

21. YÜZYIL TARIM VE HAYVANCILIKTA GÜNCEL YAKLASIMLAR



Editörler
Prof. Dr. Hakan İNCİ
Doç. Dr. Tugay AYAŞAN
Dr. Öğr. Üyesi Sevda İNAN

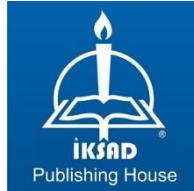
21. YÜZYIL TARIM VE HAYVANCILIKTA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Hakan İNCİ
Doç. Dr. Tugay AYAŞAN
Dr. Öğr. Üyesi Sevda İNAN

YAZARLAR

Prof. Dr. Bünyamin SÖĞÜT
Prof. Dr. Mustafa BOĞA
Prof. Dr. Tarkan ŞAHİN
Doç. Dr. Özlem KARADAĞOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Cavidan GÜL VARİŞ
Dr. Öğr. Üyesi Münire TURHAN
Dr. Öğr. Üyesi Semiramis KARLIDAĞ
Dr. Mehmet İLKAYA
Öğr. Gör. Dr. Sedat YELKOVAN
Öğr. Gör. Hatice Nur KILIÇ
Öğr. Gör. Demet ÇANGA BOĞA
Öğr. Gör. Zeynep ASUTAY
Arş. Gör. Tuğçe Merve BERBEROĞLU
Dr. Öğr. Sinan ERDEM
Zir. Yük. Müh. Muhammed DİNÇ
Zir. Müh. Hazel GÖKDERE



Copyright © 2023 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)

TÜRKİYE 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.

Iksad Publications – 2023©

ISBN: 978-625-367-535-6

Cover Design: Hakan İNCİ

December / 2023

Ankara / Türkiye

Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1

SÜT SIĞIRLARININ SAĞLIKLI OLDUKLARINA DAİR İŞARETLER

Prof. Dr. Mustafa BOĞA

Öğr. Gör. Hatice Nur KILIÇ

Öğr. Gör. Demet ÇANGA BOĞA

Dr. Öğr. Üyesi Cavidan GÜL VARİŞ.....3

BÖLÜM 2

YEŞİL SENTEZ İLE ÜRETİLEN NANOPARTİKÜLLERİN KANATLILARDA KULLANIMI

Prof. Dr. Tarkan ŞAHİN

Arş. Gör. Tuğçe Merve BERBEROĞLU

Doç. Dr. Özlem KARADAĞOĞLU.....31

BÖLÜM 3

YUMURTACI TAVUK VE BROYLERLERDE BAZI MAYA YAN ÜRÜNLERİNİN KULLANIMI

Prof. Dr. Tarkan ŞAHİN

Doç. Dr. Özlem KARADAĞOĞLU.....63

BÖLÜM 4

BÖCEK TAKSONOMİSİNDE HYDROPHILIDAE VE HELOPHORIDAE FAMILİYALARININ MORFOLOJİK KARAKTERLERİNİN SİSTEMATİK PERSPEKTİFTE İNCELENMESİ

Dr. Mehmet İLKAYA.....95

BÖLÜM 5

BAL ARILARINDA YAVRU HASTALIKLARI

Dr. Öğr. Üyesi Münire TURHAN.....129

BÖLÜM 6

PARAZİT VE PATOJENLERİN ARI FİZYOLOJİSİ VE DAVRANIŞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Öğr. Gör. Dr. Sedat YELKOVAN.....141

BÖLÜM 7 PESTİSİTLERİN BAL ARILARI DAVRANIŞLARI ÜZERİNDE ETKİLERİ Öğr. Gör. Zeynep ASUTAY Prof. Dr. Bünyamin SÖĞÜT.....	155
BÖLÜM 8 ORGANİK TARIM & ORGANİK ARICILIK Sinan ERDEM Prof. Dr. Bünyamin SÖĞÜT Dr. Öğr. Üyesi Semiramis KARLIDAĞ.....	163
BÖLÜM 9 BAL ARILARINDA ÇİFTLEŞME DAVRANIŞLARI Zir. Yük. Müh. Muhammed DİNÇ Ziraat Mühendisi Hazel GÖKDERE.....	175
BÖLÜM 10 COMPONENTS AND THERAPEUTIC PROPERTIES OF PROPOLIS Dr. Öğr. Üyesi Semiramis KARLIDAĞ Dr. Öğr. Üyesi Münire TURHAN.....	187

ÖNSÖZ

Cumhuriyetimizin 100. Yılında hazırlanan bu kitapta, dünyada meydana gelen gelişmeler neticesinde, 21. Yüzyıl Tarım ve Hayvancılıkta Güncel Yaklaşımlar anlatılmaya çalışılmıştır. Kitapta; Süt Sığırlarının Sağlıklı Olduklarına Dair İşaretler, Yeşil Sentez İle Üretilen Nanopartiküllerin Kanatlılarda Kullanımı, Yumurtacı Tavuk Ve Broylerlerde Bazı Maya Yan Ürünlerinin Kullanımı, Böcek Taksonomisinde Hydrophilidae Ve Helophoridae Familyalarının Morfolojik Karakterlerinin Sistemik Perspektifte İncelenmesi, Bal Arılarında Yavru Hastalıkları, Parazit Ve Patojenlerin Arı Fizyolojisi Ve Davranışı Üzerine Etkileri, Pestisitlerin Bal Arıları Davranışları Üzerinde Etkileri, Organik Tarım & Organik Arıcılık, Bal Arılarında Çiftleşme Davranışları, Components And Therapeutic Properties of Propolis olmak üzere **16** akademisyen tarafından kaleme alınan toplam **10 bölüm** yer almaktadır.

Bu kitap, güncel konuları kapsayacak detaylı bir şekilde hazırlanmış ve belli bir emeğin karşılığında sizlere sunulmuştur. Bu kitabın bilim dünyasına katkısının önemli olacağı noktasından hareket ederek, herkese faydalı olmasını temenni ediyoruz.

Saygılarımızla

Prof. Dr. Hakan İNCİ
Doç. Dr. Tugay AYAŞAN
Dr. Öğr. Üyesi Sevda İNAN

BÖLÜM 1

SÜT SIĞIRLARININ SAĞLIKLI OLDUKLARINA DAİR İŞARETLER

Prof. Dr. Mustafa BOĞA¹

Öğr. Gör. Hatice Nur KILIÇ²

Öğr. Gör. Demet ÇANGA BOĞA³

Dr. Öğr. Üyesi Cavidan GÜL VARİŞ^{4*}

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10433564>

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bor Meslek Yüksekokulu, Bor/Niğde, Türkiye, Orcid No: 0000-0002-2845-4528, e-posta: mboga@ohu.edu.tr

²Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Ulukışla Meslek Yüksekokulu, Niğde, Türkiye, Orcid No: 0000-0001-9131-4010 e-posta: haticenurkilic@ohu.edu.tr

³Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Bahçe Meslek Yüksekokulu, Orcid No: 0000-0003-3319-7084 e-posta: demetcanga@osmaniye.edu.tr

⁴Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 02400 Kahta, Adıyaman, Türkiye,

*(Sorumlu Yazar: Orcid No: 0000-0002-4713-9718, e-posta: cgul@adiyaman.edu.tr

GİRİŞ

Sığırlarda davranış, refahı gösteren önemli parametreler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte özellikle süt sığırlarında fiziksel olarak yapılan inceleme ile hayvanın beslenme durumu, sağlık ve sürü yönetimi hakkında önemli fikirler elde edilmesine imkân sunmaktadır. Sığırlar davranışlar ile çiftlik çalışanları ve yöneticiye birçok ipucu vermektedir. Bu ip uçları doğru şekilde yorumlandığı zaman hayvanın davranışları normal aralıkta olmakta, refah istenilen düzeyde olmakta, performans ve verimden en üst düzeyde faydalanılmaktadır. Dolayısıyla hayvanlardaki göstergeler daha kârlı ve sürdürülebilir hayvancılık için etkin faktör olmaktadır.

Sürü olarak gözlem yapılırken duruş ve hareketler dikkate alınarak hayvanların sağlık durumu hakkında bilgi edinilmektedir. Sürüde herhangi bir anormallik bulunmuyor fakat bireysel olarak hayvanda anormal davranışlar gözlemleniyorsa, o hayvan sürüden ayrılarak kontrol altında tutulmalıdır. Ayrıca anormal davranışların bir defaya mahsus gözlemlenebileceği unutulmamalı, birden çok bu davranışların tekrar etmesi durumunda sürü yönetiminin yeterli olmadığı, beslenme rejiminin düzgün yapılmadığı ya da hastalık ihtimali olacağı düşünülmelidir. Bu gibi durumlarda daha önceden fikir sahibi olunduğu için gerekli önlem ve tedaviler zamanında yapıldığı takdirde daha iyi bir hayvancılık yapılmasına olanak sunulmuş olacaktır.

Bu bölümde; iştah ve ruminasyon, rumen dolgunluğu, gübre/dışkı skorlama, perineal bölge kirlenmesi, vücut kondisyon skoru, hareket skoru ve diğer özellikler ele alınarak gözleme dayalı hayvan davranışları hakkında bilgi verilmiştir.

Geçmişten itibaren hayvanlara duyulan gereksinim ve ürünlerine olan talep arttıkça hayvanların buldukları çevre ve/veya yeme karşı davranışları önemli konular arasında yer almaya başlamıştır. Hayvanların çevreye karşı olan davranışların ise beraberinde hayvan refahı kavramını getirmiştir. Refah düzeyinin arzu edilen seviyede olması hayvan verimini olumlu yönde etkilemekte dolayısıyla daha kârlı hayvancılık yapılmasına imkân verebilmektedir. Özellikle hayvanın sağlık durumu hakkında önemli göstergelerden biri olan hayvan davranışları ile, hayvanın iç ve dış faktörlere adaptasyonu belirlenerek, çevreye yeme veya yetiştirme şekli gibi birçok

faktöre karşı yanıt olarak verilen vücut veya vücut kısımlarının hareketleri incelenmektedir (Blackshaw, 1986).

Hayvan refahı ise; buldukları ortam ve durumda (besleme, bakım, kesim, nakliye ve tedavi) ağrı ve acı gibi olumsuz hislerin bulunmadığı, onların fiziksel ve/veya zihinsel sağlıklı olma hali olarak tanımlanmaktadır (Akbaş, 2013). Dolayısıyla, hayvan hareketlerinin kısıtlanması ortama adaptasyonun sağlanmasına engel olacağından refahı olumsuz düzeyde etkilemektedir (Ohl ve Van der Staay, 2012). Bu durumda ise; performans ve verimde (süt ve döl) azalma ayrıca ölüm oranında artışlar gözlemlenebilmektedir (Akbaş, 2013). Özellikle sürdürülebilir süt sığırcılığı yetiştiriciliğinde sağlık, refah ve verimlilik birbirine bağlı kavramlar olduğu için bu dengenin sağlanması önemli olmaktadır. Hayvanın doğal davranış sergilemesi çevreye adapte olduğunu göstermekte olup, refahın olumlu olduğunu işaret etmektedir. Hayvan refahının optimal düzeyde tutulması ve hayvanın doğal davranışlar sergilemesi için 5 temel özgürlük yer almalıdır. Bunlar; hayvanın aç ve susuz kalmaması, kötü beslenmemesi, rahatsızlıktan ve hastalıktan uzak olması, davranışlarının kısıtlanmaması, korku ve stresten uzak tutulmasıdır (Hulsen, 2005).

Hayvan davranışlarında gözlemlenecek anormal durum daha önceden belirlenmiş bir değer aralığına bağlı olarak saptanmalıdır. Bu aralığa bağlı olarak yapılan saptamalarla sorunlar daha kesin olarak belirlenebilmektedir. Belirlenen değer aralığından meydana gelecek sapmalar bir defaya mahsus olduğunda dikkate alınmamalı, birden fazla meydana gelmesi durumunda veya sürü düzeyinde yaygın gözlemlenmesi durumunda besleme ve sürü yönetimine dikkat edilmesi gerekmektedir (Zaaijer ve Noordhuizen, 2003; Petrovski, 2015).

Ruminant hayvanlarda davranışı izlemek için genel olarak video kayıtlarına ve zamana göre gözlemlenebilir yöntemleri kullanılmaktadır. Böylece hayvan sağlığı hakkında bilgi edinmek mümkün olmaktadır (Hulsen, 2005; Hulsen 2012). Gözlemlenebilir ve ölçülebilir işaretler fizyolojik ve sürü yönetimi parametrelerini göstermektedir. Gözleme yönelik vücut kondisyon skoru, geniş getirme süresi, yürüyüş skoru, davranış ve kıl özellikleri, rumen dolumu, gübre skoru gibi özellikler hayvanın genel durumu hakkında bilgi vermektedir (Petrovski ve ark., 2022).

1. İştah ve ruminasyon

Hayvanlarda beslenme davranışı, yaşama payı ve/veya verim payı ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yem ve su tüketimini kapsayan hareketlerdir (Akyürek ve Çavuşoğlu., 2017). Yem tüketimi ile ilişkilendirilen iştah, yeme isteği olarak tanımlanmaktadır. Rasyon bileşimi, yem mevcudiyeti, yemin sindirim sisteminden geçiş hızı, mikrobiyal parçalanma, rumen fermantasyonu ve fermantasyon ürünleri (asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit (UYA: uzun zincirli yağ asidi), amonyak (NH₄), amino asit), yemin dağıtılma şekli, çevre koşulları (sıcaklık, nem vs.), yaş, tür, verim seviyesi, vücut büyüklüğü ve fizyolojik durum (gebelik, kızgınlık) yem tüketimini etkilemektedir (Allen, 2000; Lean ve ark., 2014; Pollock ve ark., 2022). Bununla birlikte, günlük kuru madde tüketimi, yemin partikül boyutu, rasyon selüloz düzeyi ve yemlemenin tipi de yem tüketimini etkilemektedir (Petrovski ve ark., 2022).

Rasyonda NDF (Nötral deterjan fiber) içeriğinin yüksek olması rumen ve retikulumun şişmesine neden olacağından yem tüketimini sınırlandırmakta buna bağlı olarak da tokluk hissi sağlanarak iştah azalmaktadır. Bununla birlikte rasyonda kolay sindirilebilir karbonhidratların bulunması rumen pH'nın düşmesine neden olarak iştahı azaltmaktadır (Petrovski ve ark., 2022). Daha düşük sindirilebilirliğe sahip, lezzeti düşük olan, düşük kalitede, bozulmuş veya mikotoksinli yemlerin rasyonda kullanılması ile de yem tüketimi düşmekte dolayısıyla veriminde de düşüşlerin gözlenmesine neden olmaktadır (Grant ve Albright, 2001; Atkinson, 2009; Lean ve ark., 2014; Ammer ve ark., 2018). Yemlerin veriliş şekli, yemleme sistemi gibi çiftlik yönetimi uygulamalarıyla rumen koşulları istenilen düzeylerde tutularak, yemlerin sindirilebilirliğinin artmasından dolayı hayvanlarda yem tüketimi artışı sağlanabilecektir.

Çiğneme süresinin artması, rumen fermantasyonunu artırarak rumen pH'ı ve UYA'ı etkilemekte böylece süt verimi ve süt yağ içeriğini etkilemektedir (Petrovski ve ark., 2022). Ayrıca, çiğneme süresi tükürük üretimini uyardığı için asidozis riskini, abomasum kaymasını, yağlı inek sendromunu, topallık riskini azaltmaktadır (Petrovski ve ark., 2022). Günde maksimum toplam çiğneme süresi 16 saat olarak bildirilmesine rağmen bu sürenin değişmesi yaklaşan doğumu, kızgınlığı ve sağlık durumu hakkında bilgi

vermektedir (Beauchemin, 2018; Von Keyserlingk ve Weary, 2010). Bununla birlikte çiftlik içerisinde çiğneme süresi kaba yem oranı ve partikül boyutuna bağlı olarak değişebilmektedir.

Ruminasyonla (geviş getirme) aktif dönemde tüketilen yem, dinlenme döneminde bolusun (ağız boşluğunun) taşındığı yerden özofagusun antiperistaltik hareketlerle karın kasılması ile başlayan ve yutulan yemlerin ufak lokmalar halinde tekrar çiğnenmesine imkân verir (Pulatsü, 2010; Beauchemin, 2018). Böylece tüketilen yemlerin partikül boyutu küçülerek, rumende pH korunmakta ve asidozu önleyebilmek için tükürük üretimi (ortalama 160-180 lt) meydana gelmektedir. Ruminasyon; fizyolojik durum (gebelik, kızgınlık), vücut büyüklüğü, yem kalitesi, yem boyutu ve miktarı, yeme erişim, rasyonun selüloz içeriği, rasyon kompozisyonu, rumen hareket bozukluğu ve hastalık gibi durumlardan etkilenmektedir (Schirrmann ve ark., 2009; Schirrmann ve ark., 2012; Kahyani ve ark., 2013).

Rasyonun selüloz içeriği arttıkça, çiğneme aktivitesi ve tükürük üretimi artmakta ve partikül boyutunun küçülmesi ile mikrobiyal aktivite ve rumen fermantasyonu artmaktadır (Pulatsü, 2010).

Yemin partikül boyutunun 1 cm'den kısa olması retikülo-omasal açıklıktan daha kolay ve hızlı şekilde geçerek (kritik partikül boyutunun 1,18 mm olduğu varsayılır), rumen dolumunu azaltmakta böylece çiğnemeyi, tükürük üretiminin azalmasına ve tokluk reseptörlerinin inaktif hale gelmesine neden olmaktadır (Poppi ve ark., 1980; Beauchemin ve ark., 2003; Yang ve Beauchemin, 2006; De Vries, 2008; Soriani ve ark., 2012). Tükürük üretiminin azalması, rumen pH'nı olumsuz etkilemekte dolayısıyla asidozis riskini artırmaktadır (Krause ve Oetzel, 2006).

Yem tüketimi ve ruminasyonla birlikte üretilen tükürük, yutmayı kolaylaştırma ve sodyum bikarbonat tamponlama sistemi ile rumen pH'nın (5,8-6,8 arasında) sabit tutulmasını sağlamaktadır. Ruminasyon sırasında hayvan göğüsü üzerine yatarak ön ayaklarını altına alır, ayakta durur veya yürüyüşü yavaşlamaktadır (Çavuşoğlu, 2016).

Yem tüketiminden 30-90 dakika sonra ruminasyon başlar (Akyürek ve Çavuşoğlu, 2017). Uygun rasyonla beslenen süt ineğinde günün ortalama 6-8

saati ruminasyon için ayrılır (Pulatsü, 2010). Koyun ve keçilerde ise ruminasyon düzensiz aralıklar ve dönemler (1 dakika ile 2 saat arasında) halindedir (Akyürek ve Çavuşoğlu, 2017). Genellikle 24 saatlik dönemde ruminasyon 15-20 periyotluk dönemi kapsamaktadır (Çavuşoğlu, 2016).

Ruminasyon, sürü halinde bulunan hayvanlarda dinlenme zamanında ve grup halinde gerçekleşmekte olup sürüdeki tüm hayvanların en az %50'inde gözlemlenmelidir (Çavuşoğlu, 2016). Sağlıklı sığırlar günün %40-50'sini ruminasyonla geçirirler (Özbeyaz ve Özbostancı, 2020).

Ruminasyon sırasında hayvan strese maruz kalmamalı ve kendini rahat hissetmelidir. Düzenli ve uzun ruminasyon, hayvanların yarı uykulu olduğu dinlenik zamanda gerçekleşmektedir. Ani stress koşulları (acı, korku, yüksek ses ve ışık maruziyeti gibi) ruminasyonun durmasına ya da düzensiz olmasına sebep olmaktadır (Çavuşoğlu, 2016). Sağlıklı inekler $7,0 \pm 3,5$ saat ruminasyon gerçekleştirmekte ve her ruminasyon süresi 10-60 dakika arasında sürmektedir (Khan ve ark., 2014). Bununla birlikte, laktasyondaki ineklerin toplamda 10 saatten fazla geviş getirdiği bilinmesine rağmen, kaba yem içeriği yüksek olan rasyon ile beslenenlerde bu sürenin 12 saate kadar çıkabileceği bildirilmiştir (Beauchemin, 2018). Dolayısıyla, tüm bunlardan yola çıkarak değişen ruminasyon süresinin veya çiğneme sayısının rasyon değişiklikleri ve ruminal asidoz gibi metabolik hastalıklardan kaynaklanabileceği söylenebilmektedir (Petrovski ve ark., 2022).

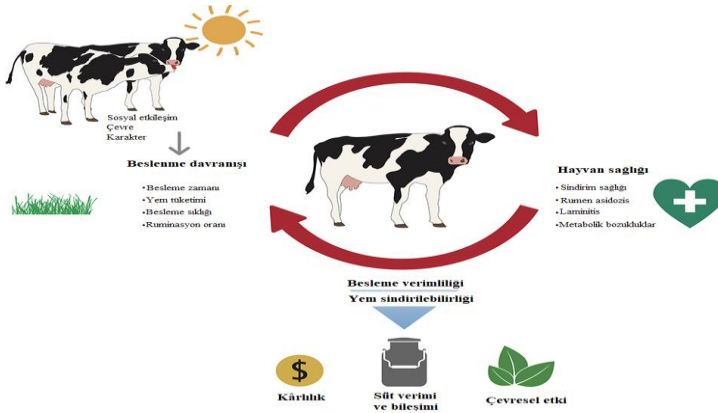
Ruminasyon doğrudan (görsel) gözlem, video kaydı veya elektronik otomatik sistemler (yaka, burun bandı basınç cihazları, rumen sensörleri ve aktive monitörleri) ile takip edilebilmektedir. Doğrudan (görsel) gözlemlerde, uzaktan 5-10 dakikalık süre boyunca ruminasyon başına düşen çiğneme sayısı sayılmaktadır (Byskov ve ark., 2014). Video kaydı ve doğrudan gözlemlerde ruminasyonu belirlemek için, zaman sınırlaması olmakta, dolayısıyla hayvanın bireysel olarak sınırlı sayıda gözlem yapılmasına neden olmaktadır. Otomatik sistemlerde ise, herhangi bir zaman sınırlaması olmadığından daha nesnel sonuçlar elde edilmektedir (Byskov ve ark., 2014; Elischer ve ark., 2013).

Hayvanlara; yemlikleri yeterince doldurulup, bu yemleri yiyecek kadar yeterli vakit verildiğinde ve yeterli suya istedikleri zaman ulaşabildikleri durumlarda maksimum yem tüketimini gerçekleştirirler (Haupt 1998).

Yemlerin kalitesinden ziyade yeme ulaşılabilirliği daha önemli olabilir. Çünkü hayvanlar yedikleri yem miktarını artırarak ya da azaltarak ihtiyaçlarını karşılayabilirler. Yem tüketimi; yemleme sıklığı, yemlik boyutu, kaba yem çeşidi ve barınak içi koşullara göre değişebilmektedir. Yemlik alanının hayvan sayısına göre yetersiz olması, silaj kullanımı, sıcak ve nemli çevre koşullarının bulunması durumunda sık yemleme yapmak gerekmektedir.

Gün içerisinde kesif yemin daha sık aralıklarla verilmesi (5 saat yerine 24 saat) yem tüketimini %80 artırmaktadır (Arslan, 2009). Yem tüketiminin artması ile ruminasyon artacağından dolayı, bu durum da sağlıklı hayvanın göstergelerinden biri arasında yer almaktadır (Çavuşoğlu, 2016).

Sığırlar da diğer hayvanlarda olduğu gibi çevre ve sürüden etkilenmektedir. Normal davranış sergileyen sığırlarda beslenme zamanı, yem tüketimi, beslenme sıklığı ve ruminasyon oranı normal aralıkta olacağından hayvan sağlığı olumlu yönde etkilenecektir. Özellikle beslemeye bağlı oluşacak metabolik bozukluklar ve laminitisin önüne geçilebilecek daha kârlı bir hayvancılık yapılacaktır.



Resim 1. Sosyal etkileşim, çevre ve karakterin besleme davranışı ve hayvan sağlığı üzerindeki etkisi (Llonch ve ark.,2018)

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2018.00305/full>

2. Rumen doluluğu

Rumen doluluğu, yem tüketimi ve yemin sindirilme hızını değerlendirmek için kullanılır (Burfeind ve ark., 2010). Rumen doluluğundaki

değişim, son 24 saat veya birkaç gündeki besin madde tüketiminde meydana gelen farklılıkların sonucu olarak elde edilmektedir (Hulsen, 2012). Rumen doluluğu puanlama sistemi ile değerlendirildiğinde 2,5'tan yüksek olması istenmektedir (Petrovski, 2015). Rumen doluluğu, yemin sindirim sisteminden geçiş hızı, yaş, ağırlık, vücut büyüklüğü, rasyon kompozisyonu, yemin sindirilebilirliği, yem tüketim miktarı ve yemlemenin sıklığı gibi faktörlerden etkilenmektedir (Burfeind ve ark., 2010; Petrovski ve ark., 2022).



Resim 2. Puanlama sistemine göre rumen dolgunluğu (Schneider ve ark., 2022).

3. Gübre/Dışkı skoru

Gübre puanlamada genel sağlık, rumen fermantasyonu ve sindirimin durumunu belirlemek için gübrenin kıvamı dikkate alınarak değerlendirilmektedir (Zaaijer ve Noordhuizen, 2003). Gübre kıvamı sadece beslenme dengesizliğinden kaynaklanmamakta olup, aynı zamanda rasyonun tam karıştırılmaması ve/veya yem yatağındaki rekabet ile ilgili sürü yönetim kusurlarının bir sonucundan oluşabilecek, özellikle sindirim rahatsızlıklarının varlığının göstergelerini kapsamaktadır (Garcia ve Endres, 2009).

Tablo 1. Vücut kondisyon skoruna göre paunlama, görünüm, nedenleri ve yorumları (Petrovski ve ark., 2022).

Puan	Görünüm	Nedenler ve yorumlama
1	<ul style="list-style-type: none"> Dikdörtgen görünüm Bel omurlarının altındaki deri içe doğru kıvrılır 	<ul style="list-style-type: none"> Yetersiz yem tüketimi Hastalık
2	<ul style="list-style-type: none"> Son kaburganın arkasında paralumbar fossada el genişliği şeklinde boşluk Üçgen görünüm 	<ul style="list-style-type: none"> Doğumdan sonraki ilk hafta Asidoz belirtisi Yetersiz yem tüketimi Yemlerin sindirim sisteminden hızlı geçmesi
3		<ul style="list-style-type: none"> Uygun yem tüketimi Yemlerin sindirim sisteminden normal geçiş hızına sahip olması Meradaki süt ve besi sığırları için uygun puan
4	<ul style="list-style-type: none"> Bel omurları altındaki deri dışa doğru kıvrılır Son kaburga arkasındaki palumnarfossa görülmez 	<ul style="list-style-type: none"> Geç laktasyon, kurudaki inekler ve besi sığırları için uygun puan
5	<ul style="list-style-type: none"> Rumen dolumu fazla olduğu için bel omurları görünmez Karın bölgesinde sıkı deri 	<ul style="list-style-type: none"> Geç kuru dönem ve düveler için ideal puan Fazla yem tüketimi Rasyon dengesinin sağlanamaması (enerji fazlalığı)

Gübre puanlama yemin sindirilebilirliğinin değerlendirilmesinde, özellikle sindirilebilir karbonhidrat selüloz ve protein dengesini ve su alımını değerlendirmede kullanılmaktadır (Petrovski ve ark., 2022). Gübredeki partikül boyutu genellikle 1,18 mm'den küçük olmalı ve kaba yemler kısa ve kabarık olmalıdır (Bosch ve ark., 1992). Gübredeki partikül boyutu rumenden ayrılan

parçacıkları belirtmekle birlikte rumenden ayrıldıktan sonra çok az değişmektedir (Shaver ve ark., 1988).

Tablo 2. Gübre skorlama puanları ve nedenleri (Zaaijer ve ark., 2005; Petrovski ve ark., 2022).

Puan	Özellik/görünüş	Neden
1	<ul style="list-style-type: none"> • Çok sıvı (ishal), sulu, ince • Parmaklar arasından geçer, istenilmeyen puan 	<ul style="list-style-type: none"> • Sindirim bozuklukları • Gastrointestinal parazitizm • Küflü yem • Mineral fazlalıkları veya zehirlenmeler • Asidoz • Sindirim sisteminden kısa geçiş süresi • Aşırı nişasta veya protein • Aşırı mineral veya selüloz eksikliği
2	<ul style="list-style-type: none"> • Muhallebi benzeri kıvam, • Ayrı bir yığın oluşturmaz, • Orta derecede sıçrama 	<ul style="list-style-type: none"> • Aşırı kum/toprak alımı • Gastrointestinal parazitizm • Düşük selüloz
3	<ul style="list-style-type: none"> • Püre şeklinde görünüm, • Halkalaşma, yapışkan kıvam • Ortasında çukur 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimum toplam ve fonksiyonel selüloz
4	<ul style="list-style-type: none"> • Lapa kıvamında, • Halka belirgin 	<ul style="list-style-type: none"> • Düşük tuz • Düşük su • Düşük protein veya nişasta • Düşük kaliteli kaba yem • Protein eksikliği
5	<ul style="list-style-type: none"> • Sert dışkı kıvamı 	<ul style="list-style-type: none"> • Selüloz fazlalığı • Rumende nişasta eksikliği • Rumende eksik veya yetersiz üre/protein • Dehidrasyon (su eksikliği) • Sindirim sistemi tıkanıklığı

Gübredeki sindirilmemiş tahıl miktarının artması veya pH'ın 6,0 altında bulunması, yemin rumenden geçiş hızını artırmaktadır. Bu durum rasyondaki selüloz miktarının yetersiz olduğunu göstermekte olup, asidoz riskini

artırmasına ve süt yağı oranının azalmasına neden olabilmektedir (Petrovski ve ark., 2022).

Gübre puan değişikliği rasyon bileşimi ve hayvanın fizyolojik durumuna göre değişebilmektedir. Genel olarak laktasyonun ilk günlerinde gübre skoru 2,0-2,5 arasında, 7-180 gün süte 2,5-3,0 arasında ve laktasyonun geri kalanı için 3,0-3,5 olması istenmektedir. Bu puanın istenilen aralıkta olmaması rasyon bileşiminin yetersiz olması, yetersiz karıştırılması, sürü yönetiminin sağlanmaması ve hastalıklardan kaynaklanabilmektedir (Atkinson, 2009).

Tablo 3. Beslenmeye bağlı dışkı içeriği ve yapısı (Enfeksiyöz bozukluklara bağlı olarak) (Petrovski ve ark., 2022).

Dışkıdaki bileşen	Nedenler
<ul style="list-style-type: none"> Sindirilmemiş selüloz 	<ul style="list-style-type: none"> Kötü rumen fermantasyonu Yemlerin sindirim kanalından hızlı geçmesi Düşük kaliteli kaba yemler Yetersiz geniş getirme
<ul style="list-style-type: none"> Sindirilmemiş tahıl 	<ul style="list-style-type: none"> Yemlerin sindirim kanalından hızlı geçmesi Sindirim yetersiz olması Asidoz Kırılmamış tahıl kullanımı Kuru silaj
<ul style="list-style-type: none"> Kabarcıklı ishal 	<ul style="list-style-type: none"> Kolay çözünebilir karbonhidratta artış Asidoz
<ul style="list-style-type: none"> Dışkı değişkenliği 	<ul style="list-style-type: none"> Yemlerin küflü olması Yemlerin iyi karıştırılmaması

4. Perineal bölge kirlenmesi

Perineal bölge; anüs, kaudal arka bacak, sağrı ve kuyruk çevresini ifade etmektedir. Perineal bölgenin kirlenmesi beslenme problemlerinin (ruminal asidoz gibi) göstergesidir (Petrovski ve ark., 2022).

Tablo 4. Perineal bölge paunlama (Knox ve Claerebout, 2005).

Puan	Tanım
1	• Perineal boyanma yok
2	• Orta, %2-10 oranında perineal bölge dışkı ile boyanmış
3	• Orta, Perineal dışkı ile %11-30 boyanma
4	• Şiddetli, Perineal dışkı ile %31-60 boyanma
5	• Çok şiddetli, neredeyse tüm perineal bölge dışkı ile boyanmış (>%60)


























Düşük dışkı skorlaması (3-4,) perineal bölgede artan dışkı skorlamasına neden olmaktadır. Perineal kirlenme ayrıca enfeksiyöz diyare, gastrointestinal parazitizm gibi diğer vücut sistemlerindeki bozukluklardan ve çevresel koşullardan da kaynaklanabilmektedir (Knox ve Claerebout, 2005).

5. Vücut kondisyon skoru

Vücut kondisyon skoru (VKS); hayvanın sağlık durumu, refahı, yem tüketimi, üreme, metabolik hastalıklar, laktasyon eğrisi ve sürü yönetiminde önemli göstergelerden biridir. Bununla birlikte VKS süt bileşimi ile yüksek korelasyon içindedir (Bewley ve Schutz, 2008; Huang ve ark., 2019). VKS'nin doğru yapılması, olası metabolik hastalıkların da önlenmesi açısından önem taşımaktadır. Süt sığırlarında gözlemlenen metabolik hastalıklar (ketozis, asidozis, Laminitis, abomasum kayması, süt humması gibi) hayvanların yem tüketimini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuzluklardan dolayı performans kayıplarının (süt verimi ve canlı ağırlığındaki düşme) gözlemlenmektedir.

VKS, vücut boyutu ve ağırlığından bağımsız olarak hesaplanmakta, hayvanın nispi şişmanlığını veya enerji rezervlerini tanımlamaktadır (Roche ve ark., 2013). Bu skor işletmede hayvanın ihtiyacının karşılanma durumunu gösteren en önemli göstergelerden biridir (Çevik ve Boğa, 2019). VKS sığırlarda hayvanın arkadan ve yandan gözlemlenmesine (kuyruk sokumu, kalça kemikleri, bel, omurga ve kaburga çıkıntıları) dayanmaktadır (Sarı ve Salman,2021). Dolayısıyla bu değerlendirme normal koşullarda çiftlik

içerisinde gözlem yolu ile rahatlıkla yapılabilmektedir. Ancak bu konuda tecrübenin ön plana çıkmasından dolayı kondisyon skoru alınırken kişiden kişiye farklılıklar olabilmektedir. Bu amaçla görüntü işleme programlarının kullanılması ile kısa zamanda belirlenebilmesi ve kişiden kaynaklanabilecek hataların önüne geçilebilmesi sağlanacağı düşünülmektedir. Çevik ve Boğa, (2019) görüntü işleme yöntemi kullanarak süt sığırlarının pelvik bölgelerinden ve kuyruk sokumu kısmını da içine alacak şekilde fotoğraflanması ile VKS'larının belirlenmesini sağlamışlardır. Çalışmalarında kısa zamanda verilerin alınabilmesi yanında beslemeden kaynaklanabilecek hataların kısa zamanda sorunlarının çözülmesine olanak sağlayabileceklerini bildirmişlerdir. VKS ile ağırlık arasında doğrusal bir ilişki bulunmakta olup, sığırlarda canlı ağırlık beslenme durumunun göstergesi olarak da değerlendirilmemektedir (Huang ve ark., 2019).

Vücut Kondisyon Skoru	Lumbar Vertebra	Çengel Kemikleri Arkadan Görünüşü	Kuyruk Tarafı Kemikler İle Yan Görüntü	Kuyruk Tarafı Arka Görüntü	Kuyruk Tarafı Yan Görüntü
1					
2					
3					
4					
5					

Resim 3. Sığırların yandan ve arkadan vücut kondisyon skoru (Anonim, 2023)

VKS süt sığırlarında 1-5 arasında değerlendirilmekte olup, fizyolojik döneme göre ayrılmakta ve ideal puan birbirinden farklı olmaktadır. Doğumda 3.25, laktasyonun ilk evresinde (1-100 gün) 2.75, laktasyonun ikinci evresinde (101-200 gün) 3.00, laktasyonun üçüncü evresi (201-300 gün) laktasyonun sonu (≥ 301) ve kuru dönemde (60-1 gün) 3.25 olması istenmektedir (Anonim, 2020). VKS'da enerji rezervleri süt üretimini desteklemek için kullanılmakta olup, erken laktasyonda bu skor azalmakta, geri kalan laktasyonda ise artmaya başlamaktadır.

Tablo 5. 1-5 vücut kondisyon skoru aralıkları ve değerlendirilmesi (Anonim, 2023)

	1,	1,	1,	2,	2,	2,	2,	3,	3,	3,	3,	4,	4,	4,	4,	5,
	2	5	7	0	2	5	7	0	2	5	7	0	2	5	7	00
	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	
<ul style="list-style-type: none"> • Zayıf • Metabolik hastalıklar, enfeksiyonlar • Fertilite sorunu 	Sürüde VKS ≥ 2 'den küçük							<ul style="list-style-type: none"> • Yağlı • Buzağılama güçlüğü • Karaciğer yağlanması • Abomasum dönmesi 								
	3.75'ten büyük olan hayvan oranı %14'ten fazlaysa bakım ve besleme gözden geçirilmelidir.															

Buzağılamada yüksek vücut kondisyon skoruna sahip ineklerde erken laktasyonda aşırı enerji rezerv kaybına bağlı olarak üreme performansında düşme, sağlık sorunları ve ketozis oranı artmaktadır (Bewley ve Schutz, 2008). İdeal olarak, vücut kondisyon skoru buzağılamadan 60-90 gün önce, buzağılamada ve süttten kesimde dikkate alınmalıdır. Buzağılamadan 60-90 gün önce belirlenen vücut kondisyon skoru ile buzağılamadan önce beslenme programı ayarlanabilmektedir (Anonim, 2022).

VKS, kişinin tecrübesine ve bilgisine dayanarak gözlem yolu ile çok basit yapılabilen bir işlemdir. Türkiye'de besi sığırları üzerinde yapılan bir araştırmada sığırların %97,5'inin normal vücut kondisyonuna, %2,5'inin ise zayıf vücut kondisyonuna sahip olduğu belirlenmiştir (Sarı ve salman, 2021). VKS, besi ineklerinin vücut kompozisyonunu ve enerji rezervlerini tahmin etmek için de yararlı bir yöntemdir. Bu skor, 1 zayıf ve 9 aşırı kilolu olmak üzere 1-9 arasında değişmektedir. 5 veya daha yüksek kondisyonla buzağılayan ineklerde üreme daha erken olmakta, doğumda daha güçlü buzağılara, daha fazla ve kaliteli kolostruma sahip olmaktadır (Anonim, 2022).

Vücut kondisyon skorunun optimal değer aralığının dışında olması (yüksek veya düşük), metritis, plasenta retansiyonu (sonun atılamaması), süt humması, topallık, kistik yumurtalıklar, distosi (zor veya anormal doğum), abomasumun yer değiştirmesi ve mastitis insidansının artması ile ilişkilendirilmektedir (Bewley ve Schutz 2008). Sürüdeki hayvanların %10'dan fazlasının çok yağlı (VKS=5) veya çok zayıf (VKS=1-2) olması durumunda;

yem tüketimi, yemin değerlendirilmesi, sağlık sorunları ve sürü yönetiminde uzun süreli dengesizlik olduğunu göstermektedir. Bu durumda yemleme şekli, yeme ulaşılabilirlik, rasyon selüloz içeriği, tırnak sağlığı ve sürü yönetimine dikkat edilmelidir (Hulsen, 2012;).

	VKS	Tanım	
3	Zayıf	1	Keskin çıkıntılar, kalça kemikleri veya kaburgalar üzerinde elle tutulur yağ bulunmamaktadır. Kuyruk başları ve kaburgalarda oldukça belirgin bir şekilde çıkıntı bulunmaktadır.
		2	Kuyruk başları ve kaburgalar daha az belirginlerdir. Keskin çıkıntılar dolunulduğunda hissedilir, ancak bazı dolular kaburgaların sirt kısmını kaplar.
		3	Kaburgalar aynı ayrı tanımlanabilir ancak dolunulacak kadar keskin değildir. Kaburgaların dorsal kısmında bir miktar dolu örtüsü ile omurga boyunca ve kuyruk başının üzerinde elle tutulur yağ bulunmaktadır.
4	Orta	4	Çıkıntılar artık görsel olarak belirgin değildir. Ancak, elle muayenede keskin olmaktan çok yuvafak hissedilir. Bazı yağlar kaburgaların, emine çıkıntılarını ve kalça kemiklerinin üstünü kaplar.
		5	İnek iyi bir genel görünüme sahiptir. El ile muayenede yağ örtüsü sığırın bir his uyandırır. Hissedilir yağ örtüsü vardır.
		6	Çıkıntıları hissetmek için sıkı bir basılı gerektirir. Kaburgaların üzerinde ve kuyruk başının çevresinde yüksek derecede yağ hissedilir.
6	Kilolu	7	Kaburgaların üzerinde ve kuyruk başının çevresinde sığırın yağ örtüsü bulunmaktadır. Vulva çevresinde ve kasıkta biraz yağ bulunmaktadır.
		8	İnek çok etlidir. Çıkıntılar elle bulmak nezdedyne imkansızdır. Kaburgaların üzerinde, kuyruk başının çevresinde ve vulvanın altında büyük yağ bulunmaktadır.
		9	İnek aynı kilolu görünümüne sahiptir. Kuyruk başı ve kalçalar yağ dolunma gömülü ve yağdan oluşan göbekler çıkıntılıdır. Kemik yapısı artık görünmemektedir. Hayvanın hareketliliği olumsuz etkilenebilir.
7			

Resim 4. Besi sığırlarında Vücut kondisyon skoru (Anonim, 2022).

6. Hareket / Yürüyüş skoru

Hareket skorlaması tırnak bozukluklarının erken tespiti, topallık skorunun izlenmesi, sürüler arasında topallık insidansı (yoğunluğu) ve ciddiyetin karşılaştırılması için etkili bir yöntemdir (Garcia ve Endres, 2009). Hareket skoru istenilen aralıkta bulunmayan veya total ineklerin yeme ulaşımı sınırlı olacağından üreme performansı ve süt veriminde kayıplar, kesim ağırlığında artış ve sürü ömründe kısalma, dolayısıyla ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Randall ve ark., 2019).



Sığırlar, normal yatıp kalkarken ayaklarına çok fazla ağırlık yüklenmektedir. Bu yükün veya basıncın şiddeti tırnaklara bakılarak

anlaşılabilir. Sığırlar, yem yerken genelde sabit durma eğilimindedirler. Eğer yem yeme esnasında hayvanın baş ve bacakları sık sık hareket ediyor ise tırnak sorunları olabilir. Barınak zemininin iyi olmaması, tırnak kesimindeki hatalar, beslenme yetersizlikleri veya yanlışlıkları tırnak problemlerine neden olur (Özbeyaz ve Özbostancı, 2020). Çiftlik içerisinde yılda iki kez tırnak bakımlarının yapılması ile olası tırnak uzamasından kaynaklanacak verim kayıpları kısa zamanda önlenabilmektedir. Hareket skoru gözlem ile yapılmakta olup, iyi yürüyüş sağlayan düz bir zemin üzerinde yapılmalıdır (Garcia ve Endres, 2009).

Kaba beton gibi aşındırıcı ve sert zeminler, rasyon selüloz düzeyi düşüklüğü, kolay yıkılabilir karbonhidratların bir öğünde fazla veya alıştırılmadan rasyonda yoğun bir şekilde kullanımı, doğum sonrası negatif enerji dengesi (NED), azalan ökçe yastığı kalınlığı ve tırnağın dengesiz uzaması topallığa neden olan unsurlar arasında yer almaktadır (Garcia ve Endres, 2009; İzci ve Sulu, 2021). Aşındırıcı zeminler topukların aşınmasına, tırnak lezyonlarına ve laminitise neden olur. Bununla birlikte zemindeki su miktarı da yumuşak tırnak yapısına neden olacağından tırnak lezyonları insidansını büyük ölçüde etkilemektedir (Garcia ve Endres, 2009). Ayrıca rasyon selüloz düzeyinin düşük olması veya fermente olabilir karbonhidratların kullanımı asidoz riskini artırarak laminitis insidansının artmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı tırnak bütünlüğünü, verimi ve performansı korumak için beslemeye dikkat edilmelidir. Böylece asidoz riski ile bağlantılı olan laminitisin önüne geçilebileceği bildirilmiştir (Garcia ve Endres, 2009). Hareket puanlarına göre ineklerin kuru madde (KM) alımı ve süt verimlerine ilişkin elde edilen bulgular Tablo 7’de özetlenmiştir.

Tablo 6. Hareket skoru ve gözlemlenmesi (Özbeyaz ve Özbostancı, 2020).

Puan	Tanım	Geri/duruş	Gözlem
1 	Normal	Düz	İnek ayakta sabitken ve yürüyüş halinde inek sırt hattının düz olduğu görülmektedir. Bu durumda inek sağlıklı yürüyüşe sahip olup tüm ayaklarını güvenle yere basmaktadır. Arka ayaklar ön ayakların kalktığı yere yerleşir. Klinik, duruş ve yürüyüş olarak hayvan normaldir.
2 	Biraz total	Düz veya kemerli	İnek ayakta sabit iken sırt hattının düz olduğu görülmektedir. Sağdaki resimde ise inek hareket ederken sırtın kamburlaşmış olduğu görülmektedir. İneğin normal bir yürüyüşten hafif saptığı anlaşılmaktadır. İneğin başı aşağıda ve vücudundan uzaktadır. Yürüyüşü hafifçe anormaldir. Hafif topallık vardır.
3 	Orta derece total	Kavisli	İneğin ayakta ve hareket ederken sırtının kamburlaşmış olduğu görülmektedir. Bu şekildeki ineklere orta düzeyde total inek denilmekte olup, inek bir veya birkaç ayağı ile kısa adımlar atabilmektedir. İnek oldukça topaldır ve hemen tedavisi gerekir.
4	Topallık	Kavisli	İnek hem ayakta dururken hem de yürürken sırtını kamburlaştırır. İnek bir veya birkaç ayağı üzerinde ağırlığını azaltmaya çalışmaktadır. Bu durumda inek

			<p>topaldır. Bu inek derhal tedavi edilmeli ve bakıcı tarafından özel bakıma alınmalıdır.</p>
<p>5</p> 	<p>Şiddetli topallık</p>	<p>Nerdeyse 3 ayak yürür</p>	<p>İnek ayakta iken ve yürürken sırtını kamburlaştırmaktadır. Hayvanın sırtı kambur bir hal almış ve ağırlığını tek ayak üzerinde taşıyamaz hale gelmiştir. Hayvan belli bir ayağının üzerinde durmak ve yatış pozisyonundan kalkmak istemez veya çok güçlüklerle kalkabilir. Aşırı topal ve artık sakatlık söz konusudur. Bu inek aşırı topaldır ve derhal yoğun bakıma alınmalıdır. Yürümekte son derece isteksizlik görülmektedir.</p>

Tablo 7. Hareket skorunun süt verimine ve kuru madde alımına etkisi (Özbeyaz ve Özbostancı, 2020).

Puan	% Süt veriminde azalma	% Kuru madde alımında azalma
1	0	0
2	1	0
3	3	5
4	7	17
5	16	36

7. Diğer özellikler

Sağlıklı süt sığırlarında meme başları orta büyüklükte, düzgün yerleşmiş ve meme başı etrafındaki kasın gergin olması gerekmektedir (Boztepe ve ark., 2015). Sağlıklı süt sığırlarında, meme sağımından sonra küçülmekte, meme başları değişmeyen yapıda ve pembe renkte olmalıdır (Özbeyaz ve Özbostancı, 2020).

Hayvanların fiziksel görünüşleri de önemli derecede bilgi sahibi vermektedir. Bunlara hayvanların bakışlarının canlı ve aktif olması, burun deliklerinin temiz olması, ağzın kapalı olması, dizlerin deformasyona uğramamış kıllarla örtülü olması, düzenli soluk alıp verme, simetrik ve sağlıklı meme başlarının olması ve arka kısmın temiz olması hayvan sağlığı ve refahı açısından önemli bilgiler vermektedir (Özbeyaz ve Özbostancı, 2020). Sığırlarda aktivite farklılığına (yem yeme, tımar, sağım) bağlı olarak kulak, kuyruk ve boyun pozisyonları farklılık göstermektedir. Genel olarak sığırlarda geri kulak pozisyonunun hayvanın refahının yerinde olduğunu gösteren durumlardan biri olduğu belirtilebilmektedir (Alıç Ural, 2019).

Sağlıklı sığırlar dakikada 10-30 defa soluk alıp vermekte, bu değer aralığının altı veya üstündeki durum hayvanın strese girdiğini veya hasta olduğunu gösterebilmektedir. Hızlı soluk alıp veren hayvanlarda vücut sıcaklığı yüksek olabilmekte, dolayısıyla vücut sıcaklığı da hayvanın sağlıklı olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir. Rektal olarak ölçülen sağlıklı sığırdaki sıcaklık 38-39°C arasında olmalıdır (Özbeyaz ve Özbostancı, 2020).

Sığırlar ihtiyacı kadar yem tüketmekle birlikte yemliğin boş olması, yemlik çevresindeki hava koşullarının iyi olmaması veya ahırın sıcak olması durumunda hayvan yemliğe gitmez. Ancak açlık sebebiyle yem dağıtıldığında yemliğe giderek yem seçmeye başlar. Ayrıca yem seçme asidozun başlıca sebebi olabilmekte, rasyonun dengeli olup olmadığına, hayvanın ihtiyaçlarının karşılanıp karşılanmadığına bakılması gerekmektedir (Anonim, 2009).



Resim 5. Yem seçiminde yemlikte oluşan görüntü

SONUÇ

Sağlıklı sürü için gözlemlerin doğru yapılması ve yorumlanması önemlidir. Sığırlar duruş ve hareketler ile sağlık sorunları hakkında ilk tepkilerini gösterebilmektedir. Duruş ve hareketlerde normal davranış gözlemleniyorsa zemin ve/veya tırnak problemleri olduğu düşünülmelidir. Özellikle ayak problemlerin başında gelen laminitis hayvanda yem tüketiminin düşmesine neden olduğu gibi verim ve performansın düşmesine de neden olmaktadır. Bu sebeple sağlıklı ve sürdürülebilir hayvancılık için ilk olarak hayvanın duruş ve yürüyüşlerini gözlemek önem teşkil etmektedir. Sığırlar yem seçiminde çok seçici olmamakla birlikte hayvanın ihtiyacını karşılama durumu, çevre şartları, yemin kompozisyonu ve durumuna bağlı olarak yem tüketimi değişmektedir. Ayrıca ruminasyon süresi ve sayısı, rumen dolgunluğu, dışkıda yer alan sindirilmemiş besinlerin varlığı, rumen fermantasyonu ve asidozis hakkında önemli ipuçları vermektedir. Bununla birlikte besi ve süt sığırlarında doğru yapılan vücut kondisyon skoru, hayvanın yeterli beslenip beslenmediğini gösteren olası sağlık problemlerini belirten önemli parametreler arasında yer almaktadır. Sonuç olarak; sağlıklı ve sürdürülebilir hayvancılık için, sağlıklı bir sürüde normal yürüyüş ve duruş, temiz perineal bölge, hayvanın fizyolojik durumuna bağlı olarak değişen, olması gereken aralıkta vücut kondisyon ve dışkı skoruna dikkat edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akbaş, A. 2013. Çiftlik hayvanlarında davranış ve refah ilişkisi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(1): 42-49.
- Akyürek H, Çavuşoğlu, YS. 2017. Koyunlarda ve keçilerde beslenme davranışları. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 22(1): 137-151. DOI: <https://doi.org/10.29050/harranziraat.291157>
- Alıç Ural D. 2019. İneklerde belirli günlük aktivitelerde kulak pozisyonlarının değerlendirilmesi üzerine pilot bir çalışma. Türkiye klinikleri J. Vet. Sci., 10(2) :37-44. DOI: 10.5336/vetsci.2019-71387.
- Allen MS. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. Journal of Dairy Science, 83(7): 1598-1624. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75030-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75030-2)
- Ammer S, Lambertz C, Von Soosten D, Zimmer K, Meyer U, Dänicke S, Gauly M. 2018. Impact of diet composition and temperature–humidity index on water and dry matter intake of high-yielding dairy cows. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 102(1): 103-113. DOI: <https://doi.org/10.1111/jpn.12664>
- Anonim, 2009. İneklerin Davranışları. <https://atafenblog.com/ineklerin-davranislari-mart-2009/>; [Erişim tarihi: 16 Nisan 2023]
- Anonim, 2020. Süt İneklerinde Vücut Kondisyon Skoru. <https://www.sagliklihayvanim.com/2020/03/sut-ineklerinde-vucut-kondisyon-skoru.html> [Erişim tarihi: 19 Mart 2023]
- Anonim, 2023. Vücut Kondisyon Skoru (VKS). <https://veterinerhekimden.com/vks.html> [Erişim tarihi: 16 Mart 2023]
- Anonymous, 2022. Body Condition Scores. https://guidelines.beefimprovement.org/index.php/Body_Condition_Scores [Erişim tarihi: 16 Nisan 2023]
- Arslan C. 2009. İneklerde beslenme davranışları. Kafkas Univ Vet Fak Derg, 15(4): 641-648. DOI:10.9775/kvfd.2009.123-D
- Atkinson O. 2009. Guide to the rumen health visit. In Practice, 31(7): 314-325. DOI: <https://doi.org/10.1136/inpract.31.7.314>
- Beauchemin KA, Yang WZ, Rode LM. 2003. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and

- milk production. *Journal of Dairy Science*, 86(2): 630-643. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73641-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73641-8)
- Beauchemin KA. 2018. Invited review: Current perspectives on eating and rumination activity in dairy cows. *Journal of dairy science*, 101(6): 4762-4784. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13706>
- Bewley JM, Schutz MM. 2008. An interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. *The professional animal scientist*, 24(6): 507-529. DOI: [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30901-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30901-3)
- Blackshaw J. 1986. Notes on some topics in applied animal behaviour. University of Queensland, St. Lucia. ISBN: 0 9592581 0 8
- Bosch MW, Lammers-Wienhoven SCW, Bangma GA, Boer H, Van Adrichem PWM. 1992. Influence of stage of maturity of grass silages on digestion processes in dairy cows. 2. Rumen contents, passage rates, distribution of rumen and faecal particles and mastication activity. *Livestock Production Science*, 32(3): 265-281. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(12\)80006-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(12)80006-6)
- Boztepe S, Aytakin İ, Zülkadir U. 2015. Süt sığırcılığı. Selçuk University Printing Press, 1st edition, Konya, pp. 29.
- Burfeind O, Sepúlveda P, Von Keyserlingk MAG, Weary DM, Veira DM, Heuwieser W. 2010. Evaluation of a scoring system for rumen fill in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(8): 3635-3640. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-3044>
- Byskov MV, Schulze AKS, Weisbjerg MR, Markussen B, Nørgaard P. 2014. Recording rumination time by a rumination monitoring system in Jersey heifers fed grass/clover silage and hay at three feeding levels. *Journal of Animal Science*, 92(3): 1110-1118. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6904>
- Çavuşoğlu YS. 2016. Ruminant Hayvanlarda Beslenme Davranışları. Yüksek lisans tez çalışması. Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.
- Çevik KK, Boğa M. 2019. Body Condition Score (Bcs) Classification With Deep Learning. In 2019 Innovations In Intelligent Systems And Applications Conference (ASYU) (pp. 1-5). IEEE. doi: 10.1109/asyu48272.2019.8946405

- Elischer MF, Arceo ME, Karcher EL, Siegford JM. 2013. Validating the accuracy of activity and rumination monitor data from dairy cows housed in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 96(10): 6412-6422. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6790>
- Garcia AD, Endres MI. 2009. Welfare and Comfort in Dairy Cattle: Indexes and Economic Impact. *Livestock Environment VIII*, 31 August–4 September 2008, Iguassu Falls, Brazil, 79. doi:10.13031/2013.25550
- Grant RJ, Albright JL. 2001. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 84: E156-E163. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70210-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70210-X)
- Houpt KA. 1998. *Domestic Animal Behavior for Veterinarians and Animal*. ISBN: 1874545960
- Huang X, Hu Z, Wang X, Yang X, Zhang J, Shi D. 2019. An improved single shot multibox detector method applied in body condition score for dairy cows. *Animals*, 9(7): 470. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9070470>
- Hulsen J. 2005. *Cow signals: a practical guide for dairy farm management*. Roodbont Publishers. ISBN: 9075280653
- Hulsen J. 2012. *Cow signals checkbook*. ISBN: 978-90-8740-103-0
- İzci C, Sulu K. 2021. Süt Sığırlarında Tırnak Kesimi: Ayak Sağlığı ve Topallığa Etkisi Üzerine Bir Değerlendirme. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(2): 148-153. DOI: <https://doi.org/10.47027/duvetfd.927101>
- Kahyani A, Ghorbani GR, Khorvash M, Nasrollahi SM, Beauchemin KA. 2013. Effects of alfalfa hay particle size in high-concentrate diets supplemented with unsaturated fat: Chewing behavior, total-tract digestibility, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(11): 7110-7119. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6462>
- Khan MA, Bach A, Castells L, Weary DM, Von Keyserlingk MAG. 2014. Effects of particle size and moisture levels in mixed rations on the feeding behavior of dairy heifers. *Animal*, 8(10): 1722-1727. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731114001487>
- Knox D, Claerebout E. 2005. Chewing the cud, and much more. *Biologist (LONDON)*, 52(5): 283-292. ISSN: 0006-3347

- Krause KM, Oetzel GR. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 126(3-4): 215-236. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.004>
- Lean IJ, Golder HM, Hall MB. 2014. Feeding, evaluating, and controlling rumen function. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 30(3): 539-575. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.07.003>
- Llonch P, Mainau E, Ipharraguerre IR, Bargo F, Tedó G, Blanch M, Manteca X. 2018. Chicken or the egg: the reciprocal association between feeding behavior and animal welfare and their impact on productivity in dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 5: 305. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00305>
- Ohl F, Van der Staay FJ. 2012. Animal welfare: At the interface between science and society. *The Veterinary Journal*, 192(1): 13-19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.05.019>
- Özbeyaz C, Özbostancı S. 2020. İneklerde Beden Dili ve Sürü Yönetimi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 9(2): 148-161. DOI: [10.17094/ataunivbd.492776](https://doi.org/10.17094/ataunivbd.492776).
- Petrovski K. 2015. Cattle signs. *Bovine Medicine*, 347-359. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118948538.ch35>
- Petrovski KR, Cusack P, Malmo J, Cockcroft P. 2022. The Value of ‘Cow Signs’ in the Assessment of the Quality of Nutrition on Dairy Farms. *Animals*, 12(11): 1352. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12111352>
- Pollock JG, Gordon AW, Huson KM, McConnell DA. 2022. The Effect of Frequency of Fresh Pasture Allocation on the Feeding Behaviour of High Production Dairy Cows. *Animals*, 12(3): 243. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12030243>
- Poppi DP, Norton BW, Minson DJ, Hendricksen RE. 1980. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. *The Journal of Agricultural Science*, 94(2): 275-280. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600028859>
- Pulatsü Ş. 2010. Süt İneklerinin Beslenmesi, https://amasyadsyb.org/public/docs/040_sut_inek_beslenmesi.pdf

- Randall LV, Thomas HJ, Remnant JG, Bollard NJ, Huxley JN. 2019. Lameness prevalence in a random sample of UK dairy herds. *The Veterinary Record*, 184(11): 350. DOI: 10.1136/vr.105047
- Roche JR, Macdonald KA, Schütz K E, Matthews LR, Verkerk GA, Meier S, Webster JR. 2013. Calving body condition score affects indicators of health in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(9): 5811-5825. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6600>
- Sarı M, Salman H. 2021. Besi Sığırlarında Refah Kalitesinin Değerlendirilmesi: İyi Besleme, İyi Barındırma. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(2): 123-141. E-ISSN: 2791-9161
- Schirmann K, Chapinal N, Weary DM, Heuwieser W, Von Keyserlingk MA. 2012. Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(6): 3212-3217. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4741>
- Schirmann K, vVon Keyserlingk MA, Weary DM, Veira DM, Heuwieser W. 2009. Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(12): 6052-6055. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2361>
- Schneider M, Hart L, Gallmann E, Umstätter C. 2022. A novel chart to score rumen fill following simple sequential instructions. *Rangeland Ecology & Management*, 82: 97-103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rama.2022.02.007>
- Shaver RD, Nytes AJ, Satter LD, Jorgensen NA. 1988. Influence of feed intake, forage physical form, and forage fiber content on particle size of masticated forage, ruminal digesta, and feces of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 71(6): 1566-1572. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79720-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79720-9)
- Soriani N, Trevisi E, Calamari L. 2012. Relationships between rumination time, metabolic conditions, and health status in dairy cows during the transition period. *Journal of Animal Science*, 90(12): 4544-4554. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2011-5064>
- Von Keyserlingk MA, Weary DM. 2010. Feeding behaviour of dairy cattle: Measures and applications. *Canadian journal of Animal Science*, 90(3): 303-309. DOI: <https://doi.org/10.4141/CJAS09127>

- Yang WZ, Beauchemin KA. 2006. Physically effective fiber: method of determination and effects on chewing, ruminal acidosis, and digestion by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(7): 2618-2633. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72339-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72339-6)
- Zaaijer D, Noordhuizen JPTM. 2003. A novel scoring system for monitoring the relationship between nutritional efficiency and fertility in dairy cows. *Irish Veterinary Journal*, 56(3): 145-152.
- Zaaijer D, Kremer WDJ, Noordhuizen JPTM, Hulsen Jan. 2005. *Cow Signals*. Roodbont Publishers.

BÖLÜM 2

YEŞİL SENTEZ İLE ÜRETİLEN NANOPARTİKÜLLERİN KANATLILARDA KULLANIMI

Prof. Dr. Tarkan ŞAHİN¹

Arş. Gör. Tuğçe Merve BERBEROĞLU²

Doç. Dr. Özlem KARADAĞOĞLU³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10433572>

¹ Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, tarkants7@hotmail.com, ORCID ID:0000-0003-0155-2707

² Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, tugcemerveberberoglumail.com, ORCID ID: 0000-0001-8975-6653

³ Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, drozlemkaya@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5917-9565

GİRİŞ

Kanatlı hayvan yetiştiriciliği, modern hayvancılığın önemli bir bileşeni olarak sürekli gelişmeyi gerektiren, verimlilik ve hayvan sağlığı açısından önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle piliç yetiştiriciliği, dünya genelinde gıda üretimi ve hayvansal protein kaynaklarının sürdürülebilirliği için artan taleplerin karşılanması hususunda kilit bir faktördür. Bu bağlamda, kanatlı besleme stratejileri ve katkı maddeleri üzerine yapılan çalışmalar, hayvanların performansının iyileştirilmesinde, verimliliğini artırılmasında ve hayvan sağlığının korunmasında yol göstericidir (Şahin ve ark. 2020; Ölmez ve ark. 2022; 2023; Karadağoğlu ve ark. 2019; 2020). Ancak, bu endüstrinin büyümesi ve verimliliğiyle birlikte, çevresel etkilerin ve hayvan sağlığı konularının önemi de artmıştır. Özellikle mineral yem katkı maddelerinin yüksek dozlarda kullanılması, hayvan büyüme performansını artırırken; biyoyararlanımlarının düşük olması nedeniyle çevreyi olumsuz etkileyebilmektedir (Abd El-Ghany ve ark. 2021; Patra ve Lalhriatpuii 2020).

Günümüzde, kanatlı hayvan endüstrisi sektöründe, nanoteknoloji, nanopartiküllerin (NP'ler) kullanımını içeren bir alan olarak, kanatlı hayvancılığının sosyo-ekonomik potansiyelini genişletmek için büyük bir umut taşımaktadır. Ayrıca NP'ler, toplu parçacıklarına kıyasla hedef dokulara daha etkili bir şekilde dağılma, yüksek emilim ve biyoyararlanım avantajları sunmaktadır. Özellikle kanatlı hayvanlara odaklanan araştırmalarda, selenyum, çinko, gümüş, bakır, demir gibi elementlerin nanoparçacıkları üzerinde nanoteknolojinin etkileri incelenmektedir. Kümes hayvanlarında, NP'lerin büyümeyi teşvik edici, bağışıklık sistemini uyarıcı ve antimikrobiyal ajanlar (antiviral, antibakteriyel, antiparazitik, antifungal) olarak rol oynamaktadır. Ayrıca, bu nanopartiküllerin kan homeostazisini koruma, bağırsak mikroflorasını düzenleme, oksidatif hasarı azaltma ve bağışıklık tepkilerini artırma gibi mekanizmalarla hayvan performansını olumlu yönde etkilediği de bilinmektedir (Malik ve ark. 2023; Vijayaram ve ark. 2023; Abd El-Ghany ve ark. 2021; Patra ve Lalhriatpuii 2020).

Ancak, NP'lerin güvenliği ve potansiyel tehlikeleri hakkında, geleneksel kimyasal sentez yöntemleri toksik kimyasallar ve çevresel etkilerle

ilişkilendirildiği için sürdürülebilirlikleri konusunda endişeler bulunmaktadır. Bu bağlamda; selenyum, çinko, gümüş, bakır, demir gibi metal nanopartiküllerinin hayvanlar için yem katkı maddesi olarak kullanılmalari hala tartışılmaktadır (Shahid ve ark. 2022; Abd El-Ghany ve ark. 2021; Hassan ve ark. 2020).

Bu derleme, kimyasal yöntemlerle üretilen nanopartiküllerin kullanım alanları ve kanatlı endüstrisinde yararlanımları konusunda bilgi sunmaktadır. Ancak bu nanopartiküllerin üretim aşamasındaki dezavantajlarına odaklanarak, bitki materyalleri ve mikroorganizmalar kullanılarak gerçekleştirilen yeşil nanopartikül sentezinin kanatlı beslemede kullanımları incelemektedir. Bu nanopartiküller, geleneksel kimyasal ve fiziksel yöntemlerin yanı sıra yeşil ve sürdürülebilir üretim yöntemleri kullanılarak ekonomik, yüksek verimli ve biyoyumlu çevre dostu NP'leri laboratuvar koşullarında üretilebilirler. Bunların yanı sıra, biyolojik organizmaların veya ekstraktlarının kullanımıyla çeşitli NP'ler de üretilebilir. Ayrıca, yeşil nanoteknoloji, yeşil sentezlenen nanopartiküllerin, antimikrobiyal, antikanser, antidiyabetik, antiinflamatuvar ve antioksidan etkilerini bir dizi çalışma ile ortaya koymaktadır.

1. NANO TEKNOLOJİ

Nanopartiküller (NP), 1-100 nanometre boyutundaki küçük moleküllerdir ve sağlık, gıda, kimya ve tarım gibi birçok sektörde kullanılmaktadır (Farhangi-Abriz ve Torabian 2018). Çeşitli endüstri ve bilim alanlarında kullanılan nanopartiküller, son yıllarda büyük ilgi görmekte ve geleceğin teknolojilerini şekillendiren kritik bir bileşen haline gelmektedir (Hossain ve ark. 2023; Thiruvengadam ve ark. 2019). Ayrıca, günümüzde nanoteknoloji yöntemleri sadece hastalıkların teşhisi için değil, aynı zamanda ilaç geliştirme ve hastalıkların önlenmesi amacıyla veteriner hekimlik alanında da kullanılmaya başlamıştır (Lail ve ark. 2023; Bajwa ve ark. 2022).

Nanopartiküllerin biyomedikal mühendisliği alanında yeni ve heyecan verici uygulamaları da bulunmaktadır. Bu uygulamalar arasında doku rejenerasyonu, implant kaplamaları, biyo görüntüleme, yara iyileşmesi ve kanser tedavilerinin geliştirilmesi gibi önemli alanlar yer almaktadır (Iqbal ve ark. 2019; Khatami ve ark. 2018).

Özellikle demir oksit (Fe_3O_4), titanyum dioksit (TiO_2), bakır oksit (CuO) ve çinko oksit (ZnO) gibi metal oksitlerden oluşan NP'ler güçlü antibakteriyel etkinliğe sahiptir (Jin ve Jin. 2021; Sanchez-Lopez ve ark. 2020). Nanopartiküller, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip olmaları nedeniyle gıda koruma ve patojenik mikroorganizmaların kontrolü için umut vadeden bir terapötik ajan değişimi olarak kabul edilmektedir (Sanchez-Lopez ve ark. 2020; Dadi ve ark. 2019; Wang ve ark. 2017b).

Ancak, NP'lerin sentezi, istenen boyut, şekil ve stabiliteye ulaşmak için zorluklar içermektedir. Bu zorlukların başında, oda sıcaklığında hızla oksitlenme ve istenmeyen özelliklerin oluşma riski gelmektedir (Mott ve ark. 2007). Bu sorunların üstesinden gelmek için farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir. İlk olarak, kimyasal sentez yöntemleri kullanılmış ve bu amaçla çeşitli kimyasal reaktifler ve stabilizatörler kullanılmıştır. Ancak, toksik kimyasalların kullanımı ve çevresel etkiler nedeniyle sürdürülebilirlik endişeleri ortaya çıkmıştır (Ismail ve ark. 2020).

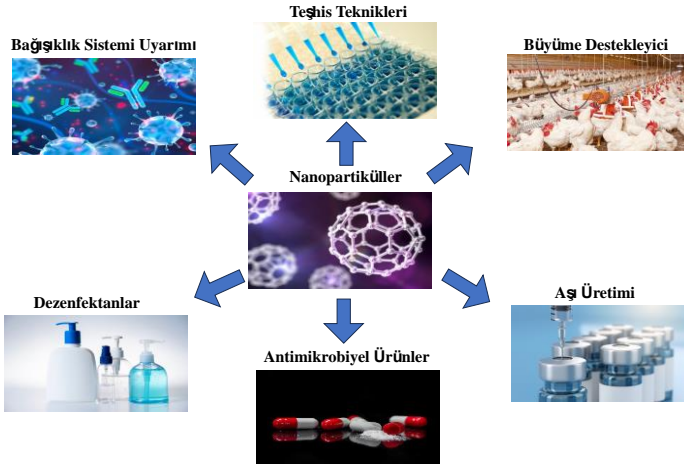
Böylece geleneksel sentez yöntemleri, tehlikeli reaksiyon koşulları, yüksek maliyetli kimyasallar ve ekipman kullanımı gibi dezavantajlara sahiptir. Bu nedenle, yeşil kimya ve biyolojik üretim teknikleri gibi çevre dostu yaklaşımlar, nanopartiküllerin üretiminde büyük bir potansiyele sahiptir. Bitki bazlı metal nanopartiküller, antimikrobiyal, antikanser, antidiyabetik, antiinflamatuvar ve antioksidan aktiviteleri gösteren biyoimalatın önemli bir örneğini oluşturur. Böylelikle bitki özleri kullanılarak sentezlenen NP'lerin biyolojik aktiviteleri de oldukça değerlidir (Thiruvengadam ve ark. 2019).

1.1. Nanoteknolojinin Kanatlı Beslemede Kullanımı

Nanoteknoloji, son yıllarda hayvancılık üretiminde hem miktarı hem de kaliteyi artırmak amacıyla çeşitli yöntemlerle kullanılmaktadır (Abdel-Wareth ve ark. 2022). Özellikle kümes hayvanı endüstrisi, bu modern teknolojinin potansiyelini keşfettikten sonra önemli gelişmeler kaydetmiştir (Mahmoud ve ark. 2020). Nanopartiküller (NP'ler), büyük yüzey/hacim oranları, yüksek yüzey reaktivitesi, stabilite, biyoaktivite, biyoyararlanım, kontrollü parçacık boyutu, ilaç salınımını yönlendirme ve hedefe yönlendirme yetenekleri gibi fizikokimyasal özelliklere sahip oldukları için dikkat çekmektedir (Hossain ve

ark. 2023). NP'lerin antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu ve kümes hayvanı ürünlerinde antibiyotik kalıntılarının azaltılmasına yardımcı olabileceği vurgulanmıştır. Bu nedenle, antibiyotiklere dirençli bakterilerle savaşmada ve tedavi etmede oldukça kullanışlıdır (Hassanen ve Ragab 2021). Ayrıca, NP'lerin biyolojik olarak parçalanabilen polimerlerle birleştirildiğinde, kanatlı hayvan aşlarının mukozal türlerinde güçlü bağışıklık tepkilerini uyarlayabildikleri tespit edilmiştir (Jin ve ark. 2019). Günümüzde NP'ler aynı zamanda kanatlı patojenlerinin erken teşhisi için doğru, hızlı ve ekonomik teşhis araçları olarak kullanılmaktadır (Chen ve Neethirajan 2015).

Kanatlı hayvan endüstrisi, nanoteknolojinin birçok çeşitli ve etkili uygulama alanına sahip olduğu bir sektördür. Bu alan, çeşitli nanomalzemelerin kullanımıyla büyük bir potansiyele sahiptir (Şekil 1). Özellikle, kümes hayvanları saha araştırmalarında, nanoteknolojinin etkileri en fazla bakır (Cu) nanoparçacıkları üzerinde yoğunlaşmıştır. Ayrıca, bu durum ilerleyen süreçte çinko, çinko oksit, altın, gümüş, demir ve selenyum nanoparçacıkları gibi diğer elementlerin ve bileşiklerin araştırılmasını teşvik etmiştir (Abd El-Ghany ve ark. 2021; Khan ve ark. 2023). Ayrıca, kitosan ve krom gibi farklı nanoparçacık formülasyonlarının araştırıldığı da görülmektedir (Abd El-Ghany ve ark. 2021).



Şekil 1: Nanomalzemelerin kanatlı sektörde uygulama alanları (Abd El-Ghany ve ark. 2021)

Bu nanomalzemelerin kanatlı hayvan endüstrisindeki potansiyel uygulamaları oldukça çeşitlidir. Teşhis tekniklerinden, aşı preparasyonlarına, bağışıklık sistemi uyarılmasından, dezenfektanlara, üretim teşvikine, antimikrobiyal ürünlere kadar birçok alanda kullanılabilirler (Abd El-Ghany ve ark. 2021). Bu durum, antibakteriyel, antiviral, antiparazitik ve antifungal etkilere sahip antimikrobiyal nanoparçacıkları içerir. Ayrıca, antimikotoksin ajanlarına yönelik kullanımları da bulunmaktadır, bu da kanatlı hayvanların sağlığı ve üretkenliği açısından oldukça önemlidir (El-Sayed ve Kamel 2020; Patra ve Lalhriatpui 2020).

Ancak, NP'lerin kullanımıyla ilgili potansiyel toksisite ve yan etkileri değerlendirmek amacıyla nanotoksikoloji teriminin önemi de göz ardı edilmemelidir (Zoroddu ve ark. 2014). Ne yazık ki, bu parçacıkların kullanımının sonuçlarına ilişkin eksik değerlendirme kriterleri söz konusu olup, NP uygulamalarının kalıntı ve potansiyel tehlikelerine ilişkin yeterli bilgi mevcut değildir (Patra ve Lalhriatpui 2020).

Sonuç olarak, nanomalzemelerin kanatlı hayvan endüstrisindeki potansiyeli büyüktür, ancak bu potansiyelin değerlendirilmesi ve uygulanması sırasında yeşil nanoteknolojinin getirdiği çevresel, ekonomik ve biyoyumlu yaklaşımların benimsenmesi büyük öneme sahiptir. Bu yaklaşım, hem endüstrinin verimliliğini artırabilir hem de çevresel sürdürülebilirliği destekleyebilir.

2. YEŞİL SENTEZLE ÜRETİLEN NANOPARTİKÜLLERİN ETLİK PİLİÇLERDE KULLANIMI

Son yıllarda, biyolojik yöntemlerle metalik nanopartiküllerin sentezlenmesi aktif olarak kullanılmaktadır (Malik ve ark. 2022; Ijaz ve ark. 2020). Bu yeşil kimya yaklaşımı, çevre dostu üretim teknikleri kullanarak nanopartikül üretimine büyük bir potansiyel sunmaktadır (Maciel ve ark. 2020). Bu yaklaşım, bakteriler, bitkiler, mayalar ve diğer biyolojik organizmaların ürünlerini kullanarak nanopartikül sentezini gerçekleştirmektedir (Nadaroglu ve ark. 2017). Bu sentez süreci, bitkilerin farklı kısımlarından elde edilen ekstraktların metal iyonlarının nanopartiküllere biyoindüksiyonunu içermektedir (Parveen ve ark. 2016; Salimi ve ark. 2018).

Geleneksel kimyasal üretim yöntemlerine göre, yeşil sentez daha saf, yüksek verimli, biyouyumlu ve daha az toksik nanomalzemelerin üretimine önemli katkı sağlamaktadır (Abdel-Moneim ve ark. 2022; Yang ve ark. 2017). Ayrıca, bitkilerin metal detoksifikasyonu ve nanopartikül üretimi konusundaki potansiyeli, metal kirliliğinin çözümünde umut verici bir hızlı ve ekonomik yaklaşım sunmaktadır (Shahid ve ark. 2022).

Nanopartiküllerin benzersiz fiziksel ve kimyasal özellikleri, onları birçok uygulama alanında değerli hale getirmektedir (Al-Tae ve Al-Hamdani 2022). Küçük boyutları, geniş yüzey alanı ve yüksek biyoaktivite, nanopartikülleri ilaç taşıma, aşı hazırlama, bağışıklık uyarımı ve çeşitli antimikrobiyal aktiviteler gibi bir dizi alanda kullanışlı hale getirir (Ijaz ve ark. 2020). Ayrıca yeşil nanoteknoloji, antikanser, antidiyabetik, antiinflamatuvar ve antioksidan aktiviteler gösteren biyoimalatın önemli bir örneğini temsil etmektedir (Thiruvengadam ve ark. 2019).

Kanatlı hayvan endüstrisi sektöründe nanoteknolojinin kullanımı, özellikle selenyum, çinko, gümüş, bakır, demir ve diğer elementlerin nanoparçacıkları üzerinde yapılan araştırmalarla dikkat çekmektedir. Bu çalışmalar, nanoteknolojinin kanatlı hayvanlarda erken teşhis, antibiyotik direnci ile mücadele, sağlık ve üretim verimliliğinin artırılması gibi birçok olumlu etkinin mümkün olduğunu göstermektedir (Abd El-Ghany ve ark. 2021; Malik ve ark. 2023).

Sonuç olarak, kanatlı hayvan endüstrisi sektöründe, çevre dostu ve etkili uygulamalar geliştirmeyi hedefleyen nanoteknoloji temelli çalışmaların büyük bir potansiyele sahip olduğu gözlenmektedir. Yeşil nanoteknoloji ve kanatlı hayvan endüstrisi arasındaki bu etkileşim, hem çevre hem de insan sağlığına uygun çözümler üretme potansiyeli taşımaktadır. Bu alandaki araştırmaların, yeşil sentezle elde edilen nanopartiküllerin kanatlı hayvanlarda kullanılmasının neden gerekliliğini ve potansiyelini incelemesi önemlidir.

2.1. Selenyum

Selenyum (Se), hayvan sağlığı için kritik bir mineraldir ve birçok önemli metabolik süreçte rol oynar (Xia ve ark. 2019). Se, inorganik ve organik formlarıyla birlikte nano formlar olarak yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Markovic ve ark. 2018). Araştırmalar, nano-Se'nin biyoyararlanımı inorganik formlardan daha etkili olduğunu göstermektedir (Selim ve ark. 2015; Dukare ve ark. 2020). Nano boyutta, selenyum nanopartikülleri (Se-NP), geniş bir biyoyouyulama yelpazesi sunar ve biyoyouyumlulukları, biyolojik olarak parçalanabilirlikleri ve düşük toksisiteleri nedeniyle büyük ilgi görmüştür (Hosnedlova ve ark. 2018). Etlik piliçlerle ilgili literatürde farklı sonuçlar bulunmaktadır; bazı çalışmalar kimyasal nano Se'nin büyüme performansını ve bağışıklık tepkisini iyileştirdiğini öne sürerken diğerleri Se kaynağının bu parametreler üzerinde sınırlı etkisi olduğunu belirtmektedir (Bakhshalinejad ve ark. 2019; Mohammadi ve ark. 2020). Bu nedenle, etlik piliçler için en uygun Se kaynağını belirlemek önemlidir (Ahmadi ve ark. 2020). Aynı zamanda, insan tüketimi için selenyum açısından zengin et gibi gıda maddelerinin selenyum içeriğini artırmak amacıyla kümes hayvanlarına selenyum takviyesinin kaynağının değiştirilmesi, birçok araştırmanın dikkatini çeken bir konudur (Wang ve ark. 2021; Bami ve ark. 2022).

Selenyumun hayvan sağlığı üzerindeki kritik rolü ve etlik piliçlerin performansı, bağışıklık sistemi, metabolik parametreleri ve doku sağlığı üzerine farklı selenyum kaynaklarının etkilerini araştıran çalışmalar, yeşil sentez ile üretilen selenyumun nano formunun bulgularını sunmaktadır.

Abdel-Moneim ve ark. (2022), yeşil sentezle üretilmiş nano selenyum ilavesinin, ısı stresine maruz kalan piliçlerde büyüme destekleyen, antioksidan etkileri olan, bağışıklık sistemini uyarabilen ve antimikrobiyal ajanlar olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ali ve ark. (2020) ise etlik piliç içme sularına yeşil sentez yöntemiyle üretilen selenyum nanopartiküllerinin eklenmesi ile performans parametreleri (ağırlık artışı, yem dönüşümü, performans indeksi) ve oksidatif stres belirteçlerinde (antioksidan kapasite) önemli bir artışa yol açtığını bildirmişlerdir. Ayrıca, etlik piliçlerde,

bağırsak ve göğüs kaslarındaki bakteriyel yükün belirgin bir şekilde azaldığını ve hücresel doku bütünlüğünü koruyarak daha iyi sonuçlar elde ettiğini ifade etmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise, yeşil sentez ile üretilen selenyum nanopartikülleri, probiyotikler ve kuersetinin birlikte kullanımı ile etlik piliçlerin antioksidan savunma sistemini güçlendirdiğini ve onları oksidatif hasardan koruyabileceğini, performans parametreleri (yem tüketimi ve vücut ağırlığı artışı) ve metabolik parametreleri üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu da ifade edilmiştir. Bunların yanı sıra, kan serumundaki bazı biyokimyasal parametrelerde (kolesterol ve aspartat aminotransferaz) azalma olduğunu bildirmişlerdir (Demchenko ve ark. 2023). Bami ve ark. (2022) ise nano selenyum takviyeli diyetlerin etin içerdiği selenyum miktarını artırdığı belirlemişlerdir. Ayrıca araştırma verileri, yeşil sentez ile üretilen selenyum nanopartikülleri takviyeli diyetlerin piliçlerin bağırsak sağlığı, mikrobiyota dengesi ve bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkileri olabileceğini işaret etmektedir. Ali ve ark. (2022), *Bacillus subtilis* biyosentezi ile elde edilen selenyum nanopartiküllerinin organik ve inorganik selenyum kaynaklarına kıyasla performansı ve bağırsak bütünlüğünü etkili bir şekilde artırdığını bildirmişlerdir. Etlik piliç rasyonlarına nano Se ilavesi ile performans parametreleri, bazı kan parametreleri (toplam protein, albümin, alanin aminotransferaz, aspartat aminotransferaz, immünoglobulin G ve M) ve antioksidan parametreleri üzerinde olumlu etkileri bulunmuştur (Zhang ve ark. 2022).

Yeşil sentez ile üretilen selenyum nanopartiküllerinin, etlik piliçlerin büyüme performansı, bağışıklık sistemi, metabolik parametreleri ve dokularını olumlu şekilde etkileyebileceği ve bu nano selenyumun farklı kaynaklara göre daha etkili bir seçenek olabileceği öngörülmektedir.

2.2. Çinko

Çinko, biyolojik süreçlerin düzenlenmesinde önemli bir rol oynayan bir mineraldir. Bu nedenle rasyonlara çinko ilavesi, özellikle etlik piliçlerin büyüme performansını, bağışıklık sistemi fonksiyonlarını ve antioksidan kapasitelerini artırmak amacıyla yaygın bir şekilde uygulanmaktadır (Zhang ve ark. 2022). Ancak, yemdeki aşırı çinko oksit (ZnO) sindirim sorunlarına ve

fazla çinko atılmasına yol açarak çevresel sorunlara neden olabilmektedir (Wang ve ark. 2017a). Bu nedenle, geleneksel çinko kaynaklarının yerine çinko oksit nanopartiküllerinin (ZnO-NP'ler) sentezinin tercih edildiği bir alternatif arayışı başlamıştır (Marappan ve ark. 2017). ZnO nanopartiküllerinin çeşitli uygulama alanları ve geniş bir özellik yelpazesi nedeniyle büyük endüstriyel ilgi gördüğü bir gerçektir (Gujel ve ark. 2018). Son yıllarda, ZnO nanopartiküllere ait özelliklerinin iyileştirilmesi ve yeni uygulama alanlarının keşfi, bilimsel araştırmalarda hızla artan bir ilgi görmüştür (Saravanan ve ark. 2018; Rad ve ark. 2019). Nanoteknolojinin gelişmesiyle, ZnO nanopartiküllerinin parçacık boyutunun küçültülmesi, malzeme yüzey alanını artırarak ve morfolojisini değiştirerek bu özellikleri daha da geliştirmenin yolu açılmıştır (Goh ve ark. 2014). Geleneksel nanopartikül sentez yöntemlerine alternatif olarak, çevre dostu yaklaşımlar arasında yeşil kimya ve biyolojik üretim teknikleri, nanopartikül üretiminde büyük bir potansiyele sahiptir. Farklı çalışmalarda, ZnO-NP'lerin üretimi için çeşitli bitki özleri kullanılmıştır (Singh ve ark. 2018; Masood ve ark. 2021). Etlik piliçlerle ilgili literatürlerde, yeşil sentez yöntemi kullanılarak üretilmiş ZnO-NP'lerle ilgili farklı çalışmalar bulunmaktadır (Masood ve ark. 2021; Lail ve ark. 2023). Örneğin, mavi okaliptüs yapraklarından elde edilen ZnO-NP'lerin yeşil sentezi, patojenik bakterilerin tedavisinde potansiyel bir etkili teknik olarak kabul edilmektedir, bu da kanatlı hastalıklarının kontrolünde yeni bir strateji olarak öngörülmektedir (Masood ve ark. 2021). Ayrıca, farklı bitki özleri kullanılarak üretilen ZnO-NP'lerin gram-negatif ve gram-pozitif bakterilere karşı etkili olduğu gözlemlenmiştir (Dadi ve ark. 2019; Salgado ve ark. 2019). Lail ve ark. (2023), çörek otu bitkisi kullanılarak biyosentezlenen ZnO-NP'lerin *Eimeria tenella* enfekte edilen tavuklarda büyüme performansını artırmada etkili olduğunu ve antioksidan aktiviteleri üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, darıföfül bitkisinin (*Piper longum catkin*) sulu ekstraktı kullanılarak sentezlenen ZnO-NP'lerin çoklu ilaca dirençli *Salmonella* suşlarına karşı antibakteriyel etkili olduğu bulunmuştur (Unni ve ark. 2022). Hassan ve ark. (2023), ise nano ZnO' nun, yumurtacı tavuklarda yumurta üretimi, yumurta kalitesi ve antioksidan kapasitesi üzerinde olumlu etkilere sahip olduğunu göstermektedir.

Bu alanda birçok araştırma raporu olmasına rağmen, biyolojik ekstraktların yüksek karmaşıklığı, yeşil sentezle elde edilen nanopartiküllerin oluşum mekanizmasının hala tam olarak tanımlanmamış ve anlaşılmamış olmasına neden olmaktadır (Bandeira ve ark. 2020).

Yeşil kimya ve biyolojik üretim teknikleriyle elde edilen ZnO nanopartiküllerinin kanatlı sağlığı ve hastalık kontrolü üzerinde olumlu etkiler gösterdiği birçok çalışma bulunsa da, bu nanopartiküllerin oluşum mekanizmasının hala tam olarak anlaşılmamış olması, bu alandaki araştırmaların önemini vurgulamaktadır. Daha fazla çalışma, yeşil sentezle elde edilen nanopartiküllerin oluşumunu ve etkilerini daha iyi anlamak ve bu alternatif yaklaşımların kullanımını geliştirmek için gereklidir.

2.3. Gümüş (Ag)

Gümüş nanopartiküllerinin (Ag-NP) yeşil sentezi, son yıllarda büyük bir ilgi ve araştırma konusu olmuştur. Bu yöntem, farklı bitki parçalarının ekstraktları kullanılarak gümüş nanopartiküllerinin sentezlenmesini içerir. Yeşil sentez yaklaşımı, gümüş nanopartiküllerinin çeşitli biyomedikal uygulamalarda ve antimikrobiyal aktivitede kullanımını daha cazip hale getirmektedir (Vijayaram ve ark. 2023).

Daha önceki çalışmalar, bitki ekstraktları aracılığıyla sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin bir dizi olumlu özelliğe sahip olduğunu göstermiştir. Bu nanopartiküller, ilaç dağıtımı, yara iyileştirme etkisi, doku iskelesi oluşturma ve koruyucu kaplama uygulamaları gibi biyomedikal alanlarda kullanılabilecek alternatif bir yol sunmaktadır (Wankar ve ark. 2022). Ayrıca, gümüş nanopartiküllerinin büyük yüzey alanı, birçok ligandın bağlanmasına olanak tanırken, gümüş nitratin yaygın olarak kullanıldığı antimikrobiyal aktiviteye de sahiptirler (Vijayaram ve ark. 2023).

Bu yeşil sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin önemli avantajlarından biri, toksik olmamaları ve antikanser özelliklere sahip olmalarıdır. (Mohanta ve ark. 2017), *Erythrina suberosa* sulu yaprak ekstraktını biyosentezleyerek, bunların potansiyel bir antimikrobiyal ve antikanser ajan olarak uygulanabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, bu nanopartiküller çeşitli şekillerde

üretilebilir ve düşük maliyetli üretim imkanı sunmaktadır (Cadinoiu ve ark. 2022). Araştırmalar, gümüş nanopartiküllerinin *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhus*, *P. aeruginosa*, *V. cholera* gibi mikroorganizmalara karşı güçlü antibakteriyel etkilere sahip olduğunu göstermektedir (Habeeb Rahuman ve ark. 2022; Neo 2022).

Gümüş nanopartiküller, farklı bitki ekstraktları kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle üretilmektedir (Oves ve ark. 2022). Bu nanopartiküller, tıp, malzeme bilimi ve çevre teknolojileri gibi farklı alanlarda çeşitli uygulama potansiyelleri taşımaktadır (Vijayaram ve ark. 2023). Bu bağlamda, gümüş nanopartiküllerin etlik piliçlerde sağlık, yara iyileşme, ilaç dağıtımı ve enfeksiyon kontrolü gibi alanlarda kullanım potansiyeli bulunduğu belirtilmektedir (Salem ve ark. 2021; Saleh ve El-Magd 2018).

Etlik piliç üretiminde karşılaşılan çeşitli sorunlar, gümüş nanopartiküllerin potansiyel uygulamaları için bir temel oluşturur. Özellikle gümüş nanopartiküllerin antimikrobiyal özellikleri, etlik piliçlerde yaygın olarak görülen patojen mikroorganizmaların etkili bir şekilde kontrol edilmesine yardımcı olabilmektedir (Khane ve ark. 2022; Vadalasetty ve ark. 2018). Malaikannan ve ark. (2012), kutsal fesleğen (*Ocimum sanctum*) bitki yaprağı özütünün *Vibrio* bakterilere karşı antibakteriyel etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Jasim ve Al-Tae (2023), gümüş nanopartiküllerin aflatoksinin zararlı etkilerini azaltabileceği ve karaciğer histopatolojisini koruyabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmalar, kanatlı endüstrisindeki aflatoksin sorunlarına alternatif bir çözüm sunarak hayvan sağlığı ve gıda güvenliği açısından önemli bir katkı sağladığı vurgulanmıştır (Jasim ve Al-Tae 2023). Öte yandan, bitki kaynaklı gümüş nanopartiküllerin mikrobiyal kontaminasyonun önlenmesi ve tedavisi için potansiyel bir çözüm olabileceği göz önüne alınmalıdır (Latha ve ark. 2015). Gümüş nanopartiküllerin veteriner ve insan virüslerine karşı etkili bir tedavi veya koruyucu ajan olarak kullanılabilirliği üzerine çalışmalar önemli bir potansiyel sunmaktadır. Özellikle ciddi bir kümes hayvanı patojeni olan IBDV (Gumboro hastalığı) ile mücadelede gümüş nanopartiküllerin ekonomik kayıpları azaltma ve insan sağlığını koruma potansiyeli bulunmaktadır (Ganguly ve ark. 2023).

Aynı şekilde, yeşil gümüş nanopartiküllerin Newcastle hastalığına karşı terapötik bir antiviral ajan olarak kullanılabilirliği ve mikrobiyal direncin önlenmesi konularında olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Saadh 2022; Abo-El-Yazid ve ark. 2022). Ayrıca, gümüş nanopartiküllerin çoklu ilaca dirençli enfeksiyonlarla mücadelede potansiyel bir antimikrobiyal ajan olarak yeşil sentezlenmiş Ag-NP'lerin kullanımının değerli olduğu bildirilmiştir (Abishad ve ark. 2022). Bu bağlamda, bitki özütleri ile kaplanmış sentetik gümüş nanopartiküllerin aflatoksin adsorpsiyonunu ve kanatlıların karaciğerindeki toksik etkilerini tespit etmek için kritik bir araç olarak kullanılabilceği vurgulanmaktadır (Jasim ve Al-Tae 2023).

Bu çalışmalar, yeşil sentezle üretilen gümüş nanopartiküllerin etlik piliçlerde önemli bir uygulama potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Gümüş nanopartiküllerin antimikrobiyal özellikleri ve aflatoksin gibi zararlı etkenlere karşı koruyucu etkileri, etlik piliç üretiminde karşılaşılan sorunlara alternatif bir çözüm sunmaktadır. Ayrıca, bu nanopartiküllerin veteriner ve insan virüslerine karşı etkili bir koruyucu ajan olarak kullanılabilirliği, kümes hayvanı endüstrisinde ekonomik kayıpları azaltmada ve insan sağlığını korumada önemli bir rol oynayabilir. Yeşil sentezle üretilen gümüş nanopartiküllerin, etlik piliçlerin sağlığını koruma, enfeksiyon kontrolü ve gıda güvenliği gibi alanlarda kullanımı, gelecekte benzer uygulamaların teşvik edilmesi ve bu potansiyel uygulamanın daha fazla araştırılması gerektiğini vurgulamaktadır. Yapılan çalışmaların, etlik piliç üretiminde yeni bir perspektif sunabileceği ve hayvan sağlığına yönelik olumlu katkılarda bulunabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

2.4. Bakır (Cu)

Günümüzde kanatlı sektörü, hayvanların sağlığı, büyümesi ve verimliliği için gerekli olan önemli mineralleri içeren yem takviyelerinin etkin ve sürdürülebilir bir şekilde sunulması konusunda sürekli olarak yeni ve daha iyi çözümler aramaktadır. Bu minerallerin başında gelen bakır (Cu), hayvanların fizyolojik işlevleri için elzem bir eser element olup, vücutta depolanmadığından düzenli besin takviyelerine ihtiyaç duyar. Ancak geleneksel bakır kaynakları, özellikle hayvan yemlerinde kullanılan inorganik

tuzlar, emilim sorunlarına neden olarak çevresel riskler oluşturabilir. Son yıllarda, nanoteknolojinin bu alandaki potansiyeli giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Nano boyutlu mineraller, geleneksel mikro boyutlu formlardan farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklere sahiptir. Özellikle bakır nanoparçacıkları (Cu-NP), yüksek biyoyararlanım, düşük maliyet ve bir dizi özel özellik sunma potansiyeli nedeniyle hayvan besleme endüstrisinde büyük ilgi görmektedir (Scott ve ark. 2018).

Son yıllarda, bakır nanopartiküller biyomedikal alanda önemli bir rol oynamaktadır. Antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antiviral, sitotoksik, antikanser ve anti-HIV aktiviteleri gibi bir dizi biyomedikal uygulama bulunmaktadır (Govindappa ve ark. 2018). Özellikle, bakırın sağlık için hayati bir element olduğu ve oksidatif stresle ilişkilendirilen sorunların kaynağı olduğu göz önüne alındığında, Cu-NP'lerin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu nanopartiküller, oksidatif stres aracılığıyla oluşan reaktif oksijen türlerinin üretimini engelleme yeteneği ile dikkat çekmektedir (Thiruvengadam ve ark. 2019). Son yıllarda, araştırmacılar Cu-NP'lerin yeşil sentezi için doğal kaynakları ve bitkileri kullanmaya yönelmişlerdir (Nagar ve Devra 2018). Bitki dokuları, bitki ekstraktları, eksüdalar, zamklar ve farklı bitki kısımları, Cu-NP'lerin sentezi için kullanılan doğal kaynaklardan sadece birkaçıdır. Bu yaklaşım, çevresel etkileri azaltırken, istenen boyut ve şekil kontrolünün sağlanmasına da yardımcı olur (Ismail ve ark. 2020).

Thiruvengadam ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada hint kayını (*Millettia pinnata*) bitkisinin çiçeklerinden elde edilen bakır nanopartiküllerin sentez yöntemleri ve faydaları incelenmektedir. Cu-NP'lerin yeşil sentezi alanındaki Cu-NP'lerin biyosentezi, çevresel ve biyomedikal uygulamalarda büyük potansiyele sahiptir ve yeşil kimya prensiplerine dayalı sentez yöntemleri, bu potansiyeli gerçekleştirmek için önemli bir adım olarak öne çıkmaktadır. Cu-NP'nin önemli avantajları arasında yüksek biyoyararlanım, düşük doz gereksinimi, termal iletkenlik ve antimikrobiyal aktivite bulunmaktadır. Bu, Cu-NP'nin hayvan yemlerinde kullanımının, geleneksel bakır kaynaklarına kıyasla daha verimli ve çevre dostu için iyi bir seçenek olabileceğini düşündürmektedir (Thiruvengadam ve ark. 2019).

Bakır (Cu), organizmanın oksidatif strese karşı savunmasında önemli bir rol oynayan bir elementtir. Ancak, bakır oksit (CuO) nanopartiküllerinin kümes hayvancılığı sektöründe kullanılmasına yönelik araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu alandaki çalışmaların ilerlemesi için bitki ekstraktları ile metal nanopartiküllerin sentezi, umut verici bir yeşil sentez tekniği olarak ortaya çıkmaktadır (Mohamed ve ark. 2022; Das ve ark. 2020)

Kanatlı hayvan üretiminde, özellikle sıcaklık stresi büyük bir sorundur. Bu bağlamda, bakır oksit nanopartiküllerinin, kanatlılarda sıcaklık stresini azaltma, performanslarını artırma ve yüksek sıcaklığın olumsuz etkilerine karşı daha fazla tolerans geliştirme potansiyeline sahip olduğu göz önüne alınmalıdır (AL-Thuwaini ve ark. 2022). Mohamed ve ark. (2022), iklim değişikliği koşulları altında, yeşil sentez ile elde edilen nano-CuO seviyeleri, büyüme performansı, besin sindirilebilirliği, karkas kriterleri ve piliçlerin kan biyokimyasal değerlerine olumlu etkileri olduğunu ve kümes hayvanı endüstrisinde sıcaklık stresinin azaltılması için umut verici olduğunu ifade etmektedirler.

Sonuç olarak, bakır nanopartiküllerinin kanatlı hayvanlar için yem takviyeleri olarak kullanılması, geleneksel bakır kaynaklarına kıyasla daha verimli ve çevre dostu bir seçenek olabilir. Yeşil kimya prensiplerine dayalı sentez yöntemleri, Cu-NP'lerin çevre dostu üretimini teşvik ederken, Cu-NP'lerin yüksek biyoyararlanımı, antimikrobiyal aktivitesi ve oksidatif stresi azaltma potansiyeli, kanatlı hayvanların sağlığı ve performansı için umut verici perspektifler sunmaktadır. Ayrıca, CuO nanopartiküllerinin sıcaklık stresiyile başa çıkma kapasitesi, iklim değişikliği koşullarında kanatlı hayvan üretimi için stratejik bir çözüm olarak değerlendirilmelidir. Bu alandaki ilerleyen çalışmalar, Cu-NP'lerin biyosentezi ve uygulanabilirliği hakkında daha fazla bilgi sağlamak için önemlidir.

2.5. Demir (Fe)

Demir (Fe), biyolojik sistemler için vazgeçilmez bir element olarak bilinir. Vücutta oksijen taşınmasında kilit bir rol oynayan hemoglobin ve miyoglobin gibi önemli proteinlerin sentezi için gereklidir. Ayrıca, peroksidazlar, hidroksilazlar ve katalaz gibi enzimlerin aktivitesi için de hayati

bir öneme sahiptir. Bu nedenle demir, hayvan sağlığı için kritik bir besin maddesidir (Patra ve Lalhriatpuii 2020).

Kümes hayvancılığı sektörü, özellikle tavuk yetiştiriciliği, gıda üretiminde büyük bir yere sahiptir. Demir takviyesi, kümes hayvanlarının büyüme performansını artırma, yumurta üretimini artırma ve hematolojik parametreleri iyileştirme açısından önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Çeşitli çalışmalar, demir takviyesinin kümes hayvanlarında canlı ağırlığı artırdığını, yem dönüşüm oranını iyileştirdiğini ve hematobiyokimyasal profilin yanı sıra yumurta üretimini ve döllülüğü geliştirdiğini göstermektedir (Mohammadi ve ark. 2017; Sizova ve ark. 2016).

Son yıllarda, demir nanopartiküller (Fe-NP) gibi nanomalzemelerin kullanımı bu alandaki önemi artırmıştır. Ancak, kümes hayvanlarında Fe-NP'lerin kullanımının büyüme performansı, hematolojik özellikler ve bağışıklık sistemi üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Bazı çalışmalar, uygun dozlarda Fe-NP takviyesinin ağırlık artışını artırabileceğini ve yem dönüşüm oranını azaltabileceğini göstermiştir. Aynı zamanda, Fe-NP'nin hematolojik ve biyokimyasal parametreleri olumsuz yönde etkilemediği gözlemlenmiştir (Rahmatollah ve ark. 2018; Sizova ve ark. 2016).

Farklı bitki ekstraktları kullanılarak üretilen demir nanopartiküllerinin çok yönlü etkililiği gözlemlenmektedir ve bu nanopartiküllerin antioksidan kapasiteye sahip olduğu vurgulanmaktadır (Vijayaram ve ark. 2023; Cong-Hau ve ark. 2022).

Yeşil sentez ile üretilen demir nanopartiküller, kanatlı sektöründe önemli bir potansiyele sahiptir. Bu bağlamda; Miroshnikov ve ark. (2017), demir nanopartiküllerinin arginin ve diğer amino asitlerle birlikte kullanılması ile en fazla canlı ağırlığa, Fe-NP ve amino asit kompleksinin kombine beslenmesiyle olduğunu ifade etmişlerdir. Khan ve ark. (2023) ise *Ficus racemosa* (küme incir ağacı) sulu yaprak ekstraktını kullanılarak yeşil sentezlenen demir oksit nanopartikülleri (FeO-NP'ler) ile koksidiyoz hastalığının kontrolünün yeni bir yaklaşımını sunmaktadır. Endüstriyel ölçekte yetiştirilen kanatlı hayvanlar için ciddi bir sorun olan koksidiyozun kontrolü için bu yeşil sentez yöntemi büyük potansiyele sahiptir. Yapılan çalışmalar, orta dozdaki FeO -NP'lerin

koksidiyozun etkilerini belirgin şekilde azalttığını ve enfekte piliçlerde hızlı bir iyileşme sağladığını göstermiştir. Bu bulgular, *Ficus racemosa* ekstratından yeşil sentezlenen FeO -NP'lerin koksidiyozun etkilerini azaltmak için potansiyel güvenli bir antikoksidyal ajan olarak kullanılabilceğini vurgulamaktadır. Asghar ve ark. (2018)'ların çalışması, yeşil çay ve siyah çay yaprakları ekstraktları kullanılarak üretilen demir, bakır ve gümüş nanopartiküllerinin antibakteriyel ve antifungal aktivitelere sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu NP'lerin tehlikeli bileşiklerin çözeltilerden adsorpsiyon kapasitesini değerlendirmiş ve demir NP'lerin bu konuda daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçlar, NP'lerin çoklu ilaca dirençli patojenlerle mücadelede etkili bir alternatif tedavi ajanı olarak kullanılabilceğini göstermektedir. Ayrıca, aflatoxin kontaminasyonunu azaltmak için gıda ve hayvan yemi üretiminde bir çözüm olarak büyük bir potansiyel sunmaktadır.

Bu çalışmalar, demir nanopartiküllerin özellikle yeşil sentez yöntemi ile üretilen demir oksit nanopartiküllerinin kümes hayvancılığı sektöründe büyük bir potansiyele sahip olduğunu ve hem hayvan sağlığı hem de gıda üretimi açısından olumlu etkilere sahip olabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar, demir nanopartiküllerin, özellikle koksidiyoz hastalığının kontrolü ve patojenlere karşı etkili bir tedavi ajanı olarak kullanılabilirliğini vurgulamakta ve aynı zamanda gıda ve hayvan yemi üretiminde aflatoxin kontaminasyonunu azaltma potansiyeli taşımaktadır. Bu çalışmalar, kümes hayvancılığı endüstrisinde yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesine katkı sağlamaktadır ve gelecekte daha sağlıklı ve verimli ürünlerin üretimine yönelik önemli bir adımı temsil etmektedir. Ancak, bu alandaki araştırmalara olan ihtiyaç devam etmektedir ve daha fazla çalışma, demir nanopartiküllerin kullanımının detaylarını ve potansiyel riskleri daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır.

3. SONUÇ

Bu derleme, yeşil nanopartikül sentezi ile ilgili gerçekleşen önemli gelişmeleri incelemekte olup, bu yeşil nanopartiküllerin biyolojik ve kanatlı endüstrisindeki etkileri hakkında bilgiler sunmaktadır. Bu alandaki ilgi ve araştırmaların artmasıyla, yeşil nanopartikül sentezi, çevre dostu ve sürdürülebilir bir alternatif olarak önemli bir potansiyele sahiptir. Yeşil sentezle üretilen NP'lerin piliç besleme stratejilerinde alternatif bir kaynak olarak dikkate alınabileceğini vurgulamaktadır. Ancak, kanatlı besleme alanında yeşil sentezle üretilen nanopartiküllerin kullanılmasıyla ilgili sınırlı çalışmalar olduğundan, bu potansiyelin daha iyi anlaşılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu da belirtilmelidir. Bu bağlamda, yeşil sentezle üretilen nanopartiküllerin çevre dostu, ekonomik ve kimyasal yöntemlere alternatif olarak üretilmesi ve kanatlı besleme endüstrisinde uygulanması, bilimsel açıdan büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Abd El-Ghany, W. A., Shaalan, M., & Salem, H. M. (2021). Nanoparticles applications in poultry production: an updated review. *World's Poultry Science Journal*, 77(4), 1001-1025.
- Abdel-Moneim, A. M. E., Shehata, A. M., Selim, D. A., El-Saadony, M. T., Mesalam, N. M., & Saleh, A. A. (2022). Spirulina platensis and biosynthesized selenium nanoparticles improve performance, antioxidant status, humoral immunity and dietary and ileal microbial populations of heat-stressed broilers. *Journal of Thermal Biology*, 104, 103195.
- Abdel-Wareth, A. A., Hussein, K. R., Ismail, Z. S., & Lohakare, J. (2022). Effects of zinc oxide nanoparticles on the performance of broiler chickens under hot climatic conditions. *Biological trace element research*, 200(12), 5218-5225.
- Abishad, P., Vergis, J., Unni, V., Ram, V. P., Niveditha, P., Yasur, J., ... & Rawool, D. B. (2022). Green synthesized silver nanoparticles using *Lactobacillus acidophilus* as an antioxidant, antimicrobial, and antibiofilm agent against multi-drug resistant enteroaggregative *Escherichia coli*. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 14(5), 904-914.
- Abo-El-Yazid, Z. H., Ahmed, O. K., El-Tholoth, M., & Ali, M. A. S. (2022). Green synthesized silver nanoparticles using *Cyperus rotundus* L. extract as a potential antiviral agent against infectious laryngotracheitis and infectious bronchitis viruses in chickens. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9(1), 1-11.
- Ahmadi, M., Poorghasemi, M., Seidavi, A., Hatzigiannakis, E., & Milis, C. (2020). An optimum level of nano-selenium supplementation of a broiler diet according to the performance, economical parameters, plasma constituents and immunity. *Journal of Elementology*, 25(3), 1187-1198.
- Al-Tae, S. K., & Al-Hamdani, A. L. (2022). Quantification histopathological analysis in the gills of carp fish exposed to sub lethal concentration of nano zinc oxide. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 36(Supplement I), 61-68.

- AL-Thuwaini, T. M., Ali, N. A. L., & Ajafar, M. H. (2022). Nanoparticles in Feed: a Potential Approach for Mitigating Heat Stress on Broilers. *Reviews in Agricultural Science, 10*, 328-336.
- Ali, A. A., Soliman, E. S., Hamad, R. T., El-Borad, O. M., Hassan, R. A., & Helal, M. S. (2020). Preventive, behavioral, productive, and tissue modification using green synthesized selenium nanoparticles in the drinking water of two broiler breeds under microbial stress. *Brazilian Journal of Poultry Science, 22*.
- Ali, F., Saeed, K., & Fatemeh, H. (2022). Nano-Bio selenium synthesized by bacillus subtilis modulates broiler performance, intestinal morphology and microbiota, and expression of tight junction's proteins. *Biological Trace Element Research, 200*(4), 1811-1825.
- Asghar, M. A., Zahir, E., Shahid, S. M., Khan, M. N., Asghar, M. A., Iqbal, J., & Walker, G. (2018). Iron, copper and silver nanoparticles: Green synthesis using green and black tea leaves extracts and evaluation of antibacterial, antifungal and aflatoxin B1 adsorption activity. *Lwt, 90*, 98-107.
- Bajwa, H. U. R., Khan, M. K., Abbas, Z., Riaz, R., Rehman, T. U., Abbas, R. Z., ... & Alouffi, A. (2022). Nanoparticles: Synthesis and their role as potential drug candidates for the treatment of parasitic diseases. *Life, 12*(5), 750.
- Bakhshalinejad, R., Hassanabadi, A., & Swick, R. A. (2019). Dietary sources and levels of selenium supplements affect growth performance, carcass yield, meat quality and tissue selenium deposition in broilers. *Animal Nutrition, 5*(3), 256-263.
- Bami, M. K., Afsharmanesh, M., Espahbodi, M., & Esmaeilzadeh, E. (2022). Effects of dietary nano-selenium supplementation on broiler chicken performance, meat selenium content, intestinal microflora, intestinal morphology, and immune response. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 69*, 126897.
- Bandeira, M., Giovanela, M., Roesch-Ely, M., Devine, D. M., & da Silva Crespo, J. (2020). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles: A review of the synthesis methodology and mechanism of formation. *Sustainable Chemistry and Pharmacy, 15*, 100223.

- Cadinoiu, A. N., Rata, D. M., Daraba, O. M., Ichim, D. L., Popescu, I., Solcan, C., & Solcan, G. (2022). Silver nanoparticles biocomposite films with antimicrobial activity: In vitro and in vivo tests. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(18), 10671.
- Chen, L., & Neethirajan, S. (2015). A homogenous fluorescence quenching based assay for specific and sensitive detection of influenza virus A hemagglutinin antigen. *Sensors*, 15(4), 8852-8865.
- Cong-Hau, N., Anh-Dao, L. T., Minh-Phuc, D., Minh-Huy, D., Thanh-Nho, N., & Nhu-Trang, T. T. (2022, August). Assessment of total flavonoid contents and ferric reducing antioxidant power of several Green and oolong tea products in Vietnam. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2610, No. 1). AIP Publishing.
- Dadi, R., Azouani, R., Traore, M., Mielcarek, C., & Kanaev, A. (2019). Antibacterial activity of ZnO and CuO nanoparticles against gram positive and gram negative strains. *Materials Science and Engineering: C*, 104, 109968.
- Das, P. E., Abu-Yousef, I. A., Majdalawieh, A. F., Narasimhan, S., & Poltronieri, P. (2020). Green synthesis of encapsulated copper nanoparticles using a hydroalcoholic extract of *Moringa oleifera* leaves and assessment of their antioxidant and antimicrobial activities. *Molecules*, 25(3), 555.
- Demchenko, A., Bityutskyy, V., Tsekhmistrenko, S., Melnichenko, Y., & Kharchyshyn, V. (2023). Effect of selenium nanoparticles obtained by the method of green synthesis with the participation of probiotics and flavonoids on metabolic and zootechnical parameters of broiler chickens.
- Dukare, S., Mir, N. A., Mandal, A. B., Dev, K., Begum, J., Tyagi, P. K., ... & Bhanja, S. K. (2020). Comparative study on the responses of broiler chicken to hot and humid environment supplemented with different dietary levels and sources of selenium. *Journal of Thermal Biology*, 88, 102515.
- El-Sayed, A., & Kamel, M. (2020). Advanced applications of nanotechnology in veterinary medicine. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 19073-19086.

- Farhangi-Abriz, S., & Torabian, S. (2018). Nano-silicon alters antioxidant activities of soybean seedlings under salt toxicity. *Protoplasma*, 255, 953-962.
- Ganguly, B., Verma, A. K., Singh, B., Das, A. K., Rastogi, S. K., Seidavi, A., ... & Giannenas, I. (2023). Green Synthesis of Silver Nanoparticles with Extract of Indian Ginseng and In Vitro Inhibitory Activity against Infectious Bursal Disease Virus. *Poultry*, 2(1), 12-22.
- Goh, E. G., Xu, X., & McCormick, P. G. (2014). Effect of particle size on the UV absorbance of zinc oxide nanoparticles. *Scripta Materialia*, 78, 49-52.
- Govindappa, M., Hemashekhar, B., Arthikala, M. K., Rai, V. R., & Ramachandra, Y. L. (2018). Characterization, antibacterial, antioxidant, antidiabetic, anti-inflammatory and antityrosinase activity of green synthesized silver nanoparticles using *Calophyllum tomentosum* leaves extract. *Results in Physics*, 9, 400-408.
- Gujel, A. A., Bandeira, M., Menti, C., Perondi, D., Guégan, R., Roesch-Ely, M., ... & Crespo, J. S. (2018). Evaluation of vulcanization nanoactivators with low zinc content: characterization of zinc oxides, cure, physico-mechanical properties, Zn²⁺ release in water and cytotoxic effect of EPDM compositions. *Polymer Engineering & Science*, 58(10), 1800-1809.
- Habeeb Rahuman, H. B., Dhandapani, R., Narayanan, S., Palanivel, V., Paramasivam, R., Subbarayalu, R., ... & Muthupandian, S. (2022). Medicinal plants mediated the green synthesis of silver nanoparticles and their biomedical applications. *IET nanobiotechnology*, 16(4), 115-144.
- Hassan, S., Hassan, F. U., & Rehman, M. S. U. (2020). Nano-particles of trace minerals in poultry nutrition: potential applications and future prospects. *Biological trace element research*, 195, 591-612.
- Hassan, S., Sharif, M., Mirza, M. A., & Rehman, M. S. U. (2023). Effect of Dietary Supplementation of Zinc Nanoparticles Prepared by Different Green Methods on Egg Production, Egg Quality, Bone Mineralization, and Antioxidant Capacity in Caged Layers. *Biological Trace Element Research*, 1-11.
- Hassanen, E. I., & Ragab, E. (2021). In vivo and in vitro assessments of the antibacterial potential of chitosan-silver nanocomposite against

- methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*–induced infection in rats. *Biological Trace Element Research*, 199(1), 244-257.
- Hosnedlova, B., Kepinska, M., Skalickova, S., Fernandez, C., Ruttkay-Nedecky, B., Peng, Q., ... & Kizek, R. (2018). Nano-selenium and its nanomedicine applications: a critical review. *International journal of nanomedicine*, 2107-2128.
- Hossain, N., Mobarak, M. H., Mimona, M. A., Islam, M. A., Hossain, A., Zohur, F. T., & Chowdhury, M. A. (2023). Advances and significances of nanoparticles in semiconductor applications–A review. *Results in Engineering*, 101347.
- Ijaz, I., Gilani, E., Nazir, A., & Bukhari, A. (2020). Detail review on chemical, physical and green synthesis, classification, characterizations and applications of nanoparticles. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 13(3), 223-245.
- Iqbal, J., Abbasi, B. A., Mahmood, T., Kanwal, S., Ahmad, R., & Ashraf, M. (2019). Plant-extract mediated green approach for the synthesis of ZnONPs: Characterization and evaluation of cytotoxic, antimicrobial and antioxidant potentials. *Journal of Molecular Structure*, 1189, 315-327.
- Ismail, M. I. M. (2020). Green synthesis and characterizations of copper nanoparticles. *Materials Chemistry and Physics*, 240, 122283.
- Jasim, J. Y., & Al-Tae, S. K. (2023). Evaluation of the role of green synthesis silver nanoparticles as adsorbents and protective agents for broilers tissue treated with aflatoxin. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 37(3), 675-681.
- Jin, S. E., & Jin, H. E. (2021). Antimicrobial activity of zinc oxide nano/microparticles and their combinations against pathogenic microorganisms for biomedical applications: From physicochemical characteristics to pharmacological aspects. *nanomaterials*, 11(2), 263.
- Jin, Z., Gao, S., Cui, X., Sun, D., & Zhao, K. (2019). Adjuvants and delivery systems based on polymeric nanoparticles for mucosal vaccines. *International journal of pharmaceutics*, 572, 118731.
- Karadağoğlu, Ö., Şahin, T., Ölmez, M., Ahsan, U., Özsoy, B., & Önk, K. (2019). Fatty acid composition of liver and breast meat of quails fed diets containing black cumin (*Nigella sativa* L.) and/or coriander (*Coriandrum*

- sativum L.) seeds as unsaturated fatty acid sources. *Livestock Science*, 223, 164-171.
- Karadağoğlu, Ö., Şahin, T., Ölmez, M., Yakan, A., & Özsoy, B. (2020). Changes in serum biochemical and lipid profile, and fatty acid composition of breast meat of broiler chickens fed supplemental grape seed extract. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 44(2), 182-190.
- Khan, A., Afzal, M., Rasool, K., Ameen, M., & Qureshi, N. A. (2023). In-vivo anticoccidial efficacy of green synthesized iron-oxide nanoparticles using *Ficus racemosa* Linn leaf extract.(Moraceae) against *Eimeria tenella* infection in broiler chicks. *Veterinary Parasitology*, 321, 110003.
- Khane, Y., Benouis, K., Albukhaty, S., Sulaiman, G. M., Abomughaid, M. M., Al Ali, A., ... & Dizge, N. (2022). Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous Citrus limon zest extract: Characterization and evaluation of their antioxidant and antimicrobial properties. *Nanomaterials*, 12(12), 2013.
- Khatami, M., Alijani, H. Q., Heli, H., & Sharifi, I. (2018). Rectangular shaped zinc oxide nanoparticles: Green synthesis by Stevia and its biomedical efficiency. *Ceramics International*, 44(13), 15596-15602.
- Lail, N. U., Sattar, A., Omer, M. O., Hafeez, M. A., Khalid, A. R., Mahmood, S., ... & Almutairi, M. M. (2023). Biosynthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles using *Nigella sativa* against coccidiosis in commercial poultry. *Scientific Reports*, 13(1), 6568.
- Latha, M., Sumathi, M., Manikandan, R., Arumugam, A., & Prabhu, N. M. (2015). Biocatalytic and antibacterial visualization of green synthesized silver nanoparticles using *Hemidesmus indicus*. *Microbial pathogenesis*, 82, 43-49.
- Maciel, M. V. D. O. B., da Rosa Almeida, A., Machado, M. H., Elias, W. C., da Rosa, C. G., Teixeira, G. L., ... & Barreto, P. L. M. (2020). Green synthesis, characteristics and antimicrobial activity of silver nanoparticles mediated by essential oils as reducing agents. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 28, 101746.
- Mahmoud, U. T., Abdel-Mohsein, H. S., Mahmoud, M. A., Amen, O. A., Hassan, R. I., Abd-El-Malek, A. M., ... & Osman, M. A. (2020). Effect

- of zinc oxide nanoparticles on broilers' performance and health status. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 2043-2054.
- Malaikannan, L., Marimuthu, P. N., Ramar, M., & Baskaralingam, V. (2012). Antibacterial effect of green synthesized silver nanoparticles against *Vibrio* sp. isolated from broiler chicken. *Journal of Advanced Scientific Research*, 3(04), 51-54.
- Malik, A. Q., Amin, O., Sathish, M., & Kumar, D. (2022). Synthesis, characterization, photocatalytic effect of CuS-ZnO nanocomposite on photodegradation of Congo red and phenol pollutant. *Inorganic Chemistry Communications*, 143, 109797. Formun Altı
- Malik, A. Q., Mir, T. U. G., Kumar, D., Mir, I. A., Rashid, A., Ayoub, M., & Shukla, S. (2023). A review on the green synthesis of nanoparticles, their biological applications, and photocatalytic efficiency against environmental toxins. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-28.
- Marappan, G., Beulah, P., Kumar, R. D., Muthuvel, S., & Govindasamy, P. (2017). Role of nanoparticles in animal and poultry nutrition: modes of action and applications in formulating feed additives and food processing. *International Journal of Pharmacology*, 13(7), 724-731.
- Marković, R., Ćirić, J., Starčević, M., Šefer, D., & Baltić, M. Ž. (2018). Effects of selenium source and level in diet on glutathione peroxidase activity, tissue selenium distribution, and growth performance in poultry. *Animal health research reviews*, 19(2), 166-176.
- Masood, K., Yasmin, H., Batool, S., Ilyas, N., Nosheen, A., Naz, R., ... & Althobaiti, F. (2021). A strategy for mitigating avian colibacillosis disease using plant growth promoting rhizobacteria and green synthesized zinc oxide nanoparticles. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(9), 4957-4968.
- Miroshnikov, S. A., Donnik, I. M., Yausheva, E. V., Kosyan, D. B., & Sizova, E. A. (2017). Research of opportunities for using iron nanoparticles and amino acids in poultry nutrition. *GEOMATE Journal*, 13(40), 124-131.
- Mohamed, D. A., Abdelsadek, M. S., & Abdel-Wareth, A. A. A. (2022). Green synthesis of copper oxide nanoparticles in broiler nutrition: Present perspectives and strategic future in climate change conditions. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*, 4(3), 203-222.

- Mohammadi, E., Janmohammadi, H., Olyayee, M., Helan, J. A., & Kalanaky, S. (2020). Nano selenium improves humoral immunity, growth performance and breast-muscle selenium concentration of broiler chickens. *Animal Production Science*, 60(16), 1902-1910.
- Mohammadi, H., Farzinpour, A., & Vaziry, A. (2017). Reproductive performance of breeder quails fed diets supplemented with L-cysteine-coated iron oxide nanoparticles. *Reproduction in Domestic Animals*, 52(2), 298-304
- Mohanta, Y. K., Panda, S. K., Jayabalan, R., Sharma, N., Bastia, A. K., & Mohanta, T. K. (2017). Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activity of silver nanoparticles synthesized by leaf extract of *Erythrina suberosa* (Roxb.). *Frontiers in molecular biosciences*, 4, 14.
- Mott, D., Galkowski, J., Wang, L., Luo, J., & Zhong, C. J. (2007). Synthesis of size-controlled and shaped copper nanoparticles. *Langmuir*, 23(10), 5740-5745.
- Nadaroglu, H., GÜNGÖR, A. A., & Selvi, İ. N. C. E. (2017). Synthesis of nanoparticles by green synthesis method. *International Journal of Innovative Research and Reviews*, 1(1), 6-9.
- Nagar, N., & Devra, V. (2018). Green synthesis and characterization of copper nanoparticles using *Azadirachta indica* leaves. *Materials chemistry and physics*, 213, 44-51.
- Neo, Z. Z. (2022). *Polyphenol-mediated green synthesis of zinc oxide particles and their antibacterial properties: a novel size-controlled approach* (Doctoral dissertation, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia).
- Oves, M., Rauf, M. A., Aslam, M., Qari, H. A., Sonbol, H., Ahmad, I., ... & Saeed, M. (2022). Green synthesis of silver nanoparticles by *Conocarpus Lancifolius* plant extract and their antimicrobial and anticancer activities. *Saudi journal of biological sciences*, 29(1), 460-471.
- Ölmez, M., Şahin, T., Aras, Ş. Y., Karadağoğlu, Ö., Sarı, E. K., Büyükbaki, H. G., ... & ŞERBETÇİ, İ. (2023). Using different levels of coated calcium sodium butyrate in the diet of quail on growth performance, duodenal histomorphology, and some biochemical parameters. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 47(2), 167-175.
- Ölmez, M., Şahin, T., Karadağoğlu, Ö., Yörük, M. A., Sari, E. K., Aras, Ş. Y., ... & Makav, M. (2022). Effect of herbal extract mixture on growth

- performance and antioxidant parameters in broilers. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 73(2), 4069-4076.
- Parveen, K., Banse, V., & Ledwani, L. (2016, April). Green synthesis of nanoparticles: Their advantages and disadvantages. In *AIP conference proceedings* (Vol. 1724, No. 1). AIP Publishing.
- Patra, A., & Lalhriatpuii, M. (2020). Progress and prospect of essential mineral nanoparticles in poultry nutrition and feeding—a review. *Biological trace element research*, 197(1), 233-253.
- Rad, S. S., Sani, A. M., & Mohseni, S. (2019). Biosynthesis, characterization and antimicrobial activities of zinc oxide nanoparticles from leaf extract of *Mentha pulegium* (L.). *Microbial pathogenesis*, 131, 239-245.
- Rahmatollah, D., Farzinpour, A., Vaziry, A., & Sadeghi, G. (2018). Effect of replacing dietary FeSO₄ with cysteine-coated Fe₃O₄ nanoparticles on quails. *Italian Journal of Animal Science*, 17(1), 121-127.
- Saadh, M. (2022). Potent antiviral effect of green synthesis silver nanoparticles on Newcastle disease virus. *Arabian Journal of Chemistry*, 15(7), 103899.
- Saleh, A. A., & El-Magd, M. A. (2018). Beneficial effects of dietary silver nanoparticles and silver nitrate on broiler nutrition. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 27031-27038.
- Salem, H. M., Ismael, E., & Shaalan, M. (2021). Evaluation of the effects of silver nanoparticles against experimentally induced necrotic enteritis in broiler chickens. *International journal of nanomedicine*, 6783-6796.
- Salgado, P., Mártire, D. O., & Vidal, G. (2019). Eucalyptus extracts-mediated synthesis of metallic and metal oxide nanoparticles: current status and perspectives. *Materials Research Express*, 6(8), 082006.
- Salimi, M., Rassi, Y., Chatrabgoun, O., Kamali, A., Oshaghi, M. A., Shiri-Ghaleh, V., ... & Parkhideh, S. Z. (2018). Toxicological analysis of insects on the corpse: a valuable source of information in forensic investigations. *Journal of arthropod-borne diseases*, 12(3), 219.
- Sánchez-López, E., Gomes, D., Esteruelas, G., Bonilla, L., Lopez-Machado, A. L., Galindo, R., ... & Souto, E. B. (2020). Metal-based nanoparticles as antimicrobial agents: an overview. *Nanomaterials*, 10(2), 292.
- Saravanan, M., Gopinath, V., Chaurasia, M. K., Syed, A., Ameen, F., & Purushothaman, N. (2018). Green synthesis of anisotropic zinc oxide

- nanoparticles with antibacterial and cytofriendly properties. *Microbial pathogenesis*, 115, 57-63.
- Scott, A., Vadalasetty, K. P., Chwalibog, A., & Sawosz, E. (2018). Copper nanoparticles as an alternative feed additive in poultry diet: a review. *Nanotechnology Reviews*, 7(1), 69-93.
- Selim, N. A., Radwan, N. L., Youssef, S. F., Eldin, T. S., & Elwafa, S. A. (2015). Effect of inclusion inorganic, organic or nano selenium forms in broiler diets on: 2-Physiological, immunological and toxicity statuses of broiler chicks. *International Journal of Poultry Science*, 14(3), 144-155.
- Shahid, S., Ejaz, A., Javed, M., Mansoor, S., Iqbal, S., Elkaeed, E. B., ... & Nazim Sarwar, M. (2022). The anti-inflammatory and free radical scavenging activities of bio-inspired nano magnesium oxide. *Frontiers in Materials*, 9, 875163.
- Singh, A., Singh, N. Á., Afzal, S., Singh, T., & Hussain, I. (2018). Zinc oxide nanoparticles: a review of their biological synthesis, antimicrobial activity, uptake, translocation and biotransformation in plants. *Journal of materials science*, 53(1), 185-201.
- Sizova, E., Miroshnikov, S., Lebedev, S. V., Kudasheva, A., & Ryabov, N. (2016). To the development of innovative mineral additives based on alloy of Fe and Co antagonists as an example. *Agricultural biology*, 51(4), 553-62.
- Şahin, T., Adıgüzel, A. H., Ölmez, M., & Karadağoğlu, Ö. (2020). Broyler Karma Yemlerine İlave Edilen Kekik Yağı (*Origanum vulgare*) ve Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) Tozu Karışımının Besi Performansı, Karkas Parametreleri ve Bazı İç Organ Ağırlıkları Üzerine Etkisi. *Journal of Animal Production/Hayvansal Üretim*, 61(2).
- Thiruvengadam, M., Chung, I. M., Gomathi, T., Ansari, M. A., Gopiesh Khanna, V., Babu, V., & Rajakumar, G. (2019). Synthesis, characterization and pharmacological potential of green synthesized copper nanoparticles. *Bioprocess and biosystems engineering*, 42, 1769-1777.
- Unni, V., Abishad, P., Prasastha Ram, V., Niveditha, P., Yasur, J., John, L., ... & Rawool, D. B. (2022). Green synthesis, and characterization of zinc oxide nanoparticles using *Piper longum* catkin extract and its in vitro

- antimicrobial activity against multi-drug-resistant non-typhoidal *Salmonella* spp. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*, 1-9.
- Vadalasetty, K. P., Lauridsen, C., Engberg, R. M., Vadalasetty, R., Kutwin, M., Chwalibog, A., & Sawosz, E. (2018). Influence of silver nanoparticles on growth and health of broiler chickens after infection with *Campylobacter jejuni*. *BMC veterinary research*, *14*(1), 1-11.
- Vijayaram, S., Razafindralambo, H., Sun, Y. Z., Vasantharaj, S., Ghafarifarsani, H., Hoseinifar, S. H., & Raeeszadeh, M. (2023). Applications of Green Synthesized Metal Nanoparticles—A Review. *Biological Trace Element Research*, 1-27.
- Wang, C. L., XING, G. Z., WANG, L. S., LI, S. F., ZHANG, L. Y., Lin, L. U., ... & LIAO, X. D. (2021). Effects of selenium source and level on growth performance, antioxidative ability and meat quality of broilers. *Journal of Integrative Agriculture*, *20*(1), 227-235.
- Wang, C., Zhang, L., Su, W., Ying, Z., He, J., Zhang, L., ... & Wang, T. (2017a). Zinc oxide nanoparticles as a substitute for zinc oxide or colistin sulfate: Effects on growth, serum enzymes, zinc deposition, intestinal morphology and epithelial barrier in weaned piglets. *PLoS one*, *12*(7), e0181136
- Wang, L., Hu, C., & Shao, L. (2017b). The antimicrobial activity of nanoparticles: present situation and prospects for the future. *International journal of nanomedicine*, 1227-1249.
- Wankar, S., Walake, S., Gumathannavar, R., Sapre, N., & Kulkarni, A. (2022). The era of green nanomaterials for sensing. *Innovations in green nanoscience and nanotechnology*, 209-225.
- Xia, I. F., Cheung, J. S., Wu, M., Wong, K. S., Kong, H. K., Zheng, X. T., ... & Kwok, K. W. (2019). Dietary chitosan-selenium nanoparticle (CTS-SeNP) enhance immunity and disease resistance in zebrafish. *Fish & shellfish immunology*, *87*, 449-459.
- Yang, H., Zou, H., Chen, M., Li, S., Jin, J., & Ma, J. (2017). The green synthesis of ultrafine palladium-phosphorus alloyed nanoparticles anchored on polydopamine functionalized graphene used as an excellent electrocatalyst for ethanol oxidation. *Inorganic Chemistry Frontiers*, *4*(11), 1881-1887.

- Zhang, J., Li, Z., Yu, C., Liu, H., Zhou, B., Zhang, X., ... & Wang, C. (2022). Efficacy of using zinc oxide nanoparticle as a substitute to antibiotic growth promoter and zinc sulphate for growth performance, antioxidant capacity, immunity and intestinal barrier function in broilers. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 562-576.
- Zoroddu, M. A., Medici, S., Ledda, A., Nurchi, V. M., Lachowicz, J. I., & Peana, M. (2014). Toxicity of nanoparticles. *Curr. Med. Chem*, 21(33), 3837-3853.

BÖLÜM 3

YUMURTACI TAVUK VE BROYLERLERDE BAZI MAYA YAN ÜRÜNLERİNİN KULLANIMI

Prof. Dr. Tarkan ŞAHİN¹

Doç. Dr. Özlem KARADAĞOĞLU²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10433593>

¹ Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, tarkants7@hotmail.com, ORCID ID:0000-0003-0155-2707

² Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, drozlemkaya@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5917-9565

GİRİŞ

Dünya genelinde tüketimi en yaygın hayvansal ürünler arasında kanatlı hayvan ürünleri olan et ve yumurta gelmektedir. Bu ürünler yüksek protein içeriği ve kalitesinin yanında diğer besinsel öğeleri de içermektedir. Son 50 yıla bakıldığında tüketimlerinin istikrarlı şekilde arttığı ve gelecekte daha da artacağı beklenmektedir (OECD/FAO, 2021). Pazar talebini karşılamak için üretimde büyük iyileştirmeler yapılmaya çalışılmış ancak yüksek büyüme ve üretim performansı ve optimal sağlık durumlarını sürdürmeleri için genetik potansiyellerinin de önem taşıdığı bildirilmiştir (Kim ve ark. 2019). Hayvanların sağlığını koruyabilmek için benimsenen stratejiler arasında beslenme önemli bir rol oynamaktadır (Şahin ve ark. 2020). Bu bağlamda, çok sayıda yem katkı maddesi ve nutrasötik maddeler büyük ilgi görmüştür (Şahin ve ark. 2020; Ölmez ve ark. 2020). Bunlar arasında mayalar öne çıkan en önemli katkı maddelerinden biridir (Pandey ve ark. 2019).

Mayalar, mantarlar aleminde sınıflandırılan tek hücreli ökaryotik mikroorganizmalardır (Bennett ve ark. 1998). Yaklaşık 500 farklı maya türü mevcuttur ancak bunlardan yalnızca birkaçı ticari olarak kullanılmaktadır. Avrupa Yem Güvenliği Otoritesi'ne (EFSA) göre QPS (Nitelikli Güvenlik Karinesi) özelliğine sahip olan *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*), yem endüstrisinde büyük ölçüde kullanılmaktadır. Hayvansal üretimde uygulama alanı olan diğer mayalar, *Kluyveromyces marxianus* (peynir altı suyu mayası olarak da bilinir) ve *Candida utilis*'tir (Shurson ve ark. 2018). Günümüzde, probiyotik aktiviteleri için kullanılan canlı mayalar ve prebiyotik aktiviteleri için beslenen mayalar (yani, β -glukanlar ve mannanlar gibi maya hücresi bileşenleri) dahil olmak üzere çok sayıda maya ve maya türeği mevcuttur. Bunların yanı sıra, yüksek besin içerikleri (proteinler, amino asitler, enerji ve mikro besinler) nedeniyle kullanılan selenyum mayası ve besin mayaları gibi özel maya ürünleri de bulunmaktadır (Vohra ve ark. 2016).

1. MAYA BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİ

Mayaların hücre duvarı esas olarak polisakkaritlerden ve proteinlerden oluşmaktadır (Kogan ve Kocher 2007). Polisakkaritler hücre duvarının yaklaşık %75-85'ini oluştururken proteinler kalan %15-25'i oluşturur. Hücre duvarının

uzun zincirli polisakkaritleri arasında suda çözünen mannanlar ile suda çözünen ve çözünmeyen glukolar ve kitin bulunur (Korolenko ve ark. 2019); a-D-mannanlar ve β -D-glukolar iki ana polisakkarit tipini temsil eder. Hücre duvarı polisakkaritleri, maya türlerine bağlı olarak farklı oranlarda bulunur ancak *S. cerevisiae*'de mannan ve glukolar miktarı neredeyse eşittir (Nguyen ve ark. 1998). Proteinler, mannoproteinler formundaki mannanlarla kovalent bağ oluşturur. Mannan, glikoproteinlerin polisakkarit kısmının genel adıdır ve genellikle bağlantılı mannoz grubunun doğrusal bir polimeri ile temsil edilir (Ruiz-Herra, 1991). Maya mannani, α (1-6), α (1-2) ve α (1-3)-bağlı dallarını içerir. α -D-mannanlarının antioksidan özelliklere sahip olduğu ve tehlikeli radikal metabolitleri ile etkileşime girerek mikotoksinlerin zararlı etkilerine karşı koyma yeteneğine sahip olduğu bildirilmektedir (Madrigal-Bujaidar 2002). Birçok bağırsak bakteriyel patojeni, bağırsak ve bağırsakların mannoz açısından zengin epitel yüzeyi yoluyla yapışmaya ve ardından kolonizasyona ve enfeksiyona neden olan mannoza özgü lektinlere sahiptir (Baumler ve ark. 1997). Korcová ve ark. (2015) mannanların, mannosile edilmiş bileşiklerini tanıyan ve endositozlarını kolaylaştıran, patojenlerden korunmaya katılan transmembran glikoprotein reseptörleri ile etkileşim yoluyla makrofajları in vivo olarak uyardığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, mannanların makrofaj mannoz reseptörü ile etkileşimi ve ardından fagositozun uyarılması, IL-1, TNF ve reaktif oksijen ara maddeleri gibi salgı ürünlerinin salınmasını aktif olarak indüklemekte ve dolayısıyla antijenlerin azalmasına yol açmaktadır (Cutler ve ark. 1998). Sonuç olarak, makrofajları devreye sokarak dolaşımdaki aterosklerotik lipoproteinlerin uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır (Goncharova ve ark. 2016).

Glukolar, d-glukopiranosil bazlı polisakkaritler olarak, (1→3)- β -D-glukolar ve (1→6)- β -D-glukoların kovalent bağlı kombinasyonu ile oluşturulur. Kanatlılarda β -glukoların bağırsak sağlığını iyileştirdiği ve anti-inflamatuar etki yoluyla bağışıklık sistemini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Jacob ve ark. 2017). β -glukoların bağışıklık sistemini uyaran beyaz kan hücresi büyümesini artırdığı ve immünolojik tepkiyi iyileştirdiği de bulunmuştur (Omara ve ark. 2021). Kümes hayvanlarının diyetine β -glukoların eklenmesi, goblet hücrelerinin sayısını arttırmış ve goblet hücrelerinde müsin-2 sentezini arttırmıştır (Schwartz ve ark. 2021). Ayrıca, maya β -D-glukolarının en önemli

özelliklerinden biri, çeşitli mikotoksinleri absorbe edebilmeleridir. Dolayısıyla bunların hayvan diyetlerine dahil edilmesi, bu bileşiklerin tehlikeli etkilerinin baskılanmasına yol açabilir. β -glukan uygulamasıyla ilişkili çok sayıda faydalı etki arasında en etkili sonuçlara, *Saccharomyces cerevisiae* mayasından elde edilen β -glukan ile varılmıştır. Bu özellikleri nedeniyle β -glukanlar, kanatlı diyetlerinde antibiyotik kullanımını azaltmak için kullanılmaya başlanmıştır (Schwartz ve ark. 2021).

Kitin, N-asetilglukosaminden (N-asetil D-glukozamin) oluşan ve mayanın dış iskeletinde mannan ve glukanlardan daha düşük bir konsantrasyonda bulunan bir polisakarittir. Biyobozunabilirlik, biyouyumluluk, antijenik olmama ve toksik olmama gibi pozitif biyolojik özelliklerinden dolayı kitin ve kitosan son yıllarda araştırmacıların ilgisini çekmiştir (Shahidi ve ark. 2005). Hossain ve Blair (2007), kitinin bir yem bileşeni olarak bir miktar besin değerine sahip olduğunu ve kül içeriğinin oldukça yüksek olmasına (260 g/kg) ve izole edilmiş kitinin enerji değerinin yaklaşık 1000 g/kg olmasına rağmen herhangi bir olumsuz etki olmadan kümes hayvanlarına verilebildiğini gözlemlemiştir. Kitinin protein sindirilebilirliği ve amino asit içeriği, kümes hayvanları için iyi bir protein ve amino asit kaynağı olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir (Hossain ve ark. 2007).

Mannan oligosakkaritler (MOS), gastrointestinal sistemdeki belirli mikroorganizmalar için prebiyotik özellik taşırlar ve böylece bağırsakta faydalı bakterilerin büyümesini teşvik ederler (Spring ve ark. 2016). Spring ve ark. (2015), MOS' un evcil hayvanlar, at, tavşan, tavuk, domuz, buzağı ve diğer su ürünleri türlerinin beslenmesindeki etkilerine ilişkin yayınlanmış 733 deneyi analiz ederek MOS'un genel olarak canlı ağırlık artışını (CAA) ve yemden yararlanma oranını (YDO) iyileştirdiğini ortaya koymuşlardır. MOS, gastrointestinal sistemdeki patojenlere bağlanarak kolonizasyonları sınırlayıp, bağırsak mukozasının bütünlüğünü artırır ve bağışıklık sistemi aktivitesini etkileyerek muhtemelen antioksidan, immünomodülatör ve antimutajenik savunmalarda rol oynamaktadır (Yang ve ark. 2009; Xiao ve ark. 2012). Aşılınmış tavukların diyetlerindeki 1, 2 ve 3 g/kg MOS aynı zamanda humoral bağışıklık tepkisini güçlendirerek kuş gribi virüsüne karşı antikor titresini oldukça arttırmıştır (Tohid ve ark. 2010).

Mannoproteinler (MPT'ler), ağırlıkça %15-90 mannoz içeren glikoproteinlerdir ve β -glukan ve kitin gibi diğer hücre duvarı bileşenleriyle ilişkilidirler (Cohen ve ark. 1981). Nekrotik enteritten etkilenmiş kanatlılarda, saf maya hücre duvarı bileşenlerinden oluşan MPT ve β -glukan içeren katkı maddesinin, hastalığın şiddetini azaltması ile beraber CAA ve bağırsak florasını da olumlu yönde etkilemiştir. (Johnson ve ark. 2020).

Nükleotidler, hayvanların fizyolojik fonksiyonlarında hayati rol oynayan, düşük moleküler ağırlığına ve hücre içi özelliklere sahip biyoaktif moleküllerdir. (Gil 2002; Sauer ve ark. 2011) diyetdeki nükleotidlerin, vücudun immünolojik ve gastrointestinal fonksiyonlarını ayarlamak ve bağırsak florasını optimize etmek için anahtar besin maddeleri olduğunu vurgulamaktadır. Tek mideli hayvanların diyetlerine nükleotidlerin eklenmesinin bağırsak morfolojisini ve fonksiyonunu, bağışıklık tepkisini, bağırsak mikrobiyota kompozisyonunu, karaciğer fonksiyonunu ve morfolojisini ve büyüme performansını etkileyebileceğine dair artan çalışmalar vardır (Wu ve ark. 2018; Sauer ve ark. 2011). Bu nedenle maya ve maya içeren ürünlerin nükleik asit içeriğini bilmek kritik öneme sahiptir (Sauer ve ark. 2011). Keza, kanatlı hayvanlara maya nükleotidlerinin eklenmesi ile IBV aşısına karşı daha hızlı ve daha güçlü bir antikor tepkisi oluşturulmasına yardımcı olabileceği, bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliğini ve zenginliğini artırabileceği bildirilmiştir (Wu ve ark. 2018).

Tüm bunlara ilaveten daha önce açıklanan biyoaktif moleküllere ek olarak maya hücreleri; fenolik asitler, flavonoidler, karotenoidler ve peptitler gibi fonksiyonel bileşenlerle birlikte vitaminler, mineraller ve amino asitler gibi ek elementlerin de kaynağıdır (Feldmann, 2012).

2. BAZI MAYA YAN ÜRÜNLERİ

Probiyotik aktiviteleri için kullanılan canlı mayalar ve prebiyotik aktiviteleri için beslenen fraksiyone mayalar (yani β -glukanlar ve mannanlar gibi maya hücresi bileşenleri) dahil olmak üzere piyasada çok sayıda maya ve maya türevi mevcuttur (Perricone ve ark. 2022).

Bira mayası hücrelerinden (*Saccharomyces cerevisiae*) üretilen hidrolize maya (HM), spesifik enzimatik hidroliz yoluyla hücrenin parçalanmasını aktive etmektedir. Yüksek miktarda sindirilebilir ham protein (%41,3 kuru baz) ve glutamik asit (%4,16) dahil tüm esansiyel amino asitleri (%2,71 lizin) içermektedir (Sampath ve ark. 2023). Hidrolize maya, otoliz ve hidroliz işlemlerinin en çok kullanıldığı farklı stratejilerle elde edilebilen nispeten yeni bir yem katkı maddesidir. Otoliz, hücre içindeki hücre bileşenlerini çözündürmek için hücre içi enzimlerin aktivasyonuna dayanan bir bozunma sürecidir. Enzimatik hidroliz ise hücre duvarını kırmak için farklı sindirim enzimlerine dayanır. Bu nedenle HM, lizis işleminden elde edilen maya kalıntısının toplam içeriğinden oluşur ve dolayısıyla B vitaminleri, amino asitler, nükleotidler, β -glukan ve mannan oligosakkaritleri içerir (Araujo ve ark. 2018). Maya lizis işleminin seçimi kesinlikle içeriğin geri kazanılmasıyla ilgilidir; otoliz gibi diğer işlemlerle karşılaştırıldığında enzimatik hidroliz yöntemi önemli ölçüde daha hızlıdır ve daha yüksek bir geri kazanım verimine sahiptir (Takaloo ve ark. 2020).

Otolize mayalar, özellikle yem lezzetini arttırmak ve hayvanların daha iyi sağlık ve sindirim elde etmelerini desteklemek amacıyla hayvancılık endüstrisi tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Hidrolize mayalar ise, hayvan yemi için alternatif bir protein kaynağı olarak genç hayvanların büyümesini ve sağlığını desteklemek için hem besinsel hem de fonksiyonel faydalar sunmaktadır (Sampath ve ark. 2023).

Belirli bir fermantasyon işlemi sırasında oluşan maya biyokütlesi ve fermantasyon metabolitlerinin bir kombinasyonu olan maya kültürleri (MK) ise oldukça değerli bir üründür. Bununla beraber MK'leri canlı maya hücrelerinin belirli kültür ortamlarına aşılması ve belirli koşullar altında fermente edilmesi ve ardından fermente ortamın tamamının kurutulması yoluyla elde edilmektedir.

Prebiyotik ve probiyotik mayalar hayvancılık sektöründe yaygın olarak kullanılmasına rağmen, hidrolize maya, otolize maya ve maya kültürü gibi maya ürünleri üzerine yapılan araştırmalar hala sınırlı sayıdadır.

3. HİDROLİZE VE OTOLİZE MAYALARIN YUMURTACI TAVUK VE BROYLERLERDE KULLANIMI

3.1. Büyüme Performansı ve Yumurta Üretimi Üzerine Etkileri

Kanatlı hayvanlarda Hidrolize maya (HM) kullanımı genel olarak CAA ve daha iyi YDO sağlamaktadır. Böylece büyüme performansı olumlu şekilde arttırmaktadır. Ancak, HM etkinliği kanatlı hayvanlarda farklı büyütme dönemlerinde değişkenlik gösterebilmektedir. En iyi performans sonuçlarının büyütme dönemi başında ve ortasında elde edildiği Muthusamy ve ark. (2011) tarafından bildirilmiştir. HM etkinliğinin yetiştirme aşamasının yanı sıra, yemdeki oranına da bağlı olduğu görülmektedir. Sampath ve ark. (2021), broyler rasyonlarına farklı dozlarda hidrolize maya ilavesinin broylerlerde performans, et kalitesi, barsak mikroflorası ve kan parametreleri üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada, daha yüksek oranda HM katılan deneme gruplarında performans ve diğer parametreler üzerine daha etkili sonuçlar elde edildiği görülmüştür. HM ilavesinin CAA ve YDO üzerine etkileri, 5 g/kg HM ile beslenen broyler damızlık tavukların civcivlerinde de çalışılmış ve iyi sonuçlar alındığı bildirilmiştir (Araujo ve ark. 2018). Etlik piliçlerde (Ahiwe ve ark. 2020) ve bıldırcınlarda (Bolacali ve ark. 2017) enzimatik hidrolize maya (EHM) veya otolize maya (OM) uygulandığında daha yüksek büyüme performansı gözlenmiştir. 1,5 g/kg OM takviye edilen yem ile beslenen piliçlerde genel olarak CAA'nı olumlu yönde etkilemiş ve YYO'nı iyileştirmiştir.

HM ve OM uygulamasının damızlık ve yumurtacı tavukların üretim performansına da faydalı etkileri bulunmaktadır. Spesifik olarak, yumurta tavuklarının diyetlerine OM'nin dahil edilmesi yumurta üretimini ve ağırlığını arttırmıştır (Yalçın ve ark. 2010). Öte yandan Araujo ve ark. (2018) damızlık tavukların diyetine HM katılmasının, yumurta üretimini %2,14 artırdığını, kuluçka ve fertil yumurtalar için kuluçka veriminin sırasıyla %4,79 ve %2,56 artmasına yol açtığını bildirmişlerdir.

Genel olarak HM, EHM veya OM'nin broyler ve damızlık performansı üzerindeki olumlu etkileri, bağırsak mikroorganizmaları üzerindeki prebiyotik ve probiyotik aktiviteleriyle ilişkilendirilebilir; bu da daha sağlıklı bir bağırsak

ve daha iyi yem değerlendirilmesiyle sonuçlanır. Embriyo gelişimi için kullanılan yumurtalardaki besin birikiminin yanı sıra besin kullanımındaki iyileşme, kümes hayvanlarında CAA'nın artmasına ve YDO'nun iyileşmesine neden olmaktadır (Araujo ve ark. 2018). Büyüme performansı üzerinde gözlemlenen faydalı etkiler, bağırsak mikrobiyotasının MOS ve β -glukanlar gibi maya bileşenleri tarafından uygulanan aktiviteyle açıklanabilir. Bu durum kısa zincirli yağ asitlerinin üretiminin artmasına neden olarak, enterositler için bir enerji kaynağı oluşturmaktadır (Bortoluzzi ve ark. 2018).

3.2. Karkas Verimi ve Ürün Kalitesine Etkileri

HM'nin etlik piliçlerin büyüme performansı üzerindeki yararlı etkileri kesim ağırlıklarına da doğrudan yansımaktadır. Farklı çalışmalar, HM, OM ve EHM'nin, rasyona 0,5-5 g/kg arasında değişen oranlarda katılması ile etlik piliçlerde veya damızlık yumurtacı yavrularında kesim performansını iyileştirdiğini kanıtlamıştır (Araujo ve ark. 2018; Ahiwe ve ark. 2020; Gomez ve ark. 2011). Bıldırcınlarda OM'nin kesim performansı üzerindeki faydalı etkileri doğrulanmış olup, cinsiyete göre bazı farklılıklar olmakla birlikte kesim ağırlığı ile sıcak ve soğuk karkas ağırlıklarının arttığı, ayrıca, maya ilavesi ile en çok etkilenen parametrelerin karkas verimi, göğüs ve but ağırlıkları olduğunu tespit edilmiştir. (Bolacali ve ark. 2017). Aynı zamanda OM'nin piliçlerde karın yağı ağırlığında bir azalmaya neden olduğu sonucuna varılmıştır (Yalçın ve ark. 2013). Yumurta kalitesine etkileri açısından yapılan çalışmalarda yumurta tavuğu diyetlerine OM'nin ilave edilmesinin yumurta sarısı-kolesterol içeriğini azalttığı ve yağ asidi kompozisyonunu etkileyerek toplam doymuş yağ asitleri ve doymuş/doymamış yağ asidi oranını arttırdığı gözlemlenmiştir (Yalçın ve ark. 2010; Yalçın ve ark. 2012). Yapılan çalışmalarda, kanatlı diyetlerine maya ilavesinin karkas randımanını iyileştirdiği, et kalitesini artırdığı tespit edilmiştir. Bu da HM'nin bağırsak ortamını iyileştirip yem değerlendirilmesini arttırdığını ve böylece iyileşme sağlandığını göstermektedir (Araujo ve ark. 2018; Yalçın ve ark. 2010; Yalçın ve ark. 2012).

3.3. Bağışıklık ve Oksidatif Durum Üzerindeki Etkiler

Hidrolize maya, kümes hayvanlarında hem hücresel hem de humoral bağışıklık üzerinde etkili olan hücrelere de etki etmektedir (Yalçın ve ark. 2013). Bortoluzzi ve ark. (2018), etlik piliçlerin diyetinde 2 ve 4 g/kg OM uygulaması ile, daha düşük sayıda B lenfosit saptamış ve yardımcı T hücrelerinin sayısının azalmasına neden olduğunu tespit ederek lokal bağışıklığı da iyileştirebileceğini bildirmişlerdir. Kan dolaşımında aktive edilmiş T-sitotoksik lenfositlerin sayısının azalması ile bu hücreler bağırsakta bulunan lamina propriaya doğru hareket edebileceği ve böylece bağışıklığın da iyileşebileceği kanaatine varılmıştır. Aynı çalışmada OM'nin ileal dokudaki immün gen ekspresyonu üzerindeki etkisi de araştırılmış ve maya ürünlerinin geçiş reseptörlerinin ve sitokinlerin ekspresyonunu ayarlayarak hayvanların doğuştan gelen bağışıklık tepkisini uyardığı bildirilmiştir. (Yıtbarek ve ark. 2013). Bortoluzzi ve ark. (2018) ve Ahiwe ve ark. (2019), etlik piliç diyetlerine OM ilavesinin, beyaz kan hücrelerinde ve lenfosit ve monosit sayılarında modülasyona veya azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Aksine, Attia ve ark. (2017) rasyonlarına HM ilave edilen piliçlerin beyaz kan hücreleri, lenfositler ve heterofil sayılarında önemli bir artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Farklı araştırmacılar HM'nin humoral bağışıklık tepkisi üzerindeki etkisini esas olarak aşılama yoluyla araştırmışlardır. Çalışmaların çoğu, etlik piliçlerin diyetinde HM uygulamasının (1 g/kg veya 2 g/kg), Newcastle hastalığına (NCD), kuş gribine (AIV) ve enfeksiyon bursa hastalığına (IBDV) karşı daha yüksek antikor titreleriyle sonuçlandığını göstermektedir (Muthusamy ve ark. 2011; Attia ve ark. 2017). Ancak sonuçta NCD titreleri ve immünooglobulin A düzeylerinde etkinlik eksikliği olduğu bulunmuştur (Pahlavanzadeh ve ark. 2021; Ahiwe ve ark. 2019).

Yalçın ve ark. (2013), koyun kırmızısı kan hücresi (SRBC) enjeksiyonunu kullanarak, diyetlerinde 2 g/kg OM içeren etlik piliçlerde ve yumurta tavuklarında antikor üretimini arttırdığını bildirmişlerdir. Attia ve ark. (2017) HM uygulamasının timus ve bursa fabricius ağırlıklarında artışa ve bursa fabricius folikül çapının büyümesine neden olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan Ahiwe ve ark. (2020), hidrolize maya hücre duvarı ekstraktı ile beslenen ve *Eimeria* veya *C. Perfringens* ile enfekte olan piliçlerde dalak ağırlığının

azaldığını bildirmiştir. Bununla birlikte Ahiwe ve ark. (2020), *Salmonella* lipopolisakaridleri ile enfekte olan etlik piliçlerin diyetinde 2 g/kg OM eklenen yem ile beslemenin, dalak ve bursa fabricus ağırlıklarında önemli bir fark yaratmadığını bildirmişlerdir.

HM, bağışıklık tepkisini ayarlamının yanı sıra hayvanların oksidatif durumunu da ayarlama potansiyeline sahip olabilir. Bu konuda çok az bilgi mevcut olmasına rağmen, etlik piliçlere HM uygulamasının SOD, GSH, GPX ve TAC'ın serum konsantrasyonlarını ayarladığı bulunmuştur (Attia ve ark. 2017).

3.4. Bağırsak Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Bağırsak sağlığının ve bağırsak mikrobiyotasının ayarlanabilmesi açısından HM'nin yararlı etkileri bulunmaktadır. HM'nin bağırsak mikrobiyal profilini güçlendirdiği bildirilmiş, ancak HM'nin bağırsak mikrobiyal profili üzerindeki etkilerini derinlemesine (örneğin, yeni nesil dizileme (NGS) teknolojileri aracılığıyla) araştıran çalışma eksikliği bulunmaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, HM'nin bağırsak ekolojisi üzerindeki etkisini değerlendiren tüm çalışmalar, ekime bağlı yaklaşımlara dayanıyordu. Farklı araştırmacılar HM'nin *Lactobacillus* sayısı üzerindeki etkisini araştırmış ve 1-2 g/kg HM ilave edilen diyetleri tüketen piliçlerin dışkıında ve ileal sindiriminde doğrusal bir artış olduğunu bildirmişlerdir (Sampath ve ark. 202; Muthusamy ve ark. 2011).

Diğer araştırmacılar HM'nin patojenleri kontrol etme potansiyelini araştırarak zıt sonuçlar bildirmişlerdir (Park ve ark 2020; Yalçın ve ark. 2013). Park ve ark. (2020), farklı seviyelerde HM ile beslenen yumurta tavuklarının dışkıında *E. coli*'de azalma olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma verileri, HM (Sampath ve ark. 2021) veya OM (Yalçın ve ark. 2013) tüketen etlik piliçlerde gözlemlenen sonuçlarla paraleldir. Bu çalışmalarla uyum içerisinde olan bir diğer çalışmada ise; HM ile beslenen piliçlerin sindirim sisteminde *E. coli* ve *Salmonella spp.* sayılarının daha düşük olduğunu bildirilmiştir. Ancak aynı araştırmacılar, ince bağırsak mukozasında *E.coli* ve *Salmonella* sayılarının arttığını gözlemlemiş ve bu HM'nin etkisi ile goblet hücrelerindeki müsin

salgısının artması sonucu mukozal seviyede bakteri sayının artmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Diyetlere HM ve OM ilavesi, bağırsak mikrobiyotasının ayarlamasının yanı sıra, bağırsak morfolojisini de düzenleyerek bağırsak sağlığını iyileştirebilmektedir. Muthusami ve ark. (2011) ilk olarak ve Sampath ve ark. (2021) yakın zamanda olmak üzere, HM ilave edilen diyetlerle beslenen piliçlerde jejunumda villus yüksekliğinin arttığını, ileumda villus genişliğinin arttığını ve duodenum, jejunum ve ileumda goblet hücrelerinin sayısının arttığını bildirmişlerdir. Ancak kript derinliği ve muskularis mukoza tabakasının kalınlığı diyet ilavesinden etkilenmemiştir.

3.5. Besin Maddelerinin Sindirilebilirliği Üzerindeki Etkileri

Hidrolize ve otolize maya, hayvan bağırsak sağlığını iyileştirerek besin madde sindirimini ve emilimini iyileştirme potansiyeline sahiptir. Ayrıca geçmişte HM ilave edilen yemi tüketen kanatlı hayvanlarda besin sindirilebilirliği ve kullanımı üzerine yapılan birkaç çalışma, farklı besin maddelerinde genel bir artış gözlemlendiğini göstermektedir. Yeme 1 ila 2 g/kg HM veya EHM ilave edilen diyetlerle yapılan çalışmaların çoğunda kuru madde, nitrojen, protein, kül ve enerji sindirilebilirliğinde iyileşme olduğu bildirilmiştir (Sampath ve ark. 2021; Ahiwe ve ark. 2020; Gomez ve ark. 2011). Kümes hayvanlarında, artan besin sindirilebilirliği ve kullanımı, faydalı mikroorganizma çoğalması için substrat görevi görebilen veya bağırsak mukozasında trofik aktiviteyi açıklayan β -glukan ve MOS gibi HM bileşenlerine bağlanabilir (Zhang ve ark. 2005). Bahsedilen etkilerin yanında HM'nin diğer etki mekanizmaları, artan pankreatik-protein-enzim aktivitesine (daha yüksek pankreatik doku-protein içeriği) ve ileal protein sindirilebilirliğinin artmasına yol açan daha yüksek tripsin ve kimotripsin aktivitesi de bulunmaktadır (Ahiwe ve ark. 2020). Dahası, MOS'un kendisinin amilaz, proteaz ve lipaz gibi iyi bir sindirim enzimi kaynağı olabileceği bildirilmiştir (Panda ve ark. 2006).

Yumurta tavuklarında diyetlere HM takviyesine ilişkin referanslar çok azdır ancak piliçlerde gözlemlenene benzer şekilde, yeme ilave edilen farklı HM miktarları, kuru maddede ve nitrojen sindirilebilirliğinde doğrusal bir artışa

neden olmuştur. Bununla birlikte, etçi tavuklarda HM ve EHM'nin enerji sindirilebilirliğini arttırdığı bulunurken, enerji sindirilebilirliğinin kontrol hayvanları ile HM alan hayvanlar arasında önemli bir fark göstermediği bildirilmiştir (Park ve ark. 2020).

4. MAYA KÜLTÜRÜNÜN YUMURTACI TAVUK VE BROYLERLERDE KULLANIMI

4.1. Büyüme Performansı ve Yumurta Üretimi Üzerine Etkileri

Mayadan elde edilen ürünlerin kanatlıların büyümesi ve refahı üzerinde potansiyel etkileri olduğu iyi bilinmektedir (Alagawany ve ark. 2023). Son yıllarda yapılan çalışmalara göre, MK'nin metabolik ürünlerinin (yani postbiyotiklerin), fitaz ile sinerjistik olarak hareket edebileceği, besin kullanımının artmasına ve fitat içeriğinin azalmasına yol açabileceği ve bunun sonunda büyüme performansının artmasına yol açabileceği görülmüştür. Özellikle, MK'nin tek başına (Sacakli ve ark. 2021) veya fitazla kombinasyon halinde (Chuang ve ark. 2021) uygulandığında besleme döneminin ilk aşamasında CAA'nı iyileştirdiği bildirilmektedir. Bunun aksine yapılan bazı çalışmalarda ise büyüme aşamasında ve tüm çalışma dönemi boyunca (1 ila 42 günlük yaş arası) değişen MK seviyelerinin CA ve ortalama günlük kazanç (OGK) üzerinde önemli bir etkisi olduğunu gözlemlenmiştir (Gao ve ark. 2008; Gao ve ark. 2009; Fathi ve ark. 2012). Başlıca etkileri CA ve CAA'nı iyileşme olarak gözlemlenirken, yapılan çalışmaların çoğu piliçlere MK takviyesinin birkaç istisna dışında (Gao ve ark. 2009; Soleimanpour ve ark. 2020) yem tüketimi (YT) üzerinde etkili olmadığını bildirmektedir (Chuang ve ark. 2019; Zhao ve ark. 2019; Sacakli ve ark. 2011; Hoque ve ark. 2020). Sonuç olarak, çalışmaların çoğunda MK, YYO'nını etkilemediği (Gao ve ark. 2009; Chuang ve ark. 2019; Sacakli ve ark. 2011; Kiros ve ark. 2019; Al-Mansour ve ark. 2011) ancak Gao ve ark. (2008), etlik piliçlere 2,5 g/kg MK ilave edilen diyet verildiğinde, yetiştirme aşamasında ve tüm deney periyodu boyunca YYO'nını artırdığı bildirilmiştir.

MK'nin büyüme performansı üzerindeki olumlu etkilerinin, stresteki azalma ve bağışıklık tepkisinin ayarlanmasıyla bağlantılı olduğu düşünüldüğünden, bazı çalışmalar canlı koksidiyoz aşısı (Roto ve ark. 2017)

veya aflatoksin içeren bir diyetle besleme (Osweiler ve ark. 2010), gibi zorlu koşullar sağlayarak MK takviyesinin Salmonella enfeksiyonundan sonra CA ve CAA üzerindeki olumlu etkilerini doğrulamaktadır. Çalışmaların çoğu etlik piliçler üzerinde yürütülürken, diğer kümes hayvanı türlerinde MK'nin etkilerini araştıran çok az çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda da sonuçlar YT veya YYO'dan çok artan CA ile ilgilidir. Yumurta tavuklarında ve yumurtacı piliçlerde, değişen seviyelerde MK'nin eklenmesi, hem zorlu (Nidamanuri ve ark. 2021; Nisamanuri ve ark. 2022; Elliott ve ark. 2020) hem de normal koşullar (Yalçın ve ark. 2008) altında CA ve CAA'nın artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte, bazı çalışmalar MK takviyesinin yumurta tavuklarının ve yumurtacı piliçlerin (Martinez ve ark. 2018; Lensing ve ark. 2012) büyüme performansı üzerinde önemli bir etkisi olmadığını bildirmektedir.

MK uygulamasının, yumurta üretimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla yumurta tavuklarında da değerlendirme yapılmıştır. Ancak literatürlerde elde edilen sonuçlarda çelişki bulunmaktadır. 0,7 ile 4 g/kg arasında değişen MK seviyelerinin uygulanmasını takiben, birkaç çalışmada yumurtlama oranının (Nidamanuri ve ark. 2021; Cepulienė ve ark. 2010) ve yumurta ağırlığının (Yalçın ve ark. 2008; Özsoy ve ark. 2018) arttığını bildirmektedir. Özsoy ve ark. (2018) ayrıca, kademeli seviyelerde maya kültürü ile zenginleştirilmiş diyetlerle beslenen yumurta tavuklarında vücut ağırlığını önemli ölçüde etkilenmediğini, yem tüketiminin ise %0,2 YC ile beslenen deneme grubunda en düşüktü düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Ancak diğer çalışmalarda, ilave edilen ürün aynı olsa bile MK'nin yumurta üretimi veya yumurta ağırlığı üzerinde önemli bir etkisi olmadığını bildirmektedir (Martinez ve ark. 2018; Lensing ve ark. 2012). Bira mayası hidrolizatının (BYH) (*Saccharomyces cerevisiae*) yumurtacı tavuk diyetlerinde kullanımının, dışkı mikroflorası, besin sindirilebilirliği, yumurta kalitesi ve yumurta tavuğu performansı üzerinde olumlu etkiler göstermiştir (Parket ve ark. 2020). Son zamanlarda, Sjöfjan ve ark. (2021); in vivo araştırmalardan oluşan 47 bakteri suşunun toplanmış veri tabanında maya takviyesinin YYO'nı doğrusal olarak azalttığını belirtmişlerdir. Ancak Lu ve ark. (2019), MK eklenmesinin yumurta performansı üzerinde önemli bir etki göstermediğini bildirmişlerdir.

Başka bir çalışmada Zhang ve ark. (2020), diyetle %0,3 YC eklenmesinin yaşlı yumurtacı tavuklarda performansını arttırdığını tespit etmişler ve tavuk yumurtası performansındaki iyileşmenin, zengin oligosakkaritler, enzimler, protein, küçük peptitler/amino asitler, temel mineraller ve B vitaminleri kaynağı olan mayalardan kaynaklandığını düşünmüşlerdir.

Bazı durumlarda, bireysel yumurta bileşenlerinin ağırlıklarında farklılıklar dikkat çekilmiştir. İncelenen yumurtalarda, yumurta tavuğu diyetindeki MK, albümin verimi yüzdesini azaltıp ve yumurta sarısı verimi yüzdesini arttırmıştır (Bolunt 2016). Maya fermantasyon ürününün 0,625 ve 1,25 kg/ton seviyelerinde diyetle eklenmesinin, yumurta sarısı katılarına üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Bolunt 2016). Kırmızı maya, yumurta sarısı pigmentasyonunu artıran faydalı bir astaksantin kaynağı olarak kullanılabilir (Elwan ve ark. 2019). Yalçın ve ark. (2010), farklı maya otolizati (2, 3 ve 4 g/kg) kullanımının yumurta sarısı kolesterol düzeyini ve toplam tekli doymamış yağ asitlerini azalttığı, doymuş/doymamış yağ asitleri oranını ve toplam doymuş yağ asitlerini arttırdığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde yapılan diğer çalışmalarda yumurta sarısının kolesterol değerlerinin maya veya maya ürünlerinin eklenmesiyle azaldığı gözlemlenmiştir. (Yousefi ve Karkoodi 2007; Yalçın ve ark. 2012). Daha iyi yumurta bileşimi, hidrolize mayanın (HY) bağırsak ortamını iyileştirmedeki rolüne atfedilebilir, bu da üretim endekslerine göre daha iyi besin madde dağılımı ve yem kullanımına yol açmaktadır (Yalçın ve ark. 2010; 2012). Öte yandan, Aslı ve ark. (2007) maya ilavesinin yumurta sarısının kolesterol konsantrasyonu üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

MK'nin olumlu etkileri, özellikle probiyotik ve prebiyotik etkileridir. Bu nedenle, MK'nin diyetlere ilavesi, faydalı bakterilerin büyümesini, patojenlerin engellenmesini, optimal mikrobiyal topluluğunun korunmasını ve sonuç olarak yem sindirimini iyileştirebilmektedir (Liu ve ark. 2021). MK'nin etkinliğine ilişkin diğer bir hipotez, hayvanın strese duyarlılığının azalmasıdır, bu da sonuç olarak bağırsak bariyeri fonksiyon bozukluğunu azaltmaktadır (Chuang ve ark. 2021). Ancak gözlemlenen sonuçlardaki farklılıklar, diğer hususların yanı sıra üretim sürecinden elde edilen ürünün bileşimine bağlanabilir. Sun ve ark. (2020), farklı fermantasyon süreleriyle (12, 24, 36, 48 veya 60 saat) elde edilen

MK'lerin etkisini araştırdıkları bir çalışmada ve 12 ve 24 saat boyunca fermente edilmiş MK ile beslenen piliçlerde performansın arttığını gözlemlerken, düşük performansların 12, 24, 36, 48 veya 60 saat fermente edilmiş MK ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

4.2. Kesim Verimi ve Ürün Kalitesine Etkileri

Daha önce de belirtildiği gibi MK, et üretimine (yani karkas verimine ve ticari kesimlerin verimine) yansıyabilecek hayvan performansını iyileştirme potansiyeline sahiptir. Ancak çalışmaların çoğunda, MK uygulamasının piliçlerde (Sacaklı ve ark. 2011; Fathi ve ark. 2012; Abdelrahman ve ark. 2013) karkas verimi üzerinde hiçbir etkisi görülmemiştir. Sadece birkaç çalışmada, MK'nin yeme yüksek katılım oranlarında uygulandığında daha iyi sonuçların elde edildiği kesim performansında iyileşme olduğunu bildirmektedir (Aristides ve ark. 2011; Aristides ve ark. 2018). Aristides ve ark. (2018), etlik piliçlerde 0,25, 0,75, 1,5 g/kg ilave edilen MK'nin etkisini değerlendirmek için yürüttükleri bir çalışmada ve yalnızca en yüksek MK konsantrasyonunu (1,5 g/kg) tüketen grupta but veriminin arttığını bildirdiler. Yüksek MK takviyesinin etkinliği (sırasıyla 1,5 g/kg yem veya önerilen katılım oranının 2 katı ve 3 katı) daha önce Fathi ve ark. (2012) tarafından doğrulanmıştır.

MK, antioksidan aktiviteye sahip bazı bileşiklerin de bulunduğu biyoaktif bileşenleri sayesinde et kalitesini etkileyebilme özelliğine sahiptir. Bununla birlikte, MK'nin et kalitesi üzerindeki etkisini araştıran çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Aristides ve ark. (2018) diyetle sırasıyla 1,5 ve 0,75 g/kg oranında MK eklendiğinde kas pH'sında ve lipid oksidasyonunda (TBARS) bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalar, MK'nin göğüs kaslarının pH değerleri (Hoque ve ark. 2020) veya kas rengi parametreleri (kırmızı ve sarının parlaklığı ve yoğunluğu), su tutma kapasitesi, pişirme kaybını etkilediğini bildirmiştir (Hoque ve ark. 2020; Aristides ve ark. 2018).

MK bileşiminde özellikle MOS ve β -glukanların varlığı ile, yumurtaların bazı niteliksel özelliklerini ayarlayabilir. Yalçın ve ark. (2013), yumurtacı tavukların diyetinde 2 g/kg MK uygulanmasının ardından yumurta sarısında kolesterol içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. MK'nin kesim performansı ve

ürün kalitesi üzerinde gözlemlenen farklı etkileri, besin kullanımı, bağışıklık tepkisi veya bağırsak sağlığındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Nidamanuri ve ark. 2022; Firman ve ark. 2013, Aristides ve ark. 2018).

4.3. Bağışıklık Tepkisi ve Oksidatif Durum Üzerindeki Etkileri

MK ve aktif bileşenleri, birçok çalışmada hem doğal hem de kazanılmış bağışıklık tepkileri üzerinde etkili olan, bağışıklık tepkisini ayarlayabilen olarak tanımlanmıştır. Maya bileşenleri ve fermantasyon metabolitleri, bağışıklık ve stres tepkisini dengelemeye yardımcı olurken aynı zamanda antioksidan durumunu da iyileştirebilir (Liu ve ark. 2021).

MK ilavesinin etlik piliçlerin doğuştan gelen bağışıklık tepkisini ayarlayabilmede etkili olduğu bildirilmiştir. Son zamanlarda Chou ve ark. (2017), canlı zayıflatılmış Newcastle hastalığı virüsü (NDV) aşısı uygulanan piliçlerin bağışıklık tepkisi üzerinde MK'nin etkisini değerlendirmişlerdir. Diyetle 1,25 g/kg MK alan piliçlerin dalağında, TLR-2 dahil olmak üzere model tanıma reseptörlerinin (PRR'ler) gen ekspresyonunun arttığını bildirmişlerdir. TLR-2'nin ligandlarla bağlanması, aralarında periferik tolerojenik yanıtın da bulunduğu farklı immünolojik olayları tetikleyebildiğinden, çalışmalar PRR'lerin düzenlenmesi yoluyla bağışıklık yanıtının dengesinin korunmasında ve doğuştan gelen bağışıklık aşırı reaksiyonunun önlenmesinde MK'nin rolünü belirtmiştir (Chou ve ark. 2017). Ayrıca, MK ilave edilen diyetle beslenen piliçlerde, Th1 hücrelerinin olgunlaşmasının yanı sıra lökosit çekimine ve B hücresi immünoglobülin üretimini düzenlenmesine katılan interferonlar (INF'ler) daha yüksek bir ekspresyon gözlemlenmiştir (Le Bon ve ark. 2006). Bu nedenle, MK ilave edilen diyetle beslenen hayvanların doğuştan gelen bağışıklık sistemi, kontrol hayvanlarına göre bağışıklık uyarılarına daha hızlı yanıt vermeye hazır olduğu bildirilmiştir (Chou ve ark. 2017). Bunun yanında aynı çalışmalar serum lizozim aktivitesinin arttığını da bildirmektedir. Lizozim esas olarak fagositler tarafından salgılanır ve spesifik olmayan bir immün efektördür; dolayısıyla tedavi edilen hayvanlardaki artış, daha fazla fagositin aktive edildiğini ve spesifik olmayan bağışıklık tepkisinin arttığını göstermektedir. Damızlık yumurtacılar da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Liu ve ark. 2021). MK, doğuştan gelen bağışıklık tepkisini ayarlayabilmenin

yanı sıra, kazanılan bağışıklık tepkisini de etkileyebilir. MK takviyesinin piliçlerde, CD4⁺ Th ve CD8⁺ sitotoksik T hücrelerinin çoğalmasını ve farklılaşmasını daha da kolaylaştıran, antijene spesifik T hücresi genişlemesi yoluyla koruyucu bir bağışıklık oluşturma yeteneğini geliştirebileceği gösterilmiştir (Chou ve ark. 2017). Diyetlerine 2,5 ve 5 g/kg MK ilavesi yapılan etlik piliçlerin dalak ve kanında CD3⁺, CD4⁺ ve CD8⁺ T-lenfosit sayısında artış gözlemlenmiştir. Aynı zamanda MK, adaptif bağışıklık tepkisinin humoral dalını da etkileyebilir. Etlik piliçler NDV aşılmasına (Gao ve ark. 2008) veya *Eimeria tenella* enfeksiyonuna (Gao ve ark. 2009) tabi tutulduğunda, dolaşımdaki IgM konsantrasyonlarının kontrol hayvanlarına kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde, mukozal seviyede de MK ilavesinin, piliç tavukların cecal bademciklerindeki (Gao ve ark. 2008) ve jejunal mukozasındaki (Wang ve ark. 2021) artan SIgA konsantrasyonları ile doğrulandığı gibi, bağışıklık tepkisini ayarlama da etkili olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, bazı çalışmalar farklı seviyelerde MK ilavesini takiben immünoglobulin titrelerinde hiçbir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir (Liu ve ark. 2021; Zhang ve ark. 2020). Ancak bu sonuçlar, bağışıklık uyarımının eksikliğiyle de ilişkili olabilir (örneğin, immünolojik meydan okuma yoluyla).

S. cerevisiae ile fermente edilmiş ürünlerin uygulanmasının ardından bağışıklık tepkisinin ayarlanmasına uygun olarak, MK ilavesi aynı zamanda piliçlerin PBMC'lerinde IL-1 β , NF-kB, iNOS ve INF-y'nin azaltılmış gen ekspresyonuyla belirtildiği gibi inflamatuvar durumun ayarlanmasıyla da ilişkilendirilmiştir (Chuang ve ark. 2021; Chuang ve ark. 2019). Ancak diğer çalışmalarda MK, inflamatuvar durumu ve sitokin düzeylerini ayarlayabilmede başarısız olmuştur (Nelson ve ark. 2020; Nelson ve ark. 2019). MK, bağışıklık ve inflamatuvar yanıtı ayarlayabilmenin yanı sıra antioksidan aktivite de gösterebilir (Jensen ve ark. 2008). MK'nin (Nidamanuri ve ark. 2021; Nidamanuri ve ark. 2022). Ayrıca, diyetle 2,0 g/kg MK ilave edilen diyetlerle beslenen yaşlı damızlık yumurtalarda MDA seviyeleri farklı olmasa da, toplam antioksidan kapasitesinin (TAOC) kontrol hayvanlarına kıyasla önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir (Liu ve ark. 2021).

Yapılan çalışmaların önemli bir kısmında kümes hayvanlarında MK uygulamasından sonra bağışıklık tepkisi veya oksidatif hasar üzerinde olumlu

sonuçlar bulmasına rağmen, bu etkilerin altında yatan etki mekanizmaları henüz tam olarak açıklanmamıştır. İmmün yanıtın ayarlanmasında ana rollerden biri, immün hücre aktivitesi üzerinde iyi belgelenmiş bir etkiye sahip olan β -glukanlar tarafından sağlanmaktadır. Ek olarak, mannan oligosakkaritler patojen kolonizasyonunu önleyerek ve bağırsak bariyerinin gelişimini destekleyerek de katkıda bulunabilmektedir. (Xiao ve ark. 2012; Chacher ve ark. 2017).

5. SONUÇ

Maya ve mayadan elde edilen ürünler son yıllarda geniş ölçüde değerlendirilmiş ve kümes hayvanları açısından geniş ölçüde kullanım alanı bulmuştur. Maya ve maya hücre duvarı ürünlerinin sırasıyla yüksek probiyotik ve prebiyotik değere sahip olduğu kabul edilmektedir. Kanatlılarda maya hücrelerinin veya hücre duvarı ürünlerinin eklenmesi, gelişmiş canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranı, yumurta ağırlığı, doğurganlık, kuluçka ve karkas verimi ile kanıtlandığı gibi üretim performansını artırmaktadır. Ayrıca, maya ürünlerinin biyoaktif bileşenleri kümes hayvanlarında immünolojik tepkiyi ve bağırsak sağlığını da etkilemektedir. Maya ürünleri bağırsak mikrobiyal homeostazisini koruyarak, faydalı bakterilerin büyümesini destekler ve dolayısıyla genel sağlığı iyileştirme özelliğine de sahiptirler. Maya ürünleri aynı zamanda kanatlı hayvan diyetlerinde alternatif bir protein kaynağı olarak da kullanılmaktadır. Maya ürünlerinin etki mekanizmasının kanatlı hayvanlarda bulaşıcı hastalıkları üzerine etkileri ile ilgili olarak daha fazla araştırılması gerekmektedir. Her ne kadar *Saccharomyces* kümes hayvanlarında en çok araştırılan ve diyetlerde yaygın olarak kullanılan probiyotik maya olsa da diğer maya türleri de probiyotik olarak araştırılmalıdır. Yapılan çalışmalarda maya ve maya kültürlerinin büyüme performansı, yumurta verimi, bağışıklık, bağırsak sağlığı ve mortalite üzerinde etkileri değişken olup, etkilerinin daha iyi anlaşılması için daha fazla çalışma yapılması gerektiği görülmektedir. Ayrıca, kanatlı bağırsağı mikobiyotası ve karakterizasyonunun derinlemesine anlaşılması kanatlı hayvanların fizyolojisine daha iyi adapte olan maya probiyotiklerinin geliştirilmesine de yardımcı olacaktır.

KAYNAKÇA

1. Abdelrahman, M. M. (2013). Effects of feeding dry fat and yeast culture on broiler chicken performance. *Turkish journal of veterinary & animal sciences*, 37(1), 31-37.
2. Ahiwe, E. U., Abdallah, M. E., Chang'a, E. P., Al-Qahtani, M., Omede, A. A., Graham, H., & Iji, P. A. (2019). Influence of autolyzed whole yeast and yeast components on broiler chickens challenged with salmonella lipopolysaccharide. *Poultry science*, 98(12), 7129-7138.
3. Ahiwe, E. U., Abdallah, M. E., Chang'a, E. P., Omede, A. A., Al-Qahtani, M., Gausi, H., ... & Iji, P. A. (2020). Influence of dietary supplementation of autolyzed whole yeast and yeast cell wall products on broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(4), 579.
4. Alagawany, M., Bilal, R. M., Elnesr, S. S., Elwan, H. A., Farag, M. R., Dhama, K., & Naiel, M. A. (2023). Yeast in layer diets: its effect on production, health, egg composition and economics. *World's Poultry Science Journal*, 79(1), 135-153.
5. Al-Mansour, S., Al-Khalf, A., Al-Homidan, I., & Fathi, M. M. (2011). Feed efficiency and blood hematology of broiler chicks given a diet supplemented with yeast culture. *Int. J. Poult. Sci*, 10(8), 603-607.
6. Araujo, L. F., Bonato, M., Barbalho, R., Araujo, C. S. D. S., Zorzetto, P. S., Granghelli, C. A., ... & Kawaoku, A. J. T. (2018). Evaluating hydrolyzed yeast in the diet of broiler breeder hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 27(1), 65-70.
7. Aristides, L. G. A., Venancio, E. J., Alfieri, A. A., Otonel, R. A. A., Frank, W. J., & Oba, A. (2018). Carcass characteristics and meat quality of broilers fed with different levels of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product. *Poultry science*, 97(9), 3337-3342.
8. 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(12), 895-900.
9. Attia, Y. A., Al-Khalaifah, H., Ibrahim, M. S., Abd Al-Hamid, A. E., Al-Harhi, M. A., & El-Naggar, A. (2017). Blood hematological and

- biochemical constituents, antioxidant enzymes, immunity and lymphoid organs of broiler chicks supplemented with propolis, bee pollen and mannan oligosaccharides continuously or intermittently. *Poultry Science*, 96(12), 4182-4192.
10. Bäumlér, A. J., Tsolis, R. M., & Heffron, F. (1997). Fimbrial adhesins of *Salmonella typhimurium*: Role in bacterial interactions with epithelial cells. *Mechanisms in the pathogenesis of enteric diseases*, 149-158.
 11. Bennett, J. W. (1998). Mycotechnology: the role of fungi in biotechnology. *Journal of biotechnology*, 66(2-3), 101-107.
 12. Blount, R. L. (2016). *The effect of a Saccharomyces cerevisiae fermentation product on egg production, component yield and composition in laying hens* (Doctoral dissertation). <https://hdl.handle.net/1969.1/158614>
 13. Bolacali, M., & İrak, K. (2017). Effect of dietary yeast autolysate on performance, slaughter, and carcass characteristics, as well as blood parameters, in quail of both genders. *South African Journal of Animal Science*, 47(4), 460-470.
 14. Bortoluzzi, C., Barbosa, J. G. M., Pereira, R., Fagundes, N. S., Rafael, J. M., & Menten, J. F. M. (2018). Autolyzed yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation improves performance while modulating the intestinal immune-system and microbiology of broiler chickens. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 85.
 15. Čepulienė, R., Gudavičiūtė, D., Semaška, V., Bobinienė, R., Kepalienė, I., Vencius, D., & Sirvydis, V. (2010). Effect of the yeast culture feed additive on productivity and egg quality of laying quails. *Vet. Zootech*, 52, 13-20.
 16. Chacher, M. F. A., Kamran, Z., Ahsan, U., Ahmad, S., Koutoulis, K. C., DIn, H. Q. U., & Cengiz, Ö. (2017). Use of mannan oligosaccharide in broiler diets: an overview of underlying mechanisms. *World's Poultry Science Journal*, 73(4), 831-844.
 17. Chou, W. K., Park, J., Carey, J. B., McIntyre, D. R., & Berghman, L. R. (2017). Immunomodulatory effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product supplementation on immune gene expression and lymphocyte distribution in immune organs in broilers. *Frontiers in veterinary science*, 4, 37.

18. Chuang, W. Y., Lin, W. C., Hsieh, Y. C., Huang, C. M., Chang, S. C., & Lee, T. T. (2019). Evaluation of the combined use of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* with phytase fermentation products on growth, inflammatory, and intestinal morphology in broilers. *Animals*, 9(12), 1051.
19. Cohen, R. E., & Ballou, C. E. (1981). Mannoproteins: structure. In *Plant Carbohydrates II: Extracellular Carbohydrates* (pp. 441-458). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
20. Cutler, A. J., Botto, M., van Essen, D., Rivi, R., Davies, K. A., Gray, D., & Walport, M. J. (1998). T cell-dependent immune response in C1q-deficient mice: defective interferon γ production by antigen-specific T cells. *The Journal of experimental medicine*, 187(11), 1789-1797.
21. Elliott, K. E. C., Branton, S. L., Evans, J. D., Leigh, S. A., Kim, E. J., Olanrewaju, H. A., ... & Peebles, E. D. (2020). Growth and humoral immune effects of dietary Original XPC in layer pullets challenged with *Mycoplasma gallisepticum*. *Poultry Science*, 99(6), 3030-3037.
22. Elwan, H. A. M., Elnesr, S. S., Abdallah, Y., Hamdy, A., & El-Bogdady, A. H. (2019). Red yeast (*Phaffia rhodozyma*) as a source of astaxanthin and its impacts on productive performance and physiological responses of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 75(2), 273-284.
23. Fathi, M. M., Al-Mansour, S., Al-Homidan, A., Al-Khalaf, A., & Al-Damegh, M. (2012). Effect of yeast culture supplementation on carcass yield and humoral immune response of broiler chicks. *Veterinary World*, 5(11), 651.
24. Feldmann, H. (2011). *Yeast: molecular and cell biology*. John Wiley & Sons.
25. Firman, J. D., Moore, D., Broomhead, J., & McIntyre, D. (2013). Effects of dietary inclusion of a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on performance and gut characteristics of male turkeys to market weight. *International Journal of Poultry Science*, 12(3), 141-143.
26. Gao, J., Zhang, H. J., Wu, S. G., Yu, S. H., Yoon, I., Moore, D., ... & Qi, G. H. (2009). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on immune functions of broilers challenged with *Eimeria tenella*. *Poultry Science*, 88(10), 2141-2151.

27. Gao, J., Zhang, H. J., Yu, S. H., Wu, S. G., Yoon, I., Quigley, J., ... & Qi, G. H. (2008). Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. *Poultry Science*, 87(7), 1377-1384.
28. Gil, A. (2002). Modulation of the immune response mediated by dietary nucleotides. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(3), S1-S4.
29. Gomez, S., & Angeles, M. D. L. (2011). Effects of an enzymatically hydrolyzed yeast and yeast culture combined with flavomycin and monensin on finishing broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci*, 10, 433-439.
30. Goncharova, N. V., Khrapova, M. V., Pupyshev, A. B., Korolenko, E. T., Nešáková, Z., & Korolenko, T. A. (2016). Hypolipidemic effect of mannan in mice with acute lipemia induced by poloxamer 407. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 162, 18-22.
31. Hoque, M. R., Jung, H. I., & Kim, I. H. (2021). Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on growth performance, excreta microbes, noxious gas, nutrient utilization, and meat quality of broiler chicken. *The Journal of Poultry Science*, 58(4), 216-221.
32. Hossain, S. M., & Blair, R. (2007). Chitin utilisation by broilers and its effect on body composition and blood metabolites. *British poultry science*, 48(1), 33-38.
33. Jacob, J., & Pescatore, A. (2017). Glucans and the poultry immune system. *Am J Immunol*, 13(13), 45-9.
34. Jensen, G. S., Patterson, K. M., & Yoon, I. (2008). Yeast culture has anti-inflammatory effects and specifically activates NK cells. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 31(6), 487-500.
35. Johnson, C. N., Hashim, M. M., Bailey, C. A., Byrd, J. A., Kogut, M. H., & Arsenault, R. J. (2020). Feeding of yeast cell wall extracts during a necrotic enteritis challenge enhances cell growth, survival and immune signaling in the jejunum of broiler chickens. *Poultry science*, 99(6), 2955-2966.
36. Karadağoğlu, Ö., Şahin, T., Ölmez, M., Ahsan, U., Özsoy, B., & Önk, K. (2019). Fatty acid composition of liver and breast meat of quails fed diets containing black cumin (*Nigella sativa* L.) and/or coriander (*Coriandrum sativum* L.) seeds as unsaturated fatty acid sources. *Livestock Science*, 223, 164-171.

37. Kim, W. H., & Lillehoj, H. S. (2019). Immunity, immunomodulation, and antibiotic alternatives to maximize the genetic potential of poultry for growth and disease response. *Animal Feed Science and Technology*, 250, 41-50.
38. Kiros, T. G., Gaydos, T., Corley, J., Raspoet, R., Berghaus, R., & Hofacre, C. (2019). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* yeast products in reducing direct colonization and horizontal transmission of *Salmonella* Heidelberg in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 28(1), 23-30.
39. Kogan, G., & Kocher, A. (2007). Role of yeast cell wall polysaccharides in pig nutrition and health protection. *Livestock Science*, 109(1-3), 161-165.
40. Korcová, J., Machová, E., Filip, J., & Bystrický, S. (2015). Biophysical properties of carboxymethyl derivatives of mannan and dextran. *Carbohydrate polymers*, 134, 6-11.
41. Korolenko, T. A., Bgatova, N. P., & Vetvicka, V. (2019). Glucan and mannan—two peas in a pod. *International journal of molecular sciences*, 20(13), 3189.
42. Le Bon, A., Durand, V., Kamphuis, E., Thompson, C., Bulfone-Paus, S., Rossmann, C., ... & Tough, D. F. (2006). Direct stimulation of T cells by type I IFN enhances the CD8+ T cell response during cross-priming. *The Journal of Immunology*, 176(8), 4682-4689.
43. Lipke, P. N., & Ovalle, R. (1998). Cell wall architecture in yeast: new structure and new challenges. *Journal of bacteriology*, 180(15), 3735-3740.
44. Liu, Y., Cheng, X., Zhen, W., Zeng, D., Qu, L., Wang, Z., & Ning, Z. (2021). Yeast culture improves egg quality and reproductive performance of aged breeder layers by regulating gut microbes. *Frontiers in Microbiology*, 12, 633276.
45. Lu, Z., Thanabalan, A., Leung, H., Kakhki, R. A. M., Patterson, R., & Kiarie, E. G. (2019). The effects of feeding yeast bioactives to broiler breeders and/or their offspring on growth performance, gut development, and immune function in broiler chickens challenged with *Eimeria*. *Poultry Science*, 98(12), 6411-6421.

46. Madrigal-Bujaidar, E., Madrigal-Santillán, E., Pages, N., Kogan, G., & Chamorro, G. (2002). Antigenotoxic studies in mouse to reduce the aflatoxin B1 damage. *Toxines et recherches biomédicales. Elsevier, Paris*, 123-132.
47. Morales-López, R., Auclair, E., Garcia, F., Esteve-Garcia, E., & Brufau, J. (2009). Use of yeast cell walls; β -1, 3/1, 6-glucans; and mannoproteins in broiler chicken diets. *Poultry science*, 88(3), 601-607.
48. Muthusamy, N., Haldar, S., Ghosh, T. K., & Bedford, M. R. (2011). Effects of hydrolysed *Saccharomyces cerevisiae* yeast and yeast cell wall components on live performance, intestinal histo-morphology and humoral immune response of broilers. *British poultry science*, 52(6), 694-703.
49. Ölmez, M., Şahin, T., Makav, M., & Karadağoğlu, Ö. (2020). Effect of resveratrol supplemented to japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) rations on performance and some biochemical parameters. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 26(6).
50. Nelson, J. R., Ibrahim, M. M., Sobotik, E. B., Athrey, G., & Archer, G. S. (2020). Effects of yeast fermentate supplementation on cecal microbiome, plasma biochemistry and ileal histomorphology in stressed broiler chickens. *Livestock Science*, 240, 104149.
51. Nelson, J. R., & Archer, G. S. (2019). Effect of yeast fermentate supplementation on intestinal health and plasma biochemistry in heat-stressed Pekin ducks. *Animals*, 9(10), 790.
52. Nguyen, T. H., Fleet, G. H., & Rogers, P. L. (1998). Composition of the cell walls of several yeast species. *Applied microbiology and biotechnology*, 50, 206-212.
53. Nidamanuri, A. L., Lawrence, L. L. P., Kothamidde, R. S., & Mahapatra, R. K. (2019). Relationship Between Plasma GH, Metabolites, Lipogenic Genes, and MMP3 Expression in PD3 Chicken Line and Role of Fermented Yeast Culture in Alleviating Heat Stress. *Journal of Applied Poultry Research*, 28(3), 669-678.
54. Nidamanuri, A. L., Leslie Leo Prince, L., Yadav, S. P., Bhattacharya, T. K., Konadaka, S. R. R., & Bhanja, S. K. (2021). Effect of Supplementation of Fermented Yeast Culture on Hormones and Their Receptors on Exposure to Higher Temperature and on Production

- Performance after Exposure in Nicobari Chickens. *International Journal of Endocrinology*, 2021.
55. Nidamanuri, A. L., Prince, L. L., Mahapatra, R. K., & Murugesan, S. (2022). Effect on physiological and production parameters upon supplementation of fermented yeast culture to Nicobari chickens during and post summer. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 106(2), 284-295.
 56. OECD/FAO. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021–2030*; OECD Publishing: Paris, France, 2021.
 57. Omara, I. I., Pender, C. M., White, M. B., & Dalloul, R. A. (2021). The modulating effect of dietary beta-glucan supplementation on expression of immune response genes of broilers during a coccidiosis challenge. *Animals*, 11(1), 159.
 58. Özsoy, B., Karadağoğlu, Ö., Yakan, A., Önk, K., Çelik, E., & Şahin, T. (2018). The role of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, egg yolk fatty acid composition, and fecal microflora of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47.
 59. Pahlavanzadeh, M., Sadeghi, A. A., Mousavi, S. N., & Chamani, M. (2021). Influence of spleen meal and hydrolyzed yeast on growth performance, blood cells, antibody titres and IL-2 gene expression in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 49(1), 289-294.
 60. Panda, A. K., Rao, S. V. R., Raju, M. V., & Sharma, S. R. (2006). Dietary supplementation of *Lactobacillus sporogenes* on performance and serum biochemico-lipid profile of broiler chickens. *The Journal of Poultry Science*, 43(3), 235-240.
 61. Pandey, A. K., Kumar, P., & Saxena, M. J. (2019). Feed additives in animal health. *Nutraceuticals in veterinary medicine*, 345-362.
 62. Park, J. H., Sureshkumar, S., & Kim, I. H. (2020). Egg production, egg quality, nutrient digestibility, and excreta microflora of laying hens fed with a diet containing brewer's yeast hydrolysate. *Journal of Applied Animal Research*, 48(1), 492-498.
 63. Roto, S. M., Park, S. H., Lee, S. I., Kaldhone, P., Pavlidis, H. O., Frankenbach, S. B., ... & Ricke, S. C. (2017). Effects of feeding Original XPC™ to broilers with a live coccidiosis-vaccine under industry

- conditions: Part 1. Growth performance and Salmonella inhibition. *Poultry Science*, 96(6), 1831-1837.
64. Ruiz-Herrera, J. (1991). Biosynthesis of β -glucans in fungi. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 60, 73-81.
65. Sacakli, P. I. N. A. R., Ergun, A., Koksall, B. H., Bayraktaroglu, A. G., & Sizmaz, O. (2011). Effects of diets supplemented with yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) products or/and hops (*Humulus lupulus*) on growth performance and intestinal morphology in broilers. *Revue Méd. Vét*, 162(11), 531-537.
66. Sampath, V., Sureshkumar, S., & Kim, I. H. (2023). The Efficacy of Yeast Supplementation on Monogastric Animal Performance—A Short Review. *Life*, 13(10), 2037.
67. Sampath, V., Han, K., & Kim, I. H. (2021). Influence of yeast hydrolysate supplement on growth performance, nutrient digestibility, microflora, gas emission, blood profile, and meat quality in broilers. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(3), 563.
68. Sauer, N., Mosenthin, R., & Bauer, E. (2011). The role of dietary nucleotides in single-stomached animals. *Nutrition research reviews*, 24(1), 46-59.
69. Schwartz, B., & Vetvicka, V. (2021). β -glucans as Effective Antibiotic Alternatives in Poultry. *Molecules*, 26(12), 3560.
70. Shahidi, F., & Abuzaytoun, R. (2005). Chitin, chitosan, and co-products: chemistry, production, applications, and health effects. *Advances in food and nutrition research*, 49(4526), 49003-8.
71. Shurson, G. C. (2018). Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. *Animal feed science and technology*, 235, 60-76.
72. Sjoifjan, O., Adli, D. N., Sholikin, M. M., Jayanegara, A., & Irawan, A. (2021). The effects of probiotics on the performance, egg quality and blood parameters of laying hens: A meta-analysis. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 30(1), 11-18.
73. Soleimanpour Rakhneh, A., Khalaji, S., Yari, M., & Ghabooli, M. (2020). Evaluating the efficacy of plant-specific fungus (*Piriformospora indica*) rich in mannan oligosaccharides as a microbial feed additive on growth performance, protein digestibility, plasma characteristics, intestinal

- microflora, and morphology in chicks. *Journal of Applied Animal Research*, 48(1), 460-469.
74. Spring, P., Wenk, C., Connolly, A., & Kiers, A. (2015). A review of 733 published trials on Bio-Mos®, a mannan oligosaccharide, and Actigen®, a second generation mannose rich fraction, on farm and companion animals. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 3, e8.
75. Sun, Z., Wang, T., Aschalew, N. D., Zhao, W., Chen, X., Zhang, X. F., ... & Qin, G. X. (2020). Effects of yeast cultures with different fermentation times on the growth performance, caecal microbial community and metabolite profile of broilers. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 104(1), 212-223.
76. Şahin, T., Adıgüzel, A. H., Ölmez, M., & Karadağoğlu, Ö. (2020). Broylar Karma Yemlerine İlave Edilen Kekik Yağı (*Origanum vulgare*) ve Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* l.) Tozu Karışımının Besi Performansı, Karkas Parametreleri ve Bazı İç Organ Ağırlıkları Üzerine Etkisi. *Journal of Animal Production/Hayvansal Üretim*, 61(2).
77. Şahin, T., Özel, O. Ç., & Ölmez, M. (2020). The effect of supplementation of betaine on performance, carcass yield and some blood parameters in broilers. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(3), 260-267.
78. Takaloo, Z., Nikkhah, M., Nemati, R., Jalilian, N., & Sajedi, R. H. (2020). Autolysis, plasmolysis and enzymatic hydrolysis of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*): a comparative study. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36, 1-14.
79. Tohid, T., Hasan, G., & Alireza, T. (2010). Efficacy of mannanoligosaccharides and humate on immune response to Avian Influenza (H9) disease vaccination in broiler chickens. *Veterinary research communications*, 34, 709-717.
80. Vohra, A., Syal, P., & Madan, A. (2016). Probiotic yeasts in livestock sector. *Animal Feed Science and Technology*, 219, 31-47.
81. Wang, T., Cheng, K., Yu, C. Y., Li, Q. M., Tong, Y. C., Wang, C., ... & Wang, T. (2021). Effects of a yeast-derived product on growth performance, antioxidant capacity, and immune function of broilers. *Poultry Science*, 100(9), 101343.

82. Wu, C., Yang, Z., Song, C., Liang, C., Li, H., Chen, W., ... & Xie, Q. (2018). Effects of dietary yeast nucleotides supplementation on intestinal barrier function, intestinal microbiota, and humoral immunity in specific pathogen-free chickens. *Poultry science*, 97(11), 3837-3846.
83. Xiao, R., Power, R. F., Mallonee, D., Routt, K., Spangler, L., Pescatore, A. J., ... & Dawson, K. A. (2012). Effects of yeast cell wall-derived mannan-oligosaccharides on jejunal gene expression in young broiler chickens. *Poultry Science*, 91(7), 1660-1669.
84. Yalçın, S., Uzunoğlu, K., Duyum, H. M., & Eltan, Ö. (2012). Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) and black cumin seed (*Nigella sativa* L.) on performance, egg traits, some blood characteristics and antibody production of laying hens. *Livestock Science*, 145(1-3), 13-20.
85. Yalçın, S., Yalçın, S., Cakın, K., Eltan, Ö., & Dağışan, L. (2010). Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, egg traits, egg cholesterol content, egg yolk fatty acid composition and humoral immune response of laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(10), 1695-1701.
86. Yalçın, S., Eser, H., Cengiz, S., & Eltan, Ö. (2013). Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, carcass and gut characteristics, blood profile, and antibody production to sheep red blood cells in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(1), 55-61.
87. Yalçın, S., Özsoy, B., & Erol, H. (2008). Yeast culture supplementation to laying hen diets containing soybean meal or sunflower seed meal and its effect on performance, egg quality traits, and blood chemistry. *Journal of Applied Poultry Research*, 17(2), 229-236.
88. Yang, Y., Iji, P. A., & Choct, M. (2009). Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. *World's Poultry Science Journal*, 65(1), 97-114.
89. Yitbarek, A., Rodriguez-Lecompte, J. C., Echeverry, H. M., Munyaka, P., Barjesteh, N., Sharif, S., & Camelo-Jaimes, G. (2013). Performance, histomorphology, and toll-like receptor, chemokine, and cytokine profile

- locally and systemically in broiler chickens fed diets supplemented with yeast-derived macromolecules. *Poultry science*, 92(9), 2299-2310.
90. Yousefi, M., & Karkoodi, K. (2007). Effect of probiotic Thepax® and *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on performance and egg quality of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 6(1), 52-54.
91. Zhang, A. W., Lee, B. D., Lee, S. K., Lee, K. W., An, G. H., Song, K. B., & Lee, C. H. (2005). Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. *Poultry science*, 84(7), 1015-1021.
92. Zhang, J. C., Chen, P., Zhang, C., Khalil, M. M., Zhang, N. Y., Qi, D. S., ... & Sun, L. H. (2020). Yeast culture promotes the production of aged laying hens by improving intestinal digestive enzyme activities and the intestinal health status. *Poultry science*, 99(4), 2026-2032.
93. Zhao, W., Zhen, Y. G., Zhang, X. F., Li, L. J., Chen, X., Wang, T., & Lee, H. G. (2019). Effects of yeast culture on broiler growth performance, nutrient digestibility and caecal microbiota. *South African Journal of Animal Science*, 49(1), 99-108.

BÖLÜM 4

BÖCEK TAKSONOMİSİNDE HYDROPHILIDAE VE HELOPHORIDAE FAMILİYALARININ MORFOLOJİK KARAKTERLERİNİN SİSTEMATİK PERSPEKTİFTE İNCELENMESİ

Mehmet İLKAYA¹

¹ Bingöl Üniversitesi Arı ve Arı Ürünleri ABD. Orcid: 0000-0002- 1797-144X,
mehmet_10201041@hotmail.com

GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizin de biyolojik çeşitliliğinin büyük bir kısmını (Arthropoda) eklembacaklılar şubesi oluşturmaktadır. Bugünvar olan eklembacaklıların Uniramia altşubesinin Insecta (Hexapoda=Böcekler) sınıfı üyelerininmaruz kaldıkları çok uzun bir evrim süreci içerisinde zaman zaman çok farklıklim şartlarında yaşamak zorunda kalmışlardır. Bu zor şartlar böceklerin diğer hayvan gruplarına nazaran çok daha üstün yetenekli olmalarına sebep olmuştur. Bu nedenle böcekler tekbir ortamda yaşama yerine çok değişikortamlardayaşamaya uyum sağlamışlardır. (Demirsoy 1996; Salman 2009).

Böcek (Insecta) takımları arasında en fazla tür sayısına sahip olan Coleoptera; günümüzde 170 familya ve 350.000 den fazla tür ile temsil edilmektedir (Yılmaz 2011). Hydrophiloidea; Coleoptera takımının sucul gruplarının önemli bir kısmını oluşturmakla birlikte neredeyse bütün zoocoğrafik bölgelerde yayılış göstermektedir (Hansen 1991). Tür sayısı bakımından Hydrophiloidea üstfamilyasının büyük bir bölümünü oluşturan Hydrophilidae ve Helophoridae, ülkemizdeki sucul kınkanatlı faunasının önemli temsilcileri arasında yer almaktadır. Hydrophilidae familyası, bütün dünyada tanımlanmış 172 cins ve yaklaşık 2716 tür ile temsil edilmekte ve üst familyanın en kalabalık grubunu oluşturmaktadır (Mart 2009; Fikáček 2006; Polat et al. 2010).

Ülkemiz de bulunan türlerinin ise daha çok Asya faunası ile benzerlik gösterdiği (Kosswing 1995) ve boylarının 1-60 mm arasında değiştiği, sucul, yarı sucul ve karasal formlarının bulunduğu, sucul olanların genelde her türlü tatlı sularda yaşadıkları, diğer familyalardan; anten segmentlerinden son üç tanesininşişkin ve kıllı olması, abdomenbölgelerinde beş adet görülebilir segment bulunması ile tanınabildikleri, Berosus gibi bazı cinslerin iyi yüzücü oldukları, sucul bitkiler, yosunlar ve bitkisel detrituslarile beslendikleri, balıklar ve su kuşları için besin zinciri açısından değer taşıdıkları, göllerde, küçük su birikintilerinde ve hızlı akan suların yavaş akankesimlerinde buldukları, semiaquatic olan türlerin genellikle suya yakın olan toprakların içerisinde veya çürümeye yüz tutmuş olan bitki, saman gibi atıklarınaltında buldukları, karasal türlerininise daha çok inek, keçi gibi hayvanların

dışkılarında, bitkisel çürümenin yoğun olduğu noktalarda, hatta kuşların yuvalarında bile (Cercyon) buldukları (Spangler 1982; Hansen 1987, 1991, 1999, 2004; Hebauer 2002; Fikáček 2006) milimetrik göz çaplarına sahip elek, atrap ve ışık tuzakları gibi ekipmanlar ile kolayca yakalandıkları (Hilsenhoff 1985, 1991); genellikle parlak siyah, kahverengi veya sarımsı rengelisi sahip oldukları bildirilmektedir (Hansen 1987, 1988, 1991; Angus 1992).

Zoocoğrafik olarak oldukça geniş bir yayılış alanına sahip olan Hydrophilidae familyasının ilk kapsamlı kladistik analizi Hansen (1991) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmaya göre Hydrophilidae familyası Horelophinae, Horelophopsinae, Hydrophilinae ve Sphaeridiinae olmak üzere dört altfamilya ayrılmış olup bunlardan sadece Hydrophilinae ve Sphaeridiinae altfamilyaları Paleartik bölgeden bilinmektedir. Hydrophilinae çoğunlukla sucul türlerden oluşan yaklaşık 57 cins ve 1784 tür ile Sphaeridiinae ise genelde karasal türlerden oluşan 929'dan fazla tür ile temsil edilmektedir (Komarek 2003; Jäch and Balke 2008; Karaca 2009; Mart 2009; Fikáček 2006).

Short and Fikáček (2013)'e göre ise Hydrophilidae familyası Hydrophilinae, Chaetarthrinae, Enochrinae, Acidocerinae, Rygmodinae ve Sphaeridiinae olmak üzere altı altfamilya altında incelenmektedir.

Helophoridae familyasının yalnızca bir cinsi (Helophorus) bulunmaktadır. Helophoridae türlerini diğer sucul kınkanatlılardan ayıran en belirgin özelliği pronotumları üzerinde bulunan ve sayıları beş olan yarık dizisidir (Balfour-Browne 1958; Smetana 1985; Angus 1992). Bu familyanın Helophorus isimli tek bir cinsi vardır. Bu cinsin, Empleurus Hope 1838, Cyphelophorus Kuwert 1884, Trichelophorus Kuwert 1886, Atracthelophorus Kuwert 1886, Rhopalhelophorus Kuwert 1886, Eutrichelophorus Sharp 1915, Gephelophorus Sharp 1915, Orphelophorus D'Orchymont 1927 ve Transithelophorus Angus 1970 olmak üzere, 10 altcinsine sahip olduğu bilinmektedir (Angus 1992).

Geniş bir yayılış alanına sahip olan Helophoridae dünya üzerinde yaklaşık 200 tür ile temsil edilmektedir (Balfour-Browne 1958; Angus 1969, 1970a, 1970b, 1971a, 1971b, 1984, 1985a, 1985b, 1988, 1992, 1998a; Smetana 1985, 1988; Hansen 1987; İncekara 2004). Bunlardan 150'si Paleartik (Angus 1984, 1985a, 1992), 41'i Nearktik bölgede (Smetana 1985; Hansen 1987),

yalnızca dört tür ise Etiyopya bölgesinden kaydedilmiştir (Angus 1992). Ülkemizden ise 51 türü bilinmektedir (Darılmaz and İncekara 2011).

Hydrophiloidea üst familyasının iki önemli sucul familyasını temsil eden Hydrophilidae ve Helophoridae ile ilgili sistematik çalışmalar çoğunlukla ülkemizin Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinde gerçekleştirilmiştir (Özemsî and Önder 1988; Kırpık 1993; Mart 1999, 2005, 2016; Mart and Erman 2001; Mart et al. 2003; İncekara 2001, 2004; Karaman et al. 2008; İncekara et al. 2009; Darılmaz et al. 2010; Polat et al. 2010; Bayram 2011; Türken 2011; Aydoğan 2011; Mart et al. 2014).

SİSTEMATİK SINIFLANDIRMA VE TAKSONLAR

Hydrophiloidea üst familyasının sistematığı aşağıda verilmiştir (Hansen 1991).

Şube: Arthropoda

Sınıf: Insecta (Hexapoda)

Altsınıf: Pterygota

Takım: Coleoptera

Alttakım: Polyphaga

Üstfamilya: Hydrophiloidea

Familya: Hydrophilidae

Familya: Helophoridae

Üst Familya: HYDROPHILOIDEA

Hydrophiloidea türleri Antartika kıtası haricinde tüm dünyaya yayılmışlardır. Yaklaşık olarak 3200 den fazla tür çeşitliliğine sahip olan bu üstfamilya üyeleri çok fazla morfolojik çeşitlilik göstermekle birlikte vücut büyüklükleri 0,5 mm-5,0 cm arasında değişkenlik göstermektedir (Hansen 1991; Darılmaz and İncekara 2011).

Hydrophiloidea üstfamilyasının larvaları da oldukça fazla çeşitlilik gösterirler. Larvaları karnivor beslenmesine rağmen erginleri genellikle herbivordurlar.

Erginlerde kitinleşmiş olan vücut oval, düz ya da dış bükey gibi değişik görünümde olabilirler. Vücudun üst yüzeyi kılısızdır. Pronotum şekil olarak çeşitli varyasyonlar gösterir ve genelde eni boyundan fazladır. Pronotum üzerinde sistematik önemi olan yapılar bulundurmaktadır.

Elitra abdomeni tamamen örtebilen yapıda olup üzerinde uzunlamasına dizilmiş sıra ve sayıları değişen belirgin noktalar mevcuttur. Yedi ile dokuz arasında değişen segment sayısına sahip olan antenler dinlenme esnasında gözlerin hizasında öne doğru uzanmış şekilde bulunur. Skutellum bir familya hariçinde belirgin ve farklı büyüklüklerde olup genelde üçgen şeklindedir. Genellikle protoraks ön tarafa doğru daralma gösterirken bazı türlerde arka tarafa doğru daralma gösterebilir. Yan taraftan bakıldığında protoraks ve mezotoraks yükselteli olup arkaya doğru uzanan sistematik öneme sahip çıkıntılar bulundurur (Hansen 1987, 1991).

Tür teşhisinde kullanılan önemli olan yapılar; labrumun yapısı ve rengi, klipeusun orta kısmındaki yükseltisi, antenlerin segment sayısı, maksillar palplerin son segmentlerinin simetrik veya asimetric olması, gözlerin ön kısmındaki benekler, pronotumun ön ve yan kenarları, pronotum üzerindeki yarıklar ve oluklar ile bu bölgede bulunan çeşitli şekillerde sıralanmış büyük noktalar ve pronotal çöküntüler, elitranın sıra ve sayıları değişen makroskobik veya mikroskobik noktaları, skutellum yapısı ve şekli, protoraks, mezotoraks ve metatoraksın yapısı, prokoksanın yapısı, abdomendeki belirgin segment sayısı, son segmentin yapısı, kıllanma biçimi ve oranı, bacaklardaki femurun yapısı ve kıllanma oranı, yüzme kılları ve yapısı, tırnak segmentinin erkek ve dişilerdeki biçimidir. Ayrıca tür teşhislerinde en önemli özellik olarak kullanılan erkek eşeysel organın uzunluğu, paramerlerin, orta lob ve bazal parçanın yapısıdır (Wooldridge 1978; Berge Henegouwen 1986; Friday 1988; Hansen and Hebauer 1988; Hansen 1987, 1991; Nasserzadeh and Hosseinie 2005).

Familya Teşhis Anahtarı

1. Pronotum üzerinde boyuna yarıklar var.....Helophoridae
- Pronotum üzerinde boyuna yarıklar yok.....Hydrophilidae

Familya: HYDROPHILIDAE

Erginleri 1-50 mm arasında değişen vücut uzunluğunda çoğunlukla oval ya da uzunlamasına oval yapıda olabilir. Skutellum üçgen biçimli ve farklı büyüklüktedir. Prosternum az çok gelişmiş ve prokoksa tarafından örtülmez. Mesosternum belirgin bir şekilde öne doğru incelik ve çoğunlukla mesotoraksın kenarına ulaşmaz, ortaya doğru farklı şekillerde yükselteli, nadiren de düzdür. Metasternum orta bölümde hafif yükseltilidir. Prokoksa trochanter ile kaynaşmamıştır. Tarsus normalde beş segmentlidir, nadiren bazı türlerde dört segmentlidir. Abdomen görülebilir beş segmentlidir ancak bazılarında nadiren de olsa geri çekilebilir bir altıncı segment bulunabilir, birkaç cinsten ise abdomenin görülebilir segment sayısı dörde indirgenmiştir. Antenler, erginlerde yedi ila dokuz segmentlidir son 3 segment genelde topuz şeklindedir. Elitra da sayıları değişebilen uzunlamasına sıralanmış noktacıklı çizgiler vardır ancak bazı türlerde bu noktacıklı çizgiler bulunmayabilir. Aedeagus; bazal parça, paramerler ve orta lob olmak üzere üç kısımdan oluşur (Hansen 1991).

Hydrophilidae familyasının alt familya teşhis anahtarı aşağıda verilmiştir (Hansen 1987).

Altfamilya Teşhis Anahtarı

1. Maksiller palplerin ikinci segmenti diğerleri ile aynı genişlikte.....Hydrophilidae

- Maksiller palplerin ikinci segmenti diğerlerinden daha geniş.....Sphaeridiinae

Alt familya: HYDROPHILINAE

Vücut konveks yapılı olup pronotum ile elitra arasında boşluk bulunmaz veya çok azdır. Skutellum boyunun genişliğine oranı yaklaşık aynıdır. Baş ve pronotum üzerinde çok az belirgin olan noktalar bulunur. Prosternum çok kısadır. Mesosternum bazılarında orta kısımda çatı biçiminde yükselteli, bazılarında ise uzunlamasına yerleşmiş omurga biçimindedir. Abdomenin görülebilir segment sayısı genellikle beş, nadiren (Laccobius) altı tanedir. Antenler yedi ile dokuz arasında değişken segment sayısına sahiptir. Tarsuslar genellikle beş segmentlidir. (Berosus cinsinin dişilerinde ön tarsi dört segmentli

iken Cymbiodyta cinsinde ise her iki eşeyde de mesotarsus ve metatarsus dört segmentlidir). Mesotarsus ve metatarsusun birinci segmenti ikinci segmentten daha kısadır. Tarsusların sırt tarafı uzun yüzme kılları ile kaplıdır. Bazı türlerin mesotibiaları haricinde tibia da uzun yüzme kılları yoktur. Elitral nokta sıraları bazı türlerde oldukça belirgindir. Aedeagus genellikle basit yapılıdır fakat bazı cinslerde (Helochares) bazal tabaka oldukça karmaşıktır (Hansen 1987)

Cins Teşhis Anahtarı

1. Metasternum mesosternum ile eklem yapmaz.....2
 - Metasternum mesosternum ile eklem yapar.....Hydrochara
2. Maksillar palplerinin üçüncü segmenti ikincisinden daha uzun.....3
 - Maksillar palplerinin üçüncü segmenti ikincisinden daha kısa veya eşit..... Enochrus
3. Beşinci abdominal sternitin arka kenarı kesik veya konkav.....Laccobius
 - Beşinci abdominal sternitin arka kenarı yuvarlak.....4.
 - Elitra üzerinde noktacıklı çizgiler var.....Hydrobius
 - Elitra üzerinde noktacıklı çizgiler yok.....5
5. Birinci metatarsal segment ikincisinin yarısından daha uzun.....Paracymus
 - Birinci metatarsal segment ikincisinin yarısından daha kısa.....Anacaena

Hydrochara Berthold, 1827

İri vücutlu ve oval yapılı türlerdir. Vücut genellikle arkaya doğru genişleme gösterir. Baş büyük, gözler dışa doğru çıkıntılıdır. Pronotumun taban kısmı ön kısmından daha geniş, arka köşeleri ise oval yapılıdır. Protonumun ön arka yan kısımlarında düzensiz dağılmış noktacıklar bulunmaktadır. Elitranın kısmen konveks yapılı ve üzerinde tam olarak belirgin olmayan 10 nokta sırası mevcuttur. Prosternum orta kısma doğru belirgin yükselteli olup dikene benzer

çıkıntı şeklindedir. Sistematik öneme sahip olan bu çıkıntının yapısı tür ayırımında kullanılan esas ölçütlerden biridir. Maksillar palpler uzun, ince yapılı ve belirgin bir şekilde antenlerden uzun olup uç segmenti bir önceki segmentten daha kısadır. Antenler dokuz segmentli olup topuzlar simetrik olmayan bir görünüme sahiptir. Bacaklar, kısmen uzundur mesofemur ve metafemur tüysüz olup, mesotarsi ve metatarsinin dorsal yüzeyinde belirli bir şekilde görünen yüzme kılları mevcuttur. Aedeagus oldukça iri yapılı olup; orta lob, kaide parçası ve paramerlerden oluşur (Hansen 1987).

Tür: *Hydrochara dichroma*(Fairmaire, 1982)

Vücut 16,0 mm uzunluğunda 7,0 mm genişliğindedir. Baş açık yeşilimsi veya siyaha yakın renktedir. Maksillar palpler antenlerden daha uzun, kırmızımsı renklidir. Antenlerin sap bölgesi kırmızımsı, topuzları ise siyah renklidir. “Y” yarığı belirgin ve yeşil bir çizgi şeklindedir. Gözlerin etrafındaki noktacıklar oldukça belirgin ve yeşilimsidir.

Pronotum, kahverengi veya yeşilimsi renkli olup üzeri düzensiz noktalıdır. Pronotumun yan kısmı öne doğru daralır. Elitra yeşilimsi renkli üzeri nokta sıralıdır. Düzensiz dağılım gösteren iri ve yeşil noktaların her birinde bir adet kıl mevcuttur. Elitra ön kısımda daralır. Skutellumun boyu enine oranla uzundur.

Bacaklar siyah renkli, son segmentin uç kısmı ile tırnaklar kırmızıya yakın görünümündedir.

Aedeagus 3,2 mm uzunluğundadır. Paramerler orta lop tan oldukça uzundur. Paramerlerin tepe kısımları birbirine yakınlaşmıştır.

Cins: *Hydrobius*Leach,1815

Orta büyüklükte türler olup vücut kısmen uzamış ve konveks yapılıdır. Pronotum ön tarafta daralır. Elitra üzerinde 10 tane düzenli noktacıklı çizgiler mevcuttur. Vücudun ventral tarafı özellikle metasternum bölgesi parlaktır. Prosternum yükselti, mezosternumun arka kısmı dikene benzer çıkıntılı, metasternum ise sadece ön bölgede çıkıntılara sahiptir. Abdomende görülebilir beş segmentlidir. Maksillar palpler antenlerden çok az uzundur ve uç segmenti bir önceki segmente oranla daha uzundur. Antenler dokuz segmentlidir.

Tarsuslar beş segmentlidir. Mesotarsi ve metatarsinin dorsal yüzeyinde uzun yüzme kılları mevcuttur (Hansen 1987).

Tür: *Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758)

Vücut ortalama 7,0 mm uzunluğa, 3,5 mm genişliğe sahiptir. Baş üzeri yeşilimsi yansımali siyah, ince ve yoğun noktalıdır. Maksillar palpler açık sarımsı kahve renkli, uç kısma doğru koyulaşır. Antenler dokuz segmentli ve açık sarımsı renklidir. Antenin topuz kısımları diğer segmentlerine göre daha koyu renklidir.

Pronotum ön tarafta daralır, her iki kenarında düzenli veya düzensiz ikişer nokta sırası mevcut, yüzeyi ince ve yoğun noktacıklarla kaplıdır.

Elitra üzerindeki noktacıklı sıralar ince ve belirgindir. Elitral çizgiler arasındaki noktalar baş ve pronotumun üzerinde bulunanlardan daha ince küçüktür. Ventral taraf kırmızımsı kahve renklidir. Mezosternumun orta-arka kısmı yükselteli olup uç kısmı sivri diş şeklindedir.

Bacaklar kızılımsı renkli, tarsuslar beş segmentli ve bazal segmenti ikinci segmentin yarısına oranla daha kısadır.

Aedeagus 1,0 mm uzunluğundadır. Orta lob paramerlerden birazcık kısadır. Kaide kolları geniş açılı ve kısa yapılıdır.

Cins: *Anacaena* Thomson, 1859

Genel görünüş itibari ile *Paracymus*'a benzerlik gösterir. Pronotum ön kısmı dardır. Elitra üzerinde nokta sıraları mevcut veya olmayabilir, eğer nokta sıraları mevcut ise ön yarıda daha belirgindir. Ventral yüzey kıllarla kaplıdır. Prosternum orta bölge de küt bir biçimde yükselti gösterir. Abdomen belirgin beş segmentlidir. Maksillar palplerin uzunluğu yaklaşık olarak antenlere eşit, son segmenti bir önceki segmente oranla daha uzundur. Antenler dokuz, tarsuslar beş segmentlidir. Mezentarsus ve Metentarsusların birinci segmenti, ikinci segmentin yarısına oranla daha kısadır (Hansen 1987).

Tür Teşhis Anahtarı

1. Mezosternum düz veya çok hafif yükseltili.....*Anacaena rufipes*

-Mezosternum ucu sivri ve enine karına şeklinde aşırı yükseltili.....2

2.Arka femurun alt yüzeyinin 1/5 lik kısmı kılsızdır.....*Anacaena limbata*

-Arka femurun alt yüzeyinin 1/3 lük kısmı kılsızdır.....*Anacaena lutescens*

Tür: *Anacaena rufipes* (Guillebeau, 1896)

Vücut 3,0 mm uzunluğunda, 1,6 mm genişliğindedir. Baş ve labrum siyah, klipusun yan kenarları gözlerin ön kısmında kızılımsı kahve renklidir. Maksillar palpler sarımsı veya kahve renkli, antenlere oranla eşit uzunlukta, son segmentin uç kısmı koyu renklidir. Antenler kahve renkli, dokuz segmentli, topuz kısmı gevşek bir yapıya sahip ve daha koyu renklidir.

Pronotum ve skutellumda koyu kahve renk hakimdir. Pronotumun yan kısmı öne doğru daralma gösterir.

Elitra koyu kahve renkli, apikal kısmın yarısı yoğun noktalı bir yapı gösterir. Mezosternum neredeyse düz ya da hafif yükseltili yatay çıkıntıya sahiptir. Bacaklar kızılımsı kahve renkli, arka femurun alt yüzeyindeki 1/5' lik kısmı alan kılsızdır.

Aedeagus ortalama 0,5 mm uzunluğa sahiptir. Paramerler küt, üst bölgeleri düzdür. Orta lob paramerlerden kısa, uç kısmı sivri ve üçgenimsi bir yapı gösterir. Kaide parçası paramerlerden uzundur.

Tür: *Anacaena limbata* (Fabricius, 1792)

Vücut 3,0 mm uzunluğa 1,8 mm genişliğe sahiptir. Baş ve labrum siyah, klipusun yan kenarları gözlerin ön kısmında kızılımsı kahverenginden kızılımsı sarıya kadar değişir. Üzeri yoğun şekilde farklı büyüklükte noktacıklar ile kaplıdır. Maksillar palplerin son segmenti hariç diğerleri sarımsı

renklidir. Antenler açık sarımsı renkli, topuz segmentleri gevşek ve daha koyu renklidir.

Pronotum kızılımsı kahve renkli olup yüzeyi çok ince ve seyrek dağılım gösteren noktalı bir yapıya sahiptir. Pronotumun yan tarafı öne doğru daralır, ön taraf girintili, arka taraf ise neredeyse düzdür. Skutellum siyah renkli olup üzeri noktacıklarla kaplıdır.

Elitra kızılımsı koyu kahve renkli ve üzeri düzenli dağılım gösteren noktacıklarla kaplıdır.

Bacakların kırmızımsı kave renklidir. Arka femurun alt yüzeyindeki 1/5' lik kısmı kılsızdır.

Aedeagus ortalama 0,5 mm uzunluğundadır. Orta lob paramerlere oranla kısa, kalın ve uç kısmı küt bir yapı görünümündedir. Paramerler orta loba oranla daha ince ve düzdür. Kaide parçası paramerlere oranla daha uzundur.

Tür: *Anacaena lutescens*(Stephens, 1829)

Vücut 3,0 mm uzunluğunda, 2,0 mm genişliğinde ve ovaldir. Baş siyah, üzeri yoğun bir şekilde dağılmış ince noktalarla kaplıdır. Antenler dokuz segmentli, son üç segmenti oluşturan topuzlar gevşek yapılı ve daha koyu renklidir. Maksillar palpler antenlere oranla biraz kısa, son segmentinin uç kısmı biraz daha koyu renklidir.

Pronotum siyah, ön taraf daha dardır. Yan kenarları kahve renklidir. Skutellum siyah renkli olup boyu ile eni hemen hemen eşittir.

Elitra siyah ve üzerinde düzenli dağılmış yoğun bir nokta yapısı gözlenir. Stural çizgi elitranın üst kısmından elitranın yarısına kadar iner.

Bacaklar genelde kızılımsı kahve renklidir. Femur diğer kısımlarından daha koyudur. Arka femurun alt yüzeyinin 1/3 lik kılsız kısmı belirgin şekilde görünür. Tarsuslar beş segmentlidir. Mezosternum keskin sivri yapılı ve yatay karinalıdır.

Aedeagofor 0,4-0,6 mm uzunluğundadır. Paramerler küt bir şekilde olup tepe kısımları orta lobu örtecek şekilde birbirine yaklaşım gösterir. Orta lob paramerlerden kısa, uç kısmı sivrileşir. Kaide parçası paramerlerden uzundur.

Cins: *Paracymus Thomson, 1867*

Vücut ortalama 2,5 mm uzunlukta ve oldukça konveks bir yapı gösterir. İki göz arası boşluk bir gözün çapının dört katı olup, gözler dışa doğru çıkıntılı değildir. Maksillar palpler başın genişliğinin yarısı kadar uzunluktadır. Antenlerin segment sayısı yedi ila dokuz arasında değişebilmektedir. Pronotumun ön bölgesi daha dardır. Elitranın orta kısmı ön kısma doğru uzanan oldukça belirgin stural çizgilidir. Abdomenin görülebilen segment sayısı beş tanedir. Vücudun ventral yüzeyi yoğun dağılım gösteren yüzme kılları ile kaplıdır. Maksillar palpler neredeyse antenlerin uzunluğu ve uç segmenti ikincisinden daha uzundur. Bacaklar ortalama uzunlukta olup bütün tarsuslar beş segmentlidir. Meso- ve metatarsusun kaide segmenti ikinci segmentin yarısından daha uzundur (Hansen 1987).

Tür: *Paracymus scutellaris*(Rosenhauer, 1856)

Vücut ortalama 2,4 mm uzunluğa 1,8 mm genişliğe sahiptir. Baş siyah, üzeri yoğun dağılım gösteren ince noktacıklar ile kaplıdır. Gözlerin çevresindeki noktacıklar biraz daha iri yapılıdır. Maksillar palpler kırmızıya çalan koyu kahve renkli olup son segmente doğru koyulaşma artar. Antenler sekiz segmentli kızılımsı kahve renkli ve topuzlar diğer segmentlere oranla daha koyudur.

Pronotum siyah renkten koyu kahverengine kadar değişen renk varyasyonlarına sahip olup kenarları biraz daha açıktır. Üzeri ince ve yoğun noktacıklı bir yapıdadır. Ön kısmı dar, arka kısmı geniştir.

Elitra koyu siyah renkli olup üzerinde ince ve yoğun noktacıklar bulunur. Abdomen kısmı sarımsı kahverenkli dir.

Bacaklar koyu kızılımsı kahverenkli dir. Profemur ve mezofemurların kaide kısımlarının 2/3 lik kısım kıllarla kaplıdır. Mezosternumun arka kısmında yer alan mezokoksalar arası düz bir yapı gösterir.

Aedeagofor 0,5 mm uzunluğundadır. Bazal parça paramerlerden daha kısadır. Paramerler uç kısma doğru gittikçe daralmakta olup tepe kısımlarında şişkinlik görülmez.

Cins: Laccobius Erichson, 1837

Vücut büyüklükleri çok farklı olabilen türleri içerir. Vücut geniş, kısa ve daireye benzer bir şekilde olup konvektir. Gözler dışa doğru çıkıntılı olup ön kısımlarında perocel benekler mevcuttur. Pronotum ön kısmı daralmıştır. Elitra üzerinde bulunan nokta sıralar oldukça belirgindir. Vücudun alt tarafı genellikle grimsi renkli ve su tutmayan tüylerle kaplıdır. Abdomen altı segmentlidir. Altıncı segment geri çekilebilir özellikte olduğu için bazen görülmeyebilir. Beşinci segmentin arka kenarı konkavdır. Maksillar palpler yaklaşık olarak antenler ile aynı boyda ve uç segmentleri ikinci segmente oranla daha uzundur. Antenler sekiz segmentli olup bazaldaki en büyüktür. Bacaklar ince ve uzundur. Tibianın üst yüzeyleri sert kıllar ile kaplıdır. Metatibia belirgin bir biçimde kavisli yapıdadır. Tarsuslar beş segmentlidir. Erkeklerde ön tarsusların 2-3 segmenti şişkin yapıdadır. Mezotarsus ve Metatarsusların sırt tarafı saçak şeklinde yüzme kılları ile kaplıdır (Hansen 1987).

Altıncı: Dimorpholaccobius Zaitzev, 1938

Elitra üzerindeki noktacıklı sıralar az çok düzensiz dağılmışlardır. Metasternum ortada bir çıkıntı şeklindedir. Yandan bakıldığında çoğunlukla dış görünümündedir. Elitra ile pronotum arasında kesintili değildir. Femur değişen yoğunlukta kıllar ile kaplıdır.

Tür Teşhis Anahtarı

1. Paramerlerin iç kısmı kavisli2
- Paramerlerin iç kısmında kavis yok.....L. sculptus
- 2.Preosel benekler geniş.....L. syriacus
- Preosel benekler çok küçük veya yok.....L. sipylus

Tür: Laccobius (Dimorpholaccobius) sculptus (D'orchymont, 1935)

Vücut ortalama 4,0 mm uzunluğa, 2,0 mm genişliğe sahiptir. Baş siyah veya yeşil yansımalıdır. Baş üzerinde ince noktacıklar olup, başın arka kısmına

doğru daha yoğunlaşmıştır. Antenler ve maksillar palpler açık renkli olup maksillar palplerin son segmentinin üst kısmı daha koyu renklidir.

Pronotum 0,8 mm uzunluğa ve 1,8 mm genişliğe sahiptir. Pronotumun yan kenarları açık sarı renkli olup üzeri yoğun noktacıktır. Skutellum üçgen şeklinde siyah renkli ve üzeri ince noktacıklar ile kaplıdır.

Elitra açık sarı renkli olup üzerindeki parlak siyah renkli noktacıklı sıralar düzensiz bir yapı gösterir. Abdomen koyu kahverenkli bir görünümündedir. Bacaklar açık sarı renkli ve uzun yapılıdır.

Aedeagus 1,3 mm uzunluğundadır. Bazal parça paramerlerden daha uzundur, orta lob ise paramerlerden kısa bir yapıdadır. Paramerler şişkin fakat iç tarafı kıvrımlı değil düz bir görünüşe sahiptir.

Tür: *Laccobius (Dimorpholaccobius) syriacus* (Guillebeau, 1896)

Vücut ortalama 3,5 mm uzunluğa ve 2,0 mm genişliğe sahiptir. Baş, koyu kahve renkli veya yeşilimsidir. Üzerinde küçük, parlak kahve renkli noktacıktır. “Y” yarığının kolları yılankavi yeşil bir çizgi şeklindedir. Labrumun ön kenarının içe doğru girintisi yoktur. Preosel benekler büyük, spekula küçük ve parlaktır. Antenlerin son segmentleri kahve renkli, diğer kısımları açık sarımsı renklidir. Maksillar palpler açık sarı renklidir.

Pronotumun orta kısmındaki büyük benek koyu kahve renkli olup baş ile aynı renktedir. Beneğin arka ve yan kenarları sarı renklidir.

Elitra sarı renkli olup üzerinde bulunan sıralar düzensiz bir yapı gösterir. Bacaklar ince, uzun ve sarı renklidir.

Aedeagus yaklaşık 1,0 mm uzunluğundadır. Paramerler yaklaşık olarak orta lob ile aynı uzunlukta uç kısma doğru incelmektedir. Orta lob tepeye yakın bölgede şişkin bir yapıdadır. Kaide parçası oldukça kısadır.

Tür: *Laccobius (Dimorpholaccobius) sipylus* (D'orchymont, 1939)

Vücut 3,8 mm uzunluğunda ve 2,0 mm genişliğindedir. Baş metalik yeşil renkli, üzeri küçük çukurlarla kaplıdır. “Y” yarığı belli belirsiz bir iz halindedir. Antenler ve maksillar palpler sarımsı kahve renklidir. Labrumun ön kenarında içe doğru girinti yoktur veya çok azdır. Preosel benekler yoktur.

Pronotum üzerinde yer alan büyük benek metalik yeşil veya koyu yeşil renklidir. Pronotumun ön ve arka kenarlarına birleşmiştir. Üzerinde yer yer küçük ve kahverengi noktacıklar vardır. Beneğin yan kenarları sarımsı renklidir.

Elitra sarı renkli olup üzeri koyu ve düzensiz noktacıklıdır. Mezosternal çıkıntı yandan bakıldığında dış şeklidir.

Aedeagus 1,1 mm uzunluğundadır. Paramerler tepe kısmında iki parçalıdır. Ön parça küt yapılıdır. Arka parça ise ince ve ucu sivrilmiştir.

Cins: *Enochrus* Thomson, 1859

Orta büyüklükte vücut yapısına sahip olan türleri kapsar. Pronotum ön kenarı arkaya oranla dah dardır. Elitra üzerindeki noktıklı çizgiler elitranın tepe kısmından ortasına kadar ulaşır. Mezosternum keskin bir dış şekilde çıkıntılıdır. Abdomen görülebilir beş segmentli olup son segmentin arka kenarı tam veya içe doğru girintilidir. Maksillar palpler antenlerden çok daha uzundur. Antenler dokuz, tarsuslar beş segmentlidir. Antenlerin ikinci segmentleri uzun ve içe dönerek, son segmentleri ise kısa ve dışa dönerek zig-zag şeklinde bir yapı oluşturmuşlardır (Hansen 1987).

Altçins: *Lumetus* Zaitzev, 1908

Son abdomen segmentinin arka kenarında içeriye doğru girinti yoktur. Maksillar palpler uzun ve son segmentleri bir öncekilere göre kısadır.

Tür Teşhis Anahtarı

1. Pronotumun orta kısmındaki benek küçük ve kare şeklinde sıralanmış dört küçük nokta ile çevrelenmiştir.....E. quadripunctatus

- Pronotumun orta kısmındaki benek büyük ve kare şeklinde sıralanmış dört küçük nokta belirsizdir.....E. fuscipennis

Tür: *Enochrus (Lumetus) quadripunctatus*(Herbst, 1797)

Vücut 4,5 mm uzunluğunda, 2,5 mm genişliğe sahiptir. Baş dişilerde tamamen siyahtır. Erkeklerde sadece alın bölgesi siyah, klipeus sarımsı kırmızıdır. Labrum dişilerde siyah erkeklerde sarımsı kırmızı renklidir. Maksillar palpler sarımsı kırmızımsı olup son segmentin uç kısmı siyah renklidir. Antenler dokuz segmentli ve sarı renkli olup topuzlar daha koyudur.

Pronotum sarıdan kırmızımsı kahverengimsi sarıya kadar değişik renklenme göstermektedir. Pronotum üzerindeki beneğin etrafı dört küçük siyah benek ile kare oluşturacak şekilde çevrelenmiştir.

Elitra da pronotumdaki gibi renklenmeye sahiptir. Bacaklar sarımsı kırmızı renkte olup femurların tepe kısımları biraz daha açık renklidir. Tarsuslar beş segmentli, tırnaklar uzun ve düz, tırnağın bazal çıkıntısı ise küt yapılıdır.

Aedeagus 1,4 mm uzunluğundadır. Kaide parçası paramerlerden daha uzundur. Paramerler uç kısma doğru incelmış ve dış kenarları içe doğru kavisli bir yapı kazanmıştır.

Tür: *Enochrus (Lumetus) fuscipennis*(Thomson, 1884)

Vücut 6,0 mm uzunluğunda, 3,0 mm genişliğindedir. Baş, pronotum ve elitra koyu renklidir. Başın ön kısmındaki preosel benekler üçgenimsi bir şekil kazanmıştır. Labrum her iki cinsiyette de siyah renklidir. Antenler kahve renkli, dokuz segmentli, son üç segmenti oluşturan topuzlar gevşek yapılı ve koyu kahve renklidir. Maksillar palpler sarımsı renkli ve son segment ikinci segmentten kısa, olup uç kısmı koyu renklidir.

Pronotum sarıdan kahverengine kadar değişken renklidir. Ön kenarı dar, arka kenarı daha geniş ve düzdür. Üzerinde dört küçük siyah nokta bir kare oluşturacak şekilde yerleşmiş olup noktaların arasında kalan siyah benek noktaları kapatacak kadar oldukça büyüktür.

Elitra sarımsıdan kahveringine kadar değişken renktedir. Sıraları düzenli olan iri noktaların arasında düzensiz küçük noktalar bulunur. Bacaklar sarımsı kahve renkli, meso ve metafemurun ventral yüzeyleri yüzme kılları ile kaplıdır. Tarsuslar beş segmentlidir.

Aedeagus ortalama 1,5 mm uzunluğundadır. Paramerler bazal parça ile aynı uzunlukta veya biraz daha uzun olabilir.

Altfamilya: SPHAERIDIINAE

Pronotum ile elitra arasında kesinti yoktur. Baş ve pronotum üzerinde belirgin olan izler bulunmaz ve yüzeyi konvektir. Mezosternum belirgin şekilde yükseltilidir. Abdomendeki görülebilen segment sayısı beştir. Maksillar palpler antenlerden bariz bir şekilde kısa ve ikinci segmenti genişlemiştir. Antenler, sekiz-dokuz segmentli, topuzlar genelde sıkı, nadiren ise gevşektir. Tarsuslar beş segmentli olup meso- ve metatarsinin bazal segmenti ikinci segmentten daha uzundur. Tibia da uzun yüzme kılları yoktur.

Daha çok sıcak iklimleri severler. Diğer Hydrophilidlerin aksine bu alt familyadaki türlerin birçoğu yarı suculdur ki bu yüzden genellikle sudan çok uzak yerlerde de rastlanmıştır. Bu yüzden nehir kenarındaki alüvyonlar ya da çürüyen bitki kalıntıları gibi belirli bir derecede nemliliğin olduğu yerleri tercih ederler (Hansen 1987).

Cins: CoelostomaBrullè, 1835

Orta büyüklükte kısa, geniş ve oldukça konveks yapıdadırlar. Gözlerin yan tarafı girintilidir. Pronotumun eni boyundan uzundur. Arka kenar geniş ön kenar daha dardır. Elitra düzensiz noktacıklarla kaplıdır. Prosternumda herhangi bir yükselti yoktur. Mesosternumun ön kısmı yükseltilidir. Antenler dokuz segmentli olup topuzlar gevşek yapılıdır. Bacaklar oldukça kısadır. Femur ve tibia tıknaz, tarsi ise oldukça incedir (Hansen 1987).

Tür: *Coelostoma orbiculare*(Fabricius, 1775)

Vücut 5,0 mm uzunluğunda, 3,0 mm genişliğine sahiptir. Baş siyah, üzeri düzensiz noktacıklar ile kaplıdır. Yan taraftan bakıldığında gözler önde içe doğru girinti oluşturmaktadır. Maksillar palpler siyah ve terminalsegment ikincisinden daha uzun yapılıdır. Antenler dokuz segmentli, kırmızımsı kahverenkli, görünümde topuzları isegevşek yapılı ve siyah renklidir. Antenler maksillar palplere nazaran daha uzun yapılıdır. Pronotum üzeri siyah renklidir.

Elitra siyah renkli üzeri düzensiz noktacıklarile kaplanmıştır. Abdomen bölgesi siyah renkli ve üzeri yüzme kılları ile kaplanmıştır. Skutellumun boyu ile eni yaklaşık olarak aynıuzunluktadır. Prosternum düzdür. Mezosternum orta kısmı yükselteli bir yapıdadır. Metasternum orta kısımda dar bir şekilde yükselti oluşturmuştur. Bacaklar kırmızımsı koyu kahve renkli görünümde, femur ve tibia kısa yapılı, tarsuslar incedir.

Aedeagus 1,2 mm uzunluğundadır. Paramerlerin tepe kısmı sivridir. Orta lob paramerlerden kısa ve tepe kısmı sivrilmiştir.

Familya: HELOPHORIDAE

Vücut ince ve uzundur. Başın üzerinde “Y” şeklinde dıştan bakıldığında kolayca fark edilebilen bir yarık vardır. Maksillar palplerin son segmenti simetrik veya asimetrik yapıda olabilir. Antenler sekiz veya dokuz segmentli olup son üç segmenti topuz şeklinde ve yumuşak tüylerle kaplıdır. Pronotum gri tondan sarımsı veya sarımsı kahverengine kadar değişik renklerde olabilir. Pronotum üst yüzeyinde uzunlamasına yerleşmiş yarıklar ve çıkıntılar bulunmaktadır. Elitra üzerinde uzunlamasına düzenli olarak yerleşmiş 10 adet noktacıklı çizgiler bulunur. Bunlara ilaveten bazen birinci aralığın kaidesinde daha kısa bir ek çizgi de bulunabilir. Birçok türde 10. aralık epipleuranın dış kenarından görülebilecek kadar belirgin ve yüksek yapıdadır. Mezosternum ve metasternumun yükselteli değildir. Abdomenin beş segmenti açıkça görülebilir, bazı türlerde son segmentin arka kenarında büyüklükleri farklı olan dişçikler bulunabilir. Bacaklar ince yapılı ve tarsus beş segmentlidir.

Cins: Helophorus Fabricius, 1775

Baş az çok konveks. Baş ve pronotum üzeri tüberküllü ve metalik renktedir. Başın üst yüzeyinde “Y” şeklinde fronto-klipeal yarığın gövde kısmı çoğunlukla genişleyerek geriye doğru uzanmaktadır. Antenler genelde dokuz, bazen sekiz segmentlidir. Abdomen kısmı çoğunlukla yumuşak ve fazla tüylüdür, bazen bu tüyler azalmış olabilir. Tarsi beş segmentlidir.

Altains Teşhis Anahtarı

- 1.Elitrada ek çizgi var.....2
- Elitrada ek çizgi yok..... 4
- 2.Tarsusların dorsal yüzeyi kısa sert kıllar ile kaplı3
- Tarsusların dorsal yüzeyi uzun kıllar ile kaplı.....Helophorus
- 3.Elitral yanlar yaklaşık epipleuranın iki katı genişliğinde
.....Empleurus
- Elitral yanlar yaklaşık epiplevra kadarEutrichelophorus
- 4.Maksillar palplerin uç segmenti simetrik.....Atracthelophorus
- Maksillar palplerin uç segmenti asimetrik..... Rhopalhelophorus

Altains: Helophorus Fabricius, 1775

Pronotum bariz bir şekilde geniş, üzeri kaba ve seyrek tüberküller ile örtülmüştür. Elitra da ek çizgi vardır. Maksillar palplerin son segmentleri asimetrik, antenler dokuz segmentlidir. Tarsusların dorsal yüzeyinde yüzme kılları bulunur.

Tür Teşhis Anahtarı

- 1.Yedinci abdominal sternit dışçikleri kısa ve
dar.....Helophorus aquaticus
- Yedinci abdominal sternit dışçikleri uzun ve
geniş.....Helophorus syriacus

Tür: *Helophorus (Helophorus) aquaticus* (Linnaeus, 1758)

Vücut; ortalama 6,0 mm uzunluğa ve 2,3 mm genişliğe sahiptir. Baş koyu kahverenkli veya bazen daha koyu renkli olup üzeri altın sarısı ve siyah renkli tüberküller ile kaplıdır. “Y” çizgisi geniş ve derindir. Antenler kahverenkli, maksillar palplerin uç segmenti asimetric ve daha koyu renklidir.

Pronotum koyu kahverenkli veya siyah renkli olabilir. Pronotum üzeri baş bölgesinde bulunanlardan daha küçük yapıda tüberküller ile kaplıdır.

Elitra kahverenkli olup, üzerindeki soluk renkli benekler bütün elitraya düzensiz ve seyrek olarak dağılmıştır. Skutellum oval dir. Elitral üzerindeki “Λ” şeklindeki benek belirgindir. Epipleura elitral yanların yarısından daha geniştir.

Bacaklar kalın ve uzun yapılıdır. Tarsusun son segmenti ve tırnaklar koyu renkli, diğer kısımlar ise açık kahverengiden koyu kahverengine kadar değişken renklidir. Yedinci abdominal sternitin arka kenarındaki dişçikler çok küçüktür.

Yakaladığımız örneğin tek bir tane ve dişi olması nedeniyle aedeagofor yapısı hakkında bilgi verilememiştir.

Tür: *Helophorus (Helophorus) syriacus* (Kuwert, 1885)

Vücut; 6,3 mm uzunluğa ve 2,4 mm genişliğe sahiptir. Baş ortası setalı granüller ile kaplı olup, vişne çürüğü renginde ve üzeri yer yer yeşilimsi yansımalıdır. “Y” yarığının gövdesi geniş ve derin olup arkaya doğru genişlemektedir. Maksillar palpler açık sarı renkli ve son segment asimetric yapılıdır.

Pronotum baş ile aynı renkte olup hafif kavislidir. Yarıklar geniş, orta yarık düz bir şekilde uzanmakta, submedyan yarıkların orta kısmı dışa doğru küt bir çıkıntı oluşturmakta, submarjinal yarıkların iç kenarları ise orta kısımda dışa doğru hafif kavislidir. Yükseltelerin hepsinin üzeri ortaları setalı yuvarlak granüller ile kaplıdır.

Elitra hafif sarımsı kahverenkli ve üzerindeki “Λ” şeklindeki benek oldukça belirgindir. Her bir elytron üzerinde on adet noktacıklı çizgiler bulunmaktadır.

Abdomen koyu kahverenkli veya siyah olup, yedinci abdomen segmentinin arka kenarındaki dişçiklerin boyu eninden daha uzundur. Bacaklar açık kahverenkli, tarsus beş segmentli olup son segmenti oldukça uzun ve uç kısmı daha koyu olup, bir çift tırnak taşır. Tarsusların sırt tarafında kısa yüzme kılları mevcuttur.

Aedeagofor; 1,2 mm uzunluğundadır. Kaide parçası yaklaşık olarak paramerlerin 1,5 katı uzunluğunda veya daha fazladır. Paramerlerin tepe kısmı incelmış ve hafif dışa doğru kavislenmiştir. Orta lob oldukça kalın, kaide kolları geniş açılı ve kısadır.

Altains: *Helophorus (Empleurus) Hope, 1838*

Pronotumun suprapleural alanın uzunluğu boyu ile aynıdır. Maksillar palplerin son segmentleri simetrik ve ovaldir. Antenler dokuz segmentlidir. Elitra ek çizgilidir. Epipleura, yaklaşık pseudoepipleuranın yarısı kadardır.

Tür: *Helophorus (Empleurus) nubilus (Fabricius, 1776)*

Vücut ortalama 3,5 mm uzunluğa ve 1,6 mm genişliğe sahiptir. Baş siyah renkli olup üzerinde minik, sert, geri kıvrılmış kıllar taşıyan granüller bulunmaktadır. "Y" yarığı belirgindir. Antenler koyu kahverenkli. Maksillar palpler soluk kızılımsı renkli olup son segmentleri daha koyu ve simetrik ovaldir.

Pronotumun orta kısımları koyu kahverengimsi yan kenarları ise daha açık sarımsı renklidir. Kenarlar arkaya doğru daralır. Bütün yüzey baş bölgesindeki gibi tüberküllerle kaplıdır.

Elitra kızılımsı kahverenkli ve ek çizgilidir. Elitral sıraların araları geniş ve yükseltilidir. Elitral çizgilerin üzerinde kısa, sert killer bulunur. Düzensiz koyu renkli lekeler elitra üzerine seyrek bir şekilde dağılmıştır. Elitral yanlar oldukça geniştir. Abdomen açık kahverenkli olup, üzeri kısa kıllarla örtülüdür.

Bacaklar koyu kahverenkli olup tarsusları daha koyu renklidir. Tarsusların dorsal tarafı kısa sert setalar ile kaplıdır.

Aedeagofor 0,6 mm uzunluğundadır. Kaide kısmı paramerlerden birazcık kısadır. Paramerlerin uç kısımları ince, orta kısmı içe doğru çöküntülüdür. Orta lob paramerlerden çok kısa ve kalındır.

Altains: *Helophorus (Eutrichelophorus) Sharp, 1915*

Pronotumun yan kenarları düzensiz dalgalı, bazalda içe doğru girintilidir. Elitrada ek çizgil bulunur. Pronotum üzerindeki yarıklar geniş ve sığ yapılıdır. Maksillar palplerin uç segmenti simetrik ovaldir.

Tür: *Helophorus (Eutrichelophorus) micans (Falderman, 1835)*

Vücut ortalama 5,0 mm uzunluğunda ve 2,4 mm genişliğindedir. Baş siyah veya koyu vişne çürüğü renginde yansımalıdır. Üzerinde iri yapılı ve üst kısmı geriye dönük kıllar taşıyan tüberküller bulunur. “Y” çizgisinin sap kısmı ön tarafta genişler. Maksillar palpler açık kahverenkli olup, uç segmentleri simetrik ovaldir.

Pronotum soluk kahverengindedir. Yan kenarlar arkada daralır, kaide kısmında içe doğru belirgin bir girinti yapar. Her iki kenar da düzensiz dalgalı bir yapıdadır. Yarıklar geniş ve sığdır. Yükselteler üzerindeki tüberküller kızılımsı renklidir.

Elitra daha açık kahve renklidir. Skutellum ovaldir. Elitral yanlar geniş ve alttan görülebilir. Elitral aralıklar yükselteli, elitral çizgilerin üzerinde uçları geri dönük kıllar bulunur. Ek çizgi altı-yedi noktacıktan ibarettir.

Abdomen kahve renklidir. Bacaklar açık sarı renkli olup, tibia ve tarsusun dorsal yüzeyinde kısa sert setalar bulunur.

Aedeagofor; 0,8 mm uzunluğunda küt yapılıdır. Paramerler kalın ve orta lobdan daha uzundur. Kaide kolları geniş açılı, kısa ve üstleri kıvrıktır. Orta lob paramerlerden çok daha kalındır. Kaide parçası paramerlerden daha uzundur.

Altains: Atracthelophorus Kuwert, 1886

Elitrada ek çizgi bulunmaz. 11. elitral aralık belirgin ve keskin bir çıkıntı şeklindedir. Pseudoepipleural alan alttan görülebilir ve yaklaşık olarak epipleuranın genişliğindedir. Maksillar palpler bronz renkli ve son segmentleri simetrik ovaldir. Tarsusun dorsal yüzeyi yüzme kılları ile kaplıdır. Antenler dokuz segmentlidir.

Tür Teşhis Anahtarı

1- Elitral aralıkların genişliği elitral noktacıkların genişliği kadar.....H. daedalus

- Elitral aralıkların genişliği elitral noktacıkların genişliğinin 1,5 veya 2 katı..... H. lewisi

Tür: *Helophorus (Atracthelophorus) daedalus* (D'Orchymont, 1932)

Vücut; 2,5 mm uzunluğa ve 1,1 mm genişliğe sahiptir. Baş bronz siyah renkli ve üzeri küçük granüller ile kaplı olup başın ortasına doğru azalır. "Y" belirgin olup sap kısmı öne doğru genişler. Maksillar palpler bronz koyu kahverenkli, son segmentleri simetrik ovaldir.

Pronotumun kenar yarıkları açık sarımsı kahverenkli, geri kalan kısmın tamamı siyahtır. Orta yarık dar ve düz, submedyan yarığın orta kısmına doğru bir sıra halinde küçük tüberküller dizilidir.

Elitra siyahımsı kahverenkli, veya tamamen siyahtır. Elitral çizgiler konveks olup belirgindir. 2.4. ve 6. elitral çizgilerin araları diğerlerine oranla yükseltilidir. Abdomen kahve rengimsi siyah renklidir.

Bacaklar açık kahverenkli ve uzun yapılıdır. Tarsuslar koyu kahverenkli ve uça doğru koyulaşma artar.

Aedeagofor; 0,6 mm uzunluğundadır. Paramerler bazal parçadan daha kısadır. Paramerlerin iç kenarı tepeye doğru girinti yapar ve uç kısmı hafif sivrileşir. Orta lob paramerlerden kısa olup, üst kısmı paramerlerin içe çöküntü

yaptığı yere kadar ulaşır veya biraz daha uzundur. Kaide kolları kısa olup uç kısımları birbirine dönüktür.

Tür: *Helophorus (Atracthelophorus) lewisi* (Angus, 1985)

Vücut ortalama 3,0 mm uzunluğa ve 1,2 mm genişliğe sahiptir. Baş siyah renkli ve metalik yeşil yansımali olup üzeri granüllüdür. “Y” yarığı ön tarafta genişler. Maksillar palpler soluk kahverenkli olup, son segment tam olarak simetrik yapıda değildir. Antenler dokuz segmentli ve koyu kahverenkli olup topuzları gevşek yapılıdır.

Pronotum hemen hemen baş ile aynı renktedir. Yan kenarlar koyu kahverenkli veya soluk sarımsı kahverenkli. Yarıklar sığ ve derin, orta yarık düz, sonlara doğru uçları daralmıştır. Submediyan yarıkların orta kısmı dışa doğru kavislenmiştir. Submarjinal yarıklar diğerlerine oranla daha geniş ve düz yapılıdır.

Elitra koyu kahverenginde olup, elitral çizgiler iyi gelişmiştir. Elitral çizgilerin araları elitral noktacıkların çapındandha geniştir. Elitral yanlar alt taraftan görülebilmektedir.

Bacaklar uzun ve kahverenkli, tarsuslar daha koyu renkli ve üzeri ince ve seyrek yapıda yüzme kılları ile kaplıdır. Abdomen koyu kahve ve siyah renkli ve üzeri kısa kıllarla kaplıdır.

Aedeagofor 0,7 mm uzunluğundadır. Orta lob kalın yapılı olup uç kısma doğru incelmektedir. Paramerlerin dış kenarı tepе kısma yakın yerde içe doğru kavislidir. Bazal parça paramerler ile eşit uzunlukta yada biraz daha uzundur.

Altçins: *Rhopalhelophorus Kuwert, 1886*

Elitrada ek çizgi bulunmaz. Vücut şekli, kısa tıknaz yapıdan, ince uzun bir yapıya veya oldukça kavisli bir yapıdan, düz bir görünüme kadar değişkenlik göstermektedir. Genel vücut renklenmesi de siyahtan açık sarıya kadar değişir. Maksillar palpler açık sarı veya daha koyu renkli olup son segmentlerinin uzunluğu değişken ve asimetrik yapıdan, simetrik denebilecek yapıya kadar değişkenlik gösterir.

Tür Teşhis Anahtarı

1. Antenler 8 segmentliH. pallidipennis
- Antenler 9 segmentli.....2
2. Elitral yanlar alttan görülmez..... H. frater
- Elitral yanlar alttan görülür.....3
- 3.Elitral yanlar epipleuranın yarısından daha geniş..... H. hilaris
- Elitral yanlar epipleuranın yarısından daha dar..... H. discrepans

Tür: *Helophorus (Rhopalhelophorus) pallidipennis* (Mulsant and Wachanru, 1852)

Vücut ortalama 4,5 mm uzunluğa ve 1,8 mm genişliğe sahiptir. Baş kahverenkli olup üzeri metalik yeşil yansımalıdır. Antenler sekiz segmentlidir. Maksillar palpler açık kahverenkli olup son segmentleri asimetrik yapılı ve uç kısmı daha koyudur. "Y" yarığı derin sap kısmı ön tarafta belirgin şekilde genişlemiştir.

Pronotum koyu kahverenkli-siyahımsı görünümlü ve üzerinde yeşilimsi yansımali granüller içerir. Pronotal yarıklar sığ ve geniş yapılı, marjinal yarıklar ise daha dar yapılıdır. Marjinal yarıklar ve pronotumun ön kenarı açık sarı renklidir. Pronotum arka kısma doğru daralma gösterir.

Elitra açık kahverenkli. Üzerinde "Λ" şeklindeki koyu renkli benegin dışında düzensiz, minik ve koyu renkli benekler bulundurur. Elitral çizgiler oldukça belirgindir. Elitra arkaya doğru genişler ve elitral yanlar alttan kolayca görülebilir.

Bacaklar uzun ve açık kahverenkli olup tarsusların son segmenti daha koyu renkli ve dorsal yüzeylerinde iyi gelişmiş yüzme kılları bulunur.

Aedeagofor 0,7 mm uzunluğundadır. Orta lob kalın yapılıdır. Orta lop paramerler ile eşit uzunlukta veya daha uzun olabilir. Kaide kolları ana lobtan daha uzun olup birbirlerine paralel uzanırlar. Bazal parça paramerlerden daha uzundur.

Tür: *Helophorus (Rhopalhelophorus) frater* (D'Orchymont, 1926)

Vücut; 3,5 mm uzunluğa ve 1,7 mm genişliğe sahiptir. Baş siyah veya koyu kırmızımsı kahverenkli, üzeri yer yer metalik yeşilimsi yansımalıdır. "Y" yarığının sap kısmı daha derin ve geniş yapılı olup sap kısmı tabana doğru daralır. Maksillar palpler açık sarımsı veya kahverengimsi renkli ve son segment belirgin şekilde asimetrik yapılı ve uç kısmı daha koyu renklidir. Antenler kahverenkli ve dokuz segmentlidir.

Pronotum oldukça kavisli ve baş ile aynı renk yapısındadır. Yarıklar sığ yapılı olup orta yarığın ön ve arka kısmı daralırken orta kısmı içe doğru boğumlanır. Submarjinal yarıklar daha geniş yapılı olup submedyan yarıkların tabanı granüllüdür.

Elitra kahverenkli olup ortaya yakın kısımda bulunan "Λ" şeklindeki benek koyu ve belirgindir. Yan kenarlar arka doğru daralma gösterir. Elitral yanlar ventralden ya görülmez veya çok ince olarak görülebilir.

Bacaklar kahverenkli olup metatarsusların parçaları daha koyudur. Tarsusların sırt kısmı yüzmeye kılları ile kaplıdır. Tarsusun son segmenti ile tırnaklar kapalı renklidir.

Aedeagofor 0,6 mm uzunluğundadır. Paramerler neredeyse orta lob uzunluğunda ve dış kenarları tepeye yakın yerde kıvrılmış ve uç kısmı sivrilmiştir. Orta lopun tepe kısmı oldukça sivridir.

Tür: *Helophorus (Rhopalhelophorus) hilaris* (Sharp, 1916)

Vücut; 3,0 mm uzunluğa ve 1,3 mm genişliğe sahiptir. Baş koyu kahve veya siyah renkli olup yer yer kırmızı ve yeşil karışımı parlak noktacıktır. Maksillar palpler açık sarı renkli ve son segmentleri belirgin şekilde asimetrik yapıdadır. "Y" yarığı belirgin olup, sap kısmı ön tarafta daha geniştir.

Pronotumun ön kenarı dar bir şerit halinde sarı, yan kenarları kahverenklidir. Orta yarık dar, submarjinal yarıklar ise diğerlerine göre daha geniştir.

Elitra kahverenkli veya kirli sarı renklidir. Üzerinde “Λ” şeklindeki büyük beneğin yanısıra küçük ve düzensiz dağılım gösteren benekler de taşır. Elitral çizgiler belirgin ve paralel uzanırlar. Elitral yanlar ventralden görülebilir ve epipleuranın yarısına yakın genişliktedir.

Bacaklar ince ve uzundur. Tarsusların uç segmenti ve tırnaklar daha koyu renkli olup tarsusların sırt tarafında yüzme kılları bulunur. Femur koyu kahverenkli.

Aedeagofor 0,6 mm uzunluğa sahiptir. Orta lob paramerlerle neredeyse eşit uzunlukta ve uç kısmı sivri yapıdadır. Bazal parça paramerlerden uzun, kaide kolları uç kısımları içe doğru belirgin kıvrıktır.

Tür: *Helophorus (Rhopalhelophorus) discrepans (Rey, 1885)*

Vücut; 3,0 mm uzunluğa ve 1,4 mm genişliğe sahiptir. Baş koyu kahverenkli veya siyah renkte olup üzeri granüllüdür. "Y" yarığının sap kısmı ön tarafta genişlemiştir. Maksillar palpler kahverenkli ve son segmentleri asimetrik yapılıdır. Antenler kahverenkli olup dokuz segmentten ibarettir.

Pronotum siyah ya da koyu kahverenkli olup kavisli yapıdadır. Üzeri kırmızı-mor- yeşil renkte yansıyan parlak granüllüdür. Pronotum arka kısımda daralma gösterir.

Elitra açık kahverenkli. Üzerinde seyrek ve düzensiz dağılım gösteren bulunur. Elitral yanlar alttan görülmez.

Bacaklar koyu kahverenkli olup ince ve uzun yapılıdır. Tarsusların sırt tarafında yüzme kılları bulunur. Tarsusların uç segmenti ile tırnaklar daha koyu renklidir.

Aedeagofor; 0,5 mm uzunluğundadır. Orta lob uç kısmı sivridir. Paramerler orta lob ile yaklaşık olarak eşit uzunlukta. Kaide kolları birbirlerine paralel olarak uzanırlar.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Anadolu'nun biyolojik çeşitliliği kıta özelliği gösteren birçok bölgeden daha zengindir. Bu zenginliğin oluşmasında coğrafik konum ve topoğrafik yapısı kadar bünyesinde değişik iklim kuşaklarını barındırması da etkili

olmuştur. Bu zenginliğin tam olarak ortaya konması halinde ülkemizin jeopolitik konumu yanında biyolojik çeşitlilik açısından da nerdeyse kıta özelliğine sahip bir kara parçası olduğu anlaşılacaktır.

Birçok türün anavatanı olan, geçmişteki jeolojik ve iklimsel değişikliklerden etkilenen canlılara barınak oluşturan, Avrupa ile Asya arasında köprü görevi yapan Anadolu'nun, bugün kuzeyinde, yağışlı, nemli ve boreal ılıman iklim; güneydoğu kesiminde yazları sıcak ve kurak çöl iklimi; doğusunda, özellikle kışları soğuk ve kurak Sibiryaya tipi iklim, batı ve güney batı kısmında yazları sıcak ve kurak, kışları yağmurlu ve ılık Akdeniz iklimi; iç kısımda ise yazları yağışsız, kurak ve sıcak, kışları ise karlı ve soğuk olan tipik step ikliminin hakim olması nedeniyle bu bölgelerin kapsadığı alanların içerisinde, birçok mikroklima görülebilir. Bu iklimsel çeşitlenme, tür ve tür altı seviyelerinde çeşitliliğin oluşmasına büyük olanaklar sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Angus RB (1969) Revisional notes on *Helophorus* F. (Col., Hydrophilidae) 1- General introduction and some species resembling *H. minutus* F. Entomologist's Mon. Mag. 105: 1-24
- Angus RB (1970a) A revision of the beetles of the genus *Helophorus* F. (Coleoptera: Hydrophilidae), subgenera *Orphelophorus* d'Orchymont, *Gephelophorus* Sharp and *Meghelophorus* Kuwert. Acta Zool. Fenn.129: 1-62
- Angus RB (1970b) Revisional studies on east palearctic and some nearctic species of *Helophorus* F. (Coleoptera: Hydrophilidae). Acta. Zool. Hung. 16: 249-290
- Angus RB (1971a) Revisional notes on *Helophorus* F. (Col., Hydrophilidae) 2.The complex round *H. flavipes* F. Entomologist's Mon. Mag. 106: 129-148
- Angus RB (1971b) Revisional notes on *Helophorus* F. (Col., Hydrophilidae) 3. Species resembling *H. strigifrons* Thoms. and some further notes on species resembling *H. minutus* F. Entomologist's Mon. Mag.106: 238-256
- Angus RB (1984) Towards a revision of the palearctic species of *Helophorus* F. Coleoptera: Hydrophilidae) I. Ent. Rev. 63 (3): 89-119
- Angus RB (1985a) A new species of *Helophorus* (Coleoptera: Hydrophilidae) from Mongolia. Results of the Mongolian-German biological expeditions since (1962) No. 148. Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin61: 163-164, Pl. I
- Angus RB (1985b) A new species of *Helophorus* F. (Col., Hydrophilidae) from northern Spain. Entomologist's Mon. Mag. 121: 89-90
- Angus RB (1985c) Towards a revision of the palearctic species of *Helophorus* F. (Coleoptera, Hydrophilidae) II. Ent. Rev. 64(4): 128-162
- Angus RB (1988) Notes on the *Helophorus* (Coleoptera: Hydrophilidae) occurring in Turkey, Iran and neighboring territories. Rev. Suisse Zool. 95 (1): 209-248
- Angus RB (1992) Süßwasserfauna von Mitteleuropa (Insecta: Coleoptera: Hydrophilidae: Helophorinae), Gustav Fischer Verlag. Jena. pp: 144

- Angus RB (1998a) A New Turkish Helophorus, with notes on *H. griseus* Herbst and *H. montanus* d'Orchymont (Col., Hydrophiloidea). The Entomologist's Monthly Magazine 134: 5-9
- Angus RB (1998b) *Helophorus pallidipennis* Mulsant and *H. kervillei* d'Orchymont as good species (Coleoptera: Helophoridae). Coleopterologica Rundschau 68: 189-196
- Aydoğan Z (2011) Bitlis ve Muş illeri Hydrophilidae (Coleoptera) faunasının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum s. 231-244
- Balfour-Browne F (1958) British Water Beetles III, Ray Society, London s. 210
- Balke M and Hendrich L (1991) Rote Liste der Wassekafergruppen Hydradephaga und Hydrophiloidea von Berlin (West). Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 6: 359-372
- Bayram S (2011) Sivas İli Hydrophilidae (Coleoptera) türleri üzerine sistematik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum 114 s
- Berge Henegouwen AL Van (1986) Revision of the European species of *Anacaena* Thomson (Coleoptera: Hydrophilidae). Ent. Scand. 17: 393-407
- Darılmaz M and İncekara Ü (2011) Checklist of Hydrophiloidea of Turkey (Coleoptera: Polyphaga), Journal of Natural History 45(11-12):685-735
- Darılmaz M, Salur A, Mesci S (2010) Aquatic Coleoptera fauna of Çorum and Yozgat provinces (Turkey). Biological Diversity and Conservation 3 (2): 89-96
- Demirsoy A (1996) Birinci Baskı. Meteksan Matbaacılık, Ankara 1-630
- Fikáček M (2006) Contributions to the taxonomy of the genera *Pachysternum* and *Cyrtionion* (Coleoptera, Hydrophilidae, Sphaeridiinae), Published Online: 2006-04-01, Volume:61, Issue:12. | DOI: <https://doi.org/10.2478/s11756-006-0024-x>
- Fikáček M, Gentili E, Short AEZ (2010) Order Coleoptera family Hydrophilidae. Arthropod fauna of the UAE 3: 135-165
- Friday LE (1988) A Key to the Adults of British Water Beetles. Field Studies 7: 1-123
- Hansen M (1987) The Hydrophilidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Ent. Scand. 18:1-253

- Hansen M (1991) The Hydrophiloid Beetles. Phylogeny, Classification and A Revision of the Genera (Coleoptera, Hydrophiloidea) Biologiske Skrifter 40. The Royal Danish Academy of Science and Letters 368
- Hansen M (1999) World Catalogue of Insects. Hydrophiloidea (Coleoptera). Apollo Books, Stenstrup 2: 416
- Hansen M (2004) Family Hydrophilidae, in Löbl, I. Smetana, A. Catalogue of Palearctic Coleoptera Hydrophilidae-Histeroidea-Staphylinoidea. Apollo Books, Stenstrup 2: 24
- Hansen M, Hebauer F (1988) A new species of Helochares from Israel, with a key to the European and some Near East species (Coleoptera, Hydrophilidae). Ent. Scand. 19: 27-30
- Hebauer F (2002) New Hydrophilidae of the Old World (Coleoptera, Hydrophilidae). Acta Coleopterologica 18 (3):3-24
- Hebauer F, Klausnitzer B (1988) Süßwasserfauna von Mitteleuropa 20/7,8,9,10 Insecta: Coleoptera: Hydrophiloidea (Exkl. Helophorus). Heidelberg, Berlin, Spektrum Akademischer Verlag 134
- Hilsenhoff WL (1985) Techniques for Collecting Water Beetles from Lentic Habitats. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 137: 8-11
- Hilsenhoff WL (1991) Comparison of Bootle Traps With A D-Frame Net for Collecting Adults and Larvae of Dytiscidae and Hydrophilidae (Coleoptera), The Coleopterists Bulletin, 45 (2): 143-146
- İncekara Ü (2001) Artvin, Erzurum ve Rize İlleri Hydrophilidae (Coleoptera) türleri Üzerine Sistematik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum 94 s
- İncekara Ü (2004) Erzincan İli Hydrophilidae, Helophoridae ve Hydrochidae (Coleoptera) Türleri Üzerine Sistematik Araştırmalar. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum 187 s
- İncekara Ü, Mart A, Erman O (2003) Check List of the Hydrophilidae (Coleoptera) species of Turkey and a new record for the Turkish fauna. Turkish Journal of Zoology 27: 47-53
- İncekara Ü, Mart A, Erman O (2004) First Records of the Anacaena lutescens (Stephens, 1829) and Cercyon littoralis (Gyllenhal, 1808) from Turkey (Coleoptera, Hydrophilidae). Zoology in the Middle East 31: 103-106

- İncekara Ü, Darılmaz M, Mart A, Polat A, Karaca H (2009) Faunistic study on two sister plain (Bafra and Çarşamba) aquatic Coleoptera fauna In Turkey: Two similar geography but rather different fauna with a new record. *Munis Entomology and Zoology* 4 (1): 125-138
- Jäch MA and Balke M (2008) Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. *Vol 595. 1: 419-442*
- Karaman B, Kıyak S, Darılmaz M (2008) Faunistic study of the aquatic beetles (Coleoptera) of Trabzon province (Turkey). *Munis Entomology and Zoology* 3 (1): 437-446
- Karaca (2009) A new species and new records of Hydrophilidae (Coleoptera) from Turkey *Turk J Zool* 34: (2010) 297-303 © TÜBİTAK doi:10.3906/zoo-0905-29
- Kırpık MA (1993) Erzurum ve Çevresi Hydrophilidae (Coloptera) Familyası Üzerine Sistematik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum 56 s
- Komarek A (2003) Check list and key to Palearctic and Oriental genera of aquatic Hydrophilidae. *Austria* 3: 383-395
- Kosswing C (1995) Zoogeography of the Near East. *Systematic Zoology* 4 (1-4): 48-96
- Mart A (2005) Bingöl İli Helophoridae, Hydrophilidae ve Hydrochidae (Coleoptera) Türleri Üzerine Sistematik Araştırmalar, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum 165 s
- Mart A (2009) Water Scavenger Beetles (Coleoptera: Hydrophilidae) Provinces of Central Black Sea Region of Turkey. *Journal of the Entomological Research Society* 11 (1): 47-70
- Mart A (2016) Contribution to the knowledge on distribution of aquatic Coleoptera (Helophoridae and Hydrophilidae) in Hakkari and Malatya provinces in Turkey. *Munis Entomology & Zoology* 11 (1): 219-222
- Mart A and Erman O (2001) A Study on Helophorus Fabricius, 1775 (Coleoptera, Hydrophilidae) Species, *Turkish Journal of Zoology*, 25 (1): 35-40
- Mart A, İncekara Ü, Erman O (2003) A new species of Laccobius Erichson, 1837 (Coleoptera: Hydrophilidae: Hydrophilinae) from Turkey. *Aquatic Insects* 25 (1): 75-80

- Mart A, Tolan R, Caf F, Koyun M (2014) A Faunistic Study on Aquatic Coleoptera (Helophoridae: Hydrophilidae) Species in Elazığ Province, Turkey. Pakistan Journal of Zoology, 46 (3): 681-696.
- Nasserzadeh H, Hosseinie S (2005) First records of *Hydrobius fuscipes* (Linnaeus) and *Limnoxenus niger* (Zschach) (Coleoptera, Hydrophilidae). Koleopt. Rundsch 75: 247-252
- Özemsî U, Önder F (1988) Sultan Sazlığı (Kayseri)'nin Sucul Heteroptera ve Coleoptera Türleri Üzerine Faunistik Bir Çalışma, IX. Ulusal Biyoloji Kongresi, Sivas, 21-23 Eylül 2: 183
- Polat A, İncekara Ü, Mart A (2010) A Faunistic Study on Hydrophilidae, Helophoridae and Hydrochidae (Coleoptera) in Samsun and Tokat provinces (Turkey). Türkiye Entomolojî Dergisi 34 (2): 227-239
- Salman S (2009) Omurgasız Hayvanlar Biyolojisi. Palme Yayıncılık Ankara1-501
- Short AE, Fikáček M (2013) Molecular phylogeny, evolution and classification of the Hydrophilidae (Coleoptera). Systematic Entomology 38: 723–752
- Smetana A (1985) Revision of the subfamily Helophorinae of the Nearctic Region (Coleoptera, Hydrophilidae). Mem. Ent. Soc. Can. 131: 1-151
- Spangler PJ (1982) Coleoptera, San Diego University. San Diego, California 29
- Türken H (2011) Van İli Hydrophilidae (Coleoptera) Faunasının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum 112 s
- Wooldridge DP (1978) Paracymus of the Palearctic Faunal Region (Coleoptera: Hydrophilidae). Journal of the Kansas Entomological Society 51(1): 123-130
- Yılmaz A (2011) Isparta İli Helophoridae, Hydrophilidae (Coleoptera) Türlerinin Faunistik ve Sistemantik Yönden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta 100 s

BÖLÜM 5

BAL ARILARINDA YAVRU HASTALIKLARI

Münire TURHAN¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10433632>

¹ Bingöl Üniversitesi Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu
mturhan@bingol.edu.tr

GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de arıcılık etkin bir şekilde yapılan önemli bir tarım koludur. Arıcılar, özellikle bal sezonunda yurdumuzun florası zengin yaylalarına yoğun bir şekilde akın etmektedirler. Bölgeden bölgeye taşınan arı kolonileri buldukları yerden kilometrelerce uzağa maruz oldukları hastalık ve zararlıları da taşımaktadırlar. Hatta bu durum sadece bölgeden bölgeye değil, ülkelerden ülkelere taşınması şeklinde büyük bir tehlike arz etmektedir. Çünkü 1970 li yıllara kadar her türlü arı hastalık ve zararlılarından arı olan ülkemize bir çok zararlı, paraziter ve mikrobiyel hastalıklar bu şekilde taşınmıştır.

Bal arılarında, kolonilere en çok zarar veren hatta sönmeye neden olan hastalıklar yavru hastalıklarıdır. Bu derleme çalışmada arı kolonilerinde sinsi bir şekilde ilerleyip, hızlı bir şekilde kolonileri yok eden yavru hastalıkları ve onlara karşı alınacak erken tedbir ve erken tedavi yöntemlerinden bahsedilerek arıcıların bu konularda bilgilendirilmesi amaçlanmaktadır.

BAL ARILARINDA YAVRU HASTALIKLARI

Bal arılarında yavru hastalıkları;

Bakteriyel hastalıklar

Fungal hastalıklar olarak iki grup altında incelenmektedir.

1. Bakteriyel hastalıklar

- a) Amerikan Yavru Çürüklüğü (AFB)
- b) Avrupa Yavru Çürüklüğü (EFB)

a) Amerikan Yavru Çürüklüğü

Bacillus bakterisi türünün sebep olduğu, bal arısı hastalıkları içerisinde en tehlikeli yavru hastalığıdır. Bu hastalık kolonilerde görüldüğünde en yakın tarım kurumu ya da yetkilisine bildirilmesi gereken ihbarı mecburi hastalıklardandır.

Çok bulaşıcı, seyri hızlı ve koloniler için çok tehlikelidir. Bu hastalığın zararı sadece arılıklarla sınırlı kalmayıp tüm bölgeyi etkisi altına alabilir. Hastalık etmeni *Paenibacillus larvae*'dir. Özellikle spor haline geçerek kolonileri etkisi altına alır. Hastalık sporları, larvaları besleyen işçi arılar tarafından bulaştırılmaktadır. Başka bir ifadeyle yavruları besleme sırasında ağız parçalarına spor bulaşan erginler sağlıklı yavrulara da bu hastalığı enfekte etmiş olurlar. İlk 3 gün arı sütü ile beslenen işçi ve erkek arı larvalarına hastalık sporlarının bulaşma ihtimali çok az ya da hiç yoktur. İlerleyen yaşlarda, özellikle post larvalar hastalığın etkisine maruz kalmaktadır.

Amerikan Yavru Çürüklüğü hastalığına maruz kalan kolonilerde büyüme ve gelişme hızla düşer, genç arı ve yavru sayısında oldukça fazla miktarlarda azalma görülür. Takip eden günlerde ergin arı sayısında da düşüşler meydana gelir. Arılarda tarlacılık faaliyetlerinde düşüşler yaşanmaktadır. Bu nedenle nektar ve polen toplama aktivitelerinde önemli derecede azalma söz konusu olmaktadır. *Paenibacillus larvae* sporları uzun yıllar canlılığını sürdürebilmektedir. Aşırı soğuk ve sıcak ortamlarından, kötü iklim koşullarından hiçbir şekilde olumsuz olarak etkilenmemektedir. Uygun zaman ve ortam bulduğunda sporlar tekrar aktif hale geçerek hastalık ya da salgın gibi durumların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.

Bal ve balmumunda kalıntı bırakarak insan sağlığını tehdit ettiği için bu hastalıkla etkin mücadelede kullanılan antibiyotikler yasaklanmıştır. (Tutkun ve ark., 2003). Bu yüzden ilaçla tedavi yerine fiziksel uygulamalar daha etkin sonuçlar vermektedir. *Paenibacillus larvae* ile enfekte olmuş koloniler, arılıklarda uzaklaştırılarak tüm kovan gövdesi de dahil olmak üzere içerisindeki arılı çerçevelerle birlikte yakılarak imha edilmelidir (Korkmaz 2013).

Amerikan Yavru Çürüklüğü Hastalığının Belirtileri

Amerikan yavru çürüklüğü etmeni ile enfekte olmuş kolonilerde peteklere çıplak gözle bakıldığında peteğin orta kısmında yer alan yavrulu alan tamamen homojenliğini kaybetmiş, açık ve kapalı gözler birbirine karışmıştır. Ölümlere daha sık kapalı gözler içindeki yavrularda rastlanır. Sağlıklı arılarda sırlı petek gözleri dışbükey (konveks) dir. Oysa hastalıklı arılarda sırlı tabakası

içeriye doğru çökmüş ve çoğu sırlar delik olarak göze çarpar. Larvalar pupa dönemine geçerken sır örme işlemini tamamlamadan petek gözleri içerisinde öldüğü için petek gözleri tabanına yapışmış ve dilleri yukarı doğru kalkıktır. Sarı ve parlak renkte olması gereken kapalı gözler parlaklığını kaybeder hastalığın ileri dönemlerinde matlaşır ve iyiden iyiye rengi kararmış koyu kahverengi veya siyah bir renk almıştır. Petek yüzeyleri yağlanmış gibi bir görünüm almıştır. Enfekte olmuş petek gözlerine kürdan veya bir kibrit çöpü daldırıldığı zaman ölü larvalar kopmaz esnek bir şekilde uzar.

Amerikan Yavru Çürüklüğünün ilerleyen aşamalarında kovan içerisindeki ölü larva ve pupaların sayısı çok fazla arttığı için etrafa tutkal kokusu yayılmaya başlar. Ölümler pupa evresinde meydana gelmişse pupaların dilinin petek gözü duvarına yapışık olduğu gözlemlenir. Ölen larvalar sulu ve yapışkan olup göz tabanına ve duvarına yapışırlar (Tutkun ve ark., 2003). Petek gözlerine yapışmış olan larva kalıntılarının peteklerden dışarı atılması ve gözün temizlenebilmesi oldukça zor, hatta imkânsızdır. Ölü larva kalıntıları zaman içerisinde kurur, ilerleyen süreçte milyarlarca sporu içeren bir tabaka halinde daha fazla bulaşma için tehlikeli bir zemin oluşturur.



Resim 1. Amerikan Yavru Çürüklüğünde Peteklerin Görünümü

Hastalıkla İlgili Alınabilecek Tedbirler

Arıcılar arılıklarda her zaman düzenli, tertipli ve itinalı olarak çalışmalıdır. Kolonilerden özellikle hastalıklı olanların petekleri asla açıkta bırakılmamalıdır. Etrafta çerçeve, mum artığı, kirli yemlikler gibi hastalık

etmeni taşıyabilecek materyaller bırakılmamalıdır. Daha önceden kullanılmış malzemeler kesinlikle satın almamalıdır. Arıcılar arasında kabartılmış petek, ballı petek, yemlik, el demiri ve maske gibi malzemeler ortak kullanılmamalıdır. Boş kovanlar kullanılmadan önce pürmüz ile çok iyi şekilde yıkılarak olası hastalık etmenlerine karşı tedbir alınmalıdır. Arı sayısını artırmak için dışarıdan oğul ya da arı alınacaksa koloni kontrolleri çok dikkatli yapılmalı, hastalık şüphesi olan koloniler satın alınmamalıdır.

“Arıların en iyi besini kendi ürettiği baldır” ilkesinden yola çıkarak arılarda besleme öncelikli olarak kendi üretmiş olduğu bal ile yapılmalıdır. Zorunlu ihtiyaç olmadıkça suni yemler (şurup, arı keki, glikoz, früktoz) ile beslenmemelidir. Arılıklarda gerek hasat döneminde gerekse de diğer dönemlerde arıların yağmacılık yapabileceği durumlara karşı daha dikkatli olunmalıdır. Bal, balmumu, şekerli şurup gibi arıyı yağmacılığa sürükleyecek materyaller açık alanlarda bırakılmamalıdır. Kolonilerde birleştirme işlemi yapılacağı zaman sağlıklı koloniler ve hastalıklı birleştirilmemelidir. Arıların kovanlarını şaşırmasında için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Şayet taşınmalı arıcılık yapılacaksa taşıma işlemi yapılacak bölgeye gidilmeden önce o bölgede daha önceden hastalık olup olmadığı araştırılarak hastalık olmayan bölgeler tercih edilmelidir. Bütün kolonilerde Amerikan yavru çürüklüğü hastalığından koruyucu kültürel önlemler alınmalıdır.

b)Avrupa Yavru Çürüklüğü Hastalığı

Arılarda bakteriyel hastalıklardan bir diğeri olan Avrupa yavru çürüklüğü coccus bakterileri tarafından meydana getirilir. Bu hastalığın etkeni *Melissococcus pluton* olarak bilinmektedir. Amerikan yavru çürüklüğünde olduğu gibi hastalık etmeni beslenme esnasında gıda yoluyla alınmaktadır.

Hastalığın bulaşmış olduğu kolonilerde büyüme ve gelişmede gerileme, genç işçi arı popülasyonunda ve ergin işçi arı popülasyonunda hızlı bir şekilde azalma söz konusu olmaktadır. Hastalığın bulaştığı kolonilerde tarlacı ve genç işçi arılar hasta veya ölü larvaları temizlemek için çok zaman harcarlar. Bu yüzden tarlacı arılar mera faaliyetlerini azaltır bunu sonucu olarak da işçi arıların toplamış olduğu nektar ve polen miktarında dikkate değer bir azalma söz konusu olur.

Kovanlar açılıp bakıldığında açık ve kapalı gözler karışık olup, petekler üzerindeki yavruların bulunduğu alan üniform değildir. Yavru ölümleri genellikle açık olan gözler içerisindeki larvalarda görülür. Petekler aralıklı olarak kontrol edildiğinde larvaların renginin ilk başta sarıya, daha sonra kahverengiye ve en son olarak da siyaha dönüştüğü görülür. Şayet ölümlerin çoğu pupa döneminde meydana gelmişse sırlanmış gözler üzerinde delikler meydana gelmiştir. Kapalı petek gözleri üzerindeki sır tabakasının rengi koyulaşarak matlaşır daha sonra petek gözünün içine doğru çöker. Ölü larvanın kıvamı önceleri sulu ve yumuşak, sonra sertleşerek hamur kıvamı alır. Ölü larvalar petek gözü tabanında C şeklinde kıvrılmış durumdadırlar. Gözün tabanına yapışmazlar ve petek göze bir kibrit çöpü sokulduğunda gözden rahatlıkla çıkarılabilirler. Hastalığın ileri aşamalarında kovandan kokuşmuş et kokusu yayılmaya başlar (Tutkun 2011).



Resim 2. Avrupa Yavru Çürüklüğünde Peteklerin Görünümü

Avrupa Yavru Çürüklüğü Hastalığından Korunma Yöntemleri

Avrupa yavru çürüklüğü aralıklardaki kolonilerde görüldüğü zaman çok ileri seviyeye ulaşmış olan hastalık etmeni ile enfekte olmuş petekler kovanlardan alınarak sağlıklı petekler konulmalıdır. Hastalıklı petekler ya da

kovanlar arlıklardan uzaklaştırılarak yakılmalıdır. Antibiyotik bal ve balmumunda kalıntı bıraktığı için bal arılarında kullanımı yasaklanmıştır.

Özellikle kışa girerken kolonilerde ısı kaybını en aza indirmek için kolonilerdeki fazla olan boş petekler alınarak sıkıştırma işlemi yapılmalı ve arıların üşümesinin önüne geçilmelidir. Kovanlarda meydana gelebilecek nem ve havasızlık gibi durumların önüne geçilmeli, arı kovanlarının toprak ile teması kesilmelidir. Bunun için kışa girerken arı kovanlarının altına sehpa ve benzeri materyaller konulmalıdır. Aşırı yağış alan bölgelerde kovanlar ya sundurma altına konulmalı ya da uygun bir şekilde yağmurdan koruyabilecek brandalarla örtülmelidir. Amerikan Yavru Çürüklüğünden korunmak için alınacak tedbirler bu hastalık için de geçerlidir.

2 Bal Arılarında Fungal hastalıklar

a) Kireç Hastalığı

Fırsatçı bir fungus olan *Ascosphaera apis* kireç hastalığının başlıca etmenidir. Arılarda bakteriyel hastalıklarda olduğu gibi, kireç hastalığında da hastalık etmeni gıdalarla birlikte alınmaktadır. Hastalığa yakalanan larvalar kireç beyazı bir renkte, petek gözler içerisinde kuruyarak mumyalaşmaktadır. Yoğun olarak antibiyotik kullanılması, bal arılarının kendi besinin olan bal ile değil de suni besinlerle beslenmeleri, katkılı balmumu kullanımı, aşırı nem, aşırı şurup kullanımı, uygun olmayan koloni kontrolleri, oğul verme ve çevre kirliliği bu hastalığın ortaya çıkmasına etki eden etmenlerdir. Bu hastalığın tedavisinde ilaç kullanımına gerek yoktur.



Resim 3. Kireç Hastalığına Yakalanmış Larvaların Görünümü.

Kireç Hastalığını Önlemek İçin Alınacak Tedbirler

Ana arı üretiminde Kireç hastalığına dayanıklı hatlar kullanılmalıdır. Türkiye'de temel petek imal eden işletmeler balmumunu sterilize ederek üretmelidirler. Arılıklarda kullanılan alet ve ekipmanların etkili maddelerle denfekte edilmesi ve periyodik olarak bu işlemlerin tekrar edilmesi gerekir. Kovanlarda çok eski peteklerin kullanılmasına özen gösterilmesi gerekmektedir. İlkbahar mevsiminde arıcılar tarafından oğul önlemek için çalışmalar yapılmalı ve arı kolonilerinde bölme işlemi yapılarak suni oğul oluşturulmalı ve bu şekilde arılar çoğaltılmalıdır. İhtiyaç olmadığı sürece arı kolonilerine herhangi bir ilaç veya antibiyotik uygulaması yapılmamalıdır. İlkbahar mevsiminde arılara bakım yapılırken kovan kapakları uzun süre açık tutulmamalı yavruların üşümemesine dikkat edilmelidir. Kovanlarda havalandırma uygun şekilde yapılmalı, kovan içerisinde nem birikmesine olanak verilmemelidir. Hastalıklı koloniden arılı, yavrulu ve ballı petekler sağlıklı kolonilere verilmemelidir.

b)Taş hastalığı

Taş hastalığı, arıcılıkta ilk olarak Almanya da 1906 yılında görülmüştür. Taş hastalığı, Venezuela, Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde de görülmeye ve yayılmaya başlamıştır (Anonim 2023).



Resim 4. Aspergillus flavus (Jackson, SA ve Dobson, ADW (2016).

Taş hastalığı bal arısı yavrularının nadir hastalıklarından olup, *Aspergillus* soyunda yer alan funguslar tarafından meydana getirilir. En başta hastalık etmeni olarak *Aspergillus flavus* bilinmektedir. *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillois* insan ve diğer memelilerde özellikle deri, gözler ve solunum sisteminde hastalık oluşturular. Zoonoz bir hastalıktır. Yedikleri besinler yoluyla insanlara geçebilir. Bu funguslar ayrıca toksik ve kansinojenik aflatoksinler üretebilirler. Bu yüzden, arıcular kendi sağlıkları ve insan tüketimine sunulan ürünlerin sağlıkları yönünden bu hastalık adına bilinçli olmalıdırlar.

Taş hastalığı genelde zayıf kolonilerde görülmektedir. Bulaşma larvanın sporları sindirim sisteminden almasıyla veya etkenin kütikülünden girişiyle olmaktadır. Enfekte larva bir hayli sertleşir ve kırılması çok zor bir yapıya dönüşür. Renkleri genelde, sarımsı yeşil (*A. flavus*), gri-yeşil (*A. fumigatus*), ya da siyahtır (*A. niger*). Bu hastalıktan ergin arılar da etkilenebilir ve hatta ölebilirler (Anonim 2023).



Resim 5. Taşlaşmış larvalar

KAYNAKLAR

- Anonim 2023. <https://aricilikmalzemesi.com/blog/ari-hastaliklari/arida-tas-hastaligi/>
- Jackson, SA ve Dobson, ADW 2016. Mayalar ve Küfler: *Aspergillus flavus*. Gıda Biliminde Referans Modülü. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.01086-6
- Korkmaz A., 2013. Anlaşılabilir Arıcılık, Samsun.
- Tutkun E.,Boşgelmez A., 2003.Bal Arısı Zararlıları ve Hastalıkları Teşhis ve Tedavi Yöntemleri, Ankara.
- Tutkun E.,2011. Arıcılık Tekniği Arıfarma Yayınları, Ankara

BÖLÜM 6

PARAZİT VE PATOJENLERİN ARI FİZYOLOJİSİ VE DAVRANIŞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Öğr. Gör. Dr. Sedat YELKOVAN*

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10433637>

* Bingöl Üniversitesi, Arı ve Doğal Ürünler Ar-Ge ve Ür-Ge Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bingöl, Türkiye, syelkovan@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7209-6350

GİRİŞ

Parazitizm, çifti oluşturan organizmalardan birisinin (parazit, asalak) yararlandığı ve diğerine (konakçı) zarar verdiği ya da bu potansiyele sahip olduğu simbiyotik ilişkilerdir (Öktem ve Göçmen, 2008; Thompson ve Kavaliers, 1994). Parazit konağın besin, hücre, enzim ve hatta hormonlarından faydalanabilmektedir. Parazitin konağından bu şekilde faydalanması sonucunda ona zarar veriyorsa patojen (pathos: hastalık; genos: oluşturmak) olarak isimlendirilmektedir (Öktem ve Göçmen, 2008). Bu simbiyotik ilişki genellikle, konağın benzersiz bir dizi fizyolojik tepkisi ve adaptasyonu ile sonuçlanmaktadır (Thompson ve Kavaliers, 1994).

Mevcut türlerin %50'den fazlasının, yaşam döngülerinin en azından bir aşamasında parazitik bir yaşam tarzına sahip olduğu tahmin edilmektedir. Örneğin parazitliğin, mevcut yirmi bir böcek takımının on tanesinde bağımsız olarak en az bir kez ortaya çıktığı düşünülmektedir. Enfeksiyonun yaşamın tüm taksonlarından konakçı türler arasında geniş çapta yayılmış olması nedeniyle, konakçılar patojenlere ve parazitlere karşı bir takım fizyolojik, immünolojik ve davranışsal tepkiler geliştirmişlerdir (Vale ve ark., 2018; Schmid-Hempel 2011).

Enfeksiyon kaynaklarından korunmada başarısız olan bireyler enfekte olduğunda bir takım davranış değişiklikleri gözlemlenebilmektedir. Enfekte hayvanlarda en sık görülen davranış değişiklikleri, aktivite seviyelerindeki değişiklikler (artan uyuşukluk) ve uyku düzenleri (artan uyku hali) ile kendini göstermektedir. Yiyecek arama davranışında ve gıda alımında (anoreksiya) ve cinsel üremede olan aktiflik azalmaktadır. Bazı durumlarda, bu davranışların en basit açıklaması, bunların ya patojen artışının neden olduğu doğrudan hasar nedeniyle ya da etkili bir bağımsızlık tepkisinin oluşturulmasından kaynaklanan enerji tüketimi nedeniyle patolojinin doğrudan bir sonucu olarak ortaya çıkmasıdır. Diğer durumlarda, enfekte konağının davranış şeklini manipüle etmeye yönelik karmaşık patojen stratejileri söz konusudur. Bu stratejiler, yeni konakçılara başarılı bir şekilde bulaşma şansını arttırarak bir patojenin evrimsel uygunluğunu arttırmaktadır. Bununla birlikte, enfeksiyon sırasında konakçı davranışlarındaki değişikliklere ilişkin bir diğer potansiyel açıklama, bu davranışların hayvanların enfeksiyon sırasında enerji kaynaklarını korumasına

olanak tanıyan adaptif hastalık davranışlarını yansıttığıdır (Vale ve ark., 2018; Moore, 2013).

Arılar hem doğal hem de tarımsal ekosistemlerde önemli tozlaştırıcılardır. Ancak sınırlı gıda kaynakları, habitat kaybı, pestisitler ve parazitler gibi stres etkenleri nedeniyle arılar gibi birçok tür de risk altındadır. Arıların tozlaşma faaliyetleri için taşınması ve dolayısıyla parazitlerin yeni coğrafi alanlara ve konakçılar arasında yayılması nedeniyle ortaya çıkan tablo giderek daha dikkat çekici hale gelmektedir. Arıların parazitleri, nematodlar ve akarlar gibi metazoanlardan; protistler, mantarlar, bakteriler ve virüsler gibi mikroplara kadar taksonomik olarak çok çeşitlidir. Ayrıca farklı türdeki parazitler, arıları gelişimsel evrelerinde (larva, prepupa, pupa, ergin) tehdit etmektedir. Son çalışmalar, arıların çevresel stres faktörlerine, virüslere ve mantar parazitlerine duyarlılığı, tıbbi diyetler ve parazitlerin arıların yiyecek arama davranışı ve bilişi üzerindeki etkileri hakkındaki güncel bilgileri bizlere sunmaktadır (Fowler ve ark., 2019).

İnsanlar tarafından yetiştirilen bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonileri, dünya tarımının önemli bir bileşenidir. Bal, balmumu ve diğer kovan ürünlerinin (propolis, polen, perga, arı sütü, arı zehri, apilarnil) yanı sıra çeşitli mahsuller için tozlaşma hizmeti sağlamaktadır. Bal arıları ve diğer polen yayan böcekler de bir bitki taksonu olan kapalı tohumluların gen akışını kolaylaştırarak doğal ekosistemleri şekillendirmektedir. Arı kolonileri açlık, kraliçe arı kaybı ve bir dizi patojen ve parazit gibi çeşitli faktörlere yenik düşmektedir. Yeni nesil dizileme teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar sayesinde bal arılarında birçok yeni patojen tanımlanmıştır. Bu nedenle, bal arısı patosferine ilişkin veriler son zamanlarda artış göstermiştir (Evans and Schwarz, 2011).

Arılarda Görülen Bazı Hastalıkların Etkenleri

Evcilleştirilmiş ve doğal koşullarda yaşayan bal arıları virüsler, bakteriler, mantarlar, akarlar ve böcekler tarafından tehdit edilmektedir. Bal arılarının viral hastalıklarının çoğu, pozitif sarmallı RNA virüslerinin iki familyası olan Dicistroviridae ve Iflavirusidae'de yer almaktadır. İflavirüsler, arı patolojisi ve epidemiyolojisi üzerine çok sayıda çalışmaya konu olan Deforme Kanat Virüsü'nün (DWV) yanı sıra, ilk tanınan arı hastalıklarından biri olan

Tulumsu Yavru Çürüklüğü'nden sorumlu olan ajanları içermektedir. DWV, hem dikey olarak (kraliçeler ve Drone'lar) hem de yatay olarak, özellikle ektoparazitik akar *Varroa destructor* aracılığıyla iletilmektedir. Son veriler, Tropilaelaps cinsindeki akarların da muhtemelen *A. mellifera* için DWV vektörleri olduğunu göstermektedir. Yüksek dozlarda DWV enfeksiyonları kesin patolojiye yol açabilmektedir ve düşük dozlarda davranış ve öğrenme üzerinde olumsuz etkiler yaratıyor gibi görünmektedir. DWV gruplarında, enfekte bireyler arasında davranış değişikliklerine neden olma yetenekleri açısından önemli farklılıklar olduğu görülmektedir (Evans ve Spivak, 2010; Chen et al., 2005; de Miranda ve Genersch, 2010).

Dicistroviridae familyasında, Cripavirus cinsi, Kaşmir arı virüsünden (KBV), Akut arı felci virüsüne (ABPV) ve İsrail akut felci virüsüne (IAPV) kadar hepsi birden fazla kıtada bulunabilen çeşitli yaygın viral arı patojenlerini içermektedir. IAPV, Amerika Birleşik Devletleri'nin bazı bölgelerindeki arı kolonilerinde metagenomik dizileme yoluyla şans eseri keşfedilene kadar İsrail'deki tip popülasyonu dışında tanınmıyordu. Önemli bakteriyel hastalıklar arasında Amerikan Yavru Çürüklüğü Hastalığı (*Paenibacillus larvae*) ve Avrupa Yavru Çürüklüğü Hastalığı (*Melissococcus plutonius*) yer almaktadır. Başlıca mantar patojenleri *Ascosphaera apis* (kireç hastalığının etmeni), *Aspergillus* sp. (taş hastalığı) ve bazal mantarlar aleminin iki üyesini içeren Microsporidia'dır (*Nosema apis* ve *Nosema ceranae*) (Evans ve Spivak, 2010).

Arılarda Mekanik, Fizyolojik ve İmmün Savunma

Tüm hayvanlar gibi, her yaşta ve kastta bal arısı bireyleri de patojenlerinin etkilerini sınırlayacak mekanizmalar geliştirmiştir. Bu mekanizmalar, enfeksiyona karşı bariyerler oluşturarak veya enfeksiyon meydana geldiğinde savunma tepkilerini arttırarak patojenlere direnmeyi veya bu patojenlerin veya arının kendi bağışıklık tepkilerinin neden olduğu enerji maliyetlerini veya doku hasarını telafi ederek patojenleri tolere etmeyi içermektedir. Mekanik, fizyolojik ve bağışıklık savunmaları patojenlere direnmenin temel yolunu sağlamaktadır. Mekanik bariyerler, çoğu durumda mikropların vücuda yapışmasını veya vücuda girmesini önleyen böcek kütikülünü ve epitel katmanlarını içermektedir. Mikrobiyal istilaya karşı fizyolojik inhibitörler, böcek bağırsağında pH ve diğer kimyasal koşullardaki

değişiklikleri içerebilmektedir (Evans ve Spivak, 2010; Crailsheim ve Riessberger-Galle, 2001).

Bal arılarının yaralanmaya veya patojene maruz kaldığında bağışıklık tepkisi oluşturduğu bilinmektedir. Bal arıları ve diğer böcekler, parazit maruziyetine yanıt vermede dört ana ve birbiriyle bağlantılı sinyal yolağına sahiptir; Toll, Imd, Jak/STAT ve Jnk yolları. Bu yollar, istilacı parazitlerden gelen sinyalleri tanıyan proteinlerden, bu tanıma sinyalini modüle eden ve güçlendiren proteinlerden ve parazit inhibisyonunda doğrudan rol oynayan efektör proteinler veya metabolitlerden oluşmaktadır (Evans ve Spivak, 2010; Lemaitre and Hoffmann, 2007).

Tanıma proteinleri arasında patojenlere yönelik spesifiklik, Mikropla İlişkili Moleküler Modellere (MAMP'ler) diferansiyel bağlanma özellikleri sayesinde elde edilebilmektedir. Mekanik olarak; tanıma proteinleri, birçok bakteriyel istilacı tarafından sunulan farklı peptidoglikan sınıfları (peptidoglikan tanıma proteinleri, PGRP'ler) gibi istilacı kısımlara, mantarlar gibi ökaryotik parazitlerin yüzeylerinde sıklıkla bulunan β -glukan kalıntılarına farklı şekilde bağlanırlar (Gram- negatif bağlayıcı proteinler, GGBP'ler, aynı zamanda 1,3 β -glukan tanıma proteinleri olarak da adlandırılır). Pek çok tanıyıcı proteinin, canlı organizmaların en eski dallarında bulunan enzimlerle ilişkili olduğu görülmektedir; bu da mikrobiyal proteinler veya diğer moleküllerle eşleşme yeteneklerinin de benzer şekilde eski olduğunu göstermektedir (Evans ve Spivak, 2010; Ferrandon ve ark., 2007).

Arılarda Parazitlere Karşı Savunma Davranışları

Organizmalar parazit enfeksiyonlarından kaçınmak, direnmek ve/veya bunları tolere etmek için çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Arılardaki sosyal davranışın savunmanın gelişimi üzerinde büyük etkileri olmuştur. Örneğin, ösosyal türler genel olarak bireysel düzeyde savunmanın yanı sıra grup düzeyinde de savunmaya sahipken, tek başına yaşayan türler yalnızca bireysel düzeyde savunmaya sahiptir. Grup savunmaları temel olarak davranışsaldır, bireysel savunmalar ise kimyasal ve immünolojiktir. Grup düzeyindeki savunmaların bireysel düzeydeki savunma seçimini nasıl etkileyebileceğine dair birçok hipotez vardır ve tüm genomlar ve gen

ekspresyon profilleri üzerine yapılan son çalışmalar bunlardan bazılarında yeni bakış açıları kazandırmaktadır (Fowler ve ark., 2019).

Bazı hayvanlar kalabalıklaşmaya, yoğunluğa bağlı profilaksi olarak bilinen bir süreç olan bağışıklık tepkilerini yukarı doğru düzenleyerek yanıt vermektedir. Bu tepkiler Lepidopteran larvalarında bildirilmiştir, ancak sosyal ergin termitler bu esneklikten yoksundur. Ösosyal arı türleri (*Exoneurella tridentata* ve *Trigona carbonaria*) ve presosyal türler (*Exoneurella robusta* ve *Exoneurella nigrescens*), tek başına yaşayan (soliter) türlere (*Amegilla assersta* ve *Amegilla bombiformis*) göre kütiküler antimikrobiyal bileşiklerin üretiminde daha güçlü bireysel düzeyde savunma sergilemektedirler. Bu çalışmalar sosyal grup hipotezini desteklemektedir. Çünkü sosyal gruplarda (hem türler içinde hem de türler arasında) yaşayan soliter arılar, izole olanlara göre daha yüksek bireysel savunma mekanizmaları sergilemektedirler (Wilson, 1998; Fowler ve ark., 2019; Richter ve ark., 2012).

Tımar Davranışı (Grooming)

Tımar davranışı, bir enfeksiyondan kaçınma mekanizmasıdır, ancak öncelikle böceğin kütikülünün bakımıyla ilgilidir. Tımar, parazitleri kütikülden uzaklaştırarak veya onların üzerine yerleşmelerini engelleyerek enfeksiyon riskini azaltmaktadır. Böcekler, özel kıllar ve kütiküler salgılar da dahil olmak üzere, bakım verimliliğini arttıran bir dizi adaptasyona sahiptir. İlginçtir ki salgılar, böcek parazitleri tarafından sıklıkla konakçılardan kaçmak için alternatif olarak kullanılmaktadır. Örneğin Guguk Arısı, *Bombus bohemicus*, koloninin kütiküler salgılarını taklit ederek konakçı kovanlara sızar ve burada üreme için kaynakları tekeline alır ve konakçı üremesini bastırır (Vale ve ark., 2018; Valentine, 2007).

Bir arı kendini tımarlayabilir (auto-grooming) veya bir arı başka bir arıyı tımar edebilir (allo-grooming). Kendini tımarlama, yabancı parçacıkları ve polenleri vücuttan uzaklaştırmak için kullanılmaktadır. Ancak aynı zamanda trakeal akar *Acarapis woodi*'ye karşı da önemli bir savunma mekanizmasıdır. Bu mikroskobik akarlara genetik direnç gösteren arılar, mezotorasik bacakları yardımıyla kendilerini tımarlayarak akarların yuva arkadaşlarına yayılmasını engeller (Evans ve Spivak, 2010; Cremer ve Sixt, 2009).

Tımarlama genellikle istilacı mikroorganizmalara karşı ilk savunma hattıdır. Sosyal bağışıklık açısından bakıldığında, tımarın iki önemli etkisi olabilir. Bunlardan ilki ektoparazitler, özellikle de trakeal akarlar *Acarapis woodi* ve *Varroa destructor* gibi bal arısı kolonilerini istila eden akarlar üzerinedir. Trakeal akarlar için, kendi kendini temizlemenin bireysel enfeksiyonu önleyen ana savunma olduğu ve bu akarların bireysel düzeyde tımarlanması, akarları koloni düzeyinde etkili bir şekilde ortadan kaldırmaktadır. Tımarlamanın koloni sağlığı ve hastalık direnci üzerindeki ikinci etkisi sosyal aşılama. Bazı durumlarda hasta bireylere maruz kalmak ve onları tımarlamak, daha sonraki patojen mücadelesinde hayatta kalma oranının artmasına yol açabilmektedir (Danka ve Villa, 1998; Simone-Finstrom, 2017).

Sosyal bağışıklık hipotezi bal arısı işçilerinde henüz açık bir şekilde test edilmemiş olsa da, sağlıklı arıların, bağışıklığı uyarılmış arılara verdiği tepkileri inceleyen deneylerden elde edilen bazı kanıtlar vardır; burada bakteri enjekte edilen arılara, enjekte edilmemiş arılara göre daha fazla tımarlama (allo-grooming) uygulanmıştır. Bu sonuçlar arıların bağışıklık sistemi aktif olan bireyleri tespit edebildiğini göstermektedir. Bağışıklık sorunu yaşayan arıların daha fazla tımar etkileşimi alması gerçeği, bunun hastalık bulaşması ve direnç üzerindeki etkilerinin daha fazla araştırılmasına ihtiyaç doğurmaktadır (Simone-Finstrom, 2017).

Hijyenik Davranış (Hygienic Behavior)

Bal arılarında bireysel bağışıklık, oldukça gelişmiş sosyal davranışlarla tamamlanmaktadır. Bunların arasında hijyenik davranış, sağlıklı veya ölü yavruların tespit edilmesi ve uzaklaştırılmasında önemli bir role sahiptir. Bu sayede koloni içerisinde hastalık ve patojen bulaşma riski sınırlanmaktadır (Leclercq ve ark., 2018).

Larva veya pupa, patojen veya parazitlerle birlikte koloniden uzaklaştırılmaktadır. Böylece enfeksiyonun koloni boyunca yayılması azalmaktadır. Bu şekilde bireysel olarak larva veya pupa enfeksiyondan kurtarılmamış, ancak hastalığın koloniye bulaşmasını önlemek için tam semptom gelişmesinden önce uzaklaştırılmış olmaktadır. Dolayısıyla hijyenik davranış hasta bireyleri doğrudan korumamakta, aksine koloni düzeyinde

etkiler yaratmaktadır. Hijyenik davranış, yavruların bir bölümünün sıvı nitrojen kullanılarak dondurulduğu ve 24 saat sonra ölü pupaların uzaklaştırıldığı dondurularak öldürülmüş yavru deneyi kullanılarak kolayca değerlendirilebilmektedir (Evans ve Spivak, 2010; Simone-Finstrom, 2017).

Hijyenik davranış, başlangıçta bal arılarının Amerikan Yavru Çürüklüğü ile enfekte olmuş yavruları tespit edip yuvadan çıkarma davranışı olarak tanımlanmıştır. Daha sonra hijyenik davranışın aynı zamanda Kireç Hastalığına karşı önemli bir davranışsal savunma olduğu bulunmuştur. Hızlı hijyenik davranış için seçilen arıların, hastalıklı yavruların kokusuna karşı yüksek koku duyarlılığı olduğu belirtilmiştir (Evans ve Spivak, 2010; Simone-Finstrom, 2017).

Bireysel arıların doğrudan gözlemlenmesi ile gerçekleştirilen nöroetolojik çalışmalar, hastalıklı yavruların erken tespitinin direnç açısından kritik olduğunu göstermiştir. Arıların, patojenin bulaşıcı aşamaya ulaşmadan önce yavruları tespit edip çıkarması gerekmektedir. Hızlı hijyenik davranış için seçilen koloniler, sahada Amerikan Yavru Çürüklüğü ve Kireç Hastalığına karşı direnç göstermektedir. Bununla birlikte, tımar davranışı gibi, hastalıklı yavruların elleçleme veya yeme yoluyla (kanibalizm) uzaklaştırılması sürecinde, eğer patojen bulaşıcı aşamaya ulaştıktan sonra hastalıklı yavruları uzaklaştırırsa, patojenin koloniye yayılma tehlikesi meydana gelmektedir. Hijyenik davranış, arıların akarların istila ettiği pupaları tespit edip çıkarması durumunda Varroa'ya karşı önemli bir savunma mekanizması da sağlamaktadır. Varroa'nın orijinal konağı olan *Apis cerana*, akarların istila ettiği pupaları tespit eder ve tek bir pupayı içeren hücrenin balmumu kapağında bir delik açarak akarı serbest bırakabilir veya balmumundan meydana gelen kapağı tamamen açıp pupayı çıkarabilir. Bu sayede Varroa'nın çoğalıp yayılmasını önlemiş olur (Evans ve Spivak, 2010; Simone-Finstrom, 2017).

Kendi Kendini Tedavi Etme Davranışı (Self-Medication Behavior)

Kendi kendine ilaç tedavisi kavramı, Clayton ve Wolfe (1993) tarafından, doğal bileşiklerin bireysel organizmalar tarafından parazitlere veya patojenlere karşı savunma amacıyla yönlendirilmiş tüketimi veya kullanılması olarak tanımlanmıştır. Clayton ve Wolfe (1993) kendi kendine ilaç tedavisine ilişkin

ilk üç kriterin ana hatlarını çizmiştir ve dördüncüsü daha sonra Singer ve arkadaşları (2009) tarafından eklenmiştir:

1. [Bitki] maddesiyle kasıtlı olarak temasa geçilmelidir.
2. Madde bir veya daha fazla parazite zararlı olmalıdır.
3. Parazitler üzerindeki zararlı etkiye karşın, konakçının sağlığını olumlu yönde etkilemelidir.
4. Parazitlerin yokluğunda madde konakçıya zararlı olmalıdır (Spivak et al., 2019).

Bal arıları bitkisel ürünlerin antibiyotik, antifungal ve antiviral bileşiklerinin toplanması da dahil olmak üzere çeşitli profilaktik hastalık savunma stratejilerine sahiptir. Bu nedenle bal ve polen; mantar ve bakteri üremesini önleyen ve viral çoğalmayı engelleyen birçok bileşik içermektedir. Bu bileşikler aynı zamanda bakıcı (nurse) arılar tarafından larvalara da verildiğinden, kovan içindeki koloni sağlığı açısından merkezi bir rol oynamaktadırlar. Gherman ve ark. (2014)'nın yaptığı çalışmada mikrosporidian bağırsak paraziti *Nosema ceranae* ile enfekte olan bal arısı bakıcı arılarının, eşzamanlı seçim testinde çeşitli bal türleri için farklı tercihler gösterdiği bildirilmiştir. Enfekte işçiler, bal tüketiminden sonra mikrosporidian enfeksiyonunu azaltan, daha yüksek antibiyotik aktivitesine sahip balları tercih ettiği görülmüştür. Bakıcı arılar yalnızca larvaları değil aynı zamanda diğer koloni üyelerini de beslediğinden, bu davranış hem birey hem de koloni düzeyinde oldukça uyarlanabilir bir terapötik ilaç biçimi olabileceğini öne sürmüşlerdir (Gherman ve ark., 2014).

Propolis açısından zengin bir ortamın etkileri arka planda daha fazla ortaya çıkarken, koloni mikrobiyal düzeylerini etkileyerek ve belki de bağışıklık fonksiyonunu modüle ederek, bal arılarının Kireç Hastalığı'na yanıt olarak reçine toplamayla tetiklediğine dair kanıtlar vardır (Simone-Finstrom ve Spivak, 2012; Simone-Finstrom, 2017). Bu şekilde reçine toplanması benzersiz bir kendi kendine tedavi (self-medication) türüdür. Koloni veya süperorganizma düzeyinde faaliyet göstermektedir. Kireç Hastalığı etmeni ile enfekte olamayan yetişkin bal arıları, diğer koloni üyelerini (yani larvaları) enfeksiyondan korumak için antimikrobiyal reçinelerin toplanması işlemini

artırmaktadır. Bazı araştırmalar, bal arısı kolonilerinin parazit Varroa Akarına ve Deforme Kanat Virüsüne karşı da "kendi kendilerini tedavi edebildiğini" ve dolayısıyla bu davranışın birden fazla düzeyde etkilenebileceğini ve çeşitli kaynaklardan karıştırılarak bala dönüştürülebileceğini öne sürmektedir (Drescher ve ark., 2014).

Davranışsal Ateş (Behavioral Fever)

Bal arıları, yuva boşluklarının iç ortamını ısıtma, soğutma ve havalandırma yoluyla düzenlemek için bazı stratejiler geliştirmişlerdir (Seeley ve Visscher, 1985). Yuvada yavru varken peteklerin ısını 32-34 °C civarında tutarlar ve nemdeki dalgalanmaları azaltmaya çalışırlar. Özellikle bu termoregülasyon yeteneği, biyolojik tehditlere karşı bir savunma olarak çeşitli şekillerde tercih edilmektedir. Bal arıları yabancı bir kraliçenin veya yaban arısı gibi bir yırtıcının etrafında toplanarak sıcaklığı en az 45 °C'ye yükseltebilmektedir (Ono ve ark., 1987; Evans ve Spivak, 2010).

Bir çalışmada arıların patojen tehdidine yanıt olarak ortam sıcaklığını arttırması olasılığını araştırılmıştır. Starks ve ark. (2000), gözlem kovanlarında barındırılan koloniler kireç hastalığı patojeni *Ascospaera apis* ile enfekte edildiğinde, kuluçka peteği sıcaklıklarının önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir (Simone-Finstrom, 2017; Starks ve ark. 2000). Bu mantar patojeni, 30°C'ye kadar soğutulduklarında tehdit edilen larvalarda gelişme eğilimindedir (Bailey ve Ball, 1981), bu nedenle araştırmacılar, patojen tehdidi sırasında kuluçka peteği sıcaklığında gözlemlenen ortalama 0,56°C artışın hastalık gelişimini önleyebileceğini öne sürmüşlerdir. *V. destructor*'un gelişimi ısı yoluyla da engellenebilmektedir, dolayısıyla bir sosyal bağışıklık biçimi olarak davranışsal ateş üzerine daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. (Evans ve Spivak, 2010).

KAYNAKLAR

- Bailey, L., Ball, B.V., 1981. *Honeybee Pathology*, second ed. Academic Press, London, UK.
- Chen, Y.P., Higgins, J.A., Feldlaufer, M.F., 2005. Quantitative real-time reverse transcription-PCR analysis of deformed wing virus infection in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Applied and Environmental Microbiology* 71, 436–441.
- Clayton, D. H., & Wolfe, N. D. (1993). The adaptive significance of self-medication. *Trends in Ecology & Evolution*, 8(2), 60-63.
- Crailsheim, K., & Riessberger-Gallé, U. (2001). Honey bee age-dependent resistance against American foulbrood. *Apidologie*, 32(1), 91-103.
- Cremer, S., Sixt, M., 2009. Analogies in the evolution of individual and social immunity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 364, 129–142.
- Danka, R. G., & Villa, J. D. (1998). Evidence of autogrooming as a mechanism of honey bee resistance to tracheal mite infestation. *Journal of Apicultural Research*, 37(1), 39-46.
- de Miranda, J.R., Genersch, E., 2010. Deformed wing virus. *Journal of Invertebrate Pathology* 103, S48–S61
- Drescher, N., Klein, A. M., Neumann, P., Yañez, O., & Leonhardt, S. D. (2017). Inside honeybee hives: Impact of natural propolis on the ectoparasitic mite *Varroa destructor* and viruses. *Insects*, 8(1), 15.
- Evans, J. D., & Schwarz, R. S. (2011). Bees brought to their knees: microbes affecting honey bee health. *Trends in microbiology*, 19(12), 614-620.
- Evans, J. D., & Spivak, M. (2010). Socialized medicine: individual and communal disease barriers in honey bees. *Journal of invertebrate pathology*, 103, S62-S72.
- Ferrandon, D., Imler, J. L., Hetru, C., & Hoffmann, J. A. (2007). The *Drosophila* systemic immune response: sensing and signalling during bacterial and fungal infections. *Nature reviews immunology*, 7(11), 862-874.
- Fowler, A. E., Irwin, R. E., & Adler, L. S. (2020). Parasite defense mechanisms in bees: behavior, immunity, antimicrobials, and symbionts. *Emerging Topics in Life Sciences*, 4(1), 59-76.

- Gherman, B. I., Denner, A., Bobiş, O., Dezmirean, D. S., Mărghitaş, L. A., Schlüns, H., ... & Erler, S. (2014). Pathogen-associated self-medication behavior in the honeybee *Apis mellifera*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 68, 1777-1784.
- Leclercq, G., Francis, F., Gengler, N., & Blacquièrre, T. (2018). Bioassays to quantify hygienic behavior in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies: a review. *Journal of Apicultural Research*, 57(5), 663-673.
- Lemaitre, B., & Hoffmann, J. (2007). The host defense of *Drosophila melanogaster*. *Annu. Rev. Immunol.*, 25, 697-743.
- Moore, J. (2013). An overview of parasite-induced behavioral alterations—and some lessons from bats. *Journal of Experimental Biology*, 216(1), 11-17.
- Ono, M., Okada, I., & Sasaki, M. (1987). Heat production by balling in the Japanese honeybee, *Apis cerana japonica* as a defensive behavior against the hornet, *Vespa simillima xanthoptera* (Hymenoptera: Vespidae). *Experientia*, 43, 1031-1034.
- Öktem N., & Göçmen B. (2008). Genel Parazitoloji Uygulama Kitabı. Ege Üniversitesi Basımevi, 1-3.
- Richter, J., Helbing, S., Erler, S., & Lattorff, H. M. G. (2012). Social context-dependent immune gene expression in bumblebees (*Bombus terrestris*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 66, 791-796.
- Schmid-Hempel, P. (2021). *Evolutionary parasitology: the integrated study of infections, immunology, ecology, and genetics*. Oxford University Press.
- Seeley, T. D., & Visscher, P. K. (1985). Survival of honeybees in cold climates: the critical timing of colony growth and reproduction. *Ecological Entomology*, 10(1), 81-88.
- Simone-Finstrom, M. (2017). Social immunity and the superorganism: Behavioral defenses protecting honey bee colonies from pathogens and parasites. *Bee World*, 94(1), 21-29.
- Simone-Finstrom, M. D., & Spivak, M. (2012). Increased resin collection after parasite challenge: a case of self-medication in honey bees?. *PloS one*, 7(3), e34601.
- Singer, M. S., Mace, K. C., & Bernays, E. A. (2009). Self-medication as adaptive plasticity: increased ingestion of plant toxins by parasitized caterpillars. *PloS one*, 4(3), e4796.

- Spivak, M., Goblirsch, M., & Simone-Finstrom, M. (2019). Social-medication in bees: the line between individual and social regulation. *Current opinion in insect science*, 33, 49-55.
- Starks, P. T., Blackie, C. A., & Seeley, T. D. (2000). Fever in honeybee colonies. *Naturwissenschaften*, 87, 229-231.
- Thompson, S. N., & Kavaliers, M. (1994). Physiological bases for parasite-induced alterations of host behaviour. *Parasitology*, 109(S1), S119-S138.
- Vale, P. F., Siva-Jothy, J., Morrill, A., & Forbes, M. R. (2018). The influence of parasites on insect behavior. *Insect behavior: from mechanisms to ecological and evolutionary consequences*, 274-291.
- Valentine, B. D. (2007). 0002. Mutual grooming in cucujoid beetles (Coleoptera: Silvanidae). *Insecta Mundi*, 1-3.
- Wilson, K. (1998). Density-dependent prophylaxis: evidence from Lepidoptera-baculovirus interactions. *Ecol. Entomol.*, 23, 100-101.

BÖLÜM 7

PESTİSİTLERİN BAL ARILARI DAVRANIŞLARI ÜZERİNDE

ETKİLERİ

Öğr. Gör. Zeynep ASUTAY^{1*}

Prof. Dr. Bünyamin SÖĞÜT²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10433643>

¹ Bitlis Eren Üniversitesi, Hizan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Arıcılık Programı Bitlis, Orcid No: 0000-0002-5854-1040

E-mail: zasutay@beu.edu.tr

² Bandırma Üniversitesi Bandırma Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Bölümü Orcid: 0000-0002-7644-7226, bsogut@bandirma.edu.tr

1.GİRİŞ

Bal arısı kolonilerinin kaybından birden fazla etkenin sorumlu olduğu hususunda giderek artan fikir birliğine rağmen, net bir sonuca varılamamış, patojenler ve parazitler en önemli etmenler arasında gösterilmiştir (Sandrock ve ark., 2014). 2006 yılından şimdiye kadar beklenmeyen bir şekilde oluşan koloni çökmeleri nedeniyle araştırmalar artmış ve araştırmaların sonucu olarak pestisitler, genetiğiyle oynanmış ürünler, küresel ısınma, parazit ve hastalıkların bal arılarını etkilediği bunun yanı sıra akar, mantar, yetersiz beslenme ve ana arının istenilen seviyede yumurtlamaması gibi faktörler koloni çöküşünün en olası etkenleri arasında görülmüştür (Fairbrother ve ark., 2014).

Arı sayısındaki azalma, gıda üretimi için büyük bir tehdit olan üretim için gerekli olan tozlaşmayı da azaltmaktadır (Traver ve ark., 2018). Bal arıları bitkilerin tozlaşmasına yardımcı olarak verimliliği artırır ve tarımsal ekosisteme önemli katkı sağlar (Tüzün ve Bilgili, 2013).

Dünya nüfusundaki hızlı ve kontrolsüz oluşan artış, gıdaya olan talebi de arttırmıştır. Bu bağlamda pestisit adı verilen insektisitler, herbisitler, fungusitler, rodentisitler, mollusisitler ve bitki büyüme düzenleyicilerini içeren kimyasallar, tarımsal üretimin verimliliğini ve kalitesini artırmak amacıyla hastalık ve zararlılara karşı yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Arı sağlığı açısından en çok tartışılan pestisitler böcek ilaçlarıdır. Arılar, yaşamlarını devam etmek için gereksinim duydukları nektar ve poleni çiçekli bitkilerden sağlarken zirai ilaçlara direkt olarak temas edebildiği gibi, kovana taşıdıkları nektar ve polen kanalıyla da kovan içi arıların dolaylı yoldan zirai ilaçlara maruz kalmasına sebep olmaktadır. Arıların fizyolojisi pestisitlere doğrudan veya dolaylı olarak maruz kalan diğer böceklere göre daha hassastır. Arı genomunun dizilenmesinin ardından, diğer böcek genomlarıyla karşılaştırıldığında arı genomunun, sitokrom P450 monooksijenazlar (P450'ler), karboksilesterazlar ve glutatyon-S-transferazlar dahil detoksifikasyon enzimlerini kodlayan genlerde önemli bir eksikliğe sahip olduğu bulunmuştur (Claudianos ve ark., 2006).

2. PESTİSİTLER

Pestisit terimi, basitçe kökeni "pest" olan zararlı canlıları yok etmek için kullanılan bir madde anlamına gelir. Pestisit genel olarak, insan gıdasındaki istenmeyen canlıları öldürmek için kullanılan bir araç, yöntem veya kimyasal olarak tanımlanabilmektedir (Efecan, 2014).

Tarım alanlarının yanı sıra çeşitli orman zararlılarına karşı, su kütlelerinin akışını engelleyen veya demiryolu taşımacılığını zorlaştıran yabancı otlara karşı da pestisitler kullanılmaktadır. Pestisitlerden etkilenen unsurlar: böcekler, mantarlar, kemirgenler, bakteriler, akarsular, kuşlar, salyangozlar, yabancı bitkiler ve otlar, bazı hayvanların dış parazitleri vb. olarak listelenebilmektedir. Organik, tabii organik ve sentetik organik grupları altında pek çok farklı pestisit bulunmaktadır ve bu pestisitler tehlikeli grupta olan arsenik, cıva, boratlı, florürlü bileşikler, kükürt, fosfor içermektedir (Arslan, 2016).

3. BAL ARILARI ÜZERİNDE PESTİSİTLERİN ETKİLERİ

Arıların pestisitlere karşı duyarlılıkları fazladır. Arılar çevre kirliliğinin düzeyini belirlemede indikatör görevi görürler. Çeşitli pestisit gruplarının (organofosfor, karbamat, piretroid) arı kayıplarına neden olduğu tespit edilmiştir. Arıcılık faaliyetlerinde birçok hastalık kovandaki arıları ve dolayısıyla bal üretimini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu hastalıkların en önemlisi varroosis'tir. Varroosis ve diğer zararlılara karşı Tarım ilaçları da mücadelede önemli rol oynamaktadır.. Tarım ilaçları balda kalıntı bırakmanın yanı sıra kovandaki arılara da zarar vererek arı ölümlerinde etken olabilmektedir (Yarsan ve Çevik 2007).

Pestisitlerin arılar üzerinde etkisinin bilinmesi çok eskilere dayanmaktadır. 1870 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde elma ağaçlarında kullanılan Paris yeşilinin önemli sayıda arının ölümüne neden olduğu bildirilmektedir. Arılar pestisitlerden etkilenen başlıca böcek grubudur. Tarım ilaçlarının yoğun ve bilinçsiz kullanımı sonucu her yıl binlerce arı kolonisi zarar görmektedir. 1967 yılında Kaliforniya'daki pamuk tarlalarına Cabartil tozu uygulanmasının toplam koloni sayısının %15'ini, yani yaklaşık 70.000 arı kolonisini yok ettiği belirtilmektedir. Klorlu

hidrokarbonlar, organik fosfor, karbonatlar ve sentetik piretroitli bileşikler ve diğer pestisit gruplarını içeren bileşikler, arılar için yüksek derecede toksik olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca biyopestisitler, akarisitler, fungusitler ve herbisitler daha az toksik veya toksik olmayan olarak sınıflandırılır. Zehirlenen arılarda vücut hareketleri bozular, zayıf uçuş davranışı gözlemlenir, bunu felç ve ölüm takip eder. Çoğu arı kovanda ölür. Ana arının ölmediği durumda da yumurtlaması sonlanmaktadır. Sentetik piretroitler arıların toplu ölümüne yol açmaktadır. Bal arılarında sentetik piretroidler, ilk başta düzensiz hareketlere, kusmaya ve halsizliğe, ardından felce ve kasılmalarla ölüme neden olmaktadır. Pestisitlerin yapmış olduğu etkiyle zehirlenen arıların bir başka göstergesi de kovandaki işçi arılar tarafından yapılan kovan içi temizliğin azalması ve arı ölümlerini dışarıya atamamalarıdır. Bu nedenle kovan girişinde çok sayıda ölü arı birikmektedir. Kovan iç kısmının pestisitlerle kirlenmesi genellikle tarlacı işçi arılar tarafından getirilen ilaçlı polenlerle yapılır. Bu nedenle toz preparatlar sıvı olanlardan daha tehlikelidir. Kovandan yeni çıkan işçi arıların ölüm oranlarının fazla olması polenin pestisitli olduğunun en önemli belirtisidir. Kovanın böcek ilacı ile kirlenmesi larvaların ölümüyle sonuçlanır (Yıldırım, 2012).

Arılar pestisitleri temas, solunum ve ağız yoluyla vücutlarına alarak toksik etkilere sebep olurlar. İnsektisitlerin arılar üzerindeki toksisitesi, insektisit fiziko-kimyasal özelliklerine, formülasyon tipine ve arıların davranışsal ve fizyolojik özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca pestisit toksisitesi, pestisit uygulama süreleri ve abiyotik faktörlerden (sıcaklık, ışık vb.) etkilenir (Devillers ve ark., 2002). Farklı türdeki pestisitlerin arılar üzerindeki toksik etkilerini inceleyen bir araştırma, toz formülasyonların sıvı olanlardan daha toksik olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu durumun temel nedeni arıların uzantılarının (seta) toz parçacıklarını yakalayabilecek bir yapıya sahip olmasıdır ((Johansen, 1983).

Arılar ve pestisitler arasındaki ilişki üzerine yapılan araştırmalar, arıların davranışsal becerilerinin ve salgı bezlerinin pestisitlere maruz kalma nedeniyle bozulduğunu göstermektedir. Bir başka araştırma ekibinin yaptığı çalışmada iki farklı neonikotinoid aktif maddenin (imidacloprid ve clothianidin) besleme yöntemi kullanılarak arılar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda arıların yiyecek arama davranışlarında bazı

sapmalar gözlenmiş, kullanılan doz arttıkça çiçekli bitkileri ziyaret etme sıklığı ve uçuş süresi kontrol gruplarıyla farklı olduğu gözlemlenmiştir (Karahana ve ark., 2018).

SONUÇ

Bal arıları başta olmak üzere polinatörler, pek çok açıdan ekosistemdeki anahtar tür pozisyonundadır ancak son yıllarda kullanımı hızla artan pestisitler, arılar ve diğer tozlaştırıcılar için bir tehdit haline gelmiştir (Kluser ve ark., 2010).

Son zamanlarda araştırmacılar pestisit kullanımı ile arı kolonilerinin kaybı arasındaki bağlantılara odaklanmıştır. Ancak pestisitlerin arılar üzerindeki etkisini araştıran çalışmalarda kullanılan pestisit dozları, sahada maruz kalınan dozlardan farklı olabilmekte ve bu durum yanıtıcı sonuçlara yol açabilmektedir. Bu açıdan bakıldığında pestisitlerin gerçek etkilerinin ortaya konulması için çalışmaların yeniden incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca koloni çöküşü bozukluğunun temel nedeni olduğu gösterilen arı paraziti *Varroa destructor*'u kontrol altına almak için yaygın olarak kullanılan pestisitler, arı sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Boncristiani ve ark., 2012).

Bir sonuca varacak olursak arılar yoğun tarımsal faaliyetler, zararlılar ve hastalıklar, şiddetli hava koşulları, tarım ilaçlarının etkileri nedeniyle yem çeşitliliğinin azalması gibi birçok tehditle karşı karşıya kalmakta ve arı kolonisinde düşüşe sebep olmaktadır. İnsanlar için bal, polen, balmumu, propolis ve arı sütü temel besin kaynağı olarak görüldüğü için arı kolonilerinin tamamının korunması gerekir. (Gray ve Peterson, 2017).

KAYNAKÇA

- Arslan, S. (2016). Türkiye’de pestisit kullanımı ve çevresel etkiler. *XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, 2217-2223.
- Boncrisiani, H., Underwood, R., Schwarz, R., Evans, J. D., & Pettis, J. (2012). Direct effect of acaricides on pathogen loads and gene expression levels in honey bees *Apis mellifera*. *Journal of insect physiology*, 58(5), 613-620.
- Claudianos, C., Ranson, H., Johnson, R. M., Biswas, S., Schuler, M. A., Berenbaum, M. R., ... & Oakeshott, J. G. (2006). A deficit of detoxification enzymes: pesticide sensitivity and environmental response in the honeybee. *Insect molecular biology*, 15(5), 615-636.
- Devillers, J., & Pham-Delègue, M. H. (Eds.). (2002). *Honey bees: estimating the environmental impact of chemicals*. CRC Press.
- Efecan, H. (2014). *Halfenprox pestisitinin mutajenik aktivitesinin ames test sistemi ile belirlenmesi* (Master's thesis).
- Fairbrother, A., Purdy, J., Anderson, T., & Fell, R. (2014). Risks of neonicotinoid insecticides to honeybees. *Environmental toxicology and chemistry*, 33(4), 719-731.
- Gray, A., & Peterson, M. (2017, September). Investigating honey bee colony losses from surveys of beekeepers. In *Royal Statistical Society Conference, 4–7 September 2017, Glasgow*.
- Johansen C. Protecting bees from pesticides. *Proceedings of the 5th International Symposium on Pollination, Versailles (France), 27-30 September, 1983: 155-161*.
- Karahan, A., Kutlu, M. A., Gül, A., & Karaca, İ. (2018, October). The Effect of pesticides on honey bees. In *6th International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress* (Vol. 15, No. 19, pp. 84-90).
- Kluser, S., Neumann, P., Chauzat, M.P., Pettis, J.S., Peduzzi, P., Witt, R., ... & Theuri, M. (2010). Küresel bal arısı kolonisi bozuklukları ve böcek polinatörlerine yönelik diğer tehditler.
- Sandrock, C., Tanadini, M., Tanadini, LG, Fauser-Misslin, A., Potts, SG ve Neumann, P. (2014). Kronik neonikotinoid maruziyetinin bal arısı koloni performansı ve kraliçenin yerine getirilmesi üzerindeki etkisi. *PLOS bir* , 9 (8), e103592.

- Traver, B. E., Feazel-Orr, H. K., Catalfamo, K. M., Brewster, C. C., & Fell, R. D. (2018). Seasonal effects and the impact of in-hive pesticide treatments on parasite, pathogens, and health of honey bees. *Journal of economic entomology*, 111(2), 517-527.
- Yarsan, E., ve Çevik, A. (2007). Vektör mücadelesinde biyopestisitler. *Türk Hijyen Ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 64(1), 61-70.
- Yıldırım E. Arılar (Apidae: Hymenoptera) Tozlaşma ve Pestisitlerin Etkileri. *Ekonomik ve Teknik Dergisi*, (2012), Sayı:601, ss:90-93

BÖLÜM 8

ORGANİK TARIM & ORGANİK ARICILIK

Sinan ERDEM^{1*}

Prof. Dr. Bünyamin SÖĞÜT²

Dr. Öğr. Üyesi Semiramis KARLIDAĞ³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10441798>

¹ Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü, Bingöl, TÜRKİYE.
<https://orcid.org/0000-0001-5342-6302> sinanerdem012@gmail.com

² Bandırma Üniversitesi Bandırma Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Bölümü Orcid:
0000-0002-7644-7226, bsogut@bandirma.edu.tr

³ Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Malatya, Türkiye.E-mail: semiramis.karlidag@ozal.edu.tr,
<https://orcid.org/0000-0002-9637-2479>

Organik tarım ile ilgili birçok tanım bulunmaktadır. Fakat herkesçe kabul edilmiş ortak bir tanım olmamakla beraber USDA (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Dairesi) nin göre: “Organik tarım, sentetik içerikli gübre, tarım ilaçları, hayvan yem katkıları ve büyüme düzenleyicileri işlenmesini ve kullanımını yasaklayan ya da büyük oranda yasaklayan bir üretim biçimidir. Organik tarım sistemleri verimliliğini korumak ve toprağı işlemek, bitki besleyici maddeleri üretmek, yabancı ot, zararlı böcek ve hastalıkları tedavi-kontrol etmek amacıyla ürün ekim nöbeti, baklagiller, hayvan gübresi, bitki artıkları, yeşil gübreleme, organik çiftlik artıkları ve biyolojik zararlı kontrolü faaliyetlerine dayanmaktadır” tanımını yapmıştır (USDA, 1980).

Organik tarım, ekolojik dengenin, toprakların ve insanların sağlığını koruyan bir üretim modelidir. Ziraî ilaçların ve kimyasal gübre yoğun bir biçimde kullanmak yerine çevresel şartlara, biyolojik çeşitliliğe, ekolojiye ve doğal döngülere dayanmaktadır (Azzurra and Paola, 2009). Organik tarım, birçok dilde farklı biçimde tanımlanmaktadır. Örneğin, Fransızca’da “*bioloque*”, Almanca’da “*ökologish*” İngilizce’de “*organic*”, olarak tanımlanmaktadır. Yani, temel olarak “biyolojik”, “organik”, ve “ekolojik” şeklinde isimler ile tanımlanmıştır (Bonti-Ankomah and Yiridoe, 2006). WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve FAO (Birleşmiş Milletler Tarım Gıda Örgütü) tarafından organik tarım, “*Agro-ekosisteminin sağlığını biyoçeşitliliği, toprağın biyolojik aktivitesini ve biyolojik döngüleri teşvik ederek geliştiren ve üretimi bütünsel bir yaklaşımla ele alan bir üretim modelidir*” olarak tanımlanmıştır (FAO, 199).

Organik tarımın tanımlamalarının büyük bir kısmında sürdürülebilirlik kavramı göze çarpmaktadır. Sürdürülebilir organik tarım kavramı genellikle doğal kaynakların verimliliklerinin koruma altına alınması ve uzun zamanda korunması ile kalmamakla beraber; ekolojik, sosyal ve ekonomik yönden sürdürülebilir tarım sistemini açıklamaktadır (Francis ve Youngberg, 1990).

IFOAM (Uluslararası Organik Tarım Hareketi Federasyonu) tanımına göre “Organik tarım; ekosistemi, toprağı, organizmaları ve insan sağlığını koruyan bir üretim çeşididir. Organik tarım, tercih edilmeyen maliyetlerin kullanımını yerine; yerel koşullara uyum sağlamış, biyolojik çeşitlilik, ekolojik süreçler ve döngülere dayanmaktadır. Organik tarım, yaşadığımız çevreye

faydalı olmak, ortamdaki bütün canlılar için yaşam standartlarını iyileştirmek için gelenek, bilim ile yenilikleri bir araya toplar” (IFOAM, 2009).

Avrupa ve ABD’de ilk kez başlamış olan organik tarım sonrasında da diğer ülkelere de sıçramıştır. Organik tarıma olan rağbetin artması ise sağlık ve çevreye olan kaygıların artması, sosyal ve ekonomik koşulların iyileşmesi gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Organik tarımda üretilen gıda ürünlerine yönelik tüketici ihtiyacının ve talebinin artması sonucunda organik tarıma geçen çiftçilerin sayısında artışlar olmuştur. Söz konusu bu ihtiyaç-talebin artması uluslararası ticaretinde artmasına neden olmuştur. Bazı üreticilerin ülkelerinde organik tarım ürünleri için pazarın olmadığı ve talebin olmamasına rağmen bazı ülkeler, Avrupa’da yetiştirilemeyen ve rağbet gören organik ürünleri üretmeye ve bu ürünleri ihracat yapmaya başlamışlardır (Demiryürek, 2011). IFOAM (Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonunun) 1972 yılında kurulması ile organik tarım uluslararası geçerliliği olan nitelik kazanmıştır. IFOAM, dünyadaki organik tarım faaliyetlerini bir arada toplamayı, sağlıklı bir biçimde organik tarım faaliyetlerini iyileştirmeyi, organik tarım faaliyetleri için yönetmelikleri ve koşulların alt yapılarını hazırlamayı, bütün gelişmeleri tüm ilgili birimlere ve üyelerine iletmeyi hedefleyerek beş kurucu organizasyon ve üç kıta tarafından oluşturulmuştur (İnci and Karakaya, 2021). FİBL (Organik Tarım Araştırma Enstitüsü) kuruluşu tarafından ortaya çıkarılan The World Of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2021 yılı verilerine göre Dünya’da 72,3 milyon hektarlık alanda organik tarım uygulamaları yürütülmektedir.

Organik tarım ürünlerinin ticareti dünyada 1970’li yıllarda uygulanmaya başlamıştır. Bunun yanında 1991’li yıllarının başlarına doğru özellikle dioksin, deli dana, ve genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar (GDO) vb. olaylara karşı duyulan korku-endişeden dolayı organik ürünlere yönelişlerde artışlar olmuştur ve organik tarım, uluslararası kuruluşların ilgi odağı olmuştur (Er ve Başalma, 2008).

Ülkemizde de organik tarım uygulamaları 1980’li yılların ortalarında Avrupa’daki bazı kuruluşların ülkemizden, baklagiller, fındık, kurutulmuş ürünler (kayısı, üzüm, incir) ve pamuk gibi organik tarım ürünlerine olan

talepleri ve organik tarım üretim tekniklerini öğretmeye yönelik ihtiyacın ortaya çıkması ve diğer ülkelerdeki tüketicilerin talepleri doğrultusunda başlamıştır. Burada asıl amaç, ülkemizin organik tarım ürünleri ihracatını artırmak ve dünyadaki pazarlarda kendine yer bulmasını sağlamaktır (Ataseven and Güneş, 2008). Ülkemizde 1994'te "*Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Metotlarla Üretimi*" olarak tanımlana bir yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Daha sonra bu yönetmeliğe 1995 tarihinde bazı eksikliklerin giderilmesi için birtakım eklemeler yapılmıştır. 2002'nin temmuz ayında ise "*Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik*" yayınlanmıştır. Bundan sonra da "*Avrupa Topluluğuna Organik Ürün İhraç Eden 3. Ülkeler*" listesinde olmak için tekrardan düzenlenen organik tarım yönetmeliği 10.06.2005 tarihinde yayınlanmıştır (Bayram ve ark, 2011). Ülkemizde organik tarım uygulamaları, 5262 Sayılı Organik Tarım Kanunu ve 18 Ağustos 2010 tarihinde ve 27676 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan ve 2013-2015 yılları arasında çeşitli ilaveler yapılan "Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik" doğrultusunda Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nca organik tarımda yetkilendirilen Kontrol ve Sertifikasyon kuruluşları ile yapılan sözleşme hükümlerine göre yürütme işlemleri yapılmaktadır (Anonim, 2021a).

Organik tarım sistemi ülkemizde özellikle ihracat taleplerinin artmasıyla gelişmeye başlamıştır. Ülkemiz organik tarımı, standartları uluslararası organik tarım standartlarına uyumlu, üreticilere kazanç getirmenin yanında tüketicilere de sağlıklı ve güvenilir ürünler sağlayan bir durum kazanmıştır. Organik tarım uygulamasının, dünyada sürekli gelişen ve değişen tarım sektörünün bir üyesi olarak, artan gelişim ivmesine sahip olduğu belirtilmiştir. Ülkemizin birçok yerinde tarımsal üretim organik olarak yapılmasına rağmen, sertifikasyon ve kontrol sistemine tabii tutulmadığından organik ürün olarak pazarlaması mümkün olmamaktadır. Ülkemizde çok fazla organik koşulların olması, biyolojik çeşitliliği, bu farklı koşullara uyum sağlamış geniş ürün yelpazesi, su ve toprak gibi doğal kaynaklarının halen temiz ve uygun olması sebebiyle organik tarım yönünden avantajlı bir konuma çıkarmıştır. Bunun yanında doğada kendi kendine yetişen böğürtlen, ahududu, kuşburnu, kekik gibi ürünlerin elde edilmesi ve organik olarak değerlendirilmesi yönünden de ülkemizin önemli bir potansiyeli barındırdığı

düşünülmektedir (Vatansever, 2007).

Organik tarım sisteminde sertifikasyon ve kontrol, organik tarımın en önemli ön koşulların başında gelmektedir. Organik Ürün Sertifikası'na sahip ürünler ancak iç ve dış pazarlarda organik ürün olarak satılabilmektedir. Sertifika ve kontrol sistemi ürünlerin organik standartlara göre üretildiğinin, paketlenildiğinin, işlendiğinin ~~katı~~ Bunların yanında sertifikasyon ve kontrol kuruluşları özgür olmalı, bir yere bağlı olmamalı, üretim ve ticaret yapmamalı, danışmanlık hizmeti vermemeli, pazarlama faaliyetlerinde bulunmamalı ve bu kuruluşların ülkemizde kontrol ve sertifikasyon faaliyetleri yapabilmesi için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından kontrol yetkisi verilmiş ve onaylanmış olması şarttır.

ORGANİK ARICILIK

Doğaya en bağımlı tarımsal faaliyetlerden biri arıcılıktır. Bu sebeple koloni gelişiminden ürün miktarına kadar pek çok özelliği mevsimsel değişimlere bağlıdır. Bunun yanında doğal şartlarda yaşanabilecek olumsuzluklara karşı geleneksel arıcılıkta çeşitli faaliyetler ile koloniler kontrol altında tutulmaya çalışılırken organik arıcılıkta söz konusu faaliyetler oldukça kısıtlıdır. Bunun yanında pazar ve fiyatlandırma aşamasında olabilecek dalgalanmalar ürün çeşitliliğini direkt etkileyebileceği gibi organik üretim modelinden uzaklaşmasına da sebep olabilmektedir.

Ülkemizde bal, geleneksel üretimde ve organik üretimde de ana ürün olarak ön plana çıkmaktadır. Bunun yanında düşük seviyede de olsa bal mumu, propolis, polen ve arı sütü üretimi yapılmaktadır. Organik polenin her yıl üretimi yapılmamasına rağmen yıllık 6 tona yaklaşan üretim olmuştur. Yine organik bal mumu, propolis ve arı sütü değişen dönemlerde farklı miktarlarda üretilmiştir (Anonim, 2021).

Ülkemizde organik arı yetiştiriciliğiyle ilgili esaslar “Organik Tarım Esasları ve Uygulamasına İlişkin Yönetmelik” kapsamında belirlenmiştir. Her basamağı kontrole tabi tutulan bu üretim modelinde kolonilerin iklim şartlarına bağlı olarak tehlikede olması durumunda, organik şeker veya organik bal ile beslenmelerine yetkilendirilmiş kuruluşlarca izin verilebilmektedir.

Bununla birlikte bal arısı zararlarına ve hastalık karşı bölgelere uyum sağlamış dayanıklı genotiplerle çalışmak esas alınırken koruyucu tedbirlere rağmen hastalık ve zararlı görülmesi durumunda kimyasal karışimli ilaçlar yerine homeopatik veya fitoterapik tedavi yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir (Demir ve ark, 2023).

Organik arıcılık, doğada hazır bulunan polen, nektar, propolis ve su arıların toplayarak çeşitli arı ürünlerine dönüştürülmesinde, üretimde ve tüketimde bütün aşamalarda geçen kimyasal ilaçlama ve suni besleme yapılmaksızın, bütün hijyen şartlarına uyularak organik tarım bölgelerinde yada doğal yapısı korunan florası ile her basamağı organik tarım yönetmeliğince bir kontrol veya sertifikasyon kuruluşunca sertifikalandırılan ve denetlenen arıcılık faaliyetlerine organik arıcılık denilmektedir (Konak ve Gökçe, 2003).

Arıcılık araştırmaları neticesinde arı zehri, bal, polen, balmumu, propolis ve arı sütü gibi birçok ürün ortaya çıkarılmaktadır. Bu ürünler birçok hastalıkların tedavisinde ve gıda maddesi olarak kullanılmaktadır. Arı ürünlerinden hedeflenen faydaların görülebilmesi ancak organik arı ürünleri üretimi ve tüketimiyle olmaktadır (Kaftanoğlu, 2003).

Organik arıcılıkta yapılırken dikkate alınması gereken bazı hususlar;

Organik arıcılık için alan seçimi seçilen alanın, minimum uçuş çapı 3 km olması gerekli ve alanın kontrol sertifikasyon kuruluşunca 1 yıl önceden kayıt altına alınıp kontrolleri yapılması. Aynı bölgede başka arıcılık işletmesi olması durumunda diğer arıcılarında bu yönetmelik ilkelerine uygun olması gerekmektedir.

Arılık bölgesinin 3 km çapında yer alan polen ve nektar kaynakları organik olarak üretilen bitkilerden ya da doğal bitki örtüsünden oluşmalıdır. Seçilen alanın sanayi bölgeleri, kent merkezleri, atık yakma merkezleri, otoyollar, atık merkezleri gibi tarım dışı alanlardan uzaklıkta yer almalıdır. Sertifikasyon ve kontrol kuruluşu, bu koşulun tam oturması için gerekli önlemleri almalıdır.

Arılıktaki tür seçiminde, bal arılarının ortama uyum sağlama olabilmeye kapasitesi, dayanıklılık, bal üretim kapasitesi ve hastalıklara karşı dirençlilikleri gibi özellikleri dikkate alınmalıdır. Kovanda yapılacak bölünme oğul alımı gibi işlemler yönetmelik kurallarına göre yapılmalıdır. Ana arı temini, aktarımında, kovan yönetiminde veya bir hastalıkla mücadelede yapılacak bütün işlemler kontrol ve/veya sertifikasyon kuruluşundan belirlenen yönetmelikler çerçevesinde yapılmalıdır.

Arılığın olumsuz hava koşulları nedeniyle tehlikede olması gibi durumlarda, suni olarak besleme yapılmasına izin verilir. Bu besleme organik olarak üretilmiş olmalı ve aynı organik üretim biriminden üretilen organik bal ve diğer takviye besinler ile yapılır.

Arılıkta hastalıkların önlenmesi için; ortama uyumlu uygun türler seçilmeli, kraliçe arılar düzenli olarak yenilenmeli, kovanlar düzenli olarak denetlenmeli, peteklerin kontrolü yapılmalı, sürekli malzeme ve teçhizat dezenfekte edilmeli, balmumu yenilenmeli ve kovanlarda yeterince bal ve polen bırakılmalıdır. Bütün bu işlemler yine organik arıcılık esaslarına uygun yapılmalıdır (İnci ve ark., 2021).

Arılıkta olası bir hastalık durumunda tedavi, kimyasal ilaçlar ile yapılırsa, tedavi edilen kovanlar izole edilmiş ortama taşınmalı ve tüm petekler organik arıcılık yönetmeliğine uygun olan petek ile veya temel petek ile değiştirilmelidir. Bu işlemlerden sonra da bu kolonilere yıllık geçiş süreci uygulanmalıdır.

Arılıktaki kovan, petek ve balmumu gibi temel malzeme ürünlerinin temini, kontrolleri sertifikasyon kuruluşu tarafından belirlenen organik arıcılık ilkelerine göre yapılmalıdır arılıkta kullanılan malzemelerin dezenfekte edilmesi, temizlenmesinde ve taşınmasında bu yönetmeliğin 9 nolu ekindeki maddeler kullanılabilir.

Arılıkta hasat sezonunda, balın hasadında, depolanması, pazarlanmasında ve organik arı ürünlerinin, işlenmesi, üretilmesi, taşınması, etiketlenmesi, depolama, ambalajlanması gibi konularda bütün yapılacaklar organik arıcılık ilkelerine göre yapılmalı ve kontrol ve/veya sertifikasyon

birimlerince kontrol edilmelidir.

Organik arıcılıkta arıların organik beslenmelerinin zorunlu olduğu koloninin kışı sorunsuz geçirebilmesi için arılara yeterince polen ve bal stoku sağlanmalıdır. Mevsim koşullarının ağırlaşması durumunda, kayıt altına alınması koşuluyla organik şeker şurubu veya organik şeker ile besleme yapılmasına da izin verilmektedir (Şahinler ve Toy, 2019).

Arıcılıkta kovandan doğrudan sofraya olarak tabir edilebilecek olan izlenebilirlik ülkemiz açısından henüz alt yapısı oluşmamıştır. Organik üretimi avantajlı hale getiren özelliklerinden biri de sofradan geriye dönük olarak ürünün her basamağının takip edilebilmesidir. Bu aşamada organik arıcılığın sertifikalı hale getirilebilmesi için katılım, örnek alma, belgelendirme, denetleme, analiz, harçlar ve yıllık aidat gibi verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Söz konusu verilerin üretim maliyetini önemli ölçüde artırmaktadır. Hayvansal üretimlerinin tüm alanlarında olduğu gibi arıcılıkta da kayıt altına alınıp not edilmesi önemlidir. Söz konusu kayıtlarda ana arıya ilişkin bilgilerin yanında ırk, besin stoku, çeşitli fizyolojik ve davranış özellikler yer almalıdır (Şeker ve ark. 2017).

Organik arıcılıkta sürdürülebilirliğinin sağlanması için,

- Organik arıcılık için üretim havzaları oluşturmak
- Birikimli ve istekli üreticileri desteklemek
- Üreticileri eğitmek
- Etkin bir pazar ağı oluşturmak
- Organik arıcılığın tanıtılması için görsel ve elektronik iletişim araçlarını kullanmak

Organik arıcılıkta örgütlenmenin geliştirilmesi gerekmektedir (Demir ve ark, 2023).

Ülkemizde tüketicilerin organik ürün hakkındaki bilgi eksikliği üreticilerde de mevcuttur. Organik arıcılık ve organik ürünlerin tanıtım ve eğitim faaliyetleri için her açıdan üretici ve tüketici bilgilendirilmeli ve bilinçlendirilmelidir. Organik ürünlerin tanıtımları ve satışları ülke her tarafında yaygınlaştırılmalıdır. Buna bağlı olarak ülkemizde organik tarıma

sağlanan maddi imkanlar krediler ve destekler arttırılmalıdır.

Organik tarım faaliyetleri için büyük arazilere ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat ülkemizdeki tarımsal işletmelerin büyük bir kısmında dağınık ve küçük aile tipi tarım alanları üzerine kurulmuştur. Bu durum da organik üretimi kısıtlamaktadır

Sonuç

Eski dönemlerden bu günlere kadar ülkemizde tarım faaliyetlerinde ön planda olmaktadır. Genel tarımsal durumlara yönelik imkanlar organik tarım için de geçerlidir. Ülkemizin tarımsal faaliyetleri organik üretim için avantajlı durumlara sahiptir. Fakat bu avantajlı durumlardan yeteri kadar faydalanıldığı düşünülmez. Ülkemizin bu organik tarım ve organik ürünlerin ihracat verileri organik tarım yapan diğer ülkelerle karşılaştırıldığında istenilen seviyede değildir.

Organik tarımda kontrol ve sertifikasyon maliyetleri yüksek olasıdan dolayı organik tarımla uğraşan yatırımcı çiftçi sayısı sayısı düşüktür. Bunun yanında çiftçilikle iç içe olan nüfusun organik tarımla ilgiliteknik bilgisi yeterli değildir.

Organik tarımın ürünlerini pazarlaması konusunda bazı sorunlar bulunmaktadır. Organik ürünlerin fiyatlandırma ve ürün bedelini pazarlık ve temin edilmesinde güçlükler yaşanmaktadır. Ülkemizde organik ürün iç pazar eksikliği ve var olan pazarlarda da yüksek kar payı olması üreticinin kar payını azaltmaktadır

KAYNAKÇA

- Anonim, 2021a. <http://www.gaporganik.org/tr/organikTarimMevzuati> (Erişim Tarihi: 07/11/2021).
- Anonim, 2021. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Organik Tarım İstatistikleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler> (Erişim Tarihi: 02.11.2021).
- Ataseven, Y., Güneş, E., Türkiye’de İşlenmiş Organik Tarım Ürünleri Üretimi ve Ticaretindeki Gelişmeler. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Bursa, Cilt 22, Sayı 2, ss. 25-33, 2008.
- Azzurra, A., Paola, P., Consumers' behaviours and attitudes toward healthy food products: The case of Organic and Functional foods (Tüketicilerin sağlıklı gıda ürünlerine yönelik tutum ve davranışları: Organik ve Fonksiyonel gıdalar örneği), 113th EAAE Seminar “A resilient European food industry and food chain in a challenging world”, Chania, Crete, Greece, pp. 1-14, 2009.
- Bayram, B., Yolcu, H., Aksakal, V., Türkiye’de Organik Tarım ve Sorunları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 38 (2), ss. 203-206, 2011.
- Bonti-Ankomah, S., Yiridoe, E., K., Organic and Conventional Food: A Literature Review of the Economics of Consumer Perceptions and Preferences (Organik ve Konvansiyonel Gıda: Tüketici Algıları ve Tercihlerinin Ekonomisine İlişkin Bir Literatür İncelemesi), Organic Agriculture Centre of Canada Nova Scotia Agricultural College P.O. Box 550, Truro, Nova Scotia B2N 5E3, Canada, ss. 59, 2006.
- Demir, F., Sandalcioğlu, Z. S., & Erkan, C. (2023). Türkiye’de Organik Arıcılık. Hayvan Bilimi Ve Ürünleri Dergisi, 6(1), 64-71.
- Demiryürek, K., Organik Tarım Kavramı ve Organik Tarımın Dünya ve Türkiye'deki Durumu. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1), ss. 27-36, 2011.
- Er, C. ve Başalma, D. (2008). Organik Tarımdaki Gelişmeler. Ankara: Nobel Yayın ve Dağıtım.
- FAO, 1999, Organik Tarım Kavramı. <https://www.fao.org/3/ac116e/ac116e02.htm> (Erişim Tarihi: 19/10/2021).
- Francis, C.A. and G. Youngberg, 1990. Sustainable agriculture: An overview.

- C.A. Francis, C.B. Flora ve L.D. King (eds). Sustainable Agriculture in Temperate Zones. New York: John Wiley and Sons.
- İnci, H., Karakaya, E., TRC Güneydoğu Anadolu Bölgesi TRC2 ve TRC3 Alt Bölgelerinde Organik Ürün Üretim ve Tüketim Durumu. Türkiye’de Organik Tarım ve Agro-Ekolojik Gelişmeler, İksad Yayıncılık, Ankara, ss. 502, 2021.
- İnci, H. , Karakaya, E. & Topluk, O. (2022). Bingöl İli Arıcılık İşletmelerinin Yapısal Özellikleri . Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi , 9 (4) , 996-1013
- IFOAM, 2009. Definition of Organic Agriculture as approved by the IFOAM General Assembly in Vignola, Italy in June 2008. http://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/sdhw/pdf/DOA_Turkish.pdf
- Kaftanoğlu, O. 2003. Ekolojik ve organik arı ürünleri üretimi. 2. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı. Yalova. s209.
- Konak, F., Gökçe, M., 2003. Arıcılıkta organik üretim. Teknik Arıcılık Dergisi. 82: 8-11.
- Lampkin, N., Organic Farming (Organik Tarım), Ipswich: Farming Press, 1990.
- Şahinler, N., Toy, N.Ö., Şahinler, S., 2019. Organik Arı Ürünleri Üretimi ve Organik Arıcılık. 4 th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress, 20- 22 April 2019, Afyonkarahisar.
- Şeker, İ., Köseman, A., Karlıdağ, S., Aygen, S., 2017. Arıcılık Faaliyetleri II: Malatya İlinde Arıcılık Faaliyetlerinin Yetiştirici Tercihleri, Üretim Nitelikleri ve Arı Hastalıkları Kapsamında Değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (2): 54-63.
- USDA, Report and Recommendations on Organic Farming (Organik Tarıma İlişkin Rapor ve Öneriler), Washington, D.C.: USDA, 1980.
- Vatansever, H. (2007). AB ve Türkiye’de Organik Tarım. Ankara: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı.

BÖLÜM 9

BAL ARILARINDA ÇİFTLEŞME DAVRANIŞLARI

Zir. Yük. Müh. Muhammed DİNÇ¹

Ziraat Mühendisi Hazel GÖKDERE²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10434446>

¹ Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Arı ve Arı Ürünleri ABD, Bingöl, TÜRKİYE.,
<https://orcid.org/0000-0003-3084-5437> dincmuhammed12@gmail.com

² Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Bingöl, TÜRKİYE.,
<https://orcid.org/0009-0008-6633-5192> hazel.gkdre@gmail.com

GİRİŞ

Bal arıları normal şartlarda her kolonide, bir ana arı, sayıları 20 ile 60 bin arasında değişen işçi arı ve mevsime bağlı olarak sayıları iki bine kadar erkek arı bulunmaktadır. Ana arı, kolonide bulunan tüm bireylerin anasıdır. Çiftleşme sırasında erkek arılardan aldığı spermleri yaşamı boyunca sperm kesesinde depolayıp koruyarak yumurtladığı yumurtaların büyük bir kısmını dölemektedir. Bu sebeple ana arı bir koloninin tüm kalıtsal özelliklerinden sorumlu en önemli bireydir. Ayrıca ana arı ürettiği feromonlarla (salgılarla), işçi arı yumurtalıklarının gelişimini baskılamakta ve koloni içi düzenin sağlanmasında çok önemli bir rol oynamaktadır.

Bal Arısı Kolonisi

Bal arıları, koloni adı verilen topluluklar halinde yaşayan sosyal böceklerdir. Koloni yaşamında yardımlaşma ve iş bölümü olup kolonideki her bireyin kendine has görevleri vardır.

Kolonideki bireyler arası iletişim, vücut dışına salgılanan ve diğer bireylere mesaj veren feromon (salgı) adı verilen kimyasal maddeler aracılığıyla sağlanır. Bir kolonide ana arı, işçi arı ve erkek arı bulunmaktadır. Ana arı ve işçi arılar dişi bireyler olup dömlü yumurtalardan oluşurken, erkek arılar dölsüz yumurtalardan oluşmaktadır. Kışın koloni içerisinde erkek arı bulunmamakla birlikte ilkbaharda görülmeye başlarlar.

Koloni bireyleri ve görevleri

1. Ana arı ve görevleri

Normal şartlarda her kolonide sadece bir tane ana arı bulunmaktadır. Ana arının görevi, yumurtlamak suretiyle yeni nesillerin oluşmasını ve koloninin devamlılığını sağlamaktır. Ana arının vücut yapısı uzun ve ince, rengi diğer bireylere göre daha açık ve parlaktır.

Ana arı, genellikle kendisini çevreleyen, beslenmesi ve temizliğiyle ilgilenen bir grup işçi arı arasında görülür. Sadece çiftleşme amaçlı veya koloninin oğul vermesi durumunda kovanın dışına çıkar. Kendi kendine beslenmemektedir. Ana arının beslenmesi, bakıcı işçi arıların ağzına arı sütü

vermesiyle sağlanmaktadır. Görevi yumurtlamak olan ana arı, işçi arılara göre daha uzundur ve iğnesindeki çentikler daha azdır. Bu sebeple iğnesini batırıp çıkararak birden fazla kullanabilir. Ana arı, iğnesini başka ana arılara karşı kullanır.

Ana arı; ana arı hücresi, ana arı memesi veya ana arı yüksüğü denilen özel bir göz içerisinde gelişir ve 16 günlük bir gelişme süresi mevcuttur. Hücreden ayrıldıktan sonra ortalama 1 hafta içinde sıcak, güneşli ve rüzgârsız bir havada ve öğleden sonra bir günde çiftleşme uçuşuna çıkarak erkek arılarla havada çiftleşmektedir. Çeşitli sebeplerden dolayı yeterli sayıda erkek arıyla çiftleşemeyen ana arı daha sonraki günlerde 2-3 kez çiftleşme uçuşu yapabilir. Çiftleşmesini bitiren ana arı kovanına döner ve 2-3 gün sonra yumurtlamaya başlar. Ana arı kovan içi ve kovan dışı şartlarına ve kalitesine bağlı olarak günde ortalama 1.500 ile 2.500 adet yumurta yumurtlayabilmektedir.

Ana arı salgıladığı feromonlarla yakınındaki işçi arıları kendine çekerek kolonide düzeni ve uyumu sağlar. İşçi arılar feromon kokusunu algılamaları sayesinde kolonideki işleri düzenli bir şekilde yürütmektedirler. Aynı zamanda bu feromonlar işçi arıların yumurtalıklarının gelişmesini ve kolonide yeni bir ana arı yetiştirmelerini engellemektedir. Bazı nedenlerden dolayı ana arısız kalan ve ana arı yetiştirme imkanı bulunmayan bazı kolonilerde işçi arıların yumurtalıkları gelişerek yalancı ana arı oluşturmaktadır. Yalancı ana arılar sadece dölsüz yumurta yumurtlayabileceklerinden koloni zaman içerisinde erkek arılarla dolmakta ve sönmektedir.

Ana arıların ömürleri ortalama 3-5 yıl gibi olmakla birlikte 7 yıla kadar yaşayabilmektedirler. Ancak artmak da olan yaş ile birlikte gittikçe daha az yumurtlarlar ve daha fazla oranda dölsüz yumurta bırakmaktadırlar. Bu nedenle teknik arıcılıkta sağlıklı, genç ve verimli ana arılarla çalışmak önemli olduğundan kolonilerin ana arıları her 1-2 yılda bir değiştirilmelidir.

2. İşçi Arı ve Görevleri

İşçi arılar, döllenmiş yumurtalardan oluşmaktadırlar. Koloninin büyüklüğüne ve mevsime bağlı olarak kolonideki işçi arı sayısı kış aylarında 10.000 ile 20.000 arasında değişirken, ilkbahar aylarında sayıları artmakta ve yaz aylarında 60.000 ile 80.000 adet kadar olabilmektedir. Koloninin gücü,

sahip olduğu işçi arı varlığı ile belirlenmektedir. İlk kısımda bal üretimi olmak üzere diğer tüm arı ürünleri üretimi ancak güçlü bir koloninin olması durumunda ekonomik olarak yapılabilmektedir. Güçlü bir koloni için, genç ve kaliteli bir ana arının bulunması zorunludur.

Normal şartlarda kolonide yumurtlama dışındaki tüm görevler işçi arıların olağanüstü işbirliğiyle yapılmaktadır. İşçi arılar kolonideki başlıca görevleri arasında; ana arının bakım ve beslenmesi, yavru bakımı, kovan temizliği, petek örme, arı sütü ve balmumu salgılamak, kovan bekçiliği, kovanın havalandırılması, kovana propolis, nektar, su taşıma ve balın olgunlaşmasını sağlama gibi görevler sayılabilir.

Kısa ömürlü olan işçi arılar, ağır bir çalışma yoğunluğu ve yıpranma sebebiyle ilkbaharla sonbahar arasındaki süre boyunca 35-40 gün yaşarken, kışlayan işçi arılar daha uzun süre yaşamaktadırlar. Kuluçka süresini tamamlayarak petek gözünden çıkan işçi arıların görevi hemen başlamaktadır. Ancak farklı görevler farklı yaşlarda yapılmaktadır. İşçi arının yaşı, görevinin yerine getirilmesi konusunda belirleyici en önemli faktördür.

21 günlük olan işçi arılar, kovandaki ilk 20 gününü tamamladıktan ve kovan içinde çalıştıktan sonra kovan dışında çalışmaya hazır hale gelmektedirler. Hayatlarının geri kalanını kovan dışında ve tarlada çalışarak kovana bal, propolis, polen ve su getirerek geçirirler. Kovanın dışındaki görevleri yapan arılara da "tarlacı arılar" denilmektedir.

3. Erkek Arı ve Görevleri

Döllenmemiş yumurtalardan gelişmekte olan erkek arılar koloninin büyük ve şişman bireyleridir. Çevre şartlarında ve koloni gücüne bağlı olarak kolonilerde Nisan ve Mayıs aylarından itibaren erkek arıları görmek mümkündür. En çok oğul mevsiminde görülmekte olan erkek arıların boyu, ana arının boyu kadar uzun değildir. Fakat ana arıdan ve işçi arılardan daha büyük ve geniştir. Erkek arıların dilleri çok kısa olmasından dolayı çiçeklerden nektar toplayamaz ve iğneleri olmadığı için kendilerini de koruyamazlar.

Kolonideki erkek arı sayısı, hava ve koloni şartlarına bağlı olarak koloni süresince 500 ila 2.000 arasında değişmektedir. Koloniler ilkbahar ve yaz başlarında erkek arı yetiştirmeye başlar. Geç sonbaharda ve kışın normal

koşullar altında kolonide erkek arı bulunmamaktadır. Çok fazla obur olan erkek arıların asli görevi çiftleşme uçuşuna çıkan genç ana arılarla çiftleşmektir. Erkek arı, çiftleşmemiş ve genç ana arıyı havada yakalamakta ve onunla çiftleşmektedir. Ana arıyla çiftleşmekte olan erkek arı çiftleşme organını kaybeder ve ölür. Ömürleri ortalama 55-60 gündür.

İşçi arılar, yetişkin erkek arıları koloniden atarak ve yavru larvaları yok ederek kovandaki erkek arı sayısını düzenlemektedir. Erkek arı yumurtalarının ancak %50-56' sının ergin arı olarak gelişmesine imkan verilmektedir.

Erkek arılar, genellikle 5-7 günlük olduklarında uçmaktadırlar. Erkek arılarda en aktif uçuşu günün en ılık saatlerinde yani saat 14-16 arasında gerçekleşip genellikle sıcaklık 18-20oC'in üzerin de olmadıkça uçmazlar. Uçuşun amacı; doğayla tanışma, dışkılama veya çiftleşme olabilir. Bir gün de ortalama uçuş sayısı 2-4 olmakta maksimum bu sayı 17'ye kadar çıkabilmektedir. Uçuşa çıkmadıkları sürelerde kovanda ballı çerçeveler üzerinde beslenerek durmaktadırlar. Sonbahar veya yaz sonu dönemlerinde işçi arılar tarafından zor bir şekilde kovandan dışarı atılarak ölüme bırakılmaktadırlar.

Bal Arılarında Çiftleşme Davranışları

18. yüzyılın başlarına kadar anaarının çiftleşmediği sanılmakta ve yumurtaların petek gözleri içerisinde döllendiği düşünülmekteydi. Bazıları da çiftleşmenin kovan içinde olduğunu savunmaktaydı. 1775 yılında ilk olarak Janscha tarafından anaarının doğayı öğrenme uçuşu, havada erkek arılarla çiftleşmesi ve iğne odacığında beyaz bir parçayla (erkek arı üreme organı-çiftleşme işareti) kovana dönüşü açıklanmıştır. 1792'de Huber ise çiftleşme ile ilgili ilk denemeleri yapmıştır. Çiftleşmenin havada olması sebebiyle, doğal çiftleşme hala nadir gözlemlenebilen bir durum olarak nitelendirilmektedir.

Ana arı memeden çıktıktan 5 gün sonra olgunlaşmaktadır. 5 günden önce çiftleşmesi mümkün değildir. Çiftleşme, hava şartlarının ideal olduğu zaman, 5 ile 14 gün içinde gerçekleşmektedir. Eğer ana arı olumsuz hava şartları nedeniyle 3-4 hafta içinde fırsat bularak çiftleşme uçuşuna çıkamazsa ve bu süre boyunca çiftleşme uçuşlarında başarılı olamazsa, spermatozoaların biriktiği döl kesesi körelerek bir daha çiftleşme gerçekleştiremez. Çiftleşmemiş

ana arılar da yumurtlarlar ancak döllerü olmayan yumurtalar nedeniyle, bunlardan erkek arılar gelişmektedir. Sonradan çiftleşen analar ikinci sınıf analar olduğundan kalitesiz yavrular oluşmakta ve verimli yaşam süreleri kısa olmaktadır.

Ana arılar, yumurtadan çıktıktan sonraki ilk 3-5 gün, 2-5 dakika süre boyunca çevresini tanımak için uçmaktadır. Bu uçuşun ardından 5 ve 6' ıncı günlerde çiftleşmek için kovandan ayrılmaktadırlar. Çiftleşme uçuşu 1-3 kez yapılmaktadır. Anaarı yön belirleme ve çiftleşme uçuşunun yanı sıra ayrıca 2 dakika sürmekte olan çiftleşmeler arası uçuş yapmakta ve çiftleşme sırasında erkek arılardan alınan spermanın spermatheca'ya göçünün faaliyetini bu uçuşlarla arttırmaktadır.

Ana arılar aynı gün içerisinde birden fazla uçabilmekte ve bir çiftleşme uçuşundaki çiftleşme sayısı 7-17 adet olabilmektedir. Anaarının tekrardan uçuş eğilimi göstermesi, ilk uçuş gerçekleştikten sonra sperm kesesindeki sperm yoğunluğuna bağlıdır. Yeterli yoğunlukta sperm keseye ulaşamadığı süre boyunca anaarı yeniden uçuş eğilimi göstermektedir.

Ana arı ve erkek arının çiftleşme uçuşları için en uygun koşullar; gölge de hava sıcaklığının 16-20C° olduğu ve rüzgar hızının 20 km/saatten az olduğu güneşli, sakin ve rüzgarsız günlerdir. Çiftleşme genellikle erkek arıların en aktif olduğu 14.00 ile 16.00 saatleri arasında gerçekleşmektedir. Sıcak iklim bölgelerinde çiftleşme uçuşu daha erken gerçekleşebilmektedir.

Çiftleşmenin başarılı ilerlemesi için çiftleşme mevsimi boyunca kovanda bol miktarda cinsel açıdan olgun erkek arının bulunması gerekmektedir. Böylece anaların güvenli ve başarılı bir çiftleşme gerçekleştirmeleri sağlanmış olmaktadır. 14-16 günlük erkek arılar, çok iyi çiftleşme gerçekleştirmektedirler. 12 günlük erkek arılardan suni tohumlama için yüksek kalitelerde spermatozoa alınmaktadır.

Çiftleşme Uçuşu: Ana arı, erkek arıyla birlikte erkek arı toplama bölgelerinde yerden belirli bir yükseklikte olan koridorlarda, açık havada uçuş yaparak çiftleşmektedirler. Arıcılık malzemelerinin civarlarında, kovan içlerinde asla çiftleşme olmamaktadır. Ana, memeden çıktıktan sonra, 3-5 gün içinde kovanın çevresini ve bulunduğu yeri tanıyarak, çiftleşme uçuşundan

sonra, yönünü kaybetmeden kovanına döner. Kovanlarını kaybederek farklı kovanlara dönen analar, girdikleri kovanın arıları tarafından öldürülmektedir.

Çiftleşme uçuşunun gerçekleşmesi için en ideal hava sıcaklığı 19-30 °C arasında olduğu belirtilmektedir. Hava sıcaklıklarının düşük olması (15-20 °C) kraliçe arının çiftleşme uçuş süresini azaltmaktadır. Sperm kesesinin tam şekilde dolması için bir ana arının ortalama 10 tane erkek arı ile çiftleşmesi gerekmekte ve düşük hava sıcaklıkları çiftleşme uçuş süresini azaltarak, çiftleşme uçuş sayısını arttırmaktadır. Subtropik iklim koşullarında erkek arı ve ana arıların uçuş sıcaklıklarının 26-35°C arasında olduğu belirlenmiştir. (Lensky and Demter 1985).

Ana arının çiftleşme davranışı:

- ✓ Olgun duruma gelen ana arının feromon üretmekte olan bezleri hızlı bir şekilde gelişmektedir.
- ✓ Mandibullar bez salgıları artmaktadır.
- ✓ Ana arıya özel salgılar (feromonlar) yağ asidi bileşenleridir.
- ✓ Feromon işçi arıların davranışları ve çalışmaya eğilimleri ile doğrudan ilişkilidir.
- ✓ Bütün bu feromon aktivitesi çiftleşme döneminde yoğun bir şekilde fark edilir ve çiftleşmeye teşvik eder.
- ✓ Yaklaşık 15-20 arasında erkek arı ile çiftleşmekte olan ana arı, çiftleşme işareti adı verilen erkek arıların çiftleşme organından bir parça ile kovana geri döner.
- ✓ İşçi arılar bir kaç saat içinde bu çiftleşme işaretini temizleyerek ana arıdan uzaklaştırır.
- ✓ Çiftleşme gerçekleştikten 4-5 gün sonra ana arı yumurtlamaya başlar.
- ✓ Doğal çiftleşen ana arıların sperm depolarında yaklaşık 4-7 milyon arasında değişen miktarlarda spermatozoa depolanır.

Ana arı yaşamı boyunca yalnız bir kez çiftleşmektedir. Çiftleşme havada gerçekleşmektedir. Çiftleşme genellikle ortalama 7-17 arasında erkek arıyla meydana gelmektedir. Uygun hava koşullarında yaklaşık bir hafta sürmektedir. Ana arıyla çiftleşen erkek arı çiftleşme sonrasında üreme organını koparak kaybetmesi sonucunda ölmektedir. Arı kovanlarının bulunduğu yerlerin yakınlarında erkek arıların toplanıp uçtuğu, çapı 30-200 m, yerden 10-40 m

yükseklikte “erkek arı toplanma alanı” vardır. Gün içerisinde belli saatlerde erkekler bu bölgede toplanıp uçmaktadırlar. Genellikle uçuşları öğleden sonra havanın iyi olduğu saatlerde gerçekleşmektedir. 200 koloninin bulunduğu bölgeye yakın olan erkek toplanma alanında en az 25000 civarında erkek uçuş yapmaktadır. Erkek arıların bu alanda uçtukları saatler genellikle öğleden sonradır.

Ana arılar, rüzgar hızının 20 km/saatten fazla olduğu soğuk, bulutlu ve yağmurlu havalarda çiftleşme uçuşuna çıkmamaktadırlar. Bu nedenle çiftleşme 4 haftaya kadar ertelenebilir. Ana arı çiftleşmek üzere kovandan ayrıldığında erkek arılar feromonunu koklayarak bölgedeki ana arıyı takip etmektedir. Hızlı uçarak ana arıyı ilk yakalayan erkek, ana arı ile çiftleşir. Ana arı çiftleşmeden sonrası kovana, vajinasında kalan erkek arının çiftleşme organı ile birlikte geri döner. İşçi arılar ağız parçalarıyla erkek arının üreme organını vajinasından çıkardıktan sonra ana arı çiftleşme uçuşuna çıkmaktadır.

Çiftleşme uçuşunda anaarı yaklaşık 8-10 adet erkek arı ile çiftleşir ve yaklaşık 70-80 milyon spermatozoon enjekte ederler. Spermatheca'nın hacmi yaklaşık 1mm³ olduğundan ancak 5-6 milyon spermatozoon spermatheca'ya ulaşır, geri kalan kısmı dışarıya atılır. Erkek arıların enjekte ettikleri spermalar anaarıda, yaşadığı sürece (ortalama 2 yıl) canlılıklarını korurlar. Bunun nedeni ise akrabalı yetiştirmenin olumsuz etkilerinden kurtulmak ve spermatozoonların spermatheca'ya kolay bir şekilde gönderilmesini sağlamaktır.

2. Üreme ve Çiftleşme Davranışı

Çiftleşme ıslahın ve genetiğin temelidir çünkü genetik yapının yeniden dağılımını ve devamlılığını sağlamaktadır. Bu nedenle çiftleşmenin doğru planlanması ve yürütülmesi, ıslahın temel kuralıdır. Bal arılarında üremenin iki önemli işlevi vardır.

1. Genler, koloni bireylerinin yenilenmesi veya çoğalması sırasında yeni bireylere ve birimlere taşınır. Bu erkek arı çiftleşirken veya yaşlı ana arı yenilenirken gerçekleşir.

2. Oğul vermek suretiyle meydana gelen koloni çoğalmaları sırasında eski ve yeni ana arılar yeni koloniler oluştururlar. Bu durumda genler yeni bir üreme generasyonuna hem ana hem de erkek arı aracılığıyla aktarılır.

SONUÇ

Arıcılık Milattan Önce 7000 yıllarında İspanya, Mısır, Yunanistan' da yapılan kazılarda elde edilen bulgularda arı resim ve fosillerinin bulunması arıcılığın insanoğlunun mağara hayatından bugüne kadar sürekli gelişerek süregelen bir tarımsal faaliyet olduğunu göstermektedir. Arı ve arıcılık hakkında her geçen gün yeni çalışmalar yapılmakta ve yeni bilgiler elde edilmektedir. 18. yüzyılın başlarına kadar anaarının çiftleşmediği sanılmaktayken bugün ana arının çiftleşmesi bile suni olarak yapılmakta ve yeni teknikler ortaya çıkmaktadır. Arılar hakkında yapılan her çalışma arıların ne kadar muhteşem varlıklar olduğunu, arının insanoğlu ve tARIm açısından ne kadar önemli olduğu gözler önüne sermektedir. Albert Einstein'ın “Arılar yeryüzünden kaybolursa insanın sadece 4 yıl ömrü kalır. Arı olmazsa döllenme, bitki, hayvan, insan olmaz.” şeklindeki değerlendirmesi arıların insanoğlu için son derece önemli olduğunu apaçık olarak ifade etmektedir.

Arılar, hayatın en küçük mucizelerini, bal yaparak ve çiçeklerle dans ederek gösterir.

KAYNAKLAR

- Çevik, M. (2003). Balarılarında Üreme Özellikleri Ve Suni Tohumlamanın Kullanımı (Derleme). Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 43(2), 51-58.
- Erkan, C., & Kızıлтаş, H. (2017). Erkek Arı ve Bal Arısı Yetiştiriciliğindeki Önemi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(1), 49-55.
- Gencer, H. V. (10.12.2023). Bal arılarında çiftleşme performansı. ReseachGate
https://www.researchgate.net/publication/258446285_Bal_arilari_nda_ciftlesme_davranisi
- Gösterit, A., & Gürel, F. (2018). Yıl Boyu Kitlesel Bombus Arısı (Bombus terrestris) Yetiştiriciliğinde Çiftleştirme Aşaması. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 28(1), 112-116.
- Güler, A. (2008). Erkek Arı Yetiştiriciliği ve Balarısı (Apis mellifera L.) Kolonileri İçin Önemi. Uludağ Arıcılık Dergisi, 8(3), 106-111.
- Kahya, Y. (2006). Ana arılarda (Apis mellifera L.) farklı dönem canlı ağırlıkları ve üreme özellikleri (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Korkmaz, A., & Öztürk, C. (2005). Ana Ari Yetiştiriciliği. Samsun: Turkish Ministry of Agriculture.
- Özbakır, G. (2015). İşçi Arılarda (A. mellifera L.) Yumurta Denetleme Davranışı. Hayvansal Üretim, 54(2), 24-29.

BÖLÜM 10

COMPONENTS AND THERAPEUTIC PROPERTIES OF PROPOLIS

Dr. Öğr. Üyesi Semiramis KARLIDAĞ¹

Dr. Öğr. Üyesi Münire TURHAN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10434476>

¹ Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Malatya, Türkiye.

E-mail: semiramis.karlidag@ozal.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-9637-2479>

² Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bingöl, Türkiye.

E-mail: mturhan@bingol.edu.tr <https://orcid.org/0000-0003-3373-1400>

INTRODUCTION

Bee products such as honey, royal jelly, pollen, bee venom, propolis are obtained from beekeeping. These products have different roles in honeybee colony and human health (Bobis, Bonta, Varadi, Strant, & Dezmirean 2017). Propolis is a balsamic product, known as a sticky, resinous fragrant and color dark yellow to brown occurring with mixing wax, is collected by honeybees from trees such as pine, oak, birch, eucalyptus, poplar, chestnut, and some herbaceous plants of buds, leaves, and similar parts (Cherniack, 2010, Erdoğan & Sezgin 2015, Waykar & Alqadhi 2016, Pasupuleti, Sammugam, Ramesh, & Siew Hua Gan, 2017, Rivera-Yañez et al., 2021).

The honey bee mixes this balm with pollen and the active enzymes secreted by the glands between the head and the thorax (Gençay & Sorkun 2002a). Propolis is a glue and gum material changing with yellow-green to dark brown color depending on its region and its source (Barros et. Al 2019, Rivera-Yañez et al., 2021).

Except for the use of beehive by honeybees, propolis is a substance that is used in the medicine and cosmetic industry and apitherapy centers due to its antibacterial effect (Silici, 2015, Waykar & Alqadhi, 2016). Propolis stored in the beehive can consist of glue, gum, lipophilic substances, which are the sticky secretions of some plants as well as the essence of plants and trees (Shahinozzaman, Obanda, & Tawata, 2021). Propolis, commonly used in traditional medicine and praised by Hippocrates, Herodotus, Aristotle, and other antiquity scholars, has been used by humans since ancient times in the treatment of various diseases (Kumova, Korkmaz, Avci, & Ceyran, 2002).

Propolis was first discovered by the Greeks and used as a natural antibiotic (Kumova et al., 2002) and the word of propolis was derived from pro (first or defensive) and police (city) (Rivera-Yañez et al., 2021, Pasupuleti et al., 2017, Bobis et al. 2017). In addition, the Egyptians used propolis for the treatment of some diseases and the embalming of the dead (Bobis et al. 2017); It is reported that Greeks and Romans believed in the improvement of the skin abscess of propolis and used it as a medicine for this purpose for

centuries (Houghton 1998, Erdoğan & Sezgin, 2015, Silici, 2015). Propolis is also used for wood preservation and varnishing or polishing (Ghisalberti, 1979), for example, it was stated that propolis was used in polishing the violins and so they could be survived for more than 400 years (Gençay & Sorkun, 2002b).

1. USE OF PROPOLIS IN THE HIVES

Bees use propolis in the hive for different purposes; covering the inner surface of hive, closing the crevices and cracks, fixing and repairing the edges of the combs, connecting the frames at the end of the summer, making the hive entrance hole easily defensible (Houghton, 1998, Waykar & Alqadhi, 2016, Pasupuleti et al., 2017).

Honey bees use propolis in the hive to cover openings and cracks as well as mummification (Bianchi 1995, Wongsiri et al., 2000). When it enters any harmful hive, it is immediately killed by bees. However, when the intruders such as mouse, snail and lizard are killed, they are covered with propolis by the bees when they cannot be taken out of the hive. Thus, this mummy protects the colony against bacterial or viral infections caused by pest damage (Bianchi, 1995, Özkök & Sorkun, 2001, Doğaroğlu, 2008). The presence of much less microorganisms in the hive than the external atmosphere indicates the chemical properties and importance of propolis. The presence of volatile elements in propolis suggests that the population of microorganisms in the hive is less than the environment (Karacaoğlu, 1997).

2. STRUCTURE AND PROPERTIES OF PROPOLIS

Propolis is hard and brittle under 10°C, it shows an elastic structure between 15°C-25°C, softens at 30°C-40°C and takes a sticky condition. When taken from the hive it has a sticky and distinctive odor and put into a freezer it immediately solidifies (Houghton, 1998, Kumova et al., 2002).

The chemical composition of propolis is very complex and its color, odor, and medical characteristics can vary depending on the plant, region, season, and colony (Krell, 1998, Cherniack, 2010, Fratellone, 2015, Silici

2015, Bobis et al. 2017). Propolis contains 50% resin and gum substances, 30% vegetable waxes, 10% essential oils, 5% pollen (Bianchi 1995, Fratellone 2015, Yucel, Topal, & Koseoglu, 2016, Pasupuleti et al. 2017), some minerals such as Mg, Ca, I, Na, Cu, Zn, Mn, and Fe, some vitamins such as A, B1, B2, B6, C, and E, and some enzymes (Fratellone, 2015, Pasupuleti, 2017).

Before using, propolis taken from the hive should be purified to remove wax and indigestion products. Propolis is slightly soluble in water. However, the most practical solvent of raw propolis is ethanol. For medical purposes, the solution can use in 70% ethanol but 99% ethanol can require for chemical analysis (Gençay & Sorkun 2002a).

Honey bees do not allow the spread of diseases in the hive. For this reason, considering a hive having 35-37°C hive temperature and 70% relative humidity and 60.000-80.000 honey bees in an area of less than 50.000 cm³, this creates a perfect environment for the growth of microorganisms. However, due to the protective properties of propolis, these disease agents do not find the possibility of reproduction (Bianchi, 1995).

3. CHEMICAL COMPOSITION OF PROPOLIS

The chemical composition of propolis has more than 300 components, such as flavonoids, phenolic acids, esters, alcohols, ketones, amino acids, and inorganic compounds (Bobis et al., 2017). The most important group of compounds that are soluble in organic solvents are flavanoids. Part of the large number of flavonoids is found in propolis and buds. It is suggested that some flavanoids are altered by the secretion of saliva enzymes. It was also found that flavanoids regulate blood circulation, reduce capillary fractures, protect the gastric mucosa against ulcers, regulate the internal secretory system, and shrink the stomach wounds (Pasupuleti et al., 2017).

The medically important components of propolis are the fractions that are soluble in solvents such as alcohol. It has been found that there are many components in these fractions (Schmidt & Buchmann 1992). These chemicals

can be summarized as chrysin, apigenin, quercetin, kaempferide, kaempferol, galangin, pinochembrin, pinobanksin, pinobanksin-3-acetate, pinostrobin, 3', 4'- dihydroxyflavanoids, pectolinarigenin, luteolin, 3, 4-dimethyl ether-luteolin, eriodictyol, pinosylvin (3,5-dihydroxystilbene), ferulic acid, isoferulic acid, benzoic acid, cinnamic acid, isopentyl ferulate, p-coumaric acid benzyl ester, caffeic acid, prenyl caffeate, 3-methyl-but-2-enyl caffeate, caffeic acid phenetyl ester, methyl caffeate, diterpenoid-clerodan, volatile compounds (etheric oils) (Pasupuleti et al., 2017, Rivera-Yañez et al., 2021).

4. USE OF PROPOLIS WITH MEDICAL OBJECTIVES

Propolis attracted the attention of people thousands of years ago, and this natural product was used in ancient times in Europe and North Africa, Egypt, Greece and Romans (Cherniack, 2010). Capsules or tablets prepared for chewing or drinking and produced from propolis can be found in the market as granules, throat lozenges, bubble gum (Karacaoğlu, 1997). In studies conducted on many diseases, it has been determined that propolis contributes positively to the prevention of diseases (Kabiloğlu and Kocabağlı, 2022).

Propolis has a large number of useful biological activities stimulating immunity such as antibacterial, antiviral, antiparasitic, anticancer (Fratellone, 2015, Waykar & Alqadhi, 2016, Pasupuleti 2017), antifungal, antioxidant properties as well as anti-inflammatory, antiulcer, local anesthetic, antitumor, cardioprotective and radioprotective (Erdoğan & Sezgin, 2015, Waykar & Alqadhi 2016, Bobis et al., 2017), has been used as a natural medicine for the last three thousand years (Fearnley, 1998). It is reported that antiseptic, antibiotic, antibacterial, antifungal, and antiviral properties of propolis are caused by the content of galangin, caffeic acid, and ferulic acid (Yucel et al., 2016, Bobis et al., 2017).

Many studies based on propolis are in vitro and animal experiments. The number of researches on healthy or sick volunteers is negligible (Silici, 2015). The majority of the studies conducted up to 40 years belonged to the USSR and Eastern European countries, and valuable information was

revealed. It has been suggested that the mechanism of anticancer action of propolis is by means of Tumor Necrosis Factor (TNF) receptors or by stimulation of apoptosis through the mitochondrial pathway and inhibition of tumor growth. Apoptosis is genetically engineered cell death. Moreover, the antitumor effect of propolis *in vitro* and *in vivo* has been reported. Some compounds of propolis that prevent the development of tumor cells have been isolated (Erdoğan & Sezgin, 2015).

Antioxidant, antimicrobial, and antifungal effects of propolis provide an application area in food technology (Gençay & Sorkun 2002b). In a study (Han & Park 1999), during the 8-week preservation period of fat-added meat products, 0.02% and 0.4% ethanolic propolis extract (EEP) and 0.28% potassium sorbate (PS) were applied and 0.4% EEP treated meat products were maintained. It has been suggested that propolis can be used as a preservative agent in meat products by determining that the duration is longer than those treated with 0.28% PS. In addition, it is stated that propolis increases the storage life by two to three times in the storage of frozen fish and in the case of adding a certain amount of propolis to the feed of grilled chickens, actually the weight increase of the chicks shows a 20% increase (Gençay & Sorkun, 2002b). The subsumption of 21 ml red propolis extract/day in the ration of feedlot lambs is recommended to reduce the rumen NH₃-N production and increase the animals' performance (Paixão et al., 2022).

Dermatology and cosmetic applications are the most widely used propolis and extracts. The antimicrobial and fungicidal properties of propolis on tissue were investigated and microbicidal and fungicidal properties were determined (Gençay & Sorkun, 2002b, Bobis et al., 2017).

Propolis is used in cosmetic products (creams, lotions, shampoos) (Barros et al. 2019), pastes, nasal sprays, toothpastes, soaps, facial masks and foods (Kumova et al., 2002). Plant extracts made from propolis are known to have a wide range of use in nutritional and cleansing products in the cosmetic industry along with royal jelly and vitamin E (Karacaoglu, 1997, Kumova et al., 2002). According to Krell (1998), especially if propolis is used for

commercial cosmetics, propolis extract should not exceed 1%, sometimes 0.05 prop1% of active substance should be less. Although there is no scientific basis for the recommended amounts, the use of 1 - 5% extracted propolis (dry weight) is recommended. If used more, color, taste, odor, and density can be affected in the product.

Raw propolis can be taken naturally. Propolis can cause serious allergy when used without processing and examination. It is stated that the basic compounds of propolis, which use 70% alcohol as a solvent, are non-toxic and some compounds found in a very small proportion may cause metabolic disorders (Gençay & Sorkun, 2002b). It has been reported that the administration of 10 - 15 g natural propolis per day for 1 kg live weight in cats, dogs, mice and pigs has no negative effect. Although toxicological and human studies have not been conducted, according to Karacaoğlu (1997), it is also reported that people may receive 10 g of propolis per day, but for therapeutic uses, 3 g doses per day are recommended. Capsules with 0.2 g of pure propolis are recommended to be taken 2-6 pieces per day.

Propolis, which is widely used in traditional medicine, has not been preferred by modern medicine and medicine companies due to some reasons such as the content of waxy and resinous matter, the changeable contents depending on the region and plant species collected, the impossibility of synthetic production, and patent problem (Karacaoğlu, 1997, Fearnley, 1998).

However, in recent years, the side effects of synthetic drugs and these diseases have become resistant to drugs as a result of people have shown a tendency to natural drugs again (Orsalic et al., 2002). In this respect, bee products are gaining importance as supporters rather than as an alternative to medicine (Rivera-Yañez et al. 2021). In North America and Europe, propolis is introduced as an herbal remedy or as a capsule, tablet, granule, lozenge, and chewing gum in the form of bee pollen, royal jelly, or non-bee products (Schmidt & Buchmann, 1992).

It is stated that there may be some reactions due to the allergic content of propolis for medical purposes and these reactions are due to the presence of pentethyl and phenylethyl esters of caffeic acid. Therefore, raw propolis

should be used after processing, produced and marketed under control (Krell, 1998, Gençay & Sorkun, 2002b).

Propolis is used mouth and gum diseases, tooth decay (Cherniack, 2010, Fratellone, 2015, Waykar & Alqadhi, 2016), resistance to diseases, burn treatment, fungal skin diseases (Waykar & Alqadhi, 2016, Bobis et al., 2017; Döner ve İnci, 2021), ear infections, genital warts (treat external warts), psoriasis, autoimmune diseases (Fratellone, 2015), bronchial, asthma and respiratory tract infections. On the other hand, positive results were obtained in rheumatic diseases, stomach and duodenum ulcers (Bobis et al., 2017).

While worker bees use this substance as a kind of cement for protection from moisture and cold, it has been reported that propolis can destroy all kinds of microbes in a short time and it is good for skin cancer. Another feature of propolis is that it has a calming effect. It was also found that propolis was used as an ointment in the dental treatment and it was found to heal the wound when open dressing was done (Houghton, 1998, Gençay & Sorkun, 2002b, Kumova et al., 2002).

Caffeic acid phenyl ester (CAPE) is a biologically active component of propolis show several interesting biological properties against cancer, programmed cell death, metastasis, and sensitivity to radiation. According to the complementary medicine, propolis is recommended for patients receiving radiotherapy during cancer treatment (Yucel et al., 2016).

Propolis is effective in the treatment of tuberculosis disease (Woisky & Salatino, 1998, Waykar & Alqadhi, 2016). It heals burns, cuts, wounds, boils, hot water burns, various ulcers, warts, calluses, anal wounds, perineal wounds and eczema (Schmidt & Buchmann 1992, Bianchi, 1995, Waykar & Alqadhi, 2016). It is especially effective in lung disease due to its caffeic acid compound (Karacaoğlu, 1997, Houghton, 1998). In addition, it has been suggested that the effect of antibiotics is increased 10- to 100-fold in some cases with a synergistic effect when used with various antibiotics (Karacaoğlu, 1997).

Erdem (2002) in a study conducted on mice, tooth decay formation of propolis can stop at the beginning level and in this respect can be used in the protection of tooth decay was found to be a substance. It has also been used in the solution of foot and skin problems of domestic animals, in the treatment of endometritis in cows (Karacaoğlu, 1997, Gençay & Sorkun, 2002b) and in the treatment of chicken typhoid (Jin, Huang, & Shi, 1993), and also prevented the enzymatic activity of urease (Sato & Miyataka 1999). Amount of 21 and 28 ml day⁻¹ of red propolis extract can be used in sheep rations, presentation bigger final weight gain, factoring positive histomorphological changes in the rumen, intestine and liver (without causing kidney or liver damage) (Garcia et al. 2023).

Propolis inhibits different pathogenic microbes of the mouth, such as bacteria, fungi, and viruses, and can be successfully applied to different stomatological pathological conditions (stomatitis, paradontosis, gingivitis and caries). Studies have shown that propolis is effective against papilloma virus (HPV) infection which can cause cervical cancer (Waykar & Alqadhi, 2016).

In conclusion, propolis changes in color, odor, and probably medicinal characteristics, according to source and the season of the year. Propolis, a resinous substance has pharmacologically active constituents such as flavonoids, phenolic acids, and other various aromatic compounds. It has properties such as antimicrobial, antifungal, antibacterial, antiviral, anti-inflammatory, antitumor, antioxidant, and antibiotic.

REFERENCES

- Barros, K.B.N.T.; Neto, E.M.R.; de França Fonteles, M.M. (2019). Propolis and Its Cosmetic Applications: A Technological Propection. *J Young Pharm*, 11(4):350-352. www.jyoungpharm.org www.phcog.net.
- Bianchi, E. M. (1995). The Preparation, The Ointment, The Soap and The Other Propolis. *Apiacta*, 3(4),56-62.
- Bobis, O ., Bonta, V .; Varadi, A ., Strant, M., & Dezmirean, D. (2017). Bee Products and Oxidative Stress, Bioavailability of Their Functional Constituents. *Mode Appl Bioequiv Availab*, 1(3), MABB.MS.ID.555565, 1(3), 1-5.
- Cherniack, E.P. (2010). Bugs as Drugs, Part 1, Insects. The 124 New) Alternative Medicine for the 21st Century?, *Alternative Medicine Review*, 15(2), 124-135.
- Döner, Ö., İnci, Hakan (2021). Bingöl İlinin Farklı Bölgelerinden Elde Edilen Propolislerin Protein Oranı Ve Kül Miktarı Açısından Karşılaştırılması. *Ispc Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(2), 372- 380., Doi: 10.46291/Ispcjasvol5iss2pp 372-380
- Doğaroğlu, M. (2008). *Modern Beekeeping Techniques*. Bağcılar-İstanbul, Turkey: Anadolu Ofset San. Trade Ltd. Ltd. Sti., 304 s, ISBN, 975-94210-0-3.
- Erdem, G. (2002). Investigation of The Effect of Propolis on Tooth Formation in Rat Teeth. *Technical Beekeeping*, 77, 27-28.
- Erdoğan, A.P., & Sezgin, C. (2015). Bee Products and Health. Sidas Media Ltd. , Page 132-136. ISBN NO, 978-5267-26-1.
- Fearnley, J. (1998). *Beeswax & Propolis (For Pleasure and Profit)*. U.K.: International Bee Research Association, 18 North Road, Cardiff CFI 3DY, 30 p.
- Fratellone, P. M. (2015). Apitherapy Products For Medicinal Use. *J Nutr Food Sci*, 5, 6. DOI, 10.4172 / 2155-9600.1000423.
- Garcia, P.H.M., Ribeiro, N.L., de Oliveira, J.S., de Lima Júnior, D.M., de Almeida, V.V.S., da Silva, E.G., da Costa, T.M., Guerra, R.R., (2023). Red propolis extract as a natural ionophore for confined sheep: performance and morphological and histopathological changes.

- Tropical Animal Health and Production, 3(55)391.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-023-03799-7>.
- Gençay, Ö., & Sorkun, K. (2002a). What Do We Know About Propolis? *Technical Beekeeping*, 75, 17-21.
- Gençay, Ö. & Sorkun, K. (2002b). Usage Areas of Propolis. *Technical Beekeeping*, 76, 11-14.
- Ghisalberti, E.L. (1979). Propolis, a Review. *Bee World*, 60, 59-60, 64.
- Han, S.K., & Park, H.K. (1999). A Study on The Production of Meat Products. *J. of Apic. Abst.*, 305/99.
- Houghton, P. J. (1998). *Beeswax & Propolis (For Pleasure and Profit)*. UK: International Bee Research Association, 18 North Road, Cardiff CFI 3DY, 30 p.
- Iannuzzi, J. (1995). Propolis Processing. *American Bee Journal*, 135(8), 553-555.
- Jin, Z.M., Huang, S.X., & Shi, W. (1993). Honey Bee and The Human Being. *Apiacta*, XXVIII, 108, 113.
- Kabiloğlu, A.; Kocabağlı, N., (2022). Propolis ve ruminantlarda alternatif yem katkı maddesi olarak kullanımı. *Dicle Üniv Vet Fak Derg.*; 15(1):59-64 DOI: 10.47027/duvetfd.1095804 e-ISSN:1308-0679
- Karacaoglu, M. (1997). Propolis Structure And Use. *Technical Beekeeping*, 57, 18-25.
- Kumova, U., Korkmaz, A., Avcı, B.C., & Ceyran, G. (2002). An Important Bee Product, Propolis. *Uludag Beekeeping Journal*, 2(2), 10-24.
- Krell, R. (1998). *Beeswax & Propolis (For Pleasure and Profit)*. UK: International Bee Research Association, 18 North Road, Cardiff CFI 3DY, 30 p.
- Orsolic, N., Knezevic, A.H., & Basic, I. (2002). Propolis As A Novel Immunomodulatory Potential In Mice; Antimetostatic Activity of A Water-Soluble Derivative of Propolis (WSDP). *Mellifera*, 2(3), 7-14.
- Ozkok, A., & Sorkun, K. (2001). Apiterapi Used In The Important Bee Products, Honey, Pollen and Propolis. *Technical Beekeeping*, 72, 4-10.
- Paixão, T.R., de Almeida, V.V.S., Oliveira, A.C., da Silva, A.P.G., Silva, J, W. D., Santos, L. V., de Lima Júnior, D.M., Silva, R.R., (2022). Intake, digestibility, ruminal parameters, and performance in lamb fed with increasing levels of red propolis extract. *Tropical Animal*

- Health and Production, 1(54): 364.
<https://link.springer.com/journal/11250>.
- Pasupuleti, V.R., Sammugam, L., Ramesh, N., & Siew Hua Gan, S.H. (2017). Honey, Propolis, and Royal Jelly, A Comprehensive Review of Their Biological Actions and Health Benefits. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, Article ID 1259510, 21p.
<https://doi.org/10.1155/2017/1259510>.
- Sato, T., & Miyataka, H. (1999). Helicobacter pylori as a primary cause of the disease. *J. of Apic. Abst.*, 920/99.
- Schmidt, J.O., & Buchmann, S.L. (1992). *Other products of the hive*. The Hive and Honey Bee, Dadant and Sons Hamilton Illinois, (pp. 928-977).
- Shahinozzaman, Md., Obanda, D. N. & Tavata, S. (2021). Chemical Composition and Pharmacological Properties of Macaranga-type Pacific Propolis: A Review. *Phytotherapy Research*, 35, 207–222.
- Silici, S. (2015). *Bee Products and Health*. Sidas Media Ltd. (pp. 125-131). ISBN NO, 978-5267-26-1.
- Rivera-Yañez, N., Rivera-Yañez, R., Pozo-Molina, G., Méndez-Catalá, C. F, Méndez-Cruz, A. R., & Nieto-Yañez, O. (2021). Biomedical Properties of Propolis on Diverse Chronic Diseases and Its Potential Applications and Health Benefits. *Nutrients*, 13, 78.
<https://doi.org/10.3390/nu13010078>.
- Waykar, B., & Alqadhi, Y.A. (2016). Beekeeping and Bee Products; Boon for Human Health and Wealth. *Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research (IJPBR)*, 4(3), 20-27. ISSN, 2320-9267.
- Woisky, R.G., & Salatino, A. (1998). Analysis of Propolis, Some Parameters and Procedures For Chemical Quality Control. *Journal of Apicultural Research*, 37(2), 99-1105.
- Wongsiri, S., Chanchao C., Deowanish S., Aemprapa S., Chaiyawong T., Petersen S., & Leepitakrat, S. (2000). Honey Bee Diversity and Beekeeping in Thailand. *Bee World*, 81(1), 20-29.
- Yucel, B., Topal, E., & Kosoglu, M. (2016). Bee Products as Functional Food. <http://dx.doi.org/10.5772/65477>.



978-625-367-535-6