedenle kanatlılar için zayıf fosfor kaynakları olarak kabul edilir. Mısır ve soya küspesi gibi kaynaklardan elde edilen fosforun yararlanılabilirliğini artırmak için diğer rasyon bileşenlerinin kullanımına ilişkin önemli araştırmalar yapılmıştır (Qian vd., 1997; Cromwell vd., 1998; Boling vd., 2000; Kasim ve

Edwards, 2000; Li vd., 2000; Edwards 2002). D vitamini, organik asitler, fitaz ve düşük fitat fosforlu mısır gibi yem hammaddelerinin rasyona dahil edilmesinin, kanatlı hayvanlar için tipik mısır/soya fasulyesi küspesi rasyonundaki fosfor yararlanılabilirliğini artırdığı bildirilmiştir. Bu yem bileşenlerinin P sindirilebilirliği ve atılımı üzerindeki etkisi Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3. Farklı yem katkılarının, kanatlılarda fitat fosfor değerlendirilmesi ve dışkı fosfor miktarına etkileri

Hayvan	Toplam P (g/kg)	P _y (g/kg)	Fitaz (U/kg)	Vit. D ₃ (µg/kg)	1-OHD ₃ (µg/kg)	25-OHD ₃ (µg/kg)	1.25(OH) ₂ D ₃ (µg/kg)	Dışkı P (g/kg)	Fitat P muhafazası (%)	Kaynak
Broyler 2-5 hafta	4.6	2.1	0;250; 500; 2500	-	-	-	-	2.08; 2.03; 1.9; 1.84	-	Zhang vd., (2000)
8-20 gün	4.2	1.4	-	-	0;20	-	-	8.9; 5.9	-	Biehl ve Baker, (1997)
0-16 gün	5.2	2.2	-	27.5; 112;20	-	-	-	-	51; 58; 57	Edwards, (2002)
0-16 gün	5.2	2.2	-	-	-	-	0;10	-	55.3; 72.7	Edwards, (2002)
0-16 gün	4.7	2.1	-	-	5	5	5	-	53.3; 76.2; 71.2;74.4	Edwards, (2002)
0-21 gün	5.1	2.7	0;300; 600; 900	-	-	-	-	-	54.1; 56.4; 58.3; 59.9	Qian vd., (1997)
0-21 gün	5.1	2.7	-	66; 660; 6600	-	-	-	-	56; 58.4; 58.2	Qian vd., (1997)
Yumurtaçı	3.3	1.55	600	-	-	-	0;5	-	62.9; 76.6	Carlos ve Edwards, (1998)

Maguire vd. (2005), P atılımını azaltmak için rasyon manipülasyonları hakkındaki literatürü gözden geçirmiş ve hayvan ihtiyacına yakın P beslemesinin kanatlılarda dışkıdaki toplam P'yi %33'e kadar azaltabileceğini bildirmiştir. Bu uygulamanın fitaz ve yüksek kullanılabilir P'lu mısır kullanımı gibi diğer besleme stratejileriyle birleştirilmesi, kanatlı ve domuzlarda toplam P'u yaklaşık %40 oranında azaltabilir. Dışkıdaki toplam P'yi azaltarak tarım arazilerine toplam P uygulamalarını azaltmak, uzun vadede toprak testi P birikimini kontrol etmeye yardımcı olacaktır. Ayrıca, Smith vd. (2004), broyler

rasyonlarında normal mısırdan yüksek yarayışlı P içeren mısıra geçişin suda çözünebilir P'yi %35, toplam P'yi ise %18 oranında azalttığını bildirmiştir. Bu bulgular, rasyon stratejilerinin sadece üretilen gübrelerdeki toplam P konsantrasyonunu değil, aynı zamanda mevcut P formlarını, özellikle de gübrelerdeki suda çözünebilir P formlarını da değiştirdiğine dair kanıtlar sunmaktadır, çünkü bu durum arazi uygulamalarından hemen sonra yüzey akışlarındaki çözünebilir P kayıpları potansiyeli ile ilişkilendirilmiştir.

Fitaz, bitkilerde inorganik fosforu bağlayan bağları hidrolize ederek fitik asit bakımından zengin yem bileşenlerinin (örneğin soya fasulyesi) nutrisyonel kalitesini artırmak için kullanılan doğal bir enzimdir. Düşük veya normal fosforlu rasyonlarla birlikte kademeli fitaz seviyelerinin eklenmesi, üretim parametrelerinde orta derecede artışla sonuçlanmış, ancak dışkı P miktarında azalma görülmüştür (Broz vd., 1994; Denbow vd., 1995; Perney vd., 1993). Bazı çalışmalar, kanatlı üretiminin P ilavesi olmadan da yapılabileceğini göstermektedir; Shirley ve Edwards (2003), toplam P eksikliği olan mısır-soya küspesi rasyonunu tüketen piliçlerin, rasyona fitaz 12.000 U/kg eklendiğinde maksimum performansa ulaşabildiğini göstermiş, böylece kanatlı endüstrisindeki mevcut fitaz takviyesi seviyelerinin daha fazla değerlendirilmesi gerekebileceğini ortaya koymuştur. Yöntemsel tartışmalar ne olursa olsun, fitaz takviyesinin çevreye P çıkışını azaltmak için uygulanabilir bir strateji olduğu açıktır.

3. SONUÇ

Hayvansal üretimde azot kayıplarını azaltmak için bütünsel bir işletme yönetimi gereklidir. Yönetim, azot atılımını azaltmak için hayvanların azot kullanım verimliliğini artırmaya, toprağa karışana kadar bu azotu gübrede tutmaya ve ürün eldesini artırmak için uygun miktarda gübreyi zamanında uygulamaya odaklanmalıdır. Çiftlikteki azot döngüsüne dahil olan tüm faktörlerin yönetimi karmaşık olsa da besleme uygulamaları en etkili yollardan biridir ve daha fazla araştırmayı hak etmektedir. Bu bağlamda geniş bir literatür mevcut olup ham proteine esasına dayalı besleme uygulamaları yerine sindirilebilir esansiyel amino asitler ve ideal amino asit konsepti üzerinde durularak, kanatlıların yemdeki azottan optimum seviyelerde yararlanımı sağlanabilir ve böylece doğaya azot salınımı minimize edilebilir.

Fosfor bazlı besin yönetimi düzenlemeleri, gübrenin bertaraf edilmesi için gereken arazi miktarını artıracak ve yoğun hayvan tarımı yapılan bölgelerde ekonomi üzerinde zararlı bir etki yaratacaktır. Kanatlı gübresinin P içeriğini azaltmak için şu anda mevcut olan fırsatlar arasında, yayınlanan P gereksinimlerinin daha doğru yorumlanması, daha hassas rasyon formülasyonu ve monogastrik rasyonlarda eksojen fitaz veya düşük fitik asitli tahılların kullanılması yer almaktadır. Bu stratejiler birlikte, kümes hayvanlarında gübrenin P içeriğini %40 ila 60 oranında azaltabilir. Kanatlı hayvanların P gereksinimlerini ve yemdeki fosforun yararlanılabilirliğini daha iyi tanımlamak için ek araştırmalara ihtiyaç vardır. Gübrenin P içeriğinin beslenme yoluyla azaltılması, kanatlı hayvan üretiminden kaynaklanan P kayıplarının azaltılması için güçlü ve uygun maliyetli bir yaklaşımdır.

KAYNAKÇA

- Austic, R.E. (1994). Proc. Maryland Nutr. Conf., 114-130.
- Baker, D.H., Parsons, C.M., Fernandez, S., Han, Y., (1993). Proc. Arkansas Nutr. Conf., 22-32.
- Baker, D.H. (1996). Nutrition management of food animals to enhance and protect the Environment. Kornegay, E.T. (ed), Lewis Publishers, New York, p41-53.
- Baker, D.H. (2000). Recent advances in use of the ideal protein concept for swine feed formulation. Asian- Aust. J. Anim. Sci. 13, 294-301
- Baker, D.H. (2009). Advances in protein-amino acid nutrition of poultry. Amino Acids (2009) 37:29–41. DOI 10.1007/s00726-008-0198-3
- Baker, D.H. Han, Y. (1994). Ileal amino acid proWle for chicks during the Wrst 3 weeks post hatching. Poul. Sci., 73, 1441-1449
- Beltran-Lopez, J., Cuca-Garcia, M., Gonzolez, M. J., Pro-Martinez, A. (2000). Estimated phosphorous requirement with and without added phytase of starting chicks. Arch. Latinoam. Prod. Anim., 8,1-7.
- Blair, R., Jacob, J.P., Ibrahim, S., Wang, P. (1999). A quantitative assessment of reduced protein in diets and supplements to improve nitrogen utilization. J. Appl. Poult. Res., 8, 25-47.
- Boling, S.D., D.M. Webel, I. Mavromichalis, C.M. Parsons, D.H. Baker. (2000). The effect of citric acid on phytate-phosphorus utilization in young chicks and pigs. J. Anim. Sci., 78, 682-689.
- Bregendahl, K., Sell, J.L., Zimmerman, D.R. (2002). Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. Poul. Sci., 81, 1156-1167.
- Broz, J., Oldale, P., Perrin-Voltz, A.H., Rychen, G., Schulze, J., Nuñez, C.S. (1994). Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. Br. Poult. Sci., 35, 273-280
- Coon, C.N., De Beer, M., Manangi, M., Lu, J., Reyes, M., Bramwell K., Sun, J.M. (2006). Broiler Breeder Nutrition: The Amino Acid and Crude Protein Requirements of Broiler Breeder Hens for Maintenance, Production and Fertility. Proceedings of Arkansas Nutrition Conference, Rogers, Arkansas.

- Creswell, O., Swick, R.A. (2001). Formulating with digestible amino acids (part 3). *Asian Poul. Magaz.* (May/June), 21-22. 24.
- Cromwell, G.L., Co Vey, R.D. (1995). Nutrient management from feed to Weld. In: *Proceedings of World Pork Expo.*, Des Moines, IA, USA, pp. 13-31
- Cromwell, G. L., J. L. Pierce, H. L. Stillborn, D. W. Rice, D. S. Ertl, and V. Raboy. (1998). Bioavailability of phosphorus in low-phytic acid corn for chicks. *Poult Sci.* 77(Suppl. 1), 117.
- CVB, (1996). Dutch bureau of livestock breeding, report No. 18, Schutte, J, B. (ed).
- Denbow, D.M., V. Ravindran, E.T. Kornegay, Z. Perney, K.M., A.H. Cantor, M.L. Straw and K.L. R.M. Hulet, (1995). Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. *Poult. Sci.*, 74, 1831-1842.
- Deschepper, K. and G. De Groote, (1995). Effect of dietary protein, essential and non-essential amino acids on the performance and carcass composition of male broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, 36: 222-245
- Edmonds, M.S., Parsons, C.M., Baker, D.H. (1985). Limiting amino acids in low-protein corn–soybean meal diets fed to growing chicks. *Poult Sci* 64, 1519-1526.
- Edwards, Jr., H. M. (2002). Studies on the efficacy of cholecalciferol and derivatives for stimulating phytate utilization in broilers. *Poult. Sci.* 81, 1026-1031.
- Ferket, P.R., van Heugten, E., van Kempen, T.A.T.G., Angel, R. (2002). Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants *J. Anim. Sci. E* (Suppl. 2) (2002), pp. E168-E182.
- Fritts, C., and P. W. Waldroup. (2003). Modified phosphorus program for reducing excreta phosphorus levels based on commercial feeding intervals for broilers. *Poult. Sci.* 82(1): 35.
- Gerber, P., Opio, C. and Steinfeld, H. (2007) Poultry production and the environment-a review. *Animal Production and Health Division, FAO, Rome.*
- Godoy, S., G. Hernandez, and C. Chico. (2002). Effect of supplemental microbial phytase on the utilization of phosphorus phytate in broiler chickens fed corn-soybean diets. Pages 519-523 in *Revista Cientifica,*

- Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Proc. XI Congr. Venezolano de Produccion e Industria Animal. Valera, Venezuela.
- Han, Y., Suzuki, H., Parsons, C.M., Baker, D.H. (1992). Amino acid fortification of a low protein corn-soybean meal diet for maximal weight gain and feed efficiency of the chick. *Poult Sci* 71, 1168-1178.
- Han, I. K., and J. H. Lee. (2000). The role of synthetic amino acids in monogastric animal production. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 13, 543-560.
- Huyghebaert, G. (1996). The response of broiler chickens to phase feeding for P, Ca and phytase. *Arch. Gefluegelkd*, 60, 132-141.
- Huyghebaert, G. (1997). Effects of dietary calcium, phosphorus, Ca- P-ratio and phytase on zootechnical performance and mineralisation in broiler chickens. *Arch. Gefluegelkd*, 61, 53-61.
- Kasim, A. B., and H. M. Edwards, Jr. (2000). Effect of sources of maize and maize particle sizes on the utilization of phytate phosphorus in broiler chicks. *Anim. Feed Sci. Technol*, 86, 15-26.
- Kerr, B.J., (1995). Nutritional strategies for waste reduction management. In: Longenecker, J.B., Spears, I.W. (Eds.), *Nitrogen. New Horizons in Animal Nutrition and Health. The Institution of Nutrition of the University of North Carolina, Chapel Hill, NC, USA*, pp. 47-68.
- Keshavarz, K. (2000). Nonphytate phosphorus requirement of laying hens with and without phytase on a phase feeding program. *Poult. Sci.* 79, 748-763.
- Kim, W.K., Patterson, P.H., (2004). Effects of dietary zinc supplementation on broiler performance and nitrogen loss from manure. *Poult. Sci.* 83, 34-38.
- Knowlton, K.F., Radcliffe, J.S., Novak, C.L., Emmerson, D.A., (2004). Animal management to reduce phosphorus losses to the environment. *J. Anim. Sci.* 82(1): E173-E195.
- Kornegay, E. T. (1999). A review of phosphorus digestion and excretion as influenced by microbial phytase in poultry. Proc. 1999 BASF Technical Symp., Atlanta, GA.
- Li, Y. C., D.R. Ledoux, T.L. Veum, V. Raboy, and D. S. Ertl. (2000). Effects of low phytic acid corn on phosphorus utilization, performance, and bone mineralization in broiler chicks. *Poult. Sci.*, 79, 1444-1450.
- Liang, Y., H. Xin, E.F. Wheeler, R.S. Gates, H. Li, J.S. Zajackowski, P.A. Topper, K.D. Casey, B.R. Behrends, D.J. Burnham and F.J.

- Zajaczkowski, (2005). Ammonia emissions from U. S. laying hen houses in Iowa and Pennsylvania. *Trans. ASAE.*, 48, 1927-1941.
- Lima, R. R., C. S. Mendonca, Jr., J. C. Alvarez, J. M. J. Garzillo, E. Ghion, and P. M. Leal. (1997). Biological evaluations of commercial dicalcium phosphates as sources of available phosphorus for broiler chicks. *Poult. Sci.*, 76, 1707-1713.
- Lippens, M., Huyghebaert, G., De Grootte, G., (2002). The efficiency of nitrogen retention during compensatory growth of food-restricted broilers. *Br. Poul. Sci.*, 43(5): 669-676.
- Mack, S.D., Bercovici, G., De Grootte, B., Leclercq, M., Pack, J.B., (1999). *Brit. J. Poultry Sci.*, 40, 257-265.
- Maguire, R.O., Z. Dou, J.T. Sims, J. Brake and B.C. Joern, (2005). Dietary strategies for reduced phosphorus excretion and improved water quality. *J. Environ. Qual.*, 34, 2093-2103.
- Meluzzi, A., Sirri, F., Tallarico, N., Franchini, A., (2001). Nitrogen retention and performance of brown laying hens on diets with different protein content and constant concentration of amino acids and energy. *Br. Poul. Sci.*, 42(2): 213-217.
- Mottet, A., Tempio, G., (2017). Global poultry production: current state and future outlook and challenges, *World's Poultry Science Journal*, 73(2): 245-256, doi:10.1017/ S0043933917000071.
- Nahm, K.H. (2002). Efficient feed nutrient utilization to reduce pollutants in poultry and swine manure. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 32(1): 1-16.
- Nahm, K.H. (2007). Feed formulations to reduce N excretion and ammonia emission from poultry manure. *Bioresource Technology* Volume 98, Issue 12, Pages 2282-2300.
- NRC. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- NRC. (1998). *Nutrient Requirements of Swine*. 10th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- NRC. (2000). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th rev. ed., Update 2000. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- NRC. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

- NRC. (2002). Air Emissions from Animal Feeding Operations: Interim Report. National Academies Press, Washington, DC.
- NRC. (2003). Air Emissions from Animal Feeding Operations: Current Knowledge, Future Needs. National Academies Press, Washington, DC.
- Oenema, O. A. Bannink, S. G. Sommer, and L. Velthof. (2001). Gaseous nitrogen emissions from livestock farming systems. Pp. 255-289 in Nitrogen in the Environment: Sources, Problems, and Management, R. F. Follett, and J. L. Hatfield (eds.). Elsevier.
- Parsons, C.M., (1992). Application of the concept of amino acid digestibility in the practical feed formulation. In: Proceedings of the NOVS International Technical Symposium, St. Louis, MO, USA, pp. 43-52.
- Parsons, C.M. (1999). Protecting quality and amino acid digestibility. Multistate Poultry Meeting, May 25-27, Indianapolis, IN, USA, 25-33.
- Patterson, P. (2002). Using Dietary and Management Strategies to Reduce the Nutrient Excretion of Poultry. Livestock and Poultry Environmental Stewardship (LPES) Curriculum. Midwest Plant Service (MWPS Publisher), Ames, IA, USA. pp. 7-19
- Pelletier, N., Ibarburu, M., Xin, H. (2014) Comparison of the environmental footprint of the egg industry in the United States in 1960 and 2010. Poultry science 93(2): 241-255.
- Perney, K.M., Cantor, A.H., Straw, M.L., Herkelman, K.L., (1993). The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. Poult Sci., 72, 2106-2114.
- Puchal, F., Mascarell, J., (1999). Role of feed enzymes in poultry nutrition examined. Feedstuffs 71(45): 12-14.
- Qian, H., Kornegay, E.T., Denbow, D.M. (1997). Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. Poult. Sci. 76, 37-46.
- Rotz, C.A., (2004). Management to reduce nitrogen losses in animal production. J. Anim. Sci. 82(E. Suppl.), E119-E137.
- Schmidt, M. and L. Jacobson, (1994). Manure Management: Practices for the Minnesota Pork Industry. Minnesota Extension Service. Periodical, 298-65-11

- Shirley, R.B. and H.M. Edwards, (2003). Graded levels of phytase past industry standards improve broiler performance. *Poult. Sci.*, 82, 671-680.
- Skinner, J. T., and P. W. Waldroup. (1992). Effects of calcium and phosphorus levels in starter and grower diets on broilers during the finisher period. *J. Appl. Poult. Sci.*, 1, 273-279.
- Skinner, J. T., M. H. Adams, S. E. Watkins, and P. W. Waldroup. (1992). Effect of calcium and nonphytate phosphorus fed during 42 to 56 days on performance and bone strength of male broilers. *J. Appl. Poult. Sci.*, 1, 167-171.
- Sklan, D., Noy, Y., (2005). Direct determination of optimal amino acid intake for maintenance and growth in broilers. *Poult. Sci.*, 84, 412-418.
- Smil, V. (2001). *Enriching the Earth*. MIT Press, Cambridge.
- Smith, D.R., P.A. Moore, Jr., D.M. Miles, B.E. Haggard, and T.C. Daniel, (2004). Decreasing phosphorus runoff from land applied poultry litter with dietary modifications and alum addition. *J. Environ. Qual*, 33, 2210-2216.
- Sullivan, T. W., J. H. Douglas, W. Lapjatupon, F. J. Struwe, and N. J. Gonzalez. (1994). Bioavailability of phosphorus in commercial phosphate supplements for turkeys. *Poult. Sci.*, 73, 122-128.
- Summers, J. D. (1995). Reduced dietary phosphorus levels for layers. *Poult. Sci.*, 74, 1977-1983.
- Summers, J. D. (1997). Precision phosphorus nutrition. *J. Appl. Poult. Sci.*, 6, 495-500.
- Sutton, A.L., Kephart, K.B., Patterson, J.A., Kelly, D.T., Bogus, E, (1998). Manipulating nitrogen in pig diets to reduce manure nitrogen excretion and odors. *Purdue 1998 Swine Day Report*. Purdue University, West Lafayette, IN, pp. 1-6
- van Aardenne, J. A., Dentener, F. J., Klijn Goldewijk, C. G. M., Lelieveld, J., and Olivier, J.G.J, (2001). A 1°- 1° resolution dataset of historical anthropogenic trace gas emissions for the period 1890-1990. *Global Biogeochemical Cycles*, 15, 909.
- Waldroup, P.W., Mitchell, R.J., Payne, J.R., Hazen, K.R., (1976) Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids. *Poult Sci.*, 55, 243-253.

- Waldroup, P. W., M. H. Adams. (1994). Evaluation of the phosphorus provided by animal proteins in the diet of broiler chickens. *J. Appl. Poult. Sci.*, 3, 209-218.
- Wijtten, P.J.A., Prak, R., Lamme, A., Langhout, D.J, (2004). Effect of different dietary ileal protein concentrations on broiler performance. *Br. Poul. Sci.*, 45(4): 504-511.
- Williams, P.E.V, (1995). Digestible amino acids for non-ruminant animals: theory and recent challenges. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 53, 173-187.
- Wu, G. (2009). Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids*, 37, 1-17.
- Wu, G. (2013). *Amino Acids: Biochemistry and Nutrition*. Publisher: Taylor & Francis. ISBN: 9781439861899,1439861897.
- Zhang, Z.B., E.T. Kornegay, J. S. Radcliffe, D. M. Denbow, H. P. Viet, and C. T. Larsen. (2000). Comparison of genetically engineered microbial and plant phytase for young broilers. *Poult. Sci.*, 79, 709-717.

BÖLÜM 14

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BAL ARISI (*Apis mellifera* L.) ÜRÜNLERİ VE YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi | Selim BIYIK^{1*}

^{1*} Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 55200 Atakum, Samsun, Türkiye. selim.biyik@omu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-4152-2596

GİRİŞ

Bal arısı (*Apis mellifera* L.); bal, bal mumu, propolis, arı sütü, arı zehiri, apilarnil veya arı larvası, arı havası, ana arı ve arı kolonisi gibi ürünlerinin yanında insanların beslenmesi sağlamak amacı ile tarımsal üretimi gerçekleştirilen veya doğadaki diğer yabancı bitkilerin tozlaşmasına sağladığı katkı dolayısı ile doğal yaşam (Williams, 1996; Richards, 2001; Steffan-Dewenter vd., 2005; Klein vd., 2007; Wright vd., 2018), insan ihtiyacını karşılamak üzere gerçekleştirilen tarımsal üretim ve dolayısı ile insanların beslenmesi ve yaşamını devam ettirebilmesi üzerinde vazgeçilmez bir canlıdır (Maggi vd., 2016).

Bal arısı, özellikle hayvanlar tarafından tozlaşma ihtiyacı olan ve tarımsal üretim sonucunda elde edilen dünya gıda üretiminde % 47'lik paya sahiptir. Bu oran değerlendirildiğinde bal arısı insan beslenmesi için üretimi yapılan bitkiler açısından en önemli ticari tozlayıcıdır ve bu özelliğinden dolayı ekonomik, sürdürülebilir ve güvenilir gıda için önemli bir role sahiptir. Bunların yanında bal arısı yabancı bitkilerin tozlaşması ile ekolojik denge ve sürdürülebilirlik üzerinde önemli role sahiptir. Tozlaşma ile sürdürülebilir ekolojik yaşam-denge ve tarımsal gıdaların üretiminde sağladığı verim artışı ve kalite değerlendireildiğinde sağlanan ekonomik kazanç ve ekolojik dengenin ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliği üzerine olan etkisi, bal, polen veya arı sütü ve diğer arı ürünlerinin yan ürünler olarak değerlendirilmesine bile neden olabilmektedir (Genersch, 2010).

Polinasyon ve tarımsal gıda üretimi üzerindeki bal arısının bu etkisi değerlendirildiğinde, bal arısı ve bal arısının sağlığı önemli bir konu haline gelmektedir. Buğday, mısır, pirinç ve patates gibi temel bazı gıdaların üretilebilmeleri hayvanlar tarafında tozlaşmaya ihtiyaç duymasa bile (Richards, 2001; Ghazoul, 2005; Klein vd., 2007), insanların beslenmesinde önemli bir yer tutan bazı sebze ve meyveler hayvanlar tarafından tozlaşmaya ihtiyaç duymakta, bu tozlaşmanın sağlanmasında da bal arısı vazgeçilmez olmaktadır (Steffan-Dewenter vd., 2005). Böcekler tarafından tozlaşma ihtiyacı duyan bitkiler büyük oranda bal arısı tarafından tozlaştırılmaktadır (Williams, 1996; Richards, 2001; Klein vd., 2007). Bitkisel üretimin % 90'ının bal arısı tozlaşmasına ihtiyaç duyduğu değerlendirildiğinde (Steffan-Dewenter vd., 2005), bal arısı ürünleri yanında, tozlaşmaya, bitkisel üretime ve ekolojik yaşama sağladığı yarar ortaya çıkacaktır (Klein vd., 2007; Allsopp vd., 2008;

vanEngelsdorp ve Meixner, 2010; Yamamoto vd., 2012; Delaplane vd., 2013a,b)

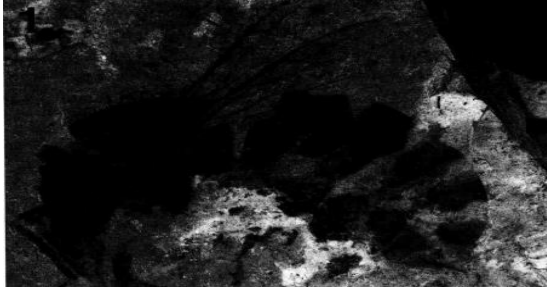
Tarımsal üretimde kullanılan insektisit ve özellikle neonikotinoid etken maddeli ilaçlar kullanılan kimyasal gübreler, sanayi üretimi ve bu üretim sonucu ortaya çıkan atıklar ve bu atıkların hava, su ve toprağı kirletmesi, kentleşme ve bunun sonucunda tarımsal üretim ve ekolojik dengenin bozulması ve bunların sonucunda iklim değışikliği veya dalgalanmaları tarımsal üretimde veya yabani hayatta mikrobiyal, bitki ve hayvan yaşamını olumsuz etkilemektedir (Moron vd., 2014; Williams vd., 2015).

Polinasyon veya tozlaşma eşeyli üreyen tohumlu bitkilerin çoğalması, yaşamını devam ettirebilmesi ve bunun sonucunda insan beslenmesi ve refahı bitkisel sürdürülebilirlik üzerine önemli bir yere sahiptir. Tozlaşma rüzgar ve yağmur gibi doğal koşullar altında gerçekleşebileceğı gibi bal arısı gibi böcekler veya diğere bazı hayvanlar tarafından da gerçekleştirilebilir. Yetersiz tozlaştırmanın olduğı bazı bölgelerde insanlar tarafından da sağlanabilir. Küresel iklim değışikliği, tarımsal üretim alanlarının yapılaşma amacı ile kullanılması, peyzaj çalışmalarında yerli olmayan türlerin kullanılması, besin madde ihtiyacının karşılanması amacıyla tarımsal üretimin artması ve bu hayvanların yaşamı üzerinde olumsuz etkiye sahip zararlı veya patojenler, hayvan tozlaştırıcılarının sayısında azalmaya neden olmaktadır. Bal arısı tarımsal üretim veya doğal florada pek çok bitkinin tozlaşmasında önemli bir yere sahip olmakla birlikte, iklim değışikliği ve bu değışikliğin sonucunda yaşanan hava sıcaklığı veya rejim değışikliği, bu değışiklerin bitkiler üzerinde oluşturduğı olumsuz etkiler diğere canlılarda olduğı gibi beslenme alışkanlığı bakımından doğal flora ya bağımlı olan bal arısını da olumsuz etkilemekte ve canlının yaşamını sürdürmesini zorlaştırmaktadır (Potts vd., 2010; Rinderer vd., 2010; Martin vd., 2012; González-Varo vd., 2013; Wilfert vd., 2016; Flores vd., 2019). Bu bölümde arıcılığın tarihçesi, ülkemizdeki arıcılık potansiyeli ve arı yetiştiriciliğı üzerinde durulacak olup küresel iklim değışikliğinin bal arısı yetiştiriciliğı üzerindeki muhtemel etkileri değerlendirilecektir.

1. ARICILIĞIN TARİHİ GELİŞİMİ

Bal arısı ve arıcılığın tarihçesi insanoğlunun mağara hayatı yaşadığı on binlerce yıl öncesine kadar gitmektedir. M.Ö. 7000 yıllarında yapıldığı bilinen mağara çizimlerinde görülen resimler, arı fosilleri ve tarihi bulgular bu görüşü

doğrulmaktadır (Şekil 1). Bu bulgularda insanoğlunun o dönemlerde arılardan yararlandığı ve bal aldığını göstermektedir. Avcılık ve toplayıcılık ile o dönemde besin madde ihtiyaçlarını karşılayan insanoğlu mağara, kaya oyukları veya ağaç kovuklarında yaşamını sürdüren ve bal depolayan arıların balını alarak bu gıdayı kullanmışlardır (Şekil 2). Bu dönemdeki bal hasadı arı kolonisinin tamamen söndürülmesi sonucunda gerçekleştirilmiştir. İleriki dönemlerde mağara veya kovuklardaki arılara zarar vermeden ve balın bir kısmının koloniye besin madde ihtiyacını karşılamak üzere bırakılması şeklinde gerçekleşmiştir. Daha sonraki süreçte bal arısına barınak olması amacı ile ağaç gövdelerinin içleri oyularak günümüzde kara kovan olarak bilinen yuvalar bal arısının barındırılması amacı ile kullanılmıştır (Culliney, 1983; Ruttner, 1988; Arillo, 1996) (Şekil 3). 1758 yılında Carl Linnaeus “Systema Naturae” adlı eserinin son baskısında canlıları binomial sistemde sınıflandırmış, bal arısını da *Apis mellifera* Linnaeus olarak tanımlamıştır (Kahya ve Öner 2007).



Şekil 1. Bal arısı fosili (Engel, 1998)



Şekil 2. Bal arısı yuvasının mağaradaki görünümü (Url 1)



Şekil 3. Ağaç gövdesi oyularak yapılmış kovan (Url 2)

Bal arısı yetiştiriciliği veya bal arısından yararlanma son birkaç yüzyıla kadar ilkel koşullarda gerçekleştirildiği ifade edilebilir. 1780’li yıllarda ana arının havada çiftleştiğinin keşfi, 1850’li yıllarda günümüzde yetiştiricilikte kullanılan çerçeveli standart Langstroth kovanın Lorenzo Lorraine Langstroth tarafından geliştirilmesi, 1840’lı yıllarda bal arısında üreme biyolojisinin değerlendirilmesi, 1850’li yıllarda temel petek kalıplarının icadı ve temel petek kullanılmaya başlanması, 1860’lı yıllarda bal süzme makinesinin bulunuşu, 1880’li yıllarda larva transfer yöntemi ile ana arı yetiştiriciliğinin keşfedilmesi ve 1920’li yıllarda ana arıda yapay tohumlamanın yapılmaya başlanması arıcılık ve arı yetiştiriciliğinin gelişimine katkıda bulunmuştur. Bu bilimsel gelişmelerin arıcılık biyolojisinin bilinmesi ve buna uygun yetiştiricilik uygulamalarının gerçekleştirilmesi yanında teknolojik gelişmeler ile birlikte yetiştiricilikte kullanılan alet ve ekipmanın daha kullanışlı hale gelmesine katkıda bulunmuştur (Cobey vd., 2013; Human vd., 2013).

2. TÜRKİYE’DE ARICILIK

Günümüzde tarımsal üretim faaliyeti olarak yürütülen arı yetiştiriciliği gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin tarımsal üretimi içerisinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde olduğu gibi dünyada da yetiştiricilikte kullanılan mevcut koloni sayısı sürekli değişiklik göstermekle birlikte yıllar içerisinde artış göstermiştir. Günümüzde dünyada 90 milyonun üzerinde koloni ile arı yetiştiriciliği yapılmaktadır. 2022 FAO verilerine göre 12 milyonun üzerinde koloni varlığı ile Hindistan dünya koloni sayısının yaklaşık %14’üne sahip ve ilk sırada yer almaktadır. Çin 9 milyonun üzerinde koloni varlığı ile dünya koloni varlığının yaklaşık %10’una sahiptir ve ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye ise 8 milyonun üzerinde koloni varlığı ile dünya koloni varlığının

yaklaşık %9'una sahip ve üçüncü sırada yer almaktadır. Son 50 yılda dünyada koloni sayısında meydana gelen artış %50'nin üzerindedir. Koloni sayısında yaşanan artış ve yapılan ıslah çalışmalarına bağlı olarak üretilen arı ürünleri miktarında da önemli artış yaşanmıştır. (FAO 2022; TÜİK 2022) (Tablo 1).

Tablo 1. 2021-1991 yılları arasında Türkiye'deki işletme sayıları (adet), koloni sayıları (adet), bal üretimi (ton), balmumu üretimi (ton) ve bal verimi (Kg/koloni) miktarı (TÜİK 2022)

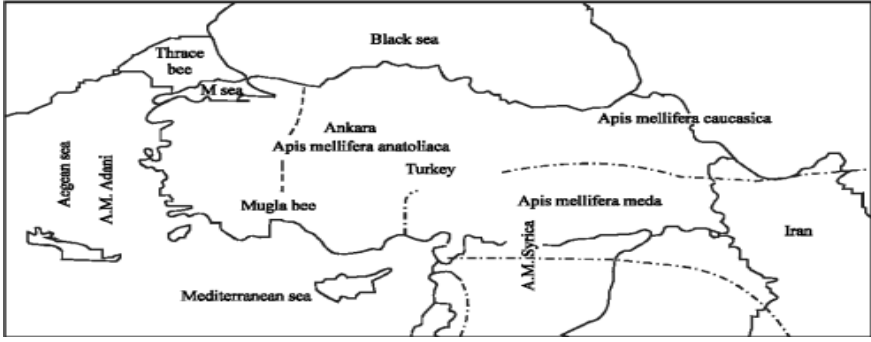
Yıl	İşletme Sayısı (Adet)	Koloni Sayısı (Adet)	Bal Üretimi (Ton)	Balmumu Üretimi (Ton)	Bal Verimi (Kg/Koloni)
2021	89.361	8.733.394	96.344	3.766	11,03
2020	82.845	8.179.418	104.077	3.765	12,72
2019	80.675	8.128.360	109.330	3.971	13,45
2018	81.830	8.108.424	107.920	3.987	13,31
2017	83.210	7.991.072	114.471	4.488	14,32
2016	84.047	7.900.364	105.727	4.440	13,38
2015	83.475	7.748.287	108.128	4.756	13,96
2014	81.108	7.082.732	103.525	4.053	14,62
2013	79.934	6.641.348	94.694	4.241	14,26
2012	21.307	6.348.009	89.162	4.222	14,05
2011	21.131	6.011.332	94.245	4.235	15,68
2010	20.845	5.602.669	81.115	4.148	14,48
2009	21.469	5.339.224	82.003	4.385	15,36
2008	21.093	4.888.961	81.364	4.539	16,64
2007	21.560	4.825.596	73.935	3.837	15,32
2006	22.305	4.851.683	83.842	3.484	17,28
2005	22.550	4.590.013	82.336	4.178	17,94
2004	22.133	4.399.725	73.929	3.471	16,80
2003	22.110	4.288.853	69.540	3.130	16,21
2002	22.423	4.160.892	74.554	3.448	17,92
2001	22.606	4.115.353	60.190	3.174	14,63
2000	22.571	4.267.123	61.091	4.527	14,32
1999	22.447	4.321.696	67.259	4.073	15,56
1998	22.302	4.199.351	67.490	3.324	16,07
1997	22.145	4.002.302	63.319	3.751	15,82
1996	22.329	3.964.718	62.950	3.235	15,88
1995	21.987	3.916.038	68.620	3.735	17,52
1994	22.050	3.786.588	54.908	3.353	14,50
1993	21.975	3.685.447	59.207	3.110	16,07
1992	21.931	3.540.328	60.318	2.916	17,04
1991	21.540	3.428.442	54.655	2.863	15,94

2. 1. Türkiye'nin Arıcılık Potansiyeli

Sahip olduğu topoğrafik, ekolojik ve jeolojik farklılığının sağladığı bitki örtüsü ve iklim yapısı ile önemli bir çiçek potansiyeli veya floraya sahip ülkemiz sahip olduğu bu potansiyel ile yılın tamamında çiçeklenme ve arıcılık faaliyeti yapılabilmesi ile önemli bir konumdadır (Şekil 4). Bunun yanında sahip olduğu arı genetik kaynakları ile dünyada en zengin gen havuzuna sahip merkezler arasındadır. 8 milyonun üzerindeki koloni varlığı ile dünyada koloni sayısı bakımından üçüncü büyük potansiyele sahip olan ülkemizde topoğrafik yapısına bağlı oluşan zengin ekolojik çevre ve flora kaynakları sayesinde çok kaliteli ballar üretilebilmektedir. Bunun yanında Anadolu coğrafyası, *Apis mellifera anatoliaca*, *Apis mellifera caucasica*, *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera syriaca* ve *Apis mellifera meda* gibi 5 arı ırkı ile dünyadaki en önemli arı gen havzaları arasında yer almaktadır (Smith vd., 1997; Palmer vd., 2000; Akyol vd., 2006; Ozdil vd., 2009; Akyol vd., 2014; Nikolova vd., 2015; Ilyasova vd., 2016; Aydın, 2017; Syromyatnikov vd., 2018) (Şekil 5)



Şekil 4. Çiçeklenme ve tozlaştırmayı gerçekleştiren bal arısı



Şekil 5. Ülkemiz bal arısı (*Apis mellifera* L.) genetik kaynakları (Akyol vd., 2006)

Bal arısı ürünleri insanların beslenmesinde önemli bir yer tutmasının yanında ülkemizde özellikle arıcılığın tarım kültüründe yer alması, zengin flora kaynakları ve topoğrafik yapıya bağlı farklı zamanlarda ve yılın neredeyse tamamında çiçek potansiyelinin olması, bu potansiye bağlı olarak göçer arıcılık faaliyetleri ile birlikte bal ve diğer arı ürünlerinin üretiminin mümkün olması, giderek azalmasına rağmen tarımsal üretim veya diğer amaçlarla işlenmemiş tarım arazilerinin bulunması, tarımsal üretim amacı ile kullanılmayan arazi varlığına bağlı olarak gübre ve tarımsal ilaç kullanımının azlığı ve zengin arı genetik kaynaklarına sahip olması ülkemizin arıcılık avantaj ve potansiyelleri arasında değerlendirilmektedir.

Türkiye'nin farklı bölgelerinin sahip olduğu coğrafik ve topoğrafik yapısına bağlı olarak oluşan bitki örtüsü, bu bitkilerin farklı zamanlarda çiçeklenmesi ve nektar üretimine bağlı yılın önemli kısmında kolonilere nektar taşınabilmesi, bu kaynaktan yararlanmak için göçer arıcılığın gelişimine katkı sunmuştur. Göçer arıcılık, yetiştiricilik yapılan bölgede çiçeklenme ve nektar akışına bağlı daha yüksek kesimlere kolonilerin taşınması şeklinde olabileceği gibi, bal arısı kolonilerinin nektar akışını başka bölge ve illerde takip etme şeklinde yılda 2000 km üzerinde yol katederek ve iki veya üç bal hasadı yaparak gerçekleştirilenir. Bu sistemde arı yetiştiriciliği veya arı ürünleri üretimi bal arısı yetiştiricilerine önemli ekonomik katkı sağlamaktadır.

3. BAL ARISI YETİŞTİRİCİLİĞİ

Farklı tanımları olmakla birlikte arıcılık; yetiştiriciliği yapılan bal arısı kolonilerinden bal, polen, arı sütü, propolis, arı zehri, arı ekmeği, ana arı, arı kolonisi, apilarnil veya larva ve arı havası gibi ürünlerin üretilebilmesi amacı

ile yapılan yetiştiricilik uygulamaları sonucunda yürütülen tarımsal faaliyet olarak ifade edilebilir. Bazı yetiştiricilik uygulamaları sonucunda desteklenebilse bile bal arısının besin madde ihtiyacını karşılama davranışı dolayısı ile tanmamen doğaya-floraya bağlı bir canlıdır. Bitkilerin yetiştirme veya çiçeklenme, nektar ve polen üretimi ve salgılaması gibi durumların etkileyen koşullar doğrudan bu bitkilerin nektar ve poleninden beslenen bal arısını da etkilemektedir.

3. 1. Koloni Bireyleri ve Barınak

Bal arısı kolonisi normal koşullarda mevsime bağlı olarak yüz binin üzerinde işçi arı, sıfır ile iki bin beşyüz arasında değişen sayıda erkek arı ve bir ana arıdan oluşmaktadır (Şekil 6). Bu bireyler bir arada arı kolonisini oluşturmakta ve yetiştiricilik koşullarında kovan olarak ifade edilen barınak ortamında yaşamını devam ettirmektedir (Şekil 7). Bal arısı beslenme, besin depolama ve üreme gibi tüm yaşamsal faaliyetlerini koloni ortamında balmumundan inşa edilen kabartılmış petek üzerinde sürdürmektedir (Carreck vd., 2013; Scheiner vd., 2013) (Şekil 8).



Şekil 6. Ana arı ve işçi arılar



Şekil 7. Barınma ortamı (kovan)



Şekil 8. Kabartılmış ballı (solda) ve yavrulu petek (sağda)

Tarımsal üretimde olduğu gibi arı yetiştiriciliğinde de amaç yüksek verim elde etmektir. Bu amaca ulaşmak için yetiştiricilerin yüksek verim kapasitesine sahip ıslah edilmiş materyal ile bu materyalin kapasitesini ortaya koyacak zengin flora kaynaklarının bulunduğu bölgelerde üretim gerçekleştirmesi gerekmektedir. Ülkemiz sahip olduğu coğrafik ve ekolojik avantajları ile genetik çeşitlilik potansiyeline rağmen henüz bu genetik materyalden yetiştirici beklenti ve ihtiyaçlarını karşılayacak yüksek verimli ve hastalık ve zararlılara dirençli, hırçınlık ve oğul davranışı düşük materyal geliştirip yetiştiricilerin kullanımına sunamamıştır. Bu eksiklik sahip olduğumuz ekolojik ve genetik zenginlikten yeterince yararlanamamaya neden olmaktadır.

4. KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BAL ARISI KOLONİSİ ÜZERİNE MUHTEMEL ETKİLERİ

Ülkelerin büyüme hedeflerine ulaşma amaçları doğrultusunda artan üretim baskısı, bu üretimi gerçekleştirebilmek için giderek artan fosil yakıt kullanımı, artan enerji ihtiyacının karşılanmasında sürdürülebilir ve yenilenebilir üretimin yetersiz kalması ve enerji ihtiyacının karşılanmasında yine fosil yakıtların kullanımı atmosferde sera gazının artışına sebep olmakta ve bu artış insanoğlunun geleceği için tehlike arz etmektedir. Küresel ısınmanın kontrol edilebilmesi sürdürülebilir tarımsal üretime de bağlı olduğu ifade edilmektedir. Atmosferdeki sera gazı artışı doğrudan hava sıcaklığı üzerine etkili olmakta ve bu artışında ekosistem üzerinde belirlenemeyen veya daha çok tahmin edilemeyen sonuçları olmaktadır. Ekosistem, hava sıcaklığı ve beklenmeyen hava koşulları tüm bitki ve hayvanları etkilediği gibi bal arısı

üzerinede olumsuz etkileri olmaktadır. Tarımsal ürünlerin üretilebilmesi için toprak, su, gün ışığı ve sıcaklığa ihtiyaç duyulmaktadır ve iklimin bu unsurlar üzerinde olumlu veya olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Sosyal böcekler ve bu grup içerisinde önemli yer tutan bal arısı tarımsal üretimi gerçekleştirilen bitkiler ve doğadaki diğer bitkilerin tozlaşmasında ve dolayısı ile insan beslenmesi ve yaşamı üzerinde önemli bir role sahiptir (Maggi vd., 2016; Tej vd., 2017; Bhatta vd., 2019). Son yıllarda, çoğu farklı tozlayıcı arı türü gibi, bal arılarında, doğal flora kaybı, arazi kullanımındaki düzensiz değişiklikler ve bunun sonucunda yaşanan ormansızlaşma, özellikle tarımsal üretimde ve yaban hayatını koruma amacı ile kullanılan böcek ilaçları, iklim değişikliği ve buna bağlı olarak canlıların yetersiz beslenmesi sonucu bağışıklık kaybı sonucu zararlı patojenlerin yaygınlığı ve etkisinin artması ve küresel iklim değişikliği ve bu değişikliğin sonucu ekosistemde yaşanan dalganmalar gibi olumsuzluklarla karşı karşıya kalmaktadır (Oldroyd ve Nanork, 2009; Goulson vd., 2015; Ghassemi-Khademi, 2017; Ghassemi-Khademi vd., 2022). İklim değişikliği, türlerin dağılım alanlarında değişikliklere neden olabilmekte ve bu türlere uygun alanların daralmasına veya genişlemesine ve yaşam alanlarının yüksekliğinin de farklılaşmasına neden olabilmektedir. Bu gibi bir durum türlerin yaşam alanlarının parçalanması sonucu dengeli olmayan yer değiştirmeleri artırabilir. Küresel iklim değişikliği sonucunda bu gibi etkiler türlerin yok olması ile sonuçlanabileceği ifade edilmektedir. İklim değişikliğine bağlı bu etkiler böceklerin yaşam sürecini doğrudan etkilemekte ve tozlayıcı böceklerin karşılaştığı bu olumsuzluklar bitki yaşamı ve sürdürülebilirliği üzerine dolaylı veya doğrudan etkide bulunacağı değerlendirilmektedir. Herhangi bir tozlayıcının yok olması bitkilerin tozlaşması üzerine olumsuz etkide bulunabileceği gibi tarımsal üretim ve doğal flora sürdürülebilirliği üzerine de etkileri olacaktır. Özellikle bitkilerin tozlaşmasında etkili bu türlerin korunması, iklim değişikliğinin türler üzerindeki etkilerinin bilinmesi ve değerlendirilebilmesi hakkında bilgi sahibi olmaya bağlıdır. Dolayısı ile iklim değişikliğinin, türlerin dağılımı ve yaşam alanları üzerine olan etkilerinin tahmin edilebilmesi, tozlayıcı böceklerin yer değiştirme ve yok olma riskinin değerlendirilebilmesi ve küresel iklim değişikliği risklerinin azaltılması bu tozlayıcıların korunabilmesine bağlıdır. (Su vd., 2015; Nemesio vd., 2016; Brosi vd., 2017; Rafferty, 2017; Dew vd., 2019; Gómez-Ruiz ve Lacher, 2019; Soroye vd., 2020; Karthik vd., 2021).

Günümüzde tozlaştırıcılar, iklim veya çevre değişikliği gibi insanların etkili olduğu faktörlerden etkilenmektedir. Bu tozlaştırıcılar grubundaki bazı böcekler bu faktörlere karşı bağışıklık sahibi değillerdir. Daha da önemli olan konu ise, küresel iklim değişikliğinin gelecekte tozlayıcı dağılımlarını nasıl etkileceği ve yaşanacak değişimlerde çiçekli bitkiler ile tozlayıcılar arasındaki etkinin ne yönde değişeceği. Bal arısının dünya çapında etkili bir tozlayıcı olması, iklim değişikliğinin bal arısının ekosistemdeki dağılımı ve tozlaştırmadaki etkisinin nasıl değişeceği yönünde değerlendirme ve çalışmalar yapılmasına rağmen henüz etkili ve genel bir modelin belirlenmesi mümkün olamamıştır. İklim değişikliğinin sonucunda muhtemel çevresel değişikliklerin bal arısı üzerindeki etkisi kesin olarak bilinmesede çevresel değişikliklerin bal arısı gelişimi ve yaşamı üzerine etkisi olduğu yapılan çalışmalarda değerlendirilmektedir. Bunun yanında iklim değişikliğinin tozlayıcılar ve çiçekler arasındaki sürdürülebilir ilişki üzerindeki muhtemel olumsuz etkileri, tarımsal üretim ve florada doğrudan etkili olacağı ve tozlayıcıların tarımsal üretim ve ekolojik denge için çok önemli işlevi olan tozlaştırma faaliyetlerini sürdürebilmeleri için korunmaları gerekecektir.

Son yıllarda küresel iklim değişikliği ve doğal yaşam alanlarına özellikle insan müdahalesi dünyanın farklı bölgelerinde tozlayıcı arı türlerinin sayısını azaltmıştır. Ekolojik modellere dayanan çeşitli tahminlerde iklim değişikliğinde yaşanacak ilerleme arı popülasyonlarını azaltacağını belirtmektedir. Bazı ekosistemlerin gelecekte yaşayacağı muhtemel kuraklık neticesinde tozlayıcıların bu değişikliğe vereceği tepki bilinmemekte ve araştırılması gerektiği değerlendirilmektedir (Koch vd., 2019; Dew vd., 2019; Soroye vd., 2020; Ghassemi-Khademi vd., 2022).

İklim değişikliğinin, çiçekli bitkilerin nektar ve polen üretme ve salgılama kapasitelerinde artma veya azalma ile birlikte bal arısı kolonilerinde bu ürünleri toplama miktarında bir artış veya azalmaya bağlı olarak bal arısı fizyolojisi ve davranışı üzerinde doğrudan etkisi olabilir. Bal arısı sahip olduğu davranış, fizyolojik ve morfolojik özelliklerini binlerce yılda ve buldukları coğrafyada doğal seleksiyon sonucu kazanmış ve yüksek adaptasyon sağlamıştır. İklim değişikliğine bağlı olarak sahip olduğu bu adaptasyon ve yaşama gücünde düşüş gerçekleşebilir. Her bal arısı ırkı özelliklerini kazandığı bölgenin koşullarında belirli bir hızda gelişim gösterir. Soğuk iklime sahip bölge arıları depoladıkları balı, ilkbaharda karşılaştıkları

soğuk hava dalgalanmalarından korunmak için ana arının yumurtlama miktarına bağlı olarak daha yavaş çoğalırken dolayısı ile depolanan balı daha yavaş tüketirken, ilkbaharda hızlı gelişen özellikle melez arılar daha hızlı üreyecekleri ve depolanan balı daha hızlı tüketecekleri için açlık tehlikesi ile karşı karşıya kalabileceklerdir. Bu durumda yetiştirici tarafından desteklenmezse kolonilerin ölümü ile sonuçlanabilir (Louveaux vd., 1966).

İklimin bal arısı üzerindeki önemli etkilerinden birisi, besin madde ihtiyacını karşılamak üzere ihtiyaç duyduğu çiçekli bitkiler ve bunların dağılımındaki değişikliklerdir. Aşırı kuru veya kurak havalar çiçekli bitkilerin nektar üretimini kısıtlamakta veya durdurmakta dolayısı ile bal arısının besin madde ihtiyaçlarını karşılaması mümkün olamamaktadır. Yine aşırı yağışlar çiçeklerdeki nektarı seyreltmekte veya yıkamakta ve dolayısı ile bal arısı bu nektardan yararlanamamaktadır. Bu iki durumun aşırı seyretmesi durumunda bal arısı kolonisi açlık tehlikesi ile karşı karşıya kalmakta ve yine yetiştirici tarafından desteklenmez ise kolonilerin ölümü ile sonuçlanabilmektedir. Dolayısı ile iklim, kolonilerin besin madde ihtiyacını karşılamak için ihtiyaç duyduyu nektar ve polenin üretildiği çiçekli bitkiler üzerinde doğrudan etkilidir (Winston, 1987; Thuiller, 2005). Polen üretimini azaltan veya durduran ve kalitesinin bozulmasına neden olan aşırı kuraklık, bal arısının protein ihtiyacını karşılayamamasına neden olmaktadır. Sonbahar döneminde ergin hale gelen ve kış dönemine giren ergin işçi arılar genellikle bahar dönemine kadar kovan içerisinde ve koloni ortamında yaşamlarını sürdürürler. Bahar dönemi ile birlikte bu işçi arılar koloni işlerini yürütür ve bu dönemde yetiştirilen yavruların beslenmesi ile birlikte koloninin sürekliliğini sağlarlar. Ancak bu besleme faaliyetinin verimli bir şekilde sürdürülebilmesi besleyici işçi arıların yeterli ve kaliteli polen tükemesine bağlıdır. Sonbahar döneminde yaşanan kuraklık ve bu kuraklığa bağlı polen yersizliği veya kalitesizliği, kış döneminde işçi arıların yetersiz polen ile beslenmelerine ve buna bağlı olarak bağışıklık sisteminin zayıflamasına neden olarak zararlı ve patojenlere daha duyarlı hale getirecek ve ömürlerini kısaltacaktır (Mattila, 2006; Stokstad, 2007).

Bal arısı dünyanın hemen hemen her yerinde ve çok farklı iklimde yetiştirilebilmekte ve yaşamına devam edebilmektedir. Bu özelliği ile bal arısı yüksek uyum ve adaptasyon yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Bal arısının bu şekilde biyoçeşitliliğe sahip olması dolayısı ile iklim değişikliğine uyum sağlamada genetik kapasite ve buna bağlı adaptasyon kabiliyetini

kullanabileceği değerlendirilmektedir. Buna rağmen bazı türlerin adaptasyon kabiliyetlerini kazandıkları bölgenin dışındaki iklim ve çevre koşullarına nasıl tepki verecekleri konusunda bilgiye sahip değiliz (Cornuet ve Louveaux 1981). Yerel ırklar genellikle, daha yüksek verim alabilmek veya verimde artış sağlayabilmek için bu ırkların melezlenmesi ile oluşturulan kullanım materyalleri, doğal olarak daha yüksek verimli oldukları için yetiştiriciler tarafından tercih edilmektedirler. Ancak bu şekilde melezleme genetik karışıma neden olurken varyasyonda da artışa neden olmaktadır. Bu melez materyal daha yüksek verim kapasitesine sahipken hastalık ve parazitlere karşı daha duyarlı olmakta ve adaptasyon kabiliyetinin düşüklüğü nedeniyle iklim değişikliği sonucunda ortaya çıkacak olumsuzluklardan daha yüksek oranda etkilenecektir. Diğer tarafta bir kaç koloniden yüzbinlerce ana arı yetiştirilmesi genetik varyasyonun azalmasına ve bunun sonucunda yine kolonilerin olumsuz koşullardan etkilenmelerine neden olacağı değerlendirilmektedir.

Dış parazit olan *Varroa destructor*, bakteriyel hastalıklar olan Amerikan yavru çürüklüğü ve Avrupa yavru çürüklüğü, Nosema apis ve Nosema cerena ve yakın geçmişte bal arısı kolonilerinde belirlenmeye başlayan bazı viral hastalıkların bal arısının yaşamı üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu ve verim ve performansında düşüşe ve hatta kolonilerin sönmesine neden olduğu bilinmektedir. Bu hastalık ve zararlıların alt türlerinin olma olasılığı bulunmaktadır. İklim değişikliği de bu alt türlerin bal arısına taşınması yanında mevcut hastalık ve zararlıların olumsuz etkilerinin yükselmesine neden olabilir. Diğer taraftan iklim faktörlerine bağlı gelişen hastalık veya zararlıların gelişim bölgelerinde de değişiklikler söz konusu olabilir. Populasyonların hareketi, sürünün gereksinimi neticesinde olabileceği gibi insanların, bal arısı kolonileri veya koloni bireylerini ülkeler veya bölgeler arasında taşınması ve bunun sonucunda farklı populasyonların temas etmesi ile sonuçlanır. Ülkeler veya bölgeler arasında taşınan balarısı kolonileri üzerinde yapılan çalışmalarda bir çok patojen ve zararlıya rastlanmaktadır. Bazı bal arısı veya türlerinde henüz tanımlanmamış zararlı veya patojenlerin olma olasılığı da mevcuttur. Nosema cerena ve bazı viral hastalıklar bu şekilde dağılım sağlamıştır. İklim değişikliği bu farklı zararlı ve patojenler arasındaki etkileşimi de değiştirebilir. Böyle bir etkileşim sonucunda bal arısının karşı karşıya kalabileceği tahribat konusunda tahminde bulunmak mümkün değildir. Örneklerde, bal arısı açısından konakçı-parazit dengesinin oldukça hassas olduğu görülmekte ve iklim değişikliğinin

oldukça küçük etkilerinin sonucunda bal arısının yeni zararlı ve parazitlere konukçu olma olasılığı yüksektir (Sammataro vd., 2000; Higes vd., 2006; Cox-Foster vd., 2007). Güney Afrika'da ortaya çıkan ve zayıf bal arısı kolonilerinde gelişen küçük kovan böceği (*Aethina tumida*) bir diğer arı zararlısıdır. Parazitin gelişebileceği narenciye meyveleri ile ABD'ye ulaştığı tahmin edilmektedir. Nemli ve sıcak bölgelerde koloniler üzerinde yarattığı tahribat ABD arıcılığını olumsuz etkilerken soğuk iklim zararlıının kuzeye ilermesini durdurmuştur. İklim değişikliği ve buna bağlı sıcaklık artışlarında zararlıının yayılım alanının genişleyeceği tahmin edilmektedir.

1990'lı yıllardan itibaren dünya çapında önemli miktarda bal arısı ölümleri rapor edilmiştir. Koloni ölümlerinin tek bir nedenden değil birçok nedenin ortaklaşa etkisi altında gerçekleştiği değerlendirilmektedir. Pestisit ve insektisitler ve bilinen bal arısı hastalıkları listesine yenilerinin eklenmesi koloni ölümlerini başlatmış olabilir. Ancak iklim değişikliğinin koloni ölümleri üzerinde etkili her iki faktöründe öldürücülüğün artmasında en önemli etken olduğu düşünülmektedir. Hastalık ve zararlılar, pestisit ve insektisitler, çevre ve iklim arasında güçlü bir etkileşim mevcuttur ve iklim değişikliği bu faktörlerin her biri üzerinde etkiye sahiptir (Oldroyd, 2007; Pettis vd., 2007; Kulhanek vd., 2017).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri ve verim ve performans gösterebilmeleri için buldukları çevreye uyum ve adaptasyonları gereklidir. Yapılan çalışmalar iklim değişikliklerinin böceklerin morfolojik, fizyolojik ve davranış özelliklerinde değişimlere neden olduğunu göstermiştir. Önümüzdeki süreçte iklim değişiklikleri ve küresel ısınma üzerindeki olası senaryoların gerçekleşmesi halinde arılarda da bu gibi değişimlerin olabileceği tahmin edilmektedir.

Bal arıları yaşamları için gerekli ve elzem olan her türlü gıdayı doğadaki çiçekli bitkilerden karşılamaktadır. Bu sebeple arılar yüzde yüz doğaya bağımlı canlılardır. Dolayısı ile doğada meydana gelecek olası her türlü değişiklik ve olumsuzluk ilk ve doğrudan bal arısını etkileyecektir. Diğer yandan iklim değişikliği ve buna bağlı yaşanacak olası kuraklık, bal arısını çok olumsuz etkileyecektir. Günümüze kadar yaşanan iklim değişiklikleri ve gelecekteki olası senaryoların nektar ve polen üreticisi bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri

doğrudan arıya yansıyacaktır. Bal arıları için polen, protein ihtiyacının karşılanmasında tek kaynaktır. Olası küresel iklim değişikliği bal arısının beslenmesi üzerinde olumsuz etkilerde bulunacak ve bunun sonucunda ana arı yumurtlamayı azaltacak veya kesecek, ergin hale gelecek işçi arı sayısı azalacak, koloni dinamiği bozulacak ve besin madde kaynaklarına ulaşması azalacak, yağmalama ve koloniyi terk etme artacak, gelişip verimli olamayacakları gibi ölümleri kaçınılmaz olacaktır. Çiçekli bitkilerin olumsuz etkilenmeleri ve bunun sonucu olarak bal arısı kolonisine etkileri kovan başına ürün veriminin düşmesine, ürün çeşitliliğinin azalmasına neden olacaktır. Bunların sonucunda ise arıcılık işletmelerinin gelir düzeyleri azalacak ve tozlaşmaya sağladığı katkı ile bitkisel üretim ve doğal flora üzerinde önemli yeri olan bu türün yetiştiriciliği daha az yapılacak veya tercih edilmeyecektir. Arı varlığının azalması sonucu polinasyonun gerçekleşmesi düşecek ve her türlü gıda üretimi olumsuz etkilenecektir. Bunun sonucunda ise bitkisel üretimde sürdürülebilirlik etkileneceğinden insanlığın olası bir kıtlık yaşaması muhtemel hale gelebilir.

Yaşanan iklim ve mevsimsel değişimler, bunun sonucunda da doğal bitki örtüsü ve bitkilerin çiçeklenme, nektar üretimi ve süresi gibi değişimlere en iyi uyum sağlayıp adaptasyon gösterenlerin yerli genetik kaynakların olduğu ve gelecekte de bu şekilde olacağı düşünülmektedir. Dolayısı ile Anadolu'daki zengin arı genetik çeşitliliği aslında olası iklim değişiklikleri, kuraklık ve yaygın hastalıklara karşı elimizi güçlendirecek en önemli unsurdur. Çünkü arılar geçen süreç içerisinde bütün bu zorlukları sahip oldukları genetik yapı sayesinde aşarak bugüne ulaşmışlardır. Mevcut arı ırklarımızın çevreye adaptasyon ve hastalıklara direnç yönünden önemli bir varyasyon gösterdikleri bilimsel araştırmalarla ortaya konmuştur. Bu nedenle mevcut genetik kaynaklardan yararlanarak olası olumsuzluklara karşı daha dirençli ve verimli olacak yeni genotiplerin ıslah planlamaları yapılabilir. Herhangi bir coğrafik bölgeye ırk tercihi yapılırken genotip çevre etkileşimi daha fazla dikkate alınarak değerlendirme yapılmalı ve üretimde kullanılacak material veya ırk buna göre seçilmelidir. Her bölgenin kendi arı ırk ve genotipinin korunması ve tercih edilmesi olası olumsuzluklarda kayıp oranının asgari seviyede olmasını sağlayacaktır ve gelecekte yapılacak çalışmalara kaynak sağlayacaktır.

Ormanlar yağmur oluşumu ve yağış rejimi üzerine etkili alanlardır. Peyzaj düzenlemeleri veya yeni orman alanlarının oluşturulması sürecinde

polenli ve nektarlı bitkilerin değerlendirilmesi kolonilerin besin madde ihtiyaçlarını karşılamada karkı sağlayabilir. Diğer tarafta hem yem değeri yüksek hemde bal arısı ve diğer böcekler için kaliteli polen ve nektar üreticisi bitkiler olan yonca, korunga, fiğ, çörek otu, lavanta ve kanola gibi bitki ekimlerine ve üretilmelerine destek verilmelidir.

Günümüzde ağır sanayi üretimi, endüstriyel gelişim, meraların aşırı otlatılması, ormanların tarımsal üretim alanı veya kentleşme amaçları uğruna yok edilmesi, anız ve geven yakma, bitkisel üretimde aşırı tarımsal gübre ve pestisit kullanımı, radyasyon, baz istasyonları, yüksek gerilim hatları, aşırı antibiyotik ve akarisit kullanımı ve evsel atıklar gibi hemen hemen tümü insanın sebep olduğu olumsuzluklar arının karşı karşıya kaldığı en önemli tehlike kaynaklarıdır. Bu olumsuzlukların bir kaçını biraraya geldiğinde arının yaşamını devam ettirmesi güçleşmekte ve hatta kolonilerin ölümü ile sonuçlanmaktadır. Dolayısı ile belirtilen olumsuzluklara karşı önlem ve mücadele yapılması şu aşamada en öncelikli husustur. Alınacak önlem ve tedbirler arıyı daha güçlü kılacak dolayısı ile olası iklim değişikliklerini düşük düzeyde kayıpla aşabileceklerdir.

KAYNAKÇA

- Akyol, E., Şahinler, N., Özkök, D. (2006). Honeybee (*Apis mellifera* L.) races, ecotypes and their general characteristics in Turkey. *J Anim Vet Adv* 5(9): 771-77.
- Akyol, E., Unalan, A., Yeninar, H., Ozkok, D. and Ozturk, C. (2014). Comparison of colony performances of anatolian, Caucasian and

- Carniolan Honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes in temperate climate conditions. Italian Journal of Animal Science, 13: 3, 3409, doi:10.4081/ijas.2014.3409.
- Allsopp, M. H., de Lange, W. J., Veldtman, R. (2008). Valuing insect pollination services with cost of replacement. PLoS One, 3, e3128.
- Arillo A., Nel A., Ortuño V.M. (1996). Two fossil bees from the Oligocene of Izarra (Alava, Spain) (Hymenoptera, Apoidea), Bull. Soc. Entomol. France 101, 59-64.
- Aydın, A. (2017). Trakya Bölgesi bal arısı (*Apis mellifera* L.) populasyonunun morfolojik karakterizasyonu ve standart tanımlama fonksiyonlarının geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 76, Samsun.
- Bhatta, C. P., Gonzalez, V. H., Mayes, D., Simões, M., Smith, D. R. (2019). Nesting biology and niche modelling of *Tetragonulairidipennis* (Smith) (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) in Nepal. Journal of Apicultural Research, 58(4): 501-511. doi:10.1080/00218839.2019.1614729.
- Brosi, B. J., Niezgodka, K., Briggs, H. M. (2017). Experimental species removals impact the architecture of pollination networks. Biology Letters, 13(6), 20170243. doi:10.1098/rsbl.2017.0243.
- Carreck, N. L., Andree, M., Brent, C. S., Cox-Foster, D., Dade, H. A., Ellis, J. D., Hatjina, F., van Engelsdorp, D. (2013) Standard methods for *Apis mellifera* anatomy and dissection, Journal of Apicultural Research, 52(4): 1-40, doi: 10.3896/IBRA.1.52.4.03.
- Cobey, S. W., Tarpy, D. R. and Woyke, J. (2013). Standard methods for instrumental insemination of *Apis mellifera* queens. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The Coloss Beebook, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. Journal of Apicultural Research, 52, 4, doi:10.3896/IBRA.1.52.4.09.
- Cox-Foster, D. L., Conlan, S., Holmes, E. C., Palacios, G., Evans, J. D., Moran, N.A., Quan, P. L., Briese, T., Hornig, M., Geiser, D. M., Martinson, V., van Engelsdorp, D., Kalkstein, A. L., Drysdale, A., Hui, J., Zhai, J. H., Cui, L. W., Hutchison, S. K., Simons, J. F., Egholm, M., Pettis, J. S., Lipkin, W. I. (2007). A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. Science, 318(5848): 283-287.

- Cornuet J. M., Louveaux J. (1981). Aspects of genetic variability in *Apis mellifera* L. In Biosystematics of social insects (P.E. House & J.-L. Clements, eds). Academic Press, London, New York, 85-94.
- Culliney T.W. (1983). Origin and evolutionary history of the honeybees, *Apis*. *Bee World* 64, 29-38.
- Delaplane, K. S., van der Steen, J., Guzman-Novoa, E. (2013a). Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research* 52: 1, doi:10.3896/IBRA.1.52.1.03.
- Delaplane, K. S., Dag, A., Danka, R. G., Freitas, B. M., Garibaldi, L. A., Goodwin, R. M., Hormaza, J. I. (2013b). Standard methods for pollination research with *Apis mellifera*. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The Coloss Beebook, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research* 52: 4, doi:10.3896/IBRA.1.52.4.12.
- Dew, R., Silva, D., Rehan, S. (2019). Range expansion of an already widespread bee under climate change. *Global Ecology and Conservation*, 17, e00584. doi:10.1016/j.gecco.2019.e00584
- Engel, M. S. (1998) Fossil honey bees and evolution in the genus *Apis* (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*, 29(3): 265-281.
- FAO, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations Classifications and Standards. <http://faostat.fao.org>.
- Flores, J. M., Gil-Lebrero., Gámiz, V., Rodríguez., I., Ortiz, M, A., Quiles, F. J. (2019). Effect of the climate change on honey bee colonies in a temperate Mediterranean zone assessed through remote hive weight monitoring system in conjunction with exhaustive colonies assessment, *Science of The Total Environment*, 653, 1111-1119.
- Genersch, E. (2010). Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87: 87-97 doi:10.1007/s00253-010-2573-8.
- Ghazoul, J. (2005). Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 367-373.
- Ghassemi-Khademi, T. (2017). Taxonomy and comparative biology of world and Iranian honey bees (Vol. 1) ACECR Publication.

- Ghassemi- Khademi, T., Khosravi, R., Sadeghi, S., Ebrahimi, M. (2022). Historical, current, and future climate niche of the red dwarf honey bee across its native range. *Journal of Apicultural Research*, 61(2):271-283.
- Gómez-Ruiz, E. P., Lacher, T. E. (2019). Climate change, range shifts, and the disruption of a pollinator-plant complex. *Scientific Reports*, 9(1): 1-10. doi:10.1038/s41598-019-50059-6.
- González-Varo, J. P., Biesmeijer, J. C., Bommarco, R., Potts, S. G., Schweiger, O. Smith, H. G., Steffan-Dewenter, I., Szentgyörgyi, H., Woyciechowski, M., Vilà, M. (2013). Combined effects of global change pressures on animal-mediated pollination, *Trends in Ecology & Evolution*, 28, 9. doi:10.1016/j.tree.2013.05.008.
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., Rotheray, E. L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347(6229), 1255957. doi:10.1126/science.1255957.
- Higes, M., Martin, R., Meana, A. (2006). *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *J. Invertebr. Pathol.*, 92(2): 93-95.
- Human, H., Brodschneider, R., Dietemann, V., Dively, G., Ellis, J. D., Forsgren, E., Fries, I., Hatjina, F., Hu, F., Jaffé, R., Jensen, A. B., Köhler, A., Magyar, J. P., Özkırım, A., Pirk, C. W. W., Rose, R., Strauss, U., Tanner, G., Tarpy, D. R., van der Steen, J. J., Vaudo, A., Vejsnæs, F., Wilde, J., Williams, G. R., Zheng, H. (2013). Miscellaneous standard methods for Apismellifera research, *Journal of Apicultural Research*, 52(4): 1-53, doi: 10.3896/IBRA.1.52.4.10.
- Ilyasova, R. A., Poskryakova, A. V., Petukhovb, A. V. and Nikolenkoa, A. G. (2016). Molecular genetic analysis of five extant reserves of black honeybee *Apis mellifera mellifera* in the urals and the volga region. *Russian Journal of Genetics*, 52(8): 828-839.
- Kahya, E., Öner, M. (2007), *Biyoloji Tarihi*, İmge Yayınları, 383 s.
- Karthik, S., Reddy, M. S., Yashaswini, G. (2021). Climate change and its potential impacts on insect-plant interactions. In S. A. Harris (Ed.), *Global warming and climate change*.
- Koch, J., Looney, C., Hopkins, B., Lichtenberg, E. M., Sheppard, W. S., Strange, J. (2019). Projected climate change will reduce habitat

- suitability for bumble bees in the Pacific Northwest. bioRxiv, 610071. 10.1101/610071.
- Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. and Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 303-313.
- Kulhanek, K., Steinhauer, N., Rennich, K., Caron, D. M., Sagili, R. S., Pettis, J. S., Ellis, J. D., Wilson, M. E., Wilkes, J. T., Tarpay, D. R., Rose, R., Lee, K., Rangel, J., vanEngelsdorp, D. (2017) A national survey of managed honey bee 2015–2016 annual colony losses in the USA, *Journal of Apicultural Research*, 56(4): 328-340, doi: 10.1080/00218839.2017.1344496.
- Louveaux J., Albisetti M., Delangue M., Theurkauff J. (1966). Adaptations of The Bee *Apis mellifera* L. to Natural Habitat. *Ann. Abeille*, 9(4): 323-350.
- Maggi, M., Antúnez, K., Invernizzi, C., Aldea, P., Vargas, M., Negri, P., Brasesco, C., De Jong, D., Message, D., Teixeira, E. W., Príncipe, J., Barrios, C., Ruffinengo, S., Da Silva, R. R. And Eguaras, M. (2016). Honeybee health in South America. *Apidologie*, 47, 835-854.
- Martin, S. J., Highfield, A. C., Brettell, L., Villalobos, E. M., Budge G. E., Powell, M., Nikaido, S., Schroeder, D. C. (2012). Global viral landscape altered by a parasitic mite. *Science* 336, 1304-1306
- Mattila, H. R., Otis, G. W. (2006). Influence of pollen diet in spring on development of honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *J. econ. Entomol.*, 99(3): 604-613.
- Moron, D., Szentgyorgyi, H., Skorka, P., Potts, S. G., Woyciechowski, M. (2014). Survival, reproduction and population growth of the bee pollinator, *Osmia rufa* (Hymenoptera: Megachilidae), along gradients of heavy metal pollution. *Insect Conservation and Diversity* 7, 113-121. doi:10.1111/icad.12040.
- Nemésio, A., Silva, D., Nabout, J., Varela, S. (2016). Effects of climate change and habitat loss on a forest-dependent bee species in a tropical fragmented landscape. *Insect Conservation and Diversity*, 9(2): 149-160. doi:10.1111/icad.12154.

- Nikolova, S. R., Bienkowska, M., Gerula, D. and Ivanova, E. N. (2015). Microsatellite DNA polymorphism in selectively controlled *Apis mellifera carnica* and *Apis mellifera caucasica* populations from Poland. Archives of Biological Sciences, 67(3): 889-894.
- Oldroyd, B. P. (2007). What's killing American honey bees? PLoS Biol., 5 (6): 168.
- Oldroyd, B. P., Nanork, P. (2009). Conservation of Asian honey bees. Apidologie, 40(3), 296-312. doi:10.1051/apido/2009021.
- Ozdil, F., Yildiz, M. A. and Hall, H. G. (2009). Molecular characterization of Turkish honey bee populations (*Apis mellifera*) inferred from mitochondrial DNA RFLP and sequence results. Apidologie, 40(5): 570-576. doi:10.1051/apido/2009032.
- Palmer, M. R., Smith, Dr. and Kaftanoğlu, O. (2000). Turkish honeybees: genetic variation and evidence for a fourth lineage of *Apis mellifera* mtDNA. Journal of Heredity, 91, 42-46.
- Pettis, J., Vanengelsdorp, D., Cox-Foster, D. (2007). Colony collapse disorder working group pathogen sub-group progress report. Am. Bee J., 147 (7): 595-597.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends in Ecology and Evolution, 25(6): 345-353, doi:10.1016/j.tree.2010.01.007.
- Rafferty, N. (2017). Effects of global change on insect pollinators: Multiple drivers lead to novel communities. Current Opinion in Insect Science, 23, 22-27. doi: 10.1016/j.cois.2017.06.009.
- Richards, A. J. (2001). Does low biodiversity resulting from modern agriculture practice affect crop pollination and yield? *Annals of Botany*, 88, 165-172.
- Rinderer, E. T., Harris, J. W., Hunt, G. J. and de Guzman, L. I. (2010). Breeding for resistance to *Varroa destructor* in North America. Apidologie, 41, 409-424.
- Ruttner F. (1988). Biogeography and Taxonomy of Honeybees, Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Sammataro, D., Gerson, U., Needham, G. (2000). Parasitic mites of honey bees: life history, implications, and impact. Annu. Rev. Entomol., 45, 519-548.

- Scheiner, R., Abramson, C. I., Brodshneider, R., Crailsheim, K., M Farina, W. M., Fuchs, S., Grünewald, B., Hahshold, S., Karrer, M., Koeniger, G., Koeniger, N., Menzel, R., Mujagic, S., Radspieler, G., Schmickl, T., Schneider, C., Siegel, A. J., Szopek, M., Thenius, R. (2013) Standard methods for behavioural studies of *Apis mellifera*, Journal of Apicultural Research, 52(4): 1-58, doi: 10.3896/IBRA.1.52.4.04.
- Smith, D. R., Slaymaker, A., Palmer, M., Kaftanoğlu, O. (1997). Turkish honey bees belong to the east Mediterranean mitochondrial lineage. Apidologie, 28, 269-274.
- Soroye, P., Newbold, T., Kerr, J. (2020). Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents. Science, 367(6478): 685-688. doi:10.1126/science.aax8591.
- Steffan-Dewenter, I., Potts, S. G., Packer, L. (2005). Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. Trends in Ecology and Evolution, 20, 651-652.
- Stokstad, E. (2007). The case of the empty hives. Science, 316(5827): 970-972.
- Su, J., Aryal, A., Nan, Z., Ji, W. (2015). Climate change-induced range expansion of a subterranean rodent: Implications for range land management in Qinghai-Tibetan Plateau. PloS One, 10(9), e0138969. doi: 10.1371/journal.pone.0138969.
- Syromyatnikov, M.Y., Borodachev, A.V., Anastasia V. Kokina, A.V. and Popov, V.N. (2018). A molecular method for the identification of honey bee subspecies used by beekeepers in Russia. Insects, 9, 10, doi:10.3390/insects9010010.
- Tej, K.M., Srinivasan, M.R., Rajashree, V., Thakur, R.K. (2017). Stingless bee *Tetragonula iridipennis* Smith for pollination of greenhouse cucumber. Journal of Entomology and Zoology Studies, 5(4): 1729-1733.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araujo, M. B., Sykes, M. T., Prentice, I. C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. Proc. natl Acad. Sci. USA, 102(23): 8245-8250.
- TUİK, (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>.
- vanEngelsdorp, D., Meixner, M. D. (2010). A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. Journal of Invertebrate Pathology, 103, 80-95.

- Yamamoto, M., da Silva, C. I., Augusto, S. C., Barbosa, A. A. A., Oliveira, P. E. (2012). The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brazil. *Apidologie*, 43, 515-526, doi:10.1007/s135920120120-6
- Wilfert, L., Long, G., Leggett, H. C., Schmid-Hempel, P., Butlin, R., Boots, M. (2016). Deformed wing virus is a recent global epidemic in honeybees driven by *Varroa* mites. *Science*, 351, 594-597, doi:10.1126/science.aac9976.
- Williams I. H. (1996). Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union, in: Matheson A., Buchman S.L., O'Tool C., Westridge P., Williams I.H. (Eds.), *The conservation of bees*, Academic Press, London.
- Williams, G.R., Troxler, A., Retschnig, G., Roth, K., Yanez, O., Shutler, D., Neumann, P., Gauthier, L. (2015). Neonicotinoid pesticides severely affect honey bee queens. *Sci. Rep.* 5(1): 1-8. doi: 0.1038/srep14621.
- Winston M. L. (1987). *The biology of the honey bee*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Wright, G. A., Nicolson, S. W., Shafir, S. (2018). Nutritional physiology and ecology of honey bees. *Annual Review of Entomology*, 63, 327-44. doi:10.1146/annurev-ento-020117-043423.

Url 1: <https://www.karamandauyanis.com>

Url 2: <https://www.marmarisbalevi.com.tr>

BÖLÜM 15

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIM, HAYVANCILIK VE SU ÜRÜNLERİNE ETKİLERİ

Ziraat Yük. Müh. | Koray POYRAZ^{1*}

Balıkçılık Teknolojisi Yük. Müh. | Erdinç VESKE²

^{1*} Koyunculuk Araştırma Enstitüsü, Bandırma, Balıkesir, Türkiye.
koray.poyraz@tarimorman.gov.tr, Orcid ID: 0000-0003-2141-925X

² Koyunculuk Araştırma Enstitüsü, Bandırma, Balıkesir, Türkiye.
erdinc.veske@tarimorman.gov.tr, Orcid ID: ID 0000-0002-4194-2120

GİRİŞ

Sera gazı emisyonları dünya nüfusundaki büyük artışa paralel olarak, artan tüketim ihtiyaçları sonucu ortaya çıkan ve yüksek oranda fosil yakıt tüketimi ile karakterize olmuş sanayileşmenin bir etkisi olarak gündemimize girmiştir. İklimlerin alışıla gelmiş özelliklerinde yaşanan değişimler sera gazı emisyonlarının artması sonucu dünyadan yansıyarak atmosfere dönen kızılötesi ışınların atmosfere taşıdığı ısı ile olmaktadır. Atmosfere ısı taşınması aslında doğal bir süreç olup dünyadan yansıyan ısının tutulması sureti ile yaşamın devamı için hayati bir önemdedir. Aşırı derecede üretim sonucu ortaya çıkan sera gazları atmosfere gereğinden fazla ısı taşıyarak küresel ısınmaya sebep olmakta, dünya genelinde son zamanlarda ortaya çıkan baskın, sel, yangın ve kuraklık gibi etkileri insanlığın devamı için bir tehdit arz etmektedir. (Köknaroğlu ve Akünal, 2010; Stern, 2007).

Başlıca sorun yaratan gazlar CO₂, CH₄ ve N₂O olup, tarımsal üretim kaynaklı ısı artışının küresel ısınmadaki payı %20 civarındır. Bu oran tarımsal üretim faaliyetinin iklim değişikliğinin başlıca nedenleri arasında olduğunu göstermektedir. 20. yüzyılda küresel ısınmanın 0.6°C dünyanın yüzey sıcaklıklarını arttırdığı tespit edilmiştir (Stern, 2007; Akalın, 2014; Houghton, 2003; Pathak ve Wassmann, 2007).

Küresel ısınmanın tüm dünyada bugünkü ve gelecekteki etkileri tam anlaşılabilmiş değildir. Yağış rejimlerindeki değişiklikler ve ısı değişimleri ile ortaya çıkan yeni ekolojik durumlar tarımsal üretim faaliyetinde sosyo-ekonomik farklılaşmalara hatta köyde ve kentte yaşam tercihlerine dahi etki edecek düzeye gelecektir. Pek çok boyutu olan ve mücadelesi için uzun dönem planlamalar gereken iklim değişikliği konusu daha düşük enerji tüketimini hedefleyen planlı üretim modellerinin ülkesel politikalar olarak ele alınmasıyla mücadelesi mümkün olan ciddi bir olgudur. Ülkemiz tarım sektörü iklim değişikliğinin gıda arzı üstüne etkisini ortadan kaldırmak amaçlı yasal ve teknik önlemleri alma noktasında ciddi çalışmalar yapmaktadır. Hayvancılık sektörü hem sera gazı kaynağı hem de tarımda beklenen değişim ve etkileşimlerin birbirlerine bağımlı olması nedeni ile büyük risklerle karşı karşıyadır. Hayvansal üretimde iklim değişikliği ile etkilenecek başlıca alanlar; mera varlığı ve kalitesinde değişimler, yem hammaddelerinde ortaya çıkan üretim kısıtları, yükselen ısılar nedeni ile ortaya çıkan hayvan refahı problemleri ve su

kaynaklarındaki daralmalar olarak sayılabilir (Demir ve Cevger, 2007; Anonim, 2021a; Koyuncu ve Akgün, 2017).

Dünya genelinde hayvansal üretimin insan kaynaklı metan emisyonuna katkısının %25-40 arası olduğu düşünülmektedir (Koyuncu ve Akgün, 2017).

Türkiye; iklim değişikliğinden dünya üzerinde en çok etkilenmesi beklenen bölgelerden olan Akdeniz Havzasında bulunmaktadır. Ülkemizde kuraklık, ısı artışları ve sel baskınları gibi etkileri görülmeye başlanan iklim değişikliğinde toplam sera gazı emisyonlarında tarımın payı 2019 yılında %13,4 olarak ölçülmüştür (Anonim, 2021b).

1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIMSAL ÜRETİME ETKİLERİ

1. 1. Atmosferik Sıcaklık Artışları

Sera gazı kaynaklı atmosferik değişiklikler, tarımsal ürünlerde yetiştirme periyotlarını etkilemek suretiyle verimliliği bölgesel farklılıklar içerecek şekilde olumsuz etkilemektedir. Yaşanan değişimler Akdeniz Havzasında verim düşüğüyle beraber hayvansal üretimde risk anlamı taşımaktadır (Zaimoğlu, 2019; Anonim, 2021b).

1. 2. Kuraklık Etkisi

Her ürün yetiştirme periyodu boyunca belli bir miktar su ihtiyacına sahiptir. Yeterli şekilde karşılanmayan su ihtiyacı, oluşturduğu stres ile daha düşük seviyede ve kalitede ürün elde edilmesine neden olmaktadır (Zaimoğlu, 2019; Anonim, 2021b).

1. 3. Erozyon (Aşınım) Etkisi ve Bitki Besleme

Erozyon, toprak materyalinin çeşitli doğal etkenler ile taşınması olarak tanımlanan jeolojik bir süreçtir. Erozyonun diğer bir adı ise aşınımdır. Toprak neminin muhafaza edilememesi veya yetersiz olması beraberinde yoğun toprak işleme toprak materyalinde bozulmalara sebep olmaktadır. Bozulan toprak materyal yapısı erozyon kaynaklı toprak verimliliğini azaltan bir etki oluşturmaktadır. Ülkemiz topraklarının büyük çoğunluğu %1-2 gibi düşük

organik madde içeriğine sahiptir. Erozyon kaynaklı toprak yapısında meydana gelen bozulmalar organik madde içeriğini azaltmaktadır.

Gerek toprak kalitesinde düşüşler gerekse yoğun tarımsal faaliyet kimyasal gübre sarfiyatında artışa, bu artış ise nitrat ve nitrit kirliliği ile sera gazı salınımına sebep olmaktadır (Zaimoğlu, 2019).

1. 4. Yağış Dengesinde Bozulma ve Su Kaynaklarına Etkisi

İklim değişikliğinin etkileri arasında tüm dünyanın dikkatinde bulunan en önemli konu buzulların erimesidir. Yüksek sıcaklıklar nedeni ile oluşan bu durum su miktarı, kalitesini ve yağış rejimlerini değiştirmektedir. Yağışların aralarının açılması ve yağış miktarlarında aşırı artışlar doğanın su kaynağını etkin kullanamaması sonucunu doğurmaktadır. Sezonda yağması gerekli miktarın birkaç saat içerisinde olması su baskınları, heyelan gibi doğal afetlere neden olmakta, dönemsel gerçekleşmeyen yağış miktarı olarak yeterli olsa da tarımsal sürdürülebilirlikten uzak kalmaktadır (Zaimoğlu, 2019; Anonim, 2021b).

1. 5. Flora ve Faunaya Etkisi

Su rejimindeki değişiklikler farklı su ihtiyacı olan doğal bitki örtüsünde bazı türlere avantaj bazılarında ise dezavantaj sağlamaktadır. Ülkemiz küçükbaş hayvancılığının yaklaşık %90 kısmı ekstansif niteliklere haiz mera bazlı ırklar üzerinden yürümektedir. Değişen flora ve fauna yapısı mera alanlarında çalı formlarında artış olarak karşımıza çıkmaktadır (Zaimoğlu, 2019; Anonim, 2021b).

1. 6. Hastalık ve Zararlılar

Bitki hastalık ve zararlıları uygun ısı ve nem koşullarında daha kolay çoğalarak etki göstermektedir. İklim değişikliğinin sonucu meydana gelen sıcaklık artışları ve yüksek nem bitki sağlığını olumsuz etkileyecek unsurlara ortam hazırlamaktadır. Hastalık ve zararlıların etkilerinin ekonomik zarar eşiğinin üstüne çıkması ile ekstra kimyasal ilaç kullanımı mecburiyeti doğmaktadır.

Ürün miktar ve kalitesini etkileyen hastalık ve zararlılarla mücadele ek maliyetler getirmenin yanında, kullanılan kimyasal ilaçlar nedeni ile oluşan

sera gazları ile küresel ısınmaya neden olan bir kısır döngüye girilmektedir (Zaimoğlu, 2019).

2. KÜRESEL ISINMANIN HAYVANCILIK ÜZERİNE ETKİLERİ

2. 1. Verimliliğe Etkisi

Hayvancılık sektörü özelinde küresel ısınma kaynaklı çevresel etkilerin başlıcaları hayvan refahı, verim, üreme fizyolojisi, hastalık dayanımı, laktasyon süresinde kısılma, besi sığırlarında yemden yararlanmada düşüş gibi unsurlardır. Yumurtlama döngüsünün tespit edilememesi tohumlamaya başlamayı geciktirmekte ve üreme döngüsü üzerinde de olumsuzluklara neden olmaktadır (Nardone vd., 2010; Koyuncu ve Akgün, 2017; Dellal, 2022).

2. 2. Karlılığa Etkisi

Ekstansif hayvancılık yapılan alanlarda ve ırklarda mera alanlarının daralması mecburen hazır yem kullanımı ile entansif niteliğe geçişe neden olacaktır (Nardone vd., 2010; Koyuncu ve Akgün, 2017; Dellal, 2022).

Türkiye özelinde ekstansif niteliği yüksek yerli ırkların düşük et-süt verim potansiyeli hazır beslenme ile üretimi karlı olmaktan çıkırabilir. Bunun tersi olarak ise soğuk bölgelerde bulunan çayır ve otlak alanlarında ısı artışı ile meydana gelecek artışların bu alanlarda hayvancılığın gelişmesine neden olacağı da düşünülebilir (Demir ve Cevger, 2007; Dellal, 2022).

2. 3. Sürü Sağlığına Etkisi

Küresel ısınmanın hayvan sağlığına etkileri yüksek sıcaklık ve nem veya susuzluk kaynaklı ölümler şeklinde direk, etkilediği unsurların bir sonucu olarak değişen yemden yararlanma, hastalıklara direnç, tükürük miktarında azalma gibi unsurlarda değişimler ile dolaylı olmak üzere iki şekilde karşımıza çıkmaktadır.

Küresel ısınma kaynaklı su kıtlığı yem üretiminde düşüşler getirecektir, yetersiz beslenme kaynaklı olarak patojenlere direnç düşerek çeşitli hastalık kaynaklarının türemesi söz konusudur. Atmosferdeki yüksek nem ve ısı artışı

hayvanlar üzerinde yem tüketimini azaltan sıcaklık stresi yarattığı gibi patojen veya parazitlerin üreme ve gelişimi için oldukça elverişli bir ortam hazırlamaktadır. Yüksek hava sıcaklığının mastitise yakalanma ihtimalini arttırdığı tespit edilmiştir (Thorne, 2007; Tirado vd., 2010; Nardone vd., 2010; Petrovica vd., 2015; Koyuncu ve Akgün, 2017; Dellal, 2022).

2. 4. Hayvan Refahı Üzerindeki Etkileri

Sürdürülebilir hayvancılığın en temel unsurlarından birisi özellikle büyükbaş hayvancılıkta hakim olan entansif hayvancılıkta hayvan refahıdır. Bu tarz işletmelerde çok sayıda hayvan çoklu sayılarda bir arada yaşamaktadır. Kısıtlı alanda ortaya çıkan hayvan gübresi patojen gelişimi için uygun bir ortam sağladığı gibi açığa çıkan metan gazları hem iklim değişikliğini olumsuz etkilemekte hemde hayvan refahını azaltmaktadır (Nardone vd., 2010; Koyuncu ve Akgün, 2017; Dellal, 2022).

3. KÜRESEL ISINMANIN SU ÜRÜNLERİNE ETKİLERİ

Küresel iklim değişikliği, 21. yüzyılın bilimsel olarak köklü bir gerçeğidir. Fosil yakıtların yoğun kullanılması ve orman alanlarında azalması kaynaklı olarak atmosferdeki yüksek sera gazı konsantrasyonu küresel ısınmaya yol açmaktadır. Habitatlar arasında su ortamı küresel ısınmadan en fazla etkilenenlerden birisidir.

21. yüzyılın yükselen trendi olan su ürünleri yetiştiriciliğinin de stres altında olacağı şüphesizdir. Su ürünleri yetiştiriciliğinin faydaları, herhangi bir tarımsal gıda üretimindeki kilit faktörlerle ilgilidir:

- i) kaynak kullanım verimliliği;
- ii) sürdürülebilir tedarik;
- iii) sınırlı arazi kullanımı;
- iv) gıda güvenliği ve beslenme;
- v) tedarik zinciri yönetimi (Anonim, 2019a).

Su ürünleri, yaklaşık yedi milyar olan insan nüfusunun üç milyar kadarı için en önemli gıda kaynaklarından biri ve önemli bir protein kaynağıdır. Önümüzdeki 30 yıl içinde dünya nüfusunda beklenen iki milyardan fazla artış ile tüketim talebinin çok daha fazla artması beklenmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği, gıda üretiminin en hızlı büyüyen şeklidir ve dünyadaki su

ürünlerinin yarısının kaynağıdır. Çoğu tahmin, küresel nüfusun 2050 yılına kadar 10 milyar kişiye ulaşmasıyla birlikte büyümenin devam edeceğini öngörmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği, hayvansal protein üretmenin çevresel açıdan en verimli yollarından biridir, ancak yerelleştirilmiş çevresel etkiler büyük bir zorluk olmuştur. Yeni teknolojiler ve belirli üretim sistemleri artık daha az çevresel etki ile su ürünleri yetiştirme fırsatı sunmaktadır.

Su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetleri üzerindeki doğrudan ve dolaylı iklim değişikliği etkileri, tersine, küresel su ürünleri endüstrisi için büyük bir endişe kaynağıdır ve öncelikle olumsuz olay ve koşulların strese neden olması, artan hastalık önleme ve tedavi stratejileri, yem ve hammadde kısıtlamaları, su ürünleri giriş ve çıkış hareketleri olarak gözlemlenir. Bununla birlikte, su ürünleri yetiştiriciliğinin avcılığa katkısının dünya çapındaki oranı hızla yaklaşık %80'e ve Türkiye'de %90'a yaklaşmıştır (Anonim, 2019a). Türkiye, 2010 yılında bir ulusal strateji (2010-2020 Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi) ve bir ulusal iklim değişikliği eylem planı (Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı 2011-2023) yayınlamıştır.

Her iki belge de balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği dahil olmak üzere bireysel sektörleri ayrıntılı olarak ele almamaktadır. Bununla birlikte, nehir/havza rejimlerindeki değişiklikler, azalan yüzey suları, artan kullanım suyu kıtlığı, sel, kıyı erozyonu, deniz ekosisteminin bozulması, göç eden türlerin hayatta kalması ve su üretiminin azalması dahil olmak üzere öngörülen etkiler balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğini etkileyebilir. Böylece iklim değişikliği risklerini de dikkate alan bütüncül bir sürdürülebilirlik stratejisinin önemi daha da ortaya çıkmaktadır. Ekosisteme bağlı bir faaliyetle ilgili azaltıcı eylemlere ilişkin herhangi bir strateji belgesinin, “iklim değişikliğinin nedenleri ve etkileri küreseldir, ancak aşırı olay ve koşullarla ilgili olduğu, etkileri ve azaltma/uyum eylemleri yereldir” ifadesine dayanmaktadır.

Benzer temel yaklaşımlar bölge, ekosistem, niş, sektör, tür, özel durum, toplum, kurumsal vb. bazında da dikkate alınmalıdır. Ayrıca, çalışan ve sürdürülebilir bir azaltma, dayanıklılık oluşturma ve hazırlık stratejisi için birleşik aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya yaklaşımların eş zamanlı olarak düşünülmesi gerekir. Bu nedenle, bu çerçeveye dayalı olarak, sürdürülebilir bir “Türkiye Su Ürünleri Yetiştiriciliği Faaliyetlerine İlişkin İklim Değişikliği Azaltma Stratejisi Rehberi” nin ilk değerlendirmesi, bölgesel, sektörel ve faaliyet temelli koşullar göz önünde bulundurularak küresel olarak

kabul edilen verilere ve en iyi uygulamalara dayanmalıdır. “İklim Değişikliğini Azaltma” teriminin artık veri toplama ve değerlendirmeden doğrulanmış veriye dayalı modellenmiş projeksiyonlara, önleyici ve uyarlayıcı önlemlere, tahsis edilecek yasal ve finansal temele, yaygın ve iyi izlenene kadar ekosistem yönetiminin tüm yönlerini kapsadığına dikkat edilmelidir.

Herhangi bir strateji belgesinin, iyi tanımlanmış varsayımlara ve tatmin edici kamu bilgisi ve endişesinin varlığı gibi ön koşullara dayanması gerekir. Tatmin edici bir sektörel bilgi ve ilginin varlığı; tatmin edici bir idari bilgi ve ilginin varlığı, kısacası; eşzamanlı eylem ve bağlılığın birleşik zihinsel ve fiziksel kabulü olmalıdır. En önemlisi, Bilim-Sanayi-Kamu-Karar ve Politika yapıcılar arasında yapıcı, çeşitlendirilmiş, mantık temelli, iyi planlanmış, iyi tanımlanmış, uygulama ve uzun vadeli empati odaklı bir koordinasyon ve işbirliği esastır (Anonim, 2019b).

4. TÜRKİYE’ DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE İLE İLGİLİ MEVZUAT

Dünyada iklim değişikliği ile mücadele 1972 yılında İsveç’in başkenti Stockholm’de düzenlenen İnsan Çevresi Konferansı ile hayata geçmiştir. Devamında 1992 yılında Brezilya Rio’da gerçekleşen konferans sonrası Birleşmiş Milletler çatısı altında yürüyen uluslararası bir mücadele hareketi olarak devam etmektedir (Anonim, 2021a).

4. 1. Dünya Çevre Zirvesi: Stockholm “İnsan Çevresi Konferansı”

İnsan Çevresi Konferansı, 1972 yılı 5-16 Haziran tarihleri arasında Stockholm de düzenlenmiş ve çevre sorunlarına ile ilgili 86 ülke bildirisi şeklinde sunulmuştur. Konferansın başlıca odak noktaları çevrenin kullanımının ortak kullanım hakkına ve korunması noktasında hakkı ve ortak sorumluluğa sahip olduğu görüşürü ortaya konmuştur. Ekonomik kalkınmanın sosyo-ekonomik gelişme için ön koşul olduğu, fakat tüm faaliyetlerde çevre bilinci ve sürdürülebilirlik için çevreyi korumak ve geliştirme bilincinde davranılması gerektiği dile gelmiştir. Bu fikirler doğrultusunda “Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)” nın ve Çevre

Fonu'nun hayata geçirilmesi bu konferans ile kararlaştırılmıştır. (Anonim, 2021a).

4. 2. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)

“Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)” Birleşmiş Milletler tarafından, 1988 yılında BM Genel Kurulunca kuruluş onayı verilerek hayata geçirilen iklim değişikliği ile ilgili bilimsel değerlendirme organıdır.

IPCC üç adet alt Çalışma Grubundan ve bir adet Görev Gücü'nden teşkilidir.

1 Nolu Çalışma Grubu I, “İklim Değişikliğinin Fiziksel Bilim Temeli”

2 Nolu Çalışma Grubu, “İklim Değişikliğinin Etkileri”

3 Nolu Çalışma Grubu “Uyum ve Kırılganlık ve İklim Değişikliğinin Azaltılması” konularından sorumludur.

IPCC İklim değişikliği konusunda dünyada en kapsamlı bilimsel raporları hazırlamıştır. Bu kapsamda bugüne kadar altı değerlendirme raporu bulunmaktadır. “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”(UNFCCC)” sözleşmeye taraf hükümetler ve ilgili uluslararası kuruluşlar vasıtası ile elde ettiği teknik bilgilerden, iklim değişikliği hesaplama metodoloji raporları, özel raporlar ile teknik makaleler hazırlamaktadır.

Ulusal Sera Gazı Stokları Görev Gücü: Başlıca amacı ülkelerin bireysel sera gazı emisyonlarının takip edilmesi ve iklim değişikliği ile mücadele faaliyetlerinin maliyetlerinin hesaplanması, raporlanması amaçlı metodoloji geliştirmektir. (Anonim, 2021a).

4. 3. II. Dünya Çevre Zirvesi: Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED)

1992 yılında 3-14 Haziran tarihleri arasında Brezilyanın Rio de Janeiro şehrinde gerçekleşen konferansa 64 Devlet Başkanı, 46 Hükümet Başkanı ve 8 Başkan Yardımcısı ve önemli sayıda ilgili delege katılım gerçekleştirmiştir.

Konferans sonucu elde edilen çıktılar

- İklim Değişikliği Sözleşmesi (UNFCCC),
- Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi,
- Rio Deklarasyonu,
- Gündem 21,

• Ormanların korunması ve geliştirilmesine ilişkin prensipler listesi'dir (Anonim, 2021a).

4. 4. İklim Değişikliği Sözleşmesi (UNFCCC-BMİDÇS)

İklim Değişikliği Sözleşmesi (UNFCCC) ile iklim değişikliğiyle mücadele hususunun uluslararası hukuki zeminini oluşturulmuştur. Sözleşmede Türkiye dahil 196 ülke ile beraber Avrupa Birliği (AB) de taraftır. Bu sözleşme insan kaynaklı olarak meydana gelen ısınmanın iklim üzerindeki etkilerini engellemek amacıyla karşı uluslararası alanda gerçekleşen en önemli adımdır.

İklim Değişikliği Sözleşmesi (UNFCCC) 21 Mart 1994'de tarihinde yürürlüğe girmiş olup Türkiye 24 Mayıs 2004'de bu sözleşmeye taraf olmuştur. Sözleşme ile taraflar ülkelerinde sera gazı emisyonlarını azaltma konusunda çalışmaya, güncel teknolojiler ile ilgili araştırma ve teknoloji paylaşımına ve doğal sera gazı tüketicisi olan ormanlar, okyanuslar, göller vs. gibi alanları koruma altına almaya teşvik edilmektedir.

Sözleşme yürürlüğe girdikten bir yıl sonra 1995 yılı 28 Mayıs-7 Nisan tarihleri arasında taraf ülkelerin katılımıyla 1. Taraflar Konferansı (COP1) Berlin'de yapılmıştır. Bu tarihten sonra her sene "Taraflar Konferansı" tekrarlanmaktadır. (Anonim, 2021a).

4. 5. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

BMİDÇ Sözleşmesi ülkelerin kalkınma önceliklerini ve özel durumlarını dikkate almak kaydı ile sera gazı emisyonlarının azaltılması için, "ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler" ilkesine dayanmaktadır. Sözleşmeye taraf ülkeler ekonomik güçleri ve yapıları çerçevesinde farklı gruplara ayrılmıştır. Kimi ülkeler daha büyük yükümlülükler girerken kimileri için daha esneklik sağlanmıştır.

Sözleşmeye taraf ülkeler üstlendikleri yükümlülükler göre üç farklı gruba ayrılmıştır:

EK 1 ülkeleri: 1992 yılı itibarıyla OECD üyesi olan ülkeler (Türkiye dahil) ve pazar ekonomisine geçiş aşamasındaki ülkeler olmak üzere toplam 42 ülke ve AB ülkelerinden oluşmaktadır.

EK 1 ülkeleri sera gazı salınımlarını azaltmak, üretilen sera gazlarını absorbe eden orman, göl vb. doğal alanları korumak ve geliştirmek, iklim değişikliğine yönelik uyguladıkları önlem ve politikalar hakkında bilgilendirme yapmak ve ülkesine ait sera gazı salınımları ile ilgili toplanan verilerini BMİDÇS sekreteryası'na iletme sorumluluğundadır.

EK 2 ülkeleri; Türkiye'nin de dahil olduğu 23 OECD ülkesi ve AB ülkelerinden oluşur.

EK 2 ülkeleri; EK 1'deki ülkelerin yükümlülüklerine ek olarak çevreye uyumlu teknolojilerin gelişmekte olan diğer taraf ülkelerin erişimine ekonomik, teknolojik, hukuki vb. her türlü katkıyı sağlama noktasında sorumlu kılınmışlardır.

EK dışı ülkeler; toplam 154 ülkenin bulunduğu EK Dışı ülkeler Ek1 ve Ek2 kapsamında bulunan sera gazı salınımlarını düşürmeye yönelik her türlü hususta teşvik edilmekte fakat belirli bir yükümlülük altına alınmamaktadırlar (Anonim, 2021a).

4. 6. BMİDÇS'de Türkiye

Türkiye sözleşme'de hem OECD hem de G20 üyesi olması sebebi ile hem EK 1 ve EK 2 ülkesi olarak sorumludur. Fakat sanayileşmiş ülkelere kıyasla iklim değişikliğine neden olma konusunda çok büyük bir dengesizlik söz konusudur. Türkiye açısından Hem Ek-1 hem Ek-2 kapsamında olmak EK dışı ülkelere finansman sağlaması gerekmesi nedeni ile adil bulunmamaktadır.

Bu kapsamda Türkiye EK 2 listesi kapsamından çıkmak istediğini çetin geçen "Uluslararası İklim Müzakerelerinde" savunmuş ve 2001 yılında Marakeş'te düzenlenen 7. Taraflar Konferansı'nda (COP7) alınan kararlar Türkiye'nin EK 2 dışında bırakılmıştır. İlgili karar istinaden Türkiye'nin "özel şartlarla" EK 1 ülkesi olarak kalması karara bağlanmıştır.

Sonuç olarak Türkiye 2004 yılında Sözleşme'nin tarafı olmuştur. 2010 yılında Cancun'da düzenlenen COP 16'nın 1/CP.16 sayılı kararı ile ülkemiz diğer EK-I ülkelerinden farklı bir konumda olduğu tanınmıştır.

Farklı konumun kapsamı, Ek dışı ülkelere sağlanan finansman, kapasite iyileştirme ve iklim değişikliği ile ilgili teknolojilerin transferi imkanlarından faydalanma noktasında Türkiye'nin elverişli olduğu görüşü benimsenmiş, "Uzun Dönemli İşbirliği Faaliyeti Geçici Çalışma Grubu" nun belirtilen konuyu değerlendirmeye devam etmesi talep edilmiştir (Anonim, 2021a).

4. 7. Kyoto Protokolü

Protokol amacı sanayileşmiş ülkeler tarafından üretilen sera gazı salınım oranlarının 1990 yılını baz alarak 2008-2012 yılları arasını kapsayan birinci taahhüt döneminde %5 oranında azaltmayı taahhüt etmelerine dayanmaktadır.

Küresel anlamda sera gazı emisyonlarında devam eden artış iklim değişikliği kaynaklı olumsuz etkileri gün geçtikçe daha çok hissedilir hale getirmiştir, Sera gazı artışında büyük paya sahip olan gelişmiş ülkelerin sözleşme kapsamındaki yükümlülüklerini bağlayıcı kılmak ve sözleşme'yi güçlendirmek maksadı ile sözleşmenin uygulama taahhüdü olmak üzere hazırlanan ve imza altına alınan bir protokoldür.

1997 yılında imzalanan protokol atmosfere salınan sera gazı salınımlarının %55'i oranında sorumlu olan ülkeler tarafından imzalanması şartının 2005 yılında gerçekleşmesi nedeni ile 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. AB ve 191 adet ülke sözleşmeye imza atmıştır.

Türkiye sözleşme'ye 2009 yılında dahil olmuş olup sözleşmenin bir ve ikinci döneminde herhangi bir rakamsal sera gazı salınımı azaltım hedefi yoktur. Emisyon azaltımı veya kontrollü artış yükümlülüğü olan sözleşme'nin EK-I ülkeleri, Protokol'ün EK-B listesini oluşturmaktadır.

Kyoto Protokolünde hedef, birinci taahhüt dönemi olan 2008-2012 yılları arasında EK-B listesi'nde yer alan ülkelere ait sera gazı emisyon toplamının 1990 yılındaki seviyenin %5 altına düşürmektir. Bu ortak hedefe ulaşmak için sözleşmeye taraf ülkeler, yürütülen müzakereler neticesinde farklı oranlarda sera gazı emisyon azaltan ve sınırlandırma sorumlulukları yüklenmişlerdir.

Protokol de ikinci dönemi taahhütleri 2013-2020 yıllarını kapsamaktadır. Bu yıllarda EK-B listesinde bulunan ülkelerin 2020 yılında toplam sera gazı salınımlarını 1990 yılına göre en az %18 azaltmaları kararlaştırılmıştır.

Protokol kabul edildiğinde Türkiye BMİDÇS tarafı olmadığı için EK-B listesinde değildir. EK-B listesine girmeyen ülkeler EK-Dışı ülkeler olarak adlandırılır. Türkiye'nin EK-Dışı bir ülke olarak sera gazı salınımlarını azaltma hususunda yükümlülükleri rakamsal değildir. (Anonim, 2021a).

4. 8. Paris Anlaşması

Anlaşma; Kyoto Protokolü'nün geçerlilik süresinin sona ermesi nedeni ile 2015 yılında Paris'te düzenlenen BMİDÇS 21. Taraflar Konferansı'nda

imza altına alınmış olup iklim değişikliğiyle uluslararası çapta mücadelede geçerli uygulama aracıdır.

Anlaşma, küresel çapta sera gazı salınımlarının %55'ini oluşturan ülkelerden en az 55 tarafın anlaşmayı onaylaması koşulunun sağlanmasını müteakip, 4 Kasım 2016 tarihinde konmuştur. Bu anlaşma, kabulünden sonra 1 yıl içerisinde geçmeden yürürlüğe giren ilk uluslararası anlaşmadır.

Anlaşma iklim değişikliği kaynaklı tehditlere karşı küresel çapta sosyo/ekonomik dayanımı arttırmayı hedefler. Bu bağlamında ülkelerin ulusal katkılarını, bireysel azaltım hedeflerini, politika ve teknolojilere uyum stratejilerini, finansman, teknoloji paylaşımı, kapasite artışı, izlenebilirlik, mevcut durum analizi gibi konulara dair uygulama birliğini sağlamak amaçlı çerçeve oluşturmuştur.

Anlaşmanın başlıca hedefi 2020 sonrasında; endüstriyelleşme öncesi döneme göre küresel çapta yaşanan sıcaklık artışının 2°C'nin mümkün mertepe altında tutulmasıdır. Bu hedefe ulaşmak için fosil yakıtların kullanımının azaltılarak güneş enerjisi sistemleri veya rüzgar enerjisi sistemleri gibi yenilenebilir enerjiye yönelmeyi gerektirmektedir. Anlaşma ile ilk kez uzun vadeli sıcaklık artış hedefleri belirlenmiş, küresel sıcaklık artışlarının 1,5-2°C arasında sınırlandırılması hedefi kabul edilmiştir.

Türkiye Paris Anlaşması'nı, 22 Nisan 2016 tarihinde, New York'ta düzenlenen Yüksek Düzeyli İmza Töreni'nde 175 ülke temsilcisiyle birlikte imzalamıştır. Anlaşma TBMM tarafından 06.10.2021 tarihinde onaylanmış ve yürürlüğe girmiştir (Anonim, 2021a).

4. 9. Avrupa Yeşil Mutabakatı

Avrupa Yeşil Mutabakatı, AB'nin 2050 yılı itibarı ile karbon-nötr ilk kıta olması hedefini taşıyan, sera gazı salınımlarının azaltılarak, yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüş için hassasiyet taşıyan, bu amaç doğrultusunda çevrenin korunması ve sürdürülebilir yönetimi konusunda alınması kararlaştırılan önlemlerin taahhüt niteliği taşımaktadır. 2019 yılının Kasım ayında açıklanan mutabakat bölgelerin homojen gelişmişliğini hedefleyen ve açık kaynak kullanımına bağlı ekonomik büyümeyi reddeden bir stratejidir.

AB Yeşil Mutabakatı'nın temel hedeflerden biri, gıda arz güvenliğinin çevre bilinci üst düzeyde olacak şekilde sağlandığı, sürdürülebilir gıda sistemlerinin kurulmasıdır. Bu hedef doğrultusunda geliştirilmiş stratejilerden

başlıcası “Çiftlikten Çatala Stratejisi”dir. Bu strateji ile sera gazı emisyonlarının artışında büyük payı olan, doğal kaynaklara bağımlı, biyolojik çeşitliliği ve çevre sağlığını olumsuz etkileyen, ekonomik getiri ve geçim kaynaklarının adil dağılımına izin vermeyen gıda sistemlerinin yeniden tasarlanması hedeflenmektedir (Anonim, 2021a).

4. 10. Avrupa İklim Yasası ve Hedefleri

“Avrupa İklim Yasası” ile Paris Anlaşması ile ortaya konan çerçeveden sonar, “Avrupa Yeşil Mutabakat” ını onaylayan AB’nin, iklim değişikliği ile mücadele hedeflerinden geri dönüşleri engellemek amacı ile getirdiği bir düzenlemedir.

Avrupa İklim Yasası, 9 Temmuz 2021 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanarak ve 29 Temmuz 2021 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Avrupa Yeşil Mutabakatı için önemli unsurlardan biridir. Yasa ile sera gazı salınımları 2030 yılı itibarı ile 1990’lı yıllar seviyelerine oranla minimum %55 oranında azaltılması ara hedefini belirleyerek 2050 yılı hedef olan iklim-nötr kıta olma hedefi bağlayıcı mevzuata kavuşturulmuştur.

İklim-nötr hedefi ile kasıt 2050 yılı itibarı ile başta sera gazı emisyonlarını azaltarak, yeşil teknoloji yatırımları yaparak, doğal çevre bilinci ile AB ülkelerinin tümünde net sıfır sera gazı emisyonu elde etmek anlamına gelmektedir.

Yasa ile önerilen adımlardan ülkemiz özelinde önemli olanları tarım arazilerin etkin kullanımı, bölgesel üretim planlamaları ile arazi kullanımlarının planlanması ve Ormancılık (AKAKDO) düzenlemesiyle AB’nin karbon havuzunu geliştirme mecburiyetinin tanınmasıdır (Anonim, 2021a).

4. 11. BMİDÇS Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması Taahhütleri Ulusal Karşılıkları

Sözleşme’de Türkiye EK 1 ülkeleri arasında yer almaktadır. Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması’na taraf olan Türkiye, iklim değişikliğinin etkileri ile mücadele kapsamında gerçekleştirdiği uygulamaları, plan ve programları, stratejileri ve bu uygulamalar neticesinde gerçekleşen gelişmeleri ulusal bildirimler, ulusal sera gazı yıllık envanteri raporları ve iki yıllık raporlar

şeklinde, BMİDÇS Sekretaryası'na iletmekle yükümlüdür. Bu kapsamda gerçekleştirilen faaliyetler aşağıda sıralanmıştır;

- Ulusal iklim değişikliği stratejisi (2010-2020)
- İklim değişikliği eylem planı (2011-2023) (İDEP)
- Türkiye iklim değişikliği uyum stratejisi ve eylem planı (2011-2023)
- İklim değişikliği ulusal bildirimleri
- Sera gazı emisyonu yıllık envanterleri
- Ulusal olarak niyet beyanı yapılmış belirlenmiş katkılar
- İklim değişikliği iki yıllık raporları şeklindedir (Anonim, 2021a).

5. SONUÇ

Sonuç olarak Türkiye ileri sanayileşmiş ülkeler kadar yüksek oranda sera gazı salınımından sorumlu olmasada gıda arz güvenliğinin sağlanması için mevcut tarım, hayvancılık ve su ürünleri faaliyetlerinde sürdürülebilirliği sağlamak adına iklim değişikliği ile mücadele saflarında bulunmaktadır.

Yapılan uluslararası çalışma sonuçları iklim değişikliğinden en çok etkilenmesi beklenen bölgenin “Akdeniz Havzası” olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda su kaynaklarının etkin kullanımı, yeni nesil sulama sistemlerine geçilmesi, arazi kullanım etkinliğinin artırılması, havza bazlı üretim ve küçük ve parçalı yapıdaki tarım parsellerinde toplulaştırma çalışmalarına hız verilmesi, su ürünlerinde alınan önlemlerin sıkı uygulanması gibi Ulusal politikalara sahip çıkılması önemli bulunmaktadır.

Ukrayna ve Rusya arasındaki çatışmanın etkileri ile Fransa, Almanya gibi ülkeler enerji krizi yaşamakta ve devre dışına aldıkları termik santralleri tekrar kullanıma sokmaktadır. Bu gelişmeler ışığında Avrupa'nın 2050 yılında karbon nötr kıta hedefi zora girmiş görünmektedir.

KAYNAKÇA

- Akalın, M. (2014). İklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkileri: bu etkileri gidermeye yönelik uyum ve azaltım stratejileri. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Sayı, 2, 351-357.
- Anonim, (2019a). Fisheries statistics Available at: <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf> (Erişim tarihi: 01.08.2022).
- Anonim, (2019b). Climate Change: The challenges for Agriculture. Available at: http://ec.europa.eu/agriculture/index_en.htm (Erişim tarihi: 11.05.2022).
- Anonim, (2021a). İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu- Tarım Ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü- https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/IKLİM_Degisikligi_Ve_Tarim_Degerlendirme_Raporu.pdf (Erişim tarihi: 27.06.2021).
- Anonim, (2021b). İklim Değişikliği Ve Tarım <http://climatechange.boun.edu.tr/iklim-degisikligi-ve-tarim/> (Erişim tarihi: 27.06.2021).
- Dellal G., (2022). İklim Değişikliği ve Hayvansal Üretim- Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü 4. Hafta Ders Notları- <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=10045> (Erişim tarihi: 27.06.2022).
- Demir P., Cevger, Y. (2007). Küresel Isınma ve Hayvancılık Sektörü. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 78(1): 15-16, Ankara, Türkiye.
- Houghton, R.A. (2003). Why are Estimates of The Terrestrial Carbon Balance So Different, Global Change Biology, Vol.9, pp.500-509.
- Köknaroglu H., Akunal T. (2010). Küresel Isınmada Hayvancılığın Payı ve Zooteknist Olarak Bizim Rolümüz, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(1): 67-75.
- Koyuncu M., Akgün H., (2017). Çiftlik Hayvanları ve Küresel İklim Değişikliği Arasındaki Etkileşim. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2018, Cilt 32, Sayı 1, 151-164.
- 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, 57-69, Viterbo, Italia.

- Nardone, A. (2002). Evolution of Livestock Production and Quality of Animal Products. Proc. 39th Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science Brazil, 29th July-2nd August, pp. 486-513.
- Pathak, H., Wassmann, R. (2007). Introducing Greenhouse Gas Mitigation as A Development Objective in Rice-Based Agriculture: I. Generation of Technical Coefficients, Agricultural Systems, Vol.94, pp.807-825.
- Petrovica Z., Djordjevic, V., Milicevic, D., Nastasijevic, I., Parunovic, N. (2015). Meat Production and Consumption: Environmental Consequences *Procedia Food Science* 5, Sy.235 – 238, Belgrade, Serbia.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change*, The Stern Review, Cambridge.
- Thorne, P.S. (2007). Environmental Health Impacts of Concentrated Animal Feeding Operations: Anticipating Hazards-Searching For Solutions. *Environ Health Perspect*, 115, 296-297.
- Zaimoğlu Z. (2019). İklim Değişikliği ve Türkiye Tarımı Etkileşimi-İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 7-İklim Değişikliği Alanında Ortak Çabaların Desteklenmesi Projesi (İKLİMİN)-
<https://www.iklimin.org/wp-content/uploads>.



ISBN: 978-625-8213-57-7