

Güncel Hayvan Besleme Yöntemleri

Editör
TARKAN ŞAHİN



BİDGE Yayınları

Güncel Hayvan Besleme Yöntemleri

Editör: Prof. Dr. Tarkan Şahin

ISBN: 978-625-372-326-2

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 03.12.2024

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İçindekiler

Hayvan Beslemede Bitkisel Ekstratların Kullanımı	4
Tarkan ŞAHİN	4
Samet YÜCEL.....	4
Rasyonda Yağ Kullanımının Hayvanlarda Üreme Üzerindeki Etkileri.....	46
Mükremin ÖLMEZ	46
Özlem KARADAĞOĞLU	46
Hayvan Beslemede Yapay Zeka Tabanlı Yenilikçi Yöntemler	61
Tuğçe Merve BERBEROĞLU	61
Özlem KARADAĞOĞLU	61
Biosecurity in Poultry Production: Enhanced Practices and Insights	84
Beenish IMTIAZ	84
Roshan RIAZ.....	84
Tarkan ŞAHİN	84

BÖLÜM I

Hayvan Beslemede Bitkisel Ekstratların Kullanımı

Tarkan ŞAHİN¹
Samet YÜCEL²

1.Giriş

Yem katkı maddeleri, sağlıklı, ekonomik ve çevre dostu hayvansal üretim için büyüme performansını, yem tüketimini ve yemden yararlanma oranını artırmak amacıyla hayvan yemlerine katılan besin değeri olmayan maddeler, preparatlar ve mikroorganizmalardır

Çiftlik hayvanlarının sağlıklı bir şekilde barındırılması sağlıklı hayvansal ürün eldesi için olmazsa olmazdır. Son on yılda hayvan ve insanların beslenmesinde doğal orijinli yem katkı maddelerinin

¹ Prof. Dr. , Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı., Kars, Türkiye, Orcid: 0000-0003-0155-2707, tarkants7@hotmail.com

² Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars, Türkiye, Orcid: 0009-0007-6400-1845, samet.yucel@tarimorman.gov.tr

kullanılması teşvik edilmiştir (Frankiç & ark., 2009). Hayvan rasyonlarında antibiyotik kullanımının yasaklanmasından sonra, araştırmacılar hayvan beslemede alternatif doğal ürünler kullanımı üzerinde yoğunlaştırmıştır. Yapılan bir çok çalışmada gerek kanatlılarda gerekse ruminant hayvanların rasyonlarında antibiyotiklere alternatif olarak probiyotikler (Tabassum & ark., 2024; Karadağoglu & Şahin 2023; Riaz & Karadağoglu 2023, Ölmez & ark., 2022), prebiyotikler (Alabi & ark., 2024; Dong & ark., 2024; Ölmez & ark., 2023; Ricke & ark., 2020), mayalar (Hossain & ark., 2024; Wang & ark., 2024; Özsoy & ark., 2018), enzimler (Salem & ark., 2011; Bugoni & ark., 2023; Wise 2024), organik asitler (Du & ark., 2024; Ölmez & ark., 2023; Karadağoglu & ark., 2018; Özsoy & ark., 2017; Sahin & ark., 2011), fitobiyotikler (Aziz & ark., 2024; Ahmed & ark., 2024; Ölmez & ark., 2022; Ölmez & ark., 2021; Karadağoglu & ark., 2020; Şahin & ark., 2012), esansiyel yağlar (Ölmez & ark., 2020; Şahin & ark., 2020; Karadağoglu & ark., 2018) ve bitki ekstratları (Alem & ark., 2024; Ölmez & ark., 2023; Ölmez & ark., 2022; Şahin & ark., 2020) gibi çeşitli yem katkı maddelerinin etkileri araştırılmıştır.

Bitki ekstratları antibiyotiklerin yerine kullanılabilecek güvenli ve sürdürülebilir alternatif doğal bileşikler olarak kabul edilmektedir. Bitki ekstratları aynı zamanda doğal kaynak olan ve geleneksel hayvan üretim sistemlerinde büyük ölçüde kullanılmayan bazı bitki ikincil metabolitlerini de (BİM) içermektedir. Bunlar, antinutrisyonel faktörlerin bir kaynağı olarak kabul edilmekle birlikte kullanılabılır performans arttırıcı bileşiklerin bir kaynağı olarak görülmemektedir (Salem & ark., 2012).

Birçok tıbbi bitkinin ekstratları çiftlik hayvanlarının verimliliğini artırmada umut verici olabilmekte ve ayrıca antimikrobiyal, antiviral, antiparazitik, antioksidan, antienflamatuar ve immün sistemi uyarıcı özelliklere sahip oldukları için veteriner ilaçlarına alternatif olarak kullanılabilir (Skoufos & ark., 2020). Bitkisel ekstratlar antimikrobiyal etkiye sahip oldukları için ruminant beslemede kullanılması durumunda rumen mikroorganizmaları gelişimini olumsuz etkileyebilmekte ve yüksek dozlarda kullanıldığında ise yemden yararlanma ve verimde düşüşe neden olabilmektedir. Ayrıca rumende metan (CH₄) ve karbondioksit (CO₂) oluşumunu azalttıkları için sera gazı salınımını ve enerji üretimini de azaltmaktadırlar (Canbolat, 2015).

Sürü yönetiminin başarısı büyük ölçüde hayvanların üreme performansına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ancak infertilite, çiftlik hayvanlarının yeterliliğini sınırlamakta ve büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Çiftçiler yüzyıllardır üreme bozukluklarını yönetmek için tıbbi bitkileri yoğun bir şekilde kullanmışlardır. Bu bitkilerin yan etkileri ya çok azdır ya da hiç yoktur; ayrıca ucuz, kolayca erişilebilir ve temin edilebilir olmaları da önemli avantajları arasında yer almaktadır (Shai & ark., 2022).

2. Fitojenik bileşiğin tanımı ve sınıflandırılması

“Fitojenik bileşik” terimi, çeşitli aromatik bitkilerin ve baharatların (örneğin sarımsak, kekik, mercanköşk, biberiye, kişniş ve tarçın) parçalarını (örneğin tohumları, meyveleri, kökleri ve yaprakları) ve bunların esansiyel yağlar formundaki kendi bitki özlerini ifade etmektedir (Windisch & ark., 2008). Biyolojik olarak aktif fitojenik bileşikler 1) terpenoidler (bitki uçucu maddeleri, steroller, karotenoidler, saponinler ve glikozitler); 2) fenolik

bileşikler (flavonoidler, fenolik asitler, lignin, lignanlar, kumarinler, stilbenler ve tanenler) ve 3) azot içeren maddeler (alkaloidler, glukozinolatlar ve siyanojenik glikozitler) olmak üzere 3 ana gruba ayrılmıştır (Li & ark., 2020).

3. Hayvanlar üzerindeki etkileri

3.1. Antimikrobiyal etki

Çok sayıda bitki bileşiği, membran bozulması, virülans faktörünün baskılanması ve parazit yaşam döngülerine müdahale gibi mekanizmalar yoluyla patojenlerin doğrudan büyümesini engelleme veya inaktivasyonunu sergilemektedir (Ferreira & ark., 2010). Bitki ekstratları polifenoller, terpenler ve fitosteroller dahil olmak üzere çok sayıda biyoaktif bileşenler içermektedir (Lillehoj & ark., 2018) ve bakterileri inhibe etmek veya öldürmek için birden fazla etki modu göstermektedir (Chitemerere & Mukanganyama, 2014).

Rota & ark. (2008) yaptıkları çalışmada kekik cinsinden elde edilen esansiyel yağlardaki antimikrobiyal aktivitenin çoğunun fenolik bileşiklerle ilişkili olduğunu ve en fazla bakteriyosidal ve bakteriyostatik özelliğe sahip esansiyel yağların timol ve karvakrol olduğunu göstermişlerdir. Bitki ekstratları bu biyoaktif bileşenleri sayesinde hayvanlarda mastitis tedavisine katkıda bulunmaktadır (Şukele & ark., 2022). Guava (*Psidium guajava*), adaçayı (*Salvia officinalis*), rhamnus (*Ziziphusspina Christi*), dut (*Morusalba L.*) ve zeytin (*Oleaeuropaea L.*) yapraklarının etanolik özütleri mikrobiyal popülasyonun (gram pozitif, gram negatif ve mikoplazma) büyümesini engelleyen veya en azından durduran güçlü bir antimikrobiyal aktiviteye sahiptir; bu nedenle bu özler, bu tür

mikrobiyal popölasyonu kontrol etmek ve insan ve hayvan sağlığını korumak için yem katkı maddeleri ve yem koruyucuları olarak kullanılabilmektedir (Hemeg & ark., 2020).

3.2.Antioksidan etki

Bitkiler, yüksek antioksidan aktiviteye sahip çok sayıda biyoaktif bileşige sahiptirler. Farklı bitki türlerinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesine yönelik çalışmalar, bu türlerin yeni antioksidan bileşiklerin kaynağı olarak değerini ortaya koymaya katkıda bulunabilmektedir (Chaves, Santiago, & Alías, 2020). Tıbbi bitkilerin antioksidan aktivitesi genellikle sahip oldukları fenolik ve flavonoid içeriklerin varlığından kaynaklanmaktadır (Rai & Kon, 2013). Örneğin Brezilya'nın kuzeydoğusundaki Caatinga bölgesine özgü bir bitki türü olan *Libidibia ferrea*'nın (*L. ferrea*) hidroalkolik ekstratı protein açısından zengin olmasının yanında antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere katkıda bulunan bazı metabolitler içermektedir. Bu yönüyle kanatlılarda oksidatif strese ve salmonelladan kaynaklı ölümlere karşı koruyucu etki göstermektedir (de Macedo & ark., 2024).

Aflatoksin B1 (AFB1), esas olarak *Aspergillus parasiticus* ve *A. flavus* tarafından üretilen ikincil bir metabolittir. Kanserojen potansiyeli DNA eklentileri ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumuyla bağlantılı olan en güçlü ve yaygın olarak ortaya çıkan rasyon kanserojenlerinden biridir. Bitki özleri ise, ROS'a karşı etki eden çok sayıda biyolojik olarak aktif fitokimyasal içermektedir (Kalemba, Makhuvele, & Njobeh, 2024). Polifenoller ve karotenoidler gibi rasyon fitokimyasalları, proton veya elektron katkısı gibi aktiviteler yoluyla hücreleri serbest radikallere karşı

korumakta ve hayvanlarda birçok kronik hastalığın azalmasına yardımcı olmaktadır (Singh & ark., 2020).

3.3. Anti-İnflamatuvar etki

İltihaplanma, vücudun yaralanmaya veya enfeksiyona verdiği doğal bir tepkidir. Ancak kronik iltihaplanma, artrit, diyabet ve kardiyovasküler hastalık gibi çeşitli hastalıklara yol açabilmektedir. Fitobiyotikler, insan ve hayvan sağlığı üzerinde çeşitli faydalı etkileri olduğu bilinen bitkilerden elde edilen doğal bileşiklerdir. Fitobiyotiklerin faydalarından biri de iltihap giderici özellikleridir. Fitobiyotikler, iltihaplı sitokinlerin ve enzimlerin üretimini engelleyerek ve oksidatif strese katkıda bulunan serbest radikalleri temizleyerek iltihabı azaltmaya yardımcı olabilmektedir (Saeed & ark., 2017). Geleneksel tıp uygulamalarıyla uyumlu olarak, iltihapla ilişkili rahatsızlıkları tedavi etmek için bitki parçalarının su ile kaynatılmasını kullanan çeşitli çalışmalar, tohumlardan, çiçeklerden, yapraklardan, gövdelerden veya köklerden elde edilen ham bitki ekstratlarının anti-inflamatuvar biyoaktivitelere sahip olduğunu göstermiştir. Birden fazla faktör tarafından düzenlenen inflamatuvar yanıt, iltihaplanmaya yol açan bir veya daha fazla yolu değiştiren farklı etki biçimleri gösteren bu özler tarafından engellenmektedir (Talhok & ark., 2007). Zerdeçal, kırmızıbiber, karabiber, kimyon, karanfil, hindistan cevizi, tarçın, nane ve zencefil özlerinin iltihap önleyici özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Fenoller, terpenoidler ve flavonoidler başlıca iltihap önleyici aktif kimyasal maddelerdir. Aloe vera, kümes hayvanlarında koksidoz hastalıklarını kontrol etmesine yardımcı olan antibakteriyel ve antiprotozoal özelliklere sahiptir (Alem, 2024).

3.4. İmmün sistemi uyarıcı etki

Son zamanlarda, hem spesifik hem de spesifik olmayan bağışıklık tepkilerini düzenlemek için çeşitli sentetik ve doğal immünomodülatör ajanlar geliştirilmiştir. Mevcut kemoterapötik ajanlar çeşitli yan etkilere sahip olup esas olarak immün sistemi baskılayıcı aktiviteye sahiptir ve çoğu hücre ölümüne sebebiyet vermektedir. Bu nedenle, immünomodülatör potansiyele sahip tıbbi bitkiler ve bunlardan izole edilmiş biyoaktif bileşenler, alternatif immünomodülatör ajanların keşfedilmesi için önem kazanmaktadır (Balekar, Bodhankar, & Jain, 2006).Örneğin Sarımsak gibi doğal bağışıklık düzenleyiciler hayvanlarda sağlık ve refahı iyileştirmektedir (Inupala & ark., 2023).

Kewan & ark., (2021) sarımsak tozunun erkek kuzularda kan immünoglobulin (IgA ve IgG) seviyelerini artırarak hayvanların bağışıklık durumunu iyileştirdiğini saptamışlardır.

4. Bitkisel ekstratların hayvan beslemede kullanılması

Zararlı kalıntı etkileri ve maliyet etkinliği nedeniyle büyümeyi uyarma amaçlı olarak ülkemizde antibiyotiklerin kullanımının yasaklanması ile hayvansal üretimde bitkisel kökenli yem katkı maddelerinin kullanımı önem kazanmıştır. Probiyotikler, prebiyotikler, organik asitler ve bitki ekstratları gibi birtakım yem katkı maddelerinin hayvansal üretim üzerinde faydalı etkileri olduğu görülmüştür (Kumar & ark., 2014). Ayrıca otlar, baharatlar, diğer bitkiler ve bunların özlerinden elde edilen bir grup doğal maddeyi temsil eden ve hayvan beslenmesinde yaygın bir şekilde kullanılan bitki bazlı yem katkı maddeleri hayvan üreticileri ve

antibiyotik içermeyen besleme programları geliştiren şirketler için de doğal bir alternatif olmaktadır (Rohrer, 2019).

4.1. Ruminant hayvanların beslenmesinde kullanımı

Çiftlik hayvanı besleme endüstrisi, son zamanlarda aromatik bitkiler ve baharatlardan elde edilen doğal olarak oluşan aktif maddelerin standartlaştırılmış kombinasyonlarına dayanan çiftlik hayvanı türleri için mikro kapsüllenmiş yem katkı maddelerinin ürün yelpazesinin geliştirilmesine tanık olmuştur. Bu ekstraktların özel bir karışımı, sindirim epitelinin koruyarak, sindirim bileşenlerini değiştirerek ve besinlerin daha iyi bir şekilde emilmesini sağlayarak geniş getiren hayvanlara fayda sağlamak için sinerji içinde hareket etmektedir. Kuzey Amerika, Avrupa ve Güney Amerika'da yürütülen çok sayıda yayınlanmış araştırma, bu bileşiklerin sığırlarda kontrol gruplarına kıyasla sağladığı gelişmiş büyüme performansını tanımlamakta ve özellikle daha yüksek performans beklenen ve daha yüksek düzeyde stres yaşayan sığırlar üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (Hagedorn, 2023). Araştırmalar, bitkisel ekstratların çiftlik hayvanlarının bağışıklık yeteneklerini ve sıcaklığa dayanıklılıklarını artırarak (Liu & ark., 2014) vücut sıcaklığı ve verimlilik üzerindeki zararlı etkileri azaltarak (Pan & ark., 2014) antioksidan durumlarını iyileştirerek ve bağışıklık fonksiyonlarını destekleyerek sıcaklık stresinin olumsuz etkilerini azaltabileceğini göstermiştir.

4.1.1. Koyunların beslenmesinde kullanımı

Koyun ve keçiler düşük kaliteli kaba yemleri, spesifik besin maddeleri ve kalite özellikleri içeren yüksek kaliteli ete verimli bir şekilde dönüştürebilmektedirler. Koyun ve keçi etinin karkas

özellikleri ve kalite nitelikleri çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bunlar arasında en etkili stratejilerden biri de besleme rejimleridir (Huang & ark., 2023).

Biyoaktif bileşiklerin kaynağı olarak bitki ekstraktlarının kullanımı, taze et ve et ürünlerinin kalitesini ve sağlıkla ilgili özelliklerini artırmak için cazip bir strateji haline gelmektedir. Gerçekten de, doğal kökenleri göz önüne alındığında, bitkilerden elde edilen biyoaktif bileşikler (karabiber, kekik, guarana tohumları ve *craspedia* çiçekleri gibi), et ürünlerinin raf ömrünü artırmak ve sentetik antioksidanların (genellikle daha az güvenli kabul edilir) yerini almak için ideal adaylar olarak kabul edilmektedir. Aynı zamanda, ekstratlar doğrudan ya da dolaylı olarak da et ürünlerinin işlevsel değerini iyileştirmektedir (Munekata & ark., 2020).

Biberiye (*Rosmarinus officinalis*), koyun beslenmesinde rasyon polifenollerinin bir kaynağı olup, et üretiminde antioksidan ve antimikrobiyal potansiyele sahiptir. Biberiye ürünleri, polifenol içeriği tür içi değişkenliğe, iklim koşullarına ve hasat zamanına bağlı olarak büyük ölçüde değişebilen yaprak, esansiyel yağ, damıtılmış yaprak ve özütleri içermektedir (Serrano, Jordán, & Bañón, 2014). Bañón, Méndez, & Almela (2012) kuzulara besi döneminde 0,6 mg/kg biberiye ekstratı takviye yapılmasının ette lipid oksidasyonunu ve acılaşmayı engellediğini, duyuusal bozulma ve mikrobiyal bozulmayı önlemede ise orta derecede etkili olduğunu, et kalitesini iyileştirmek için iyi bir beslenme stratejisi olduğunu bildirmişlerdir.

Meyan kökü binlerce yıldır tıpta bitkisel bir kaynak ve gıda ürünlerinde tatlandırıcı madde olarak dünya çapında

kullanılmaktadır. Triterpen saponinler ve flavonoidler, diğerleri arasında hepatoprotektif, antiülser, anti-inflamatuvar, antiviral ve antikanser etkileri de dahil olmak üzere çeşitli biyolojik aktiviteler gösteren ana bileşenleridir (Tang & ark., 2015). Meyan kökü bitkisi aynı zamanda antibakteriyel ve antioksidan özellikler de sahiptir (Zadeh, Kor, & Goftar, 2013). Guo ve ark. (2019) meyan kökü özütü takviyesinin Karakul koyunlarının yem tüketimi ve sindirilebilirliği, rumen fonksiyonu, kan indeksleri ve canlı ağırlık kazancı üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve rasyona %4.5 kuru madde seviyesindeki meyan kökü özütü takviyesinin rumen fonksiyonu üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu ancak yemden yararlanma oranı veya canlı ağırlık kazanımında bozulma olmaksızın Karakul koyunlarının kan immünoglobulin ve anti-oksitatif durumunu iyileştirdiğini göstermişlerdir.

Timol, kekik bitkisinden elde edilen esansiyel yağda bulunan ana bileşiktir ve enzim aktivitesini azaltarak ve membran bütünlüğünü değiştirerek gram pozitif ve gram negatif bakterileri inhibe edebilmektedir (Juven & ark., 1994). Nieto, Bañón, & Garrido (2011) Gebe koyunların rasyonlarına kekik yapraklarının eklenmesinin pişmiş kuzu etinin duysal özelliklerini ve oksidatif stabilitesini etkileyip etkilemediğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; kekiğin hayvan rasyonlarına dahil edilmesinin koyunlardan elde edilen kuzuların pişmiş et örneklerinin antioksidan kapasitesini desteklediğini belirlemişlerdir.

Sarımsak ve ürünleri, çeşitli biyolojik aktivitelere sahip olan ve hayvansal üretimde doğal katkı maddesi olarak yaygın şekilde kullanılan organosülfür bileşikler (allisin gibi) açısından zengindir (Ding, Ao, & Zhang, 2023). Kamel & ark. (2008) Sarımsaktan elde

edilen Allisin ve Dialil disülfür bileşiklerinin farklı dozlarının koyunlarda invitro rumen femantasyonu üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada en düşük konsantrasyondaki (0,5mg/l) alisinin asetat üretimini ve asetat:propionat oranını artırdığını Dialil disülfürün de benzer etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Redoy & ark., (2020) konsantre yem ve pirinç samanı dayalı rasyonlarına sarımsak yaprağı ilavesinin koyunlarda canlı ağırlık kazancı ve yemden yararlanma oranını artırdığını, buna karşılık ette doymamış yağ asidi düzeyini ise azalttığını göstermişlerdir.

4.1.2. Keçilerin beslenmesinde kullanımı

Keçiler, farklı çevre koşullarına uyum sağlama yeteneklerinin yanı sıra süt, et, lif ve protein açısından önemli bir kaynak oldukları için dünyanın her yerinde yetiştirilmektedir (Bhardwaj & ark., 2018).

Keçilerin doğru bir şekilde beslenmesi, sağlıklı bir keçi sürüsü oluşturma temelini oluşturmaktadır. Keçilerin beslenme gereksinimleri ve rasyon tercihleri koyun ve sığır gibi diğer geviş getirenlerden farklı olmaktadır. Bir keçinin rasyonu taze kaba yem ve/veya kaliteli kuru ot etrafında yoğunlaşmalıdır. Daha yüksek enerji ihtiyacı olan keçiler, rasyonlarına ek olarak konsantre yem veya tahıl eklenmesinden büyük ölçüde faydalanacaktır (Hardcastle & Lear, 2020).

Hayvan beslenmesinde antibiyotik kullanımının yasaklanması, bitkilerden yapılan doğal tıbbi preparatlar olan fitobiyotiklerin daha sık kullanılmasına yol açmıştır. Fitobiyotik preparatlar, geviş getiren hayvanların beslenmesinde kullanıldığında, gastrointestinal sistemin hareketliliğini ve sindirim

sularının salgılanmasını etkilemekte ve bağırsak mikrobiyotasının gelişimini de uyarmaktadır (Foksowicz-Flaczyk & ark., 2022).

Sarımsak (*Allium sativum*) gibi baharatlar, hayvan beslenmesinde kullanılmak üzere yararlı farmakolojik olarak güçlü kimyasal maddelere sahiptir ve çiftlik hayvanlarının performansını artırmak için kullanılmaktadır. Sarımsak, sindirilebilirliği, besin değerini iyileştirmek ve yem tüketimini artırmak için kimyasal katkı maddelerinin yerine doğal katkı maddesi olarak kullanılmakta ve böylece büyüyen hayvanların performansını iyileştirmektedir (Rawat & Mourya, 2021).

Zencefil ürünlerde antibiyotik direnci veya kalıntısı oluşturmayan, hayvan ve insan sağlığı için güvenli olan antibiyotiklere alternatif bir hayvan yem katkı maddesidir. Zencefil ayrıca antioksidan, doğal antibiyotik ve hayvan sağlığını ve büyümesini destekleyen bağışıklık uyarıcıları olarak işlev gören terpenler, oleoresin, zingiberol, zingiberon, zingiberen, gingerol, shogaol, zingeron ve paradol gibi çok sayıda aktif bileşik içermektedir (Siregar & ark., 2024).

Zerdeçal baharat ve gıda boyası olarak kullanılan bir bitkidir ve geleneksel tıpta da kullanılmaktadır. Zerdeçala sıra dışı özelliklerini ve rengini veren biyolojik olarak aktif faktörler kurkuminoidlerdir. Kurkuminoidler; Kurkumin, demetoksikurkumin ve bis-demetoksikurkumin'i içeren bir madde grubu olarak vücuda alındıktan sonra anti-inflamatuar, antikanser ve antioksidan etkiler sergilemektedir (Kępińska-Pacelik & Biel, 2023). Oderinwale ve ark. (2021) Gebelik sırasında ve oğlaklamadan sonra konsantre yeme ilave olarak zerdaçal tozu ile besledikleri

keçilerin kanındaki antioksidan enzim konsantrasyonunun artırdığını bildirmişlerdir.

Artemisia vulgaris L. (misk otu) bulunduğu lokasyona göre yüksek morfolojik ve fitokimyasal çeşitlilik gösteren yaygın bir otsu bitkidir ve uçucu yağ, flavonoidler ve seskiterpenoid laktonların varlığı ve bunlarla ilişkili biyolojik aktiviteleri nedeniyle hammadde olarak kullanılmaktadır (Ekiert & ark., 2020). *Artemisia vulgaris* antioksidan ve antibakteriyel etki gösteren ve tüketilebilir bir bitki olmasına rağmen yem katkı maddesi veya kaba yem kaynağı olarak otçulların büyümesi ve sağlığı üzerindeki etkisi tam olarak bilinmemektedir (Wang & ark., 2019).

Rabee & ark. (2024) Erkek Şam keçilerini temel rasyona ilave olarak tanen ve zencefil (*Zingiber officinale*), sarımsak (*Allium sativum*), misk otu (*Artemisia vulgaris*) ve zerdeçal (*Curcuma longa*) içeren bitkisel karışımlarla beslemenin rumende pH'sı, ve toplam uçucu yağ asidi miktarını artırdığını ve bitkisel karışımların rumen fermentasyonunu iyileştirmek amacıyla rumen mikrobiyotasını değiştirmek için kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

4.1.3. Sığırların beslenmesinde kullanımı

Karanfil (*Syzygium aromaticum*) tomurcuğu yağı ve karanfil özleri de dahil olmak üzere bitki özleri, rumen fermentasyonunu manipüle etmek için yem katkı maddesi olarak kullanılmıştır. Karanfil yağı bakteri hücreleri ile etkileşime girerek metanojenik ve deaminasyon yapan bakterilerin büyümesini ve çoğalmasını engellemektedir. Bu durumun sonucunda amonyak, nitrojen, metan, asetat konsantrasyonunda azalma, propiyonat ve bütirat konsantrasyonlarında ise artış görülmektedir. Öjenol, propiyonat

üretimini artırarak, asetat ve metan üretimini azaltarak ve rumendeki proteoliz modelini, peptidolizi ve amino asit deaminasyonunu değiştirerek rumen fermantasyonunu manipüle eden karanfildeki biyoaktif bileşenlerden biridir (Saeed & ark., 2021).

Tarçın ağaçlarının kabuğunda bulunan doğal bir kimyasal bileşik olan sinnamaldehit, belirli rumen mikroplarını inhibe ederek rumen fermantasyonunu değiştirebilmekte ve sonuç olarak hayvanların büyüme performansını ve yemden yararlanmayı artırabilmektedir (Yang & ark., 2010).

Anason (*Pimpinella anisum* L.), Apiaceae familyasına ait tek yıllık, otsu bir uçucu yağ bitkisidir (Omidbaigi, Hadjiakhoondi, & Saharkhiz, 2003). Anason tohumu, kütlece %1,5-6,0 oranında esas olarak trans-anetolden oluşan uçucu bir yağ ve ayrıca kütlece %8-11 oranında palmitik ve oleik asitler gibi yağ asitleri bakımından zengin lipidlerin yanı sıra yaklaşık kütlece %4 oranında karbonhidrat ve kütlece %18 oranında protein içermektedir (Besharati-Seidani, Jabbari, & Yamini, 2005).

Cardozo & ark. (2006) Holstein ırkı düvelerin yemlerine Sinnamaldehit (tarçın uçucu yağ bileşeni) (0.6 g/gün) ve öjenol (karanfil yağ bileşeni) (0.3 g/gün) ilave edildiğinde dallanmış zincirli uçucu yağ asidi, L-laktat ve amonyak azot konsantrasyonunun, anason yağı ilave edildiğinde ise asetat propiyonat oranı, dallanmış zincirli uçucu yağ asidi, amonyak azot konsantrasyonu ve protozoa miktarının azaldığını göstermişlerdir.

Erken laktasyon dönemindeki Holstein ırkı sığırları %5 kurutulmuş nane içeren rasyonla besleyerek yaptıkları çalışmanın sonucunda; kuru madde tüketiminin, süt yağı dışında sütün

kompozisyonu ve verimin değişmediğini, buna karşılık yem yeme sũresinin arttığını ve rumen pH'sının ise dũřtũęũnũ bildirmişlerdir (Hosoda & ark., 2006).

4.2. Tek mideli hayvanların beslenmesinde kullanımı

Çeşitli yem maddeleri ve yem katkı maddeleri (enzimler, prebiyotikler, probiyotikler, fitojenik bileşikler, vb.) mevcut monogastrik hayvan endũstrisinin iki bũyũk zorluğunu ele almak için kullanılmaktadır. Bunlar; uygun maliyetli ve antibiyotiksiz hayvan ũretimidir. Dahası, alternatif yem maddelerine seçilmiş yem katkı maddelerinin eklenmesi besin kullanımını artırmakta ve bũylelikle hayvanların bağırsak sağlığını ve genel performansını da desteklemektedir (Jha, 2022).

Rasyonların probiyotikler, prebiyotikler ve fitobiyotiklerle takviye edilmesi, tek mideli hayvanlarda bağırsak morfolojisinde villusların uzaması veya bağırsak kriptlerinin derinleşmesi gibi olumlu değişikliklere de neden olabilmektedir. Çoğu durumda, bunlar hayvan organizmasını gastrointestinal enfeksiyona karşı savunan doğuştan gelen bağışıklık sisteminin hũcre sel bileşenlerini (makrofajlar ve heterofiller) harekete geçirerek konağın bağışıklık tepkisini de dũzenlemektedirler (Kiczorowska & ark., 2017).

4.2.1. Kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanımı

Bitkilerden elde edilen yem katkı maddeleri, hayvansal ũrũnlerin verimliliğini ve kalitesini artırmak için hayvanların rasyonlarına edilebilmektedir. Bu doğal katkı maddeleri arasında, aromatik bitkiler ve uçucu yağların ũzleri, bũyũme hızlandırıcılar olarak antibiyotiklere gũre avantajları açısından incelendiğinde bu bitkilerin çoğu tũrũnũn, antinutrisyonel faktũrlerden arındırıldığı ve

genel olarak kanatlı hayvanların beslenmesinde güvenli bir şekilde kullanılabileceği kabul görmüştür (Brenes & Roura, 2010). Bitki ve bitki ekstratlarının, üretimi geliştirmek ve artırmak için kanatlı hayvanların rasyonlarında yem katkı maddeleri olarak kullanılması son zamanlarda ilgi çeken konular arasında yer almaktadır. Hayvan beslemede kullanılmak üzere üzerinde en çok çalışılan bitkiler tarçın, kekik, kimyon, sarımsak, sumak, karanfil, anason, nane, kişniş ve zencefildir (Akyildiz & Denli, 2016). Bitkilerden elde edilen ve anti-mikrobiyal aktiviteye sahip olan uçucu yağlar yalnızca çok yüksek dozlarda uygulandığında kanatlılarda toksik etkilere neden olabilmektedir. Uçucu yağlar aynı zamanda kanatlılarda büyümeyi artırarak ve sindirim sürecini uyararak hayvanların performansını da geliştirebilmektedir (Lee, Everts, & Beynen, 2004).

Tanenler, bitkilerin patojen mikroorganizmalarla mücadele etmek için ürettiği fenolik bileşiklerdir. Fenolik bileşikler, bitkilerin sahip olduğu sekonder bileşikler olarak bitkinin temel metabolizma faaliyetlerinde herhangi bir rol oynamazlar (Ünver & ark., 2014). Kanatlı rasyonlarına tanen ilavesi bağırsak sağlığı üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir ve bağırsak mikrobiyotasını değiştirerek nitrojen kullanımını iyileştirmekte, böylece nitrojen valorizasyonunu ve metan emisyonlarını da azaltmaktadır (Choi & Kim, 2020).

Šperňáková & ark. (2007) Etlik piliçleri 21-42.günler arasında biberiye tozu (500 mg/kg) ve alfa-tokoferol (tavuk başına 40 mg) ile desteklenmiş yemlerle beslediklerinde daha fazla canlı ağırlık kazandıklarını, kanlarında ve göğüs kaslarında alfa-tokoferol konsantrasyonlarında artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Almremdhhy & Al-Khafaji (2020) Etlik tavukların sularına 1-35 gün boyunca 0,3 ml/litre kekik (*Thymus Vulgaris*) yağı katılmasının vücut ağırlığı ve canlı ağırlık kazancı ve yem tüketiminde azalmaya yemden yararlanma oranında ise artışa neden olduğunu belirlemişlerdir.

Esenbuga & Ekinci (2023) temel rasyonlarına anason, kekik ve siyah kimyon ekstratlarının her birinden 250 mg/kg ilave ederek 12 hafta boyunca besledikleri yumurtacı tavuklarda yumurtlama performansını ve metabolik profillerin iyileştiğini saptamışlardır.

Kanatlı hayvanların rasyonlarının biyoaktif moleküller içeren tıbbi bitkilerle desteklenmesi, büyüme performansını artırma, yemden yararlanmayı artırma, karkas özelliklerini ve et kalitesini iyileştirme konusunda ümit verici sonuçlar göstermiştir. Meyan kökü, glisirizin ve flavonoidler gibi biyoaktif bileşenler içermektedir. Kanatlı rasyonlarına meyan kökü ilavesi, organ gelişimini iyileştirerek büyüme ve performans üzerinde faydalı etkilere sahip olmuştur. Ayrıca meyan kökünde iştah ve sindirimi uyarıcı faktörler bulunmaktadır (Alagawany, Elnesr, & Farag, 2019). Abo-Samaha ve ark. (2022) Etlik piliçlerin sularına 0,4 g/l meyan kökü katılmasının canlı ağırlığı, canlı ağırlık kazancını, yem tüketimini ve yemden yararlanma oranını iyileştirdiğini saptamışlardır.

Esansiyel yağlar bitkilerden elde edilen ve çeşitli fermantasyon, ekstraksiyon ve buhar damıtma yöntemleriyle üretilen uçucu bileşiklerin kompleks bir karışımıdır. Esansiyel yağlar antibakteriyel, antifungal, antiparaziter ve antiviral aktivitelere sahip olduklarından etlik piliç üretiminde çeşitli

durumlarda terapötik amaçlarla kullanılabilmektedirler (Abd El-Hack & ark., 2022). Alcicek, Bozkurt & Çabuk (2003) Kekik yağı (*Origanum sp.*), defne yaprağı yağı (*Laurus nobilis L.*), adaçayı yaprağı yağı (*Salvia triloba L.*), mersin yaprağı yağı (*Myrtus communis*), rezene tohumu yağı (*Foeniculum vulgare*) ve turunçgil kabuğu yağı (*Citrus sp.*)'nı farklı seviyelerde (24 mg/48 mg /72 mg) içeren esansiyel yağ kombinasyonları ve antibiyotik grubunun (10 mg avilamisin) kıyaslandığı çalışmada; 48 mg esansiyel yağ içeren rasyonla beslenen piliçlerde en yüksek canlı ağırlık belirlemiştir.

4.2.2. Atların beslenmesinde kullanımı

Ot yiyen çoğu hayvan, ot parçacıklarının sindirim sisteminin geri kalanına ulaşmadan önce fermente edildiği rumen adı verilen büyük bir kompartımana sahiptir. Ancak atlar, ot tüketmelerine rağmen inekler gibi işkembeye sahip olmadıkları ve tek bir mideye sahip oldukları için benzersizdir. Atlar, bir fermantasyon fiçısı olan körbağırsaklara sahip oldukları için otları sindirebilmektedirler. Aradaki fark, atlarda körbağırsaklar sindirim kanalının sonuna yakın konumda olmasına rağmen rumene sahip olan hayvanlarda ise körbağırsakların sindirim kanalının başında bulunmasından kaynaklanmaktadır (Judd, 2005). Atlar geniş getirmeyen hayvanlardan olmalarına rağmen, sindirim sisteminin endojen mikrobiyotasının aktivitesi besin maddelerinin sindiriminde çok önemli bir rol oynamaktadır. Diğer monogastrik hayvanlarda olduğu gibi proteinlerin, yağların ve karbonhidratların enzimatik parçalanması mide ve ince bağırsakta gerçekleştikten sonra kimüs daha sonra mikrobiyolojik fermantasyona tabi tutulduğu genişletilmiş kör bağırsağa aktarılmaktadır (Pagan, 2009).

Sığır yemleri, atlar için toksik olan katkı maddeleri içerebilmektedir. En zararlı katkı maddeleri genellikle monensin sodyum (Rumensin) ve lasalosid (Bovatec) olan antibiyotik benzeri ilaçlar olan iyonoforlardır. İyonoforlar rumen fermantasyonunu değiştirmek ve yemin sindirimine ve emilimine yardımcı olmak için sığır yemine eklenmektedir. Ancak iyonoforlar atlar için son derece toksiktir ve bu bileşenleri içeren yemler asla atlara verilmemelidir. Kg canlı ağırlık başına 1 mg kadar düşük monensin sodyum seviyeleri bile atlarda ölüme yol açmaktadır (Brown-Douglas, 2024).

Yarış ve atlama etkinliklerinde yorgunluktan sonra hızlı bir iyileşme sağlayabildiğinden dolayı zencefil özütün spor atlarında yem katkı maddesi olarak kullanılabilir. Sarımsak, ginseng, mart çiçeği ve kuşburnu bitkileri güçlü anti-oksidatif özelliklere sahip olduğundan normal bir rasyona eklenmeleri oksidatif stresle ilişkili hastalıkların ortaya çıkma şansını azaltabilmektedir. Atların gastrik ülser sendromuna daha yatkın olması nedeniyle sitoprotektif ve mukus uyarıcı etkilere sahip olan meyan kökü ve aloe vera özleri, standart ve safkan yarış atlarının rasyonlarında yem katkı maddesi olarak kullanılma potansiyeline sahip olmaktadır. Ekinezya atların normal rasyonlarına eklendiğinde atlarda bağışıklık sistemini uyarabilmektedir (Elghandour & ark., 2018).

4.2.3. Kedi ve köpeklerin beslenmesinde kullanılması

Köpekler ve kediler gibi evcil hayvanlar, modern aileler için hayati önem taşımaktadır ve sağlıkları büyük ölçüde diyetlerinden etkilenmektedir. Polifenoller ve enzimler de dahil olmak üzere bitki özleri, metabolizmayı ve bağırsak sağlığını iyileştirmek gibi sağlık yararları nedeniyle evcil hayvan mamalarında giderek daha fazla

kullanılmaktadır. Evcil hayvan sahipleri artık evcil hayvanlarının mamalarına çay polifenoller, kuersetin ve kurkumin gibi takviyeler eklemektedir. Bu doğal özler evcil hayvan mamalarının raf ömrünü ve kalitesini uzatarak zararlı sentetik antioksidanların yerini alabilmektedirler. Ayrıca, tıbbi bitkiler potansiyel olarak ilaç direncini azaltarak terapötik faydalar sunmakta ve hastalıkların önlenmesine yardımcı olmaktadır (Guo & ark., 2024).

Rosemarium officinalis (biberiye) ağacının kurutulmuş yaprakları rafine bir özüt (biberiye asidi/rosemarekinon) yapmak için kullanılmaktadır. Ekstrakt, bitkinin gıdanın tadı ve kokusu üzerindeki etkisini önlemede kullanılmaktadır. Bu ekstrakt yüksek yağlı rasyonlarda etkili olmaktadır ve karışık tokoferoller, askorbik asit ve sitrik asitle birlikte kullanıldığında rasyonun antioksidan etkinliğini artırdığı gösterilmiştir (Wortinger & Burns, 2015). Ren & ark. (2024) biberiye özütü (RE) ilavesinin ekstrüde edilmiş evcil hayvan mamalarının nişasta sindirimi ve antioksidan özellikleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada; RE'nin ekstrüde evcil hayvan mamalarının antioksidan özelliklerini etkili bir şekilde artırdığını ve nişasta sindirim oranlarını yavaşlattığını göstermiştir.

4.2.4. Domuzların beslenmesinde kullanılması

Hayvancılıkta antibiyotik kullanımına getirilen kısıtlamalar ve organik ürünleri giderek daha fazla tercih eden tüketiciler arasında artan farkındalık, yetiştiricileri hayvan verimliliğini teşvik eden doğal ürünler aramaya zorlamıştır. Bitkiler ve bitki ekstratları, domuzların yem tüketimini ve besin maddelerinin sindirilebilirliğini olumlu yönde etkilemektedir. Aynı zamanda, sindirim süreçleri zararlı bakterilerin uzaklaştırılması ve mide-bağırsak sistemdeki faydalı mikroorganizmaların kolonizasyonunun teşvik edilmesi

yoluyla manipüle edilmektedir. Bitkiler ayrıca hayvanların olumsuz çevre koşullarına ve hastalıklara karşı direncini artırarak fizyolojik işlevleri düzenlemekte ve bu da hayvanların verimliliğinin artmasını sağlamaktadır (Radzikowski & Milczarek, 2022). Bitkisel özler; çok çeşitli bitkiler, baharatlar ve en önemlisi uçucu yağlardan oluşmaktadır. Bitkisel özler ve organik asitler fermantasyon sürecini ve toksik metabolitlerin üretimini azaltabilmekte ve bağırsak mikrobiyotası üzerinde faydalı bir etki gösterebilmektedir. Bu nedenle de, bu bileşikler domuz üretimi için büyüme hızlandırıcıları olarak rasyonda antibiyotiklerin yerine kullanılabilir. Ancak, bitkisel özlerin ve organik asitlerin domuzlar için yem katkı maddeleri olarak kullanımının etkinliği ve güvenliğine yönelik sistematik bir yaklaşım hala mevcut değildir (Costa & ark., 2013).

Domuz rasyonlarına keten tohumu eklemek domuz etini faydalı omega 3 yağ asitlerince zenginleştirmek için yapılan yaygın bir uygulama olmasına rağmen, asitlerin oksidasyona karşı yüksek duyarlılığı nedeniyle, bu işlem rasyona ek bir antioksidan kaynağı katılmasını gerektirmektedir. Bu amaçla, yüksek antioksidan aktivitesine yanı sıra çok sayıda sağlık geliştirici özelliğe sahip olan kekik bitkisi kullanılabilir (Czech, Klimiuk, & Sembratowicz, 2023). Ekstrüde keten tohumu içeren besi domuzlarının rasyonlarına kekik eklenmesinin redoks durumu ve lipid metabolizması üzerinde etkisini araştırdıkları çalışmada; temel rasyona %3'lük kekik takviyesi doymuş yağ asidi, kan ve kas kolesterol seviyesini azaltırken ve omega 3 çoklu omega3 çoklu doyamamış yağ asidi içeriği ve n-3/n-6 oranını artırdığını bildirmişlerdir (Klimiuk & ark., 2023).

5. Sonuç

Hayvan beslemede antibiyotik kullanımının yasaklanmasından sonra araştırmacılar bitkisel ekstratlar gibi alternatif doğal ürünlere yönelmiş ve hayvanlar üzerinde antimikrobiyal, antioksidan, anti-inflamatuvar, immün sistemi uyarıcı etkileri olan bu ürünleri gerek ruminant gerekse tek mideli hayvanların rasyonlarında bağışıklığı geliştirmek, sağlığının korunması, koksidoz, mastitis gibi hastalıkların kontrol altına alınması, büyüme ve verim performansının geliştirilmesi, hayvansal ürünlerin kalitesinin iyileştirilmesi, yemlerin sindirilebilirliğinin artırılması amacıyla kullanmış ve faydalı sonuçlar elde etmiştir.

KAYNAKLAR

Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Salem, H. M., Ashry, N. M., Ghanima, M. M. A., ... El-Tarabily, K. A. (2022). Essential oils and their nanoemulsions as green alternatives to antibiotics in poultry nutrition: a comprehensive review. *Poultry science*, 101(2), 101584. Doi: [10.1016/j.psj.2021.101584](https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101584)

Abo-Samaha, M. I., Alghamdi, Y. S., El-Shobokshy, S. A., Albogami, S., El-Maksoud, E. M. A., Farrag, F., ... El-Hack, M. E. A. (2022). Licorice extract supplementation affects antioxidant activity, growth-related genes, lipid metabolism, and immune markers in broiler chickens. *Life*, 12(6), 914. Doi: [10.3390/life12060914](https://doi.org/10.3390/life12060914)

Ahmed, M. G., Elwakeel, E. A., El-Zarkouny, S. Z., & Al-Sagheer, A. A. (2024). Environmental impact of phytobiotic additives on greenhouse gas emission reduction, rumen fermentation manipulation, and performance in ruminants: an updated review. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(26), 37943-37962. Doi: [10.1007/s11356-024-33664-5](https://doi.org/10.1007/s11356-024-33664-5)

Akyildiz, S., & Denli, M. (2016). Application of plant extracts as feed additives in poultry nutrition. *Anim. Sci*, 59(2393), 2260.

Alabi, J. O., Wuaku, M., Anotaeenwere, C. C., Okedoyin, D. O., Adelusi, O. O., Ike, K. A., ... Anele, U. Y. (2024). A Mixture of Prebiotics, Essential Oil Blends, and Onion Peel Did Not Affect Greenhouse Gas Emissions or Nutrient Degradability, but Altered Volatile Fatty Acids Production in Dairy Cows Using Rumen Simulation Technique (rusitec). *Fermentation*, 10(6), 324. Doi:[10.3390/fermentation10060324](https://doi.org/10.3390/fermentation10060324)

Alagawany, M., Elnesr, S. S., & Farag, M. R. (2019). Use of liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) in poultry nutrition: Global impacts on performance, carcass and meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 75(2), 293-304. Doi:[10.1017/S0043933919000059](https://doi.org/10.1017/S0043933919000059)

Alcicek, A., Bozkurt, M., & Çabuk, M. (2003). The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. *South African Journal of Animal Science*, 33(2), 89-94. Doi:[10.4314/sajas.v33i2.3761](https://doi.org/10.4314/sajas.v33i2.3761)

Alem, W. T. (2024). Effect of herbal extracts in animal nutrition as feed additives. *Heliyon*.10 (3). Doi:[10.1016/j.heliyon.2024.e24973](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24973)

Almremdhy, H., & Al-Khafaji, M. A. (2020). Drinking thyme extract on growth performance and immune response of broiler chickens. *Journal article: Indian Veterinary Journal*, 97(4), 32-35.

Aziz, S., Ölmez, M., Nazir, R., Mobashar, M., Akhtar, T., Iqbal, Z., Naeem, M. I., Muzaffar, H. A., Faizan, M., & Kamran, M. (2024). Herbal feed additives for ruminant nutrition. In R. Z. Abbas, T. Akhtar, R. Asrar, A. M. A. Khan, & Z. Saeed (Eds.), *Complementary and alternative medicine: Feed additives* (pp. 15-21). Faisalabad, Pakistan: Unique Scientific Publishers. Unique Scientific Publishers. Doi:[10.47278/book.CAM/2024.171](https://doi.org/10.47278/book.CAM/2024.171)

Balekar, N. S., Bodhankar, S. L., & Jain, D. K. (2006). Immunomodulatory effect of mangiferin. *Journal of Cell and Tissue Research*, 6(2), 779.

Bañón, S., Méndez, L., & Almela, E. (2012). Effects of dietary rosemary extract on lamb spoilage under retail display conditions. *Meat Science*, 90(3), 579-583. Doi: [10.1016/j.meatsci.2011.09.020](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.09.020)

Besharati-Seidani, A., Jabbari, A., & Yamini, Y. (2005). Headspace solvent microextraction: A very rapid method for identification of volatile components of Iranian *Pimpinella anisum* seed. *Analytica Chimica Acta*, 530(1), 155-161. Doi:[10.1016/j.aca.2004.09.006](https://doi.org/10.1016/j.aca.2004.09.006)

Bhardwaj, J. K., Kumar, V., Saraf, P., Kumari, P., & Mittal, M. (2018). Current status and changing national scenario of goat population: A review. *Agricultural Reviews*, 39(2), 91-103. Doi:[10.18805/ag.-1752](https://doi.org/10.18805/ag.-1752)

Brenes, A., & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal feed science and technology*, 158(1-2), 1-14. Doi:[10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007)

Brown-Douglas, C. (2024). Don't risk poisoning your horses with cattle feed. (22 Ekim 2024 tarihinde <https://ker.com/equine/dont-risk-poisoning-horses-cattle-feed/> adresinden ulaşılmıştır).

Bugoni, M., Takiya, C. S., Grigoletto, N. T., Júnior, P. C. V., Nunes, A. T., Chesini, R. G., ... Rennó, F. P. (2023). Feeding amylolytic and proteolytic exogenous enzymes: Effects on nutrient digestibility, ruminal fermentation, and performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106(5), 3192-3202. Doi: [10.3168/jds.2022-22610](https://doi.org/10.3168/jds.2022-22610)

Canbolat, Ö. (2015). *Süt sığırlarının beslenmesi ve rasyon hazırlama yöntemleri*. (1. baskı). Medyay Kitabevi.

Cardozo, P. W., Calsamiglia, S., Ferret, A., & Kamel, C. (2006). Effects of alfalfa extract, anise, capsicum, and a mixture of cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high-concentrate diet. *Journal of Animal Science*, 84(10), 2801-2808. Doi: [10.2527/jas.2005-593](https://doi.org/10.2527/jas.2005-593)

Chaves, N., Santiago, A., & Alías, J. C. (2020). Quantification of the antioxidant activity of plant extracts: Analysis of sensitivity and hierarchization based on the method used. *Antioxidants*, 9(1), 76. Doi: [10.3390/antiox9010076](https://doi.org/10.3390/antiox9010076)

Chitemerere, T. A., & Mukanganyama, S. (2014). Evaluation of cell membrane integrity as a potential antimicrobial target for plant products. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14(1), 278. Doi: [10.1186/1472-6882-14-278](https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-278)

Choi, J., & Kim, W. K. (2020). Dietary application of tannins as a potential mitigation strategy for current challenges in poultry production: A review. *Animals*, 10(12), 2389. Doi: [10.3390/ani10122389](https://doi.org/10.3390/ani10122389)

Costa, L. B., Luciano, F. B., Miyada, V. S., & Gois, F. D. (2013). Herbal extracts and organic acids as natural feed additives in pig diets. *South African Journal of Animal Science*, 43(2), 181-193. Doi: [10.4314/sajas.v43i2.9](https://doi.org/10.4314/sajas.v43i2.9)

Czech, A., Klimiuk, K., & Sembratowicz, I. (2023). The effect of thyme herb in diets for fattening pigs on their growth performance

and health. *Plos one*, 18(10), e0291054. Doi: [10.1371/journal.pone.0291054](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291054)

de Macedo, A. R. S., de Oliveira, J. F. A., Sommerfeld, S., Notário, F. O., Martins, M. M., Bastos, L. M., ... & Fonseca, B. B. (2024). Unlocking the power of *Libidibia ferrea* extracts: antimicrobial, antioxidant, and protective properties for potential use in poultry production. *Poultry Science*, 103(6), 103668. Doi:[10.1016/j.psj.2024.103668](https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103668)

Ding, H., Ao, C., & Zhang, X. (2023). Potential use of garlic products in ruminant feeding: A review. *Animal Nutrition*, 14, 343-355. Doi:[10.1016/j.aninu.2023.04.011](https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.04.011)

Dong, S., Li, L., Hao, F., Fang, Z., Zhong, R., Wu, J., & Fang, X. (2024). Improving quality of poultry and its meat products with probiotics, prebiotics, and phytoextracts. *Poultry Science*, 103(2), 103287. Doi:[10.1016/j.psj.2023.103287](https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103287)

Du, H., Sarwar, I., Ahmad, S., Suheryani, I., Anjum, S., Andlib, S., ... Arain, M. A. (2024). Organic acids in poultry industry: a review of nutritional advancements and health benefits. *World's Poultry Science Journal*, 80(1), 133-153. Doi:[10.1080/00439339.2023.2262435](https://doi.org/10.1080/00439339.2023.2262435)

Ekiert, H., Pajor, J., Klin, P., Rzepiela, A., Ślesak, H., & Szopa, A. (2020). Significance of *Artemisia vulgaris* L.(Common Mugwort) in the history of medicine and its possible contemporary applications substantiated by phytochemical and pharmacological studies. *Molecules*, 25(19), 4415. Doi: [10.3390/molecules25194415](https://doi.org/10.3390/molecules25194415)

Elghandour, M. M., Reddy, P. R. K., Salem, A. Z., Reddy, P. P. R., Hyder, I., Barbabosa-Pliego, A., & Yayaswini, D. (2018). Plant bioactives and extracts as feed additives in horse nutrition. *Journal of Equine Veterinary Science*, 69, 66-77. Doi:[10.1016/j.jevs.2018.06.004](https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.06.004)

Esenbuga, N., & Ekinici, O. (2023). Dietary Effects of Some Plant Extracts on Laying Performance, Egg Quality, and Some Blood Parameters in Laying Hens at Different Cage Densities. *Animals*, 13(24), 3866. Doi:[10.3390/ani13243866](https://doi.org/10.3390/ani13243866)

Ferreira, J. F., Luthria, D. L., Sasaki, T., & Heyerick, A. (2010). Flavonoids from *Artemisia annua* L. as antioxidants and their potential synergism with artemisinin against malaria and cancer. *Molecules*, 15(5), 3135-3170. Doi: [10.3390/molecules15053135](https://doi.org/10.3390/molecules15053135)

Foksowicz-Flaczyk, J., Wójtowski, J. A., Danków, R., Mikołajczak, P., Pikul, J., Gryszczyńska, A., ... Stanisławski, D. (2022). The effect of herbal feed additives in the diet of dairy goats on intestinal lactic acid bacteria (LAB) count. *Animals*, 12(3), 255. Doi: [10.3390/ani12030255](https://doi.org/10.3390/ani12030255)

Frankič, T., Voljč, M., Salobir, J., & Rezar, V. (2009). Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. *Acta agriculturae slovenica*, 94(2), 95-102. Doi:[10.14720/aas.2009.94.2.14834](https://doi.org/10.14720/aas.2009.94.2.14834)

Guo, X., Cheng, L., Liu, J., Zhang, S., Sun, X., & Al-Marashdeh, O. (2019). Effects of licorice extract supplementation on feed intake, digestion, rumen function, blood indices and live weight

gain of Karakul sheep. *Animals*, 9(5), 279.
Doi: [10.3390/ani9050279](https://doi.org/10.3390/ani9050279)

Guo, X., Wang, Y., Zhu, Z., & Li, L. (2024). The Role of Plant Extracts in Enhancing Nutrition and Health for Dogs and Cats: Safety, Benefits, and Applications. *Veterinary Sciences*, 11(9), 426.
Doi: [10.3390/vetsci11090426](https://doi.org/10.3390/vetsci11090426)

Hagedorn, C. (2023). The increasing role of plant extracts in cattle nutrition. (18 Ekim 2024 tarihinde <https://www.agproud.com/articles/57797-the-increasing-role-of-plant-extracts-in-cattle-nutrition> adresinden erişilmiştir).

Hardcastle, A., & Lear, A. (2020). Fundamentals of feeding goats. (24 Ekim 2024 tarihinde https://vetmed.tennessee.edu/wp-content/uploads/sites/4/UTCVM_LACS-FeedingGoats.pdf adresinden erişilmiştir).

Hemeg, H. A., Moussa, I. M., Ibrahim, S., Dawoud, T. M., Alhaji, J. H., Mubarak, A. S., ... & Marouf, S. A. (2020). Antimicrobial effect of different herbal plant extracts against different microbial population. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(12), 3221-3227. Doi: [10.1016/j.sjbs.2020.08.015](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.08.015)

Hosoda, K., Matsuyama, H., Park, W., Nishida, T., & Ishida, M. (2006). Supplementary effect of peppermint (*Mentha × piperita*) on dry matter intake, digestibility, ruminal fermentation and milk production in early lactating dairy cows. *Animal Science Journal*, 77(5), 503-509. Doi: [10.1111/j.1740-0929.2006.00378.x](https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2006.00378.x)

Hossain, M. Z., Rahman, M. A., Shuvo, A. A. S., & Islam, K. M. S. (2024). Effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) fermented

moist diet on the performance and egg quality at the early stage of laying ducks. *Veterinary Research Notes*, 4(4), 43-43. Doi: [10.5455/vrn.2024.d41](https://doi.org/10.5455/vrn.2024.d41)

Huang, Y., Liu, L., Zhao, M., Zhang, X., Chen, J., Zhang, Z., ... Ren, C. (2023). Feeding regimens affecting carcass and quality attributes of sheep and goat meat—A comprehensive review. *Animal Bioscience*, 36(9), 1314-1326. Doi: [10.5713/ab.23.0051](https://doi.org/10.5713/ab.23.0051)

Inupala, S. N., Pande, P., Uzzaman, M. R., & Worku, M. (2023). 121 Evaluation of Effects of Garlic Extract on Health Parameters and Gut Health in St. Croix Sheep. *Journal of Animal Science*, 101(1), 99-100. Doi: [10.1093/jas/skad068.118](https://doi.org/10.1093/jas/skad068.118)

Jha, R. (2022). Interplay between feed, additives, and gut health of monogastric animals. (27 Kasım 2024 tarihinde <https://www.biomedcentral.com/collections/interplay-between-feed-additives-and-gut-health> adresinden erişilmiştir).

Judd, B. (2005). Digestion of forage by horses. (26 Ekim 2024 tarihinde <https://veterinarypartner.vin.com/default.aspxv&catid=102900&id=4951893&ind=496&objtypeid=1007/mark.html/default.aspx?pid=19239&catId=254031&id=4952294&ind=1240&objTypeID=1007> adresinden erişilmiştir).

Juven, B. J., Kanner, J., Schved, F., & Weisslowicz, H. (1994). Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *Journal of Applied Bacteriology*, 76(6), 626-631. Doi: [10.1111/j.1365-2672.1994.tb01661.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1994.tb01661.x)

Kalembe, M. R. K., Makhuvele, R., & Njobeh, P. B. (2024). Phytochemical screening, antioxidant activity of selected methanolic plant extracts and their detoxification capabilities against AFB1 toxicity. *Heliyon*, 10(2). e24435
Doi: [10.1016/j.heliyon.2024.e24435](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24435)

Kamel, C., Greathead, H. M. R., Tejido, M. L., Ranilla, M. J., & Carro, M. D. (2008). Effects of allicin and diallyl disulfide on in vitro rumen fermentation of a mixed diet. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 351-363.
Doi: [10.1016/j.anifeedsci.2007.05.050](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.050)

Karadağoglu, Ö., Ölmez, M., Özsoy, B., Şahin, T. (2018) Yumurtacı Tavuk Rasyonlarına İlave Edilen Esansiyel Yağ ve Organik Asit Karışımının Performans, Yumurta Verimi ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *Hayvansal Üretim*, 59(1), 9-15.
Doi: [10.29185/hayuretim.345914](https://doi.org/10.29185/hayuretim.345914)

Karadağoglu, Ö., & Şahin, T. (2023). Sıcaklık Stresine Maruz Kalan Kanatlıların Beslenmesine Stratejik Bir Yaklaşım: Probiyotikler. *Veteriner Bilimlerinde Probiyotiklerin Terapötik, Profilaktik ve Fonksiyonel Kullanımı*, Özgür Yayınları, 99. Doi: [10.58830/ozgur.pub358.c1522](https://doi.org/10.58830/ozgur.pub358.c1522)

Karadağoglu, Ö., Şahin, T., Ölmez, M., Yakan, A., & Özsoy, B. (2020). Changes in serum biochemical and lipid profile, and fatty acid composition of breast meat of broiler chickens fed supplemental grape seed extract. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 44(2), 182-190. Doi: [10.3906/vet-1906-37](https://doi.org/10.3906/vet-1906-37)

Karadağoglu, Ö., Şahin, T., Ölmez, M., Ahsan, U., Özsoy, B., & Önk, K. (2019). Fatty acid composition of liver and breast meat

of quails fed diets containing black cumin (*Nigella sativa* L.) and/or coriander (*Coriandrum sativum* L.) seeds as unsaturated fatty acid sources. *Livestock Science*, 223, 164-171. Doi: [10.1016/j.livsci.2019.03.015](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.03.015)

Kewan, K. Z., Ali, M. M., Ahmed, B. M., El-Kolty, S. A., & Nayel, U. A. (2021). The effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), garlic (*Allium sativum*) and their combination as feed additives in finishing diets on the performance, ruminal fermentation, and immune status of lambs. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 24(1), 55-76. Doi: [10.21608/ejnf.2021.170304](https://doi.org/10.21608/ejnf.2021.170304)

Kępińska-Pacelik, J., & Biel, W. (2023). Turmeric and Curcumin-Health-Promoting Properties in Humans versus Dogs. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(19), 14561. Doi: [10.3390/ijms241914561](https://doi.org/10.3390/ijms241914561)

Kiczorowska, B., Samolińska, W., Al-Yasiry, A. R. M., Kiczorowski, P., & Winiarska-Mieczan, A. (2017). The natural feed additives as immunostimulants in monogastric animal nutrition—a review. *Annals of animal science*, 17(3), 605-625. Doi: [10.1515/aoas-2016-0076](https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0076)

Klimiuk, K., Sembratowicz, I., Tutaj, K., & Czech, A. (2023). Effect of thyme (*Thymus vulgaris* L.) used in diets with extruded flaxseed on the antioxidant and lipid profile of the blood and tissues of fattening pigs. *Antioxidants*, 12(5), 1045. Doi: [10.3390/antiox12051045](https://doi.org/10.3390/antiox12051045)

Kumar, M., Kumar, V., Roy, D., Kushwaha, R., & Vaiswani, S. (2014). Application of herbal feed additives in animal nutrition-a

review. *International Journal of Livestock Research*, 4(9), 1-8.
Doi:[10.5455/IJLR.20141205105218](https://doi.org/10.5455/IJLR.20141205105218)

Lee, K.-W., Everts, H., & Beynen, A. C. (2004). Essential oils in broiler nutrition. *Int J Poult Sci*, 3(12), 738-752.
Doi:[10.3923/ijps.2004.738.752](https://doi.org/10.3923/ijps.2004.738.752)

Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M. R., & Wu, H. (2020). The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant physiology and biochemistry*, 148, 80-89. Doi: [10.1016/j.plaphy.2020.01.006](https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.006)

Lillehoj, H., Liu, Y., Calsamiglia, S., Fernandez-Miyakawa, M. E., Chi, F., Cravens, R. L., ... Gay, C. G. (2018). Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. *Veterinary Research*, 49(1), 76. Doi:[10.1186/s13567-018-0562-6](https://doi.org/10.1186/s13567-018-0562-6)

Liu, D., He, S., Liu, S., Tang, Y., Jin, E., Chen, H., ... Zhong, L. (2014). Daidzein enhances immune function in late lactation cows under heat stress. *Animal Science Journal*, 85(1), 85-89.

Doi: [10.1111/asj.12080](https://doi.org/10.1111/asj.12080)

Munekata, P. E. S., Rocchetti, G., Pateiro, M., Lucini, L., Domínguez, R., & Lorenzo, J. M. (2020). Addition of plant extracts to meat and meat products to extend shelf-life and health-promoting attributes: An overview. *Current Opinion in Food Science*, 31, 81-87. Doi:[10.1016/j.cofs.2020.03.003](https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.003)

Nieto, G., Bañón, S., & Garrido, M. D. (2011). Effect of supplementing ewes' diet with thyme (*Thymus zygis* ssp. *Gracilis*) leaves on the lipid oxidation of cooked lamb meat. *Food Chemistry*, 125(4), 1147-1152. Doi:[10.1016/j.foodchem.2010.09.090](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.090)

Oderinwale, O. A., Oluwatosin, B. O., Onagbesan, M. O., Adekunle, E. O., Shuaibu, A. Y., Amosu, S. D., ... Ajewole, I. T. (2021). Effects of dietary inclusion of turmeric (*Curcuma longa* L.) powder on oxidative stress and cortisol concentration in goats during pregnancy and onset of postpartum. *Nigerian Journal of Animal Production*, 48(6), 374-390. Doi:[10.51791/njap.v48i6.3325](https://doi.org/10.51791/njap.v48i6.3325)

Omidbaigi, R., Hadjiakhoondi, A., & Saharkhiz, M. (2003). Changes in Content and Chemical Composition of *Pimpinella anisum* Oil at Various Harvest Time. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 6(1), 46-50. Doi:[10.1080/0972-060X.2003.10643328](https://doi.org/10.1080/0972-060X.2003.10643328)

Ölmez, M., Karadağoglu, O., Berberoğlu, T. M., Sarı, E. K., Aras, S. Y., Yılmaz, B., & Şahin, T. (2023). Etlik Bıldırcın (*Coturnix Coturnix Japonica*) Rasyonlarına Prebiyotik Kombinasyonu İlavesinin Büyüme Performansı ve Duodenum Histolojisi Üzerindeki Etkileri. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 299-310.

Ölmez, M., Riaz, R., Karadağoglu, Ö., Şahin, T., Şerbetçi, İ., Yılmaz, B., ... Yörük, M. A. (2023). Effect of SOD-Rich Melon supplement on performance, serum biochemical, antioxidant and meat quality characteristics of Tuj lambs. *Agriculture*, 13(3), 625. Doi:[10.3390/agriculture13030625](https://doi.org/10.3390/agriculture13030625)

Ölmez, M., Şahin, T., Aras, Ş. Y., Karadağoglu, Ö., Sari, E. K., Büyükbaki, H. G., ... Şerbetçi, I. (2023). Using different levels of coated calcium sodium butyrate in the diet of quail on growth performance, duodenal histomorphology, and some biochemical

parameters. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 47(2), 167-175. Doi:[10.55730/1300-0128.4282](https://doi.org/10.55730/1300-0128.4282)

Ölmez, M., Şahin, T., Karadağoglu, Ö., Ögün, M., Yörük, M., & Dalğa, S. (2022). Effect of Probiotic Mixture Supplementation to Drinking Water on the Growth Performance, Carcass Parameters and Serum Biochemical Parameters in Native Turkish Geese Yerli Türk Kazlarında İçme Suyuna Probiyotik Karışımı İlavesinin Büyüme Performansı, Karkas Parametreleri ve Serum Biyokimyasal Parametreleri Üzerine Etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28(1),131-138. Doi: [10.9775/kvfd.2021.26633](https://doi.org/10.9775/kvfd.2021.26633)

Ölmez, M., Kara, K., Karadağoglu, Ö., Ögün, M., Şahin, T., & Şerbetçi, İ. (2022). Chia tohumu ve probiyotik/enzim İlavesinin ayrı ve kombine olarak tuş koyunları rasyonlarında kullanımının performans, rumen ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(3), 1201-1215. Doi:[10.47495/okufbed.1071925](https://doi.org/10.47495/okufbed.1071925)

Ölmez, M., Şahin, T., Karadağoglu, Ö., Yörük, M. A., Kara, K., & Dalğa, S. (2021). Growth performance, carcass characteristics, and fatty acid composition of breast and thigh meat of broiler chickens fed gradually increasing levels of supplemental blueberry extract. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), 1-8. Doi:[10.1007/s11250-020-02542-w](https://doi.org/10.1007/s11250-020-02542-w)

Ölmez, M., Şahin, T., Karadağoglu, Ö., Karadağ Sari, E., Adigüzel Işık, S., Kirmizibayrak, T., & Yörük, M. (2020). The impact of an essential oil mixture on growth performance and intestinal histology in native Turkish geese (Anser anser) Yerli türk kazlarında (Anser anser) esansiyel yağ karışımının büyüme

performansı ve bağırsak histolojisi üzerine etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 26(5), 625-631. Doi: [10.9775/kvfd.2020.24070](https://doi.org/10.9775/kvfd.2020.24070)

Özsoy, B., Karadağoglu, Ö., Yakan, A., Önk, K., Çelik, E., & Şahin, T. (2018). The role of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, egg yolk fatty acid composition, and fecal microflora of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47, e20170159. Doi: [10.1590/rbz4720170159](https://doi.org/10.1590/rbz4720170159)

Özsoy, B., Ölmez, M., Karadağoglu, Ö., Şahin, T. (2017). Determination of the effect of mixture of essential oil and organic acid containing at different levels on broiler rations on fattening performance, carcass parameters and some internal organ weights. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 57(2), 77-82.

Pagan, J. D. (2009). Nutrient requirements: applying the science. *Advances in Equine Nutrition IV*, Nottingham University Press.

Pan, L., Bu, D. P., Wang, J. Q., Cheng, J. B., Sun, X. Z., Zhou, L. Y., ... & Yuan, Y. M. (2014). Effects of Radix Bupleuri extract supplementation on lactation performance and rumen fermentation in heat-stressed lactating Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology*, 187, 1-8. Doi: [10.1016/j.anifeedsci.2013.09.008](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.09.008)

Rabee, A. E., Mohamed M. Ghandour, M., Sallam, A., Elwakeel, E. A., Mohammed, R. S., Sabra, E. A., ... Hafez, O. R. (2024). Rumen fermentation and microbiota in Shami goats fed on condensed tannins or herbal mixture. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 35. Doi: [10.1186/s12917-024-03887-2](https://doi.org/10.1186/s12917-024-03887-2)

Radzikowski, D., & Milczarek, A. (2022). Efficiency of herbs and botanicals in pig feeding. *Animal Science and Genetics*, 18(2). 73-87. Doi:[10.5604/01.3001.0015.9442](https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.9442)

Rai, M., & Kon, K. (2013). *Fighting multidrug resistance with herbal extracts, essential oils and their components*. Academic Press.

Rawat, S. K., & Mourya, O. P. (2021). Feeding garlic (*Allium sativum*) to goats: effect on feed intake and growth performance. *Journal of Natural Resource and Development*, 16(1), 91-98

Redoy, M. R. A., Shuvo, A. A. S., Cheng, L., & Al-Mamun, M. (2020). Effect of herbal supplementation on growth, immunity, rumen histology, serum antioxidants and meat quality of sheep. *Animal*, 14(11), 2433-2441. Doi: [10.1017/S1751731120001196](https://doi.org/10.1017/S1751731120001196)

Ren, Y., Bokshowan, E., Warkentin, T. D., Weber, L. P., & Ai, Y. (2024). Effects of rosemary extract addition on starch bioavailability and antioxidant properties of extruded pet foods. *Animal Feed Science and Technology*, 313, 116005. Doi:[10.1016/j.anifeedsci.2024.116005](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2024.116005)

Riaz R, Karadaoğlu Ö. (2023). Probiyotikler. *Veteriner Bilimlerinde Probiyotiklerin Terapötik, Profilaktik ve Fonksiyonel Kullanımı*, Özgür Yayınları, 1. Doi: [10.58830/ozgur.pub358.c1521](https://doi.org/10.58830/ozgur.pub358.c1521)

Ricke, S. C., Lee, S. I., Kim, S. A., Park, S. H., & Shi, Z. (2020). Prebiotics and the poultry gastrointestinal tract

microbiome. *Poultry science*, 99(2), 670-677.
Doi: [10.1016/j.psj.2019.12.018](https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.018)

Rohrer, E. (2019). Phytogenics – plant extracts in animal nutrition. (19 Ekim 2024 tarihinde <https://www.phytogenius.com/phytogenics-plant-extracts-in-animal-nutrition> adresinden erişilmiştir).

Rota, M. C., Herrera, A., Martínez, R. M., Sotomayor, J. A., & Jordán, M. J. (2008). Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food control*, 19(7), 681-687.
Doi: [10.1016/j.foodcont.2007.07.007](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.07.007)

Saeed, M., Babazadeh, D., Arif, M., Arain, M. A., Bhutto, Z. A., Shar, A. H., ... Chao, S. (2017). Silymarin: a potent hepatoprotective agent in poultry industry. *World's Poultry Science Journal*, 73(3), 483-492. Doi: [10.1017/S0043933917000538](https://doi.org/10.1017/S0043933917000538)

Saeed, M., Khan, M. S., Alagawany, M., Farag, M. R., Alqaisi, O., Aqib, A. I., ... Ramadan, M. F. (2021). Clove (*Syzygium aromaticum*) and its phytochemicals in ruminant feed: An updated review. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 32(2), 273-285. Doi: [10.1007/s12210-021-00985-3](https://doi.org/10.1007/s12210-021-00985-3)

Salem, A. Z. M., El-Adawy, M., Gado, H., Camacho, L. M., González-Ronquillo, M., Alsersy, H., & Borhami, B. (2011). Effects of exogenous enzymes on nutrients digestibility and growth performance in sheep and goats. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3), 867-874.

Salem, A. Z. M., Ronquillo, M., Camacho, L. M., Cerrillo, S. M. A., Domínguez, I. A., & Bórquez, J. L. (2012). Beneficial effects of plant extracts in ruminant nutrition: A review. *Indian Journal of Animal Sciences*, 82(10), 1117-1121. Doi:[10.56093/ijans.v82i10.24275](https://doi.org/10.56093/ijans.v82i10.24275)

Serrano, R., Jordán, M. J., & Bañón, S. (2014). Use of dietary rosemary extract in ewe and lamb to extend the shelf life of raw and cooked meat. *Small Ruminant Research*, 116(2-3), 144-152. Doi:[10.1016/j.smallrumres.2013.10.019](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.10.019)

Shai, K., Lebelo, S. L., Ng'ambi, J. W., Mabelebele, M., & Sebola, N. A. (2022). A review of the possibilities of utilising medicinal plants in improving the reproductive performance of male ruminants. *All Life*, 15(1), 1208-1221. Doi:[10.1080/26895293.2022.2147225](https://doi.org/10.1080/26895293.2022.2147225)

Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2020). Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel. *Food Research International*, 132, 109114. Doi: [10.1016/j.foodres.2020.109114](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109114)

Skoufos, I., Bonos, E., Anastasiou, I., Tsinas, A., & Tzora, A. (2020). Effects of phytobiotics in healthy or disease challenged animals. *Feed Additives*, 311-337. Doi:[10.1016/B978-0-12-814700-9.00018-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00018-2)

Šperňáková, D., Máté, D., Róžaňska, H., & Kováč, G. (2007). Effects of dietary rosemary extract and α -tocopherol on the performance of chickens, meat quality, and lipid oxidation in meat stored under chilling conditions. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 51(4):585-589.

Siregar, R. S., Widiyastuti, Y., Siregar, M. S., & Silalahi, M. (2024). Ginger as an animal feed additive: an overview. *J Anim Plant Sci*, 34(1), 31-49. Doi:[10.36899/JAPS.2024.1.0693](https://doi.org/10.36899/JAPS.2024.1.0693)

Šukele, R., Skadiņš, I., Koka, R., & Bandere, D. (2022). Antibacterial effects of oak bark (*Quercus robur*) and heather herb (*Calluna vulgaris* L.) extracts against the causative bacteria of bovine mastitis. *Veterinary World*, 15(9), 2315-2322, Doi: [10.14202/vetworld.2022.2315-2322](https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.2315-2322)

Şahin, T., Elmalı, D. A., Kaya, İ., Sarı, M., & Kaya, Ö. (2011). The effect of single and combined use of probiotic and humate in quail (*Coturnix coturnix japonica*) diet on fattening performance and carcass parameters.. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1-5.

Şahin, T., Kaya, O., & Sari, M. (2012). Effects of ground Echinacea (*Echinacea purpurea*) supplementation quail diets on growth performance and carcass traits. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(1). Doi : [10.9775/kvfd.2011.4491](https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.4491)

Şahin, T., Sural, T., Ölmez, M., & Karadağoglu, Ö. (2020). Bitkisel ekstrakt karışımlarının broylerlerde performans, karkas randımanı ve bazı iç organ ağırlıkları üzerine etkisi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 91(2), 137-146. Doi: [10.33188/vetheder.685635](https://doi.org/10.33188/vetheder.685635)

Şahin, T., Adıgüzel, A. H., Ölmez, M., & Karadağoglu, Ö. (2020). Broyler Karma Yemlerine İlave Edilen Kekik Yağı (*Origanum vulgare*) ve Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* l.) Tozu Karışımının Besi Performansı, Karkas Parametreleri ve Bazı İç Organ Ağırlıkları Üzerine Etkisi. *Journal of Animal*

Tabassum, A., Nousheen, J., Mobashar, M., Karadağoglu, Ö., Farooqi, S. H., Zaman, M. A., Aziz, S., Akhtar, T., Murtaza, G., & Muzaffar, H. A. (2024). Use of *Saccharomyces cerevisiae* as probiotic in ruminants feed. In P. Liu (Ed.), *Gut health, microbiota and animal diseases* (pp. 143-150). Unique Scientific Publishers. Doi:10.47278/book.CAM/2024.200

Talhok, R. S., Karam, C., Fostok, S., El-Jouni, W., & Barbour, E. K. (2007). Anti-Inflammatory Bioactivities in Plant Extracts. *Journal of Medicinal Food*, 10(1), 1-10. <https://doi.org/10.1089/jmf.2005.055>

Tang, Z. H., Li, T., Tong, Y. G., Chen, X. J., Chen, X. P., Wang, Y. T., & Lu, J. J. (2015). A systematic review of the anticancer properties of compounds isolated from licorice (Gancao). *Planta medica*, 81(18), 1670-1687. Doi: 10.1055/s-0035-1558227

Ünver, E., Okur, A. A., Tahtabiçen, E., Kara, B., & Şamlı, H. E. (2014). Tanenler ve hayvan besleme üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 2(6), 263-267. Doi:10.24925/turjaf.v2i6.263-267.125

Wang, J., Lin, L., Li, B., Zhang, F., & Liu, N. (2019). Dietary *Artemisia vulgaris* meal improved growth performance, gut microbes, and immunity of growing Rex rabbits. *Czech Journal of Animal Science*, 64(4), 174-179. Doi:10.17221/162/2018-CJAS

Wang, Y., Ruan, L., Zhu, J., Zhang, X., Chang, A. C. C., Tomaszewski, A., & Li, R. (2024). Metabolic regulation of misfolded protein import into mitochondria. *eLife*, 12, RP87518. Doi:[10.7554/eLife.87518.3](https://doi.org/10.7554/eLife.87518.3)

Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of animal science*, 86(14), E140-E148. Doi: [10.2527/jas.2007-0459](https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459)

Wise, T. L. (2024). Wise, Tanner L (2024). Effects of exogenous enzymes on dietary nutrient digestibility for broiler chickens and growing pigs. Thesis. Purdue University Graduate School. Doi:[25394/PGS.25675860.v1](https://doi.org/25394/PGS.25675860.v1)

Wortinger, A., & Burns, K. M.(2015). *Nutrition and disease management for veterinary technicians and nurses* (3rd edition) . Wiley-Blackwell.

Yang, W. Z., Ametaj, B. N., Benchaar, C., He, M. L., & Beauchemin, K. A. (2010). Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. *Journal of Animal Science*, 88(3), 1082-1092. Doi:[10.2527/jas.2008-1608](https://doi.org/10.2527/jas.2008-1608)

Zadeh, J. B., Kor, Z. M., & Goftar, M. K. (2013). Licorice (*Glycyrrhiza glabra* Linn) as a valuable medicinal plant. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1(10), 1281-1288.

BÖLÜM II

Rasyonda Yağ Kullanımının Hayvanlarda Üreme Üzerindeki Etkileri

Mükremin ÖLMEZ¹
Özlem KARADAĞOĞLU²

1. Giriş

Biyolojik tür, fiziksel çevre ve beslenme gibi çeşitli faktörler hayvanların sağlık durumu ve üreme performansı üzerinde etkili olmaktadır. Bununla birlikte, literatürden ve pratik deneyimlerden elde edilen kanıtlar, sağlık durumu ve üreme olayları üzerindeki doğrudan etkileri açısından beslenme faktörlerinin belki de en önemlisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca, beslenme faktörleri, olumlu sonuçlar elde etmek için diğer faktörlerden daha kolay bir

¹ Doç. Dr., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Kars/Türkiye, Orcid: 0000-0002-5003-3383, mukremin.olmez@hotmail.com

² Doç. Dr., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Kars/Türkiye, Orcid: 0000-0002-5917-9565, drozlemkaya@hotmail.com

şekilde manipüle edilebilmektedir (Wilkanowska & Kokoszyński, 2015). Yağ, dengeli rasyonların önemli bir bileşenidir ve sıklıkla rumendeki asit yükünü artırmadan rasyonun enerji yoğunluğunu artırmak için kullanılmaktadır (Kirkland & Wilmar, 2017). Rasyondaki yağlar, enerji durumunu iyileştirerek ve steroidler ve prostaglandinler gibi üreme hormonlarının sentezi için öncülleri artırarak, hem yumurtalık folikülü hem de korpus luteum işlevini değiştirerek üremeyi olumlu yönde etkileyebilmektedir. N-3 ailesinin rasyon yağ asitleri, prostaglandin F2α'nın yumurtalık ve endometriyal sentezini azaltmakta ve böylelikle hayvanlarda doğumları geciktirebilmektedir (Mattos, Staples, & Thatcher, 2000).

İn vitro ve in vivo araştırmalar, başta esansiyel yağ asitleri olmak üzere bazı fonksiyonel yağ asitlerinin folikül gelişimi, oosit olgunlaşması, endometriyal alıcılık, plasenta gelişimi, embriyo gelişimi ve laktasyon performansında rol oynadığını göstermiştir (Aardema & ark., 2013).

Rumende korunmuş yağlar (RKY) mikrobiyal fermentasyon ve biyohidrojenasyondan korundukları ve normal işkembe pH'sında çözünmez kaldıkları için çözünmeyen yağlar olarak kabul edilmektedir. Lif sindirilebilirliği, yüksek yağ katkılı diyetlerde RKY ile beslenerek iyileştirilebilmektedir (Palmquist & Jenkins, 1980). Ayrıca RKY ilavesi işkembede metan üretiminin azalması ve uzun zincirli yağ asitlerinin doğrudan kullanılması sonucunda enerji yararlanımını artırmaktadır (Park & ark., 2010). Hayvan beslemede kullanılan her biri farklı özelliğe sahip 3 farklı tipte RKY bulunmaktadır. Bunlar kalsiyumla sabunlaştırılmış yağlar, hidrojenize yağlar ve fraksiyonel edilmiş yağlardır “Protected fat”.

2.Çeşitli Hayvan Türlerinin Rasyonlarında Yağ Kullanımının Potansiyel Etkileri

2.1. Sığır

Erken laktasyon döneminde süt ineklerinde metabolizma ve üreme ile ilgili bozukluklar, negatif enerji durumundan kaynaklanmaktadır (Grummer & Carroll, 1991).

Rasyonun enerji yoğunluğunu artırmak için aşırı miktarda tahıl veya yağ verilmesi, süt yağı depresyonu ve olası rumen asidozu nedeniyle istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle rumen fermantasyonunu bozmadan rasyonun enerji yoğunluğunu güvenli bir şekilde artırmada hayvanlara rumende korunmuş yağ verilmesi rasyonda tahıl ve yağ kullanılmasına alternatif bir yol olarak görülmektedir (Erickson, Murphy, & Clark, 1992). Rasyona Ca-UZYA (Uzun zincirli yağ asitlerinin kalsiyum tuzları) ilavesi, süt ineklerinin üreme performansı üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir; bu durum, ayrıca Ca tuzunun spesifik yağ asitleri profiline de bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ca-UZYA ile beslenme gebelik oranını artırmakta ve açıkta geçen gün sayısını azaltmaktadır. Başlangıçta, korunmuş yağlar sadece geçiş dönemindeki inekler için üreme performansında iyileşmeye yol açan bir enerji takviyesi olarak düşünülmüş, ancak daha sonra bu etkinin esas olarak kolesterol ve prostaglandinler yoluyla progesteronun öncüsü olarak hareket eden yağ asitlerinden de kaynaklandığı gösterilmiştir (Staples, Burke, & Thatcher, 1998).

Hayvanlarda üremeyi araştıran çalışmalarda kullanılan başlıca yağ asitleri eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5n-3) ve dokosaheksaenoik asitin (DHA, 22:6n-3) dahil olduğu n-3 uzun zincirli yağ asitleri ve Araşidonik asidin (AA, 20:4n-3) dahil olduğu

n-6 uzun zincirli yağ asitleridir. Bu uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) vücutta kısa zincirli n-3 -linolenik asit (ALA, 18:3n-3) ve n-6 linoleik asitten (LA, C18:2n-6) desatürasyon ve uzamayı içeren bir dizi adımla sentezlenmektedir (Lands, 1992). Sığır, koyun ve keçilerde n-3 ve n-6 yağ asitlerinin progesteron ve prostaglandin salınımı üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir. n-6 yağ asitleri prostaglandin serisinin sentezini artırırken, n-3 yağ asitleri progesteron sentezini arttırdığı bildirilmiştir (Soydan & ark., 2020).

Genellikle rasyon yağı, ovulatuar foliküllerin sayısını ve boyutunu, progesteronun plazma konsantrasyonunu artırmak ve prostaglandin metabolitinin salgılanmasını azaltmak da dahil olmak üzere süt ineklerinin üreme durumunu etkilemekte bu da korpus luteumun ömrünün uzamasına ve doğum oranının artmasına neden olmaktadır (Palmquist, 2010). Ferguson & ark. (1990) günde 0,5 kg lipit tüketen laktasyondaki ineklerde gebelik olasılığının 2,2 kat arttığını bildirmişlerdir. İsrail’de yapılan diğer bir çalışmada ise; 108 Holstein-Friesian inek %2,4 palm yağ asidi kalsiyum tuzu takviye edilmiş rasyonla veya kontrol rasyonu ile beslenerek 110 gün boyunca denemeye tabi tutulmuş ve deneme sonunda takviye edilmiş rasyonla beslenen ineklerin ilk kızgınlıkta gebe kalma oranlarının (%60,5’e karşı %43,1) daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Grummer & Carroll, 1991).

2.2. Koyun

Koyunlarda üreme performansını etkileyen pek çok faktör arasında enerji en büyük etkiye sahiptir. enerji yoğunluğunu arttırması ve rasyonları faydalı yağ asitleriyle destekleyebilmesi nedeniyle koyun rasyonlarında yağ kullanılmasına yönelik olarak

artan bir ilgi söz konusudur. Rasyondaki çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) vücuda enerji sağlama, hücre zarlarının yapısal bileşenlerine katkıda bulunmanın yanı sıra prostaglandin (PG) sentezinin öncüleri olma gibi fonksiyonlara sahiptirler (Costa & ark., 2011).

Koçlarda, omega-3, DHA'nın hücre zarı fosfolipidlerine etkili bir şekilde dahil edilmesi ve bunun sonucunda soğuk şokunun önlenmesi nedeniyle, çözülme sonrası koç spermasının sperm kalitesini iyileştirmek için doymuş yağ asitleri ve omega-6 kaynaklarına kıyasla sperm kalitesi üzerinde daha iyi bir etkiye sahiptir (Esmaili & ark., 2014).

Balık yan ürünleri yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içermekte ve rumende değişime uğramadan geçerek rumen fermantasyonu üzerinde herhangi bir etki yaratmamaktadır (Herrera-Camacho & ark., 2011).

Masoudi (2021) Zandi ırkı koçlarının döl verimi ve semen kalitesi üzerine rasyon balık yağının etkisini araştırdıkları çalışmada; 15 zandi koçu yağ ilavesi yapılmayan negatif kontrol grubu, palm yağı içeren rasyonla beslenen grup ve balık yağı içeren rasyonla beslenen grup olmak üzere rastgele 3 gruba ayırmışlar ve 70 günlük besleme denemesinin sonucunda Omega-3 yağ asitleri kaynağı olarak balık yağı içeren koç rasyonlarının koçların sperma hacmini, konsantrasyonunu, hareketliliğini ve canlılığını artırdığını bildirmişlerdir.

2.3.Keçi

Koyunların ihtiyaçlarına uygun olarak yeterli ve dengeli bir şekilde beslenmesi üreme performansını puberta başlangıcından

yaşamları boyunca ürettikleri toplam kuzu sayısına kadar önemli ölçüde etkileyen temel faktördür. Ayrıca büyüme dönemindeki oğlak ve dişi kuzuların puberta yaşı da beslenmeden etkilenmektedir. Koyun ve keçilerin canlı ağırlığı, vücut kondisyonu ve çiftleşmeden önceki son haftalardaki beslenme düzeni, yumurtlama hızında belirgin değişikliklere yol açabilen kritik faktörler arasındadır (Alataş, 2021).

Keçilerin üreme performansı, ticari keçi çiftliklerinin üretkenliğinin ve ekonomik sürdürülebilirliğinin önemli bir belirleyicisidir. Üreme süreci genetik ve çevresel faktörler tarafından düzenlenmekte ve tüm bu etkilerin net etkisi üremenin düzeyini ve verimliliğini belirlemektedir. Sağlıklı keçi sürülerinde döl verimi, ergenlik öncesi (Bocquier & ark., 1996) ve doğum sonrası beslenmeden (Sachdeva & ark., 1973), kondisyon (Absy, Abuzead, & Zeidan, 2001) ve yaştan (Erasmus, Fourie, & Venter, 1985) etkilenmektedir.

Dolatpanah & ark. (2008) Tekelerin rasyonlarına ilave edilen balık yağının sperma özellikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla 16 Markhoz ırkı tekeyi takviye içermeyen kontrol rasyonu grubu, balık yağı ile desteklenen grup (2,50 %KM), Balık yağı (2.50% KM) ve vitamin E (0.30 g/kg KM) destekli grup ve E vitamini (0,30 g/kg KM) destekli grup olmak üzere rastgele 4 gruba ayırarak yapmış oldukları çalışmanın sonucunda; E vitamini ile birlikte balık yağı takviyesinin Markhoz tekelerinin sperma kalitesi ve döl verimi üzerinde faydalı bir etkiye sahip olabileceğini göstermişlerdir. Mahla & ark. (2017) Keçilerin rasyonlarına çoklu doymamış yağ asitleri açısından zengin balık yağı eklenmesinin, oğlaklama

oranındaki sayısal artışla birlikte yumurtlama öncesi folikül sayısı ve ovulasyon oranını önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir.

2.4. Manda

Mandaların dengeli ve ekonomik olarak beslenmesi optimum verim için son derece önemlidir. Düşük üretim esas olarak yem kaynaklarının kıt olmasından ve dengesiz besleme uygulamalarından kaynaklanmaktadır. Beslenmenin doğru bir şekilde yönetilmesi, başarılı bir manda üreme ve sağlık programının temel anahtarıdır (Javed & ark., 2022).

Mandalar yaşama, büyüme, gelişme, üreme ve üretim performansı için enerjiye gereksinim duymaktadırlar. Enerji ise genellikle nişasta, selüloz gibi karbonhidratlardan ve yağlardan elde edilmektedir (Bülbül, 2010).

Adeel & ark. (2009) Nili-Ravi manda boğalarının sperma kalitesi üzerine rasyon yağının etkilerini araştırmak amacıyla 21 baş boğayı kontrol rasyonu, ayçiçeği yağı rasyonu veya ayçiçeği tohumu rasyonu ile 63 gün boyunca beslemişler ve araştırma sonucunda yağ kaynağı olarak ayçiçeği yağı veya tohumu kullanılmasının manda boğalarında sperma kalitesini artırdığını rapor etmişlerdir.

2.5. Kanatlı

Kaliteli ve hijyenik yumurtaların oluşumu ve üretimi için üreme organlarının sağlıklı olması gerekmektedir. Yumurtaların oluşma mekanizmasının daha iyi anlaşılması için dişi üreme sisteminin yapı ve fonksiyonlarının incelenmesi önem taşımaktadır. Yumurtalık hücrelerinin foliküler büyüme ve farklılaşmasının yanı sıra steroidogenez ve oosit olgunlaşmasına yönelik benzersiz

işlevleri, gonadotropinler ve gonadal steroidler tarafından düzenlenmektedir (Yoshimura & Barua, 2017).

Kanatlıların rasyonlarına yağ asidi özellikle de omega 3 ve omega 6 ilavesi fertilitite, semen kalitesi ve miktarının iyileşmesine yardımcı olmaktadır. (Kelso & ark., 1997) 39 haftalık yaştaki erkek tavukların rasyonlarına ALA (takviyesinin, sperm fosfolipitlerindeki artan omega 3 yağ asidi konsantrasyonundan dolayı semen fertilitesinde artışla sonuçlandığını bildirmişlerdir (Cerolini & ark., 2000) rasyona yağ asidi ilavesinin spermatozoa özelliklerini etkileyebileceğini bildirmişlerdir.

Etlik piliç üretimini optimize etmek, öncelikle broyler damızlıkların beslenmesi ve yönetimine atfedilebilecek bir özellik olan kuluçkada civciv kalitesi ile başlamaktadır. Broyler damızlıkların beslenmesi, kuluçkalık yumurta verimliliğine ve kuluçka kabiliyetine, civciv çıkış ağırlığına ve yetiştirme tesislerine yerleştirildikten sonraki performansa katkıda bulunmaktadır (Wilson, 1997). Broyler damızlıklarının rasyonları daha sonraki yumurta üretim performansını (Brake, 1990; Peebles & ark., 2000) ve ayrıca broyler yumurtalarında embriyo büyüme ve gelişimi ile kuluçka randımanını etkilemektedir ((Latour & ark., 1996; Peebles & ark., 2000). Beslenme faktörleri vücut yağ birikimini etkilemektedir. Genel olarak, rasyondaki yağların ve yağ asidi sentezinin emiliminin engellenmesinin ve/veya yağ asidi β -oksidasyonunun sağlanmasının, abdominal yağ hücrelerinin boyutunu ve/veya sayısını azaltarak bu bölgedeki yağ birikimini azalttığı görülmüştür (Fouad & El-Senousey, 2014).

Ma & ark. (2024) abdominal yağ içeriği bakımından farklı olan 2 broyler hattı üzerinde yaptıkları çalışmada yağsız tavukların ilk yumurtlama yaşının yağlı tavuklara göre önemli ölçüde daha erken olduğunu, iki tavuk hattı karşılaştırıldığında ilk yumurtlamadan 50 haftalık yaşa kadar toplam yumurta veriminde önemli bir farklılık görülmezken, yağsız tavukların ilk yumurtlamadan 35 haftalık yaşa kadar yağlı tavuklara göre daha fazla yumurta verdiğini, yağlı tavukların ise 36- 42 ve 43 - 50. haftalar arasında yağsız emsallerine göre yumurta verimlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Kanatlı rasyonlarının ME'sini arttırmanın en pratik yöntemi yağ ilavesidir. Broyler damızlıklarının diyetlerine %5 oranında kanatlı yağı eklenmesinin yumurta üretimini arttırdığı rapor edilmiştir (Brake, Garlich, & Baughman, 1989). Bıldırcınlarda rasyondaki KLA miktarı %0,5'in üzerine çıktığında ise kuluçkalık yumurtalarda embriyonik ölümler görülmüştür (Vilchez & ark., 1991).

KAYNAKLAR

Aardema, H., Lolicato, F., van de Lest, C. H., Brouwers, J. F., Vaandrager, A. B., van Tol, H. T., Roelen, B. A., Vos, P. L., Helms, J. B., & Gadella, B. M. (2013). Bovine cumulus cells protect maturing oocytes from increased fatty acid levels by massive intracellular lipid storage. *Biology of reproduction*, 88(6), 164, 161-115. doi:10.1095/biolreprod.112.106062

Absy, G., Abuzead, S., & Zeidan, A. (2001). Resumption of postpartum ovarian activity in goats as affected by kidding season and body condition score under Egyptian conditions. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 71(10).

Adeel, M., Ijaz, A., Aleem, M., Rehman, H., Yousaf, M., & Jabbar, M. (2009). Improvement of liquid and frozen-thawed semen quality of Nili-Ravi buffalo bulls (*Bubalus bubalis*) through supplementation of fat. *Theriogenology*, 71(8), 1220-1225. doi: 10.1016/j.theriogenology.2009.01.008

Alataş, M. S. (2021). Koyun-Keçilerde Bakım ve Beslenmenin Önemi H. Erdem, E. Çiftçi, M. Işık, & Ü. Yorgancılar (Ed.), *Kuzu ve Oğlak Ölümlerinin Önlenmesinde Koyun ve Keçi Sağlığı ve Yetiştiriciliği* pp. 85-98. Ankara: Akademisyen Yayınevi.

Bocquier, F., Leboeuf, B., Guedon, L., & Chilliard, Y. (1996). *Reproductive performances of artificially inseminated prepubertal goat: effects of feeding level and body weight*. Paper presented at the 3èmes rencontres autour des recherches sur les ruminants Paris.

Brake, J. (1990). Effect of four levels of added fat on broiler breeder performance. *Poultry Science*, 69(10), 1659-1663. doi:10.3382/ps.0691659

Brake, J., Garlich, J., & Baughman, G. (1989). Effects of lighting program during the growing period and dietary fat during the laying period on broiler breeder performance. *Poultry Science*, 68(9), 1185-1192. doi:10.3382/ps.0681185

Bülbül, T. (2010). Energy and nutrient requirements of buffaloes. *Kocatepe Veterinary Journal*, 3(2), 55-64.

Cerolini, S., Surai, P., Mangiagalli, G., Cavalchini, L., & Noble, R. (2000). Effect of n-3 and n-6 fatty acid supplemented diets and vitamin E level on semen quality in cockerels. *British Poultry Science*, 41(S1), 8-10. doi:10.1080/00071660050148453

Costa, R. L. D. d., Fontes, R. d. S., Cunha, E. A. d., Bueno, M. S., Quirino, C. R., Afonso, V. A. C., Otero, W. G., Santos, L. E. d., & Dias, Â. J. B. (2011). Reproductive performance of Santa Inês ewes fed protected fat diet. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46, 663-668. doi:10.1590/S0100-204X2011000600013

Dolatpanah, M., Towhidi, A., Farshad, A., Rashidi, A., & Rezayazdi, A. (2008). Effects of dietary fish oil on semen quality of goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(1), 29-34.

Erasmus, J., Fourie, A., & Venter, J. (1985). Influence of age on reproductive performance of the Improved Boer goat doe. *South African Journal of Animal Science*, 15(1), 5-7.

Erickson, P. S., Murphy, M. R., & Clark, J. (1992). Supplementation of dairy cow diets with calcium salts of long-chain fatty acids and nicotinic acid in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 75(4), 1078-1089. doi:10.3168/jds.S0022-0302(92)77852-7

Esmaeili, V., Shahverdi, A., Alizadeh, A., Alipour, H., & Chehrazi, M. (2014). Saturated, omega-6 and omega-3 dietary fatty acid effects on the characteristics of fresh, frozen–thawed semen and blood parameters in rams. *Andrologia*, 46(1), 42-49. doi: 10.1111/and.12040

Ferguson, J., Sklan, D., Chalupa, W., & Kronfeld, D. (1990). Effects of hard fats on in vitro and in vivo rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 73(10), 2864-2879. doi:10.3168/jds.S0022-0302(90)78974-6

Fouad, A., & El-Senousey, H. (2014). Nutritional factors affecting abdominal fat deposition in poultry: a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7), 1057. doi:10.5713/ajas.2013.13702

Grummer, R., & Carroll, D. (1991). Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 69(9), 3838-3852. doi: 10.2527/1991.6993838x

Herrera-Camacho, J., Soberano-Martinez, A., Duran, K. E. O., Aguilar-Perez, C., & Ku-Vera, J. C. (2011). Effect of fatty acids on reproductive performance of ruminants *Artificial Insemination in Farm Animals*: IntechOpen.

Javed, K., Salman, M., Sharif, M., Muneer, H., Muzammal, U., Najam, T., & Iqbal, U. (2022). Nutritional Requirements of Dairy Buffalo. *Brazilian Journal of Science*, 1(9), 1-8. doi:10.14295/bjs.v1i9.86

Kelso, K. A., Cerolini, S., Speake, B. K., Cavalchini, L. G., & Noble, R. C. (1997). Effects of dietary supplementation with α -linolenic acid on the phospholipid fatty acid composition and quality of spermatozoa in cockerel from 24 to 72 weeks of age. *Reproduction*, 110(1), 53-59. doi:10.1530/jrf.0.1100053

Kirkland, R., & Wilmar, V. (2017). Fat in ruminant diets. Retrieved from <https://www.megalac.com/about/news/120-fat-in-ruminant-diets>

Lands, W. E. (1992). Biochemistry and physiology of n-3 fatty acids. *The FASEB journal*, 6(8), 2530-2536. doi:10.1096/fasebj.6.8.1592205

Latour, M., Peebles, E., Boyle, C., Doyle, S., Pansky, T., & Brake, J. (1996). Effects of breeder hen age and dietary fat on embryonic and neonatal broiler serum lipids and glucose. *Poultry Science*, 75(6), 695-701. doi:10.3382/ps.0750695

Ma, Y., Cheng, B., Zhou, S., Wang, Y., Jing, Y., Leng, L., Wang, S., Li, Y., Luan, P., & Cao, Z. (2024). Comparative analyses of laying performance and follicular development characteristics between fat and lean broiler lines. *Poultry Science*, 103(1), 103250. doi:10.3382/ps.0750695

Mahla, A. S., Chaudhari, R. K., Verma, A. K., Singh, A. K., Singh, S. K., Singh, G., Sarkar, M., Dutta, N., Kumar, H., & Krishnaswamy, N. (2017). Effect of dietary supplementation of omega-3 polyunsaturated fatty acid (PUFA) rich fish oil on reproductive performance of the goat (*Capra hircus*). *Theriogenology*, 99, 79-89. doi:10.1016/j.theriogenology.2017.05.023

Masoudi, R. (2021). Effect of Dietary fish oil on semen quality and reproductive performance of Iranian Zandi rams. *Archives of Razi Institute*, 76(3), 621. doi: 10.22092/ari.2020.351433.1524

Mattos, R., Staples, C. R., & Thatcher, W. W. (2000). Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of reproduction*, 5(1), 38-45. doi:10.1530/ror.0.0050038

Palmquist, D. (2010). *Essential fatty acids in ruminant diets*. Paper presented at the Proceedings of the 21nd Annual Ruminant Nutrition Symposium.

Palmquist, D., & Jenkins, T. (1980). Fat in lactation rations. *Journal of Dairy Science*, 63(1), 1-14.

Park, B. K., Choi, N.-J., Kim, H. C., Kim, T. I., Cho, Y. M., Oh, Y. K., Im, S. K., Kim, Y. J., Chang, J. S., & Hwang, I. H. (2010). Effects of amino acid-enriched ruminally protected fatty acids on plasma metabolites, growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(8), 1013-1021. doi:10.5713/ajas.2010.90559

Peebles, E. D., Zumwalt, C., Doyle, S. M., Gerard, P. D., Boyle, C., Smith, T., & Latour, M. (2000). Effects of dietary fat type and level on broiler breeder performance. *Poultry Science*, 79(5), 629-639. doi:10.1093/ps/79.5.629

Sachdeva, K., Sengar, O., Singh, S., & Lindahl, I. (1973). Studies on goats: I. Effect of plane of nutrition on the reproductive performance of does. *The Journal of Agricultural Science*, 80(3), 375-379. doi:10.1017/S0021859600058019

Soydan, E., Kuran, M., Ocak, N., Yıldız, S., & Ulutaş, Z. (2020). Effects of omega-3 and omega-6 fatty acids on some reproductive parameters in ewes. *Large Animal Review*, 26(6), 329-336.

Staples, C., Burke, J., & Thatcher, W. (1998). Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 81(3), 856-871. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75644-9

Vilchez, C., Touchburn, S., Chavez, E., & Chan, C. (1991). Effect of Feeding Palmitic, Oleic, and Linoleic Acids to Japanese Quail Hens (*Coturnix coturnix japonica*): 1. Reproductive Performance and Tissue Fatty Acids. *Poultry Science*, 70(12), 2484-2493.

Wilkanowska, A., & Kokoszyński, D. (2015). Effect of diet and physical activity of farm animals on their health and reproductive performance *Handbook of Fertility* pp. 159-171: Elsevier.

Wilson, H. (1997). Effects of maternal nutrition on hatchability. *Poultry Science*, 76(1), 134-143. doi:10.1093/ps/76.1.134

Yoshimura, Y., & Barua, A. (2017). Female reproductive system and immunology. *Avian Reproduction: From Behavior to Molecules*, 33-57. doi:10.1007/978-981-10-3975-1_3

BÖLÜM III

Hayvan Beslemede Yapay Zeka Tabanlı Yenilikçi Yöntemler

Tuğçe Merve BERBEROĞLU¹
Özlem KARADAĞOĞLU²

1. Giriş

Hayvan beslenmesi, özellikle tarım ve hayvancılık sektörlerinde önemli bir gelişme alanıdır. Bu alanda yapılan araştırmalarda karşılaşılan zorluklar arasında, elde edilen verilerin doğru bir şekilde anlaşılması, organize edilmesi ve kullanılmasıdır. Hayvan beslenmesi verilerinin çeşitli ve karmaşık olması, bu verilerin analiz edilmesini ve uygulamaya yönelik etkili stratejiler geliştirilmesini zorlaştırmaktadır (Milosevic & ark., 2019).

¹ Arş. Gör., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Kars/Türkiye, Orcid: 0000-0001-8975-6653, tugcemerveberberoglu@gmail.com

² Doç. Dr., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Kars/Türkiye, Orcid: 0000-0002-5917-9565, drozlemkaya@hotmail.com

Son yıllarda, mühendislik, eczacılık ve tıp alanlarında yapay zekanın kullanımına, gıda bilimi ve beslenmeyle ilgili yapay zekanın tarihine, tarım ve gıda endüstrisinde kullanılan yapay zeka teknolojilerine ve özellikle gelecekte gıdalarla bağışıklığın artırılması, bağırsak mikrobiyom profillerinin analizi ile gıda bileşenlerinin toksisite tahmini gibi alanlarda yapay zeka uygulamalarına yer verilmektedir (Authority & ark., 2019; Zawacki-Richter, Marın & Bond, 2019; Ben Ayed & Hanana, 2021; Siad & Bouzid, 2023). Bu bağlamda, tarım, gıda, mühendislik, eczacılık ve tıp alanlarında önemli gelişmeler kaydeden yapay zeka teknolojileri, hayvan beslenmesi gibi daha geleneksel alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır (Milosevic & ark., 2019).

Yapay zeka, büyük veri analizi, makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi yöntemler aracılığıyla, hayvan beslenmesi verilerinin daha etkin bir şekilde anlaşılması ve yönetilmesi konusunda önemli bir araç sunmaktadır. Yapay zeka, verilerin daha hızlı ve doğru bir şekilde işlenmesine imkan tanırken, aynı zamanda karmaşık ilişkilerin tespit edilmesine ve optimize edilmiş beslenme programlarının geliştirilmesine yardımcı olmaktadır.

Bu bağlamda, yapay zeka uygulamaları, hayvan beslenmesi alanındaki verimliliği artırmak, hayvan sağlığını iyileştirmek ve rasyon içeriklerini optimize etmek adına büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak, yapay zekanın etkin bir şekilde kullanılabilmesi için hala çeşitli teknik, etik ve lojistik zorlukların aşılması gerekmektedir. Bu zorluklar arasında, veri kalitesinin artırılması, algoritmaların güvenilirliğinin sağlanması ve kullanımın yaygınlaştırılması yer almaktadır.

2. Hayvan besleme ve beslenme modellerinde yapay zeka destekli gelişmeler

Hayvan besleme alanında veri toplama ve analizine olan ilgi, 1980'lerin ortalarından itibaren verileri kayıt etmek amacıyla güçlü bilgisayar algoritmaları ve özel yazılımlar tarafından yönlendirilen dijital hesaplamadaki gelişmelerle başlamıştır. Son zamanlarda, veri analitiği, büyük veri, yapay zeka, endüstri ve üniversite düzeylerinde kuruluşlar arasındaki artan rekabet desteklenerek ivme kazanmıştır (Herden, 2020). Veri analitiği, verilerin toplanması, depolanması ve analiz edilmesi süreçlerini kapsayarak içgörüler elde etmeye odaklanan bir disiplindir. Karar destek sistemleri ise bu içgörülerini kullanarak belirli sorunları veya tanımlanmış hedefleri çözmek için tasarlanmış bilgisayar tabanlı bilgi sistemleridir. Bu sistemler, veri analitiğinden önce gelişmiş olup, 1960'larda dijital hesaplamanın yaygınlaşmasıyla çeşitli uygulamalara entegre edilmiştir (Burstein, Holsapple & Power, 2008). Hayvan bilimciler, beslenme modelleri geliştirmeye başladığı 1970'lerde karar destek sistemlerini kullanmaya başlamışlardır (Tedeschi & Menendez, 2020). Karar destek sistemleri, daha kapsamlı ve dinamik veri tabanları kullanarak hızlı veri analizi yapılmasını sağlayan yeni analitik tekniklerin ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır. Bu gelişmeler, verileri toplamak, dijital verileri depolamak ve verileri analiz etmek için daha hızlı bilgisayarlar ve algoritmaların ortaya çıkmasını sağlamıştır (Tedeschi, Greenwood, & Halachmi, 2021). Ayrıca yapay zeka, daha fazla verilerin işlenmesine ve kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Tedeschi, 2022). Hayvan beslenmesinde hedeflenen günlük verilere ulaşabilmek amacıyla modellenme sisteminin oluşması gerekmektedir. Yapay zeka, verileri yeni modelleme metodları ile değerlendirmesine olanak sağlarken, eski

modelleme yöntemleri farklılaşmaya başlamış ve yeni araştırma alanları ortaya çıkmıştır. Bu durum, eski modelleme yöntemlerinin, yeni modelleme teknolojilerinde kullanımı entegre edilerek daha iyi sonuçlar elde edilmesini amaçlamaktadır (Jacobs & ark., 2022).

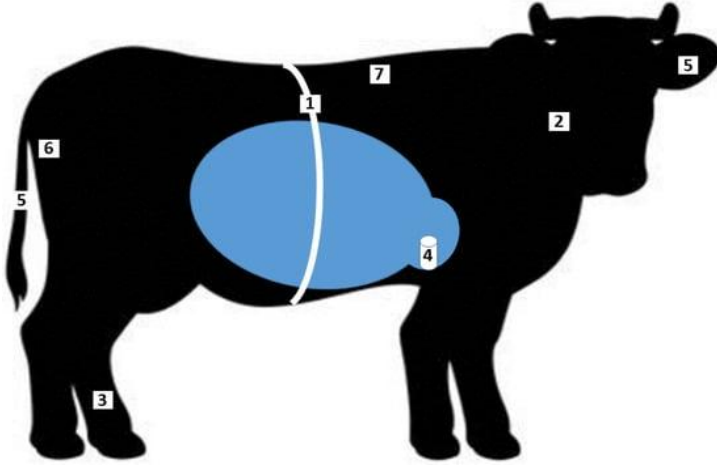
3. Ruminantlarda yapay zeka uygulamaları

Son yıllarda, artan hayvansal ürün talebiyle birlikte hayvancılık sektöründe önemli değişiklikler yaşanmıştır. Bu değişimler, hayvan üretim sistemlerinin verimliliğini ve çevresel sürdürülebilirliğini artırma gerekliliğini ortaya koymuştur. Etkili üretim, sağlık ve refah açısından hayvan sayısının artmasıyla mümkün hale gelmiştir; böylelikle bilim ve teknolojideki gelişmeler büyük rol oynamaktadır. Bu bağlamda, hayvancılık teknolojileri, çiftçilere hayvansal üretim süreçlerini optimize etme, israfı ve maliyetleri minimize etme konusunda büyük avantajlar sağlamaktadır. Günümüzde modern tarımda bu teknolojiler, giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Chelotti & ark., 2024).

Hayvancılıkta beslenme davranışı, hem hayvancılık hem de tarımda önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır. Son yıllarda, geviş getiren hayvanların davranışlarını izlemek için otomatik sistemlere olan ilgi artmıştır. Bu sistemler, günlük yem tüketimi, sindirim sistemi faaliyetleri, süt verimi, vücut ısısı ve kompozisyonu gibi parametreleri izlemek amacıyla hareket, ses, basınç ve görüntü sensörleri kullanarak hayvanların verilerini toplayarak analiz etmektedir (Chelotti & ark., 2024). Ayrıca, hayvanların tartı kullanmaktan kaçınılarak stres yaşamasını önlemek ve süreci hızlandırmak için otomasyon, hassas sensörlerle ağırlık ölçümünü yapabilmektedir. Elde edilen veriler, yapay zeka ile işlenerek çiftçilik uygulamalarını iyileştirmek için içgörüler

sağlamakta ve kalite güvencesi süreçlerini kolaylaştırmaktadır (Melak, Aseged & Shitaw, 2024).

Dünya genelinde, ekonomik açıdan sığır çiftliklerindeki hayvan sayısını artırma eğilimi giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak bu artış, hayvan refahı, sürdürülebilir tarım ve hayvancılık ile sıklıkla tartışmalı bir şekilde ilişkilendirilen karbon ayak izi gibi önemli kavramlarla birlikte ele alınmaktadır. Yapay zeka teknolojisiyle ve uygun sensör teknolojileriyle gerçekleştirilen sürekli izleme, veri işleme, veri entegrasyonu ve müdahale sistemlerinin kullanılması ile hayvan refahının sağlanması amaçlanmaktadır. Daha sürdürülebilir bir hayvancılık için yapay zeka sisteminin makine öğrenme algoritmaları ve artan veri toplama ile daha iyi tahminle yapması öngörülmekte ve bu sayede gelecekte insan emeği ihtiyacının azalması hedeflenmektedir. Bu bağlamda, hayvancılık sektöründe kullanılan sensör türlerinin sayısı ve uygulama alanları hızla artmaktadır. Kullanılan sensörler ise büyük bir çeşitlilik göstermektedir (Hajnal, Kovacs & Vakulya, 2022) (Şekil 1).



***Şekil 1.** Süt ineklerinin beslenme yönetiminde kullanılan sensörler (Hajnal ve ark. 2022).*

- 1.Vücut yüzeyi EKG cihazı
- 2.Boyun geniş getirme sensörü
- 3.Bacak aktivite sensörü
- 4.Mide (rumen) sensörleri
- 5.Kuyruk ve kulak kızgınlık tespiti sensörü
- 6.Vajinal bölge tespiti sensörü
- 7.Deri altı sensör

4. Çevresel stres, yapay zeka ve besleme stratejileri

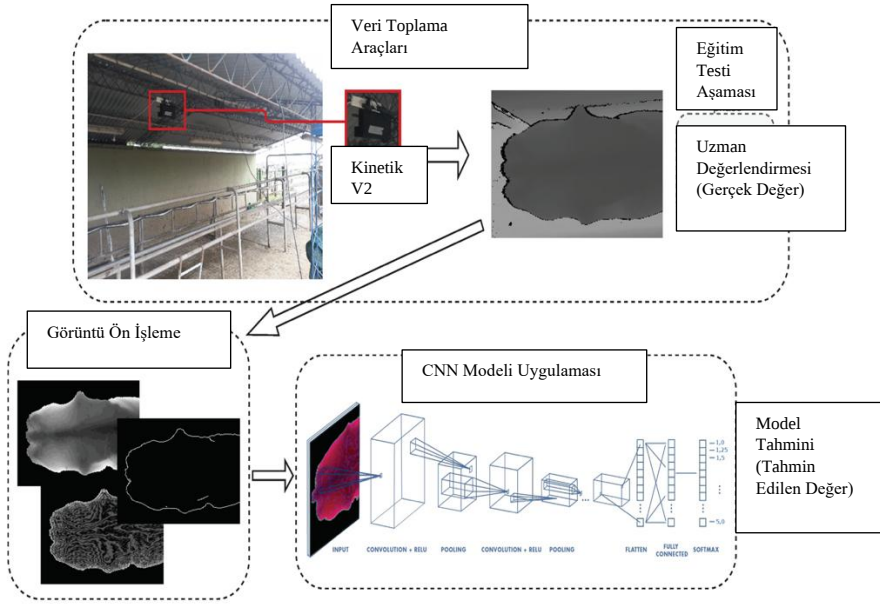
Hayvancılığın çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve optimum besleme stratejilerinin geliştirilmesi, besleme sistemleri ve rasyon hakkındaki bilgilere dayanır (Makkar & Ankers, 2014). Sıcaklık stresi, hayvanların üretimin performanslarında olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Küresel iklim değişikliğiyle ilişkili

sıcaklık stresinin neden olduğu olumsuz etkiler arasında süt verimi, metabolizması ve üreme kabiliyetinde performans düşüşlerine neden olabilmektedir. Yüksek evre sıcaklığı, ruminantlarda ısı atımını sınırlamasıyla birlikte vücut ısılarında artışa ve dolayısıyla strese neden olmaktadır (Alkoyak, 2016). Yapay zeka, ruminantlarda sıcaklık stresinin neden olduğu performans düşüşlerinde yapay zeka algoritmaları sayesinde önemli iyileştirmeler sağlamaktadır. Bu yapay zeka destekli araçlar, ruminantlarda sıcaklık stresıyla ilişkili üretim kayıplarını en aza indirmeye yardımcı olmak için hayvan performansını kapsamlı şekilde değerlendirmektedir. Günümüzde ise ruminatlarda etkili izleme sistemleriyle hayvan performansının olumsuz etkiler, yapıcı bir şekilde değerlendirilmesini gerektirmektedir. Sıcaklık stresinin neden olduğu etkiler, günümüz akıllı dijital çağda, gelişmiş ve gelişmekte olan yapay zeka teknolojilerinin benimsenmesiyle sıcaklık stresi yönetimi için önem kazanmaktadır (Rebez & ark., 2024). Ruminatlarda, iklim değişikliğinin neden olduğu sıcaklık stresi etkileri gözleme dayanmaktadır. Bu gözlemler arasında, sıcaklık stresinin neden olduğu yem tüketiminin düşmesi, kaba ve konsantre yemleri seçerek tüketimleri sonucu metabolik hastalıklara neden olması, süt veriminin düşmesi, üreme performansının düşmesi ve üreme siklusundaki değişikler yer almaktadır (Wijffels, Sullivan & Gaughan, 2021). Bu performans düşüşleri gözlemlemek, kayıtlarla mümkün olmaktadır (Durrell, 1974). Geviş getiren hayvanlarda sıcaklık stresi yönetimi, davranış, fizyoloji ve hayvan sağlığı tepkilerine dayalı otomatik olarak izlenmesi yoluyla gelişmiş makine öğrenimi, sinir ağları ve derin öğrenme gibi teknolojilerin kullanımıyla mümkün olmaktadır. Otomatik veri toplama, ön işleme,

veri toplama, uygun algoritmaların geliştirilmesi ve modellerin dağıtımı gibi yapay zeka destekli araçlar, tahmin modellerine dayalı hastalık oluşumlarını tahmin etmek için erken aşama uyarı sistemleri olarak hareket etmektedir (Bao & Xie, 2022). Bu bağlamda, erken hastalık tanıları ile ilaç maliyetlerini düşürmek ve hastalığın seyri ciddileşmeden müdahale etmek, doğru besleme planlarının hazırlanmasıyla daha ekonomik bir hayvancılık üretimine katkı sağlamaktadır (Hamadani, Hamadani & Shabir, 2024, Vlaicu & ark., 2024). Böylece, yapay zeka, iklim açısından akıllı hayvancılık üretimi, geviş getiren hayvanlarda ısı stresinin başarılı bir şekilde azaltılmasında sürdürülebilir hayvancılık üretimini sağlamak ve küresel ekonomiyi korumak açısından umut vad edici performanslar sunmaktadır (Rebez & ark., 2024).

Sıcaklık stresi, vücut ağırlığı, ortalama günlük canlı ağırlık artışı, büyüme hızı, yem tüketimi, üretim verimliliği veya yemden yararlanma üzerine olumsuz etkiler, vücut rezervinin tükenmesine bağlı olmaktadır (Sejian & ark., 2018). Bu konuyla ilgili birçok çalışma, vücut ağırlığı ve vücut kondisyon skoru (VKS) ölçümünde yapay zeka kullanımını bildirmiştir. Yapılan bir çalışmada, yapay zeka, besi hayvanlarında vücut hacmini görüntülerinden, vücut ağırlığını ve metabolik ağırlığı tahminsel olarak ölçerek, VKS'yi görüntüden elde edilen ölçümlerden sınıflandırmaktadır (Xiong & ark., 2023) (Şekil 2). Özellikle yapay zeka, hayvanları sürekli ve etkili bir şekilde izleyerek hayvan üreticilerinin hayvan davranışlarını ve rahatsızlıklarını daha iyi anlaması ve üretimi etkili bir şekilde yönetmesine olanak sağlamaktadır (Neethirajan & Kemp, 2021). Bununla birlikte, bilgisayarlarda yapay zeka kullanımı

adaptasyonu kolay olması ile çiftlik hayvanlarında kullanımı ulaşılabilir olmaktadır (Rebez & ark., 2024).



Şekil 2. VKS tahmin sistemi (Rodriguez & ark., 2019).

Bununla birlikte, yapay zeka, hayvanlara bir müdahale olmaksızın, görsel, termal, multispektral ve hiperspektral ışık tespiti ve mesafe ölçümü yöntemleriyle otomatik olarak veri toplamaktadır (Fuentes, & ve ark., 2022). Çevresel stres faktörlerinin hayvanın fizyolojik tepkileri üzerindeki etkisini değerlendirmek için makine öğrenme algoritmalarını kullanmanın gelişmiş bir yaklaşımı bildirilmiştir; burada makine öğrenme modelleri, çevresel faktörlerin süt ineklerinin fizyolojik tepkileri üzerindeki etkisini derecelendirmek için kullanılmaktadır (Gorczyca & Gebremedhin, 2020). Ayrıca, yapay zeka teknolojileri hayvan sağlığı durumu hakkında gerçek zamanlı bilgi sağlayarak, erken hastalık teşhisine,

doğru besleme planlarının hazırlanmasına ve kaynak planlamasına yardımcı olarak karlılığı artırır ve böylece maliyet etkinliğine katkıda bulunur (Hamadani, Hamadani & Shabir, 2024).

Yapılan bir çalışmada, görüntü analizi ve makine öğrenmesi teknikleri kullanılarak süt ineklerinin VKS değerlerini yüksek oranda doğru tahmin sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca yeni tekniklerle kullandıkları bu sistemde temel sisteme göre daha iyi sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir (Rodriguez & ark., 2019). Yapılan bir diğer çalışmada, süt ineklerinde yem verimliliği ve süt üretim verimliliğini tahmin etmek amacıyla rumen mikrobiyomunun rolünü yapay zeka yöntemleriyle incelemişlerdir. Rumen mikrobiyomunun, yem verimliliği göstergelerinden biri olan yem tüketiminin %36'sını açıkladığı ve daha verimli ineklerde mikrobiyal çeşitliliğin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, rumen mikrobiyomunun süt yağı ve protein üretim verimliliği üzerindeki etkisi de çalışma sonuçlarında göstermişlerdir. Bununla birlikte, yem verimliliği iyileştirilerek ineklerin karbon ayak izinin azaltılabileceğini ve potansiyel olarak metan emisyonlarının %37,5 oranında düşürülebileceğini ifade etmişlerdir (Monteiro & ark., 2024).

Yapay zeka tabanlı kanatlı besleme stratejileri

Kanatlı sektöründe piliç ve damızlık üretiminde karşılaşılan sorunlar arasında işgücü eksikliği, hastalık salgınları, sürü tekdüzeliği, hayvan refahı gıda güvenliği ve kalitesi yer almaktadır. Dünya çapında piliç tüketiminin giderek artması gelecekte talebinin karşılanabilmesi adına daha fazla iş gücüne ihtiyaç duyulacağını göstermektedir. Ancak gelecekte daha fazla insanın kırsal alanlardan şehirlere taşınması öngörülmektedir. Günümüzde teknolojinin

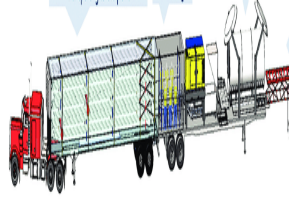
gelişmesiyle birlikte, artan talebin karşılanması, kanatlı sektörüne entegre edilecek teknolojik çözümlerle kolaylaştırılacağı düşünülmektedir (Zahniser & ark., 2018; Milosevic & ark., 2019).

Yapay zekanın gelişmesiyle, kanatlı beslenmesinde bu teknolojinin entegrasyonu yakın gelecekte mümkün gözükmektedir. Bu sistem, kümes ekosistemlerinin tamamen otomatikleştirilmesi ve yapay zeka tarafından yönetilmesi prensibine dayanarak, kümes şartlarının optimize edilmesini amaçlamaktadır. Bu vizyon, insanların yalnızca fiziksel olarak müdahale gerektiği durumlarda devreye girdiği, yoğunlukla uzaktan yönetilen bir işletmecilik sistemini benimsemektedir. Sistem, Şekil 3’ te gösterildiği üzere üst fotoğraflarda yer alan ve yapay zeka tarafından sensörlerden gelen verilerle her saat yönetilebilecek gelecekteki paradigmayı göstermektedir. Bu alanda, broyler ve damızlık üretimlerinde elde edilen veriler, zamanla otomatik ve veri odaklı şekilde bir şekilde geliştirilerek daha tutarlı kararların alınmasını mümkün kılacaktır. Ayrıca yapay zeka sistemlerinin kümeslerde kullanılması, sürü davranışlarının izlenmesini ve kanatlıların büyüme ve refah koşullarının iyileştirilmesini sağlayacaktır (Park & ark., 2022).

Aşağıdaki bölümler, gelecekte bir kümes hayvanı çiftliğinde akıllı otomasyonun nasıl etkinleştirileceğine dair bir vizyon sunmaktadır.



Broiler Yönetimi



Transport



İşleme

Gelecek sistem



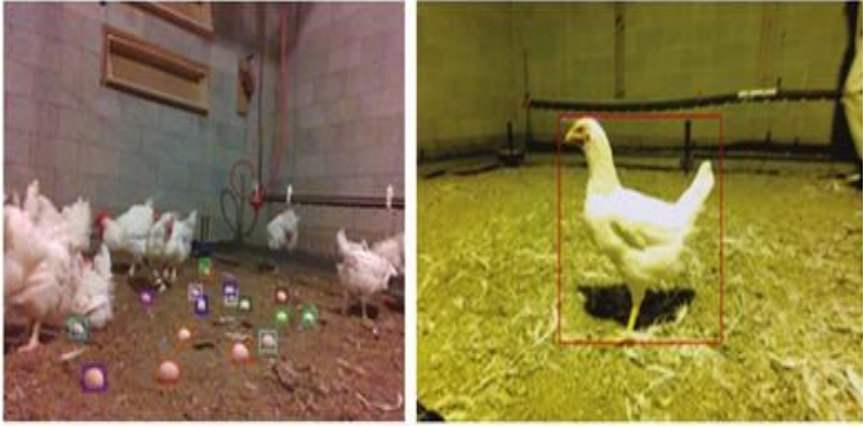
Mevcut sistem

Şekil 3. Gelecekte akıllı otomasyonun kullanım alanları (Park & ark., 2022)

Kanatlılarda hastalık salgınları durumları, gıda güvenliği ve piliç üretimi konularında endişelere yol açmaktadır (Nunez & Ross, 2019). Patojenik kuş gribinin salgınının, milyarlarca dolar kayba neden olduğu tahmin edilmektedir (McLeod & ark., 2005). Bununla birlikte, çiftlik işçileri patojenin varlığını fark etmeden bu patojeni diğer kümese taşıyarak çapraz kontaminasyona yol açabilmektedir. Bu nedenle, ette patojen mikroorganizmaların varlığı gıda güvenliği sorunlarına yol açarak gıda kaynaklı hastalıklara neden olmaktadır (Scallan & ark., 2011). Hem gıda güvenliği hem de hastalık sorunları, hızlı teşhis ve daha iyi öngörücü yapay zeka araçlarıyla iyileştirilebilir (Park & ark., 2022).

Kanatlıların refah seviyelerini iyileştirmek amacıyla dikkat edilmesi gereken konular arasında kümeste amonyak varlığı önemli bir yer tutmaktadır. Kümesteki amonyakın 50 ppm'i aşması kanatlıların solunum sistemini olumsuz yönde etkileyebilir. Yapılan bir çalışmada, kümeste 50 ve 75 ppm amonyak varlığının hayvanların canlı ağırlığında %9'a kadar düşüşlere neden olduğu bildirilmiştir (Miles, Branton & Lott, 2004). Piyasada mevcut olan amonyak sensörleri, kısa pil ömrü, seçicilik sorunları ve sık kalibrasyon gereksinimi gibi sorunlara sahiptir ve çoğunlukla kümes hayvanları için uygun olmayan amonyak konsantrasyonlarını tespit etmeye yöneliktir. Broylerlerin refahını değerlendirebilmek için büyük veri setlerinin toplanması, yapay zeka algoritmaları ile gerçek zamanlı ve otonom analizlerin yapılması ve davranışların izlenmesi için standart bir ölçütün geliştirilmesi gerekmektedir (Savage & ark., 2000; Dong, 2019; Hubbard & ark., 2020).

Araştırmacılar, yapılan çalışmalarda kanatlıların doğal davranışlarını ve eğilimlerini daha iyi anlamaya çalışmaktadır (Ferreira & ark., 2020). Yapay zekanın, hayvanların davranışlarını otomatik şekilde ölçme yeteneği, hayvan refahını ve sürü performansını iyileştirebilecek çevresel koşulların düzenlenmesine olanak tanıyacaktır (Şekil 4). Yem ve su dağılımı sistemleri, bazı hayvanlar arasında baskınlık problemleri ve gagalama sorunları nedeniyle yeme ulaşmalarını engelleyebilmektedir (Zuidhof & ark., 2017). Ayrıca, istenmeyen durumlara hızlı müdahale edebilecek çok yönlü robotlar ile kanatlılarda etkili iletişim yöntemlerinin belirlenmesi, kaniballismus gibi zararlı davranışların azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Savage & ark., 2000; Dong, 2019; Hubbard ve ark. 2020).



Şekil 4. *Yapay zeka sınıflandırıcısının örnek sonuçları (Park & ark., 2022).*

Son zamanlarda, kümeslerde çalıştırılmak üzere tasarlanmış robot sistemlerinde bir artış olmuştur (Ren & ark., 2020). Gelecekteki piliç ve damızlık üretim sistemlerinde, yapay zeka ve otomatik robotik sistemlerin entegrasyonu sayesinde manuel işgücünün yerini alması beklenmektedir. Bu otonom robotlar, kümeslerdeki sürekli veri akışını izleyerek, sensörler yardımıyla anormal durumlara hızlı bir şekilde müdahale edebilecektir. Ayrıca, günün her saati aktif olarak çalışabilen mobil robotlar, damızlık kümeslerindeki zemin yumurtalarını toplamak, altlık malzemelerini havalandırmak, çöpleri temizlemek, aşılar ile dezenfektanları püskürtmek gibi, şu anda insan gücüyle gerçekleştirilen rutin görevleri yerine getirecektir (Joffe & Usher 2017; Feng & ark., 2021).

Kuş gribi gibi hastalıkların tespiti için kullanılan bazı yöntemler yüksek maliyetli olup, bazıları ise sonuçların geç alınmasına veya düşük duyarlılığa sahip olma gibi dezavantajlar

içermektedir. Bu yöntemlerin aksine, hızlı ve düşük maliyetle tespiti için, mevcut yöntemlerin dezavantajlarını ortadan kaldıran, sahada kullanılabilen ve yüksek duyarlılığa sahip biyokimyasal sensörlere ihtiyaç duyulmaktadır (Park & ark., 2022).

Olası hastalık salgınlarını tahmin edebilmek için, yapay zeka destekli modellerin oluşturulabilmesi amacıyla büyük veri setlerinin toplanması gerekmektedir. Ayrıca, biyokimyasal algılama ve robot yerleştirme sistemlerinin entegrasyonu, broylerlerin sağlık verilerinin izlenmesi ve güvenli bir şekilde müdahale edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Mellor & ark., 2020; Park & ark., 2022).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte gelecekte, tamamen otomatik ve akıllı piliç ve damızlık yönetimi için, sensör verilerini, uzman bilgilerini ve robotik sistemler tarafından gerçekleştirilebilecek somut görevleri işleyebilecek bir yapay zeka ve robotik çerçevesi sayesinde mümkün gözükmektedir. Ayrıca, donanım ve yazılımdaki son gelişmeler, kümeslerden büyük miktarda veri toplanmasını ve bu verilerle AI motorları aracılığıyla öngörücü kontrol ve kararlar alınmasını mümkün kılmaktadır. Bu süreç, sürekli olarak gelişen yinelemeli makine öğrenimi ve sistem tasarımıdaki iyileştirmelerle, sektörü belirlenen hedeflere yönlendirecektir.

Sonuç

Yapay zeka teknolojilerinin hayvan beslenmesi ve hayvancılık sektöründe kullanımı, verimlilik artışı, sürdürülebilir üretim yöntemleri ve hayvan sağlığının iyileştirilmesi açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Yapay zeka uygulamaları, büyük veri analizi,

makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi yöntemlerle, hayvan davranışlarını izleyerek beslenme programlarını optimize etme, performans düşüşlerini tahmin etme ve çevresel stres faktörlerini yönetme noktasında önemli ilerlemeler göstermiştir. Bununla birlikte, bu teknolojilerin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için veri kalitesi, algoritmaların güvenilirliği ve teknolojinin erişilebilirliği gibi teknik, etik ve lojistik zorlukların aşılması gerekmektedir. Gelecekte, yapay zeka destekli sistemlerin daha yaygın hale gelmesiyle birlikte, hayvancılık sektöründe daha etkili ve sürdürülebilir üretim sistemlerinin geliştirilmesi beklenmektedir. Bu gelişmeler, etkin besleme yöntemlerinin geliştirilmesine olanak tanıyacak ve çevresel sürdürülebilirlik ile ekonomik verimlilik açısından önemli katkılar sağlayacağını düşündürmektedir.

Kaynaklar

Alkoyak, K. (2016). Süt sığırlarında sıcaklık stresi ve korunma yolları. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 5(1), 40-55.

Bao, J., & Xie, Q. (2022). Artificial intelligence in animal farming: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 331, 129956.

Ben Ayed, R., & Hanana, M. (2021). Artificial intelligence to improve the food and agriculture sector. *Journal of Food Quality*, 2021(1), 5584754.

Authority, E. F. S., Bronzwaer, S., Kass, G., Robinson, T., Tarazona, J., Verhagen, H., ... & Hugas, M. (2019). Food safety regulatory research needs 2030. *EFSA Journal*, 17(7).

Burstein, F., W Holsapple, C., & Power, D. J. (2008). Decision support systems: a historical overview. Handbook on decision support systems 1: Basic themes, 121-140.

Chelotti, J. O., Martinez-Rau, L. S., Ferrero, M., Vignolo, L. D., Galli, J. R., Planisich, A. M., ... & Giovanini, L. L. (2024). Livestock feeding behaviour: A review on automated systems for ruminant monitoring. *Biosystems Engineering*, 246, 150-177.

Dong, Y. (2019). *Injurious pecking behavior of Pekin ducks on commercial farms: characteristics, development and duck welfare* (Master's thesis, Purdue University).

Durrell, G. M. (1974). Animal Record System. *JWPT Eleventh Annual Report*, 70-75.

Estimating body weight and body condition score of mature beef cows using depth images. *Translational Animal Science*, 7(1).

Feng, Q., Wang, B., Zhang, W., & Li, X. (2021, September). Development and test of spraying robot for anti-epidemic and disinfection in animal housing. In *2021 WRC Symposium on Advanced Robotics and Automation (WRC SARA)* (pp. 24-29).

Ferreira, V. H. B., Germain, K., Calandreau, L., & Guesdon, V. (2020). Range use is related to free-range broiler chickens' behavioral responses during food and social conditioned place preference tests. *Applied Animal Behaviour Science*, 230, 105083.

Fuentes, S., Viejo, C. G., Tongson, E., & Dunshea, F. R. (2022). The livestock farming digital transformation: implementation of new and emerging technologies using artificial intelligence. *Animal Health Research Reviews*, 23(1), 59-71.

Gorczyca, M. T., & Gebremedhin, K. G. (2020). Ranking of environmental heat stressors for dairy cows using machine learning algorithms. *Computers and electronics in agriculture*, 168, 105124.

Hajnal, É., Kovács, L., & Vakulya, G. (2022). Dairy cattle rumen bolus developments with special regard to the applicable artificial intelligence (AI) methods. *Sensors*, 22(18), 6812.

Hamadani, H., Hamadani, A., & Shabir, S. (2024). Artificial intelligence in animal farms for management and breeding. In *A Biologist's Guide to Artificial Intelligence* (pp. 167-182). Academic Press.

Herden, T. T. (2020). Explaining the competitive advantage generated from Analytics with the knowledge-based view: the

example of Logistics and Supply Chain Management. *Business Research*, 13(1), 163-214.

Hubbard, L. E., Givens, C. E., Griffin, D. W., Iwanowicz, L. R., Meyer, M. T., & Kolpin, D. W. (2020). Poultry litter as potential source of pathogens and other contaminants in groundwater and surface water proximal to large-scale confined poultry feeding operations. *Science of The Total Environment*, 735, 139459.

Jacobs, M., Remus, A., Gaillard, C., Menendez III, H. M., Tedeschi, L. O., Neethirajan, S., & Ellis, J. L. (2022). ASAS-NANP symposium: mathematical modeling in animal nutrition: limitations and potential next steps for modeling and modelers in the animal sciences. *Journal of Animal Science*, 100(6), skac132.

Joffe, B. P., & Usher, C. T. (2017). Autonomous robotic system for picking up floor eggs in poultry houses. In *2017 ASABE Annual International Meeting* (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Makkar, H. P., & Ankers, P. (2014). A need for generating sound quantitative data at national levels for feed-efficient animal production¹. *Animal Production Science*, 54(10), 1569-1574.

McLeod, A., Morgan, N., Prakash, A., & Hinrichs, J. (2005, November). Economic and social impacts of avian influenza. In *Proceedings of the joint FAO/OMS/OIE/World Bank conference on avian influenza and human pandemic influenza, November* (pp. 7-9).

Melak, A., Aseged, T., & Shitaw, T. (2024). The Influence of Artificial Intelligence Technology on the Management of Livestock

Farms. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2024(1), 8929748.

Mellor, D. J., Beausoleil, N. J., Littlewood, K. E., McLean, A. N., McGreevy, P. D., Jones, B., & Wilkins, C. (2020). The 2020 five domains model: Including human–animal interactions in assessments of animal welfare. *Animals*, 10(10), 1870.

Miles, D. M., Branton, S. L., & Lott, B. D. (2004). Atmospheric ammonia is detrimental to the performance of modern commercial broilers. *Poultry science*, 83(10), 1650-1654.

Milosevic, B., Ciric, S., Lalic, N., Milanovic, V., Savic, Z., Omerovic, I., ... & Andjusic, L. (2019). Machine learning application in growth and health prediction of broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 75(3), 401-410.

Monteiro, H. F., Figueiredo, C. C., Mion, B., Santos, J. E. P., Bisinotto, R. S., Peñagaricano, F., ... & Lima, F. S. (2024). An artificial intelligence approach of feature engineering and ensemble methods depicts the rumen microbiome contribution to feed efficiency in dairy cows. *Animal Microbiome*, 6(1), 5.

Neethirajan, S., & Kemp, B. (2021). Digital twins in livestock farming. *Animals*, 11(4), 1008.

Núñez, I. A., & Ross, T. M. (2019). A review of H5Nx avian influenza viruses. *Therapeutic advances in vaccines and immunotherapy*, 7, 2515135518821625.

Park, M., Britton, D., Daley, W., McMurray, G., Navaei, M., Samoylov, A., ... & Xu, J. (2022). Artificial intelligence, sensors, robots, and transportation systems drive an innovative future for

poultry broiler and breeder management. *Animal Frontiers*, 12(2), 40-48.

Rebez, E. B., Sejian, V., Silpa, M. V., Kalaignazhal, G., Thirunavukkarasu, D., Devaraj, C., ... & Dunshea, F. R. (2024). Applications of Artificial Intelligence for Heat Stress Management in Ruminant Livestock. *Sensors*, 24(18), 5890.

Ren, G., Lin, T., Ying, Y., Chowdhary, G., & Ting, K. C. (2020). Agricultural robotics research applicable to poultry production: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169, 105216.

Rodríguez Alvarez, J., Arroqui, M., Mangudo, P., Toloza, J., Jatip, D., Rodriguez, J. M., ... & Mateos, C. (2019). Estimating body condition score in dairy cows from depth images using convolutional neural networks, transfer learning and model ensembling techniques. *Agronomy*, 9(2), 90.

Savage, J., Sanchez-Guzman, R. A., Mayol-Cuevas, W., Arce, L., Hernandez, A., Brier, L., ... & Lopez, G. (2000, October). Animal-machine interfaces. In *Digest of papers. fourth international symposium on wearable computers* (pp. 191-192).

Scallan, E., Griffin, P. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., & Hoekstra, R. M. (2011). Foodborne illness acquired in the United States—unspecified agents. *Emerging infectious diseases*, 17(1), 16.

Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., & Lacetera, N. (2018). Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(s2), s431-s444.

Siad, O., & Bouzid, C. (2023). Biotech meets artificial intelligence to enhance the value of by-products in animal nutrition. *Biological Sciences*, 3(1), 353-365.

Tedeschi, L. O. (2022). ASAS-NANP Symposium: Mathematical Modeling in Animal Nutrition: The progression of data analytics and artificial intelligence in support of sustainable development in animal science. *Journal of Animal Science*, 100(6), skac111.

Tedeschi, L. O., & Menendez III, H. M. (2020). Mathematical modeling in animal production. In *Animal agriculture* (pp. 431-453). Academic Press.

Tedeschi, L. O., Greenwood, P. L., & Halachmi, I. (2021). Advancements in sensor technology and decision support intelligent tools to assist smart livestock farming. *Journal of Animal Science*, 99(2), skab038.

Vlaicu, P. A., Gras, M. A., Untea, A. E., Lefter, N. A., & Rotar, M. C. (2024). Advancing Livestock Technology: Intelligent Systemization for Enhanced Productivity, Welfare, and Sustainability. *AgriEngineering*, 6(2), 1479-1496.

Wijffels, G., Sullivan, M., & Gaughan, J. (2021). Methods to quantify heat stress in ruminants: Current status and future prospects. *Methods*, 186, 3-13

Xiong, Y., Condotta, I. C., Musgrave, J. A., Brown-Brandl, T. M., & Mulliniks, J. T. (2023). Estimating body weight and body condition score of mature beef cows using depth images. *Transl. Anim. Sci*, 7.

Zahniser, S., Taylor, J. E., Hertz, T., & Charlton, D. (2018). Farm labor markets in the United States and Mexico pose challenges for US agriculture.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27.

Zuidhof, M. J., Fedorak, M. V., Ouellette, C. A., & Wenger, I. I. (2017). Precision feeding: Innovative management of broiler breeder feed intake and flock uniformity. *Poultry science*, 96(7), 2254-2263.

BÖLÜM IV

Biosecurity in Poultry Production: Enhanced Practices and Insights

Beenish IMTIAZ¹
Roshan RIAZ²
Tarkan ŞAHİN³

1. Introduction

Biosecurity in poultry production is the cornerstone of modern farming practices, ensuring the prevention of disease outbreaks and safeguarding both animal health and human food safety. Recent

¹ Dr., Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Erzurum/Türkiye, Orcid: 0000-0002-1989-1080, beenishimtiaz007@gmail.com

² Lecturer, Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Kars/Türkiye, Orcid: 0000-0002-0524-9994, roshnsahil04@gmail.com

³ Prof. Dr., Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Kars/Türkiye, Orcid: 0000-0003-0155-2707, tarkants7@hotmail.com

outbreaks of Avian Influenza and other diseases have underscored the urgent need for robust biosecurity measures.

This chapter delves into the multifaceted aspects of biosecurity, including types, implementation strategies, and challenges, and provides practical insights and actionable recommendations for farmers and policymakers.

In commercial poultry production settings, preventing the spread of disease by preventing microbial contamination of the flock is crucial. Infectious diseases in poultry farms can significantly affect the health and productivity of birds. Food safety pathogens, such as Salmonella, may make it more likely that people will get sick from eating chicken. Implementing biosecurity procedures and practices on poultry farms is critical for preventing or limiting the spread of infectious diseases or food safety pathogens.

Poultry rearing is one of the most significant aspects of the animal production industry. Poultry (meat and eggs) facilitates the production of high-quality protein. However, diseases continue to be the primary cause of production failures in the poultry industry (Singla & Gupta, 2012). Reasonable biosecurity procedures, the most effective and cost-efficient method of disease prevention, are required to successfully produce animals, including poultry. This requirement is also applicable to meat production. To prevent the arrival of infectious disease-causing agents or reduce their spread, a biosecurity program employs a combination of physical barriers, such as fences and mesh wires, and directed actions, such as the use of footbaths, carwash deeps and disinfection of farm equipment (Eltholth et al., 2016). Sanitation, regulation of traffic, and physical

separation are the elements that constitute biosecurity measures. Internal and exterior biosecurity are two categories of biosecurity (Van Limbergen et al., 2018). Conceptual, structural, and operational frameworks enhance biosecurity. The locations of farms are included in this conceptual category, as are the building design and facilities intended to prevent wild birds and predators from entering the premises and the routine disinfection, sanitation, and work procedures that farm employees and visitors are required to follow. The level of biosecurity on farms affects bird productivity (Wijesinghe et al., 2017).

2. Biosecurity

Biosecurity for animals involves taking care of the health of animals and managing the risks and effects of animal diseases and pet animals. The term "biosecurity" describes measures to guard against the introduction and subsequent spread of pathogens among chickens. Biosecurity is "A collection of physical and management measures aimed at limiting the danger of entrance, development, and transmission of animal disorders, infections, or infestations to, from, and within a livestock population" (Moya et al., 2021).

"The implementation of a segregation, hygiene, or management procedure (except medically effective feed additives and preventive/curative treatment of animals) that specifically aims at reducing the probability of the introduction, establishment, survival, or spread of any potential pathogen to, within, or from a farm, operation, or geographical area is referred to as a "biosecurity measure" (BSM). This definition offers a foundation for policymakers to use in identifying real BSMs, draws attention to the point at which implementation should occur, and provides support

for meeting the required quality requirements of biosecurity in the production of food animals. It also enables unambiguous, harmonized, cross-sectoral communication of optimal biosecurity practices to and from relevant stakeholders, which will contribute to enhancing biosecurity and will, as a result, reinforce the One Health approach (Vanlangendonck et al., 2021).

Biosecurity is currently the method of disease prevention and has proven to be the most efficient and cost-effective method. The initial stages of establishing biosecurity consider the farm's physical layout and production process. Education is an essential part of biosecurity for both the staff and tourists. If someone does not follow these guidelines, the system will not be able to function correctly. In terms of biosecurity, an entire farm should always be involved. The most common way for disease-causing bacteria to spread among farm animals is for humans to touch contaminated clothing and footwear or for infected equipment to be used, both of which increase the risk of disease transmission (Aila et al. 2011).

On carrying equipment, such as trucks, tractors, and other farm equipment, infectious bacteria and viruses can pass from one animal to another, potentially causing disease. Both humans and animals play a crucial role as carriers of germs that cause diseases. Microbes capable of causing diseases have been discovered in the human skin, hair, clothing, and shoes. Consequently, farmers in many wealthy nations have begun implementing shower-in and shower-out protocols as part of their biosecurity precautions. Dogs, cats, mice, rats, and free-flying birds are examples of animals capable of spreading diseases. Insects, such as flies, beetles, and mosquitoes,

can transmit diseases. Another method of transmission is through air, which is significantly safer than the others (Kakati & Nath, 2018).

Increasing a farm's profitability can be accomplished by, among other things, determining how diseases can invade and spread across premises, evaluating the risks involved, and implementing a plan to control biosecurity hazards. The health and welfare of the flock can be protected more effectively through biosecurity measures. Boost productivity and performance to provide food that is safe for consumers. Inadequate biosecurity almost invariably leads to catastrophic events such as the spread of infectious diseases. Pathogens are prevented from getting into contact with farm birds by taking preventative measures. It is possible to maintain a flock's hygienic condition at a satisfactory level by adhering to a few basic regulations, such as washing hands and changing shoes before entering the farm. Every person on the farm strictly follows these rules (Carey et al., 2005).

3. Biosecurity risks to poultry farms

Infectious diseases and pathogens that threaten food safety can infiltrate or spread within chicken farms in various ways.

The principal modes of disease transmission between or within chicken farms are as follows:

3.1 Mobile

Biological: Contaminated humans, rodents (capable of transmitting Pasteurellosis and Salmonellosis); insects (capable of conveying Avian Viruela, Marek, IBD, Salmonella, E. coli, and Campylobacter); and wild birds (often carrying Avian Influenza, Pasteur Ella, and Salmonellae) and vermin.

Mechanical: Contaminated automobiles and equipment, egg flats, and cases (vectors of IBD and Salmonella).

Nutritional: water and food (which may include enterobacteria like Salmonella and E. coli, paramyxovirus, IBD, etc.)

3.2 Static

Litter, fluff, and surfaces are static (able to transmit IBD and Salmonella spp.)

The main challenges on the macro-biological side are rodent control and prevention of wild bird entry. All of these factors are responsible for the spread of diseases between and within farms (Maduka et al., 2016).

4. Types of biosecurity

Biosecurity measures can be classified into three main categories: conceptual, structural, and operational. Each of these plays a unique role in disease prevention and containment.

4.1 Conceptual biosecurity

Conceptual biosecurity focuses on the strategic location and design of farms to minimize risk. For instance, breeding farms should be situated at least 3 km from other poultry farms to reduce the risk of cross-contamination.

It is recommended to construct the farm in a remote location, at least three kilometers away from the nearest poultry farm in the case of a breeding farm and at least 1.6 kilometers away from a poultry farm in the case of a commercial layer farm or broiler farm. Regarding breeders, the farm should always be close to the main roads that may be utilized for transporting commercial poultry and

poultry kept in backyards (Wong et al., 2017). Breeding and growing farms and other types of facilities, such as hatcheries and feed mills, should be held sufficiently far from one another.

4.2 Structural biosecurity

Structural biosecurity involves the physical infrastructure of a farm, including fencing, drainage systems, and rodent-proof housing. These measures are critical in creating a barrier against disease vectors.

It is recommended that fencing be installed around the perimeter of the farm to deter uninvited guests. Tests were conducted on the source water to determine its mineral content, bacterial count, chemical contamination, and pathogen load. The farm should provide a concrete staging area with adequate water and power supply for vehicle sanitation. The farm must be located at a site that is adequate for storing bagged feed. All weather, roads within the farm to make cleaning up easier and avoid spreading microorganisms by cars and footwear. The farm should have facilities to secure and systematically dispose of the dead birds. The farm should include safe housing that is rodent-proofed appropriately. The space where live birds are kept should be separated from the area where feed, litter, and equipment are stored to prevent infection. It is necessary to clear the land around the building of all vegetation to a depth of approximately three meters in order to prevent other animals (Torremorell, Nov 2022).

4.3 Operational Biosecurity

Operational biosecurity entails daily practices, such as equipment disinfection, personnel hygiene, and waste management.

Clear operational guidelines and regular staff training are essential to maintain high biosecurity standards.

Operation manuals should be established for daily activities carried out in hatcheries, feed mills, breeding, and growth facilities. These manuals should include emergency response plans. After the flocks have been depleted, the equipment, houses, and other areas should be properly decontaminated and disinfected. To prevent the spread of disease from one breeder farm to another, it is necessary for all visitors and workers on breeder farms to take showers and wear clean farm clothes. It is essential to keep visitors' records and the reasons for their arrival. In the case of the breeder, the area surrounding the farm should be cleared of any cars or other equipment from the moment the flock is delivered until the moment it is disposed of. It is advised that a minimum flock interval of two weeks be observed in commercial broiler units. Utilize an efficient integrated pest management program to eradicate pests and rodents using a combination of biological, chemical, and mechanical methods. Implementation of an approximate program for disease diagnosis and an appropriate immunization schedule is recommended. An all-in-all-out system should be followed in egg production units on a small scale. If this is not feasible, pullets should be acquired from a source free of vertically transmitted diseases. Decontamination of recyclable goods, such as egg packaging materials, should occur at the farm's point of entry. Standard techniques for disease surveillance, such as postmortem examinations and periodic serum antibody testing, are used to ascertain the flock's level of immunity. Diseased, sickly, or

otherwise ineffective birds should be culled regularly (Dewulf & Van Immerseel, 2019).

5. The poultry facility and application of biosecurity rules

The following steps are a summary of standard measures that poultry producers can use on their farms to improve flock biosecurity:

5.1 Planning and building of poultry facilities

Keep the farm as far away from the nearby chicken houses as possible (at least 1 km). Every farm needs to have a fence surrounding it so that birds cannot escape. Place a notice board on which pertinent information is written and hang close to the entrance of the poultry farm. Eliminate all bushes, trees, and other plants in the vicinity of structures. As a result, it is recommended that a two-meter wide strip of road stone be placed around each facility to discourage rodents and bird pests. Paving is required for the driveway to lead up to the farm, as well as all other vital roads. Therefore, it is necessary to clean and disinfect them on a regular basis. Openings for things such as ventilation systems should be designed to prevent other birds and rats from entering the poultry facility (Li et al., 2022). This included ensuring that the openings were sufficiently small. Walls and flooring should be free of cracks and gaps because they provide an ideal environment for various pathogens and vermin. To prevent individuals from entering that area, a barrier composed of barbed wire was constructed and surrounded by a fence. At the farm's vehicular entrance, disinfection dilution should be poured into the puddles that have been made. Concerning ventilation, it is best if the air cannot be transferred from

one chicken farm to another. No wild birds, rodents, or other pests are certainly able to enter agricultural areas, particularly in areas containing food and water supplies. Any rendering container should be placed outside the gated area. The parking area should be located away from the farm (Berry 1997).

5.2 Barriers

Anyone intending to access the barn where the chickens are kept on the farm must follow the specific cleanliness method established for that building. Since humans are one of the most common transmitters of pathogens, in general, one should try to reduce the number of visitors to a minimum. The sanitation process must be completed by everyone who wants to enter the facility. The clean and dirty parts of the farm were separated into their own areas. Maintain a physical barrier between these compartments and any other physical barriers such as showers or barriers that need to be passed through before entering the farm area. The level of affluence in a flock dictates the type of barrier used. Even if taking a shower is not an option, users should always be able to wash their hands, change their clothes, and wear new shoes. There must be at least two different storage rooms: one for regular clothing and the other for work attire. The clothing worn on the farm must be changed daily and washed immediately after use. They should not be damaged by washing with hot water. This is against the rules of moving functional appliances and equipment from one chicken house to another. Each flock should have its own equipment. Ensure that there is a record of all the facilities that have been visited, including those that have been visited in the past, by preparing and using a book that all visitors must use. On a regular basis, the disinfectant should be

removed from the trays (consider using a disinfectant dispenser). A consistent cleaning schedule is maintained for the floor in the room that serves as the entrance area. Even the most effective method of cleanliness is pointless if it is not precisely adhered to.

5.3 Limit the number of visitors on the farm

People who come to poultry farms and those who access the production area (including sheds and free-range areas) both have the potential to be carriers of disease and food safety viruses, which puts the flock's health and productivity at risk. It is possible for a person's clothing, footwear, and personal things such as cell phones and jewelry to contain diseases or other germs that pose a risk to the integrity of the food supply. Various people, including neighbors, contractors, suppliers, veterinarians, delivery drivers, and workers from the maintenance and service sectors, could potentially pay a visit.

The following things should be done to decrease the threats to biosecurity caused by visitors. When not in use, the gate to the property should be closed and locked. Ask visitors where they have been and if they have had any contact with other poultry or birds in the previous two days before they were allowed to enter the facility. Before a guest is allowed to enter, post a biosecurity sign that includes information on how to contact the farm manager. This time limit can be extended to seven days for guests who have recently been traveling internationally. Maintain a log with the names of guests, dates, and the most recent time they had contact with poultry. If possible, restrict access to chickens and other birds. Visitors to the producing area should be provided with protective clothing and footwear and access to facilities for washing their hands. Visitors are

advised to wash their hands with soap and water, wear protective clothes, and clean and disinfect their feet in a footbath containing disinfectants before entering any sheds or range areas. When the footbath becomes dirty, a fresh footbath should be obtained. The most effective preventive precaution for poultry production facilities is to shower before entering, change into newly laundered clothes and farm boots, and then take another shower before leaving. If there is a chance that the guests have recently been in the company of other birds, this option should be selected.

5.4 Contaminated automobiles and equipment

Vehicles and other equipment significantly threaten the spread of disease-causing agents. To reduce the likelihood of this occurrence, there should be only one entrance for motor vehicles. It is important to provide visitors with a parking area that is both well-marked and situated outside the production area. Do not exchange equipment between poultry houses. Before and after each usage, if necessary, ensure that all the equipment has been thoroughly cleaned (including the removal of any visible dirt) and disinfected. Never attempt to share egg fillers or cartons made of cardboard with anybody else or reuse them. It is essential that delivery vehicles are prohibited from entering production areas. If this is required, such as for the delivery of feed and gas, drivers are not permitted to enter sheds or ranges. After each batch, thoroughly clean and disinfect each structure, storage shed, and piece of machinery. Every time you use drinks and feeders, make sure to clean and flush them. Cleaning and disinfecting the equipment used for sorting the eggs and washing them should be performed after each use. At entry, a wheel dip and personnel walkway are required. Individuals who clean and disinfect

cars must wear clean and disinfected clothes. It should be ensured that all surfaces, wheel arches, etc., are free of dry trash, straw, and mud. All equipment from automobiles can be disassembled and cannot be sanitized on-site. For cleaning purposes, all the surfaces were saturated with a potent automobile and truck cleaning agent. Wheels, ceilings, and elevators should be inspected, and the area should be left for 15–30 min. The removed equipment and other car tools were cleaned with the appropriate detergent. After soaking, all the surfaces and equipment were high-pressure rinsed. The use of a detergent that is safe for the vehicle and effective at all temperatures ensures that no organic matter remains in the car. During disinfection procedures, all interior and exterior surfaces are disinfected using a disinfectant. Cracks and wheels should receive special attention from the top to the bottom. It should also be ensured that the vehicle undercarriage is disinfected. The automobile was then moved to a clean and sanitized area to drain and dry. Application of mobility limits to drivers. Before loading the feed, all delivery vehicles were kept clean. The feed is first transported to the younger flock, followed by the older flock. Drivers must enter poultry houses under no circumstances. After each delivery, the drivers must sanitize the bottom of their shoes and the vehicle's floorboard. Before entering another shed, hands were washed with an antiseptic solution.

5.5 Wild birds

Wild birds and waterfowl have the potential to carry viruses and infections that threaten the safety of food, such as Salmonella and avian influenza. It may be challenging to prevent wild birds from breeding on chicken farms. Planting only types of trees and shrubs that do not blossom or attract birds is one way of reducing the

likelihood of wild birds visiting a property. Reduce the amount of water present on the farm floor. Ensure that the sheds used to house chickens are protected from wild birds. Flock should have access to food and water only when inside.

5.6 Isolation and quarantine of new birds

The introduction of new birds into an established flock necessitates the isolation and quarantine of these birds for a set period in a contained area to identify any infectious pathogens that may be present. If the birds were used in a show or fair, they were kept away from the rest of the flock for 21 days and looked for signs of illness. Before adding the new birds to the old birds, they were kept separate for at least 21 days. During that time, they should be monitored for signs of disease, and samples (blood, feces, and swabs) should be taken for a thorough investigation. Even if the farm has birds of different ages, the shed should house birds of the same age. Before restocking, it is best to eliminate the pests.

5.7 Personnel hygiene

Specific clothing must be provided to all the employees. Before and after going to the farm, wash their hands. Soap or detergents with a 10-minute contact time can be used to wash the hands. Wear clean clothes or coveralls when working with birds on farms. Laundry detergents should be able to clean clothes. Ideally, for this reason, it is possible to clean shoes, gumboots, and other objects using detergents or oxidizing agents (sodium hypochlorite diluted to give 2-3% accessible chlorine @ 2% with a contact duration of 10 min), as well as an alkali (sodium hydroxide 2% solution or 4% sodium carbonate solution with a contact time of 10-

30 minutes). This is especially effective at the entrance of foot mats. Using detergents and drying them in the sun is the best method to clean dirty garments. Quaternary ammonium salts can clean walls, floors, roofs, and machinery. A resolic-acid 2.2% solution or a synthetic phenol 2% solution can be used to clean the floors. Diseases in chickens can easily spread through boots, so boots should only be worn after they have been cleaned and sanitized. The best thing to do would be to clean shoes before and after working with birds or to keep a separate pair of shoes for working with birds and put them on a different team when leaving the building. A person should wear protective gear that can be removed and washed when they leave the building. Boots should be washed in bleached or soaped water. Also, clean shoes when entering and leaving the farm. When a caretaker needs to do something for chickens or other poultry, such as collecting eggs, feed, or water, changing their bedding, or fixing their fence, they need to change their clothes or boots. Every employee in contact with livestock or feed should undergo a complete medical checkup.

6. Clean and safe methods for disposing of poultry manure and dead birds

Many viruses may remain active for weeks inside organic waste, such as feces, making it dangerous to use it as a fertilizer or feed for pigs and fish in its untreated form. Hygienic disposal of poultry dung is essential for preventing the spread of the disease. Manure from chickens and other birds is helpful as fertilizer when allowed to remain undisturbed for 90 days. The use of untreated recycled poultry manure and contaminated water for cultivation should be stopped immediately. Treatment with acids, such as 2%

hypocaloric acid and 0.2% citric acid, or alkalis, such as 2% Sod. Hydroxide, or 4% anhydrous sodium carbonate, allows for the safe disposal of effluents produced during poultry processing of manure. Dead birds must be removed as soon as possible to prevent them from coming into contact with living birds. This will assist in removing the source of infectious germs, which will benefit poultry and people handling them. Rendering, burial, and incineration are the three most effective methods for eliminating dead birds. Biomass waste, such as fallen tree leaves and twigs, and biomedical waste, such as syringes, needles, swabs, empty vials, and other discarded chemical containers, should be handled carefully. Incineration, rendering, boiling, fermentation, composting, autoclaving, treatment with enzymes or sodium hydroxide, and composting are some of the different methods of destruction that can be utilized. To guide the proper disposal of particular biomedical wastes, one should consider the Bio-Medical Waste (Management & Handling) Rules, 1998, enacted as part of the Environment Protection Act, 1986.

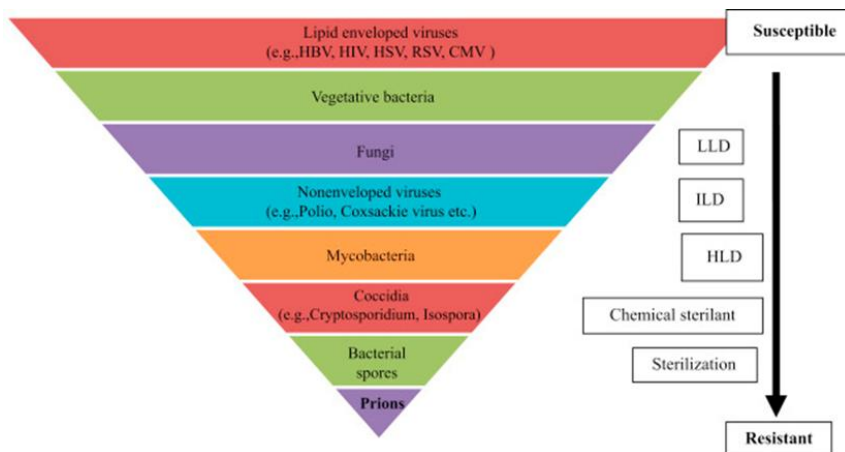
7. Sanitation

Sanitation refers to the process of thoroughly cleaning and disinfecting poultry facilities over the course of a service. Pathogenic microbes are present but do not pose any health risks to birds. It also refers to the routine sanitation procedures that are carried out on the farm daily, which include the following components: As soon as possible, dead birds should be moved away from the farm and into the surrounding countryside. Thus, it is necessary to freeze and secure a rendering container. They should be emptied at least once a week, although the frequency may vary depending on the farm size. Any feed spill must be cleaned immediately. This encourages the

presence of pests and undesired rodents in agricultural regions. It is important to stop water leaks and puddles from forming, as these are the primary locations for the accumulation of germs. At the very least once each day, the disinfectant dilution trays for shoes, trucks, and other items need to be emptied and refilled to maintain the disinfectant's efficacy. At the farm, personnel have to change clothes daily.

8. Disinfection of poultry facilities

Disinfection is defined as the destruction of all vegetative forms of microorganisms (bacteria, fungi, and viruses), but the spores of these microorganisms cannot be destroyed. Technically, this approach, without spores, reduces the number of microorganisms by $\geq 10^3$ log CFU. There are three types of disinfectant (Picture 1).



Picture 1: The hierarchy of microbial resistance to sterilization and varying levels of disinfectants

References: Molinari & Runnells, 1991; Samaha et al., 2013

High-level disinfection (HLD) is a disinfectant that may destroy 10⁶ log microorganisms, except for spores, in a short period, such as glutaraldehyde (2.0%), OPA (0.55%), hydrogen peroxide (7.5%), hypochlorite (650-675 ppm), and hypochlorous acid (400–450 ppm).

Intermediate level disinfection (ILD): These disinfectants are mainly used for noncritical products contaminated with blood/body fluids and act against *Mycobacterium TB*.

Low-level disinfectants (LLD), such as 3% hydrogen peroxide, quaternary ammonium compounds, diluted glutaraldehyde, and phenolic compounds, are used to eradicate the vegetative form of bacteria, fungi, and enveloped viruses from noncritical goods.

The classification of disinfectants is presented in Table 1.

Table 1: Classification of disinfectants

Disinfectant Type	Recommended Use	Considerations
Alcohols	Small utensils	Poor residual activity, fire hazard, expensive
Halogens	Water systems, foot baths	Corrosive, poor residual activity, ineffective in the presence of organic material
Quaternary ammonia	Incubation equipment, feeding systems	Non-corrosive, non-irritating, limited residual activity and effectiveness with organic matter
Phenols	General house use	Slightly irritating, good residual activity, effective with organic matter
Coal tar distillates	General house use	Corrosive, irritating, good residual activity, effective with organic matter
Aldehydes	Fumigating incubators/eggs	Highly toxic, slight residual activity, sporicidal, fungicidal
Oxidizing agents	Small utensils	Poor residual activity, corrosive, ineffective in the presence of organic material

After the current flock has been slaughtered, the facility and its tools must be cleaned and disinfected. Leave the place unoccupied for two weeks before bringing in the following group: This prevents the proliferation of germ cells, which can cause disease. Wash the ceiling, walls, and trash once the birds have been removed from the house. This reduced the amount of litter dust produced. Get rid of the old trash at least 1.5 kilometers from the property. It should not be kept on or dispersed near the flock house because doing so would contaminate the recently cleaned facility. To prevent the spread of the disease, do not save any leftover feed for the next flock, and instead dispose of it immediately. Only bagged feed in sheds or garages can be maintained. The dust and grime were removed from the house by washing it with soap and water. Assemble the floor first, then the walls, and finally, the ceiling. The home was allowed to dry completely before spraying it down with a disinfectant solution, again beginning at the roof. Decontamination of all household tools and appliances. It is also an excellent opportunity to perform routine upkeep and repair of machinery. A pressure washer fitted with a jet nozzle is an excellent method for broad-spectrum disinfection. Soak everything from top to bottom in the treated water (Ahmed et al., 2021).

Maintaining a clean environment is critical for ensuring the health of poultry. Disease-free chicks can largely be attributed to healthy parents and clean hatchery facilities. Keeping a farm clean and sanitary involves using proper disinfectants and performing thorough cleaning. Organic matter can render disinfectants useless. The most effective method for disease control in poultry farms is the "all-in, all-out" strategy, which eliminates the possibility of pathogen

accumulation and subsequent epidemics. Farmers who want to raise flocks of varying ages must provide separate quarters for various flocks. Bio-security measures at home entrances should be restored after disinfection. Place four inches of litter back in the house and replace all the cleaned and sanitized equipment once the place is dry. Wood shavings, straws, rice hulls, and coffee husks are examples of commonly used litters. The best litter insulates the floor and absorbs moisture from the chicken poop. The brooder should be set up at least a day before the chicks arrive. It is advised that visual examination and microbiological culture be used to track the progress of the sanitation program. Quantitative laboratory testing is another option for this purpose. While it is unrealistic to expect the facilities to be sterilized, microbiological surveillance can verify that pathogens such as Salmonella have been eradicated.

9. Feed safety

The principles related to animal health, farm operations, and human food safety objectives for products of animal origin are utilized in Feed Safety Objectives (FSOs). The connection between animal feed and zoonotic foodborne diseases should receive considerable attention, as should the types of feed that are utilized in relation to feed-borne animal diseases caused by infectious and chemical agents. A proactive control system should be used to manufacture safe animal feeds. The Good Manufacturing Practices (GMP) and the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) concepts serve as the primary instruments utilized in this strategy, which has proven to be rather effective in the context of food for human consumption. Within the context of animal feed manufacturing, the term "critical control point" refers to any

location, practice, or technique at which potential risks can be eliminated or mitigated to an acceptable degree (Ahmed et al., 2021). Therefore, one of the most significant steps in the control of such dangers is the identification of critical control points (CCPs) in the feed production process. In feed production operations, a variety of options are available for exercising control over potentially harmful microorganisms and chemical agents. Establishing suitable criteria for raw materials makes it possible to achieve suitable control of potentially harmful chemical agents. For example, heating or irradiation can be used to kill potentially harmful bacteria. Other methods, such as acidification of the feed and the use of controlled storage conditions, may also be useful. In some situations, it may be sufficient to maintain stable levels of microorganisms by preventing their growth. Modifying the formulation in such a way as to provide low water activity (aW), pH, or other factors can help stabilize the substance. These kinds of interventions not only help to stabilize bacterial populations but also have the potential to reduce the number of diseases that are present. In summary, the production of healthy animal feed can be accomplished in several ways. They include the following: establishing requirements (criteria) for the raw materials that are utilized, establishing criteria for processing (such as heat treatment), determining the composition of the feed material (such as pH and aW), and defining storage conditions.

Examples of meeting feed safety objectives include the following:

To accomplish pasteurization, feed should be pelleted whenever possible, considering both the cost and practical concerns. To destroy the enteric bacteria, a temperature of 820 °C must be

maintained for at least 30 s. The risk of infection can be minimized by adhering to good manufacturing practices and vigilantly monitoring the pelleting process.

Employees of the feed plant should receive training in the selection, application, and control of insecticides and rodenticides; otherwise, a licensed applicator should be hired. Therefore, the possibility of unintentionally violating regulations or accidentally contaminating feed may be decreased.

10. Water Quality and sanitation

It is only possible to maximize profitability in poultry production if everything goes according to the plan, and this includes ensuring that the birds are in good health. The presence of a sanitary water distribution system is among the most essential aspects contributing to the overall health of poultry and its rate of growth. Because it is critical that water maintains its sanitary condition right up until the point at which it is consumed by birds, the farm's primary focus should be on maintaining clean water and drinking lines.

At regular intervals, the waterlines were completely cleaned and sanitized.

- ✓ Adjust drinkers to the proper height
- ✓ Repair any leaks
- ✓ Keep an eye out for the airlocks.
- ✓ A filter is used to prevent sediment accumulation.
- ✓ Keep biofilm from forming by flushing right after putting in medicine for one minute for every 30 meters

of pipe length at least once a week, more than once a day when it's hot, with high pressure (1.5-3.0 bars)

- ✓ A high-quality acidifier was used in the water to obtain the necessary pH level.

Table 2. Drinking water quality standards for poultry

Source	Good	Maximum acceptable	Unacceptable
Main water supply	<100	< 300	> 300
Total aerobic plate counts	0	<1000	>1000
Total coliforms	0	50	>50
Fecal coliforms	0	0	1
E. coli	0	0	1
Pseudomonas	0	0	1

Reference: Maharjan, 2013

Water sources become contaminated with numerous organic and inorganic compounds, resulting in a high pH and the possibility of pathogens such as Salmonella spp., E. coli, and fungi. The threat of contaminated drinking water to poultry is formidable. To maintain the appropriate gastric pH of birds, it is generally advised that the ideal pH of poultry drinking water is approximately 4.5 to 5.5, and the B value of feed is low. Because chicks have a higher stomach pH than growing and adult birds, special care should be taken throughout the brooding phase to reduce chick mortality. E. coli,

Salmonella, and fungus control Improves FCR and weight increase, lowers ammonia in the litter, and lowers moisture in the litter.

To address common poultry farm concerns, disinfectants, acidifiers, pharmaceuticals, nutritional supplements, and vaccines, among other things, should be placed into the water, which comes with its own baggage of organic and inorganic substances.

The following are some acts and interactions to be considered when preparing drinking water for poultry:

Hydrogen peroxide (H_2O_2) and chlorine (Cl) are incompatible and should not be used in combination. The oxidizers react with each other. Copper sulfate is incompatible with chlorine (Cl), yet as an antifungal and antibacterial agent, it enhances the efficiency of H_2O_2 , allowing it to be run concurrently with different mediators. Organic (rather than inorganic) iodine is compatible with Cl. If administered early enough to address sniffing and a loose cough, this combination can assist in preventing full-blown respiratory disease. Iodine, similar to chlorine, performs better at lower pH levels. Chlorine is incompatible with any substance that acts as a reducing agent, including the majority of minerals and water additives. Products containing copper, sulfur, or iron, for example, bind to chlorine, rendering it ineffective as a sanitizer. Antibiotics such as chlortetracycline and tetracycline act best at low pH levels. If alkaline water is used, adding a decent acidifier liquid improves absorption. However, products such as penicillin and sulfa medications perform better at $pH > 7$; hence, turning off the water acidifier during penicillin and sulfa group medication is recommended. Vaccinations are typically protein; therefore,

whenever vaccines are used in water, the pH of the water should be more than 4. Because both chemicals react and produce hazardous gases when combined, it is imperative that acids and chlorine are not combined while making stock solutions (Jacobs et al., 2020).

To a large extent, biofilm formation in poultry water systems serves as a habitat for pathogens. Polyvinylchloride (PVC) is commonly used in the construction of poultry waterlines. Biofilms can form on PVC surfaces (Wingender and Flemming 2011). Biofilm-forming minerals, algae, molds, viruses, and bacteria can be reduced by implementing regular pipeline-cleaning programs for water sanitation. When strong biofilms are formed in water pipes, daily water sanitation may not be effective. Some of the products used to clean waterlines include citric acid, sodium hypochlorite, and quaternary ammonium compounds. Water pipes can also be effectively cleaned by adding a 50% hydrogen peroxide solution to the mediators to create a 1% solution in the pipeline and allowing it to soak overnight. It is critical to completely flush away the dissolved components regardless of the agent employed to remove the biofilm (Maharjan, 2016). This material is strong in minerals and poisons created by dead bacteria, algae, and free microorganisms, which might be more detrimental to the new flock. Acidifiers are used to keep the pH of water below 7.0 and to assist in preventing microbial multiplication. Acidifiers are commonly introduced into broiler drinking water for short periods of one to three days at a time. However, in farms where the pH of the water is higher than 8.0, days without pH control may have a negative impact on the efficacy of water sanitation. Although hens can quickly adjust to acidic water (pH 3, 4, or 5), frequent dramatic changes can disrupt their water and

feed consumption patterns, leading to subclinical intestinal issues. Chlorination, Hydrogen Peroxide, is an alternative disinfectant to chlorine and other water sanitizers in poultry operations, such as chlorine dioxide.

The water used in the poultry industry comes from a variety of sources, including municipal supplies, subterranean reservoirs, and even surface water and rainwater. The health and productivity of the flock and the safety of the food they produce depend on water free of microorganisms. As a result, sanitizing the water supply is an essential part of every poultry farm procedure (do Amaral, 2004).

Conclusion

Conclusion In poultry farming, biosecurity plays a crucial role in maintaining animal health, productivity, and the safety of food products. This section emphasizes the importance of theoretical, infrastructural, and practical measures, such as farm layout, sanitation protocols, entry restrictions, and personnel education, in effectively preventing diseases and controlling potential hazards. Issues such as contamination from mobile and stationary sources underscore the necessity for continuous surveillance and adaptive strategies. Advancements in cleaning methods, waste management, and disease monitoring enhance biosecurity systems. The One Health approach extends these benefits, addressing public health concerns, including zoonotic infections and antimicrobial resistance. Collaboration between farmers, animal health professionals, regulators, and researchers is essential for improving protocols, fostering innovation, and ensuring compliance. These efforts enhance the resilience of poultry operations, reduce disease incidence, and promote sustainable farming practices. In conclusion,

comprehensive biosecurity initiatives protect poultry while contributing to global food security and sustainability, ensuring long-term success in a dynamic agricultural environment.

References

Ahmed, H. A., Mohamed, M. E. M., Erfan, A. M., Abdelkarim, L. & Awadallah, M. A. I. (2021). Investigating the biosecurity measures' applications in poultry farms and its relationship with the occurrence of avian influenza. *Slovenian Veterinary Research*, 58 (1), 315–321. Doi: 10.26873/SVR-1451-2021

Ahmed, M. A. B., Abdelgadir, A. A. & Ismail, H. M. (2021). Estimation of knowledge, attitude, and practice related (KAP) to biosecurity measures and hazard analysis critical control point (HACCP) prerequisites in poultry meat production in Khartoum State, Sudan. *Journal of Animal Sciences and Livestock Production*, 5 (5), 1–5. Doi: 10.4236/ojas.2021.115004

Aila, F. O., Oima, D., Ochieng, I. & Odera, O. (2011). Biosecurity factors informing consumer preferences for indigenous chicken: A literature review. *Business and Management Review*, 1(4), 60–71.

Berry, J. (1997). Factors involved in site selection for new and modified poultry facilities. *Poultry Digest*, 56 (2), 12–15.

Carey, J., Prochaska, J., & Jeffrey, J. (2005). Poultry facility biosecurity. *Texas Cooperative Extension*, Publication B-6085.

Dewulf, J., & Van Immerseel, F. (2019). *Biosecurity in animal production and veterinary medicine*. Belgium: CABI.

do Amaral, L. A. (2004). Drinking water as a risk factor to poultry health. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 6 (4), 191–199. Doi: 10.1590/S1516-635X2004000400001

Eltholth, M. M., Mohamed, R. A., Elgohary, F. A., & Abo Elfadl, E. A. (2016). Assessment of biosecurity practices in broiler chicken farms in Gharbia Governorate, Egypt. *Alexandria Journal for Veterinary Sciences*, 49 (1), 125–131. Doi: 10.5455/ajvs.231191

Jacobs, L., Persia, M. E., Siman-Tov, N., McCoy, J., Ahmad, M., Lyman, J. & Good, L. (2020). Impact of water sanitation on broiler chicken production and welfare parameters. *Journal of Applied Poultry Research*, 29 (1), 258–268. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2019.12.004>

Kakati, L. J. & Nath, S. (2018). Scientific approaches of hygiene in poultry housing: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7 (1), 280–288. Doi: 10.20546/ijcmas.2018.701.031

Li, Y., Arulnathan, V., Heidari, M. & Pelletier, N. (2022). Design considerations for net zero energy buildings for intensive, confined poultry production: A review of current insights, knowledge gaps, and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154, 111874. Doi: 10.1016/j.rser.2021.111874

Maduka, C., Igbokwe, I., & Atsanda, N. (2016). Appraisal of chicken production with associated biosecurity practices in commercial poultry farms located in Jos, Nigeria. *Scientifica*, 1914692. Doi: 10.1155/2016/1914692

Maharjan, P. (2013). *Evaluation of water sanitation options for poultry production* (Master's thesis). University of Arkansas.

Maharjan, P. (2016). *Development of a biofilm model for evaluating poultry drinking water sanitation procedures* (Doctoral dissertation). University of Arkansas.

Mohapatra, S. (2017). Sterilization and disinfection. In E. S. Venkataraman, S. Hemmady, & S. K. Sinha (1st Ed.), *Essentials of neuroanesthesia* (pp. 929–944). London: Elsevier.

Molinari, J. A., & Runnells, R. R. (1991). Role of disinfectants in infection control. *Dental Clinics of North America*, 35 (2), 323–337.

Moya, S., Chan, K. W., Hinchliffe, S., Buller, H., Espluga, J., Benavides, B., Diéguez, F. J., Yus, E., Ciaravino, G., Casal, J., Tirado, F., & Allepuz, A. (2021). Influence on the implementation of biosecurity measures in dairy cattle farms: Communication between veterinarians and dairy farmers. *Preventive Veterinary Medicine*, 190, 105329. Doi: 10.1016/j.prevetmed.2021.105329

Samaha, H., Haggag, Y., Nossair, M., & Habib, H. (2013). Assessment efficiency of some chemical disinfectants commonly used against coccidia in poultry farms. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 39 (1), 82–90.

Singla, L., & Gupta, S. K. (2012). Advances in diagnosis of coccidiosis in poultry. In R. P. Gupta, S. R. Garg, V. Nehra, & D. Lather (1st Ed.), *Veterinary diagnostics: Current trends* (pp. 615–628). Delhi: Satish Serial Publishing House.

