



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**KAPSAİSİN BAZLI DOĞAL VE İŞLENMİŞ YEM KATKI MADDELERİNİN
JAPON BILDIRCINLARININ (*Coturnix japonica*) BESİ PERFORMANSINA
ETKİSİ VE REFAH DÜZEYİNİN İSTATİSTİKSEL MODELLEMESİ**

MEHMET SARAÇOĞLU

ZOOTEKNİ

**Şanlıurfa
2025**



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ**

DOKTORA TEZİ

**KAPSAİSİN BAZLI DOĞAL VE İŞLENMİŞ YEM KATKI MADDELERİNİN
JAPON BILDIRCINLARININ (*Coturnix japonica*) BESİ PERFORMANSINA
ETKİSİ VE REFAH DÜZEYİNİN İSTATİSTİKSEL MODELLEMESİ**

MEHMET SARAÇOĞLU

ZOOTEKNİ

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. SABRİ YURTSEVEN
Tez 2./Eş Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi HAMZA YALÇIN**

**Şanlıurfa
2025**

TEŞEKKÜR

Öncelikle, bu çalışmanın her aşamasında rehberliği, akademik bilgisi ve yönlendirmeleriyle bana ışık tutan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Sabri YURTSEVEN hocama en derin şükranlarımı sunarım. Aynı şekilde, sürecin her aşamasında desteğini esirgemeyen, kıymetli görüşleriyle çalışmama önemli katkılar sağlayan eş danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hamza YALÇIN hocama da içtenlikle teşekkür ederim. Kendilerinin akademik birikimleri ve yapıcı eleştirileri, bu çalışmanın şekillenmesinde büyük rol oynamıştır.

Tez jürime, değerli zamanlarını ayırarak çalışmamı titizlikle inceleyen, eleştirel bakış açılarıyla bana yeni perspektifler kazandıran, yönlendirmeleriyle çalışmamın daha nitelikli hale gelmesini sağlayan tüm kıymetli hocalarıma içten teşekkür ederim.

Bu süreç boyunca sabırları, sevgileri ve sonsuz destekleriyle her zaman yanımda olan aileme en derin teşekkürlerimi sunarım. Onların varlığı, koşulsuz sevgisi ve anlayışı, bu zorlu akademik yolculuğu daha anlamlı ve katlanılabilir kılmıştır. Yoğun ve stresli zamanlarımda bana güç veren, her daim yanımda olduklarını hissettiren aileme minnettarım.

Son olarak, tez sürecinin getirdiği yoğun ve zorlu dönemlerde bana moral veren, desteğini esirgemeyen, her daim yanımda olduklarını hissettiren dostlarıma ve tüm sevdiklerime gönülden teşekkür ederim. Zor anlarımda gösterdikleri anlayış, verdikleri cesaret ve içten destekleri, bu sürecin daha kolay aşılmasını sağlamıştır. Varlıklarıyla bana güç katan tüm dostlarıma şükran borçluyum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
KISALTMALAR	v
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	8
2.1. Kanatlı Hayvan Rasyonlarında Alternatif Yem Katkı Maddelerinin Kullanımı	8
2.2. Kanatlı Hayvan Rasyonlarına Eklenen Biberin veya Kapsaisin'in Performans Üzerine Etkileri.....	12
2.3. Yapısal Eşitlik Modellemesinin (SEM) Hayvancılıkta Kullanımı	17
2.4. Yapısal Eşitlik Modellemesinin Hayvan Refahında Kullanılması	22
3. GEREÇ ve YÖNTEM	25
3.1. Gereç	25
3.1.1.Hayvan ve Yem Materyali	25
3.1.2.Yem Katkı Maddeleri.....	26
3.2. Yöntem.....	27
3.2.1.Deneysel Tasarım ve Yem Katkı Maddelerinin Kullanılması	27
3.2.2.Canlı Ağırlık Kazancı, Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranı	27
3.2.3.Kesim ve Karkas-Organ Ölçümleri.....	28
3.2.4.Kan Numunelerinin Alınması ve Kan Parametrelerinin Analizi.....	28
3.2.5.Yumurta Kalite Özellikleri.....	29
3.2.6.İstatistiksel Analizler.....	29
3.2.7.Yapısal Eşitlik Modellemesi (SEM)	29
3.2.7.1.Kısmi en küçük kareler yapısal eşitlik modellemesi (PLS-SEM)	30
3.2.7.2.Hiyerarşik bileşen modelleri (HCM)	31
3.2.7.3.PLS-SEM değerlendirmesi.....	32
4. BULGULAR	34
4.1.Performans Bulguları.....	34
4.1.1.Canlı Ağırlık	34
4.1.2.Canlı Ağırlık Kazancı	35
4.1.3.Günlük Yem Tüketimi	35
4.1.4.Yemden Yararlanma Oranı	35
4.1.5.Karkas ve İç Organ Ölçümleri	36
4.1.6.Kan Parametreleri	36
4.1.7.Yumurta Kalite Özellikleri.....	39
4.2.Yapısal Eşitlik Modellemesi (SEM)	40
4.2.1.Ölçüm Modellerinin Değerlendirilmesi (Final SEM)	43
4.2.2.Yapısal Modelin Değerlendirilmesi (Final SEM)	44
4.2.3.Split-Half Senaryosu PLS-SEM Değerlendirmesi	45
5. TARTIŞMA	46
5.1.Performans Değerlendirmesi	46
5.2.Karkas ve İç Organ Değerlendirmesi.....	48
5.3.Kan Parametreleri Değerlendirmesi.....	49
5.4.Yumurta Kalite Özellikleri Değerlendirmesi.....	51
5.5.Yapısal Eşitlik Modellemesi.....	53
5.5.1.Ölçüm Modellerinin Değerlendirilmesi	53
5.5.2.Bağıışıklık Sisteminde “İgA”	54

5.5.3.Yapısal Modelin Değerlendirilmesi	55
6. SONUÇLAR.....	56
6.1.Genel Performans Sonuçları	56
6.2.SEM Sonuçları.....	56
7. ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	77

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KAPSAİSİN BAZLI DOĞAL VE İŞLENMİŞ YEM KATKI MADDELERİNİN JAPON BILDIRCINLARININ (*Coturnix japonica*) BESİ PERFORMANSINA ETKİSİ VE REFAH DÜZEYİNİN İSTATİSTİKSEL MODELLEMESİ

MEHMET SARAÇOĞLU

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ

Tez Danışman: Prof. Dr. SABRİ YURTSEVEN
Tez 2./Eş Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi HAMZA YALÇIN
Yıl: 2025, Sayfa : 77

Bu çalışma, Japon bildircinlarının (*Coturnix japonica*) performansı ve refahını inceleyen iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, farklı seviyelerde Urfa biberi atığı (*Capsicum annuum* L.) ve kapsaisin bazlı ticari yem katkı maddelerinin (ID Phyt Capcin) bildircinların performansı, karkas özellikleri, kan parametreleri ve yumurta verimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. İkinci aşamada ise, refahın büyüme, fiziksel aktivite, biyolojik ve fizyolojik stres ile bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Performans aşaması toplam 9 hafta sürmüş, çalışma yedi deney grubunu içermiştir. Urfa biberi atığı ve ID Phyt Capcin katkıları %2.5, %5 ve %7.5 seviyelerinde uygulanmıştır. Sonuçlar, %7.5 Urfa biberi atığı grubunun ilk 3 haftada en yüksek canlı ağırlığa ulaştığını ($p<0.05$), ancak 6. Haftada ruplar arasında anlamlı fark bulunmadığını göstermiştir ($p>0.05$). Yem tüketimi açısından %5 ve %7.5 Urfa biberi atığı grupları 0-3 haftalık dönemde en yüksek değere sahipken ($p<0.05$), 4-6 haftalık dönemde gruplar arasında fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Yemden yararlanma oranı %5 ID grubunda en düşük, %7.5 Urfa biberi atığı grubunda ise en yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Karkas ölçümlerinde, Urfa biberi atığı grubunda taşlık ağırlığı artarken ($p<0.05$), kalp ve dalak ağırlıkları azalmıştır ($p<0.05$). Trigiserit seviyeleri Urfa biberi atığı gruplarında düşük, ID gruplarında ise yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Yumurta verimi en yüksek %7.5 ID grubunda tespit edilirken ($p<0.05$), Urfa biberi atığı gruplarında yumurta sarısı rengi belirgin şekilde koyulaşmıştır ($p<0.05$). Çalışma, yem katkılarının türü ve dozajının performans üzerinde farklı etkiler yarattığını göstermektedir.

Refah aşamasında, Japon bildircinlarının refah düzeyinin değerlendirilmesi için kısmi en küçük kareler yapısal eşitlik modellemesi (PLS-SEM) uygulanmıştır. Hiyerarşik bileşen modeli (HCM) kullanılarak refah, yüksek dereceli bileşen (HOC) olarak ele alınmış, fizyolojik değişkenler alt bileşenler (LOC) olarak modellenmiştir. Sonuçlar, refahın fiziksel aktivite (0.791), bağışıklık sistemi (0.567) ve büyüme (0.903) üzerinde anlamlı etkileri olduğunu göstermiştir. Refah, fiziksel aktivitedeki varyansın %62.6'sını, bağışıklık sistemindeki varyansın %32.1'ini ve büyümedeki varyansın %81.6'sını açıklamaktadır. Bu bulgular, refahın hayvanların temel biyolojik süreçlerini şekillendirmedeki kritik rolünü ortaya koymakta ve refah değerlendirmesi için sağlam bir metodolojik çerçeve sunmaktadır.

ANAHTAR KELİMELELER: Yapısal Eşitlik Modellemesi, Performans, Refah, Kısmi en küçük kareler, Kapsaisin, yem katkısı

ABSTRACT

DOCTORATE THESIS

THE EFFECT OF CAPSAICIN BASED NATURAL AND PROCESSED FEED ADDITIVES ON FATTENING PERFORMANCE AND WELFARE LEVEL OF JAPANESE QUAIL (*Coturnix japonica*) STATISTICAL MODELING

MEHMET SARAÇOĞLU

HARRAN UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
ANIMAL HUSBANDRY

Thesis Supervisor: Prof. Dr. SABRİ YURTSEVEN
Thesis 2nd. Supervisor: Assist. Prof. Dr. HAMZA YALÇIN
Year: 2025, Page : 77

This study consists of two phases investigating the performance and welfare of Japanese quails (*Coturnix japonica*). The first phase examines the effects of diets containing different levels of Urfa pepper waste (*Capsicum annuum L.*) and a capsaicin-based commercial feed additive (ID Phyt Capcin) on quail performance, carcass traits, blood parameters, and egg production. The second phase evaluates the impact of welfare on growth, physical activity, biological and physiological stress, and the immune system.

The performance phase lasted a total of nine weeks and included seven experimental groups. Urfa pepper waste and ID Phyt Capcin were incorporated into diets at 2.5%, 5%, and 7.5% levels. Results indicated that the 7.5% Urfa pepper waste group achieved the highest body weight at the end of the first three weeks ($p<0.05$), whereas no significant difference was observed among groups at six weeks ($p>0.05$). Feed intake was highest in the 5% and 7.5% Urfa pepper waste groups during the 0–3 week period ($p<0.05$), with no significant differences detected among groups in the 4–6 week period ($p>0.05$). Feed conversion ratio was lowest in the 5% ID group and highest in the 7.5% Urfa pepper waste group ($p<0.05$). Carcass analysis revealed an increase in gizzard weight in the Urfa pepper waste group ($p<0.05$), while heart and spleen weights significantly decreased ($p<0.05$). Triglyceride levels were lower in the Urfa pepper waste groups but higher in the ID groups ($p<0.05$). Egg production was highest in the 7.5% ID group ($p<0.05$), whereas egg yolk color was significantly darker in the Urfa pepper waste groups ($p<0.05$). These findings highlight that the type and dosage of feed additives exert varying effects on performance parameters.

The welfare phase assessed quail welfare levels using partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). A hierarchical component model (HCM) was employed, where welfare was designated as a higher-order component (HOC) and physiological variables as lower-order components (LOCs). The results demonstrated that welfare significantly influenced physical activity (0.791), immune system function (0.567), and growth (0.903). Welfare explained 62.6% of the variance in physical activity, 32.1% in immune system function, and 81.6% in growth. These findings underscore the critical role of welfare in shaping key biological processes in quails and provide a robust methodological framework for welfare assessment.

KEYWORDS: Structural Equation Modeling, Performance, Welfare, Partial least squares, Capsaicin, feed additive

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. Yansıtıcı–Yansıtıcı Hiyerarşik Bileşen Modeli (HCM). SEM diyagramlarında, daireler gizil değişkenleri, dikdörtgenler göstergeleri temsil eder, daireler arasındaki oklar ilişkileri (yol katsayılarını) gösterir ve dairelerden dikdörtgenlere yönelen oklar	32
Şekil 4. 1. Başlangıç SEM modeli.....	42
Şekil 4. 2. Final SEM modeli	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1. Bazal rasyonların yem bileşimi ve besin içeriği (%KM)	25
Çizelge 3. 2. Yem katkı maddelerinin besin içeriği (%KM)	26
Çizelge 4. 1. Urfa Biber Atığı ve ID Phyt Capsin'in Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımının Büyüyen Japon Bildircınlarının Performansı Üzerindeki Etkisi.....	34
Çizelge 4. 2. Urfa Biber Atığı ve ID Phyt Capsin İçeren Rasyonlarla Beslenen Japon Bildircınlarının 46 Günlük Yaştaki Karkas Özellikleri	36
Çizelge 4. 3. Japon Bildircınlarının Kan Hematolojik ve Biyokimyasal Değerleri.....	37
Çizelge 4. 4. Biber atığı ve ID Phyt yem katkı maddelerinin yumurta kalite özellikleri üzerine etkileri	39
Çizelge 4. 5. Başlangıç SEM modelinin tanımlayıcı özellikleri.....	41
Çizelge 4. 6. Final SEM, Split-half tutarlılığı SEM ¹ ve Split-half tutarlılığı SEM ²	43

KISALTMALAR

μL :	Mikrolitre
AA:	Albümin ağırlığı
AG:	Albümin genişliği
AU:	Albümin uzunluğu
AVE:	Açıklanan ortalama varyans (Average Variance Extracted)
AY:	Albümin yüksekliği
CA:	Canlı ağırlık
Ca:	Kalsiyum
CaCO_3 :	Kalsiyum karbonat
CAK:	Canlı ağırlık kazancı
CR:	Bileşik güvenilirlik
CRP:	C-reaktif protein
f^2 :	Etki büyüklüğü
g:	Gram
H/L:	Heterofil/Lenfosit oranı
HCM:	Hiyerarşik bileşen modeli
HCT:	Hematokrit
HDL:	Yüksek yoğunluklu lipoprotein
HGB:	Hemoglobin
HOC:	Yüksek dereceli bileşen
HP:	Ham protein
HPER:	Hidrojen peroksit
HTMT:	Heterotrait-Monotrait korelasyon oranı
HU:	Haugh Birimi
ID:	ID Phyt Capcin (Kapsaisin bazlı yem katkı maddesi)
IgA-IgG-IgM:	İmmünoglobülin A-G-M
IR:	Gösterge güvenilirliği
IU:	Uluslararası birim (International Unit)
KA:	Kabuk ağırlığı
kcal:	Kilokalori
kg:	Kilogram
KKK:	Yumurta kabuğu küt kısmı kabuk kalınlığı
LDL:	Düşük yoğunluklu lipoprotein
LOC:	Düşük dereceli bileşen
MCH:	Ortalama korpusküler hemoglobin
MCHC:	Ortalama korpusküler hemoglobin konsantrasyonu

MCV: Ortalama eritrosit hacmi
ME: Metabolik Enerji
mg: Miligram
ml: Mililitre
mm: Milimetre
MPV: Ortalama trombosit hacmi
OKK: Yumurta kabuğu orta kısım kalınlığı
OSI: Oksidatif stres indeksi
PCT: Prokalsitonin
PDW: Trombosit dağılım genişliği
PLS: Kısmi en küçük kareler (Partial Least Squares)
PLT: Trombosit
R²: Belirleme katsayısı
RBC: Kırmızı kan hücresi
RDW: Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği
rpm: Dakikada dönüş sayısı (Revolutions Per Minute)
SA: Yumurta sarısı ağırlığı
SEM: Yapısal eşitlik modellemesi (Structural Equation Modeling)
SG: Yumurta sarısı genişliği
SKK: Yumurta kabuğu sivri uç kabuk kalınlığı
SY: Yumurta sarısı yüksekliği
Şİ: Şekil indeksi
TAS: Toplam antioksidan seviyesi
TC: Toplam kolesterol
TG: Trigliserit
TOS: Toplam oksidan seviyesi
TP: Toplam protein
UBA: Urfa biberi atığı
VIF: Varyans şişirme faktörü (variance inflation factor)
VLDL: Çok düşük yoğunluklu lipoprotein
WBC: Beyaz kan hücreleri (Lökosit)
YA: Yumurta ağırlığı
YG: Yumurta genişliği
YT: Günlük yem tüketimi
YU: Yumurta uzunluğu
YÜ: Yumurta Üretimi
YYO: Yemden yararlanma oranı

1. GİRİŞ

Kümes hayvan eti üretimi, toplam et üretiminin birincil türü olmayı sürdürmekte (OECD-FAO, 2018) ve önümüzdeki yıllarda da giderek artması beklenmektedir (Van Limbergen vd., 2020). Kanatlı eti tüketimi, yılda yaklaşık 66 milyar kanatlı hayvan kesildiği için tüketilen toplam etin yaklaşık %70' ini temsil etmektedir ve Amerika Birleşik Devletleri, Çin ve Brezilya en büyük kanatlı hayvan üreticisi ülkelerdir (Peric vd., 2009; Rahman vd., 2013; Elbaz vd., 2021). Ülkemizde ise, 2023 verilerine göre yaklaşık 2.35 milyon ton tavuk eti, 47.5 bin ton hindi eti ve yaklaşık 2.65 milyar tavuk yumurtası üretilmiştir (TÜİK, 2024). Günümüzde, küresel nüfusun hızla artmasıyla beraber et ihtiyacının da artması, özellikle protein açısından zengin, düşük enerji ve kolesterol içeriği düşük olan kümes hayvanı etine olan talebi arttırmaktadır (Lashari vd., 2018; Cartoni Mancinelli vd., 2022; Jilo ve Hasan, 2022). Kısa sürede protein üretim imkânı sağlaması ve yemleme maliyetlerinin düşük olması, kanatlı sektörünün gelecekte ortaya çıkabilecek protein açığını gidermede önemli bir çözüm kaynağı olacağı izlenimini vermektedir. Bu nedenle, kanatlı hayvan yetiştiriciliğine yönelik yapılan çalışmalar, araştırmalar ve elde edilen bulgular, hayvansal üretim alanında giderek artan bir öneme sahip olmaktadır.

Dünyanın artan nüfusundan kaynaklanan güçlü protein talebi, bıldırcın üretimini de artırmıştır (Nadathur vd., 2016). Eski medeniyetler yüzyıllarca et ve yumurta için bıldırcın yetiştirme geleneğine sahip olmuşlardır ancak bu yetiştirme her zaman sınırlı kalmıştır. Bıldırcınların yumurta üretme yeteneğinin diğer kümes hayvanı türlerinden daha fazla olduğu ancak 20. yüzyılın başlarında keşfedildi ve sonraki yıllarda hem yumurta hem de et tipi bıldırcın üretimine ilgi arttı (Kokoszyński vd., 2024). Günümüzde dünya bıldırcın yumurta üretimi yılda 1.2-1.3 milyon ton, bıldırcın eti üretimi ise 200-240 bin ton civarındadır (Lukanov vd., 2023). Dünyanın çoğu ülkesinde, özellikle Uzak Doğu ve Asya ülkelerinde yumurta üretimi için yetiştirilmekte ve büyük bıldırcın yumurtası üreticileri arasında ABD ve Brezilya da bulunmaktadır (Minvielle, 2004; Lukanov, 2022). Et tipi bıldırcın yetiştiriciliği ise daha çok Batı Avrupa ülkelerinde (özellikle Fransa, İtalya, İspanya, Portekiz), ABD ve Çin'de ilgi görmektedir (Genchev, 2014). Türkiye'de ise, 2019 verilerine göre 801540 adet bıldırcın kesilmiş ve 103360 ton et elde edilmiştir (TÜİK, 2021).

Özellikle, Şanlıurfa ve Gaziantep ileri çevresindeki birçok köy ve kasabada bıldırcın üretimi sağlayan çiftlik sayısında gözle görülür bir artış dikkat çekmektedir. Bıldırcın yumurtalarının küçük olması, kuluçka makinelerine çok sayıda yumurta yüklenmesine imkân tanırken, kısa kuluçka süresi (17 gün) sayesinde bir seferde

yüzlerce hatta binlerce civciv elde edilmesi, bu üretim modelini oldukça cazip hâle getirmektedir. Ayrıca, normal bir tavuğun ilk yumurtasını beşinci veya altıncı ayında vermesine karşın, bıldırcınların yedinci haftada ilk yumurtalarını vermesi ve yumurta üretim performansı açısından diğer kanatlı türlerine üstünlük sağlaması, bıldırcın yetiştiriciliğinin bölgesel hayvansal üretim açısından önemini artırmaktadır.

Japon bıldırcını (*Coturnix japonica*), tavuk gibi *Galliformes* takımına ve *Phasianidae* familyasına ait, gelecek vaat eden kümes hayvanı türüdür (Minvielle, 2004; Batool vd., 2023). Bıldırcınlar, küçük boyutlarına rağmen, özellikle düşük kaynaklı kırsal alanlarda değerli ve ucuz bir hayvansal protein kaynağı olarak et ve yumurta üretimi için yetiştirilir (Vali, 2008; İnci vd., 2015). Ayrıca, bıldırcınlar küçük vücut boyutları, çok sayıda bıldırcın için gereken küçük taban alanı, kısa nesil aralığı, enfeksiyona karşı direnç ve yüksek büyüme hızları nedeniyle kümes hayvanlarında biyolojik ve genetik çalışmalar için bir hayvan modeli olarak kullanılır (Minvielle vd., 2007; Batool vd., 2023).

Kanatlı hayvan endüstrisindeki bu kayda değer gelişmelerle birlikte, hastalık direnci, sıcaklık stresinin önlenmesi, yemden yararlanma oranının iyileştirilmesi, büyüme ve üretimin teşvik edilmesi gibi birçok zorluğun üstesinden gelmek için bazı yem katkı maddelerinin kullanılması gerekmiştir (Peric vd., 2009; Rahman vd., 2013; Elbaz vd., 2021). Yem katkı maddeleri, kümes hayvanlarının beslenme gereksinimlerini karşılamak, yemin kalitesini artırmak, hayvanların performansını arttırmak, hayvansal kaynaklı gıdaların (örneğin, yumurta ve et) kalitesini artırmak ve daha birçok amaç için kullanılan ürünlerdir (Morsy, 2018; Abdel-Moneim vd., 2020). Ayrıca, gastrointestinal sistem, metabolizma ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, patojenlerin engellenmesi ve bağırsak bütünlüğünün iyileştirilmesi üzerinde olumlu etki yaparak kanatlı hayvan sağlığını iyileştirmek, sindirimi teşvik etmek, yem verimliliğini ve hastalıklara karşı direnci artırmak için de kullanılmaktadır (El-Baz ve Khidr, 2024).

Üreticiler, kümes hayvanı endüstrisinde üretimi ve sağlığı artırmak için özellikle profilaktik antibiyotikler ve büyüme destekleyicileri kullanmışlardır. Ancak bu uygulama, zamanla kümes hayvanı üretiminde antibiyotiklerin yanlış kullanımına yol açmıştır. Üreticilerin “antibiyotik suistimali” olarak adlandırılan tedbirsiz antibiyotik kullanımı, kümes hayvanları ürünlerinde antibiyotiğe dirençli patojen ve antibiyotik kalıntısı riskini artırmıştır (Muaz vd., 2018; Owusu-Doubreh vd., 2023). Bu durum, tüketiciler için ciddi bir antimikrobiyal direnç sağlık riski oluşturmuş; dolayısıyla tedavi başarısızlığını, insan sağlığı ve hayvan sağlığı üzerindeki diğer olumsuz etkileri tetiklemiştir (Bacanlı ve Başaran, 2019; Almansour vd., 2023). Farklı

mikroorganizmalarda sürekli olarak yeni antibiyotik direnç mekanizmalarının ortaya çıkma tehlikesi, Avrupa Komisyonu'nu hayvan yemlerinde büyüme artırıcı olarak antibiyotikleri yasaklamaya yöneltmiştir (European Union, 2005). Özellikle son dönemlerde dünya genelinde artan solunum yolu rahatsızlıkları ve tüketilen antibiyotiklerin bazı boğaz enfeksiyonlarına karşı etkisiz kalması, antibiyotik direnci ile ilgili önemli sorunların ortaya çıkmaya başladığını düşündürmektedir. Bu durum araştırmacıları, üretimi artırmak ve genel sağlığı iyileştirmek için farklı alternatif katkı maddelerinin araştırılmasını benimsemeye yöneltmiştir (Okey, 2023).

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde organik asitler, probiyotikler, prebiyotikler, yağlar, enzimler ve tıbbi bitkiler gibi alternatif katkı maddeleri kullanılmaktadır (Olotu vd., 2023; Rivas-Caceres vd., 2024). Katkı maddeleri, genellikle belirli bir bölgede üretilen tarımsal ürünlerin atıklarının hayvansal üretimde değerlendirilmesi yoluyla ekonomiye katkı sağlayan yan ürünler olarak da öne çıkabilmektedir. Hayvancılık sektörü, insan tüketimine uygun olmayan materyallerin yanı sıra gıda sanayi atıklarının da kaliteli hayvansal ürünler elde etmek amacıyla yeniden değerlendirildiği önemli bir tarımsal faaliyet alanıdır. Özellikle tıbbi bitkiler, sindirimi iyileştirme, kolesterolü düşürme, bağışıklık sistemini güçlendirme, iştahı artırma ve hastalıkları önleme gibi olumlu etkileri bilimsel olarak kanıtlanmış doğal aktif bileşenler içermektedir (Atay, 2023). Bu bitkilerin hayvan yemlerine katkı maddesi olarak eklenmesi, hayvan sağlığını iyileştirmenin yanı sıra üretim verimliliğini artırma potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla, tıbbi bitkilerin hayvansal üretimde kullanımı, sürdürülebilir ve ekonomik bir besleme stratejisi olarak öne çıkmaktadır.

Acı biber (*Capsicum* sp.), dünya çapında yaygın olarak yetiştirilmekte, gıda ve geleneksel tıp alanında kullanılmaktadır (Baenas vd., 2019; Hernández-Pérez vd., 2020). 200' den fazla *Capsicum* türü mevcuttur, ancak beş tanesi ekonomik açıdan önemlidir ve dünya çapında yetiştirilmektedir. Bunlar *C. annuum* , *C. frutescens* , *C. chinense* , *C. baccatum* ve *C. pubescens*'tir (Batiha vd., 2020). 2022 yılında dünya çapında biber üretimi yaklaşık 37 milyon ton olup, küresel üretimin büyük bir kısmını oluşturan Çin en büyük üretici olmuştur. Ülkemizde ise, yine 2022 yılı verilerine göre toplam 3.1 milyon ton biber üretilmiştir. Türkiye, biber üretimi sıralamasında Çin ve Meksika'dan sonra Endonezya ile 3. sırayı paylaşmaktadır (FAO, 2024).

Dünya çapında *Capsicum* türlerinin üretimi, 2002-2022 yılları arasında %39 oranında artmıştır (FAO, 2024) ve en çok ticari olarak yetiştirilen sebzelerden biri olarak kabul edilmektedir (Yasin vd., 2023). Ancak, *Capsicum* mahsulünün yaklaşık %46'sının her yıl israf edildiği tahmin edilmektedir (Scoma vd., 2016). *Capsicum* bitkilerinin yaklaşık %26' oranında satılamaz olarak kabul edilmekte ve yetiştiricinin

ihtiyacına bağlı olarak atık olarak değerlendirilebilmektedir (AUSVEG, 2013). Acı biber atığı, bakterisidal, bakteriyostatik, koksidiyostat ve antifungal etkiye sahip kapsaisin ve yüksek oranda A ve C vitamini içeren düşük maliyetli bir üründür, bu da hayvanın sağlığı ve etinin kalitesi için faydalı olabileceği ve yem katkı maddesi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Okey, 2023).

Kapsaisin, kırmızı biber ve acı biberlerin çekirdeklerinde ve meyvelerinde bol miktarda bulunan bir kimyasal moleküldür ve bu baharatların acı, tahriş edici tadından ve lezzetinden sorumludur (Antonio vd., 2018). Kırmızı biber ve acı biberlerin baharatlı lezzetini ve tadını veren organik bileşik olan kapsaisin, yüzyıllardır çeşitli hastalıkların tedavisi için potansiyel bir doğal şifa maddesi olarak kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (Musolino vd., 2024). Acı biberin baharatlı tadının kaynağı olan kapsaisinin, antioksidan kapasitenin ve anti-enflamatuvar aktivitenin iyileştirilmesinde, ağrının giderilmesinde ve lipid metabolizması ile bağırsak mikrobiyal topluluğunun modülasyonunda önemli bir rol oynadığı kanıtlanmıştır (Prakash ve Srinivasan, 2010; Liang vd., 2013; Liu vd., 2021; Salem vd., 2023). Bu nedenle, ana bileşeni kapsaisin olan doğal kırmızı biber ekstraktı kanatlı hayvan üretimini olumlu yönde katkı sağlayabilir. Son birkaç yılda, yapılan bazı çalışmalar rasyonlara bitki özü karışımı ilavesinin büyüme performansını, besin sindirimini, sindirim enzim aktivitelerini iyileştirebileceğini ve kanatlı hayvan sağlığına fayda sağlamak için bağırsak mikrobiyotasını modüle edebileceğini göstermiştir (Pirgozliev vd., 2019; Liu vd., 2021).

Dünya nüfusunun 2060 yılına kadar yaklaşık 10 milyarı bulabileceği (UN, 2024) ve öngörülen artışının bir sonucu olarak, dünya et talebinin de giderek artması beklenmektedir. Bu nedenle, et üretiminin iyileştirilmesi gerekmektedir, ancak bu her ne pahasına olursa olsun gereken düzeyde başarılamamaktadır (Esnaola-Gonzalez vd., 2020). Bu yüzden, tarım endüstrilerinin daha verimli olması için artan baskılar, yetiştirme koşullarına bağlı çevresel kaynaklı etkileri artırmaktadır ve dolayısıyla kümes hayvanı refahını sorgulamamıza yol açmaktadır (Hartcher ve Lum, 2020; Castro vd., 2023). Kanatlı etinin ekonomik açıdan tercih edilmesi ve artan hayvansal protein ihtiyaçları, yoğun hayvan popülasyonuna sahip üretim modellerinin yaygınlaşmasına neden olmuştur. Bu durum, söz konusu üretim sistemlerinde kanatlı refahının korunmasına ve iyileştirilmesine yönelik önlemlerin alınmasını daha da önemli hâle getirmektedir. Özellikle, kanatlı hayvan sağlığı ve hayvansal ürün kalitesi, iyi refah koşullarına bağlı olduğu için, kümes hayvanı üretiminde refahın artırılması büyük önem taşımaktadır (EFSA vd., 2023; Korver, 2023). Bu nedenle, hayvan refahının değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi, bilim insanları, politikacılar ve endüstri

temsilcileri için kritik bir öncelik haline gelmiştir (Marchant-Forde, 2015; Dwyer, 2020; Broom, 2021).

Hayvan refahı, bir hayvanın çevresine verdiği biyolojik tepkilerin bütünleştirilmesini içerir ve ölçümünde hayvan fizyolojisi, duygusal ve bilişsel durumu, kaçınma davranışı, hayvan biyokimyası ve sosyal veya fiziko-kimyasal uyaranlara verilen yanıtlar kullanılabilir (Wickham vd., 2012; Hemsworth vd., 2015). Hayvanlardan refahlarına ilişkin doğrudan bir tepki veya bildirim alınmadığı için, refah düzeyinin ölçülebilir kriterler üzerinden belirlenmesi zorunlu hâle gelmiştir. Dışsal ya da nesnel ölçümlerle hayvanların öznel refahını oluşturan zihinsel durumlarındaki tepkilere ise doğrudan erişim mümkün olmamaktadır. Bunun yerine tamamen davranış veya fizyolojideki değişiklikler gibi gösterge ölçümlerine güvenilmesi zorunlu hale gelmiştir (Browning, 2023). Bu durumda bir hayvanın fizyolojik stres altında olup olmadığını ölçmek hayvan refahını objektif olarak değerlendirmenin bir yoludur ve bu bir hayvanın kendi refahına yönelik bir tehditle karşı karşıya kaldığında doğal olarak ortaya çıkan biyolojik bir tepkidir (Tatemoto vd., 2019; Gonzalez-Rivas vd., 2020; Silva vd., 2020; Kumar vd., 2023). Biyolojik tepkiler ise yem tüketimi, canlı ağırlık artışı ve bağışıklık tepkisinin belirli standartlar dâhilinde sürekliliği ve sürdürülebilirliği ile ilişkilendirilebilmektedir.

Hayvan refahı ölçümünü değerlendirmenin birçok yolu, bu yolların birbirine göre farklı avantajları vardır (Mench, 2018). Gelişmiş istatistiksel ve matematiksel modelleme teknikleri, makine öğrenimi ve veri madenciliği, bu karmaşık süreçleri tanımlamak için büyük bir potansiyele sahiptir. Bu nedenle hayvan sağlığı ve refahında tahmine dayalı analitikler için yeni algoritmalar da yaygın olarak kullanılabilir (Niloofer vd., 2021). Bu amaçla çeşitli algoritmalar hesaplanarak gizil değişkenlerdeki en yüksek varyansı açıklayan ölçülebilir göstergeler modellere dahil edilmiş, bu durum eş zamanlı olarak kaydedilecek göstergelerin azalmasına yol açmıştır (Hair vd., 2014; Hair vd., 2021).

Yapısal eşitlik modellemesi (Structural Equation Modeling-SEM), araştırmacılara çoklu bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki karmaşık ilişkileri aynı anda modelleme ve tahmin etme imkânı sunmaktadır. Genellikle ele alınan kavramlar doğrudan gözlemlenemeyen, ancak birden fazla gösterge aracılığıyla dolaylı olarak ölçülen unsurlardır. SEM, değişkenler arasındaki ilişkileri tahmin ederken, gözlenen değişkenlerdeki ölçüm hatalarını da dikkate alarak daha güvenilir sonuçlar elde edilmesine katkıda bulunur. Bu yöntemi kullanarak teorik kavramların daha hassas bir şekilde ölçülmesi sağlanabilir. Yapısal eşitlik modellerini tahmin etmek amacıyla araştırmacılar genellikle iki temel yaklaşım kullanmaktadır. Bunlar;

1. Kovaryans tabanlı-SEM (Covariance Based/CB-SEM) ve 2. Kısmi en küçük kareler-SEM yöntemleridir (Partial Least Squares/PLS-SEM) (Hair vd., 2021).

PLS-SEM, gizil değişkenler ile bunlar arasındaki ilişkileri içeren yol modellerinin tahmin edilmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntem haline gelmekte (Sarstedt vd., 2022) ve istatistiksel bir modelleme tekniği olarak hızlı bir gelişim göstermektedir (Hair vd., 2021). Bu modelleme tekniği birçok bilimsel alanda kullanılmış ve kendine yeni alanlarda da yer bulmaya başlamıştır. Örneğin; perakendecilik ve tüketici hizmetleri (Foroughi vd., 2023), çevre bilimi (Deb vd., 2023), işletme ve yönetim (Sharma vd., 2024), eğitim ve bilgi teknolojileri (Zhong vd., 2024), ekonomi (Fedajev vd., 2023) ve tıp (Zhang vd., 2023) gibi birçok bilimsel alanda çalışılmaktadır.

Başlangıçta ekonomik sektör için tasarlanan modeller (Fedajev vd., 2023), zamanla tarımsal araştırmalarda, örneğin çiftliklerdeki verimliliğin tahmin edilmesi gibi çalışmalarda (Lima vd., 2023a) kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, SEM modellerinin birçok alanda yaygın şekilde kullanılıyor olmasına rağmen, hayvan refahı konusunda yapılan çalışmalar çok sınırlıdır ve bu alandaki literatür oldukça yetersizdir. Büyüyen domuzların olumlu duygusal durumunun davranışsal ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkisinin ölçülmesi (Krugmann vd., 2020a) ve dişi domuzlar ile domuz yavrularının refah göstergelerinin incelenmesi (Friedrich vd., 2020) gibi araştırmalar, hayvan refahı alanında SEM modellemesinin kullanıldığı ilk örneklerden bazılarını teşkil etmektedir. Kümes hayvanları ile yapılan refah değerlendirmelerinde SEM modelinin kullanılması ise ilk defa Yalçın vd. (2021) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, kanatlı hayvan refahı alanında istatistiksel modellerin kullanımına ilişkin önemli bir eksiklik olduğu gözlemlenmektedir.

Antibiyotik yasağı ve ticari yem katkı maddelerinin yüksek maliyetleri, daha ucuz, etkili ve güvenli alternatiflerin bulunmasını zorunlu hâle getirmiştir. Bu bağlamda, bitki atıklarının yem katkı maddesi olarak kullanımı, atıkları azaltma, ekonomik fayda sağlama ve tüketicilere güvenilir ürünler sunma açısından umut verici bir potansiyel sunmaktadır. Urfa biberi atığı ve kapsaisin bazlı ticari yem katkı maddelerinin kullanımı, bıldırcınların büyüme performansını, kan parametrelerini ve yumurta kalitesini iyileştirirken, aynı zamanda maliyet avantajları sağlaması beklenmektedir. Bu çalışma, Şanlıurfa bölgesinde yoğun olarak üretilen biberin ve dolayısıyla ortaya çıkan biber atığının, kapsaisin bazlı ticari yem katkı maddelerine alternatif olarak Japon bıldırcınlarının performans kriterleri üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, bu çalışmada, Japon bıldırcınlarının refahını,

belirli kan parametreleri üzerinden ölçülmesi hedeflenmiş ve bu amaçla PLS-SEM yönteminin uygulanabilirliği test edilecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Kanatlı Hayvan Rasyonlarında Alternatif Yem Katkı Maddelerinin Kullanımı

Reda vd. (2024a), toplam 150 adet 8 haftalık yetişkin bıldırcınları 5 gruba ayırarak, sumak tozunun üreme ve verim parametreleri, yumurta kalitesi, sindirim enzimleri ve kan profilleri üzerine etkisini incelemişlerdir. YYO, sumak tozunun tüm seviyelerinde kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Sumak tozu takviyesi, yumurta sayısını, yumurta ağırlığını, yumurta kütlelerini, döllülüğü ve kuluçka oranını önemli ölçüde ($p<0.05$) artırmıştır. Sumak tozu takviyesinin, diğer yumurta kalite parametrelerini etkilemezken, yumurta sarısı yüzdesini, Haugh birimini ve birim yüzey kabuk ağırlığını önemli ölçüde ($p<0.05$) arttırdığı tespit etmişlerdir. Kontrol grubuyla (G1) karşılaştırıldığında, 2, 3 veya 4 g sumak tozu/kg rasyonla beslenen bıldırcınlar, kırmızı kan hücreleri, beyaz kan hücreleri ve hemoglobin gibi hematolojik parametrelerde önemli bir iyileşme ($p<0.05$) ve glikoz seviyelerinde azalma olduğu bulunmuştur. Sumak tozu uygulaması, bıldırcın yetiştiricilerinin plazmasındaki IgM, IgG, IgA ve lizozim seviyelerini artırarak bağışıklığı önemli ölçüde ($p<0.05$) iyileştirdiği bildirilmiştir. Mevcut çalışmanın sonuçları, Japon bıldırcını rasyonuna 1, 2, 3 ve 4 g sumak tozu eklenmesinin yumurta kalitesinde, sindirim enzimlerinde, üreme ve üretim performanslarında ve çoğu kan hematolojik ve biyokimyasal parametrelerinde iyileşmelere yol açtığı bildirilmiştir.

Tufan vd. (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bıldırcın yemlerine farklı miktarlarda polen eklenmesinin besi performansı, bazı karkas özellikleri ve iç organ parametreleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada, hayvan materyali olarak 625 adet karışık cinsiyetli bir günlük Japon bıldırcını civcivi kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, CA, CAK ve YYO açısından polen ilavesi yapılan gruplar, kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha yüksek değerler bulunmuştur ($p<0.001$). Ancak yem tüketimi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Karkas özellikleri açısından değerlendirildiğinde, kesim ağırlığı ($p<0.001$), sıcak ve soğuk karkas ağırlığı ($p<0.01$) ve göğüs ağırlığı ($p<0.05$), polen eklenen gruplarda kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. İç organ ağırlıkları incelendiğinde ise bağırsak ağırlığının, polen ilavesi yapılan grupta kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma bulgularına göre, besi performansı, belirli karkas parametreleri ve bağırsak ağırlığı üzerindeki olumlu etkileri göz önüne alındığında, bıldırcın rasyonlarında %0.25 oranında polen kullanımının faydalı olabileceği önerilmektedir.

Ojediran vd. (2024) yaptıkları çalışmada, japon bıldırcınlarının yem katkı maddesi olarak Sausage (*Kigelia africana*) meyve unu (KaFM) içeren rasyonla büyüme tepkisini, kan bileşenlerini, karkas verimi ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. İki haftalık yaştaki 240 erkek-dişi karışık Japon bıldırcını arasından rastgele dört beslenme grubu oluşturmuşlardır. Bulgular, KaFM alımının YYO, ilk yumurtlama yaşı, hematolojik parametreleri, transaminaz aktivitesini, karkas ve organoleptik indeksleri etkilediğini ortaya koymuştur ($p<0.05$). Sonuç olarak, bazı gruplarda yumurtlama yaşına daha erken (39 gün) ulaşmış, bu nedenle KaFM dişi cinsel olgunluğunu geciktirebildiği belirlenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, yeme %0.1 KaFM eklemenin japon bıldırcınlarının büyüme performansını artırmak için yeterli olduğu, %0.2 KaFM eklenmesinin sağlıklı bıldırcınlar için belirlenen aralıkta olan kan metabolitleri, daha yüksek karkas ağırlığı, et rengi, yumuşaklığı ve genel kabul edilebilirlik için yeterli olduğunu tespit etmişlerdir.

Chudak ve Lebid (2024) bu çalışmada, fitobiyotik takviyesinin genç bıldırcınların CA, CAK ve YT üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bıldırcınlar, ana rasyona ek olarak, fitobiyotik takviyesinin farklı dozlarını tüketmişlerdir. Fitobiyotik bileşimi, kurutulmuş, ezilmiş ve granüle edilmiş bitki bileşenleri ile *Macleaya cordata* bitkisinin doğal ekstraktlarını içermektedir. Araştırma sonuçları, fitobiyotik takviyesi tüketiminin 2. gruptaki bıldırcınlarda CA değerini %5.6 ($p<0.01$), 3. grupta %8.6 ($p<0.001$), 4. grupta ise %14.0 ($p<0.001$) artırdığını göstermiştir. Ayrıca, fitobiyotik kullanımı 2. grupta mutlak CAK değerini %5.8 ($p<0.01$), 3. grupta %8.8 ($p<0.001$), 4. grupta ise %14.5 ($p<0.001$) oranında artırmıştır. Ortalama CAK değerinde fitobiyotik takviyesiyle 2. grupta %5.7 ($p<0.05$), 3. grupta %8.9 ($p<0.01$), 4. grupta ise %14.4 ($p<0.001$) oranında kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Ek olarak, fitobiyotik katkısının kullanılmasıyla 2. grupta %0.8 ($p<0.01$), 3. grupta %0.8 ($p<0.01$) ve 4. grupta %1.5 ($p<0.001$) oranında daha fazla oransal artış elde edilmiştir.

Abdeldayem vd., (2024) bu çalışmada, rasyonla verilen bütirik asidin (BA) Japon bıldırcınlarında performans, bağışıklık, lipid profili, sekal mikrobiyota ve antioksidan seviyeleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, cinsiyet ayrımı yapılmamış, bir haftalık 250 bıldırcın civcivi, her biri 50 civcivden oluşan 5 gruba ayrılmıştır (her grupta 10 civcivden oluşan 5 tekerrür). Sonuçlar, BA'nın CAK ve YYO değerlerini iyileştirdiğini ($p<0.05$) ve toplam YT değerini azalttığını göstermiştir. BA, IgA, IgM, IgG ve Komplement 3 seviyelerini artırarak bağışıklığı güçlendirmiştir. BA takviyeli bıldırcınlar, kontrol grubuna göre daha düşük TC, TG, LDL ve VLDL seviyelerine sahip olmuştur. Bu etkiler, özellikle 100 ve 200 mg BA/kg dozlarında daha belirgindir. Ancak, HDL seviyeleri kontrol grubuyla farklılık

göstermemiştir ($p>0.05$). Rasyonda ≥ 100 mg/kg BA kullanımı, malondialdehit (MDA) seviyesini azaltmış ve süperoksit dismutaz (SOD), TAS, glutatyon peroksidaz (GPX), globulin, TP ve sindirim enzimlerini kontrol grubuna kıyasla artırmıştır ($p<0.05$). BA ayrıca sekal *E. coli*, *Salmonella* ve *Enterococcus* bakterilerini azaltmış, Laktik asit bakterilerini artırmıştır ($p<0.05$). Sonuç olarak, 100 mg BA/kg rasyonun Japon bıldırcınlarının üretim ve sağlığı için ideal olduğu görülmüştür.

Lan vd., (2024) çalışmalarında, rasyona eklenen zencefil tozunun bıldırcınların CAK, YYO ve karkas kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmada, 11 günlük 180 adet Japon bıldırcını tamamen rastgele bir deneme düzenine göre üç muamele grubuna ve her biri 20 bıldırcından oluşan üç tekerrüre ayrılmıştır. Gruplar; kontrol rasyonu (zencefil tozu eklenmeden), %0.1 ve %0.2 zencefil tozu eklenmiş rasyonlardan oluşmuştur. Çalışmalarında, rasyonlara eklenen zencefil tozu oranının %0' dan %0.2' ye çıkarılmasıyla birlikte canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranında doğrusal bir iyileşme sağlandığını göstermişlerdir ($p<0.01$). Ayrıca, %0.2 zencefil tozu eklenen rasyonda karkas özellikleri, özellikle karkas ağırlığı ile göğüs ve but ağırlığı iyileşme görülmüştür ($p<0.01$). Sonuç olarak, rasyonlarda %0.2 oranında zencefil tozu kullanımının, bıldırcınların büyüme performansını artırmış ve Japon bıldırcınlarının performansı için önermişlerdir.

Reda vd., (2024b) bu çalışmada, japon bıldırcınları rasyonuna Naringenin flavonoidi eklenmesinin büyüme performansı, karkas özellikleri, kan biyokimyası, bağışıklık, antioksidan tepkiler ve sekal mikrobiyota üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Birinci grup, naringenin içermeyen bazal rasyonla (BD) beslenmiş ve kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Diğer gruplar ise BD'ye sırasıyla 0.50, 1.00, 1.50 ve 2.00 g/kg oranlarında naringenin eklenerek beslenmiştir. Araştırmanın temel bulguları, naringenin takviyesiyle bıldırcınların CA ve CAK değerlerinde anlamlı doğrusal ve ikinci dereceden artışlar sağlandığını ve YYO değerlerinde belirgin şekilde iyileştiğini ($p<0.05$) ortaya koymuştur. Ancak karkas özelliklerinde belirgin bir değişiklik gözlenmemiştir ($p>0.05$). Ayrıca, naringenin içeren rasyonlar, bıldırcınların hematolojik ve biyokimyasal parametrelerini iyileştirmiş, TC, TG, LDL ve VLDL seviyelerinin anlamlı şekilde azalmasıyla belirgin hipolipidemik etkiler göstermiştir. Naringenin takviyesi, süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz, indirgenmiş glutatyon, IgA, IgM, IgG, komplement 3 ve lizozim seviyelerini artırmıştır. Çalışmalarında, naringenin, bıldırcın beslenmesinde sağlık ve genel performansı iyileştirmek için umut vadeden bir yem katkı maddesi olarak etkili bir şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Yeşilbağ vd., (2022) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada, doğal yem katkı maddesi olarak ticari bir probiyotik, ticari bir esansiyel yağ karışımı ve bu iki katkının birleşiminin bıldırcınlarda büyüme parametreleri (canlı ağırlık, canlı ağırlık kazancı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı), karkas verimi ve ince bağırsak histomorfolojisi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre, bıldırcın rasyonlarına eklenen katkı maddelerinin CA, CAK, YT ve YYO gibi performans parametreleri üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak, karkas verimi açısından gruplar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Özellikle, rasyona 18 g/ton probiyotik eklenmesi, karkas veriminde anlamlı bir artışa neden olmuştur ($p<0.05$). Bunun yanı sıra, probiyotikler, esansiyel yağ karışımları ve bu katkıların kombinasyonu gibi doğal yem katkı maddelerinin bıldırcın rasyonuna eklenmesi, duodenum ve ileum segmentlerinde villus yüksekliği ve kript derinliğinde önemli artışlar sağlamıştır ($p<0.001$). Ayrıca, deney gruplarında villus yüzey alanında kontrol grubuna kıyasla anlamlı büyümeler gözlenmiştir ($p<0.05$). Bıldırcın rasyonuna antibiyotiklere alternatif olarak geliştirilen bu yem katkı maddelerinin eklenmesinin performans üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı ve bağırsak sağlığı açısından önemli iyileşmeler sağladığı sonucuna varmışlardır.

Alagawany vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada, bıldırcın rasyonlarına limon otu esansiyel yağı (LGEO) eklenmesinin büyüme performansı, karkas özellikleri, karaciğer ve böbrek fonksiyonları, bağışıklık sistemi, antioksidan indeksler ve sekum mikroflorası üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, LGEO takviyesi (150, 300 ve 450 mg/kg) 3. ve 5. haftalarda CA değerlerini artırmış ve tüm dönemlerde CAK değerleri kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir iyileşme sağlamıştır ($p<0.05$). Ayrıca, tüm LGEO seviyeleri 1-3. ve 1-5. haftalar arasındaki YYO değerini olumlu yönde etkilemiştir. 3-5. hafta döneminde ise 300 ve 450 mg/kg LGEO takviyesi yapılan bıldırcınlarda, kontrol ve diğer gruplara kıyasla YYO daha fazla iyileşme gözlenmiştir. Bunun yanı sıra, 600 mg/kg hariç olmak üzere LGEO ile beslenen bıldırcınlarda TP ve albümin seviyeleri kontrol grubuna göre anlamlı şekilde artmıştır ($p<0.05$). LGEO'nun rasyona eklenmesi plazma lipid profilini iyileştirmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, LGEO takviyesi plazma IgM, IgG ve IgA, lizozim değerleri ve süperoksit dismutaz, toplam antioksidan kapasite, indirgenmiş glutatyon ve katalaz aktivitelerinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı artışlar sağlamıştır ($p<0.05$). LGEO ile yapılan rasyon takviyesinin büyüme performansını, lipid profilini, bağışıklık sistemini ve antioksidan indeksleri iyileştirerek bağırsak patojenlerini azalttığı ve büyüyen bıldırcınların genel sağlık durumunu olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır.

Gül vd., (2022) bu çalışmada, 10 haftalık deneme sonunda genç ve yaşlı yumurtlayan bıldırcınların rasyonlarına Maca tozu eklenmesinin etkisi araştırmışlardır. Maca (*Lepidium meyenii*), protein, ham yağ, esansiyel asitler ve farmakolojik bileşikler açısından zengin otsu bir bitkidir. Maca'nın farklı sağlık parametreleri üzerinde olumlu etkileri vardır. Toplamda 150 adet Japon yumurtlayan bıldırcını (209.1 ± 10.0 g) iki yaş (10 hafta ve 30 hafta) ve üç Maca tozu seviyesi (0, 1 veya 2 g/kg) olacak şekilde 2×3 faktöriyel düzenlemeye rastgele dağıtılmış ve her muamele için beş alt grup oluşturulmuştur. Çalışmaya göre, yaşlı bıldırcınlarda yumurta kabuğu kalitesi, TP, TG, progesteron ve testosteron serum konsantrasyonları genç bıldırcınlara göre daha düşük bulunurken, YA, YT ve folikül uyarıcı hormon bıldırcın yaşlandıkça önemli oranda artmıştır ($p<0.05$). Ayrıca yaşlanma, ileum histomorfolojisini ve kortikal kemik kalınlığını olumsuz yönde etkilemiştir ($p<0.05$). Ek bulgular, bıldırcın rasyonuna 1 g/kg Maca tozu eklenmesinin, yaşla birlikte bozulan yumurta kabuğu, ileum ve kemik özelliklerini performansı etkilemeden önemli oranda iyileştirdiğini ve rasyona 2 g/kg Maca tozu eklenmesinin serum TC seviyelerini önemli oranda azalttığını göstermiştir ($p<0.05$). Maca tozunun, yaşı ilerlemiş kanatlı hayvanlarda rasyona dahil edilmesi, yaşlanmanın olumsuz etkilerini azaltılabileceğini bildirmiştir.

2.2. Kanatlı Hayvan Rasyonlarına Eklenen Biberin veya Kapsaisin'in Performans Üzerine Etkileri

Arisha vd., (2024) bu çalışma ile, broyler civcivleri rasyonlarına kırmızı biber yağı (KBY) ve turp yağı (TY) eklemenin hayvanların gelişimi, bağışıklık sistemi performansı ve sindirim enzimlerinin aktivitesi üzerindeki potansiyel etkilerini incelemişlerdir. Çalışma dört gruba ayrılmıştır. Birinci grup (kontrol grubu), takviye içermeyen temel rasyonla beslenmiştir. Diğer dört gruptaki civcivlere, temel rasyona artan seviyelerde 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 g/kg yem miktarında KBY ve TY karışımı eklenmiştir. Kontrole kıyasla, CA, CAK, YT ve YYO değerleri 0.6 veya 0.9 g/kg KBY ve TY eklenmesiyle önemli derecede iyileşmiştir. Ayrıca, farklı KBY ve TY seviyeleriyle birlikte, ürik asit, kreatinin ve aspartat aminotransferaz (AST) düzeylerinde önemli bir azalma gözlemlenmiştir. 0.6 g/kg KBY ve TY ile beslenen civcivlerde TG ve LDL seviyeleri daha düşük bulunmuştur. Ayrıca, 0.9 g/kg seviyesinde KBY ve TY içeren rasyonla beslenen grupta, bağışıklık sistemi parametrelerinin en yüksek seviyeleri gözlemlenmiştir. 0.9 g/kg KBY ve TY içeren rasyonlarla beslenen civcivlerde *E. coli*, *Salmonella* ve koliformların en düşük seviyeleri görülmüştür. Ayrıca, kontrol grubuna kıyasla KBY ve TY'nin daha yüksek konsantrasyonları ile laktik asit bakterilerinin seviyelerinin arttığı bir eğilim

gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, KBY ve TY' nin broyler civcivleri rasyonlarına eklenmesinin, üretim ve bağışıklık değerlerinde maksimum iyileşmeler görülebileceği bildirilmiştir.

Abed ve Al-Shukri, (2024) bu çalışma ile, sıcaklık stresi koşulları altında broylerde bazı üretkenlik özellikleri üzerine kapsaisin ve acı biber tozu eklemenin etkisini araştırmışlardır. Civcivler, 5 cm'lik bir yumuşak zeminde yetiştirilmiştir. Bir günlük yaşta olan civcivler rastgele 6 muamele grubuna ayrılmış ve her grup için 3 tekrür (20 civciv/her tekrar) şeklinde tasarlanmıştır. Muamele grupları şu şekilde: T1 kontrol (standart yem), T2, T3 ve T4 grupları ise kapsaisin bileşiğiyle takviye edilmiş standart yem ile 15, 30 ve 45 mg/kg yem miktarlarında, T5 ve T6 grupları ise sırasıyla 5 ve 10 g veya mg/kg yem miktarlarında acı biber tozu ile karıştırılmışlardır. Sonuçlar, 5 haftalık yaşta, T3 muamele grubunun diğer tüm muamele gruplarına göre Ca değerlerinin önemli derecede arttığını ve T2 ile T5 muamele grupları T1 kontrol grubuna kıyasla daha iyi performans gösterdiği bildirilmiştir. T3 ve T4 muamele grupları, toplam CAK açısından diğer deneysel muamele gruplarına göre önemli derecede yüksek bulunmuşken, YT oranları tüm muamele gruplarında benzerlik göstermiştir. T2, T3 ve T6 muamele gruplarında, kontrol muamele grubu T1'e kıyasla YYO değerlerinde de ($p<0.05$) anlamlı bir iyileşme kaydedilmiştir.

EL-Gogary vd., (2024), broyler tavuklarının rasyonlarına farklı seviyelerde acı kırmızı biber (HRP) eklemenin, büyüme performansı, fizyolojik durum, karkas özellikleri ve kan parametreleri üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Başlangıç ve büyüme rasyonlarına dört farklı HRP seviyesi (%0, %3, %5 ve %7) eklenmiş ve bu rasyonlar civcivlere doğumdan 42. güne kadar verilmiştir. Deneme boyunca, kontrol grubu ile %3 HRP takviyeli rasyonla beslenen grup arasında üretim performansında belirgin bir fark gözlemlenmemiştir. Karkas özelliği açısından tüm gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Diğer muamele gruplarıyla karşılaştırıldığında, %3 veya %5 HRP ile beslenen broylerde, serumda TAS, IgM ve ALT aktivitesinde anlamlı azalmalar gözlemlenmiştir. Broylerlerin hematolojik parametrelerinin çoğu, HRP takviyesiyle etkilenmemiştir. Broyler rasyonuna %5 HRP dahil edilmesi, diğer muamele gruplarına kıyasla toplam bakteriyel sayıda ve koliform bakteri sayısında belirgin bir azalmaya yol açmıştır. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, HRP ile zenginleştirilmiş rasyonla beslenen tavukların duodenumunda, bitirme fazında villus yüksekliği hafifçe daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgulara göre, broyler tavuklarının verimliliği ve bağırsak histolojisi, rasyonlara %3 HRP eklenmesinden olumlu bir şekilde etkilenmiştir.

Adegoke vd., (2024) bu çalışmada, kuş gözü biberinin (KGB) farklı oranları ve öğütme boyutlarının, broyler tavuklarının büyüme performansı ve et kalitesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, 150 g KGB ile beslenen civcivlerin, 300 g KGB ile beslenenlere göre daha az yem tükettiklerini göstermektedir. Ayrıca, 0 ve 150 g KGB grupları, 300 g KGB grubuna kıyasla daha iyi ($p<0.05$) YYO değeri göstermiştir. Bununla birlikte 0.05 mm boyutlu KGB rasyonu, 0.1 mm boyutlu KGB rasyonu ile karşılaştırıldığında YYO' nı iyileştirmiştir ($p<0.05$). KGB' nin oranı ve öğütme boyutunun etkileşimi, civcivlerin nihai ağırlığını artırmış ($P<0.05$) ve tüm gruplarda YT' ni baskılamıştır ($p<0.05$). 150 ve 300 g KGB rasyonları, 0 g KGB'ye kıyasla süperoksit dismutaz (SOD) üretimini düşürürken ($p<0.05$), 150 g KGB rasyonu, 0 g KGB'ye göre ($p<0.05$) katalaz üretimini artırmıştır. KGB'nin oranı ve öğütme boyutunun etkileşimi, 150 g (0.05 ve 0.1 mm) KGB ile beslenen gruplarda SOD üretimini azaltmış ($p<0.05$) ve ardından 300 g (0.1 mm) KGB grubunda, her iki temel gruptan daha düşük ($p<0.05$) SOD üretimi gözlemlenmiştir. B + 150 g (0.05 mm) KGB rasyonu ile beslenen civcivlerde, her iki temel gruba göre daha fazla ($p<0.05$) katalaz üretmiştir. Bu çalışma, düşük konsantrasyondaki (150 g) KGB'nin 0.05 ve 0.1 mm öğütme ile civciv refahını artırdığını, yüksek konsantrasyondaki (300 g) KGB'nin ise bitiş fazında genel büyüme performansını iyileştirdiğini göstermektedir. Broyler tavukların, 0.05 mm boyutlu öğütülmüş KGB içeren rasyondan fayda sağlayacağını belirtmişlerdir.

Hanif vd., (2024) bu çalışmada, acı kırmızı biber tozu eklenmesinin ve farklı depolama sürelerinin, yumurtlayan tavukların yumurtalarının fiziksel kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. 80 adet 56 haftalık Novogen yumurtlayan tavuk (1681 ± 64 g), dört farklı gruba rastgele atanmış ve her muamele grubu dört tekerrür ile (her tekerrürde 5 tavuk) düzenlenmiştir. Gruplar; temel rasyon (kontrol grubu) (P0), temel rasyon + %0.25 acı kırmızı biber tozu (P1), temel rasyon + %0.5 acı kırmızı biber tozu (P2), temel rasyon + %0.75 acı kırmızı biber tozu (P3) olarak belirlenmiştir. Altıncı hafta sonunda, her tekerrürden bir yumurta alınmış ve üç depolama koşulunda (taze koşul (S0), bir hafta depolama (S1) ve iki hafta depolama (S2)) fiziksel kalite analizleri yapılmıştır. %0.5 acı kırmızı biber tozu eklemesi, yumurta ağırlığını önemli ölçüde artırmıştır. Acı kırmızı biber eklenmesi ve depolama süresi, yumurta sarısının rengini önemli ölçüde etkilemiştir. Acı kırmızı biber eklenen grup, albümin ve yumurta sarısının pH değerlerinde önemli derecede düşüş göstermiştir. Yumurtlayan tavukların rasyonuna acı kırmızı biber tozu eklenmesinin, yumurta sarısının rengini iyileştirdiği ve %0.5 oranında eklemenin, yumurta sarısı ve albüminin pH seviyelerini düşük tutmaya yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

Jassim ve Kadhim, (2024) tarafından yapılan bu çalışma, kırmızı acı biber ve temel amino asit olan sentetik metiyoninin (DL-Metiyonin), broyler tavukların bazı üretken özellikleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, 525 Ross 308 cinsinden bir günlük yaşta, 43 gram başlangıç ağırlığına sahip broyler civcivler kullanılmıştır ve deney 5 hafta sürmüştür. Civcivler, 1-21 gün arasında başlangıç rasyon, 22-35 gün arasında ise büyütme rasyonu ile beslenmiştir. Birinci muamele, T1, civcivler temel rasyonla (kontrol) beslenmiştir. T2, T3, T4, T5, T6 ve T7 gruplarına sırasıyla 0.5, 0.75 ve 1 g/kg kırmızı acı biber tozu ve 0.5, 0.75 ve 1 g/kg sentetik metiyonin eklenmiş yemlerle beslenmiştir. Araştırmanın sonuçları, kırmızı acı biber tozu eklenen muamele gruplarının, özellikle (1 g/kg yem kırmızı acı biber tozu eklenen) grubun, kontrol grubuna kıyasla CA, CAK, YT, YYO ve karkasın niteliksel özellikleri açısından önemli ölçüde üstün olduğunu göstermiştir. Ayrıca, sentetik metiyonin eklenen muamele gruplarında da özellikle 1 g/kg sentetik metiyonin eklenen grupta, dikkat çekici bir iyileşme gözlemlenmiş, ancak bu iyileşme kırmızı acı biber tozu eklenen grupların elde ettiği seviyeye ancak ulaşabildiği bildirilmiştir.

Zanotto vd., (2023) bu çalışmada, hindi rasyonlarına farklı seviyelerde kapsaisin eklemenin dişi hindi büyüme performansı ile serum ve etteki antioksidan ve oksidan durum üzerindeki faydalı etkilerini değerlendirmektedir. Muameleler; kontrol, T400 – her kg yem için 400 mg/kg biber ekstresi içeren temel rasyon ve T800 – her kg yem için 800 mg/kg biber ekstresi içeren temel rasyon olarak belirlenmiştir. Büyüme performansı, deneyin 1. ve 20. günlerinde ölçülmüştür. Oksidan ve antioksidan durumun analizi için kan örnekleri deneyin 20. gününde alınmış, aynı zamanda her muamele grubundan beş hindi, etin oksidan ve antioksidan durumunun analiz edilmesi amacıyla ötenazi edilmiştir. Kapsaisin ile desteklenmiş rasyonla beslenen hindilerde YT daha düşük ve YYO daha iyi bulunmuştur. T800 grubundaki hindilerde, serumda reaktif oksijen türleri (ROS) ve tiyobarbitürik asit seviyelerinde azalma gözlemlenmiş, bu aynı etki göğüs etlerinde de ROS için gözlemlenmiştir. Kapsaisin takviyesi, dişi hindilerde YYO'nu iyileştirmiş ve CAK değerini değiştirmeden YT'ni azaltmıştır. Ayrıca, 800 g/ton eklenmesi, serumda lipid peroksidasyonunu ve protein oksidasyonunu, ayrıca broyler hindi etinde ise protein oksidasyonunu azalttığı bildirilmiştir.

Herrero-Encinas vd., (2023) yaptıkları bu çalışmada, broyler tavuklarının rasyonlarına *Capsicum* ve diğer baharat (karabiber ve zencefil) özleri içeren kapsüllenmiş bir ürün eklenmesinin, büyüme performansı, besin sindirilebilirliği, sindirim enzimi aktivitesi ve antioksidan yanıt üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla, 480 bir günlük erkek civcivler rastgele iki gruba

ayrılmışlardır (her grup için 12 kümes; her kümes için 20 tavuk). Rasyon grupları, katkı maddesi içermeyen rasyondan (kontrol) ve 250 PPM baharat katkı maddesi eklenmiş temel bir rasyondan (SPICY; Lucta S.A., İspanya) oluşmuştur. SPICY eklenmesi, 7 günlük yaşta vücut ağırlığını ($p<0.05$) artırmış ve 0-7 gün arasında CAK değerini iyileştirmiştir ($p<0.01$). Kurutulmuş madde, brüt enerji ve ham proteinlerin belirgin sindirilebilirliği, SPICY rasyonla beslenen civcivlerde, kontrol rasyonuna kıyasla daha yüksek ($p<0.05$) bulunmuştur. SPICY rasyonla beslenen civcivler, kontrol grubuna kıyasla plazma katalaz (CAT) aktivitesinin daha düşük olduğunu göstermiş ve CAT ve Nrf2'nin karaciğer gen ekspresyonu ($p<0.05$) down-regüle edilmiştir. Broyler rasyonlarına 250 PPM SPICY eklenmesi, 7 günlük yaşta büyüme performansını iyileştirmiş ve besin sindirilebilirliği ile antioksidan yanıtı üzerinde olumlu etkiler gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Parvari vd., (2022) tarafından yapılan bu çalışmada, büyümekte olan bıldırcınlarda mısır temelli rasyonlara zerdeçal tozu ve kırmızı biber eklenmesinin etkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Denemeler, zerdeçal (%0.75, %1.5 ve %2.25), kırmızı biber tozu (%0.75, %1.5 ve %2.25), antibiyotik (500 PPM) ve katkı maddesi eklenmemiş kontrol grubu olmak üzere sekiz gruba ayrılacak şekilde tasarlanmıştır. 35 günlük bıldırcınlarda deneme rasyonlarının kontrol grubuna kıyasla daha yüksek CA sağladığı ($p<0.05$), YT ve YYO üzerinde rasyonların etkisinin anlamlı olduğu bildirilmiştir ($p<0.01$). Zerdeçal tozu (%1.5) ile beslenen bıldırcınlarda YYO, kontrol grubuna göre daha iyi bulunmuştur. Zerdeçal, safra üretimini, gastrointestinal enzimlerin (amilaz, lipaz) salgılanmasını artırarak bağırsak villus uzunluğunu ve besin sindirimini iyileştirmiştir. Kırmızı biberde bulunan kapsaisin, duodenumdaki amilaz, lipaz ve tripsin enzimlerinin aktivitesini artırarak sindirimi iyileştirdiği bildirilmiştir. Ayrıca, %2.25 kırmızı biber tozu içeren rasyonla beslenen bıldırcınlarda kan TG seviyelerinin kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde azaldığını (152 mg/dL vs. 261 mg/dL) gözlemlemişlerdir. Gelişmekte olan bıldırcınlarda performans, kan parametreleri ve bağışıklık tepkilerini iyileştirmek için rasyonlarda %1.5 zerdeçal tozu veya %2.25 kırmızı biber tozu kullanımını önermişlerdir.

Alagawany vd., (2021) çalışmalarında, japon bıldırcınlarının büyüme performansı, karkas özellikleri, karaciğer ve böbrek fonksiyonları, lipid profili, bağışıklık ve antioksidan parametreleri üzerindeki kara ve kırmızı biber yağlarının (SKBY) doğal bir antibakteriyel ajan olarak etkilerini araştırmışlardır. Toplamda 225 bıldırcın, beş gruba rastgele dağıtılmış ve SKBY farklı düzeylerde (0.4, 0.8, 1.2 ve 1.6 g/kg rasyon) rasyona eklenmiştir. SKBY ilavesi, 1–3 haftalık dönemde CAK ve YYO değerlerini iyileştirmiş; genel olarak doğrusal olmayan bir şekilde CAK ve YYO'da

ilerlemeler kaydedilmiştir. Karaciğer fonksiyonlarında doğrusal iyileşme sağlanırken, en yüksek SKBY seviyeleri TC ve TG seviyelerini düşürmüştür. Ayrıca, SKBY rasyonları malondialdehit seviyelerini azaltmış, bağışıklık sistemi parametresi C3'ü artırmış ve toplam bakteri, *Lactobacillus*, koliformlar, *Salmonella* ve *E. coli* kolonizasyonunu kontrol grubuna göre azaltmıştır. SKBY' nin büyüme performansı, lipid profili, bağışıklık sistemi, antioksidan aktivite ve mikrobiyal direnci iyileştirdiği görülmüş, bu da SKBY' nin bıldırcın yetiştiriciliğinde etkili bir doğal katkı maddesi olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

2.3. Yapısal Eşitlik Modellemesinin (SEM) Hayvancılıkta Kullanımı

Sutanto vd., (2024) tarafından yapılan bu çalışmada, Malang Raya'daki broyler yetiştiricileri, piyasa belirsizlikleri ve fiyat belirleme gücü nedeniyle pandemi döneminde üretim maliyetinin altında satış yapmak zorunda kalmış, panik satışın nedenlerini analiz etmek ve fiyat istikrarının sağlanması amaçlanmıştır. 30 katılımcıdan anketlerin doldurulması yoluyla gerçekleştirilen tanımlayıcı bir araştırma tasarımı kullanılmıştır. Veri analizi, nicel tanımlayıcı yöntemler ve PLS-SEM yöntemi ile yapılmıştır. Sonuçlar, Malang Raya'daki broyler çiftliklerinde panik satışa neden olan faktörlerin sırasıyla iç faktörler (%38.9), demografi (%29.9), Covid-19 pandemisi (%15.3) ve dış faktörler (%0.6) olduğunu göstermiştir. Dış faktörlerin, Covid-19 pandemisinin panik satış üzerindeki etkisini anlamlı bir şekilde güçlendirdiği (p-değeri: 0.035; $\gamma = 29.6$) doğrulanmıştır. Ayrıca, iç faktörlerin demografinin panik satış üzerindeki etkisini anlamlı bir şekilde güçlendirdiği (p-değeri: 0.083; $\gamma = 23.2$) belirlenmiştir. Panik satışın en büyük nedeninin iç faktörler olduğu ve kullanılan saponak seçimi ile bakım yönetiminin, tavukların ölüm oranını ve üretilen tavukların performansını belirlediği tespit edilmiştir. Çünkü bu iki unsur, çiftçilerin elde ettiği gelirleri dolayısıyla da hayvancılığı sürdürme konusundaki motivasyonlarını belirlemektedir.

Prayogi vd., (2024) bu çalışmada, yumurtlayan tavukların bireysel yumurta üretim kapasitesinin, endojen ve eksojen faktörlerden etkilenen bir sürüde toplam üretimi sağlama açısından önemli bir rol oynayıp oynamadığını incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada, vücut durumu, anatomik ölçümler ve ilk yumurtlama yaşı (AFL) gibi faktörlerin bireysel yumurta üretimindeki kümülatif sayı (CNIEP) ve yumurtlama desenleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. 172 Isa Brown yumurtlayan tavuk üzerinde yapılan araştırmada, vücut durumu ve anatomik ölçümler 16 haftalık yaşta toplanmış, üretim verileri ise 21 hafta süresince (18-39 hafta) kaydedilmiştir. Elde edilen veriler, Smart-PLS kullanılarak PLS-SEM yöntemiyle analiz edilmiştir. Bulgular, CNIEP'nin vücut durumu, anatomik ölçümler ve AFL ile

tahmin edilebileceğini ortaya koymuştur. Vücut durumu ve anatomik ölçümlerle karşılaştırıldığında, AFL'nin CNIEP üzerindeki etkisi en belirgin faktördür. Vücut durumu, anatomik ölçümler, AFL ve CNIEP, Isa Brown tavuklarının yumurtlama desenleri üzerinde zayıf etkilere sahip olmuştur.

Kusumawati vd., (2024) tarafından yapılan bu çalışmada, Vitamin D3'ün etkisini ve diğer dış faktörlerle olan ilişkisini hibrit orfoz balığı larvalarında kemik bozukluklarının görülme sıklığı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Büyüme sürecindeki dış faktörler de balık larvalarının kemik gelişimini önemli ölçüde etkilemiştir. VD3 uygulaması ile bu dış faktörler arasındaki karmaşık etkileşimi anlamak, terapötik potansiyelin optimize edilmesi ve kemik anormalliklerinin etkili bir şekilde tedavi edilmesi için kritik öneme sahiptir. SEM, bu etkileşimleri birden fazla değişkeni aynı anda ele alarak ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini keşfetmek için kapsamlı bir çerçeve sunar. Deneylerde, yeme 1.9 IU/g VD3 eklenmiş bir grup ve VD3'süz bir kontrol grubu yer almıştır. Tüm gruplara, rotiferlerin (yumurtadan çıktıktan sonraki 3–25. günler) ve yapay yemlerin (25–35. günler) zenginleştirilmesinde kullanılan standart bileşenler, yani C vitamini, taurin ve ticari bir zenginleştirici (*SELCO), uygulanmıştır. Sonuçlar, VD3'ün EFEP hibrit orfoz yavrularında kemik bozukluklarının görülme sıklığını 1.14–1.65 kat azalttığını ortaya koymuştur. SEM analizi, üreme zamanı, yumurta kalitesi ve su kalitesinin kemik deformitelerinin oluşumunu anlamlı şekilde etkilediğini ve bu etkilerin hem doğrudan hem de kemik mineral içeriği üzerinden dolaylı olarak gerçekleştiğini gösterdiği belirtilmiştir. Çalışma ayrıca, kalsiyum eksikliği, potasyum ve kükürt fazlalığı ile kemikte brom bulunmasının kemik bozukluklarına yol açabileceğini ortaya koymuştur.

Lima vd., (2023b) yaptıkları bu çalışmada, süt çiftliklerinde konsantre kullanımını etkileyen faktörleri, çiftçilerin süt işletmesi özellikleri ve süt sanayisi ile olan ilişkilerine dair algılarına dayalı olarak incelemeyi amaçlamışlardır. Veriler, PLS-SEM yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Süt üreticilerinin algıları, bu teorik yapılarla ölçülmüştür: konsantre yemle besleme, yonca, genetik, yönetim ve pazar olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, süt çiftçilerinin konsantre besleme kararının, büyük ölçüde genetik yapı (sürü genetiği ve ıslah teknolojisiyle tanımlanan) ve pazar yapısı (çiftçilerin süt fiyatlarını sanayi ile pazarlık yapma yeteneği ve ilgilenen alıcı sayısı ile tanımlanan) tarafından belirlendiğini ortaya koymuştur. Konsantre besleme, ayrıca çiftçilerin yönetim yapısına (maliyet ve hayvan performansı yönetimi) ve yonca yapısına (yonca kaynağı ve çiftçilerin ineklere yıl boyunca yonca sağlama konusunda özgüvenleri) dair algıları tarafından etkilenmiştir. Bu bulgular, süt çiftliklerinde

konsantre beslemeyi teşvik etmeye yönelik stratejilerin şu faktörlere odaklanması gerektiğini önermektedir (önem sırasına göre listelenmiştir). Genetik yapının iyileştirilmesi, çiftçi-sanayi ilişkileri, finansal ve sürü yönetimi ve yonca temini ve bulunabilirliği faktörlerine odaklanması gerektiği belirtilmiştir.

Weinreis vd., (2023) bu araştırmada, çiftçilerin böcek üretimini benimsemesi konusundaki anlayışı geliştirmek için üç katkı sunmaktadır: (1) gelişmiş bir ülke bağlamında çiftçilerin ilgisini ve benimseme istekliliğini incelemek, (2) 517 Alman çiftçiden oluşan benzersiz bir örneklem kullanmak ve (3) çiftliklerde karar alma üzerine Edinburgh Çalışmasına dayalı yenilikçi bir PLS-SEM modelinin uygulanması amaçlanmıştır. Bu model, çiftçi özelindeki (örneğin; kişilik) ve çiftlikle ilgili belirleyicilerin önemini ve birbirleriyle olan ilişkilerini değerlendirmek açısından konuyla ilgili ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. Bulgular, hayvancılıkla uğraşan çiftçilerin böcek üretimini benimseme istekliliğinin, kişisel, psikolojik ve çiftlik yapısına ilişkin değişkenlerin bir kombinasyonu ile belirlendiğini göstermektedir. Özellikle, açıklık ve dışa dönüklük gibi kişilik özellikleri ile çiftlik dışı işlere olan bağımlılık önemli etkenler olarak öne çıkarken, nevroz, yaş ve mevcut kaynakların verimli kullanımı ana engeller olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma, çiftçilerin, böceklerle ilgili şirketlerin ve düzenleyicilerin, hayvancılıktan böcek yetiştiriciliğine geçişi desteklemek için çiftçi niyetlerini ve potansiyel koşulları daha iyi anlamalarını sağlayacak önemli bilgiler sunmuştur.

Widaningsih vd., (2023) tarafından yapılan bu çalışmanın amacı, bataklık mandalarının (*Bubalus bubalis carabauesis*) sürdürülebilirlik göstergelerinin etkisini analiz etmek ve bu göstergeler arasındaki ilişkileri incelemektir. Çalışmada, 9 örtük değişkenden oluşan 53 gösterge, dış ve iç modellerin değerlendirilmesiyle PLS-SEM yöntemi kullanılarak istatistiksel olarak modellenmiştir. Sonuçlar, bilgi sistemi ve ekonominin insan kaynakları (İK) üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu, İK'nin ise bataklık mandalarının finansal ve iş sürdürülebilirliği üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bilgi sistemlerinin kaynaklar üzerindeki etkisi pozitifken, ekonomik göstergelerin etkisi negatif bulunmuştur. Ayrıca, İK'nin bataklık mandalarının finansal ve iş sürdürülebilirliği ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bataklık mandası yetiştiriciliğinde sürdürülebilirlik göstergeleri karmaşık bir yapıya sahip olup bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. Çalışmanın bulguları doğrultusunda, özellikle Güney Kalimantan, Hulu Sungai Utara Bölgesi'ndeki hükümetin, bilgi sistemleri, ekonomi, insan kaynakları ile finansal ve iş sürdürülebilirliği gibi alanlara özel önem vermesi, ayrıca ekolojik, sosyokültürel, teknolojik ve kurumsal göstergeleri de dikkate alması beklenmektedir.

Kamau vd., (2023) bu çalışmada, Kenya'daki yerli tavuk çiftçilerinin, özellikle sosyo-psikolojik faktörlerin, gelişmiş yerli tavuk ırklarını benimseme niyetini nasıl etkilediğini araştırmayı amaçlamaktadır. Çiftçilerin gelişmiş yerli tavuğu benimseme konusunda ne gibi faktörlere dayandıkları konusunda bazı bilgiler olsa da sosyo-psikolojik faktörlerin Kenya'daki çiftçiler arasında gelişmiş yerli tavuğu benimseme niyetini nasıl etkilediği konusunda hala çok az bilgi bulunmaktadır. Makakos bölgesinde toplam 374 yerli tavuk çiftçisi, çok aşamalı örnekleme tekniği kullanılarak seçilmiştir. Veriler, PLS-SEM yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Betimleyici istatistiklerden elde edilen sonuçlar, çalışma bölgesindeki yerli tavuk çiftçilerinin yaklaşık %90'ının gelişmiş yerli tavuk ırklarının farkında olduğunu göstermiştir. Ancak, gelişmiş yerli tavuğun benimsenme oranı ortalamanın altında kalmış ve %44.9 olarak bulunmuştur. Yol analiz sonuçları, Subjektif Norm (SN)'un çiftçilerin gelişmiş yerli tavuk ırklarını benimseme niyetindeki ana belirleyici faktör olduğunu, ardından Tutum ve Algılanan Davranışsal Kontrol 'ün geldiğini ortaya koymuştur. Çalışma, psikososyal sorunlara daha fazla vurgu yapılmasını ve yerli tavuk yetiştiricileri arasında gelişmiş ırkların benimsenmesini teşvik edecek şekilde kamu ve özel sektörden iyi tasarlanmış müdahalelere öncelik verilmesini önermektedir.

Araújo vd., (2020) yaptıkları bu çalışmanın amacı, et kalitesini tutarlı bir şekilde tanımlama yeteneğine sahip video görüntü analizi (VIA) yoluyla elde edilen görüntülerle karkas şekli, karkas doku özellikleri ve ticari kesim ölçümleri arasındaki ilişkileri anlamaktır. Soğuk karkaslardan 67'sine ait veriler, karkas şekli, et kalitesi, karkas doku kompozisyonu ve ticari kesim kompozisyonu için gizil değişkenleri oluşturan gözlemlenen değişkenler açısından, PLS-SEM yöntemiyle incelenmiştir. Karkas şekli özelliklerine göre farklılık gösteren üç model değerlendirilmiştir. Model VIA1, karkasın toplam projeksiyonu ve bölgelerinin gözlemlenen değişkenlerini içeren model, uygun ve doğrulanmış model olarak kabul edilmiştir ve yalnızca pişirme kaybı ve kesme gücü gibi et kalitesi özelliklerini tahmin edebilmiştir. Bu model, karkas şekli ve karkas doku ile ticari kesimlerin açıklamalarından türetilen gizil değişkenlerle etin sululuğu ve yumuşaklığını doğrudan belirleyen karkas sınıflandırması için kategoriler oluşturmaya olanak sağlamaktadır.

Makita vd., (2020) bu çalışma ile, Japonya'daki çiftliklerde biyogüvenlik karar alma sürecini anlamayı amaçlamıştır. Hokkaido ve Saitama illerinde, sırasıyla başlıca üretim alanı ve Tokyo'nun banliyösünü temsil eden sığır, süt, domuz ve yumurta tavukları çiftlikleri ile Japonya genelinden rastgele seçilen broyler çiftliklerinde posta yoluyla anketler yapılmıştır. Genelleştirilmiş doğrusal modellerle, uyum oranı sonuç değişkeni olarak ve anket maddeleri açıklayıcı değişkenler olarak kullanılarak tek

değişkenli analizler yapılmıştır. $p < 0.2$ olan değişkenlerle keşifsel faktör analizleri yapılmış ve faktörler bilgi, tutum, kapasite, uygulama olarak sınıflandırılmıştır, ardından SEM analizi gerçekleştirilmiştir. Broylar çiftliklerinde uyum oranı (%88.9), diğer sektörlere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek bulunmuş, ardından sırasıyla domuz (%77.1), yumurta tavukları (%67.2), süt (%63.8) ve sığır (%59.1) çiftlikleri Hokkaido ilinde, yumurta tavukları (%64.9), domuz (%60.0), süt (%58.5) ve sığır (%57.6) çiftlikleri ise Saitama ilinde sıralanmıştır. SEM'e göre, daha fazla bilgiye sahip olmanın daha yüksek tutuma ve daha yüksek tutumun Yetiştirme Hijyen Yönetim Standartlarına ile daha fazla uyuma yol açması tüm sektörlerde önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Yüksek kapasite, süt, domuz ve yumurta tavukları çiftliklerinde daha yüksek bilgi ile ($p < 0.01$) ve sığır, domuz ve yumurta tavukları çiftliklerinde daha yüksek uyum ile ($p < 0.05$) önemli derecede ilişkilidir. Bu sonuçlar, hayvancılık sektöründe hedeflenmiş hijyen bilgisi sağlanması ve küçük işletme çiftliklerine destek verilmesinin, tutumları ve öz yeterliliği artırarak biyogüvenliği iyileştireceğini göstermektedir.

Leal-Gutiérrez vd., (2018) tarafından yapılan bu çalışmanın amacı, karkas ve et kalite özelliklerinin altında yatan gizil değişkenleri belirlemek ve bu gizil değişkenler için tüm genom taramaları yaparak doğrudan ve dolaylı etkileri olan genomik bölgeleri ve bireysel genleri tespit etmektir. Genetik varyansın her bir gizil değişken için açıklanan miktarını tahmin etmek amacıyla genom boyunca 20 bitişik SNP penceresinin kromozom bölgeleri kullanılarak tek adımlı genomik en iyi doğrusal tarafsız tahmin yöntemi uygulandı. Üç tür genetik etki dikkate alındı: tek bir gizil fenotip üzerinde doğrudan etkiler, iki gizil fenotip üzerinde aynı anda doğrudan etkiler ve dolaylı etkiler. Son yapısal model, karkas kalitesini bağımsız bir gizil değişken ve et kalitesini bağımlı bir gizil değişken olarak içermektedir. Karkas kalitesi derecesi, antrikot üzerindeki yağ ve mermerleşme ile tanımlanırken, et kalitesi; sululuk, yumuşaklık ve bağ dokusu ile tanımlandı ve bunların tümü bir tat paneli aracılığıyla ölçülmüştür. 571 ilişkili genomik bölgeden (643 gen), her biri kalıtsal varyansın en az %0.05'ini açıklayan 159 bölge (179 gen) karkas kalitesiyle, 106 bölge (114 gen) hem karkas hem de et kalitesiyle, 242 bölge (266 gen) et kalitesiyle ve 64 bölge (84 gen) karkas kalitesiyle ilişkili olup et kalitesi üzerinde dolaylı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bulgulardan üç biyolojik mekanizma ortaya çıkmıştır: yapısal proteinlerin postmortem proteolizi ve hücresel kompartımanlaşma, hücresel proliferasyon ve yağ hücrelerinin farklılaşması ile yağ birikimi olarak bildirilmiştir.

2.4. Yapısal Eşitlik Modellemesinin Hayvan Refahında Kullanılması

Friedrich vd., (2020) yaptıkları bu çalışma ile, dişi domuzlar ve domuz yavrularının refahını değerlendirmek için buzdağı (iceberg) göstergelerini tanımlayarak mevcut protokollerin uygulanabilirliğini ve sürdürülebilirliğini artırmayı amaçlamaktadır. Welfare Quality® protokolü ve Alman protokolüne ait göstergeler, Eylül 2016 ile Nisan 2018 arasında Almanya'daki 13 çiftlikte yapılan 65 çiftlik ziyareti sırasında toplanmıştır. Veriler, PLS-SEM yöntemiyle analiz edilmiştir. Dişi domuzlarda refah, en çok iyi barınma, iyi sağlık ve uygun davranış ilkelerinden etkilenmiştir ($\gamma = 0.77$, $\gamma = 0.86$, $\gamma = 0.91$). Yüksek determinasyon katsayıları R^2 , açıklanan varyansın büyük olduğunu göstermektedir (iyi barınma $R^2 = 0.59$, iyi sağlık $R^2 = 0.75$, uygun davranış $R^2 = 0.83$). Stereotipiler, dişi domuz refahını değerlendirmek için en değerli gösterge olmuştur. Ayrıca, nihai modelde soluma, omuz yaraları, metrit, ölüm oranı ve dinlenen hayvanlarda stereotipleri değerlendiren bir gösterge yer almıştır (IR= 0.54–0.88). Ancak, modelde topallık ve vücut durumu göstergeleri yer almamıştır, bu durum çiftlik örneklemeyle ilgili olabileceği belirtilmiştir. Domuz yavrularının refahı en çok karpal eklem lezyonları, ölüm oranı, hapşırma ve büyüme geriliği gösteren hayvanlar gibi göstergelerle açıklanmıştır (IR= 0.48–0.86 aralığında).

Krugmann vd., (2020) tarafından yapılan bu çalışmanın amacı, besi domuzlarının temel olarak olumlu duygusal durumunun, oyun davranışları, davranış testlerindeki tutumları, vücut dili sinyalleri, hipokampus çapı ve astroglia hücre sayıları, tükürükteki IgA içeriği veya tükürük protein bileşimi gibi çeşitli davranışsal ve fizyolojik parametreleri etkileyip etkilemediğini araştırmaktır. Ayrıca, bu değişkenlerin pratikte domuzların olumlu duygusal durumunu değerlendirmek için uygunluğu incelenmiştir; bu durum, kendisi doğrudan ölçülemeyen bir gizil değişken olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada, üç farklı barınak sistemine sahip çiftlikten 60 besi domuzunun davranışsal ve fizyolojik verilerini içeren bir veri seti, PLS-SEM yöntemi ile analiz edilmiştir. Domuzların olumlu duygusal durumunu üst düzey bir bileşen (Higher-Order Construct-HOC) ve davranışsal ile fizyolojik parametreleri alt düzey bileşenler (Lower-Order Construct-LOC) olarak içeren bir hiyerarşik bileşen modeli (Hierarchical component model-HCM) kullanılmıştır. Bulgular, sırasıyla oyun davranışları (PC=0.83), vücut dili sinyalleri (PC=0.79) ve davranış testlerinin (PC=0.62) domuzların olumlu duygusal durumundan en fazla etkilenen parametreler olduğunu göstermiştir. Ayrıca, oyun davranışları ($R^2=0.69.8$), vücut dili sinyalleri ($R^2=0.62.7$) ve davranış testleri ($R^2=0.39.5$) için orta ve düşük düzeyde R^2 değerleri elde edilmiştir. "Hareket oyunları" göstergesi, domuzların olumlu duygusal durumunu

tahmin etmek için en yüksek gösterge güvenilirliğine ($IR=0.85$) sahip olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, genel olarak domuzların olumlu duygusal durumunun anlaşılmasına ve değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Yalçın ve vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada, biyolojik stres, fiziksel aktivite ve büyüme arasındaki ilişkilerin analizinde PLS-SEM yöntemi kullanılmıştır. Kanatlı hayvan refahı, insan sağlığı ve hayvan üretimiyle doğrudan bağlantılı olup, duygusal ve psikolojik durumlar gibi doğrudan gözlemlenemeyen değişkenler genellikle faktör analizi ile değerlendirilmektedir. Kanatlı hayvan refahına yönelik çalışmalarda, büyüme, fiziksel aktivite ve biyolojik stres arasındaki nedensel ilişkilerin belirlenmesi önemli bir konu olarak ele alınmaktadır. Bu araştırmada, 96 hayvan kullanılarak üç faktörlü bir model oluşturulmuş ve PLS-SEM sonuçlarına göre büyümenin %65.2 oranında bağımsız değişkenler tarafından tahmin edilebildiği belirlenmiştir ($R^2 = 0.652$). Ayrıca, fiziksel aktivitenin ($\gamma=0.698$), biyolojik strese kıyasla ($\gamma=0.176$) büyüme üzerinde daha güçlü bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra, fiziksel aktivitenin biyolojik stresin ($\gamma=0.546$, $R^2=0.298$) ve büyümenin değerlendirilmesinde temel değişken olduğu ortaya konulmuştur. Genel olarak, bu çalışma, SEM yönteminin büyüme ve biyolojik stresin analizinde etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

Mysko vd., (2024) yaptıkları bu çalışmada, süt sığırları çiftliklerinde ekonomik, çevresel ve hayvan refahı performanslarının aynı anda iyi düzeylerde elde edilemeyeceği ve nasıl elde edilebileceği incelenmiştir. Toplumun hayvancılıktan beklentileri artık sadece üretim ve uygun fiyatlı gıda sağlanmasını değil, aynı zamanda yüksek standartlarda hayvan refahı ve çevresel performansı da içermektedir. 2016–2022 yılları arasında >250 Fransız süt sığırları çiftliğinden toplanan verileri içeren teknik-ekonomik bir veri tabanından ekonomik göstergeler, hayvan refahı ve çevresel performans için göstergeler ile çiftçilik uygulamaları ve koşullarını tanımlayan veriler çıkarılmıştır. Hayvan refahı, çevresel ve ekonomik performans arasındaki ilişkiler, SEM yaklaşımı kullanılarak analiz edilmiştir. Daha sonra, 'çoklu performansı' teşvik eden çiftçilik uygulamaları ve koşullarını belirlemek için logit modelleri kullanılmıştır. SEM yaklaşımına dayalı bu çalışma, gizil değişkenler hayvan refahı, çevre ve ekonomik performansın pozitif orta-güçlü bir şekilde birbiriyle ilişkili olduğunu bulunmuştur (korelasyon katsayıları yaklaşık 0.3). Besin ihtiyaçlarının süt sığırlarının otlak erişim döngüsü ile senkronize edildiği uygulamaları benimseyen çiftlikler, çoklu performansı sağlama olasılığı daha yüksek olan çiftliklerdir. Bu senkronizasyon, hayvanların belirli temel özelliklerinden (vücut rezervlerinin kullanılması ve yeniden yerine koyulması) yararlanılarak, doğru buzağılama

sezonunun seçilmesi ve otla beslenmeye iyi uyum sağlayan hayvanların satışı ile sağlanabileceği bildirilmiştir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, Harran Üniversitesi (Şanlıurfa, Türkiye) Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından KARAR-2022/009/03 numarası ile onaylanmıştır. Çalışma Harran Üniversitesi Deney Hayvanları Ünitesi Kanatlı Hayvan Biriminde gerçekleştirilmiştir.

3.1. Gereç

3.1.1. Hayvan ve Yem Materyali

Bu çalışmada toplam 315 adet dört günlük çift verim yönlü (etçi-yumurtacı) Japon bıldırcını (*Coturnix japonica*) kullanılmıştır. Denemede, başlangıç ve büyüme aşamaları için iki farklı ticari yem temin edilmiştir. Bazal rasyonların besin bileşenleri Çizelge 3.1'de listelenmiştir.

Çizelge 3. 1. Bazal rasyonların yem bileşimi ve besin içeriği (%KM)

Besin İçeriği	Bazal Rasyon	
	¹ Başlangıç (%)	² Büyütme (%)
Mısır	50.00	54.00
Soya Küspesi (44% HP)	18.18	7.60
Mısır gluteni (43% HP)	12.00	11.50
Ayçiçeği küspesi, kabuksuz (45% HP)	6.50	8.00
Soya, tam yağlı	8.50	7.90
Dikalsiyum Fosfat	1.05	0.70
CaCO ₃	1.02	2.00
Tuz	0.40	0.30
Premix	0.30	0.34
Kireç taşı	1.30	4.00
DL-Metiyonin	0.20	0.30
L-Lizin	0.55	0.36
Toplam	100.0	100.0
Hesaplanmış İçerik		
ME (kcal/kg)	2906	2900
Ham Protein (%)	24.0	20.1
Kalsiyum (%)	1.26	2.55
Metiyonin + Sistein (%)	1.04	1.05
Lizin (%)	1.46	1.05
Kullanılabilir Fosfor (%)	0.30	0.22

¹Başlangıç rasyonu için premiks, kilogram başına şu bileşenleri sağlar: Vitamin A 18.0 IU, Vitamin D₃ 3.96 IU, Vitamin E 30.0 IU, Kobalt 0.15 mg, Bakır 15.90 mg, İyot 0.60 mg, Demir 205.86 mg, Manganez 140.11 mg, Selenyum 0.38 mg ve Çinko 125.27 mg.

²Büyütme ve üretim rasyonu için premiks, kilogram başına şu bileşenleri sağlar: Vitamin A 20.40 IU, Vitamin D₃ 4.49 IU, Vitamin E 30.0 IU, Kobalt 0.17 mg, Bakır 15.37 mg, İyot 0.68 mg, Demir 299.95 mg, Manganez 156.84 mg, Selenyum 0.40 mg ve Çinko 134.32 mg.

3.1.2. Yem Katkı Maddeleri

Bu çalışmada, iki farklı kapsaisin bazlı yem katkı maddesi kullanılmıştır. İlk katkı maddesi, Şanlıurfa bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen ve Urfa Biberi olarak bilinen acı biberdir (*Capsicum annuum L.*). Urfa Biberi, bu bölgede biber salçası ve biber tozu üretiminde kullanılmakta olup, bu süreçte önemli miktarda biber atığı yan ürün olarak oluşmaktadır. Bu çalışma için Urfa Biberi atığı (UBA), Şanlıurfa şehir merkezi bölgesinden rastgele toplanmış, kurutulmuş ve öğütülmüştür. Biber atığı, biberin meyvesi, sapı, tohumları, plasental dokusu ve kabuğu gibi kullanılmayan bileşenlerden oluşmaktadır. İkinci katkı maddesi ise yine biberden elde edilmiş kapsaisin içeren ve ticari olarak üretilen bir kapsaisin bazlı yem katkı maddesi olan ID phyt capcin (Profeed)'dir. Üreticiye göre, ID phyt capcin (ID) maddesi kahverengimsi bir tozdur, güçlü bir aroma içerir ve en az 10 g/kg kapsüllenmiş biber, palm yağı ve dekstrozu içerir. Bu katkı maddesi, biber ve dekstrozu homojenize ederek homojen bir karışım elde edilmiş, ardından bu karışım, sıvılaştırılmış yatak granülasyon yöntemiyle ısıtılmış palm yağı ile kaplanarak kapsüllenmiş biber haline getirilmiştir. Yem katkı maddelerinin besin bileşimi Çizelge 3.2' de sunulmaktadır.

Çizelge 3. 2. Yem katkı maddelerinin besin içeriği (%KM)

İçerik	Katkı Maddesi	
	UBA (%)	ID (%)
Kuru Madde	90.69	98
Ham protein	18.98	4.0
Ham Selüloz	30.50	8.8
Ham yağ	11.16	1.66
Toplam kül	8.73	55
Kalsiyum	1.22	18
ME (kcal/kg)	949.88	934.15
Kapsaisinoidler (g)	~5.25	5.0

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneysel Tasarım ve Yem Katkı Maddelerinin Kullanılması

Bıldırcınlar, kontrol grubu dahil olmak üzere toplam yedi gruba ayrılmış ve her grup üç tekerrür olacak şekilde düzenlenmiştir. Ortalama ağırlıkları eşit olacak şekilde seçilen bıldırcınlar, her bir kafeste 15 bıldırcın olacak şekilde rastgele 50x50x50 cm boyutlarındaki kafeslere yerleştirilmiştir. Her deney grubu toplamda 45 bıldırcından (her tekrar için 15 bıldırcın) oluşmuştur. Çalışma, Ekim-Kasım tarihleri arasında gerçekleştirilmiş olup, meteorolojik koşullar nedeniyle ek ısıtma gerekmiştir. İlk 14 gün boyunca bıldırcınlar $34^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta tutulmuş, 14. günden itibaren sıcaklık $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'den $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye kademeli olarak düşürülmüş ve deneyin geri kalan kısmında sıcaklık $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tutulmuştur. Yem ve suya erişimi artırmak amacıyla ışık süresi 23 saat aydınlık ve 1 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmıştır. Deney süresince bıldırcınlara sınırsız yem ve su erişimi sağlanmıştır.

Deney tasarımı, üç grup yem katkı maddesi olarak %2.5, %5 ve %7.5 (kg/kg) oranlarında Urfa biberi atığı (UBA) rasyonlara eklenmiştir. Diğer üç grup ise, Profeed tarafından üretilen ID phyt capcin isimli kapsaisin içeren yem katkı maddesini aynı oranlarda (%2.5, %5 ve %7.5) rasyonlara eklenmiştir. Besleme denemesi toplam altı hafta (42 gün) sürmüş, ilk hafta başlangıç yemi, sonraki beş hafta ise büyütme yemi kullanılmıştır. Katkı maddeleri, yemlere ilk haftadan itibaren dahil edilmiştir. Altıncı haftanın sonunda, rastgele seçilen bıldırcınlar (n=126) kan analizi ve karkas değerlendirmesi için servikal dislokasyon yoluyla ötenazi uygulanmış, geri kalan bıldırcınlar ise ek üretim ve yumurta kalitesi parametrelerini değerlendirmek amacıyla denemeye üç hafta (21 gün) daha devam etmiştir.

3.2.2. Canlı Ağırlık Kazancı, Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranı

Toplamda 315 bıldırcın, performans parametrelerini değerlendirmek amacıyla yetiştirilmiştir. Bıldırcınlar, 4. günden itibaren her hafta tartılmış ve canlı ağırlık (CA) her hafta kaydedilmiştir. Canlı ağırlık kazancı (CAK) ve yem ölçümlerine yönelik çalışmalar, bıldırcınların kafeslere yerleştirilmesiyle birlikte başlamıştır. İlk olarak, 4 günlük bıldırcınların ağırlıkları ölçülmüş ve haftada bir kez olmak üzere toplamda 6 hafta boyunca düzenli bir şekilde tekrarlanmıştır. Yem tüketimi ise her gün bir kez kaydedilmiş ve yine 6 hafta boyunca devam ettirilmiştir. Yem tüketimi (YT), verilen günlük yem miktarından artı kalan yem miktarının çıkarılmasıyla hesaplanmıştır. Yem dökülmesini en aza indirmek için özen gösterilmiş ve dökülen yem tekrar tartılmıştır. Yemden yararlanma oranı (YYO) ise, günlük bıldırcın başına tüketilen

yem miktarının her bir deneğin günlük canlı ağırlık artışına bölünmesiyle belirlenmiştir. Tüm ölçümler, hassasiyeti 0.01 g olan bir terazi ile yapılmıştır. Performans değerlendirmeleri farklı zaman aralıklarında gerçekleştirilmiştir. CA, ilk üç haftanın (W3) sonunda ve altı haftalık dönemin (W6) sonunda değerlendirilmiştir. CAK, YT ve YYO üç farklı zaman diliminde değerlendirilmiştir: T1 (0-3 hafta), T2 (4-6 hafta) ve T3 (0-6 hafta).

3.2.3. Kesim ve Karkas-Organ Ölçümleri

Karkas ve organ ağırlıklarının ölçümü, çalışmanın 6. haftasının sonunda gerçekleştirilmiştir. Her 7 muamele grubundan 18 adet bıldırcın (her tekrardan 6) olmak üzere toplamda 126 bıldırcın kesime alınmıştır. Kesim işlemi, uygun protokollere sadık kalınarak bıldırcınlara kesim öncesi ötenazi yapılmıştır. Kesimin ardından, tüyler kuru yolum yöntemiyle temizlenmiş ve bacaklar ayrılmıştır. Bu işlemleri takiben, karkas ve organlar dikkatlice ayrılmış ve 0.01 g hassasiyetinde bir tartı kullanılarak ağırlıkları ölçülmüştür.

3.2.4. Kan Numunelerinin Alınması ve Kan Parametrelerinin Analizi

DeneySEL prosedürün tamamlanmasının ardından, karkas ve kan parametrelerinin değerlendirilmesi amacıyla önceden ötenazi uygulanmış toplam 126 Japon bıldırcından (her kafesten 3 erkek ve 3 dişi) kan örnekleri toplanmıştır. Bıldırcınlardan yaklaşık 5 mL kan örneği, juguler ven kesilerek toplanmıştır. Kan örnekleri, ilgili standartlara uygun olarak toplanmış ve serumun ayrılması için 3000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Ardından serum örnekleri biyokimyasal ve hemogram analizleri için -20°C'de dondurulmuştur.

Toplam kolesterol (TC), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), kalsiyum (Ca) ve toplam protein (TP) gibi kan parametreleri spektrofotometrik olarak ölçülmüştür (Siemens Healthineers Atellica, Erlangen, Almanya). Immunoglobulin seviyeleri (IgG, IgA ve IgM) nephelometrik yöntemle belirlenmiştir (Siemens BN2 analizörü, Erlangen, Almanya). Beyaz kan hücreleri (WBC), monositler (MONO), nötrofiller (NEU), kırmızı kan hücreleri (RBC), hemoglobin (HGB), prokalsitonin (PCT), ortalama trombosit hacmi (MPV) ve heterofilik-lenfosit oranı (H/L) gibi hematolojik parametreler, bir hematoloji analizörü (Abbott Diagnostics, Santa Clara, California, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm ölçümler ticari kitlerle gerçekleştirilmiştir. OSI değeri, bu formül kullanılarak hesaplandı: $OSI = (TOS/TAS)$ (Aycicek ve Erel, 2007).

3.2.5. Yumurta Kalite Özellikleri

Altı haftalık yem deneme sürecinin sonunda, 126 bıldırcına kan analizi için ötenazi uygulanmış ve başlangıçtaki 315 bıldırcından geriye kalan 189 bıldırcın ile çalışmaya devam edilmiştir. Kalan bıldırcınlardan toplamda 147 bıldırcın, yumurta denemesi için seçilmiştir (her gruptan 5 dişi ve 2 erkek, her deneme grubunda 21 bıldırcın, her tekrarlamada grubunda ise 7 bıldırcın olacak şekilde). Denemeye devam eden bıldırcınlar, kafesleri değiştirilmeden bir arada tutulmuş ve yumurta üretimi oranı hesaplanmıştır. Altıncı haftanın sonunda yem verme dönemi sona erdikten sonra, gruplarda yumurtlama verileri alınmaya başlanmıştır. Bu nedenle, yumurta ölçümleri altıncı haftada başlamış ve üç hafta süresince devam etmiştir. Yumurtaların, kabuklarının, yumurta sarılarının ve aklarının ağırlıkları, 0.01 g hassasiyetinde bir terazi ile kaydedilmiştir. Yumurtaların uzunluğu, genişliği ile içeriklerinin yüksekliği, çapı ve uzunluğu gibi boyutlar, 0.001 mm hassasiyetine sahip dijital bir kumpas ile ölçülmüştür. Kabuk kalınlığı, aynı hassasiyetle bir mikrometre kullanılarak değerlendirilmiştir. Yumurtlama oranı (%), her kafeste günlük kaydedilen yumurta verisine dayalı olarak belirlenmiştir. Yumurtaların sarı renkleri, DSM YolcFan renk skalası kullanılarak değerlendirilmiştir; bu skala 1 (çok açık) ile 15 (koyu sarı-turuncu) arasında değişirken, koyu sarılı yumurtalar 16 (turuncu) olarak sınıflandırılmıştır. Haugh birimi, bu formül kullanılarak hesaplanmıştır: $HU = 100 \log [(H + 7.57) - (1.7W^{0.37})]$. H=Albümin yüksekliği (mm), W=Yumurta ağırlığı (g). (Haugh R.R., 1937).

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Bu çalışmada, sürekli değişkenler olan canlı ağırlık, kesim ve karkas özellikleri, yumurta kalite kriterleri ve kan parametreleri üzerinde istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Verilerin parametrik test varsayımlarını (normal dağılım ve varyansların homojenliği testleri $p>0,05$) karşıladığı durumlarda, deneme grupları arasındaki farklılıklar %5 anlamlılık düzeyinde varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğu takdirde, bu farkların hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla parametrik bir yöntem olan Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizler, SPSS 21 yazılımı (IBM C., 2012) kullanılarak yapılmıştır.

3.2.7. Yapısal Eşitlik Modellemesi (SEM)

Birinci nesil çok değişkenli veri analizi teknikleri, çoklu regresyon, lojistik regresyon ve varyans analizi gibi yöntemleri içerir ve araştırmacılar tarafından,

ilgilenilen değişkenler arasındaki varsayılan ilişkileri ampirik olarak test etmek amacıyla kullanılmaktadır. Ancak bu tekniklerin üç temel sınırlaması bulunmaktadır: basit model yapısının varsayılması, tüm değişkenlerin gözlemlenebilir olduğu ve hatasız ölçüm yapılması gerektiği varsayımlarını içerir (Haenlein ve Kaplan, 2004). Bu sınırlamaları aşabilmek adına, araştırmacılar karmaşık ilişkileri eş zamanlı olarak modelleyip tahmin etmeye olanak tanıyan ikinci nesil tekniklere, özellikle SEM yöntemine yönelmişlerdir. SEM, gözlemlenemeyen kavramları dolaylı olarak ölçüp, ölçüm hatalarını dikkate alarak daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine imkân tanır (Cole ve Preacher, 2014). Uygulamada SEM'e iki popüler yöntem hakimdir. Bunlar; CB-SEM ve PLS-SEM yöntemleridir. Bu çalışma, elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan PLS-SEM yöntemi ile test edilecek ve yorumlanacaktır.

3.2.7.1. Kısmi en küçük kareler yapısal eşitlik modellemesi (PLS-SEM)

PLS-SEM, özellikle normal dağılım varsayımına gerek duymaması ve küçük örneklem büyüklükleriyle çalışabilme avantajı sayesinde tercih edilen bir yöntemdir. Ayrıca, biçimlendirilmiş (formative) ve ölçülebilir yapılarla kolayca entegre edilebilir (Hair vd., 2022). Bu yöntem, faktör analizi ile regresyonun unsurlarını birleştirerek, neden-sonuç ilişkileri ve geçiş yollarına odaklanan araştırmalar için özellikle uygun hale gelir. PLS-SEM, bağımlı değişkenlerin yapısını nicelleştirmek ve modellemek için yinelemeli bir süreç kullanır, böylece bağımlı ile bağımsız değişkenler arasındaki farkları en aza indirir. Bunun yanı sıra, PLS-SEM, değişkenler kümesi arasındaki önemli iç ilişkileri inceleyerek, temel dinamikler hakkında derinlemesine bilgiler sunar (Hair vd., 2017; Henseler, 2020).

PLS-SEM, küçük örneklem büyüklükleri ve doğrudan gözlemlenemeyen değişkenlerin modellenmesi açısından güçlü bir alternatif sunarken, kullanıcıların doğru modelleme, verilerin uygunluğu ve ölçüm doğruluğu gibi unsurları dikkatle göz önünde bulundurması önemlidir. Ayrıca, SEM'in sağlayacağı daha güvenilir sonuçlar için, doğru model tasarımı ve hipotez testlerinin dikkatlice belirlenmesi gerekmektedir (Yılmaz vd., 2024).

SEM, değişkenleri iki temel gruba ayırır: doğrudan gözlemlenemeyen gizil değişkenler ve bu değişkenleri temsil eden ya da açıklayan ölçüm değişkenleri (göstergeler). SEM, iki ana bileşenden oluşur: Ölçüm modelleri, gizil değişkenlerle bu değişkenlere ait göstergeler arasındaki ilişkileri tanımlarken, yapısal model gizil değişkenler arasındaki ilişkileri ele alır ve bu değişkenleri endojen (bağımlı) ve eksojen (bağımsız) olarak sınıflandırır.

Endojen gizil değişkenler, diğer gizil değişkenlerden (eksojen veya endojen) etkilenirken, eksojen gizil değişkenler bağımsızdır ve başka bir değişkenden etkilenmez. SEM'de yalnızca endojen değişkenler için hesaplanan belirleme katsayısı (R^2), bir gizil değişkenin diğer gizil değişkenler tarafından ne kadar açıklandığını gösterir. Ayrıca, endojen değişkenler bağlama bağlı olarak diğer endojen yapılar üzerinde etkili olabilir ve bazen eksojen değişkenler gibi davranabilir. Yapısal modelin önemli bir unsuru olan yol katsayıları, oklarla gösterilir ve endojen ile eksojen gizil değişkenler arasındaki ilişkinin hem yönünü hem de gücünü yansıtır. Bu katsayılar, -1 ile +1 arasında bir aralıkta değişir ve eksojen değişkenlerden endojen değişkenlere doğru yönelen oklarla temsil edilir.

Bu çalışmada kullanılan SEM, dört gizil değişkeni kapsamaktadır: hayvan refahı, fiziksel aktivite, bağışıklık sistemi ve büyüme. Veriler, yetiştirme döneminin ardından kesim sırasında elde edilen kan parametrelerine aittir (Çizelge 4.5). Yapısal model, hayvan refahının fiziksel aktivite, bağışıklık sistemi ve büyüme gibi diğer değişken gruplarındaki varyasyonu nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla regresyon ve anlamlılık analizleri için kullanılmıştır. Bu analizler, hayvan refahının söz konusu değişkenler üzerindeki etkisini daha iyi anlamayı hedeflemiştir. Ancak, çalışmanın bu bölümünde elde edilen veriler muamele gruplarına bağlı olmaksızın yürütülmüştür. Yapılan bu modellemede herhangi bir muamele grubu söz konusu olmayıp bıldırcınlara ait veriler tek bir grup olacak şekilde ele alınmıştır.

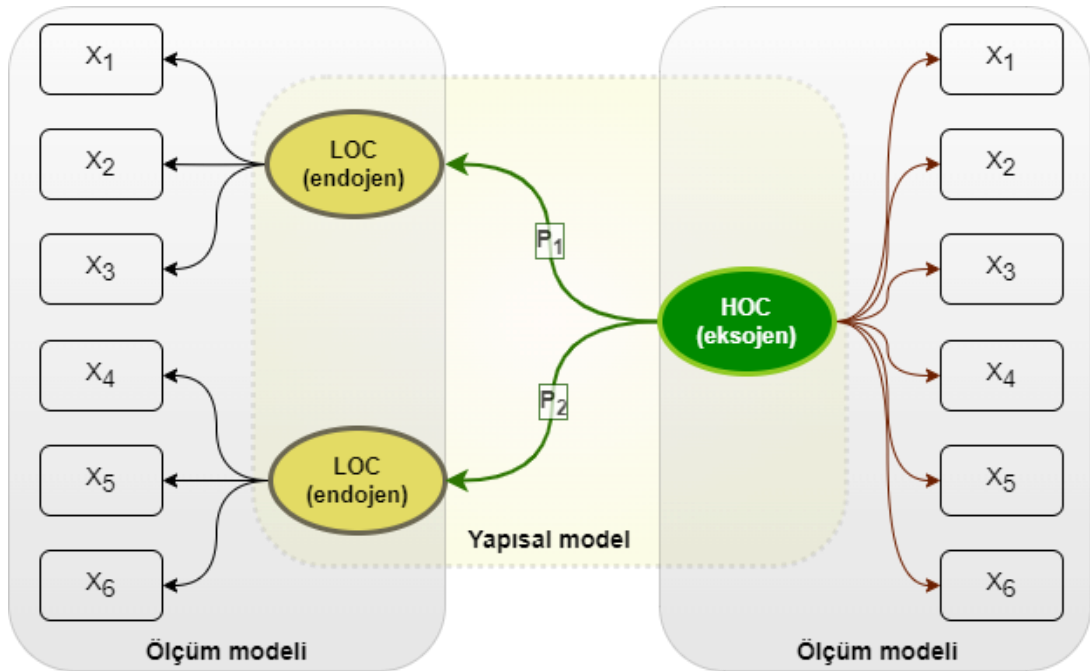
Çalışmada odak noktası, belirleme katsayıları (R^2) olmuştur. Bu değerler, hayvan refahının diğer üç gizil değişken grubundaki varyasyonu ne ölçüde açıkladığını göstermektedir. Ayrıca, eksojen gizil değişkenlerin endojen değişkenler üzerindeki etki büyüklüğünü değerlendirmek için f^2 katsayısı kullanılmıştır. f^2 katsayısının değerlendirilmesi, şu eşiklere dayanmaktadır: 0.02 küçük, 0.15 orta ve 0.35 büyük etkiyi ifade eder (Cohen, 2013; Hair vd., 2019).

3.2.7.2. Hiyerarşik bileşen modelleri (HCM)

Bu çalışmada, analiz edilen karmaşık yapıları daha iyi anlamak amacıyla iki seviyeli bir HCM geliştirilmiştir. HCM'ler, yalnızca birinci dereceden basit yapıları değil, aynı zamanda birden fazla organizasyon düzeyini içeren karmaşık sistemleri değerlendirmek için kritik bir role sahiptir. Bu özel HCM, HOC ve LOC olmak üzere iki seviyeden oluşmaktadır.

HOC, daha geniş bir kavramsal düzeyi değerlendirirken, LOC ana bileşenin alt boyutlarını temsil eder. Çalışmada Japon bıldırcınlarının refah durumu, HOC olarak

belirlenmiş ve diğer özellikler LOC olarak sınıflandırılmıştır. Yansıtıcı-yansıtıcı bir HCM modeli benimsenmiş olup, bu model üst düzey ve alt düzey bileşenler arasında yansıtıcı bir etkileşimi ifade eder. Modelde, LOC'nin tüm unsurları ölçüm modellerine dayanmaktadır ve göstergeler, altta yatan yapıyı temsil ederken, nedensellik yapıdan göstergelere doğru yönlendirilmiştir. Özellikle, HOC ölçüm modeli oluşturulurken LOC'un tüm göstergeleri de HOC ile ilişkilendirilmiştir. Bu yöntem, Hair vd., (2022) tarafından önerilen çerçeveye uygun olarak uygulanmıştır (Şekil 3.1). Hiyerarşik modelleme yaklaşımı, karmaşık yapıları kapsamlı bir şekilde inceleme fırsatı sunmuş ve refah durumu ile diğer ölçülen özellikler arasındaki ilişkiler hakkında derinlemesine içgörüler sağlamıştır.



Şekil 3. 1. Yansıtıcı-Yansıtıcı Hiyerarşik Bileşen Modeli (HCM). SEM diyagramlarında, daireler gizil değişkenleri, dikdörtgenler göstergeleri temsil eder, daireler arasındaki oklar ilişkileri (yol katsayılarını) gösterir ve dairelerden dikdörtgenlere yönelen oklar

3.2.7.3. PLS-SEM değerlendirmesi

Ölçüm Modelinin Değerlendirilmesi. PLS-SEM modelinin değerlendirilmesindeki temel amaç, modelin güvenilirliğini ve geçerliliğini sağlamaktır. İçsel tutarlılık güvenilirliği, genellikle bileşik güvenilirlik (CR) ve Cronbach alfa değerleri ile değerlendirilir. Bu ölçütlerde genellikle 0.7 veya daha yüksek değerler kabul edilebilir olarak görülmektedir. Bir yapının yakınsak geçerliliği ise açıklanan ortalama varyans (AVE) ile değerlendirilir. AVE, her yapının

içerisindeki tüm terimlerin varyanslarının ortalamasını ifade eder ve tatmin edici bir yakınsak geçerlilik için genellikle 0.5'in üzerinde olması beklenir. Hair vd. (2022) bu kriterin geçerliliği hakkında önemli bir rehber sunmaktadır.

Model doğrulamasında rho_A değeri, önemli bir güvenilirlik ölçütü olarak değerlendirilir ve bu değer 0.7'yi aşması beklenir. Yapılar arasındaki farklılığı değerlendirmek için heterotrait-monotrait korelasyon oranı (HTMT), çoklu bağlantıyı ölçmek için ise varyans şişirme faktörü (variance inflation factor-VIF) kullanılır. Bu çalışmada, yol modeli değerlendirmesi ve 10.000 örnekleme ile bootstrap simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Analizler, yol modelleme ve simülasyonlar için özel olarak tasarlanmış SmartPLS 4.1.0.6 yazılımı (Ringle vd., 2024) kullanılarak yapılmıştır.

Modelin Etkinliğinin Değerlendirilmesi. PLS-SEM yönteminde R^2 değerleri ve yol katsayıları birlikte ele alınmalıdır. R^2 , bağımsız eksojen gizil değişkenlerin bağımlı endojen gizil değişkenlerdeki varyasyonu ne ölçüde açıkladığını göstererek modelin tahmin doğruluğunu ölçer. Bu değer, 0 ile 1 arasında değişir ve 0.25-0.49 arası düşük, 0.50-0.74 arası orta düzey, 0.75-1 arası ise yüksek tahmin gücünü ifade eder (Hair vd., 2019). Regresyon analizinde yol katsayıları, regresyon katsayıları ile eşdeğer olup, modeldeki doğrudan ilişkiler bu katsayılar üzerinden değerlendirilir. Dolaylı ilişkiler ise ilgili yol katsayılarının çarpımı yoluyla analiz edilir. Bu yöntem, modeldeki hem doğrudan hem de dolaylı ilişkilerin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlar.

Yakınsak Geçerliliğin Değerlendirilmesi. Yakınsak geçerlilik, gösterge güvenilirliği (IR) ve AVE ile değerlendirilir. IR, bir göstergenin ilgili gizil değişkeni ne kadar doğru yansıttığını ifade eder. Hair vd. (2022) tarafından belirtildiği gibi, IR değeri 0.4 ile 0.7 arasında olan göstergeler, modelin genel kalitesini arttırıyorsa kullanılabilir, ancak 0.4'ün altındaki göstergelerin mutlaka çıkarılması gerekir (Sarstedt vd., 2019; Henseler, 2020). Bununla birlikte, göstergelerin kaldırılma kararları dikkatle ele alınmalı ve bu göstergelerin modelin içerik geçerliliğine olası katkıları da göz önünde bulundurulmalıdır (Hair vd., 2017). AVE ise bir göstergedeki varyansın ne kadarının ilgili gizil yapıya atfedilebileceğini istatistiksel olarak ölçer ve genellikle 0.5 veya daha yüksek değerler tatmin edici bir yakınsak geçerliliği işaret eder.

4. BULGULAR

4.1. Performans Bulguları

Canlı ağırlık kazancı, günlük yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve 6. hafta canlı ağırlık sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Urfa Biber Atığı ve ID Phyt Capsin'in Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımının Büyüyen Japon Bildircinlerinin Performansı Üzerindeki Etkisi

Kriter	Haftalar	Kontrol	%2.5 ID	%5 ID	%7.5 ID	%2.5 UBA	%5 UBA	%7.5 UBA	SEM	p-değeri
CA (g)	W3	118 ^{ab}	115 ^{ab}	113 ^{bc}	107 ^c	113 ^{bc}	117 ^{ab}	120 ^a	0.917	0.004
	W6	206	214	212	201	208	206	203	1.63	0.341
CAK (g)	T1	4.97 ^{ab}	4.81 ^{ab}	4.70 ^{bc}	4.46 ^c	4.72 ^{bc}	4.94 ^{ab}	5.07 ^a	0.038	<0.001
	T2	4.17 ^{bc}	4.73 ^a	4.74 ^a	4.47 ^{ab}	4.50 ^{ab}	4.23 ^{bc}	3.96 ^c	0.047	<0.001
	T3	4.57	4.77	4.72	4.46	4.61	4.59	4.52	0.036	0.258
YT (g)	T1	17.0 ^{abc}	17.15 ^{ab}	15.15 ^c	16.48 ^{abc}	15.32 ^{bc}	17.67 ^a	17.47 ^a	0.28	0.047
	T2	26.96	28.96	28.96	28.15	27.67	28.03	28.24	0.20	0.067
	T3	21.98	23.05	22.06	22.32	21.51	22.85	22.86	0.19	0.256
YYO (g)	T1	3.49 ^{bc}	3.65 ^{ab}	3.32 ^c	3.78 ^a	3.30 ^c	3.65 ^{ab}	3.48 ^{bc}	0.033	<0.001
	T2	6.84 ^b	6.22 ^c	6.19 ^c	6.48 ^{bc}	6.51 ^{bc}	6.71 ^{bc}	7.40 ^a	0.073	<0.001
	T3	4.93 ^{ab}	4.90 ^{ab}	4.74 ^b	5.12 ^a	4.79 ^b	5.03 ^{ab}	5.14 ^a	0.04	0.038

^{a-b-c}: Aynı satırda farklı üst simgeler taşıyan değerler arasında anlamlı bir fark vardır. Cinsiyet*Grup etkileşim grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p>0.05$). YYO: Yem dönüşüm oranı, CA: Canlı ağırlık, CAK: Canlı ağırlık kazancı, YT: Günlük yem tüketimi, W3: 3. Haftanın sonu, W6: 6. Haftanın sonu, T1: 0-3 hafta, T2: 4-6 hafta, T3: 0-6 hafta, T4: 6. haftanın sonu, SEM: Standart hata ortalaması, ID: ID Phyt Capsin, UBA: Urfa biber atığı.

4.1.1. Canlı Ağırlık

CA sonuçlarında, üçüncü hafta (W3) sonunda gruplar arasında anlamlı farklar gözlemlenmiştir ($p<0.05$), ancak altıncı hafta (W6) döneminde bu farklar kaybolmuştur ($p>0.05$). Üçüncü hafta itibarıyla %7.5 UBA grubunda en yüksek canlı ağırlık değerleri elde edilmiş, bu durum UBA’nın ilk üç haftalık büyüme üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. %2.5 ID ve %5 UBA gruplarının etkileri kontrol grubu ile benzer bulunurken, %7.5 ID grubu canlı ağırlık üzerinde en olumsuz etkiye sahip olmuştur. Bu bulgu, ID’nin büyüme üzerindeki etkisinin UBA’ya kıyasla daha az belirgin olduğunu işaret etmektedir. Altıncı hafta sonunda gruplar arasındaki farklar ortadan kalkmış ve her iki katkı maddesinin etkisi azalmıştır.

4.1.2. Canlı Ağırlık Kazancı

CAK verileri, T1 ve T2 dönemlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğunu ortaya koymuştur ($p<0.05$). T1 döneminde, %7.5 UBA grubunda kontrol grubuna kıyasla en yüksek CAK değerleri gözlemlenmiş ve bu durum, UBA konsantrasyonunun artmasının ilk üç haftadaki ağırlık kazancı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, %5 ID, %7.5 ID ve %2.5 UBA gruplarında kontrol grubuna kıyasla CAK değerlerinde olumsuz bir değişim gözlenmiş, bu da ID'nin ilk üç haftalık dönemde ağırlık kazancı üzerindeki etkisinin UBA'ye göre daha sınırlı olduğunu göstermektedir. T2 döneminde, yalnızca %7.5 UBA grubunda olumsuz bir etki gözlenirken, %2.5 ve %5 ID grupları kontrol grubuna kıyasla en yüksek CAK değerlerini sergilemiştir. T1 döneminin aksine, T2 döneminde UBA'nin ağırlık kazancı üzerindeki etkisi ID'ye kıyasla daha sınırlı olmuştur. T3 döneminde ise gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

4.1.3. Günlük Yem Tüketimi

YT sonuçları, T1 döneminde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir ($p<0.05$), ancak T2 ve T3 dönemlerinde anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$). T1 döneminde, kontrol grubuna kıyasla en yüksek YT değerleri %5 ve %7.5 UBA gruplarında, en düşük değerler ise %5 ID ve %2.5 UBA gruplarında gözlemlenmiştir. Bu bulgular, ilk üç hafta boyunca daha yüksek UBA konsantrasyonlarının yem tüketimini artırdığını ve UBA'nin yem tüketimi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.

4.1.4. Yemden Yararlanma Oranı

YYO sonuçları tüm dönemlerde gruplar arasında anlamlı farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$). T1 döneminde, %5 ID ve %2.5 UBA gruplarında daha düşük YYO değerleri gözlenirken, en yüksek YYO değeri %7.5 ID grubunda bulunmuştur. Bu durum, yüksek ID konsantrasyonlarının başlangıçtaki YYO'da daha düşük bir iyileşmeye yol açtığını göstermektedir. T2 döneminde, %7.5 UBA grubunda en yüksek YYO değeri gözlenirken, %2.5 ve %5 ID gruplarında daha düşük YYO değerleri kaydedilmiştir. Bu dönemde, ID grupları yem verimliliği açısından daha iyi performans göstermiş, yüksek UBA konsantrasyonları ise olumsuz bir etki yaratmıştır. T3 döneminde, YYO değerleri daha dengeli bir hale gelmiş olsa da %7.5 ID ve %7.5 UBA gruplarında daha yüksek YYO değerleri gözlenmiştir. Genel olarak, ID grupları daha verimli yem kullanımı gösterirken, yüksek UBA konsantrasyonları uzun vadede yem verimliliğini olumsuz etkilemiştir.

4.1.5. Karkas ve İç Organ Ölçümleri

Deneyssel prosedürün tamamlanmasının ardından her gruptan 6 adet olmak üzere toplamda 126 bıldırcına ait karkas değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 2. Urfa Biber Atığı ve ID Phyt Capcin İçeren Rasyonlarla Beslenen Japon Bıldırcınlarının 46 Günlük Yaştaki Karkas Özellikleri

Parametre	Kontrol	%2.5 ID	%5 ID	%7.5 ID	%2.5 UBA	%5 UBA	%7.5 UBA	SEM	p-değeri
Kesim CA	211	210	209	198	209	207	201	2.37	0.712
Karkas	145	145	146	135	142	139	136	1.25	0.079
Kalp	1.75 ^a	1.68 ^{ab}	1.68 ^{ab}	1.48 ^c	1.62 ^{abc}	1.66 ^{ab}	1.55 ^{bc}	0.02	0.015
Dalak	0.11 ^a	0.09 ^{abc}	0.10 ^{ab}	0.10 ^{ab}	0.08 ^{bc}	0.10 ^{ab}	0.07 ^c	0.004	0.014
Karaciğer	4.91	4.97	4.52	4.10	4.66	4.70	4.30	0.13	0.582
Taşlık	3.37 ^{bc}	3.63 ^{abc}	3.54 ^{abc}	3.31 ^c	3.75 ^{abc}	3.84 ^{ab}	3.99 ^a	0.06	0.029
AY	2.53	2.32	2.22	1.98	2.17	2.67	1.96	0.09	0.219

^{a-b-c}: Aynı satırda farklı üst simgeler taşıyan değerler arasında anlamlı bir fark vardır. Cinsiyet*Grup etkileşim grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p>0.05$). AY: Abdominal yağ, CA: Canlı ağırlık, ID: Id Phyt Capcin, UBA: Urfa biberi atığı, SEM: Standart hata ortalaması.

Deneyssel prosedürün tamamlanmasının ardından toplamda 126 bıldırcın kesilmiş ve karkas özellikleri değerlendirilmiştir. Her gruptan altı bıldırcın (3 erkek ve 3 dişi) analiz edilmiştir (Çizelge 4.2). Analiz sonuçları, canlı ağırlık, karkas ağırlığı, karaciğer ağırlığı ve abdominal yağ oranı açısından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir ($p>0.05$). Bu durum, yem katkı maddelerinin metabolik yağ birikimi üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu düşündürmektedir. Ancak, kalp ve dalak ağırlıkları açısından gruplar arasında farklılıklar tespit edilmiş olup, kontrol grubuna kıyasla tüm gruplarda organ ağırlıklarında azalma gözlenmiştir ($p<0.05$). En düşük kalp ağırlığı 7.5% ID grubunda, en düşük dalak ağırlığı ise 7.5% UBA grubunda bulunmuştur. Bu bulgular, yüksek kapsaisin seviyelerinin kalp ve dalak gelişimini sınırlayabileceğini göstermektedir. Öte yandan, taşlık ağırlığı, 7.5% ID grubu hariç tüm gruplarda kontrol grubuna kıyasla artmış olup, en yüksek taşlık ağırlıkları UBA gruplarında kaydedilmiştir.

4.1.6. Kan Parametreleri

Karkas ve iç organ ölçümleri için kesilen 126 adet bıldırcından aynı anda kan örnekleri toplanmıştır. Alınan kan örneklerinden biyokimya ve hemogram testleri ile toplamda 34 parametre elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4. 3. Japon Bildircınlarının Kan Hematolojik ve Biyokimyasal Değerleri

Parametreler	Kontrol	%2.5 ID	%5 ID	%7.5 ID	%2.5 UBA	%5 UBA	%7.5 UBA	SEM	p-değeri
TAS	1.72 ^a	1.33 ^{bc}	1.48 ^b	1.44 ^b	1.49 ^b	1.44 ^b	1.16 ^c	0.032	<0.001
TOS	8.35 ^{ab}	7.36 ^{bc}	8.06 ^b	7.71 ^b	10.04 ^a	8.92 ^{ab}	5.72 ^c	0.25	<0.001
OSI	4.87 ^b	5.82 ^{ab}	5.56 ^{ab}	5.78 ^{ab}	7.04 ^a	6.22 ^{ab}	5.21 ^b	0.185	0.049
HPER	0.4	0.34	0.4	0.37	0.43	0.44	0.43	0.014	0.526
WBC	19.57	17.0	16.50	16.12	17.20	17.27	17.40	0.48	0.619
Lenfosit	17.42	15.79	15.53	14.78	15.36	16.17	15.88	0.46	0.850
H/L	5.58	5.68	5.73	6.05	6.90	6.21	5.61	0.25	0.800
Monosit	0.13 ^a	0.05 ^b	0.07 ^b	0.07 ^b	0.06 ^b	0.07 ^b	0.04 ^b	0.006	0.003
Nötrofil	0.12 ^a	0.11 ^{ab}	0.07 ^{bc}	0.08 ^{bc}	0.09 ^{abc}	0.07 ^{bc}	0.05 ^c	0.005	0.002
Eozinofil	0.007	0.007	0.005	0.007	0.006	0.008	0.007	0.0004	0.660
Bazofil	0.63	0.51	0.63	0.63	0.66	0.38	0.96	0.05	0.098
RBC	3.38	3.26	3.16	3.18	3.18	3.23	3.29	0.035	0.641
Hematokrit	20.69	19.83	19.64	19.51	19.49	19.40	20.13	0.236	0.788
Hemoglobin	8.05	9.05	8.13	8.18	8.08	7.90	8.41	0.145	0.431
MCV	61.11	60.74	61.27	60.43	60.46	60.47	60.55	0.127	0.402
MCH	24.32	27.87	26.15	25.91	25.91	25.62	26.23	0.491	0.701
MCHC	39.90	45.91	42.17	42.63	42.13	41.84	42.88	0.812	0.663
Prokalsitonin	0.013 ^a	0.009 ^{ab}	0.010 ^a	0.010 ^{ab}	0.009 ^{ab}	0.008 ^{ab}	0.005 ^b	0.001	0.039
MPV	15.35 ^a	12.22 ^{abc}	13.62 ^{ab}	12.43 ^{abc}	12.64 ^{abc}	11.00 ^{bc}	9.38 ^c	0.474	0.031
PDW	21.50	23.49	21.88	23.28	24.16	24.06	25.20	0.63	0.725
Trombosit	7.05	6.24	6.59	5.54	5.98	5.98	4.24	0.245	0.070
RDW	28.35	30.34	31.61	27.30	29.09	29.26	28.36	0.39	0.072
VLDL	34.08 ^{ab}	42.83 ^a	34.5 ^{ab}	34.0 ^{ab}	29.28 ^b	28.16 ^b	25.35 ^b	1.34	0.013
LDL	35.39	43.11	43.33	39.22	44.28	36.78	39.89	1.01	0.211
HDL	117.0	111.2	112.2	108.1	116.2	117.0	116.0	1.47	0.570
TC	186.5	197.1	190.1	181.3	189.8	181.9	181.2	2.50	0.579
Trigliserit	170.4 ^{ab}	214.2 ^a	172.5 ^{ab}	170.0 ^{ab}	146.4 ^b	140.8 ^b	126.6 ^b	6.69	0.013
TP	2.26	2.24	2.26	2.33	2.17	2.18	2.17	0.03	0.770
Kalsiyum	12.86	13.13	13.41	13.64	12.60	13.10	11.49	0.357	0.772
Kortizol	0.42	0.44	0.41	0.43	0.41	0.42	0.42	0.003	0.270
CRP	0.017	0.016	0.016	0.014	0.015	0.013	0.014	0.001	0.876
IGG	0.67	0.97	0.69	0.58	0.73	0.53	0.68	0.037	0.053
IGM	0.40 ^b	0.85 ^a	0.43 ^b	0.72 ^{ab}	0.83 ^a	0.56 ^{ab}	0.43 ^b	0.049	0.032
IGA	0.34 ^{ab}	0.37 ^{ab}	0.35 ^{ab}	0.44 ^a	0.42 ^{ab}	0.45 ^a	0.33 ^b	0.012	0.041

^{a-b-c}: Aynı satırda farklı üst simgeler taşıyan değerler arasında anlamlı bir fark vardır. Cinsiyet*Grup etkileşim grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p>0.05$). TAS: Toplam antioksidan seviyesi, TOS: Toplam oksidan seviyesi, OSI: Oksidatif stres indeksi, HPER: Hidrojen Peroksit, WBC: Beyaz kan hücreleri, H/L: Heterofil/Lenfosit indeksi, RBC: Kırmızı kan hücreleri, MCV: Ortalama korpusküler hacim, MCH: Ortalama korpusküler hemoglobin, MCHC: Ortalama korpusküler hemoglobin yoğunluğu, PDW: Trombosit dağılım genişliği, RDW: Kırmızı hücre dağılım genişliği, MPV: Ortalama trombosit hacmi, LDL: Düşük yoğunluklu lipoprotein, HDL: Yüksek yoğunluklu lipoprotein, TC: Toplam kolesterol, TP: Toplam Protein, CRP: C-Reaktif Protein, IGG-IGM-IGA: İmmünoglobulin G-M-A. TC: Toplam Kolesterol, TP: Toplam Protein, ID: Id Phyt Campcium, UBA: Urfa biberi atığı, SEM: Standard hata ortalaması.

Yapılan istatistiksel analizler, toplam 34 parametrenin değerlendirilmesi sonucunda 23 parametrede gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir ($p>0.05$). Anlamlı farklılık gösteren bu parametreler arasında TAS, TOS ve OSI değerleri öne çıkmıştır. TAS değerleri açısından incelendiğinde, en yüksek seviyenin 1.72 mmol/L ile kontrol grubunda olduğu belirlenirken, %7.5 UBA grubunda ölçülen 1.16 mmol/L ile en düşük değere rastlanmıştır. TOS değerleri açısından %2.5 UBA grubu 10.04 $\mu\text{mol/L}$ ile en yüksek değeri sergilerken, %7.5 UBA grubu 5.72 $\mu\text{mol/L}$ ile en düşük değeri göstermiştir. Bu iki parametrenin oranlanması ile elde edilen OSI değerlerinde ise %2.5 UBA grubu 7.04 ile en yüksek değeri, kontrol grubu ise 4.87 ile en düşük değeri ortaya koymuştur. Hemogram testlerinden elde edilen sonuçlar, monosit, nötrofil, prokalsitonin ve MPV değerlerinde gruplar arasında anlamlı farklılıkların mevcut olduğunu ortaya koymuştur ($p<0.05$). Monosit düzeyleri açısından, kontrol grubu $0.13 \times 10^3/\mu\text{L}$ ile en yüksek değeri sergilerken, %7.5 UBA grubu $0.04 \times 10^3/\mu\text{L}$ ile en düşük değeri göstermiştir. Kontrol grubunun bu parametredeki üstünlüğü, diğer gruplarla kıyaslandığında belirgin hale gelmiştir. Nötrofil değerleri açısından da benzerlikler gözlenmiş; kontrol grubu $0.12 \times 10^3/\mu\text{L}$ ile en yüksek değeri, %7.5 UBA grubu ise $0.05 \times 10^3/\mu\text{L}$ ile en düşük değeri sağlamıştır. Prokalsitonin düzeyleri incelendiğinde, kontrol grubu 0.013 ile en yüksek değeri kaydederken, %7.5 UBA grubu 0.005 ile en düşük değeri göstermiştir. MPV değerlerinde ise kontrol grubunun 15.35 ile en yüksek değeri sağladığı, %7.5 UBA grubunun ise 9.38 ile en düşük değeri sunduğu gözlenmiştir.

Biyokimyasal analizler sonucunda elde edilen veriler, HDL ve LDL değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığını ortaya koymuştur ($p>0.05$). Ancak TG değerlerinde ve dolaylı olarak Friedewald (1972) formülü (trigliserit/5) ile hesaplanan VLDL değerlerinde gruplar arasında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). TG değerleri incelendiğinde, %2.5 ID grubunun 214.2 ile en yüksek değeri sergilediği görülmüştür. Bunun aksine, UBA gruplarında daha düşük değerler kaydedilmiş ve en düşük değer 126.6 ile %7.5 UBA grubunda belirlenmiştir. VLDL değerlerinde de benzer bir eğilim gözlenmiş, en düşük değer 25.35 ile %7.5 UBA grubunda, en yüksek değer ise 34.08 ile %2.5 ID grubunda ölçülmüştür.

Bağıışıklık sistemi parametreleri arasında yer alan immünoglobülin (IgA, IgG ve IgM) düzeyleri incelendiğinde, IgG için gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Buna karşın, IgA ve IgM düzeylerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar kaydedilmiştir ($p<0.05$). IgA açısından en yüksek değerler sırasıyla 0.85 ve 0.83 ile %2.5 ID ve %2.5 UBA gruplarında gözlenmiştir. Kontrol grubu ise 0.40 ile bu parametrede en düşük değeri sergilemiştir. IgM düzeyleri incelendiğinde, %5 UBA grubu 0.45 ile en yüksek değeri, %7.5 UBA grubu ise 0.33 ile en düşük değeri göstermiştir.

4.1.7. Yumurta Kalite Özellikleri

Yumurtalara ait tüm iç ve dış kalite özelliklerine ait veriler Çizelge 4.4’de yer almaktadır.

Çizelge 4. 4. Biber atığı ve ID Phyt yem katkı maddelerinin yumurta kalite özellikleri üzerine etkileri

Özellikler	Kontrol	%2.5 ID	%5 ID	%7.5 ID	%2.5 UBA	%5 UBA	%7.5 UBA	SEM	p-değeri
YÜ (%)	71.21 ^b	78.18 ^{ab}	76.03 ^{ab}	83.33 ^a	78.48 ^{ab}	73.62 ^b	73.94 ^b	0.985	0.021
YA (g)	12.09	11.94	12.48	12.37	12.32	12.01	12.08	0.078	0.447
YG (mm)	26.07	25.99	26.14	26.35	26.20	26.07	26.06	0.064	0.826
YU (mm)	32.81	32.53	33.41	32.85	33.07	32.67	32.79	0.104	0.397
SA (g)	3.74 ^{bc}	3.57 ^c	4.17 ^a	4.04 ^{ab}	3.90 ^{abc}	4.02 ^{ab}	4.05 ^{ab}	0.051	0.019
SG (mm)	25.65	25.27	25.89	25.72	26.11	25.94	26.05	0.128	0.619
Sarı Rengi	11.79 ^c	12.2 ^c	12.29 ^c	11.71 ^c	13.87 ^b	15.0 ^a	14.87 ^a	0.156	<0.001
SY (mm)	11.32	11.61	12.0	11.79	12.0	11.59	11.62	0.073	0.139
AA (g)	8.31	7.83	7.85	8.18	7.89	80.03	7.31	0.161	0.766
AG (mm)	34.04	34.80	36.16	35.82	35.48	34.07	35.09	0.296	0.373
AU (mm)	45.88 ^b	44.91 ^b	49.38 ^a	46.07 ^b	45.95 ^b	48.16 ^{ab}	45.61 ^b	0.405	0.030
AY (mm)	5.87 ^a	5.27 ^b	4.73 ^c	4.74 ^c	5.12 ^{bc}	4.63 ^c	4.72 ^c	0.073	<0.001
KA (g)	1.04	1.02	1.02	1.02	1.05	1.03	0.99	0.008	0.637
OKK (mm)	0.228	0.223	0.219	0.224	0.232	0.237	0.220	0.002	0.160
SKK (mm)	0.241	0.238	0.242	0.235	0.249	0.255	0.245	0.003	0.384
KKK (mm)	0.221	0.213	0.211	0.214	0.216	0.213	0.210	0.002	0.730
Şİ (%)	79.51	79.92	78.43	80.24	79.28	79.84	79.52	0.272	0.715
HU	90.16	93.29	87.50	87.58	92.20	89.83	90.40	0.830	0.457

^{a-b-c}: Aynı satırda farklı üst simgeler taşıyan değerler arasında anlamlı bir fark vardır. YÜ: Yumurta üretimi, YA: Yumurta ağırlığı, YG: Yumurta genişliği, YU: Yumurta uzunluğu, SA: Sarı ağırlığı, SG: Sarı genişliği, SY: Sarı yüksekliği, AA: Albümin ağırlığı, AG: Albümin genişliği, AU: Albümin uzunluğu, AY: Albümin yüksekliği, KA: Kabuk ağırlığı, OKK: Orta kabuk kalınlığı, SKK: Sivri uç kabuk kalınlığı, KKK: Küt uç kabuk kalınlığı, Şİ: Şekil indeksi. HU: Haugh Birimi, ID: Id Phyt Capcin, UBA: Urfa biberi atığı. SEM: Standart hata ortalaması.

Elde edilen sonuçlar, AY, AU, SA ve sarı rengi dışında diğer tüm özellikler açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını ortaya koymuştur ($p>0.05$). Ancak, SA ve yumurta sarısı rengi açısından gruplar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Yumurta sarısı ağırlığı bakımından en yüksek değer 4.17 g ile %5 ID grubunda ölçülürken, en düşük değer 3.57 g ile %2.5 ID grubunda gözlemlenmiştir. Yumurta sarısı rengi sonuçlarına göre, en yüksek değerler UBA gruplarında bulunmuş, en düşük değerler ise kontrol ve ID gruplarında tespit edilmiştir. En belirgin sarı renk değeri 15.0 ile %5 UBA grubunda ölçülürken, en düşük değer 11.71 ile %7.5 ID grubunda kaydedilmiştir.

AU ve AY değerleri de gruplar arasında anlamlı farklılıklar gösteren diğer parametrelerdir ($p<0.05$). AU ölçümlerinde, en yüksek değer 49.38 mm ile %5 ID grubunda saptanmıştır. Diğer gruplar aynı istatistiksel harf grubunda yer almış ve birbirine oldukça yakın sonuçlar vermiştir. Buna karşın, en düşük AU değeri 44.91 mm ile %2.5 ID grubunda ölçülmüştür. Benzer şekilde, AY ölçümlerinde en yüksek değer 5.87 ile kontrol grubunda bulunurken, en düşük değer 4.63 ile %5 UBA grubunda kaydedilmiştir.

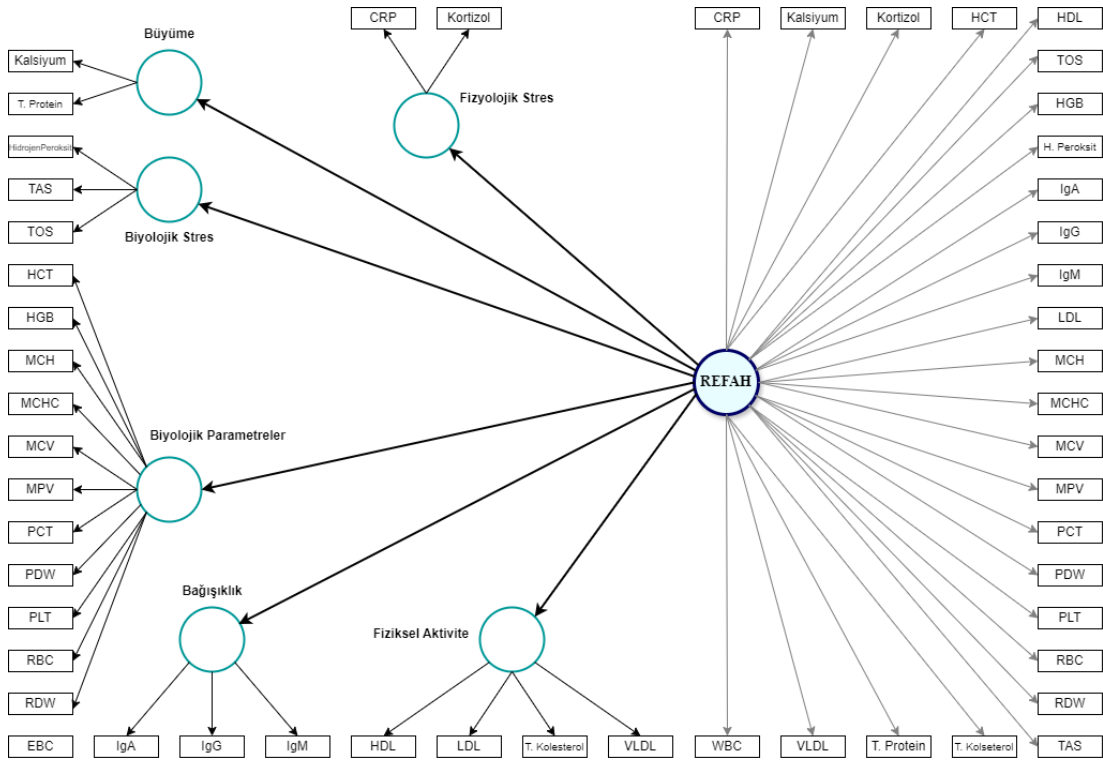
4.2. Yapısal Eşitlik Modellemesi (SEM)

İlk model, 'Gereç ve Yöntem' bölümünde ayrıntılı olarak belirtilen ölçüm kalitesi kriterlerine karşı titizlikle değerlendirilmiştir. Bu nihai modelin geçerliliğini artırmak için, model, ayrı bir veri kümesine split-half (yarıya bölme) yaklaşımı kullanılarak uygulanmıştır. Çalışmanın bu bölümünde, kan örnekleri beslenme gruplarına göre ayrılmamış tek bir grup olarak değerlendirilmiştir. Cinsiyet ve grup arasında anlamlı bir etkileşim bulunmamıştır ($p>0,05$). Çizelge 4.5'te, ilk modele dahil edilen tüm göstergeler için betimsel istatistiklerin bir özetini sunmaktadır.

Çizelge 4. 5. Başlangıç SEM modelinin tanımlayıcı özellikleri

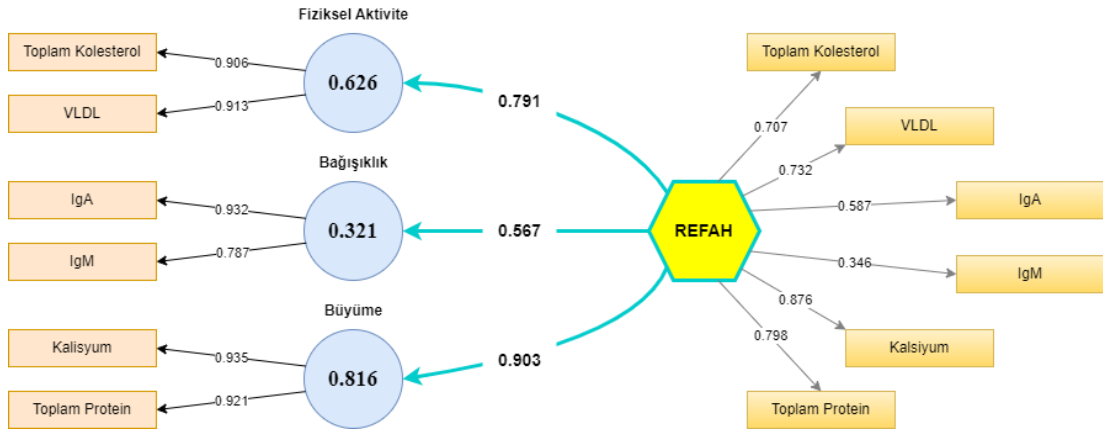
Gizil Değişkenler	Göstergeler	n	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Biyolojik Stres (Endojen)	TAS	126	1.44	0.68	2.23	0.36
	TOS	126	8.02	3.29	15.70	2.74
	HP	126	0.40	0.14	0.81	0.16
Biyolojik parametreler (Endojen)	WBC	126	17.30	4.72	39.10	5.37
	RBC	126	3.24	2.23	4.50	0.39
	HCT	126	19.81	14.00	29.30	2.63
	HGB	126	8.26	4.50	14.00	1.62
	MCV	126	60.72	57.60	65.50	1.42
	MCH	126	26.00	9.06	43.10	5.49
	MCHC	126	42.50	15.40	71.40	9.078
	PCT	126	0.01	0.003	0.034	0.007
	MPV	126	12.38	2.90	26.10	5.30
	PDW	126	23.37	12.30	38.50	7.01
	PLT	126	5.95	1.12	14.90	2.74
	RDW	126	29.19	17.68	45.40	4.37
Fiziksel Aktivite (Endojen)	VLDL	126	32.60	3.00	91.00	14.97
	LDL	126	40.29	18.00	71.00	12.29
	HDL	126	113.97	80.00	159.79	16.38
	Toplam Kolest.	126	186.85	129.00	247.00	28.00
	Trigliserit	126	162.98	15.00	455.00	74.84
Büyüme (Endojen)	Toplam Protein	126	2.23	1.50	3.10	0.34
	Kalsiyum	126	12.89	1.90	23.10	3.99
Fizyolojik Stres (endojen)	Kortizol	126	0.42	0.34	0.52	0.04
	CRP	126	0.015	0.01	0.03	0.007
Bağışıklık (Endojen)	IGG	126	0.69	0.28	1.54	0.42
	IGM	126	0.60	0.17	2.13	0.55
	IGA	126	0.39	0.21	0.77	0.14

Başlangıç SEM analizi, yedi gizil değişken arasında altı ilişkiyi ortaya koymuştur; bu ilişkiler, altı endojen gizil değişken (LOC) ile bir eksojen gizil değişkeni (HOC) kapsamaktadır. Sonuç olarak, HOC'nin altı LOC'den her birine bağlanmasını sağlayan altı yol belirlenmiştir. Bu gizil değişkenler, toplamda 26 gösterge ile temsil edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4. 1. Başlangıç SEM modeli

Final SEM analizi sonucunda, dört gizil değişken arasında üç bağlantı tespit edilmiştir: üç bağımlı değişken (LOC) ve bir bağımsız değişkenden (HOC) oluşmaktadır. IR kalitesi kriterlerine dayalı olarak, başlangıçtaki 26 göstergeden 20'si modelden çıkarılmıştır, çünkü bu göstergelerin yükleri 0.4'ün altındadır ya da istatistiksel anlamlılık sağlamamaktadır. Yalnızca istatistiksel olarak anlamlı göstergeler modelde tutulmuştur (Hair vd., 2022). Ayrıca, endojen ölçüm gizil değişkenlerinden biyolojik stres (TAS, TOS, HPER) ve fizyolojik stres (CRP, Kortizol), SEM'in prediktif geçerliliği üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı modelden çıkarılmıştır (Şekil 4.2). Bu bulgu, biyolojik ve fizyolojik stres göstergelerinin modelin genel prediktif doğruluğunu olumsuz etkileyebileceğini ve bu nedenle modelde yer almamaları gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, yalnızca güvenilir ve anlamlı göstergelerin modelde tutulması, modelin geçerliliğini artırmak ve daha güçlü sonuçlar elde etmek için önemli bir adımdır.



Şekil 4. 2. Final SEM modeli

Çizelge 4. 6. Final SEM, Split-half tutarlılığı SEM¹ ve Split-half tutarlılığı SEM²

		Final SEM					Split-half tutarlılığı SEM ₁					Split-half tutarlılığı SEM ₂				
		IR	CR	AVE	R ²	f ²	IR	CR	AVE	R ²	f ²	IR	CR	AVE	R ²	f ²
Büyüme (endojen)	Kalsiyum	0.935	0.926	0.862	0.82	4.44	0.93	0.92	0.85	0.83	4.71	0.94	0.94	0.88	0.81	4.39
	Toplam Protein	0.921					0.91					0.94				
Bağışıklık Sistemi (endojen)	IGA	0.932	0.852	0.744	0.32	0.47	0.98	0.87	0.77	0.17	0.21	0.88	0.80	0.67	0.51	1.03
	IGM	0.787					0.77					0.76				
Fiziksel Aktivite (endojen)	Toplam Kolesterol	0.906	0.905	0.827	0.63	1.68	0.92	0.92	0.84	0.68	2.09	0.88	0.90	0.81	0.64	1.80
	VLDL	0.913					0.92					0.92				
Refah (eksojen)	Kalsiyum	0.876	0.841	0.484	—	—	0.88	0.82	0.46	—	—	0.85	0.87	0.53	—	—
	IGA	0.587					0.46					0.66				
	IGM	0.346					0.16					0.49				
	Toplam Kolesterol	0.707					0.76					0.66				
	Toplam Protein	0.798					0.78					0.84				
	VLDL	0.732					0.75					0.78				

IR: Gösterge güvenilirlikleri, R²: Belirleme katsayıları, CR: Bileşik güvenilirlikler, AVE: Açıklanan ortalama varyans ve f²: etki büyüklüğü

4.2.1. Ölçüm Modellerinin Değerlendirilmesi (Final SEM)

SEM'deki ölçüm modellerinin güvenilirliği ve geçerliliği, "Gereç ve Yöntem" bölümünde belirtilen CR, IR ve AVE kriterleri kullanılarak değerlendirilmiştir. PLS-SEM tekniğinin ilk uygulanmasının ardından, yükleri 0.4'ün altında olan veya istatistiksel anlamlılık göstermeyen tüm göstergeler orijinal modelden çıkarılmıştır. Yalnızca istatistiksel olarak anlamlı göstergeler modelde tutulmuştur (Hair vd., 2022). Fiziksel aktivite için, VLDL (0.913) ve TC (0.906) göstergeleri benzer göstergelere

dayalı güvenilirlik göstermiştir, bu da her ikisinin de endojen latent değişken olan fiziksel aktiviteyi eşit derecede iyi tahmin ettiğini göstermektedir. Bağışıklık sistemi durumunda ise, IgA (0.932) göstergesi, IgM (0.787) göstergesinden daha yüksek bir IR sunmuştur. Her iki gösterge de endojen gizil değişken olan bağışıklık sistemini etkili bir şekilde tahmin etmesine rağmen, IgA göstergesi IgM'den daha doğru bir tahmin sağlamaktadır. Bu bulgular, IgA'nın bağışıklık sistemi üzerindeki etkisinin IgM'ye kıyasla daha belirgin ve güvenilir olduğunu gösteriyor ve dolayısıyla IgA'nın bağışıklık sistemi modellemesinde daha güçlü bir gösterge olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, VLDL ve TC'ün fiziksel aktiviteyi tahmin etme konusunda benzer güvenilirlik göstermesi, bu göstergelerin fiziksel aktiviteyi değerlendirmede etkili araçlar olduğunu ortaya koymaktadır.

Kalsiyum göstergesi (0.935), Japon bıldırcınının büyüme durumunu doğru bir şekilde tahmin etmekte olup, toplam protein göstergesi (0.921) ile benzer bir doğruluk seviyesi elde edilmiştir. Refah düzeyini değerlendirmek için kullanılan göstergeler arasında kalsiyum (0.876) en yüksek doğruluğa sahipken, bunu sırasıyla VLDL (0.732), TP (0.707), TC (0.707), IgA (0.587) ve IgM (0.346) takip etmektedir (Çizelge 4.6).

Daha sonra, ölçüm modellerinin güvenilirliğini CR yöntemiyle değerlendirdik. Bağışıklık sistemi modeli, ölçüm modelleri arasında en düşük güvenilirlik değeriyle (CR=0.852) yer alırken, büyüme ve fiziksel aktivite modelleri sırasıyla en yüksek güvenilirlik değerlerine sahip olmuştur (CR=0.926 ve CR=0.905). Japon bıldırcınının refah durumu için hesaplanan CR değeri ise 0.841 olarak bulunmuş ve bu değer, kabul edilebilir aralıkta yer almaktadır. Dolayısıyla, tüm ölçüm modelleri güvenilir kabul edilmiştir, çünkü CR değerleri 0.6 eşik değerini aşmaktadır (Çizelge 4.6). Ölçüm modellerinin geçerliliği, AVE test kriterleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Japon bıldırcınının refah durumu da dahil olmak üzere tüm ölçüm modellerinin AVE değerleri geçerliliği göstermektedir. Bağışıklık sistemi için AVE 0.744, büyüme için ise 0.862, fiziksel aktivite için AVE 0.827 olarak hesaplanmıştır. Tüm AVE değerleri 0.5 eşik değerinin oldukça üzerinde olup, bu durum ölçüm modellerinin geçerliliğini güçlü bir şekilde desteklemektedir (30). Japon bıldırcınlarının refah düzeyi için hesaplanan en düşük AVE değeri 0.484 olup, eşik değere oldukça yakın bir seviyede yer almakta ve bu da modellerin geçerliliğini desteklemektedir (Çizelge 4.6).

4.2.2. Yapısal Modelin Değerlendirilmesi (Final SEM)

Yapısal model, eksojen ve endojen gizil değişkenler arasındaki tüm bağlantıların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Japon bıldırcınının refah

durumu, büyüme üzerinde belirgin bir etkiye sahip olup, yol katsayısı $\gamma=0.903$ olarak hesaplanmıştır. Bu, refah durumunun büyüme üzerindeki güçlü etkisini göstermektedir. Ayrıca, Japon bıldırcınının refah seviyesinin, fiziksel aktivite ($\gamma=0.791$) üzerindeki etkisi bağışıklık sistemine ($\gamma=0.567$) göre daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Yapısal modelin R^2 değerleri, büyüme için 0.816, fiziksel aktivite için 0.626, bağışıklık sistemi için ise 0.321 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, modelin büyüme üzerindeki değişimin %81.6'sını, fiziksel aktivite üzerindeki değişimin %62.6'sını ve bağışıklık sistemi üzerindeki değişimin %32.1'ini açıkladığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, model büyümedeki değişimi en yüksek oranda açıklamakta olup, fiziksel aktivite ve bağışıklık sistemi ise sırasıyla daha düşük oranlarda açıklama sağlamaktadır (Çizelge 4.5).

4.2.3. Split-Half Senaryosu PLS-SEM Değerlendirmesi

Modelin güvenilirliği ve geçerliliği, split-half (yarıya bölme) senaryoları kullanılarak çapraz doğrulama ile değerlendirilmiştir ve bu senaryolar SEM¹ ve SEM² olarak belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, SEM'lerin test kriterlerinin, final SEM'de gözlemlenen desenlerle tutarlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Ayrıca, endojen ve eksojen gizil değişkenler arasındaki korelasyonlar (yol katsayıları) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve anlamlılık eşiği $p<0.05$ olarak belirlenmiştir. Bu durum, modelin farklı veri alt kümeleri üzerinde de sağlam olduğunu doğrulamaktadır.

5. TARTIŞMA

5.1. Performans Değerlendirmesi

Acı biber, pankreas ve bağırsak enzim aktivitelerini artırabilir, safra asidi salgısını iyileştirebilir ve kanatlı hayvanlarda vücut ağırlığını artırabilir. Ayrıca, sıcaklık stresini azaltabilir ve yem sindirilebilirliği, yem tüketimi, yem yararlanma oranında iyileşmeyi, ölüm oranları, karkas özellikleri, kan parametreleri ve üretim maliyetleri üzerinde olumlu etkiler gösterebileceği bildirilmiştir (Munglang ve Vidhyarthi, 2019). Benzer olarak, çalışmamızda CA ve CAK verileri, yem katkı maddelerinin etkilerinin dönemsel olarak değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır. W3 döneminde, T1 dönemindeki en yüksek CA ve CAK değerine sahip grup, %7.5 UBA grubudur. Bu durum, UBA'nin ilk üç hafta boyunca büyümeyi olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Öte yandan, %2.5 UBA'nin olumsuz etkileri ve %5 UBA grubunun sonuçlarının kontrol grubu ile benzer olması, daha yüksek dozların daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. T2 döneminde %7.5 UBA'nin etkisinin azalması, bu katkı maddesinin kısa vadeli bir etkiye sahip olduğunu veya belli bir doza bağlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, yemlerine farklı seviyelerde kırmızıbiber yağı ekleyen Reda vd. (2020)'nin çalışması ile benzer olmuştur. Bu çalışmada, ilk üç haftada tüm gruplarda CA ve CAK üzerinde olumlu etkiler gözlenirken, bu etkinin sonraki haftalarda azaldığı bildirilmiştir. Benzer şekilde, Tayeb vd. (2015)'nin kırmızı biber takviyesi üzerine yaptığı çalışmada, 2. ve 3. haftalarda CA ve CAK artış göstermiş, ancak sonraki haftalarda anlamlı bir ağırlık artışı gözlenmemiştir. Bu veriler, çalışmamızın bulguları ile uyumlu olup, UBA'nin kısa vadeli etkilerini desteklemektedir. Buna karşın, Özer vd. (2006), gelişim döneminde horoz rasyonuna düşük dozlarda acı biber eklenmesinin ağırlık artışını azaltabileceğini ve bu tutarsızlığın kullanılan baharat miktarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceğini öne sürmüştür. ID gruplarında CA değerleri genellikle kontrol grubuna yakın veya daha düşük bulunmuştur. Özellikle, %7.5 ID grubunun ilk üç hafta boyunca en düşük CA ve CAK değerlerini göstermesi, bu dönemde ID'nin büyüme üzerindeki olumsuz etkisini ortaya koymaktadır. T1 döneminde %2.5 ve %5 ID gruplarında CAK düşük kalırken, bu gruplar kontrol grubunu geçmiş ve T2 döneminde en yüksek CAK değerlerine ulaşmıştır. Bu durum, ID'nin uzun vadede daha etkili bir katkı maddesi olabileceğini düşündürmektedir.

Altıncı haftada, tüm gruplarda CA ve CAK değerlerinin benzer seviyelere ulaştığı ($p<0.05$) ve katkı maddelerinin kalıcı bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Bu bulgu, UBA takviyesinin nihai CA ve CAK üzerinde etkisi olmadığını bildiren bazı

çalışmalarla (Tayeb vd. 2015; Abd El-Haliem, 2019; Filik vd., 2020; Farooq vd., 2022) uyumludur. Bu durum, yem katkı maddelerinin etkilerinin zamanla değişebileceğini ve büyüme performansını farklı dönemlerde farklı şekilde etkileyebileceğini göstermektedir. Gruplar arasındaki farkların azalması ve parametrelerin uzun vadeli değerlendirmelerde stabilize olması, katkı maddelerinin etkilerinin zaman içinde değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Her iki katkı maddesinin benzer metabolik enerji (ME) değerlerine sahip olmasına rağmen (Tab. 2), bileşimlerindeki farklılıklar, gözlenen CA ve CAK farklarının potansiyel bir nedeni olarak öne sürülebilir. Ancak rasyonlardaki katkı maddelerinin dahil edilme oranları göz önüne alındığında, bu farklılıkların grupları önemli ölçüde etkileyip etkilemediği tartışmalıdır.

YT verileri, yüksek UBA ve düşük ID varlığında T1 döneminde yem tüketiminin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, ilk üç hafta boyunca CA ve CAK sonuçlarıyla uyumludur. Birçok çalışma, yemlere acı biber eklenmesinin başlangıç dönemlerinde yem tüketimini artırabileceğini öne sürmüştür (Al-Kassie, 2011; Abd El-Haliem, 2019). Özellikle %5 ve %7.5 UBA gruplarında, ilk üç hafta boyunca artan yem tüketimi, kanatlılarda iştah artırıcı etkisine bağlanabilir. Acı kırmızı biberin, kanatlıların enerji dengesinde önemli değişikliklere neden olduğu ve bu nedenle iştahı artırdığı ve yem tüketimini etkilediği gösterilmiştir (Yoshioka vd., 2001). Adedoyin vd. (2019), acı kırmızı biberle zenginleştirilmiş rasyonlarla beslenen civcivlerin, kontrol grubuna kıyasla daha yüksek ortalama YT sergilediklerini bildirmiştir. Benzer şekilde, Sayeed vd. (2016), protexin ve acı biber gibi bitkisel takviyelerin kullanımının kontrol grubuna kıyasla YT değerini anlamlı derecede artırdığını bulmuştur ($p<0.05$). Kapsaisin ve diğer antioksidanlar, pankreas enzimlerinin (amilaz, proteaz ve lipaz) fonksiyonlarını artırarak sindirim sistemini olumlu yönde etkileyebilir (Adegoke vd., 2018). Bu enzimlerdeki artış, karaciğerde safra asidi sentezini uyarır ve sindirimi ve besin emilimini iyileştirir. Ancak bu çalışmada YT değerindeki artış sadece T1 döneminde gözlenmiş ve acı biber atığı ile ID takviyesinin iştah artırıcı etkisinin sınırlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca bu UBA'da görülen iştah artırıcı etkinin ID'de görülmemesinin bir diğer sebebi ise ID'nin içerdiği yüksek karbonhidrata bağlanabilir. Çünkü yemlerdeki fazla miktarda şeker beyindeki açlık reseptörlerini uyararak tokluk hissine sebep olup yem tüketimini durdurur (Yurtseven ve Boğa, 2007). T1 döneminde UBA gruplarında yüksek yem tüketimi ve CAK gözlemlenmesine rağmen, bu etkinin T2 ve T3 dönemlerinde azaldığı ve YYO değerinde anlamlı bir iyileşme sağlanamadığı belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, rasyonlarına %0.3 oranında acı biber eklenen broylerde YT değerinin azaldığı bildirilmiştir (Al-Harhi, 2002). Bu durum, kapsaisinin iştah artırıcı etkisinin büyüme ve yem verimliliği üzerinde uzun vadeli

sürdürülebilir bir etkisi olmadığını ve YT ve büyümeyi etkileyen diğer faktörlerin (besin içeriği, enerji kullanımı, sindirim verimliliği vb.) önemini vurgulamaktadır.

YYO iyileşmeleri, kapsaisin ile zenginleştirilmiş kanatlı rasyonlarında gözlenebilir; bu durum, kapsaisinin uyarıcı, sindirimi kolaylaştırıcı ve antimikrobiyal özelliklerine bağlanabilir (Al-Harhi, 2002). T1, T2 ve T3 dönemleri için YYO verileri incelendiğinde, daha yüksek yem tüketimine sahip UBA gruplarının daha yüksek YYO değerlerine ve dolayısıyla YYO'daki iyileşme daha düşük sahip olduğu görülmektedir. Özellikle T1 döneminde, UBA gruplarında artan yem tüketiminin büyüme üzerindeki olumlu etkisine rağmen, YYO değerlerinde artış görülmüştür. Bu dönemde ID grupları, daha düşük YYO değerleriyle daha verimli bir büyüme sergilemiştir. T2 döneminde, yem tüketimindeki artışa rağmen, UBA gruplarında YYO değerleri yüksek kalmış ve verimlilikte bir düşüş gözlenmiştir. T3 döneminde ise, UBA gruplarında yüksek YT değerlerine rağmen YYO değerleri azalmış ve büyüme ile YYO arasındaki ilişki zayıflamıştır. Bu bulgular, çalışmamızda gözlemlenen farklılıkların yalnızca kapsaisinin varlığına değil, aynı zamanda katkı maddelerinin besin içeriği ile de ilişkili olduğunu göstermektedir. Ancak, birçok çalışma kapsaisin içeriğinin YYO değerlerinin iyileştirilmesine katkıda bulunduğunu bildirmiştir (Abd El-Haliem, 2019; Adedoyin vd., 2019; Al-Kassie, 2011; Reda vd., 2020; Shahverdi vd., 2013). Başka bir çalışmada, broyler rasyonlarına sarımsak, karabiber, acı biber ve bunların karışımlarının eklenmesinin YYO değerleri üzerinde olumlu sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Puvača vd., 2015).

Bu çalışmada, UBA grupları genellikle daha yüksek YT ve CAK ile ilişkilendirilmiş, ancak YYO iyileşmesinde daha düşük bir (yüksek YYO) performans sergilemiştir. UBA gruplarında başlangıçta hızlı ağırlık artışı gözlenmesine rağmen, uzun vadede yem verimliliği azalmış; ID grupları ise daha düşük yem tüketimi ile daha verimli bir büyüme göstermiştir. Bu bulgular, yüksek YT'nin her zaman daha verimli yem kullanımına yol açmadığını ve yem verimliliğinin, yemin bileşimi ve hayvanların metabolik tepkileri gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

5.2. Karkas ve İç Organ Değerlendirmesi

Analizler, gruplar arasında canlı ağırlık, karkas ağırlığı, karaciğer ağırlığı ve abdominal yağ oranı açısından istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını ortaya koymuştur ($p>0.05$). Bu bulgular, katkı maddelerinin metabolik yağ birikimi ve genel karkas ağırlığı üzerindeki etkilerinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar literatürdeki bazı çalışmalarla tutarlılık göstermekte, ancak aynı zamanda bazı farklılıklar da ortaya koymaktadır. Farlı bir çalışmada, Reda vd. (2020), Japon

bıldırcını rasyonlarına biber yağı eklenmesinin karkas, karaciğer, kalp veya taşlık ağırlıklarını etkilemediğini bildirmiştir. Diğer yandan, Afolabi vd. (2017), %0.1, %0.2 ve %0.3 oranında acı kırmızı biber ile yapılan rasyon takviyelerinin karkas, karaciğer, kalp, mide veya abdominal yağ ağırlığını etkilemediğini, ancak %0.3 seviyesinde böbrek ağırlığını önemli ölçüde azalttığını rapor etmişlerdir.

Shahverdi vd. (2013), acı biberin veya kara biberle kombinasyonunun karaciğer, göğüs eti, taşlık, kalp ve dalak ağırlıklarını önemli ölçüde artırdığını, abdominal yağ oranını ise azalttığını bildirmiştir. Ancak, kalp ve dalak ağırlıkları için en yüksek değerler kontrol grubunda gözlemlenmiştir, bu da kapsaisinoid içeriğinin kalp ve dalak ağırlıklarını azaltabileceğini düşündürmektedir. Bu bulgu, ayrı bir çalışmada kalp ağırlığında azalma rapor edilen sonuçlarla uyumludur (Tayeb vd., 2015). Ayrıca, taşlık ağırlığındaki artış, UBA'nın taşlık gelişimi üzerinde potansiyel olumlu bir etkisi olduğunu göstermekte ve taşlık ağırlığında artış bildiren diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Al-Kassie vd., 2011; Al-Jrrah ve Abbas, 2020). Ayrıca UBA'nın taşlık ağırlığını artırmasında onun yüksek selüloz içeriğinin de (%30) etkili olduğunu düşünebiliriz. Çünkü yüksek selülozlu mera otuyla beslenen kaz ve hindiler de taşlık ağırlığının arttığına dair birçok bulgu vardır (Kaya ve Yurtseven, 2021).

Bu farklılıklar, katkı maddelerinin etkilerinin yalnızca tür, dozaj ve uygulama süresine bağlı olmadığını, aynı zamanda hayvanların genetik yapısı, fizyolojik tepkileri, yemin lif içeriği ve çevresel koşullar gibi faktörlerden de etkilendiğini ortaya koymaktadır. Çalışmamızın sonuçları, mevcut literatürle kısmen uyumlu olup, katkı maddelerinin uzun vadeli etkilerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerekliliğini vurgulamaktadır.

5.3. Kan Parametreleri Değerlendirmesi

Kan analizi sonuçları, gruplar arasında TG düzeyleri açısından anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). ID takviyesinin TG seviyelerini artırdığı, bunun da yağ asidi metabolizmasını artırarak dolaşımdaki lipoprotein konsantrasyonlarını yükselttiği öne sürülmektedir. Bu bulgu, her iki katkı maddesinin de Ca içeriği ile ilişkili olduğu fikrini desteklemektedir; zira ME değerleri oldukça benzerdir. Ca takviyesinin lipid metabolizması üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Reid, 2004). Bununla birlikte, TC, HDL ve LDL parametreleri açısından gruplar arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu bulgular literatürdeki bazı çalışmalarla farklılık göstermektedir. Söz konusu çalışmalar, rasyonlara kırmızı biber eklenmesinin TG, LDL ve TC seviyelerini önemli ölçüde düşürürken HDL seviyelerini artırdığını bildirmiştir (Shahverdi vd., 2013; Puvača vd., 2015; Abdelnour vd. 2018; Rahimian

vd., 2018; Reda vd., 2020). Öte yandan, bir çalışmada kapsaisin içeriğinin TC seviyelerini önemli ölçüde etkilemediği, ancak TG seviyelerini azalttığı belirtilmiştir. Ayrıca, bazı araştırmalar, baharat bitkilerinin hayvan yemlerine katılmasının kolesterolün safra asitlerine dönüştürülmesinden sorumlu enzimlerin aktivitesini artırabileceğini, bunun da kolesterol ve TG seviyelerinde azalmaya ve dolayısıyla lipid profilinde iyileşmeye yol açabileceğini bildirmiştir (Puvača vd., 2015; Rahimian vd., 2018). UBA gruplarında TG seviyelerindeki düşüşler bu mekanizmaya bağlanabilir. UBA'nın özellikle kapsaisinoid ve fenolik bileşikler bakımından zengin olduğu göz önüne alındığında, trigliserit sentezini sınırlayarak veya yağların enerji kaynağı olarak kullanımını artırarak lipid metabolizmasında düzenleyici bir rol oynayabileceği öne sürülmektedir (Reda vd., 2020). Sonuç olarak, plazma TG seviyelerinde bir azalma gözlenmiştir. Bu bulgular, UBA'nın kan lipid profili üzerindeki olumlu etkilerinin enerji kullanımını optimize etmenin yanı sıra hayvan sağlığı ve performansını da iyileştirebileceğini göstermektedir.

İstatistiksel analizler, TAS, TOS ve OSI değerleri açısından gruplar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu ortaya koymuştur ($p < 0.05$). UBA gruplarında TAS değerleri önemli ölçüde düşük olup, en düşük değer %7.5 UBA grubunda kaydedilmiştir. Bu bulgu, UBA'nın antioksidan kapasite üzerinde baskılayıcı bir etkisi olabileceğini göstermektedir. Öte yandan, ID gruplarında daha yüksek TAS değerleri, bu gruplarda antioksidan kapasitenin daha iyi korunduğunu ve metabolik stresin azaldığını göstermektedir. Bu durum, ID takviyesinin oksidatif stres ve hayvan sağlığı üzerinde daha olumlu bir etkiye sahip olabileceğini düşündürmektedir. Benzer şekilde, TOS değerleri için en düşük değer %7.5 UBA grubunda, en yüksek değer ise %2.5 UBA grubunda gözlenmiştir. Bu, UBA'nın düşük konsantrasyonlarda oksidan seviyelerini kontrol edebildiğini, ancak daha yüksek seviyelerde oksidatif stresi artırabileceğini göstermektedir. OSI değerleri açısından, en yüksek değer %2.5 UBA grubunda, en düşük değer ise kontrol grubunda gözlenmiştir ($p < 0.05$). Kapsaisinoid içermeyen tek grup olan kontrol grubunda en düşük değer gözlenmesi, kapsaisinoidlerin varlığının oksidatif stresi önemli ölçüde artırabileceğini gösterebilir. Bu çalışmanın bulguları, fitojenik yem katkı maddelerinin antioksidan kapasite ve oksidatif stres üzerindeki etkilerinin, kullanılan katkı maddesinin türü ve seviyesine bağlı olarak değişebileceği fikrini desteklemektedir. Örneğin, Gül ve Cufadar (2023), rasyonlara acı biber yağı eklenmesinin TAS, TOS ve OSI değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını rapor etmiştir. Buna karşılık, Kirar vd. (2020), sumak takviyesinin bıldırcın rasyonlarında TAS değerlerini artırırken OSI değerlerini azalttığını bildirmiştir. Ayrıca, Onel vd. (2022), murt esansiyel yağı ile beslenen bıldırcınlarda OSI değerlerinde bir azalma gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, fitojenik yem

katkı maddelerinin etkilerinin hem katkı maddesinin türüne hem de kullanım seviyesine bağlı olduğunu ve literatürdeki bulgularla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

İmmünoglobulin seviyeleri incelendiğinde, IgG'nin gruplar arasında anlamlı bir fark göstermediği ($p>0.05$), ancak IgA ve IgM seviyelerinin anlamlı farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu durum, kullanılan katkı maddelerinin IgG üretimi üzerinde önemli bir etkisi olmadığını göstermektedir. Kontrol grubuna kıyasla düşük ID ve UBA varlığında en yüksek IgM seviyeleri gözlenmiştir. IgM, bakteri ve virüslerin parçalanması gibi bağışıklık işlevlerinde rol oynar ve genellikle vücudun ilk savunma hattı olarak hizmet eder (Liao vd., 2015). Bu bulgular, bazı katkı maddelerinin bağışıklık tepkisini erken dönemde aktive edebileceğini düşündürmektedir. Buna karşılık, IgA seviyeleri yüksek ID ve UBA varlığında en yüksek değerlere ulaşmıştır. IgA, özellikle mukozal yüzeylerde (örneğin, solunum ve sindirim sistemlerinde) önemli bir rol oynar ve bu bulgular, katkı maddelerinin bu bağışıklık yolu üzerindeki etkisini gösterebilir (Cerutti vd. 2011). Bu sonuçlar, kullanılan katkı maddelerinin bağışıklık sistemi üzerinde belirli oranda etkileri olduğunu, özellikle IgM ve IgA seviyelerini artırarak daha güçlü bir bağışıklık tepkisine yol açabileceğini göstermektedir. Stres hormonlarının yapılarında bulunan ve C vitamini açısından zengin olan kapsaisinoidlerin, bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve Heterofil/Lenfosit (H/L) oranını düşürerek hastalıklara karşı direnci artırdığı bilinmektedir (Lazarević vd., 2000). Ancak, bu çalışmada gruplar arasında H/L oranında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Ayrıca, Sayeed vd. (2016), bıldırcın rasyonlarına %2 oranında kırmızı biber eklenmesinin performans ve kan metabolitleri açısından fayda sağlayabileceğini belirtmiştir.

5.4. Yumurta Kalite Özellikleri Değerlendirmesi

Yumurta özelliklerine ilişkin veriler analiz edildiğinde, gruplar arasında yumurta ağırlığı açısından anlamlı bir fark gözlenmezken ($p>0.05$), YÜ değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). %2.5 UBA ilavesinin, kontrol grubuna kıyasla yumurta verimini artırdığı gözlemlenmiş olmakla birlikte, genel olarak UBA'nın yumurta verimini optimal düzeyde koruduğu saptanmıştır. Buna karşın, tüm ID gruplarında kontrol grubuna göre daha yüksek yumurta verimi elde edilmiştir. Her iki katkı maddesinin farklı etkileri, içerik bileşenlerindeki farklılıklara bağlanabilir. Ancak bu sonuçlar üzerinde fizyolojik farklılıkların da etkili olabileceği unutulmamalıdır. Özellikle TG seviyeleri ile yumurta verimi arasındaki ilişki göz ardı edilmemelidir. TG seviyeleri, folliküllerin yapısal bileşenleri olan lipidlerin yeterliliği

açısından kritik öneme sahiptir (Van Eck vd., 2023). Follikül sıvısının büyük bir kısmı lipoproteinler ve sudan oluştuğu için (Li-Chan vd., 1995), lipid metabolizmasındaki değişimler yumurta oluşum sürecini doğrudan etkileyebilir. Lipid seviyelerindeki artış, yumurta üretimi için enerji kaynağı olarak hizmet edebilir ve follikül gelişimine önemli bir destek sağlayabilir (Van Eck vd., 2023). Çizelge 4.3'teki verilere göre, %2.5 ID ilavesinin TG seviyelerini artırdığı, böylece yağ asidi metabolizmasını etkileyerek lipoprotein seviyelerini yükselttiği anlaşılmaktadır. Bu bulgu, ID ilavesinin yumurta verimini artırdığını gösteren önemli bir kanıt sunmaktadır. Ayrıca, %5 ve %7.5 ID gruplarında TG seviyelerinin optimal düzeyde tutulması, yumurta verimindeki artışa katkıda bulunmuştur. Bu sonuç, ID ilavesinin TG seviyelerini uygun düzeyde tutarak yumurta üretim kapasitesine olumlu katkıda bulunduğu fikrini desteklemektedir. Bununla birlikte, yumurta üretim kapasitesinin ID ilavesinin içeriğiyle ilişkili olabileceği düşüncesini güçlendirmektedir. ID ilavesinin yumurta üretimindeki üstünlüğü, aynı zamanda yüksek kalsiyum karbonat (CaCO_3) içeriği ile de açıklanabilir (Çizelge 3.2). Ca, yumurta kabuğu oluşumunda önemli bir rol oynar ve maksimum yumurta verimi, kalite ve kuluçka oranı için gereklidir. Bağırsaklar ve kemiklerde mobilizasyonu artırarak kan kalsiyum seviyelerinin sürekli yenilenmesini sağlar (Johnson, 2000). Bu nedenle, yumurtlayan tavukların rasyonunda etkin bir şekilde kullanılabilecek yeterli miktarda Ca bulunmalıdır (Roberts, 2004). Ancak, yumurta kalite özellikleri incelendiğinde, ID ilavesinin kabuk özellikleri açısından bir etkisi gözlenmemiş ve gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Bu bulgular ışığında, ID ilavesinin YÜ ve kalitesini nasıl etkilediğini belirlemek için daha spesifik çalışmalara ihtiyaç duyulduğu ifade edilebilir.

UBA ilavesinin en belirgin etkisi, yumurta sarısı rengindeki değişiklik olmuştur. Bu değişikliğin birincil nedeni olarak kapsaisin yerine UBA'nın varlığı gösterilmektedir. Yumurta sarısı rengi tüm UBA gruplarında önemli ölçüde etkilenmiştir ($p<0.05$), ancak ID varlığında bir etki gözlenmemiştir ($p>0.05$). Bunun temel sebebi, UBA'de bulunan karotenoidlerin yumurta sarısı rengini etkilemesi ve artırmasıdır. Hayvanlar karotenoidleri yalnızca dönüştürebilir veya metabolize edebilir; bunları sentezleyemezler (Spasevski vd., 2018). *Capsicum* türleri, hücresel aktiviteler ve büyümeye katkıda bulunan karotenoidler (pro-vitamin A) bakımından zengindir. Ayrıca, A, B, C vitaminleri ve bazı mineraller açısından da zengindir (Akinola vd., 2017). Antioksidanlara benzer şekilde, karotenoidler aşırı serbest radikalleri nötralize eder ve hücreleri toksik etkilerden korur (Dahan vd., 2008). Mevcut çalışma ile benzer şekilde, diğer araştırmacılar da rasyonlara fitogenik katkı maddeleri eklendiğinde yumurta sarısı renginde iyileşmeler rapor etmiştir (Moura vd., 2011; Li vd., 2012; Lokaewmanee vd., 2013; Abou-Elkhair vd., 2018; Aikpitanyi ve

Egwen, 2020; Bala vd., 2020; Filik vd., 2020). Günümüzde tüketicilerin yumurta tercihleri yalnızca sarısının kolesterol içeriği veya yağ asidi profili ile değil, aynı zamanda sağlığa yararları ve renk gibi görsel özelliklerle de şekillenmektedir (Englmaierová vd., 2013). Yumurta sarısı rengi, tüketiciler için önemli bir satın alma kriteridir (Akinola vd., 2017). Ayrıca, bu etkilerin yumurta üretim maliyetleri üzerindeki ekonomik etkisi ve sürdürülebilir hayvancılık uygulamaları bağlamında değerlendirilmesi gerekmektedir. Tüketici tercihlerindeki değişiklikler göz önüne alındığında, yüksek karotenoid içeriğine sahip yem katkı maddelerinin kullanımı hem estetik açıdan hem de sağlık açısından yumurta endüstrisinde yenilikçi ürünlerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

5.5. Yapısal Eşitlik Modellemesi

5.5.1. Ölçüm Modellerinin Değerlendirilmesi

Orijinal 26 göstergeden, altı tanesi ilgilenilen gizil değişkenleri tahmin etmek için güvenilir olarak belirlenmiştir. Endojen gizil değişkenlerin göstergeleri yüksek değerler göstermiştir (0.7'nin üzerinde), bu da bu gizil değişkenleri değerlendirmeleri için uygun olduklarını doğrulamaktadır. Eksojen gizil değişken olan bıldırcın refahı için IR değerlerine bakıldığında, "Fiziksel aktivite", "Bağımsızlık sistemi" ve "Büyüme" faktörlerinin tümü 0.7'nin üzerinde güvenilirlik değerlerine sahip olmuştur. Ancak, güvenilirliği 0.4'ün altında olan IgM göstergesi modelden çıkarılmamıştır. Bu karar, 0.4 ile 0.7 arasındaki güvenilirliğe sahip göstergelerin yalnızca modelin kalite kriterlerini iyileştiriyorsa çıkarılması gerektiği ilkesine uygundur (Hair vd., 2019). Dahası, bu çalışmada olduğu gibi, göstergelerin içerik geçerliliğine katkı sağlıyorsa, çıkarılmasına dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmalıdır (Hair vd., 2017). Göstergeler arasında kalsiyum, en yüksek güvenilirliği gösterdiği için büyüme gizil değişkenini ölçmek için en uygun gösterge olarak belirlenmiştir. Bunu izleyen sıralama ise IgA, TP, VLDL, TC ve IgM şeklinde olmuştur. Bu sıralama, bu göstergelerin ilgili gizil değişkenleri doğru bir şekilde değerlendirmekteki önemini vurgulamaktadır.

Bu sonuçlar kabul edilebilir durumdadır, çünkü kolesterol ve türevi olan VLDL, bıldırcınların fiziksel aktivite seviyelerinin daha iyi göstergeleri olarak kanıtlanmıştır. Diğer çalışmalarda da benzer şekilde, hayvanlar geniş alanlarla sağlandığında fiziksel aktivitenin arttığı, bu durumun HDL seviyelerini artırdığı ve buna bağlı olarak VLDL ve TC seviyelerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Bu desen, hayvanlar daha uygun koşullara sahip olduğunda, örneğin bacak bozuklukları gibi tehditleri minimize eden ortamlar (Reiter ve Bessei, 2009; Van Der Sluis vd., 2021) ya da uygun çevresel koşullar sağlandığında sıklıkla gözlemlenir (Simsek vd., 2009).

5.5.2. Bağışıklık Sisteminde “IgA”

"IgA" göstergesinin bağışıklık sistemini tahmin etmek için uygun olmasının nedeni, vücutta patojenlerin bağlanması ve yayılmasını engelleyen mukozal yüzeylerde savunma hattı sağlayan bir immünglobulin olarak rol oynamasıdır (Cerutti vd., 2011). Ayrıca, IgA'nın immünomodülatör aktiviteye katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Wickramasuriya vd., 2022). IgA, bağışıklık dışı bir bağırsak fonksiyonu olmasının ötesinde, belirli bağırsak bölmelerinde uygun bakteri topluluklarının korunmasına destek olarak, özgül bağışıklık ve bağışıklık düzenlemesinde önemli bir rol oynar (Li vd., 2020). Ayrıca, IgA, bağırsak mukozasının koruyucu kapasitesini artıran ve viral çoğalmayı engelleyen bir dizi antikör fonksiyonu sergiler (Cheng vd., 2020). Bu nedenle, IgA, tavuk sağlığı için önemli bir gösterge olarak hizmet etmektedir. Ayrıca, IgA ve IgM'in varlığı, refah seviyesinin arttığını gösteriyor olabilir, çünkü bunlar, hayvan refahının temel sağlık ve biyolojik işlevlerinin kritik bileşenleridir. Bu, Japon bildircinlarının bağışıklık sistemini tahmin etmek için IgA'nın kullanımının uygunluğunu vurgulamaktadır (Liu vd., 2024).

IgM ve IgA arasındaki farklar; IgM, IgA'ya kıyasla daha düşük bir gösterge güvenilirliği sergilemiştir, bu da bu immünglobulinlerin farklı koşullara göre değişen rollerine bağlanabilir. İmmünglobulin M (IgM), bağışıklık sisteminin patojenlere yanıtında kritik bir rol oynar, özellikle bakterileri, virüsleri ve diğer yabancı maddeleri yok etmekle sorumlu olan kompleman sistemini aktive etmektedir (Liao vd., 2015). IgM'in performansındaki değişkenlik, bağışıklık sistemindeki daha geniş bir rol oynamasına bağlı olabilir. IgA'nın mukozal bağışıklık ve bağışıklık düzenlemesindeki daha tutarlı ve geniş işlevi ile karşılaştırıldığında, IgM daha bağlama özelliklerine sahip olmasına rağmen, daha geniş bir bağışıklık fonksiyonu sergileyebilir, bu da bağışıklık sistemi üzerinde daha az güvenilir bir gösterge olmasına neden olabilir. Bununla birlikte, IgM'in gösterge güvenilirliği, IgA'dan daha düşük olmuştur. Bu, IgA ve IgM'in farklı koşullarda gösterge olarak daha farklı roller üstlenmelerinden kaynaklanıyor olabilir. IgM, bakteri ve virüslerin yıkılması ve parçalanması gibi özelliklerinden dolayı bağışıklık fonksiyonlarında yer alır ve bağışıklık sisteminin birincil yanıtını sağlar (Liao vd., 2015). Ancak, IgA, antijenlere karşı mukozal yüzeylerde daha özgül savunma sağlamakla daha iyi performans gösterdiği için, IgM'e kıyasla daha spesifik bir savunma sağlar.

5.5.3. Yapısal Modelin Değerlendirilmesi

Endojen ve eksojen değişkenler arasındaki ilişkiler, bootstrap yöntemi ile analiz edildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca, gizil değişkenlerin HTMT değerleri 0.85'in altında kalmış, her yapının kendine özgü göstergelerle temsil edildiğini ve birbiriyle farklı olduğunu göstermektedir. Bu, bıldırcınların refah durumunun üç nihai değişken üzerinde önemli bir etkisi olduğunu doğrulamaktadır. Bu ilişkiler arasında, bıldırcınların refah durumu ile büyüme arasındaki yol katsayısı en yüksektir ($\gamma=0.903$). Bu durum, büyümenin en belirgin şekilde etkilenen değişken olduğunu göstermektedir, bunu sırasıyla fiziksel aktivite ($\gamma=0.791$) ve bağışıklık sistemi ($\gamma=0.567$) takip etmektedir. Bu bulgular, mevcut literatürle uyumludur ve büyümenin, bıldırcınlar için iyi refahın güçlü bir göstergesi olduğunu öne sürmektedir (Averós vd., 2022; Nicol vd., 2024).

Çalışmanın, bıldırcın refahında bir iyileşmenin büyümeyi olumlu yönde etkilediğini, refahın bir birim artışının büyümede 0.903 birimlik bir artışa yol açtığını gösterdiği tespit edilmiştir. Bu güçlü ilişki, büyümenin bıldırcın sağlığı ve genel refah durumunun önemli bir göstergesi olduğunu ve refahın optimize edilmesinin büyüme üzerinde doğrudan olumlu etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Ayrıca, refah seviyesindeki bir birim artışının bağışıklık sistemi üzerinde 0.567 birimlik bir artışa neden olduğu bulunmuştur. Bu bulgu, bağışıklık sistemi sağlığının refahla güçlü bir şekilde bağlantılı olduğunu ve refah seviyesinin bağışıklık tepkilerini artırarak hastalıkların önlenmesine katkıda bulunabileceğini işaret etmektedir. Bunun yanı sıra, fiziksel aktivite, refahın artışıyla 0.791 birim artarak üretkenliği olumlu yönde etkilemiştir. Bu durum, refahın yalnızca sağlık üzerinde değil, aynı zamanda davranışsal faktörler ve üretkenlik üzerinde de etkili olabileceğini ortaya koymaktadır.

Bu sonuçlar, refahın bıldırcın sağlığı ve gelişimi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu vurgulamaktadır. Özellikle, büyüme üzerindeki etkisinin diğer gizil değişkenlere kıyasla en yüksek olması, büyümenin Japon bıldırcınlarının iyi refahının birincil göstergesi olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, mevcut literatürle de uyumlu olup hayvan refahını artırmaya yönelik müdahalelerin büyüme ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerini destekler niteliktedir (Averós vd., 2022; Nicol vd., 2024).

6. SONUÇLAR

6.1. Genel Performans Sonuçları

Bu çalışmanın sonuçları, yem katkı maddelerinin etkilerinin metabolik parametreler ve performans açısından farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. UBA başlangıçta büyüme performansı ve YT üzerinde olumlu bir etki yaratmış, ancak uzun vadede YYO iyileşmesini düşürüp TG seviyelerini azaltmıştır. Aksine, ID katkısı TG seviyelerini artırarak folikül gelişimini desteklemiş ve yumurta üretimini artırmıştır. UBA'nın en dikkat çekici etkilerinden biri, karotenoid içeriğiyle ilişkilendirilen yumurta sarısı rengindeki iyileşmedir.

Hem ID hem de UBA takviyelerinin uzun vadeli etkilerini ve farklı türlerdeki uygulanabilirliğini araştırmak için daha detaylı araştırmalar önerilmektedir. Karotenoid açısından zengin rasyonların yumurta kalitesi ve tüketici tercihleri üzerindeki etkileri, sürdürülebilir hayvancılık uygulamaları bağlamında değerlendirilmelidir. Ayrıca, Ca kaynaklarının biyoyararlanabilirliğini ve performans üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar, yumurta üretimini artırmaya yönelik yeni stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Bu katkı maddelerinin ekonomik boyutu ve üretim maliyetleri üzerindeki etkisi de göz önünde bulundurulmalı, gelecekteki araştırmalar bu durumları da kapsayacak şekilde daha geniş bir kapsamda yapılmalıdır.

6.2. SEM Sonuçları

Bu araştırma, Japon bıldırcınlarının refah durumunu etkileyen biyolojik ve fizyolojik faktörlerin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesini sağlayan güçlü bir yapısal eşitlik modelini değerlendirmiştir. Başlangıçta yapılan SEM analizi, bıldırcınların refah durumu ile büyüme, bağışıklık sistemi ve fiziksel aktivite gibi kritik değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymuştur. Ancak, modelin doğruluğunu artırmak amacıyla, ilk analizdeki güvenilirlik kriterlerine uymayan göstergeler, yükleri 0.4'ün altında olanlar çıkarılmıştır. Sonuç olarak, sadece güvenilir ve anlamlı göstergelerle model yeniden yapılandırılmıştır.

Araştırma bulgularına göre, refah durumu, Japon bıldırcınının büyüme üzerinde en güçlü etkiye sahip gizil değişken olarak belirlenmiştir. Yapısal modelin sonuçları, refahın büyüme üzerindeki etkisinin yol katsayısının 0.903 olduğunu ve refah seviyesindeki bir artışın büyüme üzerinde belirgin bir iyileşme sağladığını göstermektedir. Ayrıca, fiziksel aktivite de refah seviyesinden etkilendiğini ve bağışıklık sistemi üzerinde daha az ama yine de anlamlı bir etki yaratmıştır. Yapısal

modelin R^2 değerleri, büyüme üzerindeki değişimin %81.6'sını, fiziksel aktivite üzerindeki değişimin %62.6'sını ve bağışıklık sistemi üzerindeki değişimin %32.1'ini açıkladığını ortaya koymuştur. Bu, refahın en güçlü etkisini büyüme üzerinde gösterdiğini ve bu parametrenin Japon bıldırcınlarının sağlığı ve üretkenliği için önemli bir gösterge olduğunu vurgulamaktadır.

Ayrıca, modelin geçerliliği ve güvenilirliği split-half senaryolarıyla çapraz doğrulama yapılarak teyit edilmiştir. SEM'lerin test kriterleri, farklı veri alt kümeleriyle yapılan değerlendirmelerde tutarlı sonuçlar vermiştir. Bu, modelin doğruluğunun yalnızca mevcut verilerle sınırlı olmadığını, farklı veri kümelerinde de güvenilir sonuçlar sağlayabileceğini göstermektedir. Bu bulgular, bıldırcın refahını artırmaya yönelik müdahalelerin, hayvanların sağlık ve üretkenlik performanslarını doğrudan iyileştirebileceğini ve bu tür iyileştirmelerin sürdürülebilir bir bıldırcın yetiştiriciliği için kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

7. ÖNERİLER

Bu katkı maddelerinin farklı hayvan türleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve farklı dozlardaki uzun dönem etkilerinin değerlendirilmesi önemlidir. Yerel kaynaklardan sağlanan yem katkılarının çevresel etkileri azaltılabileceği ve atık dönüşümünü destekleyebileceği göz önüne alındığında, UBA gibi gıda atıklarının yem katkısı olarak kullanımı hem maliyet hem de sürdürülebilirlik açısından önemli bir adımdır. Bu bağlamda, çiftçilere ve yetiştiricilere yönelik eğitim programları düzenlenmeli, yem katkılarının faydaları, kullanım dozajları ve potansiyel riskleri hakkında bilinçlendirici çalışmalar yapılmalıdır.

Yem katkı maddelerinin bilimsel araştırmalara dayalı olarak geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. UBA ve kapsaisin bazlı yem katkı maddelerinin daha verimli kullanımı için farklı formülasyonlar denenebilir ve bu formülasyonların etkinliği üreticilere iletilerek üretim kalitesi artırılabilir ve maliyetler düşürülebilir. Ayrıca, yem katkı maddelerinin uzun vadeli etkileri, hayvan refahı ve bağışıklık sistemini destekleme potansiyelleri üzerinde de kapsamlı araştırmalar yapılmalıdır. Çevre dostu ve sürdürülebilir yem katkılarına odaklanmak, gelecekte sağlıklı ve verimli üretim süreçlerine katkı sağlayacaktır.

UBA'nın yem katkı maddesi olarak kullanımı özel bir önem taşımaktadır. Bu yerel kaynağın biyokimyasal bileşimi, olası toksik etkileri ve farklı oranlardaki performansı hakkında daha ayrıntılı çalışmalar yapılması gereklidir. Ayrıca, bu atığın farklı işleme yöntemleriyle daha verimli hale getirilmesi ve başka tarımsal atıklarla birlikte kullanımı, çevresel sürdürülebilirliği artırırken yem katkılarının performansını optimize edebilir. Hayvan refahını ölçmek için kullanılan yöntemlerin çeşitlendirilmesi, bu katkıların etik ve sürdürülebilir hayvancılık uygulamalarına etkilerini daha iyi anlamamıza olanak tanıyacaktır. Bu bağlamda, yem katkılarının hayvan davranışları, stres seviyeleri ve genel refah üzerindeki etkilerini değerlendiren daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu öneriler, sürdürülebilir hayvancılık uygulamalarının geliştirilmesine katkı sağlayacak ve doğal yem katkılarının gelecekteki kullanımını daha etkili ve yaygın hale getirecektir.

Araştırma bulgularına dayanarak, Japon bildircinlerinin refah durumunu değerlendirmek amacıyla kullanılan yapısal eşitlik modelinin uygulanabilirliğini artırmak için bazı önemli tavsiyeler sunulabilir. İlk olarak, SEM modellerinde kullanılan göstergelerin geçerliliği ve güvenilirliğine daha fazla dikkat edilmesi gerektiği söylenebilir. Özellikle, düşük güvenilirlik gösteren göstergeler modelin genellenebilirliğini ve doğruluğunu olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, yalnızca

yüksek güvenilirlik ve anlamlılık değerlerine sahip göstergelerin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, modelin doğruluğunu sağlamada split-half doğrulama yöntemi ve çapraz doğrulama testleri oldukça önemlidir. Yapılan araştırmada, modelin farklı veri kümesi ve senaryolarla test edilmesi, modelin güvenilirliğini ve geçerliliğini artıran önemli bir adım olmuştur. Gelecek araştırmalarda, farklı coğrafi bölgelerde ve farklı bıldırcın popülasyonlarında yapılan doğrulama testlerinin, modelin genellenebilirliğini sağlamada daha fazla katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, araştırmada kullanılan yapısal modelin büyüme, fiziksel aktivite ve bağışıklık sistemi arasındaki ilişkileri güçlü bir şekilde açıklaması, bıldırcınların refah durumu ile ilgili bu tür bir modelin biyolojik ve davranışsal göstergeleri eş zamanlı olarak değerlendirmek adına oldukça uygun olduğunu ortaya koymaktadır.

Son olarak, modelin uygulanmasında dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli konu, bıldırcınların refahını etkileyen çevresel faktörlerin modele dahil edilmesidir. Hayvanların yaşam alanlarındaki fiziksel koşullar, yemlerin kalitesi ve çevresel faktörler gibi ek parametrelerin modele dahil edilmesi, modelin daha kapsamlı ve gerçeğe daha yakın sonuçlar üretmesini sağlayabilir. Tüm bu öneriler doğrultusunda, bu modelin daha geniş ve kapsamlı araştırmalarda kullanılması, bıldırcın refahı üzerine yapılacak çalışmalara önemli katkılar sağlayacak ve bu alandaki literatürün güçlenmesine yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abd EL-Haliem, H. S. (2019). Effect of hot red pepper on productive performance and carcass characteristics of growing Japanese quail. *Egyptian Journal of Animal Production*, 56(3), 139-145.
- Abdeldayem, F. A., Lestingi, A., Abol-Ela, S. S., Alagawany, M., Ismail, T. A., Mostafa, N. G., & El-Shall, N. A. (2024). Application of butyric acid as a feed additive for improving quail performance and health. *Poultry Science*, 103(10), 104109.
- Abdel-Moneim, A. M. E., Elbaz, A. M., Khidr, R. E. S., & Badri, F. B. (2020). Effect of in Ovo Inoculation of Bifidobacterium spp. on growth performance, thyroid activity, ileum histomorphometry, and microbial enumeration of broilers. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12(3), 873-882.
- Abdelnour, S., Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Sheiha, A. M., Saadeldin, I. M., & Swelum, A. A. (2018). Growth, carcass traits, blood hematology, serum metabolites, immunity, and oxidative indices of growing rabbits fed diets supplemented with red or black pepper oils. *Animals*, 8(10), 168.
- Abed, I. S., & Al-Shukri, A. Y. (2024). Efficacy of fortifying poultry diet with capsaicin and chili powder on the performance of broilers exposed to heat stress. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1371(7), 072022.
- Abou-Elkhair, R., Selim, S., & Hussein, E. (2018). Effect of supplementing layer hen diet with phytogenic feed additives on laying performance, egg quality, egg lipid peroxidation and blood biochemical constituents. *Animal Nutrition*, 4, 394-400.
- Adedoyin, A. A., Mosobalaje, M. A., & Bamimore, A. I. (2019). Performance, immuno-stimulatory, and blood biochemical indices of broiler chickens fed hot red pepper (*Capsicum annum* L.) supplemented diets. *Journal of Experimental Agriculture International*, 36(3), 1-8.
- Adegoke, A. V., Abimbola, M. A., Sanwo, K. A., Egbeyale, L. T., Abiona, J. A., Oso, A. O., & Iposu, S. O. (2018). Performance and blood biochemistry profile of broiler chickens fed dietary turmeric (*Curcuma longa*) powder and cayenne pepper (*Capsicum frutescens*) powders as antioxidants. *Veterinary and Animal Science*, 6, 95-102.

- Adegoke, A. V., Oduola, A. O., & Adeyemo, A. A. (2024). Growth performance and meat quality of broiler chickens fed diet containing bird eye pepper of varying proportion and sieve size. *Translational Animal Science*, 8, txae117.
- Afolabi, K. D., Ndelekwute, E. K., Alabi, O. M., & Olajide, R. (2017). Hot red pepper (*Capsicum annum* L.) meal enhanced the immunity, performance, and economy of broilers fed in phases. *Journal of Biology Agriculture and Healthcare*, 7(8), 1-7.
- Aikpitanyi, K. U., & Egweh, N. O. (2020). Haematological and biochemical profile of broiler chickens fed diets containing ginger and black pepper additives. *Nigerian Journal of Animal Science*, 22(2), 114-125.
- Akinola, L. A. F., Nwokolo, E., & Ekejiuba, H. C. (2017). Egg quality, serum proteins, and enzymes of laying hens fed different levels of red pepper (*Capsicum annum* L.) in diet. *African Journal of Agriculture, Technology and Environment*, 6(2), 54-63.
- Alagawany, M., El-Saadony, M. T., Elnesr, S. S., Farahat, M., Attia, G., Madkour, M., & Reda, F. M. (2021). Use of lemongrass essential oil as a feed additive in quail's nutrition: Its effect on growth, carcass, blood biochemistry, antioxidant and immunological indices, digestive enzymes and intestinal microbiota. *Poultry Science*, 100(6), 101172.
- Al-Harhi, M. A. (2002). Efficacy of vegetable diets with antibiotics and different types of spices or their mixtures on performance, economic efficiency and carcass traits of broilers. *Journal of Agricultural Science Mansoura University*, 2, 819-831.
- Al-Jrrah, I. A., & Abbas, R. J. (2020). Effect of natural and synthetic sources of lycopene on productive performance, carcass quality and viscera relative weights of Japanese quail *Coturnix japonica* Temminck & Schlegel, 1849. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 33(2), 52-66.
- Al-Kassie, G. A., Al-Nasrawi, M. A., & Ajeena, S. J. (2011). The effects of using hot red pepper as a diet supplement on some performance traits in broiler. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(9), 842-845.
- Almansour, A. M., Alhadlaq, M. A., Alzahrani, K. O., Mukhtar, L. E., Alharbi, A. L., & Alajel, S. M. (2023). The silent threat: Antimicrobial-resistant pathogens in food-producing animals and their impact on public health. *Microorganisms*, 11(9), 2127.

- Antonio, A. S., Wiedemann, L. S. M., & Veiga Junior, V. F. (2018). The genus *Capsicum*: A phytochemical review of bioactive secondary metabolites. *RSC Advances*, 8(45), 25767-25784.
- Araújo, J. C., Lima, A. C. S., Nunes, M. P. M., Sousa, M. A. P., Serrão, G. X., Moraes, E. C., Daher, L. C. C., & Silva, A. G. M. (2020). Relationships among carcass shape, tissue composition, primal cuts and meat quality traits in lambs: A PLS path modeling approach. *Small Ruminant Research*, 182, 52-66.
- Arisha, M., Attia, A. I., Reda, F. M., Youssef, I. M., El Dosokey, A. R. F., Swelum, A. A., Cheng, Y., & Abd El-Hack, M. E. (2024). Consequences of dietary red pepper and radish oils' supplementation on growth, carcass traits, blood indices, digestive enzymes activity and intestinal microbial load of broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 33(4), 100498.
- Atay, A. (2023). The effect of medicinal plants on performance, carcass parameters, and meat quality in broiler chickens. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 1418-1428.
- AUSVEG. (2013). Vegetable waste factsheet for VG12046; AUSVEG. <https://ausveg.com.au/app/data/technical-insights/docs/VG12046FS8.pdf>
- Averós, X., Nazar, F. N., & Estevez, I. (2022). Animal welfare assessment: Quantifying differences among commercial medium and fast growth broiler flocks. *Frontiers in Animal Science*, 3, 868851.
- Aycicek, A., & Erel, O. (2007). Estado oxidante/antioxidante total em recém-nascidos ictéricos antes e depois da fototerapia. *Jornal de Pediatria*, 83(4), 319-322.
- Bacanlı, M., & Başaran, N. (2019). Importance of antibiotic residues in animal food. *Food and Chemical Toxicology*, 125, 462-466.
- Baenas, N., Belović, M., Ilic, N., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2019). Industrial use of pepper (*Capsicum annum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages. *Food Chemistry*, 274, 872-885.
- Bala, D. A., Matur, E., Ekiz, E. E., Akyazi, I., Ergen, E., Erek, M., Atmaca, G., Eseceli, H., & Keten, M. (2020). Can dried tomato and red pepper powder be used as a dietary supplement to strengthen defense systems and production performance in laying hens? *European Poultry Science*, 84, 1-15.
- Batiha, G. E. S., Alqahtani, A., Ojo, O. A., Shaheen, H. M., Wasef, L., Elzeiny, M., Ismail, M., Shalaby, M., Murata, T., Zaragoza-Bastida, A., Rivero-Perez, N., Magdy Beshbishy, A., Kasozi, K. I., Jeandet, P., & Hetta, H. F. (2020).

- Biological properties, bioactive constituents, and pharmacokinetics of some *Capsicum* spp. and capsaicinoids. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(15), 5179.
- Batool, F., Bilal, R. M., Hassan, F. U., Nasir, T. A., Rafeeqe, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Mahgoub, H. A. M., Naiel, M. A. E., & Alagawany, M. (2023). An updated review on behavior of domestic quail with reference to the negative effect of heat stress. *Animal Biotechnology*, 34(2), 424-437.
- Broom, D. (2021). Farm animal welfare: A key component of the sustainability of farming systems. *Veterinarski Glasnik*, 75(2), 145-151.
- Browning, H. (2023). Validating indicators of subjective animal welfare. *Philosophy of Science*, 90(5), 1255-1264.
- Cartoni Mancinelli, A., Mattioli, S., Twining, C., Dal Bosco, A., Donoghue, A. M., Arsi, K., Angelucci, E., Chiattelli, D., & Castellini, C. (2022). Poultry meat and eggs as an alternative source of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids for human nutrition. *Nutrients*, 14(9), 1969.
- Castro, F. L. S., Chai, L., Arango, J., Owens, C. M., Smith, P. A., Reichelt, S., DuBois, C., & Menconi, A. (2023). Poultry industry paradigms: Connecting the dots. *Journal of Applied Poultry Research*, 32(1), 100310.
- Cerutti, A., Chen, K., & Chorny, A. (2011). Immunoglobulin responses at the mucosal interface. *Annual Review of Immunology*, 29(1), 273-293.
- Cheng, Y., Chen, Y., Li, J., Qu, H., Zhao, Y., Wen, C., & Zhou, Y. (2020). Dietary β -sitosterol regulates serum lipid level and improves immune function, antioxidant status, and intestinal morphology in broilers. *Poultry Science*, 99(3), 1400-1408.
- Chudak, R. A., & Lebid, Y. G. (2024). Efficiency of feed utilization and growth of repair young quails with the use of a phytobiotic supplement. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26(101), 25-29.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Cole, D. A., & Preacher, K. J. (2014). Manifest variable path analysis: Potentially serious and misleading consequences due to uncorrected measurement error. *Psychological Methods*, 19(2), 300-315.
- Dahan, K., Fennal, M., & Kumar, N.B. (2008). Lycopene in the prevention of prostate cancer. *Journal of the Society for Integrative Oncology*, 6, 29-36.

- Deb, B.C., Rahman, M.M., & Haseeb, M. (2023). Unveiling the impact on corporate social responsibility through green tax and green financing: A PLS-SEM approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(1), 1543-1561.
- Dwyer, C.M. (2020). Can improving animal welfare contribute to sustainability and productivity? *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(1), 61-65.
- EFSA AHAW Panel (EFSA Panel on Animal Health and Welfare), Nielsen, S.S., Alvarez, J., Bicout, D.J., Calistri, P., Canali, E., Drewe, J.A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J.L., Schmidt, C.G., Herskin, M.S., Miranda Chueca, M.Á., Padalino, B., Pasquali, P., Roberts, H.C., Spooler, H., Stahl, K., Velarde, A., Viltrop, A., Winckler, C., Tiemann, I., De Jong, I., Gebhardt-Henrich, S.G., Keeling, L., Riber, A.B., Ashe, S., Candiani, D., Matas, R.G., Hempen, M., Mosbach-Schulz, O., Gimeno, C.R., Van Der Stede, Y., Vitali, M., Bailly-Caumette, E., & Michel, V. (2023). Welfare of broilers on farm. *EFSA Journal*, 21(2), e07788.
- Elbaz, A. M., Ibrahim, N.S., Shehata, A.M., Mohamed, N.G., & Abdel-Moneim, A.M.E. (2021). Impact of multi-strain probiotic, citric acid, garlic powder or their combinations on performance, ileal histomorphometry, microbial enumeration and humoral immunity of broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), 115.
- El-Baz, A., & Khidr, R. (2024). Role of feed additives in poultry feeding under marginal environmental conditions. In *Veterinary Medicine and Science* (Vol. 0). IntechOpen.
- EL-Gogary, M.R., Dorra, T.M., & Khalil, H.R. (2024). Effect of dietary supplementation of hot red pepper on growth performance, carcass characteristics, blood parameters, microbiological traits and physiological status of broiler chicks. *Journal of Animal and Poultry Production*, 15(6), 111-117.
- Englmaierová, M., Skřivan, M., & Bubancová, I. (2013). A comparison of lutein, spray-dried Chlorella, and synthetic carotenoids effects on yolk color, oxidative stability, and reproductive performance of laying hens. *Czech Journal of Animal Science*, 58, 412-419.
- Esnaola-Gonzalez, I., Gómez-Omella, M., Ferreira, S., Fernandez, I., Lázaro, I., & García, E. (2020). An IoT platform towards the enhancement of poultry production chains. *Sensors*, 20(6), 1549.
- European Union. (2005). Ban on antibiotics as growth promoters in animal feed enters into effect. European Commission.

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_05_1687

- FAO. (2024). Crops and livestock products. FAO. <https://www.fao.org/faostat/>
- Farooq, U., Mustafa, R., Khalid, M.F., Auon, M., Mahmood, U., Wahaab, A., Rehman, Z., Huda, N., Bashir, M.K., Mahmood, S., & Hussain, J. (2022). Supplementation of herbal seeds to improve the growth performance and digestion in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Agrobiological Records*, 10, 19-25.
- Fayeye, T.R., Adeshiyan, A.B., & Olugbami, A.A. (2005). Egg traits, hatchability, and early growth performance of the Fulani-ecotype. *Livestock Research for Rural Development*, 17(8), 1-7.
- Fedajev, A., Pantović, D., Milošević, I., Vesić, T., Jovanović, A., Radulescu, M., & Stefan, M.C. (2023). Evaluating the outcomes of monetary and fiscal policies in the EU in times of crisis: A PLS-SEM approach. *Sustainability*, 15(11), 8466.
- Filik, G., Filik, A.G., & Altop, A. (2020). The effects of dietary hot pepper *Capsicum annuum* waste powder supplementation on egg production traits of Japanese quail layers. *Ciência Rural*, 50, e20190945.
- Foroughi, B., Nhan, P.V., Iranmanesh, M., Ghobakhloo, M., Nilashi, M., & Yadegaridehkordi, E. (2023). Determinants of intention to use autonomous vehicles: Findings from PLS-SEM and ANFIS. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 70, 103158.
- Friedewald, W.T., Levy, R.I., & Fredrickson, D.S. (1972). Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18(6), 499-502.
- Friedrich, L., Krieter, J., Kemper, N., & Czycholl, I. (2020). Iceberg indicators for sow and piglet welfare. *Sustainability*, 12(21), 8967.
- Genchev, A. (2014). *Production characteristics of Japanese quails (Coturnix coturnix japonica) from Pharaoh and Manchurian Golden breeds* [DSc Thesis]. Trakia University.
- Gonzalez-Rivas, P.A., Chauhan, S.S., Ha, M., Fegan, N., Dunshea, F.R., & Warner, R.D. (2020). Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*, 162, 108025.
- Gül, E.T., Olgun, O., Yıldız, A., Tüzün, A.E., & Sarmiento-García, A. (2022). Use of maca powder (*Lepidium meyenii*) as feed additive in diets of laying quails at

- different ages: Its effect on performance, eggshell quality, serum, ileum, and bone properties. *Veterinary Sciences*, 9(8), 418.
- Gül, İ., & Cufadar, Y. (2023). Effect of red pepper (*Capsicum annum* L.) oil addition to growing quail diets on the performance, slaughtering and some serum characteristics. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(2), 318-322.
- Haenlein, M., & Kaplan, A.M. (2004). A beginner's guide to partial least squares analysis. *Understanding Statistics*, 3(4), 283-297.
- Hair, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M., & Sarstedt, M. (2022). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. SAGE Publications.
- Hair, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M., Sarstedt, M. (2014). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. SAGE Publications.
- Hair, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M., Sarstedt, M., & Thiele, K.O. (2017). Mirror, mirror on the wall: A comparative evaluation of composite-based structural equation modeling methods. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 45(5), 616-632.
- Hair, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M., Sarstedt, M., Danks, N.P., & Ray, S. (2021). *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook*. Springer International Publishing.
- Hair, J.F., Risher, J.J., Sarstedt, M., & Ringle, C.M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2-24.
- Hanif, M.F., Ariyadi, B., Muhlisin, M., Al-Huda, M.A., Luschandina, C.Z., & Agus, A. (2024). Effect of hot red pepper supplementation and different storage time on hens egg quality. *Agronomía Mesoamericana*, 59760.
- Hartcher, K.M., & Lum, H.K. (2020). Genetic selection of broilers and welfare consequences: A review. *World's Poultry Science Journal*, 76(1), 154-167.
- Haugh, R.R. (1937). The Haugh unit for measuring egg quality. *Poultry Science*, 43, 552-573.
- Hemsworth, P., Mellor, D., Cronin, G., & Tilbrook, A. (2015). Scientific assessment of animal welfare. *New Zealand Veterinary Journal*, 63(1), 24-30.
- Henseler, J. (2020). Composite-based structural equation modeling: Analyzing latent and emergent variables. *Guilford Publications*.

- Henseler, J., Ringle, C.M., & Sinkovics, R.R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. In *New challenges to international marketing* (pp. 277–319). Emerald Group Publishing Limited
- Hernández-Pérez, T., Gómez-García, M.D.R., Valverde, M.E., & Paredes-López, O. (2020). Capsicum annuum (hot pepper): An ancient Latin-American crop with outstanding bioactive compounds and nutraceutical potential. A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 2972-2993
- Herrero-Encinas, J., Huerta, A., Blanch, M., Pastor, J.J., Morais, S., & Menoyo, D. (2023). Impact of dietary supplementation of spice extracts on growth performance, nutrient digestibility, and antioxidant response in broiler chickens. *Animals*, 13(2), 250
- IBM Corp. (2012). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp
- Inci, H., Sogut, B., Sengul, T., Sengul, A.Y., & Taysi, M.R. (2015). Comparison of fattening performance, carcass characteristics, and egg quality characteristics of Japanese quails with different feather colors. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44(11), 390-396
- Jassim, L.N., & Kadhim, M.J. (2024). Effect of adding red chili pepper powder Capsicum annuum and synthetic methionine DL-methionine in the feed on some productive traits of broilers Ross308. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1371(7), 072016
- Jeffrey, A.C., & Graham, C.W. (2007). Optimum egg quality: A practical approach. The State of Queensland, Australia and DSM Nutritional Products Ltd. p.49
- Jilo, S.A., & Hasan, L.A. (2022). The importance of poultry meat in medicine: A review. *Journal of World's Poultry Research*, 12(4), 258-262
- Johnson, A.L. (2000). Reproduction in the female. In G.C. Wittow (Ed.), *Sturkie's avian physiology* (5th ed., pp. 568–591). Academic Press
- Kamau, C.N., Majiwa, E.B., Otieno, G.O., & Kabuage, L.W. (2023). Intention to adopt improved indigenous chicken breeds among smallholder farmers in Machakos county, Kenya. Do socio-psychological factors matter? *Heliyon*, 9(11), e22381
- Kaya, Z., & Yurtseven, S. (2021). Effects of feeding systems on yield and performance of Linda geese (Anserinae sp.) in hot climatic conditions. *South African Journal of Animal Science*, 51(5), 628-634

- Kirar, N., Bilal, O., Daş, A., Koyuncu, I., Avci, M., Bozkaya, F., Baytur, G., & Tufan, T. (2020). Effects of dietary addition of different rates sumac (*Rhus coriaria* L.) powder on growth performance, meat quality, carcass composition and oxidative stress markers of Japanese quail. *Harran University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 9(2), 177-182
- Kokoszyński, D., Źochowska-Kujawska, J., Kotowicz, M., Wegner, M., Arpášová, H., Włodarczyk, K., Saleh, M., & Cebulska, A. (2024). Carcass characteristics, physicochemical traits, texture and microstructure of young and spent quails meat. *Poultry Science*, 103(7), 103763
- Korver, D.R. (2023). Review: Current challenges in poultry nutrition, health, and welfare. *Animal*, 17, 100755
- Krugmann, K.L., Mieloch, F.J., Krieter, J., & Czycholl, I. (2020). Investigation of influence of growing pigs' positive affective state on behavioral and physiological parameters using structural equation modeling. *Journal of Animal Science*, 98(2), skaa028
- Kumar, P., Ahmed, M.A., Abubakar, A.A., Hayat, M.N., Kaka, U., Ajat, M., Goh, Y.M., & Sazili, A.Q. (2023). Improving animal welfare status and meat quality through assessment of stress biomarkers: A critical review. *Meat Science*, 197, 109048
- Kusumawati, D., Asmanik, Raharjeng, A.R.P., Setiawati, K.M., & Kristianto, S. (2024). Structural equation modeling (SEM) of the interaction between cholecalciferol treatment and external factors in the incidence of vertebrae malformations in the hybrid grouper *Epinephelus fuscoguttatus* X *Epinephelus polypehadion*. *Aquaculture Reports*, 38, 102292
- Lan, L.T.T., Hung, L.T., Ngu, N.T., Qui, N.H., Thu, N.T.A., & Guntoro, B. (2024). The effects of a dietary supplement of ginger powder (*Zingiber officinale*) on growth performance and carcass characteristics of Japanese quails. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1360(1), 012005
- Lashari, M.H., Memon, A.A., Shah, S.A.A., Nenwani, K., & Shafqat, F. (2018). IoT based poultry environment monitoring system. *2018 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System (IOTAIS)*, 1-5
- Lazarević, M., Žikić, D., & Ušćebrka, G. (2000). The influence of long term sound stress on the blood leukocyte count, heterophil/lymphocyte ratio and cutaneous basophil hypersensitive reaction to phytohemagglutinin in broiler chickens. *Acta Veterinaria-Beograd*, 50(2-3), 63-75

- Leal-Gutiérrez, J.D., Rezende, F.M., Elzo, M.A., Johnson, D., Peñagaricano, F., & Mateescu, R.G. (2018). Structural equation modeling and whole-genome scans uncover chromosome regions and enriched pathways for carcass and meat quality in beef. *Frontiers in Genetics*, 9, 532
- Li, H., Jin, L., Wu, F., Thacker, P., Li, X., You, J., Wang, X., Liu, S., Li, S., & Xu, Y. (2012). Effect of red pepper (*Capsicum frutescens*) powder or red pepper pigment on the performance and egg yolk color of laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(11), 1605
- Li, Y., Jin, L., & Chen, T. (2020). The effects of secretory IgA in the mucosal immune system. *BioMed Research International*, 2020(1), 2032057
- Liang, Y.T., Tian, X.Y., Chen, J.N., Peng, C., Ma, K.Y., Zuo, Y., Jiao, R., Lu, Y., Huang, Y., & Chen, Z.Y. (2013). Capsaicinoids lower plasma cholesterol and improve endothelial function in hamsters. *European Journal of Nutrition*, 52(1), 379-388
- Liao, X.D., Ma, G., Cai, J., Fu, Y., Yan, X.Y., Wei, X.B., & Zhang, R.J. (2015). Effects of *Clostridium butyricum* on growth performance, antioxidation, and immune function of broilers. *Poultry Science*, 94(4), 662-667
- Li-Chan, E.C., Powrie, W.D., & Nakai, S. (1995). The chemistry of eggs and egg products. In *Egg science and technology* (pp. 105–175). CRC Press
- Lima, P.G.L., Bánkuti, F.I., Damasceno, J.C., Dos Santos, G.T., Borges, J.A.R., & Ferreira, F.C. (2023a). Factors influencing concentrate feeding: Dairy farmers' perceptions of dairy production system characteristics and market relations. *Animal - Open Space*, 2, 100041
- Lima, P.G.L., Bánkuti, F.I., Damasceno, J.C., Dos Santos, G.T., Borges, J.A.R., & Ferreira, F.C. (2023b). Factors influencing concentrate feeding: Dairy farmers' perceptions of dairy production system characteristics and market relations. *Animal- Open Space*, 2, 100041
- Liu, S.J., Wang, J., He, T.F., Liu, H.S., & Piao, X.S. (2021). Effects of natural capsicum extract on growth performance, nutrient utilization, antioxidant status, immune function, and meat quality in broilers. *Poultry Science*, 100(9), 101301
- Liu, X., Wang, X., Shi, X., Wang, S., & Shao, K. (2024). The immune-enhancing effect of antimicrobial peptide LLv on broiler chickens. *Poultry Science*, 103(2), 103235

- Lokaewmanee, K., Yamauchi, K., & Okuda, N. (2013). Effects of dietary red pepper on egg yolk color and histological intestinal morphology in laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(5), 986–995.
- Lukanov, H. (2022). Growth performance and carcass characteristics of dual-purpose and heavy Japanese quails. *Trakia Journal of Sciences*, 20(1), 28–30.
- Lukanov, H., Pavlova, I., & Genchev, A. (2023). Effect of fattening period duration on meat productivity of domestic quails from different productive types. *Poultry Science Journal*, 11(2), 223–231.
- Makita, K., Steenbergen, E., Haruta, L., Hossain, S., Nakahara, Y., Tamura, Y., Watanabe, T., Kadowaki, H., & Asakura, S. (2020). Quantitative understanding of the decision-making process for farm biosecurity among Japanese livestock farmers using the KAP-Capacity framework. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 614.
- Marchant-Forde, J. N. (2015). The science of animal behavior and welfare: Challenges, opportunities, and global perspective. *Frontiers in Veterinary Science*, 2, 16.
- Mench, J. A. (2018). Science in the real world—benefits for researchers and farmers. In *Advances in Agricultural Animal Welfare* (pp. 111–128). Woodhead Publishing.
- Minvielle, F. (2004). The future of Japanese quail for research and production. *World's Poultry Science Journal*, 60(4), 500–507.
- Minvielle, F., Gourichon, D., Ito, S., Inoue-Murayama, M., & Rivière, S. (2007). Effects of the dominant lethal yellow mutation on reproduction, growth, feed consumption, body temperature, and body composition of the Japanese quail. *Poultry Science*, 86(8), 1646–1650.
- Morsy, A. S. (2018). Effect of zeolite (Clinoptilolite) as a salinity stress alleviator on semen quality and hemato-biochemical parameters of Montazah cocks under South Sinai conditions. *Research Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 10(2), 9–17.
- Moura, A. M. A. D., Takata, F. N., Nascimento, G. R. D., Silva, A. F. D., Melo, T. V., & Cecon, P. R. (2011). Pigmentantes naturais em rações à base de sorgo para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 2443–2449.

- Muaz, K., Riaz, M., Akhtar, S., Park, S., & Ismail, A. (2018). Antibiotic residues in chicken meat: Global prevalence, threats, and decontamination strategies: A review. *Journal of Food Protection*, 81(4), 619–627.
- Munglang, N. N., & Vidyarthi, V. K. (2019). Hot red pepper powder supplementation diet of broiler chicken—a review. *Livestock Research International*, 7(3), 159–167.
- Musolino, M., D’Agostino, M., Zicarelli, M., Andreucci, M., Coppolino, G., & Bolignano, D. (2024). Spice up your kidney: A review on the effects of capsaicin in renal physiology and disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(2), 791.
- Mysko, L., Minviel, J. J., Veysset, P., & Veissier, I. (2024). How to concurrently achieve economic, environmental, and animal welfare performances in French suckler cattle farms. *Agricultural Systems*, 218, 103956.
- Nadathur, S., Wanasundara, J. P., & Scanlin, L. (Eds.). (2016). *Sustainable protein sources*. Academic Press.
- Nicol, C. J., Abeyesinghe, S. M., & Chang, Y. M. (2024). An analysis of the welfare of fast-growing and slower-growing strains of broiler chicken. *Frontiers in Animal Science*, 5, 1374609.
- Nilloofar, P., Francis, D. P., Lazarova-Molnar, S., Vulpe, A., Vochin, M. C., Suciu, G., Balanescu, M., Anestis, V., & Bartzanas, T. (2021). Data-driven decision support in livestock farming for improved animal health, welfare and greenhouse gas emissions: Overview and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 190, 106406.
- OECD-FAO. (2018). *Meat*. In *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021–2030*. Paris, France.
- Ojediran, T. K., Durojaye, V. O., Ajayi, W. S., Agbede, I. A., Oni, F. L., Alamu, L. O., & Emiola, I. A. (2024). Nutritional properties of *Kigelia africana* fruit meal: Additive effects on growth response, blood characteristics, carcass properties and organoleptic attributes of Japanese quails. *Tropical Journal of Phytochemistry and Pharmacology Science*, 3(7), 356–363.
- Okey, S. N. (2023). Alternative feed additives to antibiotics in improving health and performance in poultry and for the prevention of antimicrobials: A review. *Nigerian Journal of Animal Science and Technology*, 6(1), 65–76.

- Olotu, T. M., Abimbola, O. F., & Adetunji, C. O. (2023). Alternative to antibiotics feed additive in poultry. In *Next Generation Nanochitosan* (pp. 273–284). Academic Press.
- Onel, S. E., Alaşahan, S., Küçükgül, A., İşgör, M. M., Kanat, Ö., & Hark, B. D. (2022). Effects of adding murt volatile oil (*Myrtus communis*) to Japanese quail diets on growth, feed consumption, carcass, some blood and tissue characteristics in lipopolysaccharide-induced inflammation. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 386–400.
- Owusu-Doubreh, B., Appaw, W. O., & Abe-Inge, V. (2023). Antibiotic residues in poultry eggs and its implications on public health: A review. *Scientific African*, 19, e01456.
- Özek, K., Wellmann, K. T., Ertekin, B., & Tarim, B. (2011). Effects of dietary herbal essential oil mixture and organic acid preparation on laying traits, gastrointestinal tract characteristics, blood parameters and immune response of laying hens in a hot summer season. *Journal of Animal and Feed Science*, 20, 575–586.
- Özer, A., Zik, B., Erdost, H., & Özfiliz, N. (2006). Histological investigations on the effects of feeding with a diet containing red hot pepper on the reproductive system organs of the cock. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 30(1), 7–15.
- Parvari, S., Ebrahimi-Mahmoudabad, S. R., & Kianfar, R. (2022). Performance, blood parameters, and immune response of Japanese quails fed turmeric and chili pepper powder. *Animal Production Research*, 11(1), 39–53.
- Peric, L., Zikic, D., & Lukic, M. (2009). Application of alternative growth promoters in broiler production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-6-1), 387–397.
- Pirgozliev, V., Mansbridge, S. C., Rose, S. P., Lillehoj, H. S., & Bravo, D. (2019). Immune modulation, growth performance, and nutrient retention in broiler chickens fed a blend of phytogetic feed additives. *Poultry Science*, 98(9), 3443–3449.
- Prakash, U. N. S., & Srinivasan, K. (2010). Beneficial influence of dietary spices on the ultrastructure and fluidity of the intestinal brush border in rats. *British Journal of Nutrition*, 104(1), 31–39.
- Prayogi, H. S., Nurgartiningih, V. M. A., & Sjojfan, O. (2024). Effects of body condition, anatomical measurement, and age on the cumulative number of

- individual egg production and laying pattern in first laying hens. *Journal of World's Poultry Research*, 14(1), 23–29.
- Puvača, N., Kostadinović, L., Ljubojević, D., Lukač, D., Lević, J., Popović, S., Novakov, N., Vidović, B., & Đuragić, O. (2015). Effect of garlic, black pepper, and hot red pepper on productive performances and blood lipid profile of broiler chickens. *European Poultry Science*, 79, 1–13.
- Rahimian, Y., Kheiri, F., & Moghaddam, M. (2018). Effect of using ginger, red and black pepper powder as phytobiotics with Protexin probiotic on performance, carcass characteristics and some blood biochemical on Japanese quails (*Coturnix japonica*). *Veterinary Science Development*, 8(1).
- Rahman, M., Parvin, M., Sarker, R., & Islam, M. (2013). Effects of growth promoter and multivitamin-mineral premix supplementation on body weight gain in broiler chickens. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 10(2), 245–248.
- Reda, F. M., Alagawany, M., Alsolami, A. M., Mahmoud, H. K., Salah, A. S., Momenah, M. A., Alshahrani, M. Y., El-Tarabily, K. A., & Saleh, R. M. (2024a). The incorporation of sumac seed powder (*Rhus coriaria* L.) into the diet of quail breeders as a novel feed additive. *Poultry Science*, 103(5), 103593.
- Reda, F. M., Alagawany, M., Mahmoud, H. K., Aldawood, N., Alkahtani, A. M., Alhasaniah, A. H., Mahmoud, M. A., El-Saadony, M. T., & El-Kassas, S. (2024b). Application of naringenin as a natural feed additive for improving quail performance and health. *Journal of Applied Poultry Research*, 33(3), 100446.
- Reda, F. M., Alagawany, M., Mahmoud, H. K., Mahgoub, S. A., & Elnesr, S. S. (2020). Use of red pepper oil in quail diets and its effect on performance, carcass measurements, intestinal microbiota, antioxidant indices, immunity and blood constituents. *Animal*, 14(5), 1025–1033.
- Reid, I. R. (2004). Effects of calcium supplementation on circulating lipids. *Drugs and Aging*, 21, 7–17.
- Reiter, K., & Bessei, W. (2009). Effect of locomotor activity on leg disorder in fattening chicken. *Berliner Und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*, 122(7–8), 264–270.
- Ringle, C. M., Wende, S., & Becker, J. M. (2024). *SmartPLS 4.1.0.6*. SmartPLS. <https://www.smartpls.com>

- Rivas-Caceres, R. R., Khazaei, R., Ponce-Covarrubias, J. L., Rosa, A. R. D., Ogbuagu, N. E., Estrada, G. T., Zigo, F., Gorlov, I. F., Slozhenkina, M. I., Mosolov, A. A., Lackner, M., & Elghandour, M. M. M. Y. (2024). Effects of dietary *Silybum marianum* powder on growth performance, egg and carcass characteristics, immune response, intestinal microbial population, haemato-biochemical parameters and sensory meat quality of laying quails. *Poultry Science*, 104036.
- Roberts, J. R. (2004). Animal physiology. *School of Rural Science and Agriculture, University of New England, Armidale. Australian Journal of Poultry Science*, 41, 161–177.
- Salem, H. M., Saad, A. M., Soliman, S. M., Selim, S., Mosa, W. F. A., Ahmed, A. E., Al Jaouni, S. K., Almuhayawi, M. S., Abd El-Hack, M. E., El-Tarabily, K. A., & El-Saadony, M. T. (2023). Ameliorative avian gut environment and bird productivity through the application of safe antibiotics alternatives: A comprehensive review. *Poultry Science*, 102(9), 102840.
- Sarstedt, M., Hair, J. F., Cheah, J. H., Becker, J. M., & Ringle, C. M. (2019). How to specify, estimate, and validate higher-order constructs in PLS-SEM. *Australasian Marketing Journal*, 27(3), 197–211.
- Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Hair, J. F. (2022). Partial least squares structural equation modeling. In *Handbook of market research* (pp. 587–632). Springer International Publishing.
- Sayeed, M. D., Yaser, R., Esfandiar, R., Hamzeh, M., Mehrdad, Y., & Abbas D. P. (2016). Effect of using ginger, red and black pepper powder as phytobiotics with Protexin® probiotic on performance, carcass characteristics and some blood biochemical on Japanese quails. *Scholarly Journal of Agricultural Science*, 6, 120–125.
- Scoma, A., Rebecchi, S., Bertin, L., & Fava, F. (2016). High impact biowastes from South European agro-industries as feedstock for second-generation biorefineries. *Critical Reviews in Biotechnology*, 36(1), 175–189.
- Shahverdi, A., Kheiri, F., Faghani, M., Rahimian, Y., & Rafiee, A. (2013). The effect of use red pepper (*Capsicum annum* L.) and black pepper (*Piper nigrum* L.) on performance and hematological parameters of broiler chicks. *European Journal of Zoological Research*, 2(6), 44–48.
- Sharma, L., Bulsara, H. P., Bagdi, H., & Trivedi, M. (2024). Exploring sustainable entrepreneurial intentions through the lens of theory of planned behaviour: A

- PLS-SEM approach. *Journal of Advances in Management Research*, 21(1), 20–43.
- Silva, A., Mujica, P., Valdés, E., & Cañon-Jones, H. (2020). Hematology and blood chemistry reference values of captive adult black-faced ibis (*Theristicus melanopis melanopis*). *Animals*, 10(12), 2227.
- Simsek, U. G., Dalkilic, B., Ciftci, M., Cerci, I. H., & Bahsi, M. (2009). Effects of enriched housing design on broiler performance, welfare, chicken meat composition and serum cholesterol. *Acta Veterinaria Brno*, 78(1), 67–74.
- Spasevski, N. J., Dragojlović, D. M., Čolović, D. S., Vidosavljević, S. Ž., Rakita, S. M., & Kokić, B. M. (2018). Influence of dietary carrot and paprika on egg physical characteristics and yolk color. *Food and Feed Research*, 45, 59–66.
- Sutanto, A., Sahara, H., Prihartini, I., Widodo, W., Rahayu, I. D., & Sutawi. (2024). Causes of panic selling in broiler farms in Malang raya. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1341(1), 012111.
- Tatemoto, P., Bernardino, T., Rodrigues, F. A. M. L., & Zanella, A. J. (2019). Does high stereotypic behavior expression affect productivity measures in sows? *Revista Brasileira de Zootecnia*, 48, e20180135.
- Tayeb, I., Abdul-rahman, S., & Sideeq N. (2015). Effect of vitamin C, red pepper and oak leaves on physiological and productive performance of quail. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(2), 1–9.
- Tufan, T., Bolacalı, M., İrak, K., Karakoç, Z., Çelik, Ö. Y., Arslan, C., Avcı, M., Sarı, M., & Irmak, M. (2024). Effect of adding different rates of bee pollen to quail rations on performance and carcass parameters. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(4), 1013–1021.
- TÜİK. (2021). *Kümes hayvancılığı ürünleri ve değişim oranları 2019-2020*. Türkiye İstatistik Kurumu.
- TÜİK. (2024). *Kesilen kümes hayvanları sayısı ve üretilen et miktarı*. Türkiye İstatistik Kurumu.
- UN. (2024). *World Population Prospects 2024*. <https://population.un.org/wpp/>
- Vali, N. (2008). The Japanese quail: A review. *International Journal of Poultry Science*, 7(9), 925–931.
- Van der Sluis, M., Ellen, E. D., De Klerk, B., Rodenburg, T. B., & De Haas, Y. (2021). The relationship between gait and automated recordings of individual broiler activity levels. *Poultry Science*, 100(9), 101300.

- Van Eck, L. M., Enting, H., Carvalhido, I. J., Chen, H., & Kwakkel, R. P. (2023). Lipid metabolism and body composition in long-term producing hens. *World's Poultry Science Journal*, 79(2), 243–264.
- Van Limbergen, T., Sarrazin, S., Chantziaras, I., Dewulf, J., Ducatelle, R., Kyriazakis, I., McMullin, P., Méndez, J., Niemi, J. K., Papasolomontos, S., Szeleszczuk, P., Van Erum, J., & Maes, D. (2020). Risk factors for poor health and performance in European broiler production systems. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 287.
- Weinreis, Y., Baum, C. M., & Smetana, S. (2023). Insect production as a novel alternative to livestock farming: Exploring interest and willingness to adopt among German farmers. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 28–39.
- Wickham, S. L., Collins, T., Barnes, A. L., Miller, D. W., Beatty, D. T., Stockman, C., Blache, D., Wemelsfelder, F., & Fleming, P. A. (2012). Qualitative behavioral assessment of transport-naïve and transport-habituated sheep. *Journal of Animal Science*, 90(12), 4523–4535.
- Wickramasuriya, S. S., Park, I., Lee, K., Lee, Y., Kim, W. H., Nam, H., & Lillehoj, H. S. (2022). Role of physiology, immunity, microbiota, and infectious diseases in the gut health of poultry. *Vaccines*, 10(2), 172.
- Widaningsih, N., Hartono, B., Utami, H. D., Rohaeni, E. S., & Gunawan, E. (2023). Indicators of swamp buffalo business sustainability using partial least squares structural equation modelling. *Open Agriculture*, 8(1), 20220216.
- Yalçın, H., Doğan, Z., Şen, S., Çetin, M., Göçmen, M., & Koçyiğit, A. (2021). The assessment of poultry welfare using partial least squares-path modelling (PLS-SEM): A modeling the effects of physical activity and stress on growth. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(1), 109–119.
- Yasin, M., Li, L., Donovan-Mak, M., Chen, Z. H., & Panchal, S. K. (2023). Capsicum waste as a sustainable source of capsaicinoids for metabolic diseases. *Foods*, 12(4), 907.
- Yesilbag, D., Abdullahoglu, E., Urkmez, E., Acar, A., Asmaz, D., & Kara, M. (2022). Evaluation of the effects of different natural dietary feed additives on performance and intestinal histomorphology in quails. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 73(3), 4407–4416.
- Yılmaz, V., Kinaş, Y., & Olgaç, S. (2024). *Smart-PLS ile Yapısal Eşitlik Modellemesi (1. Baskı)*. Detay Yayıncılık.

- Yoshioka, M., Doucet, E., Drapeau, V., Dionne, I., & Tremblay, A. (2001). Combined effects of red pepper and caffeine consumption on 24 h energy balance in subjects given free access to foods. *British Journal of Nutrition*, 85(2), 203–211.
- Yurtseven, S., & Boğa, M. (2007). Ruminantlarda yem tercihinin oluşumu. *Hayvansal Üretim*, 48(1), 61–67.
- Zanotto, M. J., Pagnussatt, H., Valentini, F. D. A., Santo, A. D., Leite, F., Mis, G., Zaccaron, G., Galli, G. M., Calderano, A. A., Tavernari, F. D. C., Silva, A. S. D., Paiano, D., & Petrolli, T. G. (2023). Addition of capsaicin in the diet of turkeys: Effects on growth performance and antioxidant and oxidant status in serum and in meat. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 52, e20220145.
- Zhang, W., Wang, H., Kuo, K., Wang, L., Li, Y., Yu, J., Feng, J., & Cheng, W. (2023). Contribution of Alzheimer's disease pathology to biological and clinical progression: A longitudinal study across two cohorts. *Alzheimer's & Dementia*, 19(8), 3602–3612.
- Zhong, H. X., Chang, J. H., Lai, C. F., Chen, P. W., Ku, S. H., & Chen, S. Y. (2024). Information undergraduate and non-information undergraduate on an artificial intelligence learning platform: An artificial intelligence assessment model using PLS-SEM analysis. *Education and Information Technologies*, 29(4), 4371–4400.