T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

BILDIRCIN RASYONLARINA İLAVE EDİLEN BİTKİ ÖZÜTÜ İLE ELDE EDİLEN NANO BAKIRIN VE FARKLI BAKIR KAYNAKLARININ PERFORMANS VE KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hazırlayan
Halit Burak YÜKSEKDAĞ

Danışman
Prof. Dr. İsmail ÜLGER

Yüksek Lisans Tezi

Temmuz 2025
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

BILDIRCIN RASYONLARINA İLAVE EDİLEN BİTKİ ÖZÜTÜ İLE ELDE EDİLEN NANO BAKIRIN VE FARKLI BAKIR KAYNAKLARININ PERFORMANS VE KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Halit Burak YÜKSEKDAĞ

Danışman
Prof. Dr. İsmail ÜLGER

Temmuz 2025
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Halit Burak YÜKSEKDAĞ

“Bıldırcın Rasyonlarına İlave Edilen Bitki Özütü İle Elde Edilen Nano Bakırın ve Farklı Bakır Kaynaklarının Performans ve Kan Parametreleri Üzerine Etkisi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan	**Danışman**
Halit Burak YÜKSEKDAĞ	Prof. Dr. İsmail ÜLGER
İmza	İmza

Zootekni ABD Başkanı

Prof. Dr. İsmail ÜLGER

İmza

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında bilgi, birikim ve tecrübeleriyle bana rehberlik eden, her aşamada değerli katkılarını esirgemeyen, yol gösterici tutumu ve anlayışıyla beni daima destekleyen çok kıymetli danışmanım Prof. Dr. İsmail ÜLGER'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarımda katkıları olan Arş. Gör. Ender Şahin ÇOLAK'a ve Arş. Gör. Hüseyin Mert YÜKSEL'e teşekkür ederim.

Ayrıca eğitim hayatım boyunca bilgi ve emekleriyle katkıda bulunan tüm akademik personele, çalışmam süresince desteklerini hissettiren aileme ve arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

Halit Burak YÜKSEKDAĞ

Temmuz 2025, KAYSERİ

BILDIRCIN RASYONLARINA İLAVE EDİLEN BİTKİ ÖZÜTÜ İLE ELDE EDİLEN NANO BAKIRIN VE FARKLI BAKIR KAYNAKLARININ PERFORMANS VE KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Halit Burak YÜKSEKDAĞ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2025
Danışman: Prof. Dr. İsmail ÜLGER

ÖZET

Bu araştırma, bıldırcın rasyonlarına bitki özütü ile elde edilen nano bakır (Cu) ve farklı bakır (Cu) kaynaklarının ilavesi ile yürütülen bu çalışmada bıldırcınların canlı ağırlık, canlı ağırlık değişimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, İmmünoglobulin A (IgA), İmmünoglobulin G (IgG) ve İmmünoglobulin M (IgM) düzeyleri belirlenerek sağlık durumu ve kan parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Bu çalışmada toplam 175 adet Japon bıldırcını (*Coturnix coturnix japonica*) kullanılmıştır. Her grupta 25 civciv bulunan bir kontrol ve 6 deneme grubu, oluşturulmuştur. Deneme 35 gün sürdürülmüştür. Kontrol grubu, temel rasyonla beslenmiştir. Deneme grupları rasyonlarına sırasıyla 3mg/kg, ve 6mg/kg düzeylerinde Bakır ilave edilmiştir. Çalışmada, rasyona bakır ilavesi deneme gruplarında ikinci, üçüncü ve beşinci haftalarda haftalık canlı ağırlıklarını önemli düzeyde ($P<0.05$) etkilediği saptanmıştır.Araştırma sonunda, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ($P>0.05$) açısından istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemiştir. Rasyona farklı bakır kaynaklarının ilavesi serum toplam protein (TP), albümin, Cu, AST, Üreaz, Totol kolestrol (TC), Trigliserid (TG), IgA, IgG, IgM konsantrasyonlarını istatistiksel olarak etkilemiştir ($P<0.05$).

Sonuç olarak, bıldırcınlardan elde edilen bu sonuçlar muhtemelen diğer kanatlılar için de geçerli olabilir. Bunun kesin olarak teyidinin diğer kanatlılarda yapılacak çalışmalar ile mümkün olacağı kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bıldırcın, bakır, besi performansı, kan parametreleri, Bitki özütü, Nano bakır.

EFFECT OF NANO COPPER OBTAINED FROM PLANT EXTRACTS AND DIFFERENT COPPER SOURCES ADDED TO QUAIL DIETS ON PERFORMANCE AND BLOOD PARAMETERS

Halit Burak YÜKSEKDAĞ

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, July 2025
Supervisor: Prof. Dr. İsmail ÜLGER

ABSTRACT

This research was conducted to determine the effects on health status and blood parameters by adding plant extract-derived nano copper (Cu) and different copper (Cu) sources to quail rations, and measuring live weight, live weight change, feed consumption, feed conversion ratio, Immunoglobulin A (IgA), Immunoglobulin G (IgG), and Immunoglobulin M (IgM) levels in quails. A total of 175 Japanese quails (Coturnix coturnix japonica) were used in this study. One control group and 6 experimental groups were formed, each containing 25 chicks. The experiment lasted for 35 days. The control group was fed with a basic ration. Copper was added to the experimental group rations at levels of 3mg/kg and 6mg/kg, respectively. In the study, it was determined that the addition of copper to the ration significantly affected ($P<0.05$) weekly live weights in the experimental groups during the second, third, and fifth weeks. At the end of the research, no statistically significant difference was observed in terms of live weight gain, feed consumption, and feed conversion ratio ($P>0.05$). The addition of different copper sources to the ration statistically affected serum total protein (TP), albumin, Cu, AST, Urease, Total cholesterol (TC), Triglyceride (TG), IgA, IgG, and IgM concentrations ($P<0.05$). In conclusion, these results obtained from quails may possibly be applicable to other poultry as well. It has been concluded that definitive confirmation of this will be possible through studies to be conducted on other poultry.

Keywords: Quail, copper, fattening performance, blood parameters, Plant extract, Nano copper.

İÇİNDEKİLER

BILDIRCIN RASYONLARINA İLAVE EDİLEN BİTKİ ÖZÜTÜ İLE ELDE EDİLEN NANO BAKIRIN VE FARKLI BAKIR KAYNAKLARININ PERFORMANS VE KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK i
YÖNERGEYE UYGUNLUK ii
KABUL VE ONAY iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZET v
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER vii
KISALTMALAR ix
TABLOLAR LİSTESİ xi
GİRİŞ 1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI 5

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Yöntem 10
2.2. Hayvan Materyali 12
2.3. Mualeme Gruplarının Oluşturulması 12
2.4. Hayvan Yemlerine Katılışı 13
2.5. Yem Analizleri ve Karma Yemlerin Hazırlanması 13
2.6. Canlı Ağırlık ve Ağırlık Artışlarının Belirlenmesi 15
2.7. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi 15
2.8. İstatistiksel Analizler 15

3. BÖLÜM

BULGULAR 16

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Tartışma 27

KAYNAKÇA 31

ÖZGEÇMİŞ 39

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
CuNP	: Bakır Nanopartükül
AGP	: Antibiyotik Büyüme Destekleyici
ALT	: Alanin Aminotransferaz
AST	: Aspartat Aminotransferaz
CA	: Canlı Ağırlık
CAA	: Canlı Ağırlık Artışı
CU	: Bakır
CU-NP	: Bakır Nanopartikül
CUSO4	: Bakır Sülfat
CUSO4.5H2O	: Bakır Sülfat Pentahidrat
DLS	: Dinamik Işık Saçılımı
FE-SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
FT-IR	: Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi
GIT	: Gastrointestinal Siste
IgA	: İmmünoglobulin A
IgG	: İmmünoglobulin G
IgM	: İmmünoglobulin M
KG	: Kilogram
LDL	: Lipoprotein
ME	: Metabolik Enerji
MG	: Miligram
Ml	: Mililitre
NM	: Nanometre
NRC	: Ulusal Araştırma Konseyi
RPM	: Dakikadaki Devir Hızı
TBCC	: Tribazik Bakır Klorür

TC	: Total Kolestrol
TG	: Trigliserid
TP	: Toplam Protein
XRD	: X Işını Kırımı
YYO	: Yemden Yararlanma Oranı

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Muamele gruplarının oluşturulması 13
Tablo 2.2. Denemede kullanılacak konsantre yemin bileşimi 14
Tablo 3.1. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının canlı ağırlık üzerine etkileri 17
Tablo 3.2. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının canlı ağırlık artışı üzerine etkileri 18
Tablo 3.3. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının yem tüketimi üzerine etkileri 20
Tablo 3.4. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının yemden yararlanma oranı üzerine etkileri 21
Tablo 3.5. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının kan parametreleri (TP (g/dL), Albumin (g/dL) ve Cu düzeyi) üzerine etkileri 23
Tablo 3.6. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının karaciğer fonksiyonlarını etkileyen kan parametreleri üzerine etkileri 24
Tablo 3.7. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının metabolik ve immünolojik parametreler üzerine etkileri 25

GİRİŞ

Japon bıldırcını (Coturnix coturnix japonica), Phasianidae familyasına ait olup hem yumurta hem de et üretimi açısından dünya genelinde önemli bir kanatlı türü olarak öne çıkmaktadır. Küçük boyutlu yapısı, düşük yetiştirme maliyetleri ve yüksek üretim kapasitesi sayesinde özellikle ticari yetiştiricilikte yaygın bir şekilde tercih edilmektedir (Minvielle, 2004). Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde optimal performansa ulaşabilmek için yeterli ve dengeli beslenme kritik bir öneme sahiptir (Alagawany ve ark., 2021). Japon bıldırcını üretiminde yem katkı maddelerinin kullanımı hem üretim verimliliğini artırmak hem de hayvan sağlığını korumak adına hayati bir rol üstlenmektedir (Tavangar ve ark., 2021).

Kanatlı hayvan rasyonlarında yem takviyeleri ve katkı maddeleri, üretkenliği artırmak, genel sağlık durumunu iyileştirmek ve hayvan refahını desteklemek amacıyla etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Yatoo ve ark., 2017; Mohamed ve ark., 2019; Alagawany ve ark., 2020; Alagawany ve ark., 2022). Son yıllarda, kanatlı üretiminde hem niceliksel hem de niteliksel iyileştirmeler sağlamak amacıyla nanopartiküller gibi yenilikçi teknolojiler yaygın bir şekilde uygulanmaktadır (Sahoo ve ark., 2016; El-Rayes ve ark., 2019; Nabi ve ark., 2020; Reda ve ark., 2020).

Nanoteknoloji, nano boyutlu minerallerin ticari uygulamalarını modernleştirmiştir ve bu mineraller son zamanlarda hayvan biyolojisi, biyoteknolojisi, mineral beslenmesi, fizyolojisi, üreme ve farmakoloji alanlarında bir araç olarak kullanılmaktadır (Peters ve ark., 2016). Nanopartiküller, malzemelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin büyük hacimli formlarından temelde farklılık gösterdiği 1–100 nm boyut aralığını ifade eder (Feng ve ark., 2009). Ayrıca, bu küçük boyutları, aktif bileşenlerin etkinliğini artırmakta ve potansiyel olarak uygulanan miktarı azaltmaktadır (Sri Sindhura ve ark., 2014).

Bakır (Cu), hayvanlar için hayati bir iz elementtir; ancak vücutta depolanamadığı için düzenli bir besin takviyesi gereklidir. Bununla birlikte, yem bileşenleri genellikle Cu açısından yetersizdir; bu nedenle ticari yem rasyonları, Cu'nun rasyon içerisinde verildiği formun fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak biyolojik olarak dinamik bir şekilde temel miktarda Cu sağlamalıdır (Directorate ve Opinions, 2002).

Cu, hayvanların büyümesi ve kemik, bağ dokusu, kalp ve çeşitli organların gelişimi için gerekli olan temel bir elementtir (Hefnawy ve El-Khaiat, 2015). Ayrıca, bağışıklık sisteminin uyarılmasında önemli bir rol oynayarak enfeksiyonlarla mücadeleyi destekler ve hasarlı dokuların onarımını sağlar (Failla, 2003). Bunun yanı sıra, hücrelere ciddi zararlar verebilecek serbest radikallerin etkisini nötralize ederek oksidatif stresi azaltmaya yardımcı olur (Tapiero ve ark., 2003). Araştırmalar, bakırın büyük ölçüde ince bağırsakta emildiğini, küçük bir kısmının ise midede emilim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Emilim sonrasında bakırın çoğunluğu, gastrointestinal sisteme (GIT) salınan safra yoluyla vücuttan atılırken, sadece az bir kısmı bağırsak hücreleri tarafından yeniden emilmektedir (Magaye ve ark., 2012). Cu, demir metabolizması, kırmızı kan hücresi oluşumu ve bağışıklık fonksiyonunda yer alan enzim sistemlerinin temel bir bileşeni olarak vücutta kritik bir öneme sahiptir. Aynı zamanda, kollajen ve elastin gibi bağ dokularının oluşumunu destekleyerek doku bütünlüğünü korur ve dopamin sentezini artırarak sinir sistemi gelişimini teşvik eder (Mroczek-Sosnowska ve ark., 2013).

Rasyonda Cu takviyesi eksikliği, üreme ve sperm gelişiminde bozukluklar, kuluçka döneminde embriyo ölümlerinin artışı, tüylerde yetersiz pigmentasyon, büyüme geriliği ve vücut ağırlığında azalma gibi çeşitli problemlere yol açabilmektedir (Mroczek-Sosnowska ve ark., 2013). Bunun yanı sıra, kas zayıflığı, anemi, iskorbüte benzer kemik bozuklukları, bağ dokusu sentezinde kusurlar, sinir dokularının myelinleşmesinde yetersizlik, nörolojik defektler, lipid metabolizmasındaki değişiklikler ve kalp fonksiyon bozuklukları gibi daha ciddi sağlık sorunları da ortaya çıkabilir (Mroczek-Sosnowska ve ark., 2013). Ancak, yapılan araştırmalar karaciğerdeki ceruloplazmin mRNA seviyelerinin, rasyonla alınan bakır eksikliğinden etkilenmediğini göstermektedir (Chesters, 1992).

Bakır nanopartiküllerin (Cu-NP) kullanımı son zamanlarda, yüksek elektriksel ve ergime noktaları, düşük elektrokimyasal göç davranışı, yüksek biyoyararlanım ve nispeten düşük üretim maliyetleri nedeniyle büyük ilgi görmüştür (Tamilvanan ve ark., 2014).

Cu-NP, hacimli malzemelere kıyasla azaltılmış boyutları ve artmış yüzey alanları sayesinde termal iletkenliği ve sıvı viskozitesini geliştirerek kemosensörler, yüzey aktif maddeler ve antimikrobiyaller gibi çeşitli uygulamalara olanak tanır (Boyles ve ark., 2015). Ancak, Cu nanopartiküllerin hayvan yemlerinde, özellikle kanatlı hayvan beslenmesinde yem katkı maddesi olarak etkinliğini araştırmaya yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Cu nanopartiküllerin, yüksek fiziksel reaktiviteleri sayesinde, hayvan yemlerinde hacimli minerallere kıyasla çok daha küçük dozlarda etkili bir sağlık ve büyüme destekleyicisi olarak kullanılabileceği ve dolayısıyla bu minerallerin çevreye salınımını önemli ölçüde azaltabileceği öne sürülmüştür (Gonzales-Eguia ve ark., 2009; Scott ve ark., 2016; Joshua ve ark., 2016). Ayrıca, Cu nanopartiküllerin antibakteriyel, antifungal ve antiviral ajanlar olarak da etkili olduğu bilinmektedir (Camacho-Flores ve ark., 2015). Bununla birlikte, boyutlarının, parçacıkların hayvan vücudunda hücresel alımı ve taşınmasını kolaylaştırarak toksisitelerini etkileyebileceği düşünülmektedir (Gatoo ve ark., 2014). Geniş yüzey-hacim oranı sayesinde ultraviyole-görünür hassasiyet, elektriksel, katalitik, termal ve antibakteriyel özelliklere sahiptir (Wang, 2000). Daha küçük partikül boyutu nedeniyle yüzeyde birçok atom bulunmaktadır. Partiküllerin yüzey-hacim oranı, nanopartiküllerin şekil ve boyutuna bağlı olarak değişiklik gösterir. Bakır nanopartiküllerin elektronik enerji seviyeleri, elektron afinitesi, elektronik geçişler, manyetik özellikler, faz geçiş sıcaklığı, erime noktası ve polimerler, biyolojik ve organik moleküllere olan afinitesi gibi özelliklerin karakterizasyonu, yüzey alanındaki değişikliklere bağlıdır (Din ve Rehan, 2017). Sonuç olarak, nanoparçacıkların kimyasal, katalitik veya biyolojik etkiler gibi fonksiyonel aktiviteleri, nano metallerin partikül boyutundan önemli ölçüde etkilenir (Rosi ve Mirkin, 2005).

Bakır nanopartiküller küçük boyutu, sindirim sisteminden alımı artırabilir ve dolayısıyla daha düşük dozlarda hacimli Cu'ya göre daha etkili olmalarını sağlayabilir (Civardi ve ark., 2015). Hayvan vücudunda, Cu-NP daha geniş yüzey alanları nedeniyle organik ve inorganik maddelerle daha etkili bir şekilde etkileşime girer (Zaboli ve ark., 2013). Cu-NP, ince bağırsaktan geçme ve kan, beyin, kalp, böbrek, dalak, karaciğer ve bağırsak gibi organlara dağılma kapasitesine sahiptir (Hillyer ve Albrecht, 2001). Hedef organlara

ulaşabilmek için Cu-NP'nin öncelikle sindirim sisteminin koruyucu bariyerleriyle etkileşimde bulunması gerekir. Bu nedenle, fizyolojik bariyerlere ulaşan nanopartiküller, büyük ölçüde parçacıkların ve bariyerlerin özellikleri tarafından belirlenir (Elder ve ark., 2009). Cu-NP'nin bileşimi, çözünürlüğü ve protein bağlama kapasitesi gibi diğer özellikleri de epitelyal bariyerlerden geçişte, hücresel alımda, sitotoksisitede ve biyodistribüsyonda önemli bir rol oynar.

Cu nanopartiküllerinin avantajı, diğer besinlerle mineral ayrışmasını önleyerek antagonizmayı engellemektir. Bıldırcın yemine yeterli seviyede Cu-NP ilavesinin dışkıdaki Cu seviyelerini düşürerek çevre kirliliğini azaltmaya yardımcı olacağı varsayılmaktadır. Birçok çalışma, hayvan rasyonlarının CuSO4 ile karşılaştırıldığında, Cu-NP'nin daha yüksek bir biyoyararlanım sağladığını ve hayvanların büyüme ve performansını daha iyi desteklediğini öne sürmektedir (Mroczek-Sosnowska ve ark., 2015; Al-Bairuty ve ark., 2016).

Bu çalışmanın amacı, bıldırcın rasyonlarına ilave edilen bitki özütüyle elde edilen nano bakır ve diğer farklı bakır kaynaklarının bıldırcınların performansı ve kan parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Bu kapsamda, bakırın farklı formlarının hayvan sağlığı ve büyüme göstergeleri üzerindeki potansiyel faydaları, olası biyoyararlanım farklılıkları ve kan parametrelerinde yol açtığı değişiklikler analiz edilmiştir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde, yumurtacı tavuklar için beslenme açısından en önemli sınırlamalardan biri mineral eksikliğidir. Mısır ve soya küspesi gibi yemlerin temel bileşenleri, genellikle bu hayvanların mineral gereksinimlerini tam olarak karşılamamaktadır (Araujo ve ark., 2008). Bu nedenle, kümes hayvanlarının rasyonlarına takviye edilen minerallerden biri de bakırdır (Cu). Hayvan vücudunda düşük konsantrasyonlarda bulunmasına rağmen, Cu metabolizma için temel bir elementtir (Richards ve ark., 2010).

Cu, kanatlı hayvanlar için hayati öneme sahip temel bir iz elementtir. Ancak, vücutta depolanamaması nedeniyle düzenli olarak besin takviyesi yoluyla alınması gerekmektedir. Yem bileşenleri genellikle Cu bakımından yetersiz olduğundan, ticari yemlerin bu elementi biyolojik olarak aktif bir formda sağlaması gerekmektedir. Cu'nun biyoyararlanımı, rasyon içerisinde hangi formda sunulduğuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Directorate ve Opinions, 2002).

Kanatlı hayvanlar için en yaygın Cu kaynağı bakır sülfat ($CuSO_4$) olup, bu inorganik bileşiğin biyoyararlanımı, bağırsakta emilimi engelleyebilecek bileşenlerin varlığı nedeniyle sınırlıdır. Ayrıca, hayvan yemlerinde inorganik mineral kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik açısından da bir risk oluşturmaktadır. Özellikle yüksek dozlarda mineral takviyesi, dışkı yoluyla toprak ve suya karışarak kirliliğe sebep olmaktadır (Scott ve ark., 2018).

Bu bağlamda, organik Cu kaynakları, inorganik formlara kıyasla üst gastrointestinal sistemde daha stabil olmaları ve daha yüksek biyoyararlanım sağlamaları nedeniyle avantajlı görülmektedir. Organik Cu, dışkı yoluyla atılımı azaltarak çevresel etkileri en aza indirebilir. Ancak, yüksek maliyetleri ve inorganik Cu formlarına kıyasla daha düşük

takviye dozları gerektirmesi, organik Cu'nun etkinliği konusunda literatürde çelişkili sonuçlara yol açmaktadır (Bao ve Choct, 2009). Bu durum, kanatlı sağlığı ve performansı üzerinde olumsuz etkilere neden olmadan Cu'nun biyoyararlanımını artırabilecek alternatif kaynaklara yönelik araştırmaları teşvik etmektedir.

Bakır, hayvanların büyümesi, bağışıklık fonksiyonlarının düzenlenmesi, kemiklerin, bağ dokusunun, kalbin ve çeşitli diğer organların gelişimi için gerekli olan temel bir elementtir (Hefnawy ve El-Khaiat, 2015). İskelet sistemi, merkezi sinir sistemi ve kalp kası fonksiyonları başta olmak üzere gelişim için gerekli olan birçok biyokimyasal süreçte yer almaktadır (Richards ve ark. 2010; Díaz ve ark., 2015). Cu, bağışıklık sistemini uyararak enfeksiyonlarla mücadelede ve hasar gören dokuların onarımında rol oynamaktadır (Failla, 2003). Bunun yanı sıra, hücrelere ciddi zarar veren serbest radikallerin nötralizasyonunu desteklemektedir (Tapiero ve ark., 2003).

Vücutta demir metabolizması, kırmızı kan hücresi oluşumu ve bağışıklık fonksiyonlarında rol alan enzim sistemlerinin önemli bir bileşenidir. Ayrıca, kolajen ve elastin gibi bağ dokularının oluşumunu destekler ve dopamin sentezi yoluyla sinir sistemi gelişimini güçlendirir (Mroczek-Sosnowska ve ark., 2013). Hücresel solunum, enerji üretimi, kolajen sentezi, diğer iz minerallerin alımı ve kullanımı, antioksidan aktivite, kardiyak fonksiyon, kemik oluşumu, keratinizasyon ve doku pigmentasyonu ile omurilik miyelinizasyonunda önemli bir rol oynamaktadır (McDowell, 1992). Ayrıca, glikoz ve kolesterol metabolizmasının düzenlenmesine de katkıda bulunmaktadır (Mroczek-Sosnowska ve ark., 2013).

Günümüzde Cu, organik veya inorganik formda geleneksel boyutta ya da nano boyutta bulunabilmektedir (Jankowski ve ark., 2019). Ancak, bakırın kaynağı, hayvanların sağlığı ve refahı, güvenli gıda zinciri ve çevresel sürdürülebilirlik açısından dikkate alınması gereken önemli bir faktördür (Sabry ve ark., 2021). Rasyonlar ile alınan bakırın formu ve miktarı, hayvan sağlığı ve performansı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Aşırı bakır alımı, yetersiz bakır alımı veya uygun olmayan formlarda kullanımı, kanatlılarda çeşitli olumsuz etkilere yol açabilir (Sabry ve ark., 2021).

Rasyonlara yetersiz bakır takviyesi, üreme bozukluklarına ve sperm gelişiminde aksamalara, kuluçka sırasında embriyo ölümlerinin artmasına, tüylerde zayıf pigmentasyona, yavaş büyümeye ve vücut ağırlığında azalmaya neden olabilir (Mroczek-

Sosnowska ve ark., 2013). Ayrıca, kas zayıflığı, anemi, iskorbüt benzeri kemik deformasyonları, kusurlu bağ dokusu sentezi, sinir dokularının miyelinizasyonunda bozulma ve nörolojik defektler, lipit metabolizmasında değişiklikler ve kalp fonksiyon bozuklukları ile de ilişkilendirilmektedir (Mroczek-Sosnowska ve ark., 2013). Ancak, karaciğerdeki serüloplazmin mRNA seviyesinin rasyonla alınan Cu eksikliğinden etkilenmediği gösterilmiştir (Chesters, 1992).

Aşırı bakır alımı, bıldırcınların performansı üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir (Karimi ve ark., 2011). Bu nedenle, Cu'nun hayvanlara optimal konsantrasyonlarda ve büyüme ile gelişim süreçlerine bağlı olarak değişen gereksinimlere uygun şekilde sağlanması gerekmektedir (Scott ve ark., 2018). Yüksek dozlarda bakır, büyüme geriliği, yemden yararlanma oranının düşmesi ve hatta ölümle sonuçlanabilecek toksik etkilere yol açabilir. Bu durum, özellikle karaciğer ve böbreklerde birikimlere ve fonksiyon bozukluklarına neden olabilir (Scott ve ark., 2018). Öte yandan, yüksek dozda Cu'nun dışkıyla atılan Cu miktarını artırarak çevresel kirliliğe yol açabileceği bildirilmiştir (Pesti ve Bakalli, 1996; Hamdi ve ark., 2018).

Kanatlı hayvan rasyonları, bakırın antimikrobiyal ve büyüme teşvik edici etkileri nedeniyle genellikle profilaktik (koruyucu) konsantrasyonlarda Cu ile takviye edilmektedir. Ancak, yüksek bitkisel fitat içeriğine sahip yemlerde, Cu'nun biyoyararlanımı olumsuz etkilenebilir (Pesti ve Bakalli, 1996). Bu nedenle, kanatlı üreticileri, sürülerinin verimliliğini artırmak amacıyla farklı Cu kaynaklarını kullanmaktadır. Bakır sülfat pentahidrat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), kanatlı hayvanlar için en yaygın kullanılan Cu kaynağı olup (Pang ve Applegate, 2007; Scott ve ark., 2018), aynı zamanda diğer Cu kaynaklarının biyoyararlanımını belirlemek ve karşılaştırmak için referans nokta olarak kullanılmaktadır (Pang ve Applegate, 2007).

Antibiyotikler, kanatlı hayvanlar ve çiftlik hayvanlarında hastalıkları kontrol altına almak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, bazı antibiyotikler sub-terapötik seviyelerde büyüme teşvik edici olarak da uygulanmıştır. Ancak, bazı antibiyotiklerin kullanımı Avrupa Birliği'nde (AB) yasaklanmıştır. Bu yasak, antibiyotiklere dirençli bakterilerin ortaya çıkma riskini azaltmak ve insan sağlığını tehdit eden hayvansal ürünlerde antibiyotik kalıntılarını önlemek amacıyla getirilmiştir (Sabry ve ark., 2021). Bu doğrultuda, bağırsak mikroflorasını düzenleyerek hayvan sağlığını ve büyümesini

destekleyebilecek, çevre dostu alternatifler bulmak amacıyla kapsamlı araştırmalar yapılmaktadır. Özellikle, bağırsak mikroflorasını düzenleme, bağışıklık sisteminin etkinliğini artırma ve hayvan büyümesini teşvik etme açısından antibiyotiklere benzer etkiler gösterebilecek alternatifler geliştirilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (El Sabry ve ark., 2012; Pang ve ark., 2009).

Bakır (Cu), antimikrobiyal ve büyüme teşvik edici özelliklere sahip olması nedeniyle, antibiyotik büyüme destekleyicilere (AGP) potansiyel bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Arias ve Koutsos (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, 188 mg/kg seviyesinde tribazik bakır klorür (TBCC) veya bakır sülfat ($CuSO_4$) takviyesi alan civcivlerin, antibiyotik büyüme destekleyicileri verilen civcivlerle benzer veya daha tutarlı büyüme ve performans gösterdiği rapor edilmiştir. Ayrıca, Pesti ve Bakalli (1996), Banks ve ark. (2004a, 2004b) farklı Cu kaynaklarının büyüme teşvik edici olarak kullanılabileceğini, ancak etkinliklerinin farklılık gösterebileceğini bildirmiştir. Özellikle, kuprik sitratın daha düşük Cu seviyelerinde bile büyümeyi destekleme açısından kuprik sülfat pentahidrat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) ile karşılaştırıldığında daha verimli olduğu ve dışkıyla atılan Cu miktarını azalttığı gösterilmiştir (Pesti ve Bakalli, 1996).

NRC (1994) verilerine göre, farklı yaş gruplarındaki kanatlı türleri için bakır (Cu) gereksinimi 5 ila 8 mg/kg yem arasında değişmektedir. Ancak, bazı kanatlı üreticileri, yeni hatların büyümesini desteklemek ve besin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla daha yüksek Cu konsantrasyonlarını önermektedir.

Torki ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, rasyonla 13.2–13.6 mg/kg seviyelerinde bakır sülfat ($CuSO_4$) takviyesi kullanımının, broylerlerde ısı stresiyle ilişkili olumsuz etkileri hafifletebileceği gösterilmiştir. Bu etki, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) seviyelerinin artması ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) seviyelerinin azalmasıyla ilişkilendirilmiş olup, böylece lipoperoksidasyonun zararlı etkilerine karşı koruma sağladığı belirtilmiştir. Wu ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, 50 mg/kg yem seviyesinde TBCC kaynağından sağlanan Cu'nun, malondialdehit seviyesini düşürdüğü, yem değerlendirme etkinliğini artırdığı ve $CuSO_4$'e kıyasla iz mineral birikimini daha fazla iyileştirdiği bulunmuştur. Ali (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı Cu seviyelerinin (0, 25, 50 ve 100 mg/kg) Japon bıldırcınlarının performansı üzerindeki etkilerini incelemektedir. Çalışmanın bulgularına göre, 50 ve 100

mg/kg Cu takviyesi, Japon bıldırcınlarının üretim performansını ve bağışıklık sistemini iyileştirmiş ve kan kolesterol seviyelerini düşürmüştür.

Bu çalışmanın temel amacı ise bıldırcın rasyonlarına farklı bakır kaynaklarının (organik, inorganik ve nano) ve farklı dozların, hayvanların büyüme performansı, sağlık durumu ve kan parametreleri üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemektir. Bu doğrultuda, bakırın değişen formlarının biyoyararlanım düzeyleri, metabolik süreçlere etkileri ve büyüme parametreleri üzerindeki olası katkıları değerlendirilmiştir. Ayrıca, farklı bakır bileşiklerinin hematolojik ve biyokimyasal göstergelerde meydana getirebileceği değişiklikler analiz edilerek, en uygun bakır formunun belirlenmesine yönelik bilimsel veriler elde edilmesi amaçlanmıştır.

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftliğinde yapılmıştır. Farklı formlarda bakır (Cu) ilavesinin bıldırcınların büyüme performansı, sağlık durumu ve çeşitli kan parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, bıldırcınlar yemlerine ilave edilen inorganik, organik ve bitki özütü kaynaklı nano bakırın biyoyararlanım düzeyi ve metabolik süreçlere etkilerini değerlendirmek üzere bir kontrol ve altı deneysel gruba ayrılmıştır. Deneme grupları; 3 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup, 6 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup, 3 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup, 6 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup, 3 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup ve 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup olacak şekilde belirlenmiştir

Deney süresince, bıldırcınların canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı gibi büyüme performansına ilişkin parametreler izlenmiş; ayrıca toplam protein, albümin, alanin aminotransferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST), üre, total kolesterol, trigliserid, İmmünoglobulin A (IgA), İmmünoglobulin G (IgG) ve İmmünoglobulin M (IgM) düzeyleri belirlenerek sağlık durumu ve kan parametreleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında, bakırın farklı formlarının biyoyararlanım düzeyi ile büyüme ve metabolik süreçler üzerindeki olası katkılarının ortaya konması amaçlanmıştır. Deneme boyunca hayvanlara ad libitum yem ve su erişimi sağlanmış ve deney 5 hafta süreyle devam ettirilmiştir.

2.1. Yöntem

Bu çalışmada kullanılacak Matricaria chamomilla (papatya) örnekleri, Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma Merkezi'ne ait arazilerden toplanmıştır. Toplanan bitki materyali, laboratuvara getirilerek yüzeyde bulunabilecek olası kirleticilerden

arındırılması amacıyla distile su ile dikkatlice yıkanmıştır. Temizlenen örnekler, homojen bir kurutma sağlamak için etüvde 70 °C sıcaklıkta 24 saat süreyle kurutulmaya bırakılmıştır. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra, bitki materyali ince toz haline getirilmek üzere öğütülmüş ve homojen bir partikül boyutu elde edilmiştir.

Elde edilen toz halindeki bitki materyalinden 10 g tartılarak, içerisine 100 ml distile su eklenmiş bir cam beher içerisinde 80 °C sıcaklıkta demlenmeye bırakılmıştır. Toplam 1 saat sürecek demleme işlemi süresince, sıcaklığın sabit kalması sağlanarak etkin bileşenlerin maksimum ekstraksiyonu hedeflenmiştir. Ekstraksiyon tamamlandıktan sonra, çözelti oda sıcaklığına kadar soğumaya bırakılmış ve çözeltinin içerisindeki partiküllerin uzaklaştırılması amacıyla Whatman No:1 filtre kağıdı kullanılarak süzme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Filtrasyon sonrası elde edilen özüt, çalışmada kullanılmak üzere +4 °C'de uygun koşullarda saklanmıştır. Böylece, özütün kimyasal bileşiminin bozulmadan korunması ve deneysel çalışmalarda etkinliğinin sürdürülebilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, bakır oksit nanopartiküllerin (CuO NP) sentezini sağlamak amacıyla 10^{-3} M bakır sülfat penta hidrat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) çözeltisi hazırlanmıştır. Bu kapsamda, 5 hacim bakır nitrat çözeltisi ile 1 hacim bitki özütü solüsyonun rengi değişene kadar oda sıcaklığında karıştırılmıştır [1].

Reaksiyonun ardından, elde edilen çözelti 10.000 rpm hızında, 10 dakika süreyle ve toplam üç kez santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem sonucunda çöken pellet, fazla sıvıdan arındırıldıktan sonra 70 °C sıcaklıkta 24 saat boyunca kurutulmuştur.

Sentezlenen CuO NP'lerin morfolojik ve yapısal karakterizasyonu kapsamlı analiz yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, nanopartiküllerin morfolojik özellikleri Taramalı Elektron Mikroskobu (FE-SEM) ile incelenecek; karakteristik ışık emme bantları UV-Vis spektrofotometresi ile belirlenerek optik özellikleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, sentezlenen nanopartiküllerin yüzey yükleri Zeta potansiyel analizi, hidrodinamik çapları Dinamik Işık Saçılımı (DLS), kristal yapıları X-ışını Kırınımı (XRD) yöntemiyle analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra, sentezde rol oynayan fonksiyonel gruplar Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) ile belirlenerek nanopartiküllerin kimyasal bileşimi hakkında bilgi elde edilmiştir.

Karakterizasyon testleri sonrasında, 100 nm'den küçük boyutlara sahip, homojen (uniform) boyut dağılımı ve morfoloji gösteren nanopartiküller optimum sentez kriterleri çerçevesinde değerlendirilmiştir. Ayrıca, UV-Vis spektrofotometri analizlerinde 400-500 nm dalga boyu aralığında maksimum absorbans değeri gösteren nanopartiküller belirlenerek optik özellikleri açısından uygunluğu tespit edilmiş, bunun yanı sıra, XRD analizi sonucunda elde edilen difraksiyon piklerinin değerlendirilmesi ile nanopartiküllerin kristal yapısı ve saflık düzeyi belirlenmiştir.

2.2. Hayvan Materyali

Bu araştırma, Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni bölümü bıldırcın yetiştirme ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan hayvanlar fakültemiz bıldırcın ünitesinden temin edilmiştir. Çalışmada hayvan materyali olarak 2 haftalık yaştaki 175 adet bıldırcın kullanılmıştır. Araştırmaya başlamadan evvel hayvanlar 14 günlük bir ön adaptasyon yemlemesine tabii tutulmuştur.

2.3. Mualeme Gruplarının Oluşturulması

Bıldırcınlar deneme başında tartılarak ve canlı ağırlık farklılıkları minimum olacak şekilde gruplara dağıtılmıştır. Kafeslerin her birinde 5 adet bıldırcın bulundurulmuş ve her bir muamele grubu 5 tekerrürlü olarak toplam 5 kafes ve 25 yumurtacı bıldırcından oluşturulmuştur (Tabol 2.1). Mineral ve vitaminlerin yetersizliği veya fazlalığında oluşabilecek hastalıkların bilinmesi rasyonel hayvan besleme açısından oldukça önemlidir. Mineral fazlalığı ve özellikle yetersizliğinde çok sayıda hastalık oluşabilmekte ve bunlar da hayvancılık ekonomisinde önemli kayıplara neden olabilmektedir. Bu çalışmada karma yeme ilave edilen dozların fazlalığı ve eksikliğide tespit edilmiş ve toksik etkiye sahip olup olmadığıda araştırılmıştır. Yemlerin besin madde kompozisyonları besleme standartlarında belirtilen düzeylerde olmuştur. Deneme gruplarının karma yemlerine ayrıca bakır katılmıştır. Konsantre yemin içerisinde bulunan bakır içeriği analiz edilmiştir. Bütün yemler izonitrojenik ve izokalorik olarak hazırlanmıştır. Muamele gruplarının karma yemlerine 3 ve 6 mg/kg düzeylerinde inorganik, organik ve bitki özütü nano bakır ilave edilmiş ve 35 gün süreyle beslenmiştir. İnorganik ve organik bakır kaynakları ticari firmalardan bitki özütü ile elde edilen nano bakır ise kendi laboratuvarımızda üretilmiştir.

Tablo 2.1. Muamele gruplarının oluşturulması

Gruplar	Yem İçeriği	Sayı	Toplam
1	Kontrol, yemlerine ilave Cu katkısı yapılmayan yem tüketen grup	5x5	25
2	3 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	5x5	25
3	6 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	5x5	25
4	3 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	5x5	25
5	6 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	5x5	25
6	3 mg/kg düzeyinde bitki özütlü nano Cu katkılı yem tüketen grup	5x5	25
7	6 mg/kg düzeyinde bitki özütlü nano Cu katkılı yem tüketen grup	5x5	25
Toplam			175

2.4. Hayvan Yemlerine Katılışı

Hayvan beslemede hali hazırda kullanılan kimyasal ve organik minerallere alternatif olarak mineral nanopartikülleri daha az toksik etkiye sahip organik ve hayvanlar tarafından yararlanabilirlik daha fazla olacak ve bunun sonucunda da daha ekonomik, sağlıklı ve yüksek verimli hayvanlar elde edilmiş, hayvanlardan elde edilen hayvansal ürünler ile de insanların tüketimine sağlıklı ve organik ürünler sunulmuştur. Elde edilen bitki özütlü nanopartikül bakır; toz formda üretilmiş olup hayvanların konsantre yemlerine katılmak suretiyle verilmiştir.

2.5. Yem Analizleri ve Karma Yemlerin Hazırlanması

Araştırmada kullanılan karma yemlerin kuru madde, ham kül, ham yağ, ham protein ve ham selüloz analizleri Weende analiz yöntemine, şeker analizi Zoll kuralına ve nişasta analizi Polarimetrik yönteme göre Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı laboratuarlarında, Akyıldız (1984)'ün bildirişinden yararlanılarak yapılmıştır.

Metabolik Enerji (ME) değerleri ise WPSA yöntemine göre hesaplanmıştır (Vogt 1984).

ME (kcal/kg)= (3.69 x % ham protein + 8.18 x % ham yağ + 3.99 x % nişasta + 3.17 x % Şeker) x 10

Araştırmada bazal bir rasyon hazırlanacak (Tablo 2.2) ve bakır düzeyi belirlendikten sonra Tablo 2.1'deki muamele gruplarının oluşturulabilmesi için her bakır kaynağı için geriye kalan bakır miktarı katkı olarak rasyona ilave edilmiştir. Rasyon ERÜ Araştırma

ve Uygulama Çiftliği yem ünitesinde hazırlanmıştır. Yem hammaddeleri gerekli miktarlarda tartılıp öğütülerek ve karıştırıcıya verilmiştir. Vitamin ve mineral ön karışımlar, antikoksidial, DL-metionin, L-lizin, kireç taşı, dikalsiyum fosfat ve vitamin E ön karışım olarak karıştırıcıya verilerek daha sonra gerekli miktarlarda selenyum kaynakları ilavesi yapılmıştır. Yem tüketimi, yumurta verimi ve yemden yararlanma oranının tespiti ve selenyum içeriklerinin tespiti 14 günlük adaptasyon periyodundan sonra başlamak üzere hayvanların yem tüketimleri ve yumurta verimleri günlük olarak takip edilerek, yemden yararlanma oranları (YYO) hesaplanmıştır.

Tablo 2.2. Denemede kullanılacak konsantre yemin bileşimi

Yem Maddeleri,	**% Bileşimi**
Mısır	52,21
Soya Fasulyesi Küspesi	40,79
Mısır Gluteni	3,09
Bitkisel Yağ	1
Mermer Tozu	1,20
Dikalsiyum Fosfat	0,78
Lizin	0,05
Metiyonin	0,13
Vitamin-Mineral Premiksi*	0,50
Tuz	0,25

*Her 2,5 kilogram vitamin-mineral karmasında A vitamini 12 000 000 IU, D3 vitamini 2 400 000 IU, E vitamini 20 000 mg, K3 vitamini 4 000 mg, B1 vitamini 3 000 mg, B2 vitamini 7 000 mg, niasin 25 000 mg, kalsiyum D pantotenat 10 000 mg, B6 vitamini 5 000 mg, B12 vitamini 15 mg, D biotin 75 mg, folik asit 1 000 mg, kolin klorid 125 000 mg, manganez 100 000 mg, demir 60 000 mg, bakır 60 000 mg, bakır 5 000 mg, kobalt 200 mg, iyot 1 000 mg bulunmaktadır.

Hesaplanan Besin Maddeleri**	**İçerik**
Metabolik Enerji, Kcal/kg	2910
Kuru Madde, %	89,90
Ham Protein, %	24,00
Kalsiyum, %	0,80
Fosfor, %	0,32
Sodyum, %	0,12
Lizin, %	1,30
Metiyonin+Sistein, %	0,89

*: Vitamin-Mineral karışımı her 2,5 kg'daki miktarlar: vitamin A, 12.500.000 IU; vitamin D3, 3.000.000 IU; vitamin E, 20.000 mg; vitamin K3, 3.000 mg; vitamin B1, 2.500 mg; vitamin B2, 7.000 mg; vitamin B6, 5.000 mg; vitamin B12, 20 mg; niacin, 20.000 mg; Cal-D-Pan, 15.000 mg; folik asit, 1.000 mg; biotin, 20 mg; vitamin C, 50.000 mg; cholincholoride, 300.000 mg; mangan, 80.000 mg; demir, 70.000 mg; bakır, 50.000 mg; bakır, 6.250 mg; iyot, 1.250 mg; kobalt, 200 mg; selenyum, 150 mg; canthaxanthin, 0 mg; apo-carotenoicacidest., 0 mg; lasolosidsodium, 90.000 mg. **: Kuru madde hariç, değerler NRC (1994) tablolarından hesaplanmıştır.

2.6. Canlı Ağırlık ve Ağırlık Artışlarının Belirlenmesi

Hayvanlar denemenin başlangıcında, 1., 2., 3. ve 4.. haftalarda tek tek tartılarak CA'ları belirlenmiştir. Tartımlar 0,01 grama duyarlı terazide yapılmıştır. Tartımlar arasındaki farktan canlı ağırlık artışları (CAA) hesaplanmıştır.

2.7. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi

Araştırmanın 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. haftalarda yemliklerde kalan yem miktarı, o hafta başında her alt gruba verilen toplam yem miktarından çıkartılarak her alt grubun bir hafta içerisinde tükettiği yem miktarı bulunmuştur. Her alt grubun bir hafta içerisinde tükettiği yem miktarı kendi alt grubundaki mevcut hayvan sayısına bölünerek haftalık yem tüketimleri, alt gruplar ve grupların ortalamaları olarak hesaplanmıştır. Hayvanların deneme başlangıcından itibaren iki tartım aralığında tükettikleri ortalama yem miktarı, yine bu iki tartım aralığında belirlenen ortalama canlı ağırlık artışına bölünerek yemden yararlanma oranları hesaplanmıştır.

2.8. İstatistiksel Analizler

Çalışmada kullanılan her bir bitki 5 düzey ve 5 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme planında yürütülmüştür. Hayvanların kafese yerleşimleri tesadüf parselleri deneme planında olmuştur. Araştırma tesadüf parselleri deneme planında kurulduğu için analizler bu yönteme uygun şekilde SAS istatistik paket programında yapılmış, gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır. Önem seviyesi % 5 ($P<0.05$) olarak alınmıştır.

3. BÖLÜM

BULGULAR

Bu çalışmada, bıldırcın rasyonlarına farklı bakır kaynaklarının ve düzeylerinin ilavesinin büyüme performansı ve kan parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırma kapsamında, bıldırcınlar kontrol grubu ve farklı bakır formları içeren yemlerle beslenen gruplar olmak üzere yedi farklı gruba ayrılmıştır. Bu gruplar, 3 mg/kg ve 6 mg/kg düzeylerinde inorganik, organik ve nano bakır katkılı yemlerle beslenen gruplar ile kontrol grubunu içermektedir.

Nano bakır, bitki özütü kullanılarak hazırlanmış ve nano formun biyoyararlanımı ile performans üzerindeki olası etkileri değerlendirilmiştir. Her bir grup, kendisine özgü bakır içeriği bulunan rasyonlarla beş hafta boyunca beslenmiş ve bu süreçte hayvanların canlı ağırlıkları, canlı ağırlık artışları, yem tüketimleri, yemden yararlanma oranları ve kan parametreleri kaydedilmiştir. Ayrıca, farklı bakır formlarının ve düzeylerinin bıldırcınların büyüme performansı üzerindeki etkilerini değerlendirebilmek amacıyla istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bulguları, özellikle nano bakır katkısının diğer bakır formlarıyla karşılaştırıldığında büyüme performansı ve kan parametreleri üzerinde nasıl bir etki yarattığını ortaya koymayı hedeflemiştir.

Elde edilen sonuçlar, bakırın formu ve düzeyinin bıldırcınların büyüme performansı ve fizyolojik süreçleri üzerindeki etkilerini anlamak açısından önemli ipuçları sunmaktadır. Özellikle nano formdaki bakır katkısının, biyoyararlanımının yüksek olmasından dolayı diğer bakır formlarına kıyasla daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Nano bakırın büyüme performansı üzerindeki olumlu etkileri, diğer gruplarla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuş ve bu etkinin özellikle daha yüksek dozlarda belirginleştiği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, farklı bakır formlarının yalnızca büyüme performansı değil, aynı zamanda kan parametreleri üzerindeki etkilerinin de

değerlendirildiği vurgulanmıştır. Bu kapsamda, organik ve inorganik bakırın etkileri de karşılaştırılmış ve farklı bakır kaynaklarının fizyolojik tepkiler üzerindeki rolü detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Sonuçlar, bıldırcın rasyonlarında kullanılan bakır kaynaklarının doğru form ve düzeyde seçilmesinin, hem hayvan sağlığı hem de performansı optimize etmede önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

Tablo 3.1. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının canlı ağırlık üzerine etkileri

Grup	1.Hafta CA	2.Hafta CA	3.Hafta CA	4.Hafta CA	5.Hafta CA
Kontrol	31,97	53,02^{b}	88,57^{c}	140,47	185,64^{c}
3 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	31,98	56,38^{ab}	93,02^{bc}	147,31	199,65^{b}
6 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	31,99	57,81^{a}	94,50^{abc}	149,10	203,72^{ab}
3 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	31,86	58,31^{a}	96,94^{ab}	149,55	205,49^{ab}
6 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	31,92	59,25^{a}	98,65^{ab}	151,30	206,31^{ab}
3 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	31,86	59,12^{a}	98,38^{ab}	151,02	206,24^{ab}
6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	31,88	59,87^{a}	101,68^{a}	153,43	212,24^{a}
p	1,000	0,007	0,018	0,328	< 0,001

a,b: aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı (P<0,05) gösterir.

Tablo 3.1'de bıldırcınların 1. haftadan 5. haftaya kadar canlı ağırlıkları (CA) incelenmiş ve farklı gruplara ait değerler karşılaştırılmıştır. Çalışmada kontrol grubu ile birlikte, inorganik, organik ve nano Cu katkılı yemlerle beslenen grupların farklı dozlarda (3 mg/kg ve 6 mg/kg) performansları incelenmiştir. Her sütunda istatistiksel olarak farklılık gösteren değerler, farklı harflerle ifade edilmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre, 1. hafta itibarıyla gruplar arasında canlı ağırlık bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (P = 1,000). Tüm grupların benzer ortalama değerler göstermesi, bu dönemde bakır katkısının canlı ağırlık üzerinde etkisinin belirgin olmadığını ifade etmektedir. 2. hafta sonuçlarında ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmaya başlamıştır (P = 0,007). Özellikle 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup, kontrol grubuna göre daha yüksek canlı ağırlık sergilemiştir. Bu durum, nano Cu'nun biyoyararlanımının daha yüksek olabileceğini göstermektedir. 3. hafta itibarıyla gruplar arasında canlı ağırlık bakımından anlamlı fark devam etmiş (P = 0,018) ve yine 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem

tüketen grup en yüksek değeri göstermiştir. Bu, nano formdaki bakırın etkisinin özellikle bu dönemde daha belirgin hale geldiğine işaret etmektedir.

4.hafta sonuçlarına bakıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (P = 0,328). Bu, grupların büyüme performanslarının birbirine yakın seyrettiğini göstermektedir. Ancak 5. hafta itibarıyla gruplar arasında istatistiksel olarak çok anlamlı farklar ortaya çıkmıştır (P < 0,001). 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup en yüksek canlı ağırlığa ulaşırken, kontrol grubu en düşük değeri göstermiştir. Nano Cu'nun 6 mg/kg dozunda en yüksek canlı ağırlık artışı sağlaması, nano formdaki bakırın biyoyararlanımının ve büyüme üzerindeki etkisinin diğer formlara kıyasla daha güçlü olduğunu ortaya koymaktadır.

Genel olarak, nano Cu katkılı yem tüketen grupların, özellikle 6 mg/kg düzeyinde, canlı ağırlık artışında diğer gruplara kıyasla daha iyi performans sergilediği görülmektedir. Kontrol grubunun her haftada diğer gruplara göre daha düşük canlı ağırlık değerlerine sahip olması, Cu katkısının büyüme performansı üzerindeki olumlu etkisini desteklemektedir. Elde edilen bu sonuçlar, bıldırcın rasyonlarına eklenen bakırın formu ve miktarının büyüme performansını önemli ölçüde etkilediğini ve nano formdaki bakırın biyolojik olarak daha etkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.2. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının canlı ağırlık artışı üzerine etkileri

Grup	1.Hafta CAA	2.Hafta CAA	3.Hafta CAA	4.Hafta CAA
Kontrol	3,01^{c}	5,08	7,41	6,45
3 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	3,49b	5,24	7,76	7,48
6 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	3,69^{ab}	5,24	7,80	7,80
3 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	3,78^{ab}	5,52	7,52	7,99
6 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	3,90^{a}	5,63	7,52	7,86
3 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	3,89^{a}	5,61	7,52	7,89
6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	4,00^{a}	5,97	7,39	8,40
P	< 0,001	0,543	0,998	0,342

a,b: aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı (P<0,05) gösterir.

Verilen tablo (3.2.) incelendiğinde, bıldırcın gruplarının 1. haftadan 4. haftaya kadar olan ortalama canlı ağırlık artışları (CAA) farklı bakır formlarına ve düzeylerine göre değerlendirilmiştir. Kontrol grubu ile birlikte 3 mg/kg ve 6 mg/kg düzeylerinde inorganik, organik ve nano Cu katkılı yem tüketen grupların performansı istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Her sütunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren değerler, farklı harflerle ifade edilmiştir.

1. hafta sonuçlarına göre gruplar arasında canlı ağırlık artışları açısından çok anlamlı farklar bulunmuştur ($P < 0,001$). Kontrol grubunun canlı ağırlık artışı diğer tüm gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur. En yüksek canlı ağırlık artışı, 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grupta gözlemlenmiştir. Bu durum, özellikle nano formdaki bakırın büyüme performansı üzerinde olumlu bir etki gösterdiğini düşündürmektedir.

2. hafta sonuçlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P = 0,543$). Grupların canlı ağırlık artışı değerleri birbirine daha yakın seyretmiş, ancak nano Cu katkılı yem tüketen grupların diğer gruplara oranla daha yüksek değerler göstermeye devam ettiği gözlemlenmiştir. Bu haftada bakır katkısının büyüme performansı üzerindeki etkisi anlamlı olmamakla birlikte, nano formun olumlu etkilerinin sürdüğü dikkati çekmektedir. 3. haftada da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($P = 0,998$). Ancak bakır katkılı yem tüketen gruplar, kontrol grubuna göre daha yüksek canlı ağırlık artışı göstermeye devam etmiştir.

4. hafta sonuçlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P = 0,342$). Ancak 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup, bu haftada da en yüksek canlı ağırlık artışı değerine sahip olmuştur. Kontrol grubu ise en düşük değerleri göstermeye devam etmiştir. Nano bakırın daha yüksek biyoyararlanımı nedeniyle büyüme performansını artırıcı etkisinin sürdüğü, ancak bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmadığı görülmektedir.

Genel olarak, nano Cu katkılı yem tüketen gruplar, özellikle 6 mg/kg düzeyinde, tüm haftalarda diğer gruplara kıyasla daha yüksek canlı ağırlık artışına sahip olmuş, kontrol grubunun ise en düşük performansı sergilediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, nano formdaki bakırın büyüme performansı üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamaktadır.

Tablo 3.3. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının yem tüketimi üzerine etkileri

Grup	1.Hafta Yem Tüketimi	2.Hafta Yem Tüketimi	3.Hafta Yem Tüketimi	4.Hafta Yem Tüketimi	5.Hafta Yem Tüketimi
Kontrol	85,34	117,79	143,80	166,47	167,42
3 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	83,65	119,42	141,61	163,08	164,53
6 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	82,81	120,36	140,21	162,68	163,82
3 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	83,73	122,18	140,88	162,99	163,96
6 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	83,52	123,05	139,76	161,05	162,62
3 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	82,39	119,37	138,62	160,60	161,27
6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	81,93	121,27	137,89	159,10	160,45
P	0,980	0,982	0,734	0,859	0,874

a,b: aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı (P<0,05) gösterir.

Tablo 3.3, farklı düzeylerde ve formlarda bakır katkılı yem tüketen bıldırcın gruplarının 1. haftadan 5. haftaya kadar olan yem tüketimini göstermektedir. Gruplar arasında haftalık yem tüketim değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmış ve sonuçlar P (anlamlılık) değerleri ile verilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre haftalık yem tüketiminde gruplar arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (P > 0,05).

Tablonun birinci haftasına ait sonuçlarda gruplar arasında yem tüketimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (P = 0,980). Kontrol grubunun yem tüketimi diğer gruplara kıyasla en yüksek değeri göstermiştir. Bununla birlikte, 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup en düşük yem tüketimine sahiptir. Ancak bu farklar istatistiksel olarak anlamlı olmadığından, yem tüketimi üzerinde bakır formu ve düzeylerinin ilk hafta itibarıyla belirgin bir etkisi olmadığı söylenebilir.

İkinci hafta sonuçlarına bakıldığında, gruplar arasında yem tüketiminde yine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (P = 0,982). Tüm grupların yem tüketim değerleri birbirine oldukça yakın seyretmiş ve bakır katkılı yem tüketen grupların, kontrol grubuna benzer yem tüketim değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu hafta itibarıyla yem tüketiminde herhangi bir form ya da dozun öne çıktığı bir eğilim tespit edilmemiştir.

Üçüncü hafta sonuçlarında gruplar arasında yem tüketimi açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir (P = 0,734). Ancak bakır katkılı yem tüketen grupların yem tüketimi

kontrol grubuna kıyasla hafifçe daha düşük seviyede kalmıştır. Bu hafta boyunca özellikle 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grubun en düşük yem tüketim değerini sergilediği dikkat çekmektedir. Nano bakırın yem tüketimini etkileyen bir özelliği olabileceği izlenimi oluşsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Dördüncü hafta itibarıyla gruplar arasında yem tüketimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (P = 0,859). Gruplar arasında yem tüketimi benzer düzeylerde seyretmiş, kontrol grubu yine en yüksek yem tüketim değerine sahip olmuştur. Buna karşın, 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup en düşük yem tüketim değerini göstermiştir. Nano bakır katkısının yem tüketim verimliliği üzerinde etkili olabileceği bu eğilimle bir kez daha gözlemlenmiştir.

Beşinci hafta sonuçlarında da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (P = 0,874). Grupların yem tüketim değerleri birbirine oldukça yakın olmakla birlikte, kontrol grubu en yüksek yem tüketim değerine ulaşmıştır. Nano Cu katkılı yem tüketen gruplar, özellikle 6 mg/kg düzeyindeki grup, en düşük yem tüketimini göstermeye devam etmiştir. Bu durum, nano bakır katkısının yemden yararlanma oranını artırabileceğine dair bir işaret olabilir, ancak bu sonuçların istatistiksel anlamlılık taşımaması bu etkiyi kesin olarak kanıtlamamaktadır.

Tablo 3.4. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının yemden yararlanma oranı üzerine etkileri

Grup	1.Hafta YYO	2.Hafta YYO	3.Hafta YYO	4.Hafta YYO
Kontrol	6,99[a]	4,27	3,19	3,61
3 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	4,94[b]	4.00	3,31	3,70
6 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	4,73[b]	3,98	3,26	3,70
3 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	4,73[b]	3,96	3,37	3,31
6 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	4,54[b]	3,71	3,10	3,19
3 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	4,38[b]	3,70	3,68	3,35
6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	4,49[b]	3,73	3,54	3,17
p	< 0,001	0,475	0,901	0,839

a,b: aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı (P<0,05) gösterir.

Tablo 3.4. incelendiğinde, bıldırcın gruplarının 1. haftadan 4. haftaya kadar yem tüketimlerine bağlı olarak yemden yararlanma oranları (YYO) değerlendirilmiştir. Kontrol grubu ve farklı düzeylerde bakır katkılı yem tüketen gruplar arasında haftalık yemden yararlanma oranlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması yapılmış ve sonuçlar tabloda verilmiştir.

Tablonun birinci haftasına ait sonuçlarda, gruplar arasında yemden yararlanma oranları (YYO) açısından istatistiksel olarak çok anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0,001$). Kontrol grubu, diğer gruplara kıyasla en yüksek yemden yararlanma oranına sahip olurken, 3 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup en düşük değeri göstermiştir. Bu sonuçlar, bakır katkısının ilk hafta itibarıyla yemden yararlanma üzerinde belirgin bir olumlu etki sağlamadığını, kontrol grubunun bu metrikte daha başarılı olduğunu göstermektedir.

İkinci hafta itibarıyla gruplar arasında YYO değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($P = 0,475$). Tüm gruplar benzer yemden yararlanma oranları göstermiş ve kontrol grubu ile bakır katkılı yem tüketen gruplar arasındaki fark azalmıştır. Bu durum, ikinci haftada bakır formu ve düzeylerinin yemden yararlanma oranı üzerindeki etkilerinin sınırlı olduğunu düşündürmektedir. Üçüncü haftada da gruplar arasında YYO açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P = 0,901$). Kontrol grubunun YYO değerleri bakır katkılı yem tüketen gruplarla benzer seviyelerde seyrederken, bakır katkılı yem tüketen grupların değerlerinde önemli bir farklılık kaydedilmemiştir. Genel olarak bakır katkılı yem tüketen grupların YYO değerleri kontrol grubuna kıyasla hafifçe daha düşük olmakla birlikte, bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Dördüncü haftada da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P = 0,839$). Tüm gruplar birbirine benzer YYO değerleri sergilerken, kontrol grubunun performansı bakır katkılı yem tüketen gruplarla neredeyse eşit seviyede kalmıştır. Nano Cu katkılı yem tüketen grupların, özellikle 6 mg/kg düzeyindeki grubun, hafif bir artış gösterdiği gözlemlense de bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bir düzeye ulaşmamıştır.

Tablo 3.5. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının kan parametreleri (TP (g/dL), Albumin (g/dL) ve Cu düzeyi) üzerine etkileri

Grup	TP (g/dL)	Albumin (g/dL)	Cu düzeyi (mg/kg)
Kontrol	4,45[a]	2,86[a]	0,58[c]
3 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	3,66 [b]	2,10[bc]	0,79[b]
6 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	3,73[b]	2,24[b]	0,83[b]
3 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	3,64 [b]	2,06[bc]	0,80[b]
6 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	3,63[b]	2,02[c]	0,84[b]
3 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	3,54[b]	2,01[c]	0,83[b]
6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	3,50[b]	1,97[c]	1,19[a]
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001

a,b: aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı (P<0,05) gösterir.

Tablo 3.5 incelendiğinde, farklı bakır formlarının ve düzeylerinin bıldırcınların toplam protein (TP), albumin ve bakır (Cu) düzeyleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları, tüm parametreler açısından gruplar arasında anlamlı farklılıklar olduğunu göstermektedir ($P < 0,001$).

Toplam protein (TP) düzeyleri açısından değerlendirildiğinde, kontrol grubu en yüksek değere sahip olmuştur (4,45 g/dL). Bakır katkılı yem tüketen tüm gruplarda TP düzeyleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur. En düşük TP değeri, 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grupta tespit edilmiştir (3,50 g/dL). Bakır katkısının toplam protein seviyelerinde belirgin bir azalmaya neden olduğu, özellikle nano formdaki bakırın bu azalmayı daha fazla tetiklediği görülmektedir. Bu durum, bakırın protein metabolizması ve sentezi üzerindeki potansiyel etkilerini düşündürmektedir.

Albumin düzeyleri açısından benzer bir eğilim gözlemlenmiş olup, kontrol grubunun en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir (2,86 g/dL). Bakır katkılı yem tüketen gruplarda albumin düzeyleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşüş göstermiştir. En düşük albumin seviyesi, 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grupta tespit edilmiştir (1,97 g/dL). Bu sonuçlar, bakır katkısının albumin sentezi üzerinde baskılayıcı bir etkiye sahip olabileceğini düşündürmektedir.

Bakır (Cu) düzeyleri açısından değerlendirildiğinde, kontrol grubunun en düşük bakır düzeyine sahip olduğu görülmüştür (0,58 mg/kg). Bakır katkılı yem tüketen grupların tamamında bakır düzeyleri anlamlı şekilde artmıştır. En yüksek bakır seviyesi, 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grupta tespit edilmiştir (1,19 mg/kg). Bakır formu ve dozuna bağlı olarak kan Cu seviyelerinde belirgin artışlar gözlenmiş olup, nano formdaki bakırın biyoyararlanımının daha yüksek olabileceği bu sonuçlarla desteklenmektedir.

Tablo 3.6. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının karaciğer fonksiyonlarını etkileyen kan parametreleri üzerine etkileri

Grup	ALT (U/L)	AST (U/L)
Kontrol	13,98	200,46^{g}
3 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	13,74	234,37^{f}
6 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	13,75	236,02^{e}
3 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	13,84	239,86^{d}
6 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	13,80	240,44^{c}
3 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	13,79	241,33^{b}
6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	13,78	242,10^{a}
p	0,612	< 0,001

a,b: aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı (P<0,05) gösterir.

Tablo 3.6 incelendiğinde, farklı bakır formlarının ve düzeylerinin bıldırcınların karaciğer fonksiyon testleri üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Alanin Aminotransferaz (ALT) ve Aspartat Aminotransferaz (AST) seviyeleri analiz edilmiş ve gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel anlamlılığı belirlenmiştir.

ALT seviyeleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (P = 0,612). Tüm gruplarda ALT değerleri birbirine oldukça yakın olup, bakır katkılı yem tüketiminin ALT enzim düzeyi üzerinde belirgin bir etki yaratmadığı gözlemlenmiştir. Kontrol grubu, (13,98 U/L) ile en yüksek ALT değerine sahipken, en düşük değer 3 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grupta gözlemlenmiştir (13,74 U/L). Bununla birlikte, farklı bakır form ve dozlarının ALT seviyelerinde anlamlı bir değişime neden olmadığı söylenebilir.

AST seviyeleri açısından değerlendirildiğinde ise gruplar arasında istatistiksel olarak çok anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (P < 0,001). Kontrol grubunda AST düzeyi (200,46 U/L) olarak belirlenirken, bakır katkılı yem tüketen gruplarda bu değer belirgin şekilde

artmıştır. En yüksek AST seviyesi, 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grupta (242,10 U/L) tespit edilmiştir. Bakırın farklı formları ve dozları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmakta olup, özellikle nano formdaki bakırın AST seviyelerinde daha fazla artışa neden olduğu görülmektedir.

Tablo 3.7. Bitki özütü ile elde edilen nano bakırın ve farklı bakır kaynaklarının metabolik ve immünolojik parametreler üzerine etkileri

Grup	Urea (mg/dL)	TC (mg/dL)	TG (mg/dL)	IgA (mg/dL)	IgG (mg/dL)	IgM (mg/dL)
Kontrol	6,23^{c}	148,26^{d}	101,66^{a}	14,31^{d}	21,71^{d}	12,94^{d}
3 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	7,08^{a}	147,92^{e}	72,41^{b}	14,68^{c}	23,51^{c}	13,19^{c}
6 mg/kg düzeyinde inorganik Cu katkılı yem tüketen grup	7,00^{ab}	148,47^{c}	64,04^{e}	14,87^{bc}	24,39^{b}	13,31^{bc}
3 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	6,92^{ab}	148,65^{c}	70,90^{c}	15,04^{bc}	24,16^{b}	13,43^{bc}
6 mg/kg düzeyinde organik Cu katkılı yem tüketen grup	6,90^{ab}	148,85^{b}	64,18^{e}	15,23^{ab}	24,31^{b}	13,54^{ab}
3 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	6,86^{b}	149,33^{a}	66,78^{d}	15,23^{ab}	25,15^{a}	13,55^{ab}
6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grup	6,83^{b}	149,52^{a}	61,22^{f}	15,55^{a}	25,50^{a}	13,75^{a}
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

a,b: aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı (P<0,05) gösterir.

Tablo 3.7 incelendiğinde, farklı bakır formlarının ve düzeylerinin bıldırcınların metabolik ve immünolojik parametreleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Üre, total kolesterol (TC), trigliserid (TG), İmmünoglobulin A (IgA), İmmünoglobulin G (IgG) ve İmmünoglobulin M (IgM) düzeyleri istatistiksel olarak analiz edilmiş ve gruplar arasındaki farklılıkların anlamlılığı belirlenmiştir. P değerleri incelendiğinde, tüm parametrelerde gruplar arasında istatistiksel olarak çok anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir (P < 0,001).

Metabolik Parametreler:

Üre düzeyleri açısından kontrol grubu, diğer gruplara kıyasla en düşük değere sahip olmuştur (6,23 mg/dL). Bakır katkılı yem tüketen grupların tamamında üre düzeyleri anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur. En yüksek üre düzeyi, 3 mg/kg düzeyinde

inorganik Cu katkılı yem tüketen grupta tespit edilmiştir (7,08 mg/dL). Bu bulgular, bakır katkısının protein metabolizması ve azot dengesine etkili olabileceğini göstermektedir.

Total kolesterol düzeyleri açısından değerlendirildiğinde, kontrol grubunda (148,26 mg/dL) olarak belirlenen TC seviyesi, 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grupta en yüksek değere ulaşmıştır (149,52 mg/dL). Trigliserid düzeyleri açısından ise kontrol grubu en yüksek değeri sergilemiş (101,66 mg/dL), bakır katkılı yem tüketen gruplarda bu değerler anlamlı şekilde düşüş göstermiştir. En düşük TG seviyesi, 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grupta tespit edilmiştir (61,22 mg/dL). Bu durum, bakırın lipid metabolizması üzerinde etkili olabileceğini ve özellikle nano formdaki bakırın trigliserid seviyelerini düşürme eğiliminde olduğunu düşündürmektedir.

İmmünolojik Parametreler:

IgA düzeyleri açısından kontrol grubu en düşük değere sahipken (14,31 mg/dL), bakır katkılı yem tüketen grupların tamamında bu değerlerin anlamlı şekilde arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek IgA seviyesi, 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grupta tespit edilmiştir (15,55 mg/dL). Bu durum, nano bakırın immün sistemi uyarmada potansiyel bir role sahip olabileceğini göstermektedir.

IgG düzeyleri açısından kontrol grubu en düşük değeri göstermiştir (21,71 mg/dL). Bakır katkılı yem tüketen grupların tamamında IgG düzeyleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmış olup, en yüksek IgG seviyesi 6 mg/kg düzeyinde nano Cu katkılı yem tüketen grupta tespit edilmiştir (25,50 mg/dL). Benzer şekilde, IgM düzeyleri açısından da kontrol grubu en düşük değeri göstermiştir (12,94 mg/dL), bakır katkılı yem tüketen grupların tamamında ise bu değerler artış göstermiştir.

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Tartışma

Bu çalışmanın amacı, bıldırcın rasyonlarına ilave edilen bitki özütüyle elde edilen nano bakır ve diğer farklı bakır kaynaklarının bıldırcınların performansı ve kan parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Bu kapsamda, bakırın farklı formlarının hayvan sağlığı ve büyüme göstergeleri üzerindeki potansiyel faydaları, olası biyoyararlanım farklılıkları ve kan parametrelerinde yol açtığı değişiklikler analiz edilmiştir.

Rasyona (3 ve 6mg/kg) iki farklı oranda bakır ilavesi ile bir kontrol grubu oluşturularak yürütülen bu çalışmada bıldırcınların canlı ağırlık, değişimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, immünolojik ve serum biyokimya parametreleri gibi özellikleri üzerinde durulmuştur.

Çalışmada, rasyona farklı Cu kaynaklarının ilavesi birinci hafta ve dördüncü hafta hariç diğer üç haftada canlı ağırlık değerlerini önemli düzeyde artırdığı tespit edilmiştir. Bitki özütü ile elde edilen nano Cu katkılı yem tüketen grupların, özellikle 6 mg/kg düzeyinde, canlı ağırlık artışında diğer gruplara kıyasla daha iyi performans sergilediği görülmektedir. Kontrol grubunun her haftada diğer gruplara göre daha düşük canlı ağırlık değerlerine sahip olması, Cu katkısının büyüme performansı üzerindeki olumlu etkisini desteklemektedir. Elde edilen bu sonuçlar, bıldırcın rasyonlarına eklenen bakırın formu ve miktarının büyüme performansını önemli ölçüde etkilediğini ve nano formdaki bakırın biyolojik olarak daha etkili olduğunu göstermektedir.

Genel olarak, nano Cu katkılı yem tüketen gruplar, özellikle 6 mg/kg düzeyinde, tüm haftalarda diğer gruplara kıyasla daha yüksek canlı ağırlık artışına sahip olmuş, kontrol

grubunun ise en düşük performansı sergilediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, nano formdaki bakırın büyüme performansı üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamaktadır.

Benzer çalışmalar İbrahim ve ark. (2022) tarafından da rapor edilmiş ve araştırıcılar etlik piliçlerin yemlerine nano bakır ilavesinin canlı ağırlığı artırdığını bildirmişlerdir (Abdullah ve ark., 2022). Bakır nanopartiküllerinin, dozlarının daha düşük olması ve ayrıca sindirim sistemi emilimini artırabilen boyutları nedeniyle piliçlerin büyüme performansını daha büyük ölçüde artırdığını bildirmişlerdir (Mohamed ve ark., 2022).

El-Kazaz ve Hafez (2019) tarafından yapılan çalışmada etlik piliçlerin içme suyuna nano bakır ilavesi ile canlı ağırlık artışı olduğunu bildirmişlerdir. Miroshnikov ve ark. (2015) tarafından etlik civcivlere kas içi nano bakır enjeksiyonu sonucu canlı ağırlığın artırdığını bildirmişlerdir.

Lopez ve ark. (2024) yumurtacı bıldırcınların rasyonlarına ilave edilen farklı bakır kaynaklarının canlı ağırlığı etkilemediğini bildirmişlerdir.

Nano Cu katkılı yem tüketen gruplar, özellikle 6 mg/kg düzeyindeki grup, en düşük yem tüketimini göstermeye devam etmiştir. Bu durum, nano bakır katkısının yemden yararlanma oranını artırabileceğine dair bir işaret olabilir, ancak bu sonuçların istatistiksel anlamlılık taşımaması bu etkiyi kesin olarak kanıtlamamaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, yem tüketimi ve YYO değerleri bakımından rasyona ilave edilen farklı bakır kaynaklarının etkilemediği tespit edilmiştir. Naz ve ark. (2024) tarafından bıldırcınlara gavaj yolu ile verdikleri nano bakırın yem tüketimini ve yemden yararlanma oranını artırmadığını fakat canlı ağırlığı artırdığını bildirmişlerdir.

Bu sonuçlar, yemden yararlanma oranında bakır formu ve düzeylerinin etkilerinin daha kapsamlı araştırmalarla değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, kontrol grubu toplam protein ve albumin seviyeleri açısından en yüksek değerlere sahip olurken, bakır katkılı yem tüketen gruplarda bu parametrelerin anlamlı şekilde düştüğü gözlemlenmiştir. Nano formdaki bakırın, özellikle 6 mg/kg düzeyinde uygulandığında, toplam protein ve albumin seviyeleri üzerindeki etkisinin daha belirgin olduğu görülmektedir. Öte yandan, bakır düzeyleri bakır katkılı yem tüketen gruplarda istatistiksel olarak anlamlı şekilde artış göstermiştir

ve nano formdaki bakır en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Scott ve ark.(2018) Broiler tavuklarda farklı seviyelerde verdikleri nano bakırın albümin değerini etkilemediğini bildirmişlerdir. Kumar ve ark. (2013) 100-400 mg/kg CuSO4 ile beslenen piliçlerde kan serumu toplam proteini, kolesterol, glikoz değerlerini azaltmış ürik asit düzeylerinin arttığını bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda kan serum toplam protein konsantransyonununda artış olduğunu bildirmişlerdir (Yang ve ark.,2009;Wang ve ark., 2011; Scott ve ark.,2018).

Kan ALT ve AST düzeyleri karaciğerin sağlık durumunu yansıtır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, ALT seviyelerinde bakır katkısının herhangi bir anlamlı etkisi bulunmazken, AST seviyelerinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. AST seviyelerinin bakır katkılı yem tüketen gruplarda belirgin şekilde artmış olması, bakırın özellikle yüksek dozlarda potansiyel hepatotoksik etkiler yaratabileceğini düşündürmektedir. Nano bakır katkısının AST seviyelerini en fazla artıran grup olması, bu formun karaciğer metabolizması üzerindeki etkilerinin daha detaylı araştırılmasını gerektirebilir. Bu sonuçlar, farklı bakır formlarının karaciğer fonksiyonları üzerindeki etkilerini daha kapsamlı incelemek adına ileri toksikolojik ve biyokimyasal analizlerin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar, farklı bakır formlarının ve düzeylerinin metabolik ve immünolojik parametreler üzerinde belirgin etkileri olduğunu göstermektedir. Üre düzeylerinde artış, bakır katkısının protein metabolizmasını etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Yapılan çalışma ile benzerlik gösteren

Total kolesterol seviyeleri genel olarak benzer seyrederken, trigliserid seviyelerindeki düşüş, özellikle nano Cu katkılı yem tüketen gruplarda daha belirgin olup, bakırın lipid metabolizmasını düzenleyici etkisi olabileceğini göstermektedir.

İmmünoglobulin düzeylerinin tüm bakır katkılı gruplarda artış göstermesi, bakırın bağışıklık sistemi üzerinde olumlu bir etkisi olabileceğini düşündürmektedir. Özellikle nano formdaki bakır katkısının immünoglobulin seviyelerini artırmada diğer bakır formlarına kıyasla daha etkili olduğu dikkat çekmektedir.

Tavuklara içme sularına bakır nanopartiküllerinin ilavesi ile serum IgA, IgM ve IgG içeriklerinin arttığını bildirmişlerdir (Ognik ve ark., 2018). Ek olarak, tavuklarda yapılan bir çalışma da nano-Cu takviyesinin kandaki IgA, IgM ve IgG seviyelerini yükselttiğini tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2011). Bu sonuçlar, yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermiştir. Bakır formunun ve dozunun metabolik süreçler ve bağışıklık sistemi üzerindeki etkilerinin daha ayrıntılı araştırılmasını gerektirmektedir

Bıldırcınlardan elde edilen bu sonuçlar muhtemelen diğer kanatlılar için degeçerli olabilir. Bunun kesin olarak teyidinin diğer kanatlılarda yapılacak çalışmalar ile mümkün olacağı kanaatine varılmıştır.

KAYNAKÇA

Abdullah, S. S., Masood, S., Zaneb, H., Rabbani, I., Akbar, J., Kuthu, Z. H., Vargas-Bello-Pérez, E. 2022. Effects of copper nanoparticles on performance, muscle and bone characteristics and serum metabolites in broilers. **Brazilian journal of Biology, 84:** e261578.

Abhishek Sahoo, A. S., Swain, R. K., Mishra, S. K., Behura, N. C., Beura, S. S., Sahoo, C., Jena, B. 2016. *Growth, feed conversion efficiency, and carcass characteristics of broiler chicks fed on inorganic, organic and nano zinc supplemented diets*. Dept. of Animal Nutrition, Arawali Veterinary College, (Rajasthan University of Veterinary and Animal Sciences), Bajor, Sikar, Rajasthan, pp. 332-403.

Alagawany, M., El-Hindawy, M. M., Mohamed, L. A., Bilal, R. M., Soomro, J. 2022. The use of cold pressed oils as eco-friendly alternatives for antibiotics in high and low-CP diets of laying Japanese quail. **Animal Biotechnology, 33**(5): 816-823.

Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Tiwari, R., Yatoo, M. I., Karthik, K., Dhama, K. 2021. Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health–a comprehensive review. **Veterinary Quarterly, 41**(1): 1-29.

Alagawany, M., Ibrahim, Z. A., Abdel-Latif, E. A., & Reda, F. M. 2020. Use of Aspergillus japonicas culture filtrate as a feed additive in quail breeder's nutrition. **Italian Journal of Animal Science, 19**(1): 1289-1296.

Al-Bairuty, G. A., Boyle, D., Henry, T. B., Handy, R. D. 2016. Sublethal effects of copper sulphate compared to copper nanoparticles in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) at low pH: physiology and metal accumulation. **Aquatic Toxicology, 174:** 188-198.

Ali, R. A. 2018. Physiological and antioxidant responses of Japanese quail to dietary copper supplementation. **Journal of Animal and Poultry Production, 9**(12): 489-495.

Araujo, J. A., da Silva, J. H. V., de Lima Amâncio, A. L., Lima, C. B., de Oliveira, E. R. A. 2008. Fontes de minerais para poedeiras. **Acta Veterinária Brasílica, 2**(3): 53-60.

Arias, V. J., Koutsos, E. A. 2006. Effects of copper source and level on intestinal physiology and growth of broiler chickens. **Poultry Science, 85**(6): 999-1007.

Banks, K. M., Thompson, K. L., Jaynes, P., Applegate, T. J. 2004a. The effects of copper on the efficacy of phytase, growth, and phosphorus retention in broiler chicks. **Poultry Science, 83**(8): 1335-1341.

Banks, K. M., Thompson, K. L., Rush, J. K., Applegate, T. J. 2004b. Effects of copper source on phosphorus retention in broiler chicks and laying hens. **Poultry Science, 83**(6): 990-996.

Bao, Y. M., Choct, M. (2009). Trace mineral nutrition for broiler chickens and prospects of application of organically complexed trace minerals: a review. **Animal Production Science, 49**(4): 269-282.

Boyles, M. S., Ranninger, C., Reischl, R., Rurik, M., Tessadri, R., Kohlbacher, O., Huber, C. G. 2015. Copper oxide nanoparticle toxicity profiling using untargeted metabolomics. **Particle and Fibre Toxicology, 13:** 1-20.

Camacho-Flores, B. A., Martínez-Álvarez, O., Arenas-Arrocena, M. C., Garcia-Contreras, R., Argueta-Figueroa, L., De La Fuente-Hernández, J., Acosta-Torres, L. S. 2015. Copper: Synthesis techniques in nanoscale and powerful application as an antimicrobial agent. **Journal of Nanomaterials, 2015**(1): 415238.

Chesters, J. K. 1992. Trace element-gene interactions. **Nutrition Reviews, 50**(8): 217-223.

Civardi, C., Schubert, M., Fey, A., Wick, P., Schwarze, F. W. 2015. Micronized copper wood preservatives: efficacy of ion, nano, and bulk copper against the brown rot fungus Rhodonia placenta. **PloS one, 10**(11): e0142578.

Díaz, T. G., Teodoro, A. L., Rojas, I. C. O., Chitiva, A. F. P., Guzman, J. A. P. 2015. Metabolismo do cobre na nutrição animal: revisão. **PubVet, 9:** 252-286.

Din, M. I., Rehan, R. 2017. Synthesis, characterization, and applications of copper nanoparticles. **Analytical Letters, 50**(1): 50-62.

Directorate, C., Opinions, S. 2002. Health & Consumer Protection Directorate-General. European Commission, 466 p.

Elder, A., Vidyasagar, S., DeLouise, L. 2009. Physicochemical factors that affect metal and metal oxide nanoparticle passage across epithelial barriers. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology, 1**(4): 434-450.

El-Rayes, T. K., El-Damrawy, S. Z., El-Deeb, M. H., Adel Abdelghany, I. 2019. Re/post-hatch nano-zinc supplementations effects on hatchability, growth performance, carcass traits, bone characteristics and physiological status of inshas chicks. **Egyptian Poultry Science Journal, 39**(4): 771-789.

El-Sabry, M. I. M., Atta, A. M. M., Tzschentke, B., Gharib, H. B. A., Stino, F. K. R. 2012. Potential use of Interleukin-2-rich supernatant adjuvant in Fayoumi hens. **European Poultry Science, 76**(3): 162-167. https://doi.org/10.1016/S0003-9098(25)00729-5

Failla, M. L. 2003. Trace elements and host defense: recent advances and continuing challenges. **The Journal of Nutrition, 133**(5): 1443-1447.

Feng, M., Wang, Z. S., Zhou, A. G., Ai, D. W. 2009. The effects of different sizes of nanometer zinc oxide on the proliferation and cell integrity of mice duodenum-epithelial cells in primary culture. **Pakistan Journal Nutrition, 8**(8): 1164-1166.

Gatoo, M. A., Naseem, S., Arfat, M. Y., Mahmood Dar, A., Qasim, K., Zubair, S. 2014. Physicochemical properties of nanomaterials: implication in associated toxic manifestations. **BioMed Research International, 1:** 498420.

Gonzales-Eguia, A., Fu, C. M., Lu, F. Y., Lien, T. F. 2009. Effects of nanocopper on copper availability and nutrients digestibility, growth performance and serum traits of piglets. **Livestock Science, 126**(1-3): 122-129.

Hamdi, M., Solà, D., Franco, R., Durosoy, S., Roméo, A., Pérez, J. F. 2018. Including copper sulphate or dicopper oxide in the diet of broiler chickens affects performance and copper content in the liver. **Animal Feed Science and Technology, 237:** 89-97.

Hefnawy, A. E., El-Khaiat, H. 2015. Copper and animal health (importance, maternal fetal, immunity and DNA relationship, deficiency and toxicity). **International Journal for Agro Veterinary and Medical Sciences, 9**(5): 195-21.

Hefnawy, A. E., El-Khaiat, H. 2015. Copper and animal health (importance, maternal fetal, immunity and DNA relationship, deficiency and toxicity). **International Journal for Agro Veterinary and Medical Sciences, 9**(5): 195-21.

Hillyer, J. F., Albrecht, R. M. 2001. Gastrointestinal persorption and tissue distribution of differently sized colloidal gold nanoparticles. **Journal of Pharmaceutical Sciences, 90**(12): 1927-1936.

Ibrahim I.A.G., EL-Gendi M., Nihad A.A., Okasha H.M., El-Attrouny M.M. 2022a. Effect of different dietary copper forms and levels on carcass characteristics and meat quality traits of broiler chickens. **Annals of Agricultural Science Moshtohor, 60**(4): 1091-1102.

Jankowski, J., Ognik, K., Kozłowski, K., Stępniowska, A., Zduńczyk, Z. 2019. Effect of different levels and sources of dietary copper, zinc and manganese on the performance and immune and redox status of turkeys. **Animals, 9**(11): 883.

Joshua, P. P., Valli, C., Balakrishnan, V. 2016. Effect of in ovo supplementation of nano forms of zinc, copper, and selenium on post-hatch performance of broiler chicken. **Veterinary World, 9**(3), 287.

Karimi, A., Sadeghi, G. H., Vaziry, A. 2011. The effect of copper in excess of the requirement during the starter period on subsequent performance of broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research, 20**(2): 203-209.

Kumar, P., Biswas, A., Bharti, V. K., Srivastava, R. B. 2013. Effects of dietary copper supplementation on performance and blood biochemical parameters in broiler chickens at cold desert region in India. **The Journal of Veterinary Science Photon, 114:** 166–172.

Lopes, J. P., Roll, A. A., Olıveıra, C. O., Sarturi, D. M., Sılva, S. N., Dias, R. C., Xavier, E. G. 2024. Nano copper in the diet of laying quails: productive performance, metabolism, and tissue concentration. **Anais da Academia Brasileira de Ciências, 96:** e20231121.

Magaye, R., Zhao, J., Bowman, L., Ding, M. I. N. 2012. Genotoxicity and carcinogenicity of cobalt-, nickel-and copper-based nanoparticles. **Experimental and Therapeutic Medicine, 4**(4): 551-561.

McDowell, L. R. 1992. Minerals in animal and human nutrition. San Diego: Academic Press Inc., 346 p.

Miroshnikov, S.A., Yausheva, E.V., Sizova, E.A., Miroshnikova, E.P., 2015. Comparative assessment of effect of copper nano-and microparticles in chicken. **Oriental Journal of Chemistry, 31**: 2327-2336. http://dx.doi.org/10.13005/ojc/310461

Minvielle, F. 2004. The future of Japanese quail for research and production. **World's Poultry Science Journal, 60**(4): 500-507.

Mohamed D.A., M.S. Abd El-sadek, A., Abdel-Wareth, A. 2022. Green synthesis of copper oxide nanoparticles in broiler nutrition: Present perspectives and strategic future in climate change conditions. **SVU-International Journal of Agricultural Sciences, 4**: 203-222.

Mohamed, L. A., El-Hindawy, M. M., Alagawany, M., Salah, A. S., El-Sayed, S. A. 2019. Effect of low-or high-CP diet with cold-pressed oil supplementation on growth, immunity and antioxidant indices of growing quail. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 103**(5): 1380-1387.

Mroczek-Sosnowska, N., Batorska, M., Lukasiewicz, M., Wnuk, A.A., Sawosz, E., Jaworski, S., Niemiec, J. 2013. Effect of nanoparticles of copper and copper sulfate administered in ovo on hematological and biochemical blood markers of broiler chickens. Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. **Animal Science, 52**: 141-149.

Mroczek-Sosnowska, N., Sawosz, E., Vadalasetty, K. P., Łukasiewicz, M., Niemiec, J., Wierzbicki, M., Chwalibog, A. 2015. Nanoparticles of copper stimulate angiogenesis at systemic and molecular level. **International Journal of Molecular Sciences, 16**(3): 4838-4849.

Nabi, F., Arain, M. A., Hassan, F., Umar, M., Rajput, N., Alagawany, M., ... & Liu, J. 2020. Nutraceutical role of selenium nanoparticles in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal, 76**(3): 459-471.

National Research Council, & Subcommittee on Poultry Nutrition. (1994). Nutrient requirements of poultry: 1994. National Academies Press.

Naz, S., Raza, N., Alhidary, I., Satti, S., Rafique, A., Batool, S., Khan, R. U. 2024. Evaluation of copper nanoparticles on growth, organs histology and DNA damage in Japanese quails (Coturnix coturnix japonica). **Toxin Reviews, 43**(1): 127–136. https://doi.org/10.1080/15569543.2023.2298909

Ognik, K., Sembratowicz, I., Cholewińska, E., Jankowski, J., Kozłowski, K., Juśkiewicz, J., Zduńczyk, Z. 2018. The effect of administration of copper nanoparticles to chickens in their drinking water on the immune and antioxidant status of the blood. **Animal Science Journal, 89**(3): 579-588.

Pang, Y., Applegate, T. J. 2007. Effects of dietary copper supplementation and copper source on digesta pH, calcium, zinc, and copper complex size in the gastrointestinal tract of the broiler chicken. **Poultry Science, 86**(3): 531-537.

Pang, Y., Patterson, J. A., & Applegate, T. J. 2009. The influence of copper concentration and source on ileal microbiota. **Poultry Science, 88**(3): 586-592.

Pesti, G. M., Bakalli, R. I. 1996. Studies on the feeding of cupric sulfate pentahydrate and cupric citrate to broiler chickens. **Poultry Science, 75**(9): 1086-1091.

Peters, R. J., Bouwmeester, H., Gottardo, S., Amenta, V., Arena, M., Brandhoff, P., Aschberger, K. 2016. Nanomaterials for products and application in agriculture, feed and food. **Trends in Food Science & Technology, 54:** 155-164.

Reda, F. M., El-Saadony, M. T., Elnesr, S. S., Alagawany, M., Tufarelli, V. 2020. Effect of dietary supplementation of biological curcumin nanoparticles on growth and carcass traits, antioxidant status, immunity and caecal microbiota of Japanese quails. **Animals, 10**(5): 754.

Richards, J. D., Zhao, J., Harrell, R. J., Atwell, C. A., Dibner, J. J. 2010. Trace mineral nutrition in poultry and swine. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 23**(11): 1527-1534.

Rosi, N. L., Mirkin, C. A. 2005. Nanostructures in biodiagnostics. **Chemical Reviews, 105**(4): 1547-1562.

Sabry, M. I. E., Stino, F. K., El-Ghany, W. A. A. 2021. Copper: benefits and risks for poultry, livestock, and fish production. **Tropical Animal Health and Production, 53:** 1-14.

Sawosz, E., Łukasiewicz, M., Łozicki, A., Sosnowska, M., Jaworski, S., Niemiec, J., Scott, A., Jankowski, J., Józefiak, D., Chwalibog, A., 2018. Effect of copper nanoparticles on the mineral content of tissues and droppings, and growth of chickens. **Archives of Animal Nutrition, 72**(5): 396-406. http://dx.doi.org/10.1080/1745039x.2018.1505146 pmid:30183391

Scott, A., Vadalasetty, K. P., Chwalibog, A., Sawosz, E. 2018. Copper nanoparticles as an alternative feed additive in poultry diet: a review. **Nanotechnology Reviews, 7**(1): 69-93.

Scott, A., Vadalasetty, K. P., Łukasiewicz, M., Jaworski, S., Wierzbicki, M., Chwalibog, A., Sawosz, E. 2018. Effect of different levels of copper nanoparticles and copper sulphate on performance, metabolism and blood biochemical profiles in broiler chicken. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 102**(1): 364-373.

Scott, A., Vadalasetty, K. P., Sawosz, E., Łukasiewicz, M., Vadalasetty, R. K. P., Jaworski, S., Chwalibog, A. 2016. Effect of copper nanoparticles and copper sulphate on metabolic rate and development of broiler embryos. **Animal Feed Science and Technology, 220:** 151-158.

Sri Sindhura, K., Prasad, T. N. V. K. V., Panner Selvam, P., Hussain, O. M. 2014. Synthesis, characterization and evaluation of effect of phytogenic zinc nanoparticles on soil exo-enzymes. **Applied Nanoscience, 4:** 819-827.

Tamilvanan, A., Balamurugan, K., Ponappa, K., Kumar, B. M. 2014. Copper nanoparticles: synthetic strategies, properties and multifunctional application. **International Journal of Nanoscience, 13**(2): 1430001.

Tapiero, H., Townsend, D. Á., Tew, K. D. 2003. Trace elements in human physiology and pathology. Copper. **Biomedicine & Pharmacotherapy, 57**(9): 386-398.

Tavangar, P., Gharahveysi, S., Rezaeipour, V., Irani, M. 2021. Efficacy of phytobiotic and toxin binder feed additives individually or in combination on the growth performance, blood biochemical parameters, intestinal morphology, and microbial population in broiler chickens exposed to aflatoxin B1. **Tropical Animal Health and Production, 53**(3): 335.

Torki, M., Kaviani, K., Ghasemi, H. A. 2014. Effects of diet supplementation by copper sulphate and ginger essential oil on growth performance and plasma biochemical parameters of broiler chickens under high environmental temperature conditions. **European Poultry Science/Archiv für Geflügelkunde, 78**.

Wang, C., Wang, M. Q., Ye, S. S., Tao, W. J., Du, Y. J. 2011. Effects of copper-loaded chitosan nanoparticles on growth and immunity in broilers. **Poultry Science, 90**(10): 2223-2228.

Wang, C., Wang, M., Ye, S., Tao, W. And Du, Y., 2011. Effects of copper loaded chitosan nanoparticles on growth and immunity in broilers. **Poultry Science, 90**(10): 2223-2228. http://dx.doi.org/10.3382/ps.2011-01511

Wang, Z. L. 2000. Characterizing the structure and properties of individual wire-like nanoentities. **Advanced Materials, 12**(17): 1295-1298.

Wu, D. W., Wang, L. C., Wen, C., Hooge, D. M., Liang, C., Zhou, Y. M. 2013. Effects of replacing a dietary antibacterial agent (zinc bacitracin) with copper salts in Cherry Valley Pekin meat ducks. **British Poultry Science, 54**(1): 112-119.

Yatoo, M. I., Dimri, U., Gopalakrishnan, A., Karthik, K., Gopi, M., Khandia, R., Dhama, K. 2017. Beneficial health applications and medicinal values of Pedicularis plants: A review. **Biomedicine & Pharmacotherapy, 95:** 1301-1313.

Zaboli, K., Aliarabi, H., Bahari, A. A., Abbas, A. K. R. 2013. Role of dietary nano-zinc oxide on growth performance and blood levels of mineral: A study on in Iranian Angora (Markhoz) goat kids. **Journal of Pharmaceutical and Health Sciences, 2**(1): 19-26. https://doi.org/10.1016/j.saa.2013.12.020

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Halit Burak YÜKSEKDAĞ

Uyruğu: Türkiye (T.C)

Doğum Tarihi ve Yeri:

Medeni Durum:

e-mail:

Yazışma Adresi:

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Zootekni Anabilim Dalı	2025
Lisans	Erciyes Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Zootekni Bölümü	2022
Lise	Keykubat Anadolu İmam Hatip Lisesi KAYSERİ	2016

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2023-Halen	Kayseri Şeker Fabrikası	2023-2025

YABANCI DİL

İngilizce