

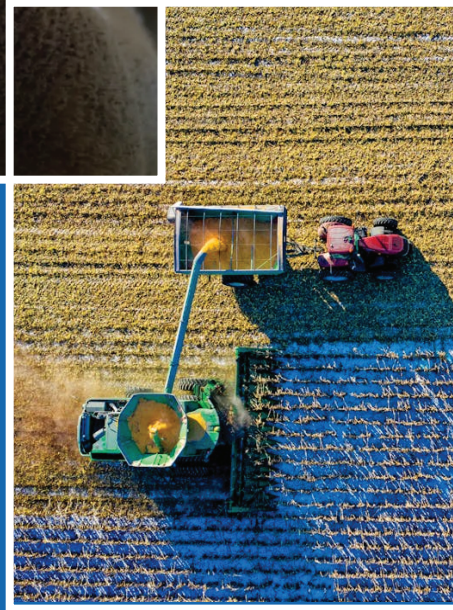
TARIM VE HAYVANCILIK ALANINDA BİLİMSEL ÇALIŞMALAR

Editörler:

Doç. Dr. Hacer KAYA

Dr.Öğr. Üyesi Filiz AYGÜN ERTÜRK

Dr.Öğr. Üyesi Zahid PAKSOY



İKSAD
Publishing House

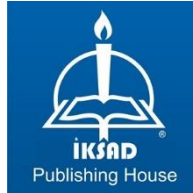
TARIM VE HAYVANCILIK ALANINDA BİLİMSEL ÇALIŞMALAR

Editörler:

Doç. Dr. Hacer KAYA
Dr.Öğr. Üyesi Filiz AYGÜN ERTÜRK
Dr.Öğr. Üyesi Zahid PAKSOY

Yazarlar:

Doç. Dr. Fırat SEFAOĞLU
Doç. Dr. Hacer KAYA
Dr. Öğr. Üyesi Zahid PAKSOY
Dr.Öğr. Üyesi Ufuk ÜLKER
Yüksek Lisans Öğr. Gamze BETÜL ÜNAL



Copyright © 2024 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2024©

ISBN: 978-625-378-130-9

Cover Design: İbrahim KAYA

December / 2024

Ankara / Türkiye

Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

BÖLÜM 1

NANOPARTİKÜLÜN TARIMSAL AÇIDAN ÖNEMİ.....5-32

Yüksek Lisans Öğrencisi Gamze Betül ÜNAL

Doç. Dr. Fırat SEFAOĞLU

BÖLÜM 2

ÇALI YAPRAKLARININ POTANSİYEL YEM DEĞERİ ...33-62

Doç. Dr. Hacer KAYA

BÖLÜM 3

OVARYUM İSKEMİ REPERFÜZYON MARKERLERİ 63-78

Dr. Öğr. Üyesi Zahid PAKSOY

BÖLÜM 4

KANATLILARDA ANTİBİYOTİK DİRENCİ..... 79-92

Dr. Öğr. Üyesi Ufuk ÜLKER

BÖLÜM 5

MELATONİNİN DOĞUM VE JİNEKOLOJİDE

KULLANIMI.....93-111

Dr. Öğr. Üyesi Zahid PAKSOY

ÖNSÖZ

Değerli okuyucularımız;

Bu kitabımızda, Nanopartikülün Tarımsal Açından Önemi: Çalı Yapraklarının Potansiyel Yem Değeri: Ovaryum İskemi Reperfüzyon Markerleri: Kanatlılarda Antibiyotik Direnci: Melatoninin Doğum ve Jinekolojide Kullanımı konularının incelendiği araştırmalar başlıklar altında ayrı ayrı bölümlerde incelendiği “Sağlık ve Beslenme Üzerine Bilimsel Çalışmalar” isimli yeni bir kitap ile karşınızdayız. Bu eserin hazırlanmasında emeği geçen kıymetli yazarlarımız Doç. Dr. Fırat SEFAOĞLU, Doç. Dr. Hacer KAYA, Dr. Öğr. Üyesi Zahid PAKSOY, Dr. Öğr. Üyesi Ufuk ÜLKER, Yüksek Lisans Öğr. Gamze BETÜL ÜNAL’a katkıları ve kitabın hazırlanma aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Sn. Sefa Salih BİLDİRİCİ ve İbrahim KAYA’ya, yayınlanma aşamasında desteği ve emeği geçen İKSAD Yayınevi çalışanlarına teşekkürlerimi sunarız.

YAYIN EDİTÖRLERİ

Doç. Dr. Hacer KAYA

Dr.Öğr. Üyesi Filiz AYGÜN ERTÜRK

Dr.Öğr. Üyesi Zahid PAKSOY

Doç. Dr. Hacer KAYA

(hacerkaya@gumushane.edu.tr)

Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane / Türkiye



14.06.1972 yılında Erzurum-Narman'da doğdu. İlk öğrenimini Narman 18 Mart İlkokulunda, orta öğrenimini Erzurum Nene Hatun Kız Lisesi'nde tamamladı. 1994 yılında lisans öğrenimini Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümünde tamamladı. 1997 yılında Milli Eğitim Bakanlığında öğretmen olarak çalışmaya başladı. 2005 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Ana Bilim Dalında Yüksek Lisansını, 2012 yılında aynı programda doktora eğitimini tamamladı. 2017 yılında öğretmenlikten ayrılarak Bayburt Üniversitesi Bayburt Meslek Yüksekokulu Endüstriyel Tavukçuluk Programında öğretim görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2018 yılında Gümüşhane Üniversitesi Şiran Mustafa Beyaz Meslek Yüksekokulu Veterinerlik Bölümüne, 2021 yılında ise Kelkit Aydın Doğan Meslek Yüksekokulu Veterinerlik Bölümüne geçti. 2023 yılında Doçent ünvanını aldı. Halen Gümüşhane Üniversitesi Kelkit Aydın Doğan Meslek Yüksekokulu Veterinerlik Bölümünde Bölüm Başkanı olarak görev yapmaktadır. Yurt içi ve yurt dışında birçok toplantı ve kongrelere katıldı. Hem SCI-SCI-Expanded kapsamında hem de ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde makaleleri bulunmaktadır. Kongre bildirileri, bilimsel araştırma projesi ve uluslararası dergi hakemliği bulunmaktadır.

Araştırma alanları: Zootekni, Hayvan Besleme, Yem Teknolojisi

Dr.Öğr.Üyesi Filiz AYGÜN ERTÜRK

(filizayerturk@bayburt.edu.tr)

Bayburt Üniversitesi, Bayburt / Türkiye



09.07.1981 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı.

2003 yılında ise Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünden mezun olmuştur. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Botanik Ana Bilim Dalında tezli yüksek lisans eğitimini tamamlayarak 2006 yılında “bilim uzmanı” unvanını kazanmıştır. Akabinde aynı Anabilim Dalı'nda 2013 yılında tamamlayarak Doktora unvanını aldı. Doktora eğitimini tamamladıktan sonra Avrasya Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü'nde Dr. Öğr. Üyesi olarak göreve başlamış ve 2014-2016 yılları arasında görev yapmıştır. 2016 yılında Bayburt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü'nde görevine başlamış ve halen görevine devam etmektedir. Yurt içi ve yurt dışında birçok toplantı ve kongrelere katıldı. Hem SCI-SCI-Expanded kapsamında hem de ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde makaleleri bulunmaktadır. Kongre bildirileri, bilimsel araştırma projesi ve uluslararası dergi hakemliği bulunmaktadır. Moleküler Biyoloji, Genetik, Tıbbi Biyoloji ve Genetik, Moleküler Genetik, Rekombinant DNA Teknolojisi gibi birçok alanında ders vermiş olup, bu alanda birçok çalışmalar yürütmektedir.

Araştırma alanları: Moleküler Biyoloji, Genetik, Moleküler Genetik, Tıbbi Biyoloji ve Genetik

Dr. Öğr. Üyesi Zahid PAKSOY

(zahid.paksoy@istiklal.edu.tr)

Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi,
Kahramanmaraş / Türkiye



14.01.1980 yılında Kahramanmaraş'da doğdu.

İlköğrenimini Kahramanmaraş'ta Aslanbey İlkokulunda, lise öğrenimini Kahramanmaraş Lisesi'nde tamamladı. 2002 yılında Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesinden, 2008 yılında Fırat Üniversitesi Doğum ve Jinekoloji doktora programından mezun olmuştur. 2003- 2007 tarihleri arasında Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Doğum ve Jinekoloji Anabilim dalında Araştırma Görevlisi olarak görev yaptı. Çevre ve Orman Bakanlığında Temmuz 2007-Temmuz 2010 tarihleri arasında Uzman Yardımcısı, Temmuz 2010-Eylül 2010 tarihleri arasında da Uzman olarak görev almıştır.Eylül 2010- Haziran 2021 tarihleri arasında Gümüşhane Üniversitesinde görev yapmıştır. 2021 Temmuz ayı itibariyle Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi Elbistan Meslek Yüksekokulu Veterinerlik Bölümü'nde Dr. Öğr. Üyesi olarak çalışmaktadır. Uluslararası ve ulusal hakemli dergilerde yayınlanan makaleleri ve bilimsel araştırma projeleri bulunmaktadır. Doğum Bilgisi ve Jinekoloji, Dölerme ve Suni Tohumlama, Reprodüktif Sürü Sağlığı, Histoloji ve Embriyoloji gibi birçok alanda ders vermiş olup, bu alanda birçok çalışmalar yürütmektedir.

Araştırma alanları: Reprodüktif Hormonlar, Gebelik, Doğum, Fertilite, Kontrasepsiyon

BÖLÜM 1

NANOPARTİKÜLÜN TARIMSAL AÇIDAN ÖNEMİ

¹ Gamze BETÜL ÜNAL ¹ Fırat SEFAOĞLU

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14576644>

¹*Kastamonu Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Kastamonu, Türkiye, ORCID: 0000-0002-8485-6564, e-mail: gbetulunal@gmail.com.tr

²Kastamonu Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Kastamonu, Türkiye, ORCID: 0000-0002-8485-6564, e-mail: gbetulunal@gmail.com.tr

GİRİŞ

Nanoteknoloji, maddenin nanometre ölçeğinde manipüle edilmesini ve kontrol edilmesini sağlayan bir bilim dalıdır. Nanopartiküller, nanoteknolojinin temel yapı taşlarından biridir ve boyutları nanometre düzeyinde olan parçacıklardır. Bu parçacıklar, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri açısından benzersiz davranışlar sergiler ve bu özellikler onları çeşitli uygulamalar için son derece uygun hale getirir (Buzea ve ark., 2007; Khan ve ark., 2019).

Tarımsal bilimlerde nanopartiküllerin kullanımı giderek artmaktadır. Bunun nedeni, nanopartiküllerin geniş yüzey alanı, yüksek reaktivite ve hedeflenen işlevsellik gibi avantajlı özelliklere sahip olmasıdır. Ayrıca, bu materyallerin çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılığı artırma, toprak ve su kaynaklarının verimliliğini artırma, bitki hastalıklarını önleme ve tarım ilaçlarının etkinliğini artırma gibi çok çeşitli faydalar sağlamasıdır (Kah ve ark., 2018; Rai & Ingle, 2020).

Nanopartiküllerin tarımsal üretimdeki kullanım alanları arasında kontrollü salınım sağlayan gübreler, pestisitler, toprak düzenleyiciler ve hassas tarım teknolojileri yer almaktadır (Kah ve ark., 2018; Pérez-de-Luque, 2017). Örneğin, nanopartikül bazlı gübreler, bitki kökleri tarafından daha kolay emilebilir, böylece besin kayıplarını azaltabilir ve verimliliği artırabilir. Benzer şekilde, nanopestisitler, hedef organizmalar üzerinde daha etkili bir kontrol sağlar ve geleneksel pestisitlere göre çevreye daha az zarar verir (Kah ve ark., 2018; Rai & Ingle, 2020).

Bunun yanı sıra, nanopartiküller, bitkilerin stres koşullarına verdiği tepkileri iyileştirmek ve büyümelerini desteklemek için de kullanılmaktadır. Nanopartiküller, bitkilerde oksidatif stresi azaltabilir ve bitki metabolizmasını düzenleyerek daha dirençli bir yapı oluşturmalarına katkıda bulunabilir (Ghormade & Deshpande, 2011).

Nanoteknoloji, yalnızca üretim verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik açısından da büyük bir potansiyele sahiptir. Nanopartiküller, su ve toprak kaynaklarının korunmasını teşvik ederek tarımsal uygulamalardan kaynaklanan çevresel etkileri minimize edebilir. Ayrıca, hassas tarım teknikleriyle entegre edildiklerinde, tarım ürünlerinin kalite kontrolü, hastalıkların erken teşhisi ve iklim değişikliklerine adaptasyon gibi konularda önemli katkılar sağlayabilir (Sekhon, 2014).

Nanoteknolojinin tarımsal üretimdeki gelişimi, hem besin güvenliğini sağlama hem de sürdürülebilir tarımsal uygulamaları yaygınlaştırma açısından kritik bir role sahiptir. Bu teknolojinin daha geniş bir şekilde benimsenmesi, küresel ölçekte tarımsal üretim süreçlerini daha verimli ve çevre dostu hale getirebilir (Kah ve ark., 2018; Sekhon, 2014).

Nanoteknolojinin Tarihçesi

Nanoteknoloji, nanoboyuttaki parçacıkların tıp, sağlık, biyomedikal, biyoteknoloji ve mühendislik gibi birçok alandan kullanılmasıyla geniş bir yelpazeye ulaşan inter disiplinler bir çalışma alanıdır (Khan & Ali, 2023).. Nano boyutlu parçacıkların kullanımıyla

ilgili tarihsel örnekler Mezopotamya dönemine kadar uzanmaktadır. Mezopotamya'da, çömlleklerin üzerine altın veya gümüş kaplamalar yapılarak dekoratif amaçlarla kullanılan nano boyutta parçacıklar kullanılmıştır. Bu durum, nano boyutlu parçacıkların özelliklerinden faydalanmanın erken bir örneğidir (Zhang ve ark., 2021). Ancak, nanopartiküllerin bilimsel açıklaması ve nanoteknolojinin modern anlamda ortaya çıkışı daha yakın tarihlere dayanmaktadır. Nano boyutlu parçacıkların davranışlarını inceleyen ve açıklayan ilk çalışma, 19. yüzyılda Michael Faraday tarafından gerçekleştirilmiştir. O, altın ve diğer metallerin ışıkla ilişkisini inceleyen ünlü "The Bakerian Lecture. Experimental relations of gold (and other metals) to light" adlı makalesinde nano boyutlu parçacıkların optik özelliklerini açıklamıştır (Adams & Müller, 2021)..Daha sonra, nanoteknoloji kavramı ve çalışmaları 20. yüzyılın ortalarında hız kazanmıştır. Richard Feynman, 1959 yılında "There's Plenty of Room at the Bottom" adlı ünlü bir konuşma yaparak nano boyutlu manipülasyon ve teknoloji konusunda ilham vermiştir (Tan & Wei, 2020). 1974 yılında Norio Taniguchi, "nanoteknoloji" terimini ilk kez kullanmıştır (Ranadive, 2011). 1986 yılında ise Eric Drexler'in "Yaratılış Makineleri" adlı kitabı, nanoteknoloji kavramının gelişimine önemli katkılarda bulunmuştur (Havkin-Frenkel & Belanger, 2011).

Bu şekilde, nano boyutlu parçacıkların kullanımı ve nanoteknolojinin modern araştırma alanı olarak kabul edilmesi için geçmişten günümüze bir süreç yaşanmıştır. Günümüzde, nanoteknoloji birçok farklı alanda uygulamaları olan hızla gelişen bir disiplindir (Nguyen & Kim, 2022).

Nano Boyutta Parçacık Üretiminde Kullanılan Başlıca Yöntemler

Hinduların altın nanopartikülleri yukarıdan aşağı yöntemi yani biyolojik yöntemle ürettiği, Michael Faraday'ın ise 1857 yılında ilk kimyasal yöntemi deneyen kişi olduğu bilinmektedir (Adams & Gallo, 2018). Nanopartiküllerin üretiminde kullanılan yöntemler üzerine; yukarıdan aşağı “top down” ve aşağıdan yukarı “bottom up” olarak adlandırılan iki ana yaklaşım bulunmaktadır (Kumar & Rao, 2020).

a) Yukarıdan aşağıya (top down) yaklaşımı: Yukarıdan aşağıya yaklaşımına dahil olan yöntemlerde hacimsel malzemeye dışarıdan mekaniksel ve/veya kimyasal işlemler ile enerji verilmesi sonucunda malzemenin nano boyuta kadar inebilecek küçük parçalara ayrılması esasına dayanmaktadır. Yukarıdan aşağıya yaklaşımı ile çalışan yöntemlere verilebilecek en genel örnekler; mekanik öğütme ve aşındırma olabilir (Huang & Zang, 2019).

b) Aşağıdan yukarıya (bottom-up) yaklaşımı: Yöntemin esası atomlar veya moleküller ile organik veya inorganik yapı inşa etmeye dayanmaktadır. Nano yapıları birleştirmek için doğadaki kuvvetlerden ve DNA gibi biyolojik sistemlerin kendi kendine birleşme özelliğinden yararlanılarak karbon nanotüplerin kontrolü sağlanabilmektedir. Bu yöntemin uygulanma nedeni, atomik veya moleküler boyuttaki yapıları kimyasal reaksiyonlar ile büyütürük partikül oluşumunun gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Singh & Gupta, 2021).

Agronanoteknoloji

Agronanoteknoloji, tarım sektöründe nanoteknolojinin uygulandığı bir alandır. Bu alanda, nano boyutlu materyallerin tarımsal üretim süreçlerinde kullanılması ve tarımsal sorunlara çözüm üretilmesi hedeflenir (Bhat ve ark., 2020). Agronanoteknolojinin amacı, verimliliği artırmak, hastalık ve zararlı organizmalarla mücadele etmek, bitki beslenmesini iyileştirmek ve tarımsal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamaktır (Khan ve ark., 2019).

Agronanoteknolojinin potansiyel kullanım alanları arasında bitki beslemesi; nano boyutlu gübreler ve bitki büyüme düzenleyicileri, bitkilerin besin alımını ve verimliliğini artırmak için kullanılabilir. Nano boyutlu gübrelerin bitkiler tarafından daha etkili bir şekilde emilimi sağlanabilir ve besin kaybını azaltabilir. Ayrıca, nano boyutlu bitki büyüme düzenleyicileri bitki gelişimini teşvik edebilir ve hasat verimini artırabilir (Bennett & Albrecht, 2021).

Bitki koruma: Agronanoteknoloji, bitki hastalıklarının ve zararlı organizmaların kontrolü için yenilikçi çözümler sunar. Nano boyutlu antimikrobiyal maddeler, bitki patojenlerine karşı etkili bir şekilde kullanılabilir. Ayrıca, nano boyutlu zararlı organizma kontrol sistemleri, zararlı böcekleri hedef alarak kimyasal kullanımını azaltabilir (Sharma ve ark., 2020).

Toprak İyileştirme: Nano boyutlu materyaller, toprak yapısını iyileştirmek ve bitki büyümesini desteklemek için kullanılabilir. Nano boyutlu toprak düzenleyiciler, toprakta su tutma kapasitesini artırabilir,

besin maddelerinin daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayabilir ve toprak erozyonunu azaltabilir (Singh ve ark., 2021).

Bitki sensörleri: Agronanoteknoloji, nano boyutlu sensörlerin geliştirilmesiyle bitki sağlığının izlenmesini ve yönetilmesini sağlar. Nano boyutlu sensörler, bitkilerdeki besin eksikliklerini, stres durumlarını veya hastalık belirtilerini erken aşamada tespit edebilir ve bu sayede tedbirler alınabilir (Li ve ark., 2022).

Agronanoteknoloji, tarım sektöründe verimliliği artırmak, kaynakları daha verimli kullanmak ve tarımsal sürdürülebilirliği sağlamak için gelecekte büyük potansiyele sahip bir alandır. Ancak, bu alanda yapılan çalışmaların etkinliği, çevresel etkileri ve ticari uygulanabilirlik gibi konuların dikkate alınması önemlidir (Mishra ve ark., 2021). Örneğin gümüş nanopartiküller (AgNP'ler), antimikrobiyal özellikleri nedeniyle birçok tıbbi ve endüstriyel uygulamada tercih edilmektedir (Rai ve ark., 2019). AgNP'ler, mikroorganizmaların büyümesini engelleyebilir ve antimikrobiyal etkileri sayesinde enfeksiyon kontrolünde etkili olabilirler. Bu özellikleri, tarımsal uygulamalarda da potansiyel olarak kullanışlı hale getirebilir (Singh ve ark., 2021). Örneğin, bitki hastalıklarının kontrolünde AgNP'ler kullanılabilir. AgNP'ler, bitki patojenlerine karşı etkili bir şekilde mücadele edebilir ve bitkilerin hastalıklara karşı direncini artırabilir (Khan ve ark., 2019). Bu sayede kimyasal mücadele yöntemlerinin kullanımını azaltılabilir veya tamamen ortadan kaldırılabilir, bu da çevresel koşullar üzerindeki olumsuz etkileri azaltabilir. Ayrıca, AgNP'lerin bitki büyümesini teşvik etme potansiyeli de vardır. Bazı

çalışmalar, AgNP'lerin bitki büyüme düzenleyicileri olarak kullanıldığında bitki büyümesini artırdığını göstermektedir (Rai ve ark., 2019). AgNP'lerin bitkilerdeki besin alımını ve fotosentezi artırarak büyümeyi teşvik ettiği düşünülmektedir. Ancak, AgNP'lerin tarımsal uygulamalarda kullanımının çevresel etkileri ve güvenlik konuları dikkate alınmalıdır. Bu tür nanopartiküllerin çevreye salınması, su ve toprak kalitesi üzerinde potansiyel etkilere neden olabilir. Bu nedenle, AgNP'lerin kullanımıyla ilgili araştırmalar, güvenlik değerlendirmeleri ve yönetmelikler, çevresel etkileri minimize etmek için önemlidir (Mishra ve ark., 2021). Sonuç olarak, gümüş nanopartiküllerin antimikrobiyal özellikleri, tarımsal uygulamalarda bitki hastalıklarının kontrolünde ve bitki büyümesinin teşvikinde potansiyel sağlayabilir. Ancak, bu kullanımın çevresel etkileri dikkate alınmalı ve güvenlik önlemleri alınmalıdır (Li ve ark., 2022).

Nanopartiküllerin Taşınması

Nanopartiküller bitkiye girdikten sonra iki farklı şekilde taşınabilirler. Apoplastik taşıma; bitki hücreleri arasındaki boşluklardan ve hücre duvarlarının dışından geçerek gerçekleşir. Nanopartiküller bitkinin kökleriyle topraktan alındıktan sonra köklerin epidermis hücrelerini geçerek bitkinin iç dokularına doğru ilerler. Bu süreçte hücre zarlarından geçerek hücreler arası boşluklarda ve xilem damarlarında taşınabilirler (Cao ve ark., 2020). Apoplastik yol, nanopartiküllerin bitkinin hızla yayılmasına ve farklı dokulara taşınmasına olanak sağlar. Simplastik taşıma ise bitki hücrelerinin içerisinde yer alan sitoplazma aracılığıyla gerçekleşir. Nanopartiküller, bitkinin kökleriyle topraktan alındıktan sonra kök epidermis hücrelerinden geçerek endodermis

hücrelerine ulaşır. Burada, nanopartiküllerin hücre zarlarını geçerek sitoplazmaya geçmeleri ve simplastik yolu izleyerek bitki dokuları boyunca taşınmaları mümkün olur (Khan ve ark., 2019). Simplastik yol, bitki içerisindeki bağlantılı hücreler açısından geçişi sağlar.

Bitki hücre duvarı, nanopartiküllere maruz kalan ilk bölgedir. Nanopartiküller veya nanopartiküllerden çözülmüş metal iyonları, kök dokularının hücre duvarına girebilir (Zhang ve ark., 2021). Bitki hücre duvarı, selüloz, hemiselüloz, pektin ve lignin gibi bileşenlerden oluşur. Nanopartiküller veya çözülmüş metal iyonları, negatif yüklü pektin molekülleri ile etkileşime geçebilir. Pektin, bitki hücre duvarının bir bileşeni olup karboksil (-COOH) grupları içerir. Bu gruplar, pozitif yüklü nanopartiküllerle veya metal iyonlarıyla elektrostatik etkileşime girerek kompleks oluşturabilirler (Cao ve ark., 2020). Nanopartiküllerin veya metal iyonlarının kök hücre duvarına girmesi, bitki hücrelerindeki etkileşimleri başlatır. Bu etkileşimler, bitki hücrelerinin metabolizmasını, hücre bölünmesini, gen ekspresyonunu veya sinyal iletimini etkileyebilir. Ayrıca, bitki hücre duvarının geçirgenliğini değiştirebilir ve bitki içinde nanopartikül taşınımını etkileyebilir (Khan ve ark., 2019). Bu etkileşimler, nanopartiküllerin bitki içerisinde hedeflenen etkilerini gerçekleştirmesine ve bitkide biyolojik etkilerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle, nanopartiküllerin bitki hücre duvarı ile etkileşimi, agronanoteknoloji çalışmalarında dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.

Bitkilerin dışarıdan uygulanan nanopartikülleri alabilmesi için kökte ve yaprakta farklı ve karmaşık süreçler meydana gelir. Bu süreçler,

bitkinin anatomik ve fizyolojik özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Kumar ve ark., 2020). Kökler, bitkilerin topraktan su ve besin maddelerini almak için sorumlu olduğu yapıdır. Nanopartiküllerin kökler aracılığıyla alınması genellikle kök epidermis hücrelerinden başlar. Kök epidermis hücrelerinde yer alan kök tüyleri, büyük bir yüzey alanı sağlar ve nanopartiküllerin absorpsiyonunu artırır (Singh ve ark., 2021). Nanopartiküller, kök epidermis hücrelerinin hücre zarlarını geçerek kök korteksine ve endoderme doğru ilerler. Endodermis, hücre zarlarının geçirgenliğini kontrol eden bir bariyer görevi görür. Nanopartiküller, endodermis hücrelerinin selektif geçirgenliğini aşmalı ve simplastik veya apoplastik yolla xilem veya floem damarlarına ulaşmalıdır (Zhang ve ark., 2021).

Yapraklar ise fotosentez ve gaz alışverişi için önemli bir yapıdır. Yaprakların dış yüzeyinde yer alan stomalar adı verilen açıklıklar, gaz alışverişini sağlar. Yaprak yüzeyi, nanopartiküllerin yaprağa yapışması ve absorbe olması için bir alan oluşturabilir. Ayrıca, yaprakların stomaları aracılığıyla da nanopartiküllerin absorbe olması mümkündür (Khan ve ark., 2019). Bitkilerin anatomik yapısı, köklerin ve yaprakların morfolojisi, hücre duvarlarının bileşimi ve geçirgenliği gibi faktörler, nanopartiküllerin bitki içerisindeki hareketini etkileyebilir. Aynı zamanda, bitkinin fizyolojik durumu da nanopartiküllerin alınmasını etkileyebilir. Bitkilerin büyüme aşaması, stres koşulları, besin eksiklikleri veya diğer çevresel faktörler, nanopartiküllerin bitki içerisindeki dağılımını ve etkisini değiştirebilir (Kumar ve ark., 2020).

Topraktaki simbiyotik bakteriler ve mantarlar, bitkilerin nanopartikül emilimi üzerinde tartışmalı roller oynayabilir. Bu mikroorganizmalar, bitkilerle karşılıklı faydalı bir ilişki içerisinde yaşarlar ve bitkilerin beslenme ve büyüme süreçlerine katkıda bulunurlar. Ancak, nanopartikül emilimi konusunda belirli etkileri olabilir. Özellikle bazı ağır metal nanopartiküllerinin birikimi konusunda simbiyotik bakteri ve mantarların varlığı önemli bir faktördür (Rai ve ark., 2019). Bu mikroorganizmalar, bitkilerin köklerine yerleşerek ağır metal iyonlarını immobilize edebilir veya bitkilerin ağır metalleri daha etkin bir şekilde almasına yardımcı olabilir. Bu durumda, simbiyotik organizmaların varlığı ağır metal nanopartikül birikimini artırabilir. Ancak, nano-Ag (gümüş nanopartiküller) ve nano-FeO (demir oksit nanopartiküller) gibi diğer nanopartiküllerde simbiyotik bakteri ve mantarların varlığı, nanopartikül emilimini azaltabilir (Zhang ve ark., 2021). Bazı çalışmalar, baklagillerde simbiyotik bakteri olan Rhizobium ile nano-Ag ve nano-FeO'nun etkileşiminin, bitkilerdeki emilimi ve birikimi azalttığını göstermiştir. Bu durum, bitkilerin simbiyotik ilişkilerinin nanopartikül emilimi üzerinde karmaşık bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Bu bulgular, agronanoteknoloji çalışmalarında toprak mikrobiyomunun ve bitki-simbiyotik mikroorganizma etkileşimlerinin önemini vurgulamaktadır. Nanopartikül uygulamalarında, simbiyotik bakteri ve mantarların varlığı ve çeşitli bitki türleri arasındaki etkileşimlerin dikkate alınması önemlidir. Bu etkileşimlerin, bitkilerin nanopartikül emilimini, birikimini ve etkisini nasıl etkilediğinin daha iyi anlaşılması, tarımsal uygulamalarda verimliliği artırmak ve çevresel etkileri azaltmak için önemli bir adımdır (Kumar ve ark., 2020).

Nanopartiküllerin Bitkiler Üzerindeki Etkileri

Bazı çalışmalar, bitkilere uygulanan nanopartiküllerin bitki büyüme ve gelişmesini teşvik ettiğini göstermektedir (Smith ve ark., 2022; Gül ve ark., 2024; Dinler ve ark., 2024). Agronanoteknoloji alanındaki araştırmalar, bitkiler üzerinde nanopartikül uygulamalarının çeşitli olumlu etkilere sahip olabileceğini ortaya koymaktadır (Johnson ve Lee, 2021).

Nanopartiküllerin bitki büyüme ve gelişmesini teşvik etmesinin birkaç nedeni olabilir. Öncelikle, nanopartiküller bitkilerin kök, yaprak ve diğer dokularına kolaylıkla nüfuz edebilir ve bitkiler tarafından emilebilir (Garcia ve arkadaşları, 2020). Bu emilim, bitkilerin besin alımını ve verimliliğini artırabilir. Örneğin Cu₂O ve TiO₂ gibi nanopartiküllerin domates bitkisinin büyüme ve gelişmesini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Zhang ve Chen, 2019). Çalışmanın sonuçlarına göre, bu nanopartiküllerin uygulanması çimlenmeyi, kök ve sürgün uzamasını artırmış ve bitki transpirasyonunu teşvik etmiştir. Cu₂O ve TiO₂ gibi nanopartiküllerin bitki büyümesini teşvik etmesinin olası nedenleri arasında, bu partiküllerin bitki hücrelerine kolaylıkla nüfuz edebilme özelliği ve bitkilerde hormon düzenlemesi gibi fizyolojik yanıtları tetikleme potansiyeli bulunabilir. Ayrıca, bu nanopartiküllerin bitki dokularında antioksidan aktiviteyi artırarak stres toleransını artırdığı düşünülmektedir (Miller ve Davis, 2021). Bu kategoride TiO₂, CeO₂ ve ZnO'nun nanopartikülleri önemlidir. Örneğin TiO₂ nanopartiküllerinin ıspanak bitkisinin büyümesini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre, TiO₂ nanopartiküllerinin uygulanması ışık emilimini iyileştirerek, RUBISCO

enzimi üretimini artırarak ve kloroplasttaki UV radyasyonunun neden olduğu oksidatif stresi azaltarak ıspanak bitkisinin büyümesini önemli ölçüde iyileştirmiştir (Lee ve ark., 2020).

TiO₂ nanopartiküllerinin ışık emilimini iyileştirme özelliği, bitkilerin fotosentez verimliliğini artırabilir (Kahraman ve Çelik, 2021). Fotosentez, bitkilerin ışık enerjisini kullanarak karbonhidrat üretmesi ve büyümesi için temel bir süreçtir. Bu nedenle, TiO₂ nanopartiküllerinin fotosentezdeki rolü, bitki büyümesi ve verimliliği üzerinde önemli etkileri olabilir (Wang ve Zhang, 2020). Ayrıca, TiO₂ nanopartiküllerinin RUBISCO enzimi üretimini artırması, bitkilerin karbondioksit fiksasyonunu ve bitki büyümesini destekleyen bir süreç olan Calvin döngüsünü etkileyebilir. Bu da bitki büyümesini teşvik eden bir faktör olabilir (Patel ve Desai, 2023).

Nanopartiküller, bitkilerde nükleotidler, proteinler ve diğer fitoaktif moleküllerin hedeflenmiş dağılımını sağlayarak bitki metabolizmasını genetik olarak modifiye etme ve düzenleme potansiyeline sahiptir (Nguyen ve Tran, 2022).

Nanopartiküller, moleküler seviyede etkileşime girebilen ve hedeflenen bölgelere ulaşabilen yapısal özelliklere sahiptir. Bu özellikler, nanopartiküllerin bitki hücrelerine girmesini ve içerisindeki yük ve bileşenlerin hedeflenen metabolik yollar üzerinde etkili olmasını sağlar (Gonzalez ve ark., 2021). Nanopartiküller, nükleotidler ve genetik materyaller gibi molekülleri taşıyabilme yeteneğine sahiptir. Bu sayede, hedeflenen genlere veya genetik bölgelere ulaşarak genetik

modifikasyon yapma potansiyeline sahiptirler (Patra ve Bhattacharya, 2022). Bu özellik, bitkilerde belirli genetik özelliklerin değiştirilmesi veya istenilen özelliklerin geliştirilmesi için kullanılabilir. Ayrıca, nanopartiküller bitkilerdeki proteinlerin ve diğer fitoaktif moleküllerin hedeflenmiş dağılımını sağlayabilir. Örneğin, bir nanopartikülün yüzeyine bağlanmış olan bir protein veya fitoaktif molekül, bitki hücrelerine daha etkili bir şekilde taşınabilir ve hedeflenen metabolik yollar üzerinde spesifik etkiler gösterebilir. Bu, bitki büyümesini, gelişimini, savunma mekanizmalarını veya metabolik yolları düzenlemek için kullanılabilir (Singh ve Kumar, 2020). TiO₂ nanopartiküllerinin oksidatif stresi azaltma yeteneği, bitkilerin UV radyasyonunun neden olduğu zararlı etkilerine karşı korunmasına yardımcı olabilir. UV radyasyonu, bitkilerde oksidatif stresi artırabilir ve bitki hücrelerinde zararlı reaktif oksijen türlerinin birikmesine neden olabilir. TiO₂ nanopartiküllerinin antioksidan özellikleri sayesinde, bu zararlı etkiler azaltılabilir ve bitki büyümesi korunabilir (Chen ve Zhang, 2019).

Nanomateriyallerin tasarlanması, tarımsal kimyasalların kontrollü bir şekilde salınımını sağlamak için bir yaklaşım olabilir. Meso-gözenekli silika nanopartiküller, tarımsal kimyasalların bitkilere salınımını kontrol etmek için kullanılan bir materyaldir. Bu nanopartiküller, çekirdeklerine avertin gibi pestisitleri yükleyebilir. Bu işlem, pestisiti fotodegradasyondan korurken salınımına izin verir (Chen ve Zhang, 2020). Meso-gözenekli silika nanopartiküller, içerisinde gözenekler bulunan bir yapıya sahiptir ve bu gözenekler, tarımsal kimyasalların içerisine yerleştirilebilmesine olanak tanır.

Kontrollü salınım sayesinde tarım ilaçlarının zamanla bitkilere etkisi artar, aşırı kullanım önlenir, çevresel etkiler azaltılır ve bitkiye zarar verme riski minimuma iner (Gonzalez ve ark., 2021).

Meso-gözenekli silika nanopartiküllerin kullanımı, bitki koruma ürünlerinin etkinliğini artırırken, kimyasalların kaybını azaltır. Bu nanopartiküller, böceklere karşı bitkileri korumak için kullanılabilir ve böceklerin kütiküler lipit tabakasına fitoabsorbsiyon yoluyla girerek böceklerin ölümüne neden olabilir (Patra ve Bhattacharya, 2022).

Nanopartikül bazlı herbisitler, düşük dozlarda parazitik yabancı otları kontrol etmek için kullanılabilir. Nanopartiküller, herbisitlerin etkinliğini artırabilir ve yabancı otları hedefleyerek daha az çevresel zarar oluşturabilir (Singh ve Kumar, 2020). Bu nanopartiküller, herbisit maddeleri nano boyutlu taşıyıcı sistemler içinde taşıyarak bitki dokularına daha iyi nüfuz etmelerini sağlar. Böylece, geleneksel herbisitlere kıyasla daha düşük toksisite ile daha etkili bir yabancı ot kontrolü sağlanabilir (Chen ve Zhang, 2020).

Düşük fosfat (PO_4^{3-}) salınımını sağlayan gübrelerin kullanımı, çevrenin korunması ve tarım alanlarının verimliliği açısından büyük önem taşır. Fosfat gübrelerinin aşırı kullanımı ve yanlış uygulanması, tarım alanlarından su kaynaklarına fazla miktarda fosfatın sızmasına neden olabilir. Bu durum, su kaynaklarında ötrofikasyon adı verilen bir süreci tetikler. Ötrofikasyon, sucul ekosistemlerde aşırı alg büyümesine, suyun oksijen içeriğinin azalmasına ve ekosistemde denge bozukluğuna yol açabilir (Sharpley ve ark., 2018).

Düşük fosfat salınımı sağlayan gübreler, bitkilere yeterli miktarda fosfat sağlarken fosfatın çevreye salınımını azaltır. Bu gübreler, özel kaplamalar veya taşıyıcı sistemler kullanılarak geliştirilir. Böylece bitkiler, fosfatı daha verimli bir şekilde alabilir ve fosfatın çevreye sızma riski azalır (Chien ve Menon, 2016). Düşük fosfat salınımına sahip gübrelerin kullanımı, çevre kirliliğini azaltırken tarım alanlarının verimliliğini artırır. Çünkü bitkilerin ihtiyaç duyduğu fosfatı daha etkili bir şekilde alması, beslenme ve büyüme süreçlerini destekler. Bu da daha sağlıklı bitkilerin yetişmesini sağlar ve verim artışına katkıda bulunur (Grant ve ark., 2019).

Bu tür gübrelerin kullanımı, sürdürülebilir tarım uygulamalarının bir parçası olarak önemli bir yere sahiptir. Tarım sektöründe çevreye duyarlılık ve verimlilik odaklı yaklaşımların benimsenmesi, doğal kaynakların korunması ve gelecek nesillere sağlıklı bir çevrenin aktarılması açısından büyük önem taşır (Tilman ve ark., 2002).

Nanobiyosensörler

Nanopartiküllerin gıda biyoteknolojisi, tarım ve gıda endüstrisi alanlarında biyosensörler olarak kullanılması oldukça dikkat çekicidir. Nanopartiküller, biyosensörlerin temel yapı taşları olarak işlev görebilir ve çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. Biyosensörler, biyolojik bileşikleri algılayabilen ve ölçebilen cihazlardır. Gıda endüstrisinde biyosensörler, gıda güvenliği, kalite kontrolü, tespit ve izleme gibi alanlarda önemli bir rol oynar (Li ve Shen, 2014).

Nanopartiküllerin biyosensörlerde kullanılması, gıdalardaki mikroorganizmalar, toksinler, kimyasal bileşikler ve diğer önemli parametrelerin hızlı ve hassas tespiti için etkili bir yöntem olabilir (Jian ve ark., 2020; Kumar ve ark., 2017; Li & Shen, 2014). Nanopartiküller, biyosensörlerde yüksek yüzey alanı/hacim oranına sahip olmaları nedeniyle biyolojik bileşiklerin immobilizasyonu için daha fazla bağlanma alanı sağlar. Bu da duyarlılığı ve algılama yeteneğini artırır (Jian ve ark., 2020). Ayrıca, nanopartiküllerin optik, elektronik veya manyetik özellikleri kullanılarak sinyal amplifikasyonu sağlanabilir, böylece daha hassas ve güvenilir sonuçlar elde edilebilir (Kumar ve ark., 2017).

Gıda biyoteknolojisi alanında nanopartiküllerin kullanımı genetik modifikasyon, besin takviyeleri, ambalaj ve etiketleme gibi birçok uygulamayı kapsar. Örneğin, nanopartiküller besin takviyelerinin daha iyi emilimini sağlayabilir veya gıdaların raf ömrünü uzatabilir (Singh ve ark., 2018). Tarım alanında nanopartiküllerin biyosensörlerde kullanımı ise bitki hastalıklarının erken tespiti, bitki beslenme durumunun izlenmesi, tarım ilaçlarının kullanımının optimize edilmesi gibi konularda büyük potansiyel taşır (Singh & Kumar, 2020; Rai & Ingle, 2020; Prasad ve ark., 2017).

Biyosensör teknolojilerinde kullanılan nanosensör türleri arasında plazmonik nanosensörler, floresan rezonans enerji transferi (FRET) tabanlı nanosensörler, karbon bazlı elektrokimyasal nanosensörler, nanotel nanosensörleri ve antikör nanosensörleri bulunmaktadır. Bu

sensörler, bitkilerin çeşitli çevresel ve biyolojik stres faktörlerine verdiği tepkileri izlemek ve anlamak için kullanılabilir (Prasad ve ark., 2017).

GPS teknolojileri ile entegre edilen nanosensörler, bitkilerin coğrafi konumlarını takip edebilir, iklimsel değişikliklere maruz kalma derecesini belirleyebilir ve sulama sistemlerinin kontrolünü sağlayabilir. Örneğin, toprak nemini izleyen nanosensörler, sulama ihtiyaçlarını belirlemek ve su kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamak için veri sağlayabilir (Sekhon, 2014).

SONUÇ

Nanoteknoloji ve nanopartiküllerin tarımsal üretimdeki kullanımı, gelecekte tarımsal uygulamaların daha verimli, sürdürülebilir ve çevre dostu hale gelmesini sağlayacak büyük bir potansiyel taşımaktadır. Nanopartiküller, tarımda besin maddelerinin daha verimli kullanımı, toprak ve su kaynaklarının korunması, bitki hastalıklarının önlenmesi, pestisitlerin etkinliğinin artırılması ve çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılığın artırılması gibi birçok avantaj sunmaktadır (Rai & Ingle, 2020; Singh & Kumar, 2020).

Nanopartiküllerin kontrollü gübre salınımı, hedefe yönelik pestisit uygulamaları ve hassas tarım teknolojilerindeki rolü, tarımsal verimliliği artırırken aynı zamanda çevresel etkilerin azaltılmasına olanak tanımaktadır (Kahraman & Çelik, 2021). Bu teknolojiler, su ve toprak kaynaklarını daha verimli kullanmayı sağlayarak çevresel sürdürülebilirliği destekler. Ayrıca, nanoteknolojinin tarımda hastalıkların erken teşhisi, bitki büyümesinin izlenmesi ve bitki

metabolizmasının modülasyonu gibi alanlardaki uygulamaları, tarımsal üretimde önemli iyileşmelerin yolunu açmaktadır (Sekhon, 2014; Prasad, Bhattacharyya, & Nguyen, 2017).

Sonuç olarak, nanopartiküllerin tarımsal üretimdeki kullanımı, sadece verimliliği artırmakla kalmayıp aynı zamanda tarımın çevreye olan etkilerini minimize ederek sürdürülebilir tarımsal sistemlerin kurulmasına katkı sağlamaktadır (Bennett & Albrecht, 2021). Nanoteknolojinin gelecekte tarımda daha yaygın olarak kullanılması, küresel ölçekte gıda güvenliğini sağlamak için kritik bir rol oynamaktadır.

KAYNAKLAR

- Adams, J., & Gallo, D. (2018). Aromatic Compounds in Vanilla: Extraction and Profiling. *Flavour and Fragrance Journal*, 33(2), 153–164.
- Adams, J., & Müller, R. (2021). Vanilla: Origins, Cultivation, and Uses in the Food Industry. *Journal of Agricultural Sciences*, 45(3), 212–219.
- Afsharinejad, A., Davy, A., Jennings, B., & Brennan, C. (2015). Performance analysis of plant monitoring nanosensor networks at THz frequencies. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(1), 59-69.
- Bennett, D. J., & Albrecht, J. (2021). Nanofertilizers: A Review on the Latest Research and Future Perspectives. *Agronomy Journal*, 113(4), 2042-2050.
- Bhat, S. A., ve ark. (2020). Agronanotechnology: A New Era in Agriculture. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 20(6), 3001-3012.
- Buzea, C., Pacheco, I. I., & Robbie, K. (2007). Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. *Biointerphases*, 2(4), MR17-MR71.
- Chen, Y., & Zhang, L. (2019). Role of TiO₂ nanoparticles in mitigating oxidative stress in plants under UV radiation. *Plant Physiology Research*, 25(4), 378-387.

- Chen, Y., & Zhang, L. (2020). Mesoporous silica nanoparticles for controlled pesticide release in agricultural applications. *Journal of Agricultural Nanotechnology*, 15(3), 78-92.
- Chen, Y., & Zhang, L. (2019). Advances in mesoporous silica nanoparticle applications for sustainable agriculture. *Sustainable Agriculture Reviews*, 45(2), 145-160.
- Chauhan, R. P., Gupta, C., & Prakash, D. (2012). Methodological advancements in green nanotechnology and their applications in biological synthesis of herbal nanoparticles. *International Journal of Bioassays (IJB)*.
- Faraday, M. (1857). X. The Bakerian Lecture.—Experimental relations of gold (and other metals) to light. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (147)*, 145-181.
- Gençer, Ö. (2009). Bakır ve Bakır Oksit Nano Parçacıklarının Ultrasonik Sprey Piroliz (USP) Yöntemi ile Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gül, V., Dinler, B. S., Sefaoğlu, F., Çetinkaya, H., & Koç, F. N. (2024). The Effect of Pre-Applied Titanium Dioxide Nanoparticles on Germination in *Carthamus tinctorius* L. Varieties. *Journal of Agricultural Production*, 5(1), 41-49.
- Dinler, B. S., Cetinkaya, H., Koc, F. N., Gül, V., & Sefaoğlu, F. (2024). Effects of titanium dioxide nanoparticles against salt and heat

- stress in safflower cultivars. *Acta Botanica Brasilica*, 38, e20230136.
- Gonzalez, R., Hernandez, P., & Lopez, J. (2021). Nanoparticles as carriers for targeted delivery in plants: A review. *Journal of Plant Nanotechnology*, 8(2), 112-130.
- Gonzalez, R., Hernandez, P., & Lopez, J. (2021). Advances in mesoporous silica nanoparticle applications for sustainable agriculture. *Sustainable Agriculture Reviews*, 45(2), 145-160.
- Ghormade, V., & Deshpande, M. V. (2011). Perspectives for nano-biotechnology enabled protection and nutrition of plants. *Biotechnology Advances*, 29(6), 792-803.
- Huang, Q., & Zang, L. (2019). Bourbon Vanilla: Origins and Development in Madagascar. *Flavour and Fragrance Journal*, 34(1), 92–99.
- Jian, J., Wang, Y., Luo, X., & Zhang, X. (2020). Application of nanotechnology in biosensors for food safety detection. *Food Chemistry*, 309, 125688.
- Kah, M., Kookana, R. S., Gogos, A., & Bucheli, T. D. (2018). A critical evaluation of nanopesticides and nanofertilizers against their conventional analogues. *Nature Nanotechnology*, 13(8), 677-684.
- Kahraman, S., & Çelik, Y. (2021). Effects of titanium dioxide nanoparticles on plant photosynthesis and growth performance.

- Journal of Nanotechnology and Agriculture Research*, 15(3), 45-56.
- Khan, I., Saeed, K., & Khan, I. (2019). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(7), 908-931.
- Khan, R., & Ali, S. (2023). Future Production Models in the Vanilla Industry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(5), 768-775.
- Kumar, A., & Rao, R. (2020). The Role of Vanilla in Food and Beverage Industry. *Journal of Culinary Science*, 12(2), 150-160.
- Kumar, P., Chauhan, N., & Pundir, C. S. (2017). Biosensors for food safety: Recent advances and future perspectives. *Biosensors & Bioelectronics*, 90, 19–32.
- Kumar, R., & Singh, M. (2020). Impact of nanoparticles on plant metabolic pathways and their potential applications. *Journal of Nanobiotechnology*, 12(3), 89-102.
- Luechinger, N. A., Grass, R. N., Athanassiou, E. K., & Stark, W. J. (2010). Bottom-up fabrication of metal/metal nanocomposites from nanoparticles of immiscible metals. *Chemistry of Materials*, 22(1), 155-160.
- Li, X., et al. (2022). Smart Sensors for Plant Health Monitoring: A Review. *Sensors*, 22(1), 120.

- Li, Z., & Shen, J. (2014). Nanomaterials in food safety: A review of recent advances. *Trends in Food Science & Technology*, 38(1), 57-68.
- Mishra, S., et al. (2021). Environmental Impacts of Silver Nanoparticles in Agriculture: A Review. *Science of the Total Environment*, 760, 143275.
- Mohanpuria, P., Rana, N. K., & Yadav, S. K. (2008). Biosynthesis of nanoparticles: technological concepts and future applications. *Journal of Nanoparticle Research*, 10, 507-517.
- Nguyen, T., & Kim, J. (2022). The Mutagenic Effects of Vanillin and o-Vanillin in Model Organisms. *Mutation Research*, 829(1), 145-152.
- Nguyen, T., & Tran, L. T. (2022). Advances in nanoparticle-based modulation of plant metabolic pathways. *Plant Science Today*, 9(2), 123-131.
- Patel, M., & Desai, R. (2023). Nanotechnology applications in agriculture: Focusing on TiO₂ nanoparticles. *Agricultural Science Innovations*, 12(1), 67-80.
- Patel, P., & Verma, R. (2023). Pharmaceutical Potential of Vanilla Compounds. *Journal of Medicinal Chemistry*, 66(8), 2100-2110.
- Patel, S., & Verma, P. (2023). Nanotechnology in agriculture Opportunities and challenges. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 25(3), 321-335.

- Patra, R., & Bhattacharya, A. (2022). Nanoparticles for pest management in agriculture: Mechanisms and applications. *Journal of Advanced Agricultural Research*, 18(1), 30-48.
- Patra, R., & Bhattacharya, A. (2022). Genetic modulation in plants using nanoparticle-based delivery systems. *Advanced Agricultural Research*, 17(1), 45-60.
- Pérez-de-Luque, A. (2017). Interaction of nanomaterials with plants: What do we need for real applications in agriculture? *Frontiers in Environmental Science*, 5, 12.
- Prasad, R., Bhattacharyya, A., & Nguyen, Q. D. (2017). Nanotechnology in sustainable agriculture: Recent developments, challenges, and perspectives. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1014.
- Rai, M., & Ingle, A. P. (2020). Role of nanotechnology in agriculture with special reference to management of insect pests. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(12), 4673-4688.
- Rai, M., & Ingle, A. P. (2021). Application of nanotechnology in sustainable agriculture: Benefits and challenges. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 15, 100407.
- Raza, S., & Mahmood, T. (2022). Application of nanoparticles for disease resistance in plants. *Nanomaterials in Agriculture*, 7(1), 45-60.

- Rios, A., & Soto, J. (2021). Nanoparticles in sustainable agriculture: Recent advances and future perspectives. *Trends in Nanotechnology*, 10(5), 112-130.
- Sekhon, B. S. (2014). Nanotechnology in agri-food production: An overview. *Nanotechnology, Science and Applications*, 7, 31-53.
- Sen, P., & Kumar, S. (2023). TiO₂ nanoparticles and their potential applications in agriculture. *Journal of Agricultural Nanoscience*, 14(3), 202-210.
- Singh, M., & Kumar, R. (2020). Impact of nanoparticles on plant metabolic pathways and their potential applications. *Journal of Nanobiotechnology*, 12(3), 89-102.
- Tang, Y., et al. (2021). Effect of nanoparticles on soil health and plant growth: Implications for agriculture. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(17), 22450-22461.
- Tolu, S., & Wang, J. (2019). Modulating plant growth and metabolism using nanoparticles. *Environmental Science and Technology*, 53(6), 3232–3240.
- Wang, Z., et al. (2018). Effects of nanoparticles on soil microorganisms and plant growth: A review. *Science of the Total Environment*, 642, 1336-1347.
- Zhang, Z., & Yang, Z. (2020). Synthesis and application of TiO₂ nanoparticles in plant defense mechanisms. *Plant Physiology Journal*, 42(5), 409-417. and *Applications*, 7, 31-53.

BÖLÜM 2
ÇALI YAPRAKLARININ POTANSİYEL YEM
DEĞERİ

Hacer KAYA¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14576687>

¹Gümüşhane Üniversitesi, Kelkit Aydın Doğan Meslek Yüksekokulu, Kelkit / Gümüşhane
Türkiye. ORCID: 0000-0001-9024-8525, E-mail: hacerkaya@gumushane.edu.tr

GİRİŞ

Hayvansal ürünler, esansiyel besin maddelerini dengeli bir şekilde içeren ve biyolojik değerliliği yüksek gıda maddeleridir. Sağlıklı bir yaşam için, her gün belli miktarlarda hayvansal orjinli gıda tüketimi gerekmektedir (Tekce ve ark., 2021). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), sağlıklı bir insanın her gün tüketmesini önerdiği proteinin (1 g protein/kg vücut ağırlığı) en az %42'sinin hayvansal orjinli olması gerektiğine vurgu yapmaktadır (TİGEM, 2020). Birleşmiş Milletler raporuna göre, dünya nüfusunun 2050 yılında 9.8 milyara ve 2100 yılında ise 11.2 milyara ulaşması beklenmektedir (UN, 2017). Artan dünya nüfusunun hayvansal kökenli protein ihtiyacının karşılanabilmesi için kırmızı et ve süt gibi ruminant hayvan ürünlerinin öne çıkması nedeniyle dünya ruminant hayvan sayısında artış olması kaçınılmaz olacaktır (Bature vd., 2024). Hayvansal ürün üretim ve tüketim düzeyleri ülkelerin gelişmişliğine bağlı olduğu kadar hayvan sağlığı ve performansına da bağlı olarak artış göstermektedir. Sağlıklı ve yüksek performanslı bir hayvancılık için hem kaliteli yem temini hem de kaba ve kesif yemle rasyonel bir yemleme programı temel bir zorunluluktur (Özkan, 2020). Yem giderlerinin %78'ini kaba yemler, %22'lik kısmını ise kesif yemler oluşturmaktadır (Harmanşah, 2018).

Ruminant hayvan rasyonlarının temelini oluşturan kaba yemler taze, kurutulmuş ya da silaj olarak hayvan tüketimine sunulabilen, çoğunlukla ham selüloz içeriği yüksek, protein ve enerji içeriği düşük, bitkisel kökenli yemlerdir. Geviş getiren hayvanların rumenlerinde bulunan, hayvanın enerji ihtiyacının yaklaşık %70'inin sağlanmasından sorumlu olan mikroorganizma popülasyonunun varlığını sürdürebilmesi

ve çoğalabilmesi için rasyonun yüksek düzeyde ham selüloz içermesi gerekmektedir (Anonim, 2022). Yüksek düzeyde selüloz içeren kaba yemler, ekonomik olmaları, rumende uzun süre kalarak hayvanlara tokluk hissi vermeleri, sindirim faaliyetlerini düzenleyip iyileştirmeleri (Aksoy vd., 2000) ve insan gıdası olarak kullanılan yoğun yem hammaddelerine olan talebi azaltmaları gibi başlıca nedenlerle ruminant hayvanların beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir (Gemalmaz ve Bilal, 2016). Yem maliyetinin, toplam üretim maliyetinin %60-70'ini oluşturduğu ruminant hayvan beslemede kaba yemlerin, toplam rasyondaki payının %50'nin altına düşürülmemesi önerilmektedir (Anonim, 2022). Resmi Gazete'de 31/07/1998 tarihli, 23419 numara ile yayınlanan Mera Yönetmeliği'nin 6. madde b) bendinde ruminant hayvanlara günlük, canlı ağırlığının %2.5'i kuru ot ya da %10'u kadar yeşil ot yedirileceği bildirilmektedir (Anonim, 1998). Ruminant hayvanların rumen fizyolojisi gereği günde en az 1,5 kg kaba yem kuru madde (KM)'si tüketmeleri; geviş getirmeyi, rumen mikroorganizmalarının ve pH ortamının dengede tutulmasını, tükürük salgılanmasını, rumene tükürükle bikarbonat akışını ve dolayısıyla ön midelerin düzenini temin edecektir (Türkmen ve ark., 2011). Bu bağlamda, dünya nüfusunun hayvansal protein ihtiyacı göz önüne alındığında, ruminant beslenmesinde kaba yem üretim ve talebinin karşılanmasının önemi daha anlaşılır olmaktadır.

Kaba yemler; yeşil yemler (çayır-meralar, yem bitkileri, kök ve yumru yem yaprakları), kök ve yumru yemler, dolgu maddesince zengin yemler (saman, kavuz ve kabuk, koçan) ve konserve yemler (kuru ot ve silaj) olmak üzere 4 ana gruba ayrılmaktadır (Türkmen ve ark., 2011).

Çayır-meralar ve yem bitkileri üretimi kaba yem ihtiyacının karşılanmasında oldukça büyük önem arz etmektedir (Alçıçek ve ark., 2010). Çayır ve meralar, Türkiye hayvan varlığının kaba yem ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayan önemli yem kaynaklarıdır ve Türkiye'deki toplam 14.6 milyon hektar çayır-mera alanının 1.4 milyon hektarını çayır ve 13.2 milyon hektarını da meralar oluşturmaktadır (TÜİK, 2024a). İklim, topoğrafya ve toprak özellikleri gibi değişkenlere bağlı olarak çayır ve meralardan sağlanan kuru ot verimi bölgeler arasında da önemli oranda farklılık göstermekle birlikte Türkiye'de çayır meralardan yıllık ortalama 13.6 milyon ton kaliteli kaba yem elde edilmektedir (Yavuz ve ark., 2020). Öte yandan kaba yem ihtiyacının karşılanmasında bir diğer önemli kaynak olan yem bitkileri üretiminden 2024 yılında elde edilen kuru ot miktarı hesaplanarak Tablo 1'de verilmiştir (TÜİK; 2024b). Tablodaki verilere göre ülkemizin 2024 yılı için çayır mera ve yem bitkileri özelinde toplam kuru ot üretimi 31.044.259 ton olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Ülkemizde 2023 yılı itibariyle 38.208.635'i yerli koyun, 3.851.835'i merinos koyunu, 10 092 756'sı kıl keçisi ve 210 184'ü tiftik keçisi olmak üzere toplam 52.363.410 küçükbaş (TÜİK, 2024c), 8.070.159'u kültür ırkı sığır, 7.303.667'si kültür melezi ırkı sığır, 1.047.430'u yerli sığır olmak üzere toplam 16.421.256 sığır ve 161.749'u manda olmak üzere (TÜİK, 2024d) toplam 16.583.005 büyükbaş hayvan mevcuttur.

Tablo 1. Yem bitkileri üretim miktarı (TÜİK, 2024b)

Ürünler	Kuru ot (ton) 2019-2023*				
	2019	2020	2021	2022	2023
Yonca	3.589.853	3.858.504	3.862.192	3812.843	3.659.257
Korunga	356.357	386.940	309.328	357.241	315.995
Fiğ	860.774	908.593	797.987	804.086	743.573
Üçgül	14	19	24	24	18
Çayırotu	-	58.770	160.936	706.681	1.069.172
Bezelye	56.786	90.555	97.246	95.000	91.456
Mürdümük	15.783	16.405	12.605	11.042	8.474
Hayvan pancarı	17.689	16.753	13.412	11.272	9.965
Yem şalgamı	59.792	47.498	43.514	53.778	63.552
Mısır (hasıl)	152.417	126.142	128.704	114.672	90.169
Mısır (silaj)**	8.499.957	9.062316	9.103.321	9.519.661	9.551.177
Sorgum	16.188	17.584	22.636	23.415	31.966
Buğday	79.938	69.768	57.254	61.193	67.438
Arpa	93.396	107.413	88.711	96.533	107.589
Çavdar	14.400	19.639	22.833	30.177	36.698
Yulaf	631.160	770.495	750.570	929.810	903.410
Burçak	2.971	2.913	2.680	2.484	3.417
Sudan otu	-	-	2.121	1.834	2.842
Tritikale	54.827	111.729	134.623	214.527	251.312
İtalyan çimi	123.342	194.338	276.039	424.421	430.904
Diğer	-	-	3.918	5.685	5.875
Toplam	14.625.644	15.866.374	15.890.654	17.276.379	17.444.259

* Kuru ot miktarları, TÜİK (2024b) verilerinin %20'si alınarak hesaplanmıştır (Oktay ve ark., 1990).

**Mısır (silaj) kuru ot miktarı TÜİK (2024b) verilerinin %33,3'ü alınarak hesaplanmıştır (Türkmen ve ark., 2011)

Ülkemizin 2024 yılı için genel toplamda 68.946.415 olan büyük ve küçükbaş hayvan varlığı (TÜİK 2024c; 2024d), mera yönetmeliğinin 6. maddesi a) bendinde belirtilen normlar baz alınarak büyükbaş hayvan birimi (BBHB)'ne dönüştürüldüğünde toplam büyük ve küçükbaş hayvan varlığımızın 14.965.582 BBHB olduğu ve yıllık kuru ot ihtiyacımızın 26.302.270,2 ton olduğu görülmektedir (Tablo 2). Ancak toplam büyük ve küçükbaş hayvan varlığı, hayvanların yem ihtiyacının hesaplanmasında canlı ağırlığın yeterli olmayıp bazal metabolizma, fizyolojik dönem ve verim seviyelerinin de göz önünde tutulması gerektiğini ileri süren TAGEM (2022)'nin raporunda belirlenen yeni normlara göre hesaplandığında ülkemiz BBHB'nin 2024 yılı için 18.259.604 olduğu ve yıllık kuru ot ihtiyacımızın da 39.165.158,5 ton olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 2 ve Tablo 3'teki hesaplamalarda 2024 yılı TÜİK verilerine göre hayvan sayıları eski ve revize edilen BBHB normları ile çarpılarak BBHB cinsinden hayvan sayıları elde edilmiştir. Mera yönetmeliğinin 6. maddesi b) bendinde yer alan, hayvanların kuru ot ve yaş ot ihtiyacı terimlerinin hayvan besleme açısından yeterli olmaması gerekçesi ile KM tüketimleri dikkate alınmıştır ve bu bakımdan KM ihtiyacı canlı ağırlığın %2.5'u olarak hesaplanmıştır. Hayvanların kaba yem ihtiyacının belirlenmesinde kaba yem/konsantre yem oranı 60/40 olarak, kuru ot miktarının belirlenmesinde ise kuru otun KM içeriği % 90 kabul edilmiş ve yıllık ot miktarını belirlemek için 365 gün sayısı ile çarpılarak toplam veri elde edilmiştir (TAGEM; 2022). Bu veriler ışığında Tablo 2'ye göre ülkede 14.965.582 BBHB hayvan mevcudu ile 2024 yılı için 26.302.270,2 ton kaliteli kaba yeme, Tablo 3'e göre de 18.259.604

BBHB hayvan mevcudu ile yıl boyunca 39.165.158,5 ton kaliteli kaba yeme ihtiyaç vardır. Ancak yukarıda belirttiğimiz gibi ülkemizin kaliteli kaba yem üretimi 31.044.259 ton civarındadır. Mevcut mera yönetmeliği normları baz alınarak hesaplanan BBHB'nin kaba yem ihtiyacı ucuna karşılabilirken, TAGEM (2022)'de revize edilen BBHB normlarının dikkate alınması durumunda 8.120.899,5 ton (39.165.158,5 – 31.044.259) kuru ot açığı bulunduğu belirlenmiştir.

Kaba yem açığının karşılanması ülke hayvancılığımızın geliştirilebilmesi için çözülmesi gereken öncelikli sorunlarından birisidir ve kaba yemler ruminant beslemenin vazgeçilmezidir (Gemalmaz ve Bilal, 2016). Ancak tüm dünyada artan nüfus, kentleşme ve insan faaliyetleri sonucunda daralan tarım arazileri, azalan bitki örtüsü, çayır ve meraların ağır otlatımı, toprak ve su kirliliği, erozyonlar ve iklim değişikliği gibi çok sayıdaki etken ruminant hayvanların kaba yem materyallerinin kısıtlanmasına yol açarak birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Yılmaz, 2021). Küresel ısınma etkisiyle tüm dünyada yem kaynaklarının azalacağı ve bu nedenle ruminant hayvan beslemede doğal olarak yetişen ağaç, çalı ve savan gibi alternatif yeni yem kaynaklarına olan ihtiyacın artacağı bildirilmektedir (Ataşoğlu vd. 2010).

Son yıllarda, sınırlı kaba yem kaynağına sahip kurak ve yarı kurak iklim kuşağında bulunan ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de kaba yem sorununa çözüm bulmak ve maliyeti düşürmek amacıyla, özel bakıma ihtiyaç duymayan ağaç yapraklarının mevcut kaba yem kaynaklarına alternatif olarak kullanım olanakları üzerinde yoğunlaşıldığı görülmektedir (İpçak ve ark., 2018; Dökülgen ve Temel, 2015; Başer ve

Kamalak, 2020; Karan ve Basbag, 2022; Boğa vd., 2022). Çalı, çalı formunu almış ağaç ve ağaççık yaprakları, hayvan beslemesi için düşük maliyetli ve kolayca erişilebilir alternatif bir yem kaynağı olarak dikkat çekmekte olup yaprakların protein, enerji ve lif bakımından zengin içeriğinin ruminant beslemesine yönelik bir çözüm sunacağı ileri sürülmektedir (Yılmaz, 2021; Acar vd., 2022; Akbağ, 2022; Bıçakçı vd., 2022). TÜİK 2023 yılı verilerine göre Türkiye'nin toplam orman alanı 23 milyon 363 bin hektardır ve bu miktar ülke genel alan toplamının %29,95'i kadardır (TÜİK 2024a). Bu bakımdan, mevcut ağaç varlığımızdan elde edilecek yaprak miktarı ile proteince zengin, orta kaliteli ya da kaliteli kaba yem kaynağı olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Bu derlemenin amacı, ruminant beslenmesinde yem hammaddesi potansiyeli bulunan bazı çalı yapraklarının yem değerleri ile bunlara yönelik çalışmalar hakkında bilgi vermektir.

1.1.Çalı, çalı formunu almış ağaç ve ağaççık türleri

Çalı, çalı formunu almış ağaç ve ağaççık türleri genel olarak erken baharda büyümeye başlar ve yıl boyunca yeşil kısımları büyümeye devam eder (Bıçakçı vd., 2018). Yavaş vejetatif döngüleri ve kök sistemlerinin kuvvetli olması çalı, çalı formunu almış ağaç türlerinin kaba yemin yetersiz olduğu özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde kurak mevsimlerde ruminant hayvanlar için önemli alternatif yem kaynağı olmalarına neden olmaktadır (Dökülgen ve Temel, 2015; Bıçakçı vd., 2018). Ülkemizde bulunan çalılı mera alanları hem kaba yem kaynağı olarak hayvansal üretime katkı sundukları gibi çevrenin sürdürülebilirliği ve verimliliğine de katkı sunmaktadır (Akbağ, 2022).

Yem kaynaklarının sınırlılığı ve kaba yem açığının mevcudiyeti ülkemizde de çok sayıda araştırmacıyı çalı, çalı formunu almış ağaç ve ağaççık türleri gibi alternatif kaba yem kaynakları üzerinde çalışma (Tablo 4) yapmaya yöneltmiştir (Boga, 2014; Oktay ve Temel, 2015; Balyen, 2018; Güney, 2019; Hassan, 2015; Temel ve Kır, 2015; Zebari, 2015; Demir ve Keskin, 2016; Karakuş, 2016; Aygün vd., 2018; Dökülgen ve Temel, 2019; Şimşek ve Kamalak, 2019; Kaya, 2021; Yavuz, 2021; Yılmaz, 2021; Bıçakçı vd., 2022; Acar vd., 2022; Karan ve Basbag, 2022). Aşağıda bu alanda son yıllarda ülkemizde yapılmış olan çalışmaların özeti verilmektedir.

Buğday samanına %1, %2 ve %5 oranlarında yaban mersini yaprağı katılarak yürütülen çalışmada (Kılıç, 2021), kaba yem açığının olduğu dönemlerde yaban mersini yaprağının kaba yem olarak kullanılabilir besin madde düzeyi ve nispi yem değeri (NYD) indeksine sahip olduğu, içerdiği tanen miktarının yem tüketimini olumsuz etkileyecek oranda olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca düşük kalitedeki kaba yem kaynaklarına yaban mersini yaprağı ilavesinin yapılabileceği ancak, daha yüksek dozların denenmesi (%7- 15) tavsiye edilmiştir. Otlanabilen yaygın çalı türlerinin yem değerlerinin belirlenmesi amacıyla Isparta Kovada Gölü çevresinde çalı formunu almış ağaç ve ağaççık türlerinden oluşan 10 tür ile yürütülen iki yıllık çalışmada, ham protein (HP), toplam sindirilebilir besin maddeleri (TSBM) ve NYD'nin en yüksek, KM, asit deterjan lif (ADF), nötral deterjan lif (NDF) ve kondanse tanen (KT) oranının en düşük seviyeleri ilkbaharda elde edilmiş ve maki içerisinde yer alan çalı, çalı formunu almış ağaç ve ağaççık türlerinin yarı kurak ve kurak bölgelerde kritik

dönemde geviş getiren hayvanlar için yüksek kaliteli yem olarak önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür (Bıçakçı vd., 2022).

Dört farklı ağaç yaprağı (orkide - *Bauhinia purpurea* L. (*Fabaceae*), okaliptus -*Eucalyptus camaldulensis*, sarı zakkum -*Thevetia peruviana* ve karabiber -*Schinus molle*) arasında en düşük KT, NDF ve ADF içeriklerinin sarı zakkum ağacı yaprağında bulunduğu ve düşük KT ve lif içeriği nedeniyle küçükbaş hayvanların sarı zakkum ağacı yapraklarını severek tüketmeleri ve sindirimin kolaylaşmasını sağlayacağı bildirilmiştir (Boga, 2014).

Tablo 2. Mera yönetmelik normalarına göre 2024 yılı Türkiye hayvan varlığı ve kuru ot ihtiyacı

Hayvan cinsi		Canlı ağırlık	BBHS katsayısı	Hayvan sayısı	BBHB cinsinden hayvan sayısı	Toplam KM ihtiyacı (ton) ^a	Kaba yem KM ihtiyacı (ton) ^b	Kuru ot ihtiyacı (% 90 KM Esası üzerinden, ton) ^c	Yıllık kuru ot ihtiyacı (ton) ^d
İnek	Kültür	500	1	3.631.572	3.631.572	45.394,65	27.236,79	26.929,77	9.829.364,9
	Melez	375	0,75	3.286.650	2.464.988	23.109,26	13.865,56	15.456,18	5.623.254,9
	Yerli	250	0,50	471.344	235.672	1.472,95	883,77	981,97	358.417,8
Düve	Kültür	300	0,60	1.614.032	968.419	7.263,14	4.357,89	4842,10	1.767.366,5
	Melez	225	0,45	1.460.734	657.330	3.697,48	2.218,49	2.464,99	899.721,0
	Yerli	150	0,30	209.486	62.846	235,67	141,40	157,11	57.345,6
	Buzağı+Dana	100	0,16	4.910.527	785.684	1.964,21	1.178,53	1309,48	477.959,4
Öküz	300	0,60	19.473	11.684	87,63	52,58	58,42	21.324,1	
Boğa	750	1,50	817.438	1.226.157	22.990,44	13.794,27	15.326,97	5.594.342,9	
Toplam sığır				16.421.256					
Manda	Erkek	450	0,90	10.399	9.359	105,29	63,17	70,19	25.618,9
	Dişi+Düve	375	0,75	113.864	85.398	800,61	480,36	533,73	194.812,7
	Buzağı+Dana	100	0,16	37.486	5.998	15,00	9,00	10,00	3.650,0
Toplam manda				161.749					
	Koyun	50	0,10	37.854.423	3.785.442	4.731.80	2.839,08	3154,33	1.151.330,5
	Keçi	40	0,08	9.684.764	774.781	774,78	464,87	516,52	188.530,6
	Kuzu+Oğlak	20	0,04	4.824.223	192.969	96,49	57,89	64,32	23.477,6
Toplam küçükbaş				52.363.410					
	At	250	0,50	66.431	33.216	207,60	124,56	134,8	50.516,0
	Tay	175	0,27	15.943	4.305	18,83	11,30	12,55	4.580,8
	Katır	200	0,40	16.313	6.525	32,63	19,58	21,76	7.940,8
	Eşek	150	0,30	74.704	22.411	84,04	50,43	56,03	20.452,2
	Deve	450	0,69	1.197	826	9,29	5,58	6,20	2.263,0
Toplam					14.965.582				26.302.270,2

^aKM ihtiyacı (ton) = Canlı ağırlık x %2.5 x BBHB cinsinden hayvan sayısı

^bKaba yemden gelmesi gereken KM ihtiyacı (ton) = Canlı ağırlık x %1.5 (Kaba: Kesif 60: 40) x BBHB cinsinden hayvan sayısı

^cKuru ot ihtiyacı (ton) = %100 x Kaba yem KM ihtiyacı / %90

^dYıllık kuru ot ihtiyacı (ton)= Kuru ot ihtiyacı x 365 gün

Tablo 3. TAGEM (2022)'ye göre revize edilmiş 2024 yılı Türkiye hayvan varlığı ve kuru ot ihtiyacı

Hayvan cinsi		Canlı ağırlık	BBHS katsayıları	Hayvan sayısı	BBHB cinsinden hayvan sayısı	Toplam KM ihtiyacı (ton) ^a	Kaba yem KM ihtiyacı (ton) ^b	Kuru ot ihtiyacı (% 90 KM Esası üzerinden, ton) ^c	Yıllık kuru ot ihtiyacı (ton) ^d
İnek	Kültür	650	1,0	3.631.572	3.631.572	59.013,05	35.407,83	39.342,03	14.359.842,2
	Melez	500	0,77	3.286.650	2.530.721	31.604,01	18.980,41	21.089,34	7.697.610,7
	Yerli	400	0,62	471.344	292.233	2.922,33	1.753,40	1.948,22	711.101,1
Düve	Kültür	450	0,69	1.614.032	1.113.682	12.528,92	7.517,35	8.352,61	3.048.703,1
	Melez	400	0,62	1.460.734	905.655	9.056,55	5.433,93	6037,70	2.203.760,5
	Yerli	350	0,54	209.486	113.122	989,82	593,89	659,88	240.855,4
	Buzağı+Dana	100	0,16	4.910.527	785.684	1.964,21	1.178,53	1.309,47	447.959,4
	Öküz	500	0,83	19.473	16.171	202,14	121,28	134,76	49.187,4
	Boğa	1000	1,54	817.438	1.258.855	31.471,36	18.882,82	20.980,91	7.658.032,6
	Toplam sığır			16.421.256					
Manda	Erkek	700	1,08	10.399	11.231	196,54	117,92	131,02	47.823,1
	Dişi+Düve	500	0,77	113.864	87.675	1.095,94	657,56	730,62	266.677,1
	Buzağı+Dana	100	0,16	37.486	5.998	15,00	9,00	10	3.650,0
	Toplam manda			161.749					
	Koyun	50	0,15	37.854.423	5.678.164	7.097,71	4.258,63	4.731,81	1.727.111,1
	Keçi	55	0,15	9.684.764	1.452.715	1.997,48	1.198,49	1.331,66	486.054,3
	Kuzu+oğlak	40	0,06	4.824.223	289.453	289,45	173,67	192,97	70.432,8
	Toplam küçükbaş			52.363.410					
	At	400	0,62	66.431	41.187	411,87	247,12	274,58	100.220,9
	Tay	175	0,27	15.943	4.305	18,83	11,30	12,55	4.582,8
	Katır	300	0,45	16.313	5.991	44,93	26,96	29,96	10.933,8
	Eşek	150	0,46	74.704	34.364	128,86	77,32	85,91	31.357,6
	Deve	450	0,69	1.197	826	9,29	5,58	6,20	2.263,0
	Toplam			18.259.604					39.165.158,5

^aKM ihtiyacı (ton) = Canlı ağırlık x %2.5 x BBHB cinsinden hayvan sayısı

^bKaba yemden gelmesi gereken KM ihtiyacı (ton) = Canlı ağırlık x %1.5 (Kaba: Kesif 60: 40) x BBHB cinsinden hayvan sayısı

^cKuru ot ihtiyacı (ton) = %100 x Kaba yem KM ihtiyacı / %90

^dYıllık kuru ot ihtiyacı (ton) = Kuru ot ihtiyacı x 365 gün

Oktay ve Temel (2015), Türkiye'nin doğusunda (Iğdır ilinde) doğal florada kendiliğinden yetişen Ebu Cehil çalışının yıl içerisindeki Nisan–Ekim ayları arasındaki besin içeriğinin aylara göre önemli farklılık gösterdiğini, olgunlaşmayla birlikte HP, kuru madde sindirilebilirliği (KMS), sindirilebilir enerji (SE) ve metabolik enerji (ME) miktarlarının azaldığını, ADF, NDF ve asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL) oranlarının ise arttığını belirleyerek küçükbaş hayvan beslemede ek yemlemeye gerek kalmadan Ebu Cehil çalışının kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Türkiye'nin birçok bölgesinde bulunan ve ruminantlar için önemli bir yem kaynağı olan tespih çalışının, KM, ham kül (HK), ham yağ (HY), NDF, ADF değerlerinde eylül döneminde, mayıs ve temmuz dönemlerine göre artışlar meydana gelirken, HP oranında ise azalma olduğu belirlenerek, tespih çalışısı bitkisinin Akdeniz iklimi kuşağı meralarının özellikle yazın kuraklık dönemlerinde vazgeçilmez yem kaynaklarından olduğu bildirilmiştir (Balyen, 2018). Tesbih çalışısı, söğüt ve karaağaç yapraklarının kimyasal kompozisyonlarını mukayese eden Şimşek ve Kamalak (2019), yapraklar arasında önemli farklılıklar bulunduğunu ve en yüksek HP'ye karaağaç yaprağının, en yüksek HY, NDF ve ADF'nin söğüt yaprağının, en yüksek HK, HY ve KT içeriğine tesbih çalışısı yaprağının sahip olduğunu bildirmektedirler. Dökülgen ve Temel (2019), Kilis makiliklerinde sıklıkla karşılaşılan menengiç ve tespih çalışının yaprak ve yaprak + sürgünlerin ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerindeki besin içeriğini belirlemek için planladıkları çalışmada tespih çalışının, menengiç bitkisine göre daha yüksek yem kalitesine sahip olduğunu ve en yüksek yem değerinin sırasıyla ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemleri olduğunu belirleyerek yaprakların yaprak + sürgünlerden daha yüksek

HP ve NYD, daha düşük NDF oranına sahip olduğunu bildiren araştırmacılar ilave bir yem takviyesine gerek duyulmadan, her iki türün, ilkbahar ve yaz dönemlerinde otlatılmasının uygun olduğunu ve çalıların sadece yapraklarını otlayan hayvanların daha yüksek bir hayvansal performansa ulaşabileceğini rapor etmektedirler.

Ankara ve Konya’da yetişen, endemik bir çalı türü olan Anadolu teke dikenini (*Lycium anatolicum* A. Baytop & R. Mill) yapraklarında bulunan ortalama HP oranının % 27.52, ADF ve NDF oranlarının sırasıyla %26.05 ve %31.03, TSBM’nin ise %58.10 olduğu, Konya lokasyonu (% 64.70) TSBM oranının Ankara lokasyonundan (% 51.50) daha yüksek değerde bulunduğu ve geniş adaptasyona sahip bu bitkinin mera ıslahında kullanılabileceği rapor edilmektedir (Acar vd., 2022).

Erzurum ilinde doğal halde yetişen kuşburnu, siyah meyveli kuşburnu, dağ muşmulası, yaban elma, yalancı iğde, tüylü kartopu, alıç ve kuş eriği çalı yaprakları ile yapılan çalışmada en yüksek HP değerinin yalancı iğde, en düşük NDF, ADF ve ADL içeriğinin kuşburnu ve siyah meyveli kuşburnu, en yüksek ME ve organik madde sindirimi (OMS) değerlerinin yaban elma, en düşük tanen içeriğinin kuş eriği, en yüksek NYD’nin kuşburnu, yaban elma ve siyah meyveli kuşburnu yapraklarında olduğu tespit edilerek (Yılmaz, 2021), kaba yemin yeterince temin edilemediği, azaldığı veya kısıtlı miktarlarda üretildiği dönemlerde yaban elma, kuşburnu ve siyah meyveli kuşburnu yapraklarının ruminant beslemede kaba yemlere alternatif olarak kullanılabilecekleri bildirilmiştir. Katran ardıcı, çam, kermes meşesi ve tavşanmemesi türlerinin HP içerikleri %5.85-15.66, NDF düzeyleri %31.70-48.93, ADF düzeyleri %13.96-31.33, ADL düzeyleri %6.69-

13.17, SKM değerleri %58.24-78.02 ve ME düzeyleri 2.27-2.96 Mcal/kg arasında değiştiği belirlenen çalışmada (Akbağ, 2022), tavşanmemesi dışında kalan türlerin HP içeriklerinin düşük olması nedeniyle yüksek verim düzeyi için yıl boyu proteince zengin ek yemlemeye ihtiyaç olduğu ve bu çalıların ME düzeyleri açısından ise yeterli olduğu bildirilmiştir.

Kilis ekolojik koşullarında doğal olarak yetişen herdem yeşil; kermes meşesi, akça kesme, delice ve yaprağını döken; karaçalı, menengiç ve tesbih çalısı türlerinin kimyasal kompozisyon içerikleri türler, dönemler ve yem tipleri arasında farklılık göstermiş olup, incelenen tüm karakterler bakımından en yüksek besin bileşenleri karaçalı bitkisinde, en düşük de kermes meşesinde olduğu belirlenmiştir (Dökülgen, 2015). Ayrıca çalışmada türlerin olgunlaşmasıyla (mevsimlere göre) HP, KMS, SE, ME ve NYD oranlarının azaldığı, NDF, ADF ve ADL oranlarının ise arttığı, yaprak örneklerinde arzulanan besin değerlerinin yaprak + sürgün örneklerine göre daha yüksek olduğu bulunmuş ve maki türlerinin sahip oldukları besin içerikleri yönünden hayvan beslemede kullanılabileceği ortaya konulmuştur

Iğdır ekolojik koşullarında yetişen sakız geveni çalısının yıllık besin içeriği değişimini belirlemek için yapılan çalışmada, bitkide gelişme döneminin ilerlemesiyle birlikte HP, KMS, SE, ME, NYD oranları azalmış, NDF, ADF ve ADL miktarları ise artmıştır. HP, KMS, SE, ME, NYD oranları en yüksek gelişme döneminin başlangıcı olan Nisan ayında, en düşük ise Ekim ayında belirlenmiştir. NDF, ADF ve ADL oranları ise en yüksek gelişme döneminin sonu olan Ekim ayında, en düşük Nisan ayında belirlenmiştir (Demir ve Keskin, 2016).

Zebari (2015), türün ağaç yapraklarının kimyasal kompozisyonuna ve potansiyel besleme değerine önemli derecede etkisinin bulunduğunu bildirdikleri çalışmada, en yüksek protein içeriğine *Robinia pseudo acacia*, en düşük protein içeriğine *Pistacia terebinthus*, en yüksek gaz üretimi *Rhus cariaria*, en düşük gaz üretimi *Ceratonia silique*, en yüksek ME değerine *Rhus cariaria*, en düşük ME'ye *Ceratonia silique*, en yüksek OMS derecesi *Rhus cariaria*, en düşük OMS derecesine *Pistacia terebinthus* yapraklarının sahip olduğu bilgisi verilmiştir.

Kahramanmaraş ili sınırları içerisinde toplanan 10 farklı ağaç türü (defne, gülibrişim, meyan, söğüt, akasya, sığla, ardıç, meşe, sedir, sandal) yapraklarının KM içerikleri %24,28 ile %53,67 arasında değişmiş olup, en yüksek değere ardıç yapraklarında, ADF ve NDF içerikleri sırasıyla %16,20 – 32,47 ve %28 – 49,66 arasında değişmiş olup her iki özellik bakımından da en yüksek değere sığla, en düşük değere de söğüt yapraklarında, HP değerleri %7,94 – 25,94 arasında farklılık göstermiş olup en yüksek HP içeriği gülibrişim yapraklarında, bitki ikincil metabolitlerinden KT içerikleri bakımından en yüksek değer %16,19 ile sığla yapraklarında elde edilirken, en düşük değere ise %2,12 ile gülibrişim yapraklarında rastlanıldığı bildirilmiştir. Ağaç yapraklarının ME ve OSD değerleri sırasıyla 6,72 – 10,24 MJ/kg ve %43,68 ile 65,72 arasında değişmiştir (Yavuz, 2021).

Irak'ın Erbil şehrinden toplanan bazı ağaç yapraklarının en yüksek HP içeriği *Robinia pseudoacacia*, en farklı NDF ve ADF içerikleri *Punica granatum*, en düşük KT içeriği *Sambucus nigra*, en yüksek KT içeriği *Juniperus oxycedrus* yapraklarında belirlenmiş olup, ME ve OSD sırasıyla 7.4 ile 10.76 MJ/kg ve %47.12 ile 71.14 arasında değişmiş ve

Prunus armeniaca ağaç yaprakları diğerlerinden farklı bulunmuştur. Bu çalışmaya konu olan ağaç yapraklarının çoğu ruminant hayvanların yaşama ve verim payını karşılayacak düzeyde olup protein içeriği, ME içeriği ve OSD değeri yüksek bulunmuştur. Ancak *Juniperus oxycedrus* yapraklarının kondense tanen içeriğinin yüksek olması nedeniyle ruminant rasyonlarına katılırken kondense tanenin zararlı etkileri göz önüne alınmalıdır (Hassan, 2015).

Mersin ili 0-800 m rakım kotunda yaygın bulunan çalı ve ağaç türlerinin otlanmada tercih durumlarının gözlem yolu ile belirlenmesi için yapılan araştırmada (Temel ve Kır, 2015), gözlemlenen 25 türden 12 tanesinin (akçakesme, alıç, cehri, dağ karaağacı, delice, dişbudak, katırtırnağı, keçiboynuzu, kermes meşesi, patlangaç, yabancı armut, yabancı eriği) aşırı; 6'sının (abdesbozan, kadıntuzluğu, karaçalı, kuşburnu, menengiç ve tesbih ağacı) orta; 1'inin (Defne) az; 4'ünün (katran ardıcı, kekik, mersin, sumak) çok az ve 2 türün de (zakkum, hayıt) hiç tercih edilmediği saptanmıştır. Ayrıca keçilerin çalı ve ağaç türlerini koyunlara göre daha fazla tercih ettikleri ve makiliklerde yoğun olarak yetişen çalı ve ağaç türlerinin küçükbaş hayvanların günlük diyetlerinin büyük bir kısmını oluşturduğu bildirilmiştir. Iğdır ilinde doğal olarak yetişen devekıran çalısının Nisan-Ekim ayları içerisinde aktif olarak geliştiğini vejetasyon süresince bitkinin sürekli yeni sürgün+yaprak, paralelinde çiçeklenme ve meyve (tohum) oluşturduğu ve bitki boyları ortalama 1.25 m, bitki enleri ortalama 3.63 m, bitki genişlikleri ise ortalama 4.25 m olduğu belirlenerek, devekıran çalısının kurak ve yarı kurak iklim ve mevsim şartlarının yaşandığı bölgelerde, yeterince yem kaynağının

olmadığı dönemlerde bilinen kaba yemlerin yerine ikame edilebileceği bidirişleri yapılmıştır(Karakuş, 2016).

Çalımsı bitkilerin kurak sezonda özellikle küçükbaş hayvanların beslenmesine katkılarının izahı için planlanan çalışmada ortalama azot içeriği en yüksek *Elaeagnus angustifolia* L. (%2.70), en düşük *Rosa domestica* L. (% 0,53), fosfor içeriği en yüksek *Vitex agnus-castus* Spach, (%0.41), en düşük ise *Rhus coriaria* L, (%0.11), potasyum içeriği en yüksek *Rosa domestica* L. (%1.66), en düşük *Berberis vulgaris* L. (%0.01), kalsiyum içeriği en yüksek *Gypsophila sphaerocephala* Fenzl Ex Tchihat (%3.71), en düşük *Vitex agnus-castus* L. (%0.17), magnezyum içeriği en yüksek *Clematis viticella* L. (%1.19), en düşük *Globularia trichosantha* Fisch, Mey, (%0.18), olarak belirlenmiştir. Demir en yüksek *Cistus creticus* L. (907.40 ppm), en düşük *Rhus coriaria* L. (158.39 ppm), çinko en yüksek *Mahonia aquifolium* L. (34.98 ppm), en düşük ise *Sorbus domestica* (9.79 ppm)'da, mangan en yüksek *Rosa pulverulenta* (201.50 ppm), en düşük *Rosa canina* (8.53 ppm), bakır en yüksek *Rosa canina* L. (11.38 ppm), en düşük *Globularia trichosantha* L. (1.60 ppm) olarak belirlenmiştir (Aygün vd., 2018).

SONUÇ

Sağlıklı ve dengeli beslenmek için mutlaka sıklıkla tüketilmesi gereken kırmızı et ve süt üretimi ile doğrudan ilintili ruminant hayvanların beslenmesinde temel unsur olan kaba yem kaynakları tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sınırlıdır. Kaba yem açığımızın nüfus artışı, hızlı kentleşme, sanayileşme gibi etkenler nedeniyle daralan tarım arazilerinden ve ağır ve kontrolsüz otlatma nedeniyle tahrip olmuş ve kuru ot verimi düşmüş çayır-meralardan karşılanmasının kısa vadede

mümkün olamayacağı düşünülmektedir. Ruminantlar, bilhassa kurak ve yarı kurak iklim özelliğine sahip bölgelerdeki otsu türlerin dormant olduğu sıcak dönemlerde yetersiz beslenme ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu bağlamda kendiliğinden yetişen çalı, çalı formunda ağaç ve ağaççık yaprakları, ruminant hayvan besleme için düşük maliyetli ve kolayca erişilebilir alternatif bir yem kaynağı olarak dikkat çekmektedir. Konum, coğrafya ve topografik özellikleri ile Türkiye bitki çeşitliliği bakımından dünyanın en zengin ülkelerinden biridir ve bu coğrafyada yetişen pek çok çalı ve ağaç türleri ruminatlar için önemli yem kaynağı durumundadır. Bu ekolojide yaygın olarak yetişen pek çok çalı ve çalı formundaki ağaç türleri ruminant hayvanlara yıl boyu önemli yem kaynağı sağlama potansiyeline sahiptir.

Ülkemizde çalı ve çalı formundaki ağaç yapraklarının besin değerleri üzerine yapılan çalışmalarda incelenen diğer çalı formlarına kıyasla sarı zakkum, Ebu Cehil çalısı, tesbih çalısı, tavşanmemesi, karaçalı, sakız geveni, ardıç, gülibrişim, karaağaç ve devekıran gibi çalı ve formlarının daha iyi kaliteye sahip oldukları tespit edilerek bu çalı türlerinin ekstrem iklim ve toprak şartlarının yaşandığı bölgelerde otsu türlerin sarardığı, yeterli miktar ve kalitede yem materyalinin temin edilemediği, otlanacak yem materyalinin kalmadığı dönemlerde alternatif yem kaynağı olarak kullanılabilmesi rapor edilmiştir. Sonuç olarak, ülkemiz ekolojisinde mevcut çalı türlerinden elde edilecek yaprakların alternatif kaba yem kaynağı olarak ruminant beslemede kullanılabilmesi ve kaba yem sorununa kısmen çözüm olabileceği söylenebilir.

Tablo 4. Çalı, çalı formunu almış ağaç ve ağaçlık türleri

Ağaçlar	KM	HP	ADF	NDF	ADL	TSBM	NYD	KT	SD	ME	Literatür
Ebu Cehil Çalısı (<i>Calligonum Polygonoides</i>)		14,18	31,98	49,60	10,68	63,18*				10,21	Oktay ve Temel, 2015
Akçakesme (<i>Phillyrea latifolia</i>)	59,10	8,21	25,87	35,90		68,0	178,57	0,44			Bıçakçı vd., 2022
Katırtırnağı (<i>Spartium junceum</i>)	51,27	9,90	52,55	62,85		33,5	72,11	0,35			Bıçakçı vd., 2022
Katran ardıcı (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	59,06	5,68	32,24	44,68		59,7	136,15	7,60			Bıçakçı vd., 2022
Kermes meşesi (<i>Quercus coccifera</i>)	62,84	9,25	32,23	46,74		59,8	129,39	3,24			Bıçakçı vd., 2022
Mazı meşesi (<i>Quercus infectoria</i>)	54,33	11,72	26,17	39,24		67,6	166,98	1,57			Bıçakçı vd., 2022
Akrep sinameki (<i>Coronilla emerus</i>)	45,56	26,92	16,42	21,64		80,2	340,06	0,62			Bıçakçı vd., 2022
Karapatlangaç (<i>Colutea melanocalyx</i>)	35,39	25,91	12,38	17,61		85,4	430,42	0,56			Bıçakçı vd., 2022
Adi dişbudak (<i>Fraxinus excelsior</i>)	47,66	14,86	17,23	31,40		78,7	230,54	0,51			Bıçakçı vd., 2022
Karaçalı (<i>Paliurus spina-christi</i>)	50,65	11,71	11,60	22,33		86,4	337,87	2,15			Bıçakçı vd., 2022
Adi alıç (<i>Crataegus monogyna</i>)	55,66	9,33	22,02	35,15		72,9	191,12	7,22			Bıçakçı vd., 2022
Devekiran (<i>Atraphaxis spinosa</i>)		8,52	38,96	57,62	10,84	58,55*	97,35			9,54	Karakuş, 2016
Tespîh Çalısı (<i>Stryax officinalis</i>)	40,00	17,25	28,5	39,3						9,35	Balyen, 2018
Tesbih çalı (<i>Stryax officinalis</i>)	34,26	11,64	22,94	28,95				14,29		9,05	Şimşek ve Kamalak, 2019
Patlangaç çalısı (<i>Colutea cilicica</i>)	61,2	10,23	29,13	39,28						9,3	Güney, 2019
Yaban mersini (<i>Myrtus communis</i>)	89,15	8,29	23,62	40,64	9,21		166,04	4,36			Kılıç, 2021
Kuşburnu (<i>Rosa canina</i>)	93,49	14,18	18,77	41,46	11,83		166,81	2,22	58,47	8,63	Yılmaz, 2021
Siyah kuşburnu (<i>Rosa pimpinellifolia</i>)	93,29	12,63	17,70	43,89	11,85		159,36	1,39	57,88	8,54	Yılmaz, 2021
Dağ muşmulası (<i>Cotoneaster nummularia</i>)	95,36	14,35	31,05	59,90	22,44		100,82	15,85	56,51	8,32	Yılmaz, 2021
Yaban elma (<i>Malus sylvestris</i>)	94,52	16,33	22,71	41,60	19,44		159,56	6,72	61,87	9,11	Yılmaz, 2021
Yalancı iğde (<i>Hippophae rhamnoides</i>)	93,90	20,27	27,83	53,91	20,35		116,00	3,13	51,85	7,57	Yılmaz, 2021
Tüylü kartopu (<i>Viburnum lantana</i>)	94,42	12,15	33,53	47,99	26,61		121,65	15,80	56,09	8,29	Yılmaz, 2021
Alıç (<i>Crataegus orientalis</i>)	93,47	13,12	31,50	66,93	23,92		89,71	13,91	55,38	8,16	Yılmaz, 2021
Kuş eriği (<i>Prunus divaricata</i>)	94,52	2,52	23,10	52,66	19,32		125,26	1,75	58,72	8,78	Yılmaz, 2021
Teke dikenli (<i>Lycium anatolicum</i>)		27,52	26,05	31,03	8,85	58,10					Acar vd., 2022
Katran ardıcı (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	45,64	6,79	28,53	35,13	11,24			1,84		9,56	Akbağ, 2022
Kermes meşesi (<i>Quercus coccifera</i>)	47,07	7,43	27,90	38,93	9,93			1,59		10,18	Akbağ, 2022
Sahil çamı (<i>Pinus pinaster</i>)	43,47	10,34	29,14	42,25	7,79			1,71		10,66	Akbağ, 2022
Tavşan memesi (<i>Ruscus aculeatus</i>)	44,08	15,35	22,62	44,31	11,07			0,42		11,41	Akbağ, 2022

KM; kuru madde (%), HP; ham protein (%), ADF; asit deterjan fiber (%), NDF; nötral deterjan fiber (%), ADL; asit deterjan lignin (%), TSBM; Toplam sindirilebilir besin maddesi, *SD; Sindirim derecesi (%), NYD; nispi yem değeri, KT; kondanse tanen (%), SD; sindirim derecesi (%), ME; metabolik enerji (MJ/kg KM)

Tablo 4'ün Devamı. Çalı, çalı formunu almış ağaç ve ağaççık türleri

Ağaçlar	KM	HP	ADF	NDF	ADL	NYD	KT	KMS	ME	Literatür
Adi aliç (<i>Crataegus monogyna</i>)	71,84	9,49	21,91	24,91		270,50	7,22			Karan ve Başbağ, 2022
Sarı zakkum (<i>Thevetia peruviana</i>)	32,29	8,65	24,30	28,83			1,67	53,4	8,0	Boga, 2014
Karaçalı (<i>Palirus spina-christi</i> Mill.)		14,83	10,53	34,83	2,79	286,95			12,80	Dökülgen ve Temel, 2015
Kermes meşesi (<i>Quercus coccifera</i>)		6,40	33,92	50,20	12,50	152,2		62,49	10,13	Dökülgen, 2015
Akça kesme (<i>Phillyrea latifolia</i>)		6,98	23,92	38,03	11,78	223,7		70,26	11,25	Dökülgen, 2015
Delice (<i>Olea europea</i> var. <i>oleaster</i>)		6,24	26,80	37,76	11,66	217,0		68,02	10,92	Dökülgen, 2015
Karaçalı (<i>Palirus spina-christi</i> Mill.)		12,42	12,18	36,33	3,47	273,1		79,41	12,59	Dökülgen, 2015
Menengiç (<i>Pistacia terebinthus</i>)		8,21	26,86	44,99	10,22	182,1		67,98	10,92	Dökülgen, 2015
Tesbih çalısı (<i>Styrax officinalis</i>)		8,16	21,44	36,04	5,02	242,1		72,2	11,55	Dökülgen, 2015
Sakız Geveni (<i>Astragalus gummifer</i>)		8,23	47,62	63,45	8,93	77,37		51,79	8,53	Demir ve Keskin, 2016
Mazı	45,18	7,77	36,6	42,03					8,23	Kaya, 2021
Meyan (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)	92,44	16,43	32,85	49,23			11,04		8,65	Zebari, 2015
Menengiç (<i>Pistacia terebinthus</i>)	93,35	8,56	32,97	39,44			14,79		5,75	Zebari, 2015
Sumak (<i>Rhus coriaria</i>)	93,76	17,09	13,20	23,18			14,79		10,60	Zebari, 2015
Mazı meşesi (<i>Quercus infectoria</i>)	93,53	10,32	35,02	45,58			2,45		5,78	Zebari, 2015
Defne (<i>Laurus nobilis</i>)	93,56	13,18	49,68	59,62			6,34		6,91	Zebari, 2015
Defne (<i>Laurus nobilis</i>)	40,21	10,94	26,65	42,23			5,77		7,81	Yavuz, 2021
Meyan (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)	33,60	23,75	19,52	29,36			6,83		9,73	Yavuz, 2021
Ardıç (<i>Juniperus communis</i>)	53,67	8,63	25,31	48,55			12,31		8,70	Yavuz, 2021
Kermes meşesi (<i>Quercus coccifera</i>)	36,23	12,25	24,84	44,96			5,04		6,72	Yavuz, 2021
Katran ardıcı (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	96,60	10,90	38,19	59,32			14,45		7,40	Hassan, 2015
Mersin (<i>Mrytus communis</i> L.)	95,72	12,04	16,00	18,82			1,22		10,05	Hassan, 2015
Kara mürver (<i>Sambucus nigra</i>)	96,69	10,54	24,11	31,17			1,04		8,69	Hassan, 2015

KM; kuru madde (%), HP; ham protein (%), ADF; asit deterjan fiber (%), NDF; nötr deterjan fiber (%), ADL; asit deterjan lignin (%), NYD; nispi yem değeri, KT; kondanse tanen (%), KMS; kuru madde sindirilebilirliği (%), ME; metabolik enerji (MJ/kg KM)

KAYNAKÇA

- Acar, R., Uysal, M., Kahraman, O., Ünsal, A., Karakaya, A., & Çağırın, O. (2022). Anadolu Teke Dikeni (*Lycium anatolicum* A. Baytop & R. Mill) Çalışımın Yem Değeri. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1), 11-17.
- Akbağ, H. I. (2022). Silvopastoral Keçi Üretim Sistemleri için Önem Taşıyan Bazı Çalı ve Ağaç Yapraklarının Besin Madde Bileşimleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 943-950. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1136238>
- Aksoy, A., Macit, M., & Karaoğlu, M. (2000). Hayvan besleme. *Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yay*, (220).
- Alçıçek, A., Kılıç, A., Ayhan, V., & Özdoğan, M. (2010). Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları. *Ziraat Mühendisleri Odası Dergisi*.
- Anonim (1998). Mera Yönetmeliği. Erişim tarihi: 10.12.2024 <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5057&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- Anonim, 2022. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde hayvancılık sektörü girdisi olarak kaba yem. Erişim Tarihi:05.12.2024. <https://kudaka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/hayvancilik-sektoru-girdisi-olarak-kaba-yem-raporu.pdf> Erişim Tarihi: 05.11.2024

- Ataşoğlu, C., Canbolat, Ö., Şahin, S., ve Baytekin, H. (2010). Potential Nutritive Value of Browse Foliages from *Pinus pinaster*, *Prunus amygdalus* and *Ulmus glabra*. *Hayvansal Üretim*, 1, 1-7.
- Aygün, C., Kara, İ., Oral, H. H., Erdoğdu, İ., Atalay, A. K., & Sever, A. L. (2018). Bazı çalı bitkilerinin sezonluk (ilkbahar, yaz, sonbahar) yaprak örneklerindeki makro ve mikro besin elementi içerikleri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7(1), 51-65.
- Balyen, İ. (2018). Tesbih çalıısı yaprağının besleme değeri ve metan üretim potansiyelinin belirlenmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye.
- Başer, A., & Kamalak, A. (2020). Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde yetişen bazı baklagil ağaç yapraklarının yem değerleri ve in vitro fermentasyon özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 940-947.
- Bature, I., Xiaohu, W., & Ding, X. (2024). The roles of phytogenic feed additives, trees, shrubs, and forages on mitigating ruminant methane emission. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1475322.
- Bıçakçı, A., Alagöz, Ö., & Mevlüt, D. (2018). Çalıların Besin Değeri Ve Keçi Beslenmesindeki Önemi. *8th International Conference of Strategic Research on Scientific Studies and Education 2018 Full Texts Book 11-13 May, 2018 - Vienna University - Vienna/Austria*

Bıçakçı, E., Türk, M., & Karatepe, Y. (2022). Kovada Gölü çevresindeki yaygın çalı türlerinin yem değerlerindeki mevsimsel değişiminin belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 23(3), 178-186. <https://doi.org/10.18182/tjf.1124147>

Boga, M. (2014). Chemical composition and in vitro gas production kinetics of some tree leaves obtained in the mediterranean region of Turkey. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 143-146.

Boğa, M., Avcı, B. C., Kılıç, H. N., & Civaner, A. G. (2022). Bazı Baklagil Ağaç Yapraklarının Alternatif Yem Kaynağı Olarak Besin Madde İçerikleri ve Sindirilebilirliklerinin Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(5), 1191-1197. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.993655>

Demir, U., & Keskin, B. (2016). Sakız geveni (*Astragalus gummifer* L.)'nin yıllık besin içeriğinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi*, 6, 121-125.

Dökülgen, H. (2015). Kilis ekolojik koşullarında yaygın olarak yetişen bazı çalı ve ağaç türlerinin mevsimsel besin içeriği değişiminin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır, Türkiye.*

Dökülgen, H., & Temel, S. (2015). Yapağını Döken Karaçalı (*Palirus spina-christi* Mill.) Türünde Yaprak ve Yaprak+ Sürgünlerinin

Mevsimsel Besin İçeriği Değişimi. Journal of the Institute of Science & Technology/Fen Bilimleri Estitüsü Dergisi, 5(3).

Dökülgen, H., & Temel, S. (2019). Menengiç ve tespih çalışının mevsimlere ve otlanan bitki kısımlarına göre yem kalitesinin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(2), 178-188. DOI: 10.29050/harranziraat.425602

Gemalmaz, E., & Bilal, T. (2016). Alternatif kaba yem kaynakları. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 56(2), 63-69.

Güney, A.S. (2019). Van yöresi bazı çalı ve ağaç türlerinin yem değerlerinin ve metan üretim potansiyelinin belirlenmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye.

Harmanşah F (2018). Türkiye’de Kaliteli Kaba Yem Üretimi, Sorunlar ve Öneriler, TÜRKTOB Dergisi, 25: 9-13.

Hassan, K.G. (2015). Estimation of nutritive values, methane emission and tannins of some tree leaves around Erbil city in Iraq/Irak Erbil şehrinde elde edilen bazı ağaç yapraklarının besleme değeri, metan emisyonu ve tanin içeriklerinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam University Graduate School Of Natural And Applied Science. Master Thesis, Kahramanmaraş, Turkey.

İpçak, H. H., Özüretmen, S., Alçıçek, A., & Özelçam, H. (2018). Alternatif protein kaynaklarının hayvan beslemede kullanım olanakları. *Hayvansal Üretim*, 59(1), 51-58.

Karakuş, B. (2016). Marjinal alanlarda yetişen dekekıran (*Atraphaxis spinosa* L.) çalısinın yıllık besin içeriği değişimi ve toprak özelliklerine etkisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır, Türkiye

Karan, H., & Basbag, M. (2022). Elazığ İli Hal Köyü'nde Hayvan Yemi Olarak Kullanılan Farklı Tür Ağaç Yapraklarının (Gazellerin) Yem Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(2), 923-931.

Kaya, M. (2021). Diyarbakır yöresinde keçilerin beslenmesinde kullanılan bazı çalı ve ağaç türlerinin yem değerlerinin ve metan üretim potansiyelinin belirlenmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, şanlıurfa, Türkiye.

Kılıç, Ü. (2021). Buğday Samanına Farklı Dozlarda Yaban Mersini (*Myrtus communis*) Yaprakları İlavесinin Metan Üretimi Üzerine Etkisi. *International Multilingual Journal of Science and Technology (IMJST)*, 6(12),4595-4600.

Oktay, E., Olgun, H., & Ünal, S. (1990). Çeşitli koşullarda kurutulmuş yoncanın besin deđerі kaybı üzerine bir araştırma. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(1-4), 3-14.

Oktay, G., & Temel, S. (2015). Ebu Cehil (*Calligonum polygonoides* L. ssp. comosum (L'Her.) çalısının yıllık yem değerinin belirlenmesi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 32(1), 30-36.

Özkan, U. (2020). Türkiye yem bitkileri tarımına karşılaştırmalı genel bakış ve değerlendirme. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research, 1(1), 29-43. Cilt: 1 (2020) Issue/ Sayı:1 (29-43)

Şimşek, N., & Kamalak, A. (2019). Bazı ağaç yapraklarının anti metanojenik özelliklerinin in vitro gaz üretim tekniği ile belirlenmesi. Black Sea Journal of Agriculture, 2(1), 1-5.

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Tarım ve Orman Bakanlığı, (TAGEM) (2022). Erişim tarihi: (01.11.2024) [https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/C%CC%A7M%YB%20C%CC%A7al%C4%B1s%CC%A7tay%20Raporu%20\(1\).pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/C%CC%A7M%YB%20C%CC%A7al%C4%B1s%CC%A7tay%20Raporu%20(1).pdf),

Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM) (2020). Hayvancılık sektör raporu. Ankara. Erişim Adresi (08.08.2023): tigem.gov.tr/DosyaGaleriData/View/a374cc25-acc1-44e8-a546-63b4c8bce146

Tekce, E., Bayraktar, B., Aksakal, V., Dertli, E., Kamiloğlu, A., Karaalp, M., ... & Mehmet, G. Ü. L. (2021). Response of probiotics and yeast added in different doses to rations of Anatolian Merino lambs on fattening performance, meat quality, duodenum and

rumen histology. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 27(1).

Temel, S., & Kır, A. (2015). Bazı çalı ve ağaç türlerinin mevsimsel dönem ve hayvan gruplarına göre otlamada tercih durumlarının belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(1), 31-39.

TÜİK, (2024a). Türkiye Bitkisel Üretim İstatistikleri Tarım ve Orman alanları, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> Erişim tarihi: 15.12.2024

TÜİK, (2024b). Türkiye Bitkisel Üretim İstatistikleri Yem Bitkileri, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> Erişim tarihi: 12.12.2024

TÜİK, (2024c). Türkiye Hayvancılık İstatistikleri Küçükbaş Hayvan Sayıları, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> Erişim tarihi: 12.12.2024

TÜİK, (2024d). Türkiye Hayvancılık İstatistikleri Büyükbaş Hayvan Sayıları, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> Erişim tarihi: 12.12.2024

Türkmen, İ. İ., Biricik, H., Deniz, G., Gezen, Ş., Tuncer, Ş. D., Çolpan, İ., ... & Yıldız, G. (2011). Temel yem bilgisi ve hayvan besleme. Anadolu Üniversitesi Web-ofset Tesisleri, Eskişehir.

- UN, (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision. Key Findings and Advance Tables. United Nations Department of Economic and Social Affairs and Population Division. Working Paper No. ESA/P/WP/248.
- Yavuz, S. (2021). Bazı ağaç yapraklarının ve ekstraktlarının in-vitro gaz üretim yöntemiyle anti-metanojenik etkilerinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Yavuz, T., Kır, H., & Gül, V. (2020). Türkiye’de kaba yem üretim potansiyelinin değerlendirilmesi: Kırşehir ili örneği. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 7(3), 345-352.
- Yılmaz F. (2021). Erzurum ilinde yetişen bazı çalı formlu ağaç yapraklarının in vitro gaz üretim tekniğiyle yem değerlerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, Türkiye.
- Zebari, H. M. Z. (2015). Potential nutritive value, methane production and tannin contents of some tree leaves. Kahramanmaraş Sütçü İmam University Graduate School Of Natural And Applied Science. Master Thesis, Kahramanmaraş, Turkey.

BÖLÜM 3

OVARYUM İSKEMİ-REPERFÜZYON MARKERLARI

Zahid PAKSOY

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14576890>

GİRİŞ

Ovaryum iskemisi, ovaryum ve tuba uterinanın kendi ekseninde etrafında farklı derecelerde dönerek dokunun kan akışının kesilmesi halindedir (Breech ve Hillard, 2005). Adneksiyal torsiyon olarak adlandırılan bu vaka acil jinekolojik bir bozukluktur. Hastalığın görülme oranı %2-15 arasında değişmektedir (Huang, 2017). Kadınlarda görülen bu rahatsızlığın birçok sebebi bulunur. Kesin sebebi bilinmemekle birlikte özellikle ovaryum kistleri, tümörler, over hiper stimülasyon sendromu ve gebelik gibi durumlar hastalığın oluşmasında predispoze edici faktörlerdir (Commerci ve ark., 1994; Peterson ve ark., 1955; Argenta ve ark., 2000; Varras ve ark., 2004). Hastalığın semptomu akut karın ağrısıdır (Ay, 2001). Hasta muayene olmakta geç kalırsa ovaryum dokusundaki hasar her geçen dakika artmaktadır (Taşkın ve ark. 1998).

Ovaryum, hipoksiye karşı dirençli bir dokudur. Beyinde 1.5-2 saatlik iskemi kalıcı hasar oluştururken kalpte bu süre 3-4 saate kadar çıkmaktadır (Buja 2005, Schaller ve Graf 2004). Ovaryum ise bu noktada çok iyi bir yerededir. Yapılan bir araştırmada rat overinin 24 saate kadar iskemiye direnç gösterdiği bildirilmiştir (Taşkın ve ark. 1998). Bununla birlikte deneylerde torsiyon veya iskemi-reperfüzyon (IR) araştırmacı tarafından oluşturulmakta ve süresi yine deneyi yapan kişi tarafından belirlenmektedir. Kadınlarda kendiliğinden oluşan bu bozukluğun ne zaman oluştuğunu bilmek tam olarak mümkün değildir. Üstelik torsiyonun dış görünüşüne bakarak sadece tahmini bir süre belirlenebilir. Yapılan bir deneyde dış görünüşüne bakılarak nekrotik olduğu düşünülen ve cerrahi operasyonla alınan ovaryum dokusunun sadece %16'sının nekrotik, %64,5'inin hemorajik veya konjesyone, geri

kalanların ise normal olduğu bildirilmiştir (Novoa ve ark. 2021). Ovaryum, üreme organı olması sebebiyle tedavi amacıyla alınmadan evvel hastanın gelecekteki fertilitesi sorgulanmalıdır (Calis ve ark. 2015). Bu açıdan bakıldığında, ovaryum IR belirteçleri çok önemlidir.

Over dokusu yaralandığında, hasarın gerçek seviyesinin anlaşılabilmesi için laporoskopik inspeksiyon tam manasıyla yeterli değildir. Kesin bir sonuca varmak için daha geçerli bir metoda ihtiyaç vardır. Bu sebeple ovaryum iskemi reperfüzyon hasarında kullanılacak biyolojik belirteçler ümit vaat etmektedirler (Novoa ve ark. 2021). Biomarkerlar, klimesyene overin alınıp alınmayacağını, hastalığın prognozunu ve hastanın fertilitate durumunu invazif bir işlem yapmadan söyleyebilir. Over hasarının patofizyolojisinin daha iyi anlaşılması, tanısının konulabilmesi ve tedavi metotlarının geliştirilebilmesi için deney hayvanlarında çalışılmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda oldukça farklı moleküler araştırılmaktadır (Parlakgumus ve ark. 2014, Akdemir ve ark. 2014, Karaman ve ark. 2024).

Bu kitap bölümünde, ovarum IR yaranmasında meydana gelen hasarın takip edilmesi için kullanılan biyobelirteçlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda; enzimatik, oksidatif, inflamatuvar, apoptotik ve hormonal markerlar değerlendirmeye alınmıştır. Bu hastalığı daha iyi anlayabilmek için OIR hasarının patofizyolojisini iyi bilmek gerekir. Bu sebeple aşağıda over IR oluşumu sonrası meydana gelen olaylar hakkında detaylı bilgiler verilecektir.

2. OVARYUM İSKEMİ REPERFÜZYON HASARININ PATOFİZYOLOJİSİ

İskemi-reperfüzyon hasarı, doku kan akışı belirgin şekilde azaldığı veya tamamen durduğu zaman meydana gelir. İskemik hücrelerde ATP azalır ve asidoz oluşur. Bu durum, iyon değişim mekanizmasını etkiler ve hücrede ödem meydana gelir. İyon dengesinin bozulmasının diğer bir sonucu, hücre içerisinde Ca^{++} iyonlarının aşırı derecede birikmesidir. Buna bağlı olarak proteazlar aktive olur ve hücre sel yapıları bozar. Bunlara ilaveten, ksantin dehidrogenaz iskemisi sırasında ksantin oksidaza dönüştürülür ve reaktif oksijen türleri üretilir. Kan akışı yeniden sağlanmazsa bu olaylar neticesinde hücre ölür. Kan akışı yeniden sağlandığında, aerobik ATP üretimi için gereken oksijen ve maddeler temin edilmeye başlanır. H^+ iyonlarının temizlenmesi ile hücre dışı pH normale döner (pH paradoksu). Bu olay, hücreye daha fazla Ca^{++} girişini teşvik eder (kalsiyum paradoksu). İskemi esnasında biriken hipoksantin, reperfüzyon sırasında oksijenin yeniden girişiyle ksantin oksidaz tarafından süperoksit ve hidrojen peroksit'e dönüştürülür (oksijen paradoksu). Reaktif oksijen türleri de DNA, lipid ve proteinlere zarar verirler. Ayrıca mitokondriyel permeabilite geçiş porlarının açılmasını uyarır ve inflamatuvar-trombojenik kaskadları aktive edebilir. Bu olaylar, hasarlı hücrelerden proinflamatuvar ve trombojenik medyatörlerin salınmasıyla daha da şiddetlendirilir. İmmün sistem hücreleri, NADPH oksidaz, hidrolitik enzimler ve myeloperoksidazın olaya dahil olmasıyla hücre hasarı gittikçe artar (Kalogeris ve ark. (2016).

3. BİOMARKERLAR

Günümüzde kanser başta olmak üzere birçok hastalığın spesifik markerlar sayesinde erken teşhis ve tanısı konulabilmektedir. Prostat kanseri tanısında Prostat Spesifik Antijen, kolon kanseri tanısında ise Karsinoembriyonik antijen düzeyine bakılır (Şenel ve Tuncel 2017, Üçüncü 2019). Kardiyak hasar durumunda tespit için kreatinin kinaz, kreatinin kinaz MB ve troponinler (kardiyak troponin I (cTnI) belirteç olarak kullanılmaktadır (Bayraktar ve Tekce, 2019).

Nörolojik hasar için en sık kullanılan biyo-belirteçler S100B ve NSE'dir. Böbreklerin fonksiyonel hasarının tespitinde sistatin C ve kreatinin bakılırken yapısal hasarın tespitinde NGAL, IL-18, L-FABP ve KIM-1 düzeyleri araştırılmaktadır (Bozkaya 2015). Farklı organ ve dokularda oluşan IR hasarlarının tespiti için biyobelirteçlerin kullanımı konusunda bilimsel çalışmalar devam etmektedir.

4. İSKEMİ-REPERFÜZYON BİOMARKERLARI

İskemi modifiye albumin (IMA) kardiyak iskeminin tanısında kullanılan bir biyobelirteçtir. Yapılacak yeni çalışmalarla diğer iskemilerin tespiti için de araştırılabilecek bir proteindir (Can ve Yosunkaya 2017). miRNA, hem biyobelirteç hem de tedavide kullanılabilecek bir RNA molekülüdür. Gen ekspresyonunun negatif düzenleyicisi olarak görev alırlar. Myokard infarktüsünde miR-21; serebral IR'da miR-21, miR-29b ve mir-146a; hepatik IR'da miR-370 önemli biyobelirteçlerdir. Böbrek IR hasarı olan ratların plazmasında miR-10a, miR-192 ve miR-194 seviyelerinin belirgin şekilde arttığı tespit edilmiştir. Özellikle miR-10a, reperfüzyondan sonraki 1 saat içinde artmaktadır. İntestinal IR'da mir-146a iyi bir biomarker olabilir

(Cao ve ark. 2021). Araştırmacılar ovaryum dokusundaki hasarı farklı belirteçler kullanarak göstermeye çalışmaktadırlar (Naylor ve ark. 2024).

5. OVARYUM İSKEMİ-REPERFÜZYON HASARININ BİOMARKERLARI

Ovaryum dokusu hasarında genel ve özel belirteçlere bakılabilir. Bu amaçla daha önce yapılan çalışmalarda oksidan, antioksidan, inflamatuvar, apoptotik, hormonal, anjiyojenik ve otofajik biyobelirteçler araştırılmıştır.

Oksidan moleküller arasında en çok araştırılan molekül malondialdehiddir (Osmanağaoğlu ve ark. 2012, Kırmızı ve ark. 2020). Antioksidan olarak Süperoksit Dismutaz, Katalaz, Glutasyon ve Glutasyon peroksidaz gibi enzim ve maddeler çalışılmıştır (Değer ve Çavuş 2020, Karaçor ve ark. 2020). İnflamatuvar markerlardan en çok araştırılanları IL-1, IL-6, TNF alfa'dır. Apoptozla ilişkili olarak kaspaz enzimleri çalışılmaktadır (Dinçer ve ark. 2022). Hormonlar, bir çok süreçte fizyolojik olarak önemli rolü bulunan biyomoleküllerdir (Bayraktar, 2020). Hormonlardan östrojen, FSH ve AMH seviyeleri over IR sonrasında değerlendirilmektedir (Melekoğlu ve ark. 2018). Anjiyojenik faktörlerden vasküler endotelial büyüme faktörü araştırılmaktadır (Canillioğlu ve Senturk 2020). Otofaji hücrenin kendi kendini yemesi anlamına gelir. Hem fizyolojik hem de patolojik olarak görülebilir. Makro, mikro ve şaperon aracılı olmak üzere 3 farklı yolla meydana gelir (Fırat ve Özbilgin 2018). Beclin-1, LC3, and p62 markerları ovaryan IR vakalarında araştırılmaktadır (Karaman ve ark. 2024).

Bir meta-analiz çalışmasında; IMA, serum D-dimer (s-DD), ısı şoku proteini-70 (hsp-70), Pentraxin-3 (PTX3) ve c-reaktif proteinin (CRP) kontrol grubuna kıyasla çok umut verici sonuçlar gösterdiği bildirildi. Yine aynı çalışmada, hastalarda ovaryum torsiyonunda en erken tahmin imkanı veren biyobelirteçlerin s-DD, interlökin-6 (IL-6), IMA ve tümör nekroz faktörü-alfa (TNF- α) olduğu rapor edilmiştir (Naylor ve ark. 2024).

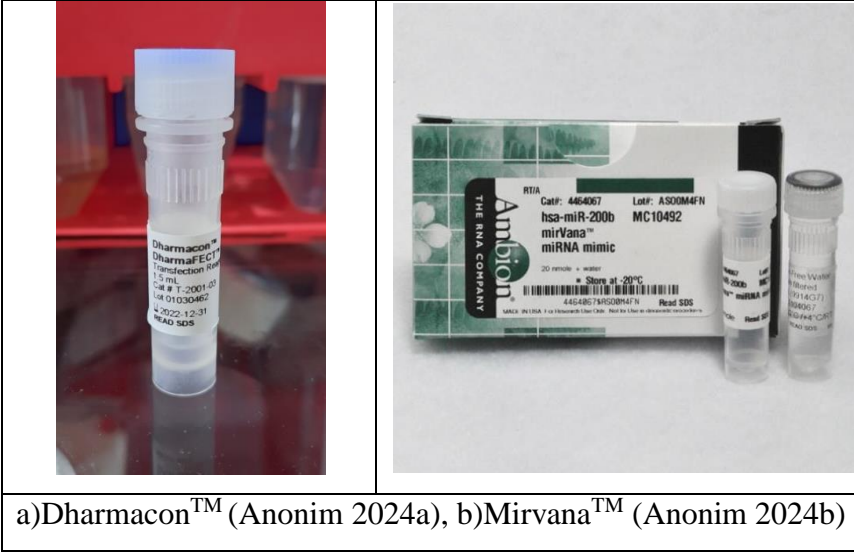
6. OVARYUM PATOLOJİSİNİN VE FERTİLİTENİN TAHMİN EDİLMESİNDE BİYOBELİRTEÇLER

AMH over IR hasarında biyobelirteç olarak kullanılmaktadır (Melekoğlu ve ark. 2018). Bu hormon aynı zamanda over rezervlerini gösterdiği için gelecekteki fertilité hakkında hekime bilgi verir. Kan değerlerinin düşük olması dölverimi yeteneğinin düşük olduğu anlamına gelirken yüksek olması ovaryum rezervinin iyi olduğunu gösterir (Yeniçeri ve ark. 2017).

7. OVARYUM İSKEMİ-REPERFÜZYON HASARINDA BİYOBELİRTEÇLERİN TEDAVİDE KULLANIMI

IR yaralanmasında, bir veya birkaç anahtar gen ekspresyonunun düzeltilmesi ile hasarlı genlerin fizyolojik ekspresyon seviyelerini geri kazanabileceği bilinmektedir. Bu sayede iskemik hastalıkların moleküler hedefli tedavisi mümkün olabilir. Gen ekspresyonunun ana düzenleyicisi olan miRNA'lar iskemik hastalıkların tedavisi için kullanılabilir. Sağaltımda kullanılacak ajanlar arasında miRNA mimetikleri ve inhibitörleri yer almaktadır. Anti-miRNA oligonükleotidler miRNA'nın en etkili inhibitörüdür. siRNA, gen ekspresyonunu inhibe eden kimyasal olarak sentezlenen bir RNA'dır. miRNA sponge, birden fazla miRNA

içeren RNA molekülüdür. miRNA etkisini uzun bir süre boyunca inhibe edebilir. Peptid Nükleik Asit, miRNA overexpression vektörleri ve miRNA mimetikleri gen ekspresyonlarını düzenlemek suretiyle IR hasarını azaltabilirler (Cao ve ark. 2021). Şu anda piyasaya sürülmüş miRNA mimetikleri bulunmaktadır (Resim 1).



8. SONUÇ

Ovaryum IR hasarının tespiti için sürekli olarak yeni moleküller denenmektedir. Bununla birlikte henüz kabul edilmiş bir marker bulunmamaktadır. Ancak miRNA teknolojileri gelecekte bu sorunu ortadan kaldıracaktır. Fakat bu moleküllerin incelenmesi gelişmiş laboratuvarlarda mümkün olmaktadır. Bu araştırmaların maliyetlerinin yüksek olması bilim insanlarını daha farklı markerları araştırmaya yöneltmiştir. Bunun neticesinde umut vadeden biyobelirteçler tespit edilmektedir. Bu belirteçlerin pratik test kitleri yapılabilirse ovaryum torsiyonu daha hızlı, daha kolay ve daha ekonomik bir şekilde teşhis

edilebilecektir. Ayrıca hastanın fertilitesi hakkında da bilgi sahibi olunacaktır. Sonuç olarak; yeni biyomarkerlar ve yeni terapotik ajanların geliştirilmesi ile hem daha hızlı tanı konacak hem de ovaryum dokusunda daha az hasar oluşacaktır.

KAYNAKLAR

- Breech, L. L., Hillard, P. J. A. 2005. Adnexal torsion in pediatric and adolescent girls. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology*, 17(5), 483-489.
- Huang, C., Hong, M. K., & Ding, D. C. (2017). A review of ovary torsion. *Tzu-chi medical journal*, 29(3), 143.
- Comerci Jr, J. T., Licciardi, F., Bergh, P. A., Gregori, C., Breen, J. L. (1994). Mature cystic teratoma: a clinicopathologic evaluation of 517 cases and review of the literature. *Obstetrics and gynecology*, 84 (1), 22-28.
- Peterson WF, Prevost EC, Edmunds FT, et al. (1955). Benign cystic teratomas of the ovary; a clinico-statistical study of 1,007 cases with a review of the literature. *Am J Obstet Gynecol* 70:368-382.
- Argenta PA, Yeagley TJ, Ott G, Sondheimer SJ. (2000). Torsion of the uterine adnexia. Pathologic correlations and current management trends. *J Reprod Med* 45:831-836.
- Varras M, Tsikini A, Polyzos D, et al. (2004). Uterine adnexial torsion: Pathologic and gray scale ultrasonographic findings. *Clin Exp Obstet Gynecol* 2004;31:34-38.
- Ay, G. (2001). Over iskemi-reperfüzyon hasarı üzerine antioksidanların etkisi/The effect of antioxidants on the damage of ovary ischemia-reperfusion. Uzmanlık Tezi, Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Anabilim Dalı, Elazığ.

- Taskin, O., Birincioglu, M., Aydin, A., Buhur, A., Burak, F., Yilmaz, I., & Wheeler, J. M. (1998). The effects of twisted ischaemic adnexa managed by detorsion on ovarian viability and histology: an ischaemia-reperfusion rodent model. *Human reproduction* (Oxford, England), 13(10), 2823-2827.
- Buja, L. M. (2005). Myocardial ischemia and reperfusion injury. *Cardiovascular pathology*, 14(4), 170-175.
- Schaller, B., & Graf, R. (2004). Cerebral ischemia and reperfusion: the pathophysiologic concept as a basis for clinical therapy. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 24(4), 351-371.
- Novoa, M., Friedman, J., & Mayrink, M. (2021). Ovarian torsion: can we save the ovary?. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 304, 191-195.
- Calis, P., Bozdog, G., Karakoc Sokmensuer, L., & Kender, N. (2015). Does ischemia-reperfusion injury affect ovarian reserve and follicle viability in a rat model with adnexal torsion?. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 185, 126-130.
- Naylor, M., Doherty, G., Draper, H., Fletcher, D. M., Rigby, A., Adedipe, T., & Guinn, B. A. (2024). Are There Non-Invasive Biomarker (s) That Would Facilitate the Detection of Ovarian Torsion? A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(21), 11664.

- Karaman, E., Onder, G. O., Goktepe, O., Karakas, E., Mat, O. C., Bolat, D., ... & Yay, A. (2024). Protective Effects of Boric Acid Taken in Different Ways on Experimental Ovarian İschemia and Reperfusion. *Biological Trace Element Research*, 202(6), 2730-2743.
- Bayraktar, B. (2020). Endocrine system. In E. Taşkın, S. Kocahan (Eds.), *Physiology for Health Sciences* (S:239–270). Akademisyen Kitabevi.
- Parlakgumus, H. A., Bolat, F. A., Kilicdag, E. B., Simsek, E., & Parlakgumus, A. (2014). Atorvastatin for ovarian torsion: effects on follicle counts, AMH, and VEGF expression. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 175, 186-190.
- Akdemir, A., Erbaş, O., Ergenoğlu, M., Yenieli, A. Ö., Oltulu, F., Yavaşoğlu, A., & Taskiran, D. (2014). Montelukast prevents ischaemia/reperfusion-induced ovarian damage in rats. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 173, 71-76.
- Kalogeris, T., Baines, C. P., Krenz, M., & Korthuis, R. J. (2016). Ischemia/reperfusion. *Comprehensive physiology*, 7(1), 113-170.
- Şenel, Ç., & Tuncel, A. (2017). Prostat Kanseri Belirteçleri. *Turkiye Klinikleri Urology-Special Topics*, 10(2), 93-101.

- Bayraktar, B., & Tekce, E. (2019). Effects of varying essential oil mixture concentrations applied under conditions of different temperature stress on cardiac markers and other blood parameters. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(04), eRBCA-2019.
- Üçüncü, M. Z. (2019). Kolorektal Kanserlerin Tanı ve Prognostik Takibinde Eski ve Yeni Serum Biyobelirteçleri: Sistemik İnceleme ve Meta-Analiz. *Istanbul Gelisim University Journal of Health Sciences*, (9), 902-919.
- Bozkaya, T. A. (2015). Kalp cerrahisi sonrasında organ hasarının erken belirteçleri olarak biyo-belirteçler. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 5(1), 65-74.
- Can, Ü., & Yosunkaya, Ş. (2017). İskemide Yeni Bir Marker: İskemi Modifiye Albumin. *Koşuyolu Heart Journal*, 20(2), 148-152
- Cao, M., Song, W., Liang, R., Teng, L., Zhang, M., Zhang, J., & Zhu, L. (2021). MicroRNA as a Potential Biomarker and Treatment Strategy for Ischemia-Reperfusion Injury. *International Journal of Genomics*, 2021(1), 9098145.
- Kirmizi, D. A., Baser, E., Okan, A., Kara, M., Yalvac, E. S., & Doganyigit, Z. (2021). The effect of a natural molecule in ovary ischemia reperfusion damage: does lycopene protect ovary?. *Experimental animals*, 70(1), 37-44.
- Osmanağaoğlu, M. A., Kesim, M., Yuluğ, E., Mentşe, A., & Karahan, S. C. (2012). Ovarian-protective effects of clotrimazole on ovarian

- ischemia/reperfusion injury in a rat ovarian-torsion model. *Gynecologic and Obstetric Investigation*, 74(2), 125-130.
- Değer, U., & Çavuş, Y. (2020). Investigation of the role of rosmarinic acid treatment in regulating inflammation, cell damage, and angiogenesis in rat ovarian torsion and detorsion models. *Acta chirurgica brasileira*, 35, e202000304.
- Karaçor, T., Dogan, Z., Elibol, E., Bulbul, M., & Nacar, M. C. (2020). Effects of iloprost on experimental ischemia and reperfusion injury in rat ovary. *Biotechnic & Histochemistry*, 95(5), 373-380.
- Dincer, B., Cinar, I., Yayla, M., & Toktay, E. (2022). Evaluation of the protective effects of gossypin for ischemia/reperfusion injury in ovary tissue. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 48(3), 748-756.
- Melekoglu, R., Ciftci, O., Eraslan, S., Alan, S., & Basak, N. (2018). The protective effects of glycyrrhetic acid and chrysin against ischemia-reperfusion injury in rat ovaries. *BioMed research international*, 2018(1), 5421308.
- Canillioglu, Y. E., & Senturk, G. E. (2020). Alterations of IL-1 and VEGF after ischemia-reperfusion injured uterus and ovary in rats. *Medeniyet medical journal*, 35(2), 106-115.
- Fırat, F., & Özbilgin, M. K. 2018, Selektif otofaji ve alt tipleri selective autophagy and subtypes. *Balıkesir medical journal*, 2, 1, 9-17.

Yeniçeri, H., Ürünsak, İ. F., Sucu, M., Çetin, C., Özsürmeli, M., & Khatib, G. (2017). Anti-müllerian hormonunun in vitro fertilizasyon hastalarında over rezervini belirlemedeki rolü. *Cukurova Medical Journal*, 42(1), 19-26.

Anonim. (2024a). siRNA Transfection for A Lot of Cell Lines. Erişim adresi: <https://www.biocompare.com/Product-Reviews/591363-siRNA-transfection-for-a-lot-of-cell-lines/>. Erişim tarihi: 24.12.2024.

Anonim. (2024b). Ambion™ mirVana™ miRNA Mimic. Erişim adresi: <https://www.fishersci.co.uk/shop/products/i-mir-i-vana-mirna-mimic-13/13436696>. Erişim tarihi: 24.12.2024.

BÖLÜM 4

KANATLILARDA ANTİBİYOTİK DİRENCİ

Ufuk ÜLKER¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14576895>

¹Dr.Öğr.Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Yozgat, Türkiye. ORCID0000-0002-5295-5584, E-mail: ufuk.ulker@bozok.edu.tr

GİRİŞ

Antibiyotikler, antiviraller, antifungal ilaçlar ve antiparaziterler dahil olmak üzere antimikrobiyaller, insanlarda, hayvanlarda ve bitkilerde bulaşıcı hastalıkları önlemek ve tedavi etmek için kullanılan ilaçlardır (Namita ve Mukesh, 2012).

Antimikrobiyal Direnç (AMR), bakteriler, virüsler, mantarlar ve parazitler artık antimikrobiyal ilaçlara yanıt vermediğinde ortaya çıkmaktadır (Tang ve ark., 2023). İlaç direncinin bir sonucu olarak, antibiyotikler ve diğer antimikrobiyal ilaçlar etkisiz hale gelir ve enfeksiyonların tedavisi zor veya imkansız hale gelir, bu da hastalığın yayılma, ciddi hastalık, sakatlık ve ölüm riskini artırmaktadır.

Antibiyotik direnci, patojenlerdeki genetik değişiklikler yoluyla zamanla gerçekleşen doğal bir süreçtir (Larsson ve Flach, 2022).

Ortaya çıkışı ve yayılması, esas olarak insanlarda, hayvanlarda ve bitkilerde enfeksiyonları tedavi etmek, önlemek veya kontrol etmek için antimikrobiyallerin yanlış kullanımı ve aşırı kullanımı olmak üzere insan faaliyetleri tarafından hızlandırmaktadır.

Antimikrobiyal ilaçlar modern tıbbın temel taşıdır. Kanatlı sektörü son otuz yılda hızla büyüme gösteren sektörlerden birisidir. Bu, antibiyotiklerin hem tıbbi hem de büyümeyi teşvik eden ilaçlar olarak kullanımının artmasına yol neden olmuştur. Bu amaçla tıbbi ve aromatik bitkiler bu alanda alternatif uygulamalardan birisidir. Tıbbi ve aromatik bitkiler, içerisinde yer alan fitokimyaal bileşikler sayesinde insan ve hayvan hastalıklarının tedavi edilmesinde kullanılan antioksidan, antimikrobiyal bir çok etkiye sahip özelliği içerisinde barındıran

bitkilerdir (Gül ve Dinler, 2016; Gül ark., 2023; Gül ve ark., 2024; Sefaoğlu, 2023a; Sefaoğlu, 2023b).

Bakteriyel popülasyonlarda antibiyotik direncinin ortaya çıkması, kanatlı ürünlerinde antibiyotik kalıntılarının bulunması ve antibiyotik kalıntıları içermeyen ürünlere yönelik artan tüketici talebiyle ilgili endişeler, üretkenlikte veya ürün kalitesinde bir kayba neden olmadan antibiyotiklerin yerini alabilecek alternatiflerin belirlenmesine yönelik arayışlar giderek önemli hale gelmiştir. Bu anlamda kanatlılarda antibiyotiklere alternatif olan bu seçenekler arasında organik asitler (Kaya, 2023), probiyotik mikroorganizmalar, faydalı bakteri popülasyonlarının kurulmasını teşvik eden prebiyotik substratlar veya üretimi artıran ve kuş sağlığını koruyan simbiyotik (prebiyotik ve probiyotik kombinasyonları) kullanımı yer almaktadır.

Fitobiyotikler, antimikrobiyal peptitler, bitkisel ilaçlar, vitaminler ve mineraller ve bitki özleri kullanımına yönelik araştırmalar giderek önem kazanmıştır (Ivanova ve ark., 2024).

Probiyotik organizmalar, gastrointestinal sistemdeki kolonizasyon alanları için patojenik organizmalarla rekabet eder, daha az besin maddesini zararlı mikroorganizmalara ve ürettikleri toksinlere yönlendirir ve bağışıklık sistemini uyarmaktadır. Prebiyotikler ayrıca patojenlerin bağırsakta kolonileşmesini önlemek ve sağlıklı mikrofloranın büyümesini desteklemek için bağışıklık sistemini ve bağırsak mikroorganizmalarını değiştirdikleri için bir seçenek sunmaktadırlar (Markowiak ve Ślizewska, 2017).

Sinbiyotik kullanımı kümes hayvanı üretimini iyileştirmek için halen tercih edilen önemli yöntemlerden birisidir. Patojenlerde antimikrobiyal direnç, yüksek morbidite ve mortalite ile ilişkili dünya çapında bir sorundur (Rafiq ve ark., 2022). Gram-pozitif ve -negatif bakterilerdeki çoklu ilaca dirençli kalıplar, geleneksel antimikrobiyallerle tedavisi zor veya hatta tedavi edilemeyen enfeksiyonlara neden olmaktadır (Alara ve Alara, 2024).

KANATLILARDA ANTİBİYOTİK DİRENCİ

Kümes hayvanları, 2000 yılında üretilen tüm etin yaklaşık dörtte birini temsil ederek dünyanın en hızlı büyüyen et kaynaklarından biridir. Modern üretim ünitesi, altı haftadan kısa bir sürede pazara hazır piliç üretebilmektedir. Bu gelişme, genetik seçim, iyileştirilmiş beslenme ve yoğun çiftçilik sistemlerinde bakteriyel hastalıkları tedavi etmek için terapötik ajanlar olarak antibiyotik kullanımını içeren kümes yönetimi uygulamalarından kaynaklanmıştır. Ayrıca sağlıklı kümes hayvanların içme sularında profilaktik ajan olarak ve yemde sub-terapötik konsantrasyonlarda büyüme promotörleri olarak kullanılabilir. Bu amaçla kullanılan, basitrasin, klortetrasiklin, tilosin, avoparsin, neomisin, oksitetrasiklin, virjiniamisin gibi etken maddeleri kullanılmaktadır. Yemde sub-terapötik dozlama, kilo alma oranını artırır ve yemin ete dönüştürülme verimliliğini iyileştirebilmektedir (Ahmad ve ark., 2022).

Yemde önerilen antibiyotik seviyeleri 1950'lerde 1 5-10g/kg idi ve o zamandan beri on ila yirmi kat artış göstermiştir. Birçok gelişmekte olan ülkede, kümes hayvanlarında kullanılan antibiyotiklerin çoğu

enfeksiyonların tedavisi için kullanılmıştır. Antibiyotikler ayrıca stres yanıtının olumsuz sonuçlarını dengelemek için de kullanılmaktadır. Antibiyotik kullanımının ekonomik ve sağlık avantajları yoğun kümes hayvancılığı ve hayvancılık üretiminde önemli bir etki oluşturmuştur. Genel olarak, kümes hayvancılığında bir antibiyotik uygulandığında, ilaç hassas bakteri türlerini ortadan kaldırır ve ona direnebilen alışılmadık özelliklere sahip varyantları geride bırakır veya seçmektedir. Bu dirençli bakteriler daha sonra çoğalır, sayılarını günde bir milyon kat artırarak popülasyondaki baskın mikroorganizma haline gelmektedir. Bu tür bakteriler genetik olarak tanımlanmış direnç özelliklerini mutasyon veya plazmit aracılı olarak suşların sonraki yavrularına ve diğer bakteri türlerine aktarmaktadır (Gould, 2008).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'ye göre antibiyotiklere direnç, bakteri popülasyonunun antimikrobiyal ajanların inhibe edici konsantrasyonunun etkisine dayanma yeteneği olarak ifade edilmiştir (Cattray ve ark., 2003).

Kanatlı ürünlerinden insan popülasyonuna dirençli bakterilerin potansiyel transferi, patojenlerle kirlenmiş etin tüketilmesi veya işlenmesi yoluyla meydana gelebilmektedir (Van den Bogaard ve Stobberingh, 2000).

Edinildikten sonra, dirençli bakteriler insan bağırsağını kolonize edebilir ve antibiyotiklere karşı direnci kodlayan genler, insanların endojen florasına ait diğer bakterilere aktarılabilir ve böylece bakteriyel enfeksiyonların etkili tedavisi tehlikeye atılabilir (De Leener, 2005). Örneğin, etlik piliçlerde florokinolon antibiyotik kullanımı, kanatlılarda dirençli *Campylobacter*'in ortaya çıkmasına neden olmuştur

Gastrointestinal sistem, cildin yanında çevresel enfeksiyonlara en sık maruz kalan organdır (Yegani & Korver, 2008). Bu nedenle, uygun sağlık ve verimi sağlamak için kümes hayvanı üretimi için iyi bağırsak sağlığı ve işlevini sürdürmek çok önemlidir. Kuşların genel sağlığı ve performansı, zayıf bağırsak işlevi ve sağlığı nedeniyle engellenecek ve bu da besin sindirimini ve emilimini etkileyerek nihayetinde tavuk üretiminin ekonomisini etkileyecektir. Yaygın olarak bulunabilmeleri ve düşük maliyetleri nedeniyle antibiyotikler, dünya çapında tavuk üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Bağırsak sağlığını iyileştirerek ve subklinik enfeksiyonları azaltarak, yoğun kümes hayvanı endüstrisini büyümeyi, üretkenliği ve yem dönüşüm verimliliğini artıracak şekilde dönüştürmüştür. Düşük konsantrasyonlarda antibiyotiklerin dahil edilmesi, patojen yükünü azaltarak bağırsak sağlığını iyileştirir ve iyi yönetilen kümes hayvanı tesislerinde bile kuşlarda tipik olarak devam eden subklinik hastalıkların önlenmesine yardımcı olur. Bağırsakların kalınlaşması, besin emilimini artırır ve antibiyotik uygulamasının olumlu faydalarından biridir. Bu nedenle, konak ve patojen rekabetini azaltarak ve mikrobiyal yapışmayı ve bağırsak duvarına istila etmeyi en aza indirerek, konağın hayati besinlerini koruyabilir. Ayrıca, kuşlarda stresi önleyen zehirli aminlerin oluşumunu azaltır. Antibiyotiklerin etkisi, temiz olmayan koşullarda tutulan ve vitamin ve/veya amino asit açısından nispeten düşük bir diyetle beslenen kuşlarda daha belirgindir ve bu, antibiyotiklerin besin tasarrufu etkisini açıkça gösterir. Veteriner hekimliğinde kullanılan ilk antibiyotik, ilk olarak 1947'de intramammary infüzyonlar için kullanıma sunulan penisilin G'dir. O zamandan beri, tarımda hayvan sağlığını düzenlemek antibiyotik kullanılmadan

imkansız hale geldi. Gıda hayvanlarına, özellikle tavuklara, enjeksiyonlar, yemde oral olarak ve suda intravenöz olarak dahil olmak üzere çeşitli yollarla antibiyotik verilir. Klortetrasiklin, furazolidonlar, florokinolonlar, oksitetrasiklin, sülfonamidler, gentamisin ve kinolonlar kümes hayvanlarında hem önleyici hem de tedavi edici amaçlarla sıklıkla kullanılan antibiyotiklerdir (Luangtongkum ve ark., 2009). Antibiyotik direncindeki artış nedeniyle son derece olumlu etkilerine rağmen tavuklarda antibiyotik kullanımı sorgulanmaktadır (Tiwari vd., 2014a). Bir antibiyotik, bir gıda hayvanına terapötik olarak kabul edilen dozun altında bir dozda uygulandığında, hassas bakteri popülasyonu ortadan kaldırılır ve yalnızca etkiye dirençli olan tuhaf özelliklere sahip çeşitler bırakılır. Daha sonra, çoğaldıkça ve baskın bakteri haline geldikçe. Mutasyon veya plazmit aracılı transfer yoluyla, oluşturulan dirençli popülasyon genetik olarak belirlenmiş direnci yavrulara ve diğer bakteri türlerine (Catry ve ark., 2003). Bu enfeksiyonlarla kirlenmiş etin tüketilmesi ve işlenmesi yoluyla, insanlar bu tür dirençli bakteri popülasyonu ile temas edebilir (Van den Bogaard ve Stobberingh, 2000). Bu bakteriler bir kez edinildiğinde, bir kişinin sindirim sistemini kolonize edebilir ve bir kişinin endojen mikroflorasındaki diğer bakterilere antibiyotik direncine neden olan genleri yayabilir ve bu da bakteriyel enfeksiyonların etkili bir şekilde tedavi edilmesini zorlaştırır (Ratcliff, 2000; Stanton, 2013). Kümes hayvanı üretiminde antibiyotik kullanımına bağlı ilaç direnci nedeniyle yaygın tavuk hastalıkları için alternatif tedavi seçeneklerinin belirlenmesi yönünde büyük bir çaba olmuştur. Enfeksiyonları baskılayarak ve besinsel sindirimi ve emilimi artırarak, bağırsağın sağlığını ve işlevselliğini korumak için antibiyotik alternatiflerine ihtiyaç vardır. Tam tahıllı tahıllar, canlı mikrobiyal

kültürler, fermente edilebilir şekerler ve yem işleme/sterilizasyonu, tavukta antibiyotik kullanımını azaltmak için birkaç stratejidir. Organik asitler, probiyotikler, prebiyotikler, sinbiyotikler, bitkisel ilaçlar, vitaminler, mineraller ve bitki özleri (esansiyel yağlar) gibi ürünler kümes hayvanı üretiminde dikkate değer ikamelerdir (Dhama ve ark., 2014). Alternatiflerin nitelikleri şunlardır:

1. Performansı önemli ölçüde artırmalıdır.
2. İnsan veya veteriner hekimliğinde tedavi edici bir araç olarak çok fazla kullanılmamalıdır.
3. Sağlıklı bağırsak florasına olumsuz bir şekilde zarar vermemelidir.
4. İlaç direncinin yayılmasına katkıda bulunmamalıdır.
5. Gerçek kullanım seviyelerinde diğer antibiyotiklere karşı çapraz direnç oluşturmamalıdır.
6. Bağırsaklardan yenilebilir dokuya emilmemelidir.
7. Salmonella'nın dökülmesini teşvik etmemelidir.
8. Kanserojen veya mutajenik olmamalıdır.
9. Kolayca biyolojik olarak parçalanabilir olmalıdır.
10. Çevre kirliliğine neden olmamalıdır.

Ancak, gastrointestinal sistemde etkili bir şekilde performans gösterebilen suşların seçilmesiyle sonuçlanabilecek probiyotik, prebiyotik veya sinbiyotikleri tek başlarına veya kombinasyon halinde seçmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Sinbiyotik olarak bilinen prebiyotik ve probiyotiklerin kombine takviyesi bile üretimi artırmak için daha iyi bir stratejidir. Mevcut araştırma, organik asitler,

probiyotikler, prebiyotikler, sinbiyotikler, vitaminler ve mineraller ile bitkisel ilaçlar, bitki özleri, fitobiyotikler ve antimikrobiyal peptitler gibi tavuk üretim sistemleri için faydalı antibiyotik alternatiflerini vurgulamaktadır. Araştırmacılar, hayvanların refahını veya performansını feda etmeden kümes hayvanları için antibiyotik alternatifleri hakkında ek çalışma yapmak için incelemenin bilgilerinden yararlanabilirler.

SONUÇ

Antibiyotik direnci, kanatlıların hastalıklara karşı duyarlılığını artırarak, hayvan sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir. Kanatlılardan insanlara geçebilen antibiyotik dirençli bakteriler, halk sağlığı için ciddi bir risk taşır. Bu bakteriler, tedavi edilemeyen enfeksiyonlara yol açabilir. Antibiyotik dirençli bakterilerin gıda zincirine girmesi, tüketicilerin sağlığını tehdit eder. Bu durum, gıda kaynaklı hastalıkların artmasına neden olabilir. Ürün Kalitesi: Antibiyotik kullanımı ve direnci, et ve yumurta gibi ürünlerin kalitesini etkileyebilmektedir. Antibiyotik kalıntıları, tarımda kullanılan antibiyotiklerin çevreye yayılması, ekosistem dengesini bozabilir ve dirençli bakterilerin yayılmasına yol açabilmektedir. Hastalıkların artması, kanatlı üretiminde verim kaybına yol açabilir. Bu da ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Antibiyotik direnci, tedavi süreçlerini zorlaştırarak sağlık harcamalarını artırabilmesi nedeniyle önem arz etmektedir. Kanatlılarda antibiyotik direnci üzerine yapılan araştırmalar, hem hayvan sağlığı hem de insan sağlığı açısından kritik bir öneme sahip olması nedeniyle bu alanda yapılacak çalışmaların artırılması, daha sağlıklı ve güvenli gıda üretimi için gerekli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, M., Rasheed, M. A., Sattar, A., Abbas, G., & Basharat, A. (2022). Impact Of Antibiotic Growth Promoters (Agps) In Poultry Production And Alternative Strategies. *Proceeding Book*, 296.
- Alara, J. A., & Alara, O. R. (2024). An Overview of the Global Alarming Increase of Multiple Drug Resistant: A Major Challenge in Clinical Diagnosis. *Infectious Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Infectious Disorders)*, 24(3), 26-42.
- Catry, B., H. Laevens, L.A. Devriese, G. Opsomer and A. De Kruif, 2003. Antimicrobial resistance in livestock. *J. Vet. Pharmacol. Therapy.*, 26: 81-93.
- Dhama, K., Tiwari, R., Chakraborty, S., Saminathan, M., Kumar, A., Karthik, K., ... & Rahal, A. (2014). Evidence based antibacterial potentials of medicinal plants and herbs countering bacterial pathogens especially in the era of emerging drug resistance: an integrated update. *International Journal of Pharmacology*, 10(1), 1-43.
- Gould, I.M., 2008. The epidemiology of antibiotic resistance. *Int. J. Antimicrob. Agents*, doi:10.1016/j.ijantimicag. (In press, accessed 15 Sept. 2008).
- Ivanova, S., Sukhikh, S., Popov, A., Shishko, O., Nikonov, I., Kapitonova, E., ... & Babich, O. (2024). Medicinal plants: a source of phytobiotics for the feed additives. *Journal of Agriculture and Food Research*, 101172.

Sefaoğlu, F. (2023a). Kızılcık (Cornus Mas L.)’Dan Gelen Şifa, B. Bayraktar, V.Gül içinde, Disiplinlerarası Bilimsel Çalışmalar (s. 65 -95). Ankara: İksad Yayınevi

Sefaoğlu, F. (2023b). Antikanserojenik Etkiye Sahip Lavanta (Lavandula officinalis) Bitkisinin İncelenmesi , B. Bayraktar, V.Gül içinde, Bilimleri Alanında Bilimsel Araştırmalar (s. 88 - 114). Ankara: İksad Yayınevi

Gul, V., Cetinkaya, H., Dinler, B. S., & Sefaoğlu, F. (2023). Comparative analysis of biochemical content, antimicrobial and antioxidant activities of hypericum perforatum l. Species is grown in Türkiye. Pak. J. Bot, 55(4), 1277-1285.

Kaya, H. (2023). The effect of organic hawthorn (Crataegus tanacetifolia) fruit vinegar supplement on growth performance, carcass characteristics and some serum parameters in broiler chickens subjected to cyclic heat stress. *Indian Journal of Animal Research*, 57(8), 1011-1017.

Larsson, D. G., & Flach, C. F. (2022). Antibiotic resistance in the environment. *Nature Reviews Microbiology*, 20(5), 257-269.

Larsson, D. G., & Flach, C. F. (2022). Antibiotic resistance in the environment. *Nature Reviews Microbiology*, 20(5), 257-269.

Luangtongkum, T., Jeon, B., Han, J., Plummer, P., Logue, C. M., & Zhang, Q. (2009). Antibiotic resistance in Campylobacter: emergence, transmission and persistence. *Future microbiology*, 4(2), 189-200.

- Gul, V., Sefaoglu, F., Cetinkaya, H., & Dinler, B. S. (2024). The Effect of Different Doses of Salt Stress on Germination and Emergence in Cannabis (*Cannabis sativa* L.) Seed Treated with Pre-Salicylic Acid. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 67, e24240047.
- Markowiak, P., & Śliżewska, K. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*, 9(9), 1021.
- Namita, P., & Mukesh, R. (2012). Medicinal plants used as antimicrobial agents: a review. *The International Research Journal of Pharmacy*, 3(1), 35-44.
- Gül, V., & Dinler, B. S. (2016). Kumru (Ordu) yöresinde doğal olarak yetişen bazı tıbbi ve aromatik bitkiler. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 146-156.
- Rafiq, K., Tofazzal Hossain, M., Ahmed, R., Hasan, M. M., Islam, R., Hossen, M. I., ... & Islam, M. R. (2022). Role of different growth enhancers as alternative to in-feed antibiotics in poultry industry. *Frontiers in veterinary science*, 8, 794588.
- Tang, K. W. K., Millar, B. C., & Moore, J. E. (2023). Antimicrobial resistance (AMR). *British Journal of Biomedical Science*, 80, 11387.
- Van der Bogaard, A.E. and E.E. Stobberingh, 1999. Antibiotic usage in animals: impact on bacterial resistance and public health. *Drugs.*, 58: 589-607.

BÖLÜM 5

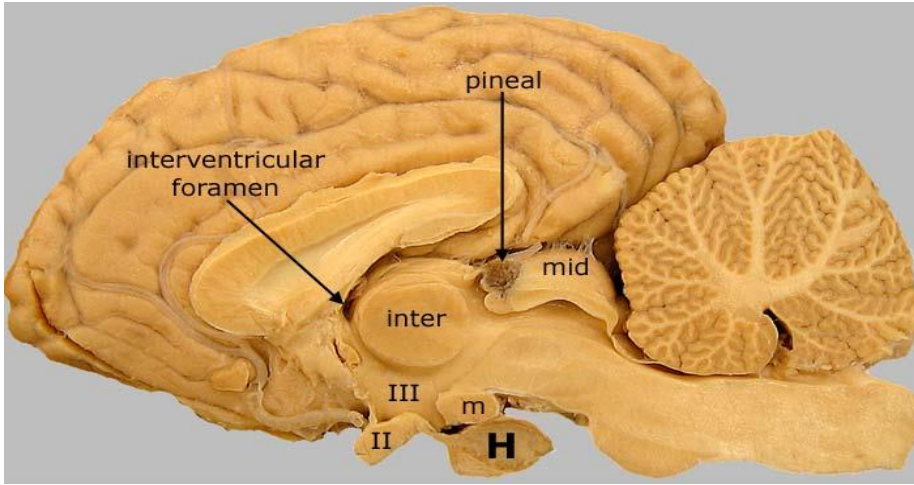
MELATONİNİN DOĞUM VE JİNEKOLOJİDE KULLANIMI

Zahid PAKSOY*

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14576904>

GİRİŞ

Melatonin, pineal (epifiz) bez tarafından üretilen bir hormondur (Şekil 1). Pinealosit adı verilen hücreler tarafından sentezlenir. Hedef doku ve organlardaki reseptörlerine bağlanarak fizyolojik etkilerini gösterir. Doku tiplerine göre farklı reseptörleri mevcuttur ve bu çeşitlilik melatoninin farklı etkiler göstermesine sebep olur. Melatoninin sentezini etkileyen en önemli faktör ışıktır. Bütün memelilerde bu hormonun sentezi gündüz durmakta iken gece artmaktadır. (Pevet 2002, Çam ve Erdoğan 2003, Şener 2010, Salt ve ark. 2017, Yıldız ve Aksakal 2020).



Şekil 1. At beyninde pineal bezin konumu (Anonim 2024a)

Sirkadiyen ritmi düzenleyen bu hormon organizmada doku ve hücreler üzerinde farklı etkiler göstermektedir. Güçlü bir antioksidan olan melatonin organizmada oksidatif stresi azaltır (Bayraktar, 2019).

Bağışıklık sistemi üzerinde düzenleyici etkileri vardır. Salınımının bozulması durumunda immün sistem baskılanır. Bunlara

ilaveten anti-kanserojenik ve ülser karşıtı etkilere sahiptir. İnsanlarda eksojen kullanıldığında uyku kalitesini artırdığı bilinmektedir (Atasoy ve Erbaş 2017). Antihipertansif bir moleküldür ve melatonin uygulaması kan basıncının düşük seviyede kalması sağlar (Ayturan 2013).

Melatonin hormonu, reproduktif sistem üzerinde önemli regülatör etkilere sahiptir. Bu amaçla in vivo ve in vitro birçok çalışmada kullanılmış ve fertilité üzerinde iyileştirici etkileri kanıtlanmıştır. Aşağıda bu hormonun üreme üzerindeki fizyolojik etkisi hakkında bilgi verilecektir.

MELATONİN VE ÖSTRÜS SIKLUSU

Bu hormon, mevsimsel poliöstrik hayvanlarda östrüs döngüsünü düzenler. Kısıraklarda sonbaharda gün ışığının azalması ile artan melatonin salınımı hayvanın anöstrüse girmesine neden olur. İlkbaharda günlerin uzaması ile de melatonin salınımı azalır ve buna karşılık GnRH salgısı artarak ovaryum aktivitesinin yeniden başlamasını sağlar. Atlarda olduğu gibi küçük ruminantların seksüel siklusları da ışıktan etkilenir. Kısırakların aksine, koyun ve keçilerde günlerin kısalmasıyla artan melatonin salgısı GnRH salınımında artış sağlar. Bu sayede hayvanlarda östrüsler görülmeye başlar (Musal ve Köker 2012, Ekici 2015, Reiter ve Sharma 2021).

Bu kısımdan itibaren melatoninin dölverimini artırma ve üreme organları üzerinde tedavi edici etkilerinden bahsedilecektir.

MELATONİNİN REPRODÜKTİF KULLANIMI

Doğal yöntemler ile üremenin denetlenmesi at, koyun, keçi ve kedi gibi türlerde uygulanabilir. Bu yöntemde karanlık-aydınlık süreleri

ayarlanarak endojen melatonin salınımı kontrol edilir. Böylece hayvanların östrüsleri istenilen zamana ayarlanabilir (Uçar ve Özyurtlu 2012, Aydın ve Abay 2013, Kaşıkçı ve Ay 2015). Pratik olarak üremeyi denetlemek için melatonin implantları kullanılabilir (Resim 2).



Resim 2. Piyasada hazır olarak bulunan melatonin preparatları. Her bir implantın içerisinde 18 mg melatonin bulunmaktadır (Anonim 2024b ve 2024c).

Koyun ve keçilerde östrüslerin uyarılması ve senkronizasyonu (Uçar ve Özyurtlu 2012, Kaçar ve ark. 2016) için uygulanırken kedilerde östrüslerin ertelenmesi veya baskılanması amacıyla kullanılır (Aydın ve Abay 2013). Melatonin, sadece östrüs siklusunun düzenlenmesi ile reproduksiyona katkıda bulunmaz. Aynı zamanda ikizlik, ovulasyon oranında artış, östrüslerin uyarılması, progesteron sentezinin artırılması, üreme organlarında IR hasarının giderilmesi, gebelik komplikasyonlarının önlenmesi (abort, pre-eklampsi, fetal beyin hasarı) için ilaç olarak kullanılmaktadır (Tamura ve ark. 2008, Atasoy ve Erbaş 2017, Paksoy 2021, Zhu ve ark. 2021). Ayrıca ovaryum transplantasyonu, ovaryum dokusunun kriyo-prezervasyonu, oosit kalitesinin artırılması ve premature ovaryum yetmezliğine karşı korumak

için uygulanmaktadır (Batioğlu ve ark. 2012, Yong ve ark. 2021, Shiroma ve ark. 2021, Xu ve ark. 2022, Xie ve ark. 2024).

Melatonin ve İskemi-Reperfüzyon Hasarı

Organ veya dokulara giden kan akımının durmasına iskemi denir. Bu durum bir taraftan hücrelerde oksijen ve besin ihtiyacını artırırken diğer taraftan atık birikmesine neden olur. Kısa süre içerisinde tıkanıklık giderilir ve kan dolaşımı yeniden başlarsa iskemik bozukluklar ortadan kalkar. Bununla birlikte iskemi devam ederse organda irreversible hasar meydana gelir ve doku nekrotik bir hale gelerek ölür (Özcan ve ark. 2015; Sugiyama ve ark. 1988). İskemi sonrası reperfüzyon esnasında hücre içine moleküler oksijenin girişiyle serbest oksijen radikalleri oluşur. Bu moleküller iskemiye kıyasla dokuya daha fazla zarar verir. Bu durum reperfüzyon hasarı olarak adlandırılır (Akkoç 2008, Aydın 2012).

İskemi ve reperfüzyon hasarı, üreme organlarında torsiyon neticesinde oluşur (Ergün 2017, Boynukalın ve ark. 2016). Bilim adamları tarafından yapılan birçok çalışmada antioksidanlar kullanılarak iskemi reperfüzyon hasarı önlenmeye çalışılmıştır (Çelik ve ark. 2002, Kılıç ve ark, 2016, Yuvañç ve ark., 2017, Ural ve ark. 2019, Doğan ve ark. 2019). Bu antioksidanlar içerisinde melatonin oldukça önemli bir yere sahiptir.

Yapılan çalışmalar neticesinde 10 mg/kg dozda uygulanan melatoninin; ovaryum, uterus ve testisi iskemi reperfüzyon hasarından koruduğu ve oksidatif stresi azalttığı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Köksal ve ark. 2012, Doğan ve ark. 2019, Türköz ve ark. 2004).

Melatonin ve Üremenin denetlenmesi

Koyun ve keçilerde implant formunda derialtı yolla kullanılır. Koyunlarda 18 mg melatoninin 45 gün boyunca uygulanması ile daha fazla yavru elde edilebilir. Keçilerde ocak ve mayıs aylarında melatonin uygulamaları ile östrüsler uyarılabilir. Ayrıca çift doz melatonin verilmesi, östrüslerin daha erken bir zamanda görülmesini sağlayabilir. Aşım sezonu sonrası 6 hafta boyunca 18 mg implant ve günlük 3 mg oral yolla verilen melatonin keçilerde östrüsleri başlatabilir (Kaçar ve ark. 2016).

Akkaraman koyunları üzerinde yapılan bir çalışmada, 18 mg melatonin implantının uygulanması, kontrol grubuna kıyasla tedavi grubundaki hayvanlarda hem gebelik oranlarını hem de ikizlik oranlarını artırmıştır (Baştan ve Küplülü 1995). Akkaraman koyunları üzerinde yapılan başka bir çalışmada, anöstrüs peryodundaki koyunlara uygulanan melatonin implantı ile östrüs ve ovulasyonların 2-2,5 ay öne çekilebildiği ve yüksek oranlarda gebelik elde edilebildiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada progesteron değerleri de karşılaştırılmış ve kontrole kıyasla melatonin verilen hayvanlarda progesteron miktarının daha erken ve daha fazla miktarda yükseldiği tespit edilmiştir (Uyar ve Alan 2008).

Melatoninin ve Yardımcı Üreme Teknikleri

Melatonin, ovaryum transplantasyonunda dokuyu korumak için kullanılmaktadır. Hem taze hem de dondurulmuş ovaryan dokular transfer edilebilir. Yapılan çalışmalarda; bu hormonla tedavi neticesinde oksidatif stresi azaltmak, nekroza engel olmak, antioksidanların miktarını artırmak, apoptozu engellemek, follikül kalitesini ve miktarını

artırmak, immünolojik reaksiyonu azaltmak ve greftin ömrünü uzatmak mümkündür (Shiroma ve ark. 2016). Dondurulmuş over dokusunun transplantasyonu öncesi melatonin uygulaması yapılarak greftin kalitesi artırılabilir (Shiroma ve ark. 2021).

İnvitro fertilizasyon tekniği günümüzde infertilite tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde yapılan bir çalışmada, infertilite tedavisi gören kadın hastalara gebe kalmalarına yardımcı olması için melatonin verilmiştir. Çalışma sonucunda melatonin verilenlerde oosit ve embriyo kalitesi yükselmiştir. Bunun sonucunda gebelik oranlarında da bir artış olmuştur. Araştırmacılar bu uygulamanın umut verici olduğunu bildirmişlerdir (Batioğlu ve ark. 2012).

Melatonin ve Gebelik

Gebelik, hormonal değişikliklerin gerçekleştiği komplike fizyolojik bir süreçtir (Bayraktar ve ark., 2019). Gebe hayvanlarda birçok faktör stres oluşturmaktadır. Bunlar arasında çevresel faktörler önemli bir yer tutar. Bu stres, fetal büyüme kısıtlamasına yol açabilir. Sonuçta yeni doğanlarda ölüm oranları yükselir ya da yaşamaları durumunda kronik hastalıklara yakalanma ihtimali artar. Yapılan bir çalışmada kadmiyum ile farelerde deneysel stres oluşturulmuştur. Araştırmacılar strese soktukları hayvanlarda melatonin uygulamasının fetal büyüme kısıtlamasını önemli bir şekilde geri döndürdüğünü söylemişlerdir. Ayrıca farelerde plasental progesteron sentezinin azaldığını bununla birlikte melatonin tedavisinin progesteron sentezini arttığını da bildirmişlerdir. Bunların yanında melatonin verilmesi plasental trofoblast hücrelerinde reaktif oksijen türlerinin salınımını da azaltmıştır. Bütün bu verilere dayanarak, araştırmacılar melatoninin fetal gelişim

toksitesinin düzeltilmesinde kullanılabilir bir ajan olduğu sonucuna varmışlardır (Zhu ve ark. 2021).

Yukarıda anlatıldığı gibi melatonin fetal gelişimi destekleyen bir hormondur. Fötüste hipoksi gelişimini ve hipoksinin vereceği zararı azaltır. Buna bağlı olarak sinir dokusunu ve dolayısıyla fetal beyin hasarını engeller. Bu hormonun koyunlarda prostaglandin f2 alfa ve oksitosin salınımını inhibe ettiği bilinmektedir. Bu suretle luteal fonksiyonu ve progesteron sentezinin devamını sağlar. Böylece abort oluşumuna engel olabilir. Melatonin ayrıca gebelikle ilişkili hastalıkların etiyolojisinde rol alır. Pre-eklampsi gebe kadınlarda görülen önemli bir hastalıktır. Yapılan araştırmalar, melatonin seviyesinin düşüklüğünün bu hastalığa sebep olabileceğini göstermiştir (Tamura ve ark. 2008).

Melatonin ve Premature Ovaryum Yetmezliği

Premature ovaryum yetmezliği kanser tedavisi gören hastalarda sık karşılaşılan bir durumdur. Kemoterapotikler, ovaryum dokusunu tahrip ederek oosit sayısını ve kalitesini düşürür ve folliküler rezervi tüketirler. Siklofosamid kullanılarak ovaryum dokusunda premature yetmezlik oluşturulan bir çalışmada ratlara 10 mg/kg veya 20 mg/kg dozda melatonin verilerek ovaryumlar korunmaya çalışılmıştır. Deney sonucunda melatonin kullanımının ovaryumu hasardan önemli derecede koruduğu bildirilmiştir. Tedavi ile atretik follikül sayısı azalmış ve folliküllerin sağlıklı kalmaları sağlanmıştır. Ayrıca FSH, LH ve AMH gibi birçok hormonun seviyesi de kontrol grubu değerlerine daha yakındır. Özellikle yüksek doz melatonin verilenlerde bu etki daha kuvvetli olmuştur. Araştırmacılar, melatoninin bu etkisini hippo sinyal

yolağını düzenleyerek gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu bulgulara dayanarak, kemoterapotik tedavi sırasında adjuvan olarak melatonin verilmesinin faydalı olacağını bildirmişlerdir (Xu ve ark. 2022).

REPRODÜKTİF TIPTA MELATONİNİN GELECEĞİ

Yukarıda melatoninin kullanıldığı birçok klinik durum anlatıldı. Bütün bu terapötik kullanım alanları içerisinde veteriner hekimliğinde üremenin denetlenmesi amacıyla uygulanması ön plana çıkmaktadır. Oysaki melatonin çok güçlü bir antioksidandır. Bu molekül son yıllarda in vitro fertilizasyon-embriyo transferi sonuçlarını iyileştirmek için kullanılmaktadır. Melatonin oosit olgunlaşmasını destekler ve erken embriyonik gelişime fayda sağlamaktadır. Anti-aging etkileri bilinen bu hormon sadece fiziki görünüşü değil aynı zamanda yumurtalık yaşlanmasını da geciktirir. Bu etkilerine bakıldığında gelecekte bu yönüyle fertiliteye ve üremeye katkılar sunabileceği kanaatine varılabilir (Yong ve ark. 2021). Ayrıca anti-kanserojenik etkileri bilinen melatonin, meme ve ovaryum kanseri tedavisinde de etkili olması muhtemel bir terapötik ajan olabilir (Zare ve ark. 2019, Kong ve ark. 2020).

SONUÇ

Melatonin, 1958 yılında keşfedildiğinden bu yana ilgi odağı olmuştur. Her yıl etkileri hakkında binlerce bilimsel araştırma yapılmaktadır. Faydalı etkilere sahip olduğu için veteriner ve tıbbi müstahzar olarak piyasada bulunmakta ve insanlar tarafından hem kendileri hem de hayvanları için satın alınmaktadır. Veteriner hekimliğinde daha çok küçük ruminantlarda üremenin denetlenmesi amacıyla kullanılan bir hormondur. Tedavi için eksojen yolla ve implant formunda kullanımı yaygındır. Kısıraklarda ise ışık uygulamaları ile endojen salınımı kontrol altına alınan melatonin sayesinde üreme faaliyetleri düzenlenmektedir. Son zamanlarda bu hormonun üreme hastalıkları üzerindeki etkisi de detaylı bir şekilde araştırılan konulardandır. Yukarıda belirtilen faydalarına ilave olarak ovaryum ve uterus torsiyonu durumlarında kullanılan bu molekülün koruyucu etkilere sahip olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca meme ve ovaryum kanserinin tedavisi amacıyla da kullanılabilirliği araştırılmaktadır. Sonuç olarak melatonin üremeyi teşvik edici özellikleri yanında terapotik etkileri ile hayvanların üreme sağlığı üzerinde pozitif etkiler göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Pévet P. (2002). Melatonin. *Dialogues in clinical neuroscience*, 4(1), 57-72.
- Çam A., Erdoğan M.F. (2003). Melatonin, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, 56 (2), 103-112.
- Şener G. (2010). Karanlığın hormonu: melatonin. *Marmara Eczacılık Dergisi*, 14(1), 112-120.
- Salt A., Çenesiz M., Çenesiz, S. (2017). Melatonin, Etkileri ve Kullanım Alanları. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 28(1), 7-12.
- Yıldız K, Aksakal V. (2020). “Melatonin hormon fizyolojisi ve fizyolojik sistemler üzerindeki etkisinin incelenmesi”. In: *Veterinerlik ve Hayvansal Üretim Üzerine Bilimsel Araştırmalar*, Editörler: Bayraktar B, Aksakal V, Tekçe E. s. 127-143. Iksad Publications, Ankara.
- Anonim. (2024a). “Equine brain-Median View, Brain Anatomy Introduction”. *Minnesota Veterinary Anatomy*. Erişim adresi: <https://vanat.ahc.umn.edu/neurLab3/pages/DiEqMed1086.html>, Erişim tarihi: 15.12.2024

Atasoy Ö.B., Erbaş O. (2017). Melatonin hormonunun fizyolojik etkileri. İstanbul Bilim Üniversitesi Florence Nightingale Tıp Dergisi, 3(1), 52-62.

Ayturan F.A. (2013). NOS inhibisyonu ve tuz ile oluşturulan hipertansiyonda melatoninin kan basıncı, ADMA, Rho kinaz, NADPH oksidaz, Hsp90, kaveolin-1 düzeyleri ve vasküler cevaplara etkileri/Effects of melatonin on blood pressure, serum level of ADMA, NADPH oxidase, Rho kinase, Hsp90, caveolin-1 levels and vascular response in NOS inhibition and salt induced hypertension. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Musal B., Köker A., (2012). Üreme kanalının morfolojisi ve üreme fizyolojisi. In "Çiftlik Hayvanlarında Doğum ve Jinekoloji", Ed., A Semacan, M Kaymaz, M Fındık, A Rıışvanlı, A Köker, 1st ed., 521-548. Medipres Matbaacılık, Malatya, Türkiye.

Ekici H. (2015). Üreme fizyolojisi. In Kısıraklarda Doğum ve Jinekoloji", Ed., M Kaymaz, M Fındık, A Rıışvanlı, A Köker, 1st ed., 19-44. Medipres Matbaacılık, Malatya, Türkiye.

Reiter R.J., Sharma R. (2021). Central and peripheral actions of melatonin on reproduction in seasonal and continuous breeding mammals. General and comparative endocrinology, 300, 113620.

Uçar M., Özyurtlu N. (2012). Üremenin Denetlenmesi. In "Çiftlik Hayvanlarında Doğum ve Jinekoloji", Ed., A Semacan, M

Kaymaz, M Fındık, A Şirvanlı, A Köker, 1st ed., 549-565.
Medipres Matbaacılık, Malatya, Türkiye.

Aydın İ., Abay M. (2013). Üremenin Denetlenmesi. In: Köpek ve kedilerde doğum ve jinekoloji, Kaymaz, M., Fındık, M., Rişvanlı, A., Köker, A. (Editörler). Medipres Matbaacılık, Malatya, Türkiye. s.318-343

Kaşıkçı G., Ay SS. (2015). Üremenin Denetlenmesi. In: Kısıraklarda doğum ve jinekoloji, Kaymaz, M., Fındık, M., Rişvanlı, A., Köker, A. (Editörler). Medipres Matbaacılık, Malatya, Türkiye. s.83-95

Anonim. (2024b). Regulin. Erişim adresi: <https://united-vet.ps/en/content/products/334.html>, Erişim tarihi: 15.12.2024

Anonim. (2024c). Melovine, Ceva ruminants. Erişim adresi: <https://ruminants.ceva.com/products/melovine/>, Erişim tarihi: 15.12.2024

Kaçar C., Kaya S., Kuru M., Zonturlu A. K. (2016). Koyun ve keçilerde üremenin denetlenmesinde güncel yöntemler. Türkiye Klinikleri J Vet Sci Obstet Gynecol-Special Topics, 2(1), 29-37.

Tamura H., Nakamura Y., Terron M.P., Flores L.J., Manchester L.C., Tan D.X., ... & Reiter R.J. (2008). Melatonin and pregnancy in the human. Reproductive Toxicology, 25(3), 291-303.

Paksoy Z. (2021). “Melatonin ve İskemi-reperfüzyon”. In: Sağlık bilimleri alanında akademik araştırmalar, Editörler: Bayraktar B, Çelikel S, Akgün E. s. 207-236. Iksad Publications, Ankara.

Zhu H. L., Shi X. T., Xu X.F., Zhou G. X., Xiong Y.W., Yi S.J., ... Wang H. (2021). Melatonin protects against environmental stress-induced fetal growth restriction via suppressing ROS-mediated GCN2/ATF4/BNIP3-dependent mitophagy in placental trophoblasts. *Redox Biology*, 40, 101854.

Bayraktar, B. (2020). Endocrine system. In E. Taşkın, S. Kocahan (Eds.), *Physiology for Health Sciences* (S:239–270). Akademisyen Kitabevi.

Bayraktar, B. (2019). Sirkadiyen Ritim Fizyolojisi ve Fizyolojik Melatonin Ritminin İncelenmesi. In E. Kırmızı, B. İşigüzel, B. (Eds.), *Türkiye Vizyonu: Multidisipliner Çalışmalar 2019* (S:348–354). Akademisyen Kitabevi.

Batioğlu A. S., şahin U., Gürlek B., Öztürk N., Ünsal E. (2012). The efficacy of melatonin administration on oocyte quality. *Gynecological Endocrinology*, 28(2), 91-93.

Yong W., Ma H., Na M., Gao T., Zhang Y., Hao L., ... & Deng X. (2021). Roles of melatonin in the field of reproductive medicine. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 144, 112001.

Bayraktar, B., Tekce, E., Aksakal, V., Takma, Ç., Bayraktar, F. G., & Şengül, B. (2020). Effects of Race, Gender, Body Condition Score and Pregnancy on Serum Apelin Levels in Ewe. *Journal of Agricultural Sciences*, 26(3), 363-372.

yraShiroma M. E., Damous L. L., Cotrim F. P., Roa C. L., Cipolla-Neto J., Reiter R. J., ... Soares J. M. (2021). Pretreatment with melatonin improves ovarian tissue cryopreservation for transplantation. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 19, 1-12.

Xu H., Bao X., Kong H., Yang J., Li Y., Sun Z. (2022). Melatonin protects against cyclophosphamide-induced premature ovarian failure in rats. *Human & Experimental Toxicology*, 41, 09603271221127430.

Xie L., Ding Y., Zhang X. (2024). Melatonin and Ovarian Tissue Transplantation: Current Frontiers in Research. *Journal of Gynecology Obstetrics and Human Reproduction*, 102726.

Ozcan O., Erdal H., Yonden Z. (2015). İskemi-reperfüzyon hasari ve oksidatif stres ilişkisine biyokimyasal bakiş. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Dergisi*, 6 (23), 27-33.

Sugiyama S., Hanaki Y., Ogawa T., Hieda N., Taki K., Ozawa T. (1988). The effects of SUN 1165, a novel sodium channel blocker, on

ischemia-induced mitochondrial dysfunction and leakage of lysosomal enzymes in canine hearts. *Biochemical and biophysical research communications*, 157 (2), 433-439.

Akkoç H., (2008). Miyokardiyal İskemi Reperfüzyon Hasarı, *Dicle Tıp Dergisi*, 35, 3, 21.

Aydın C.Y., (2012). İskemi Reperfüzyon Hasarı İloprost ve Proantosiyanidin ile Önlenbilir mi Hayvan Modelinde Bir Alt Ekstremitte İskemi Çalışması, Genel Cerrahi Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Ankara.

Ergün Y. (2017). Deney hayvanlarındaki iskemi-reperfüzyon hasarı modellerinde yeşil çayın etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 12(2), 4-13.

Boynukalın F.K., Güven S., Güven E. S., Polat M. (2016). Over torsiyonuna genel bakış. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 17(1), 30-35.

Çelik H., Özercan İ., Çıkım G., Moğulkoç R., Özçelik O., Atılgan R. (2002). Overde İskemi-Reperfüzyon Hasarı ve Melatoninin Etkisi (Ratlarda Deneysel Çalışma). *Journal of Clinical Obstetrics & Gynecology*, 12(1), 73-77.

Kilic A., Uyanikoglu H., Incebiyik A. (2016). Rat Overinde İskemi-Reperfüzyon Üzerine N-Asetil Sistein ve Resveratrol'ün Koruyucu

Etkisi/Protective Effect of N-Acetylcystein and Resveratrol on Ischemia-Reperfusion Injury in Rat Ovary. *Dicle Tıp Dergisi*, 43(2), 229.

Yuvañç E., Tuđlu D., Kısa Ü., Bozdođan Ö., Batislam E., Yılmaz E. (2017). Deneysel Testis Torsiyonu Sonrası İskemi/Reperfüsyon Hasarında İloprost Ve Düşük Doz Metotreksat'ın Koruyucu Etkisi. *Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 19(3), 131-138.

Ural D. A., Aykan D. A., Koçarslan S., Doğaner A. (2019). Effect of tadalafil treatment on ovarian ischemia injury in rats. *Cukurova Medical Journal*, 46 (1), 55-62.

Dogan H., Rişvanlı A., Saat N., Gül H. F., İlhan N., Seker I., Sahna E. (2019). The effect of melatonin in rats with uterine torsion on uterus contractions, and the levels of ADMA, SDMA, arginine, Hsp90, TLR4, and NF-κB. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 66(3), 267-272.

Koksal M., Oğuz E., Baba F., Eren M. A., Ciftci H., Demir M.E., Kurcer Z, Take G, Aral F, Ocak AR, Ulas T. (2012). Effects of melatonin on testis histology, oxidative stress and spermatogenesis after experimental testis ischemia-reperfusion in rats. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 16(5), 582-588.

Turkoz Y., Celik O., Hascalik S., Cigremis Y., Hascalik M., Mizrak B., Yologlu S. (2004). Melatonin reduces torsion–detorsion injury in rat ovary: biochemical and histopathologic evaluation. *Journal of pineal research*, 37(2), 137-141.

Baştan A., Küplülü Ş. (1995). Akkaraman ırkı koyunlarda melatonin ve progesteragen uygulamalarının reproduktif performans üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 42(03).

Uyar A., Alan M. (2008). Koyunlarda erken anöstrüs döneminde melatonin uygulamalarının ovulasyon ve gebelik üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(1), 47-54.

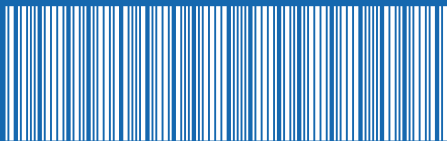
Shiroma M.E., Botelho N.M., Damous L.L., Baracat E.C., Soares-Jr J.M. (2016). Melatonin influence in ovary transplantation: systematic review. *Journal of Ovarian Research*, 9, 1-5.

Zare H., Shafabakhsh R., Reiter R. J., Asemi Z. (2019). Melatonin is a potential inhibitor of ovarian cancer: molecular aspects. *Journal of ovarian research*, 12, 1-8.

Kong X., Gao R., Wang Z., Wang X., Fang Y., Gao J., ... Wang J. (2020). Melatonin: a potential therapeutic option for breast cancer. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 31(11), 859-871.



IKSAD
Publishing House



ISBN: 978-625-378-130-9