



T.C.
AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Smilax excelsa'DAN YEŞİL SENTEZLE ELDE EDİLEN GÜMÜŞ
NANOPARTİKÜLLERİN YUMURTACI TAVUKLARDA KULLANIM
OLANAKLARININ BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE KÖKSAL

AĞUSTOS

MERVE KÖKSAL

BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

AĞUSTOS 2025

***Smilax excelsa*'DAN YEŞİL SENTEZLE ELDE EDİLEN GÜMÜŞ
NANOPARTİKÜLLERİN YUMURTACI TAVUKLARDA KULLANIM
OLANAKLARININ BELİRLENMESİ**

Merve KÖKSAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

Danışman

Doç. Dr. Gözde KILINÇ

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2025

Yüksek Lisans Tezi Kabul ve Onay Sayfası

Merve KÖKSAL tarafından hazırlanan “*Smilax excelsa*’dan Yeşil Sentezle Elde Edilen Gümüş Nanopartiküllerin Yumurtacı Tavuklarda Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Gözde KILINÇ

Gıda İşleme Bölümü, Suluova Meslek Yüksekokulu, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Başkan: Doç. Dr. Erinç GÜMÜŞ

Veterinerlik Bölümü, Eski Meslek Yüksekokulu, Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Doç. Dr. Arda Onur ÖZKÖK

Veterinerlik Bölümü, Suluova Meslek Yüksekokulu, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 28/08/2025

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ümit YILDIRIM

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Merve KÖKSAL

28.08.2025

Smilax excelsa'DAN YEŞİL SENTEZLE ELDE EDİLEN GÜMÜŞ
NANOPARTİKÜLLERİN YUMURTACI TAVUKLARDA KULLANIM
OLANAKLARININ BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Merve KÖKSAL

AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2025

ÖZET

Bu çalışmada, yumurtacı tavuk (Lohman LSL, 38 haftalık) karma yemlerine ilave edilen *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ve ekstraktan sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin (AgNPs) performans, yumurta albumen pH'sı ve yumurta sarı renk değerleri ile yumurta oksidan-antioksidan düzeyleri üzerine etkileri araştırıldı. Bunun için, her birinde 24'er adet tavuk (N=24) olacak şekilde toplam 72 tavuk ile bireysel 4 katlı kafesler kullanılarak 3 grup oluşturuldu. Kontrol (K) grubu, bazal yem ile beslendi. Muamele grupları bazal yeme 30 mg/kg *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı (SYE) ve *Smilax excelsa* yaprak ekstraktından sentezlenen 15 mg/kg gümüş nanopartikülleri (SYE-AgNPs) ile beslendi. Bir haftası alıştırma periyodu olan ve toplam 9 hafta süren denemede tavuklara yem ve su *ad-libitum* olarak verildi. Günlük 16 saat fotoperiyot uygulandı. Çalışmada, verim performansı (canlı ağırlık kazancı, yumurta ağırlığı, yumurta kütlesi, yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı); yumurta albumen pH'sı ve yumurta sarı renk değerleri (L, a, b); yumurta antioksidan kapasitesi (DPPH radikal giderim aktivitesi) ile lipid peroksidasyonu (TBARs) değerlendirildi. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, yumurta ağırlığı (P=0.001), yumurta kütlesi (P<0.05) ve yem tüketimi (P=0.001) bakımından gruplar arasında önemli bir fark bulundu. Karma yeme ilave edilen SYE'nin bu verim parametrelerini negatif yönde etkilediği belirlendi. Yumurta sarı rengi ve DPPH radikal giderim aktivitesi karma yemdeki katkı maddelerinden etkilenmedi (P>0.05). Ancak yumurta albumen pH'sı (P<0.05) ve malondialdehit konsantrasyonu (P<0.05) bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi. En düşük albumen pH'sı SYE-AgNPs grubunda olurken, en düşük TBARs değeri hem SYE hem de SYE-AgNPs gruplarında oldu. Karma yemdeki 30 mg/kg ekstrakt ve ekstraktan sentezlenen 15 mg/kg AgNPs'nin yumurta lipid oksidasyonunu yavaşlattığı ortaya konuldu. Sonuç olarak, yumurtacı tavuk karma yemine ilave edilen 30 mg/kg düzeyindeki *Smilax excelsa* bitkisinin içerisindeki tanenlerden dolayı performans parametrelerini olumsuz olarak etkileyebileceği gerekçesi ile doz çalışmaları yapılmasının önemli olabileceği kanaatine varılmıştır. Ayrıca ileriki çalışmalarda bu bitkiden sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin kanatlı rasyonlarında daha etkin bir doz araştırmasının yapılmasının literatüre önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.

Sayfa Adedi	: 53
Anahtar Kelimeler	: <i>Smilax excelsa</i> , Yeşil sentez, Yumurtacı tavuk, AgNPs
Danışman	: Doç. Dr. Gözde KILINÇ

DETERMINATION OF THE USE POSSIBILITIES OF SILVER NANOPARTICLES
OBTAINED BY GREEN SYNTHESIS METHOD FROM *Smilax excelsa* IN LAYING
HENS

(M. Sc. Thesis)

Merve KÖKSAL

AMASYA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2025

ABSTRACT

In this study, the effects of *Smilax excelsa* leaf extract and silver nanoparticles (AgNPs) synthesized from the extract added to the mixed feed of laying hens (Lohman LSL, 38 weeks old) on performance, egg albumen pH, egg yolk color values, and egg oxidant-antioxidant levels were investigated. Three groups of 24 hens (N=24) were formed using individual four-tiered cages with a total of 72 hens in each group. The control (C) group was fed basal diet. The treatment groups were fed basal diet with 30 mg/kg *Smilax excelsa* leaf extract (SYE) and 15 mg/kg silver nanoparticles (SYE-AgNPs) synthesized from *Smilax excelsa* leaf extract. The experiment lasted 9 weeks, including a one-week acclimation period. The hens were provided with feed and water *ad libitum*. A 16-h daily photoperiod was applied. In the study, production performance (live weight gain, egg weight, egg mass, egg production, feed consumption, feed conversion ratio); egg albumen pH and egg yolk color values (L, a, b); egg antioxidant capacity (DPPH radical scavenging activity), and lipid peroxidation (TBARs) were evaluated. According to the findings of the study, a significant difference was found between the groups in terms of egg weight ($P=0.001$), egg mass ($P<0.05$) and feed consumption ($P=0.001$). It was determined that SYE added to the diets negatively affected these production parameters. Egg yolk color and DPPH radical scavenging activity were not affected by the additives in the mixed feed ($P>0.05$). However, a significant difference was found between the groups in terms of egg albumen pH ($P<0.05$) and malondialdehyde concentration ($P<0.05$). The lowest albumen pH was observed in the SYE-AgNPs group, while the lowest TBARs values were observed in both the SYE and SYE-AgNPs groups. It was demonstrated that 30 mg/kg of the extract in the diets and 15 mg/kg of AgNPs synthesized from the extract slowed egg lipid oxidation. Consequently, it was concluded that dose studies would be important because the tannins contained in *Smilax excelsa* plant added to the diets of laying hens could negatively affect performance parameters. Furthermore, it is believed that further studies investigating more effective doses of silver nanoparticles synthesized from this plant in poultry diets could contribute significantly to the literature.

Number of pages : 53

Keywords : *Smilax excelsa*, Green synthesis, Laying hen, AgNPs

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Gözde KILINÇ

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum bu çalışma Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalında yapıldı.

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca her zaman şansım olarak gördüğüm, bu süreçte tüm bilgi ve tavsiyeleriyle bana yol gösteren, daima motivasyonumu arttırarak desteklerini benden esirgemeyen, sabrı ve şefkatiyle yanımda olan değerli Yüksek Lisans Danışmanım Doç. Dr. Gözde KILINÇ’a

Desteklerinden dolayı değerli Doç. Dr. Arda Onur ÖZKÖK’e

Çalışmada kullanılan nanopartiküllerin sentezi ve karakterizasyonunu yaparak bu tezin ortaya çıkmasında büyük bir katkı sağlayan Prof. Dr. Ramazan ERENLER’e ve Doç. Dr. Esma Nur GEÇER’e,

Tez çalışmam için laboratuvar kullanım imkanlarını sağlayan Amasya Üniversitesi Suluova Meslek Yüksekokuluna,

Yüksek Lisansım boyunca beni destekleyen ve motive eden değerli arkadaşım, Meltem TÜRKOĞLU’na,

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemedi yanımda olan babam İsmail KÖKSAL’a ve annem Güner KÖKSAL’a teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezi, tez sürecimde dünyaya gelen yeğenim Yusuf Ali’ye armağan ediyorum.

Son olarak, “Türk Mühendislerinin alnında Cumhuriyetin İstikbalini aydınlatan ıstık parıldar” diyerek bu yolu bizlere açan Mustafa Kemal ATATÜRK’e minnettarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Nanoteknoloji ve Nanopartiküller.....	3
1.1.1. Organik nanopartiküller	4
1.1.2. İnorganik nanopartiküller.....	5
1.2. Nanopartikül Sentez Yöntemleri.....	6
1.2.1. Yukarıdan aşağı sentez yöntemi	7
1.2.2. Aşağıdan yukarı sentez yöntemi	7
1.3. Nanopartiküllerin Toksisitesi	7
1.4. Nanopartiküllerin Biyolojik Sentezi	8
1.5. Gümüş Nanopartikülleri (AgNPs).....	9
1.6. <i>Smilax excelsa</i> L.....	10
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	12
3. MATERYAL VE METOD	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Hayvan materyali	17
3.1.2. Yem ve yem katkı materyalleri	17

3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Deneme planı.....	17
3.2.2. Katkı maddelerinin hazırlanması ve deneme hayvanlarının beslenmesi.....	19
3.2.3. Gümüş nanopartiküllerin karakterizasyonu.....	22
3.2.4. Değerlendirilen parametreler.....	22
3.2.5. Performans parametrelerinin belirlenmesi.....	23
3.2.6. Bazı yumurta özelliklerinin belirlenmesi.....	26
3.2.7. Yumurta sarısı TBARs değerinin belirlenmesi.....	27
3.2.8. Yumurta sarısında DPPH radikal giderim aktivitesinin belirlenmesi.....	29
3.2.9. İstatistik analiz.....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	31
4.1. Gümüş Nanopartiküllerinin Karakterizasyonu	31
4.1.1. UV-Vis spektroskopisi bulguları	31
4.1.2. FTIR (Fourier Transform Infrared) spektroskopisi bulguları	32
4.1.3. TEM (Transmisyon Elektron Mikroskobu) bulguları	33
4.1.4. Zeta potansiyel analiz bulguları	34
4.1.5. XRD analiz bulguları.....	34
4.2. Katkı Maddelerinin Performans Parametrelerine Etkisi	35
4.3. Katkı Maddelerinin Albumen pH'sı ve Yumurta Sarı Rengine Etkisi	40
4.4. Katkı Maddelerinin Yumurta Oksidan ve Antioksidan Düzeylerine Etkisi.....	41
5. SONUÇ.....	42
KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİŞ	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Çalışma gruplarının oluşum çizelgesi.....	20
Çizelge 3.2. Bazal yemin bileşenleri ve kimyasal kompozisyonu.....	21
Çizelge 3.3. Değerlendirilen parametreler	22
Çizelge 4.1. Gümüş nanopartiküllerin FTIR analizi	32
Çizelge 4.2. Katkı maddelerinin canlı ağırlık kazancı üzerine etkileri	36
Çizelge 4.3. Katkı maddelerinin 1. performans (1-14. günler) parametrelerine etkisi ...	36
Çizelge 4.4. Katkı maddelerinin 2. performans (14-28. günler) parametrelerine etkisi ...	37
Çizelge 4.5. Katkı maddelerinin 3. performans (28-42. günler) parametrelerine etkisi ...	38
Çizelge 4.6. Katkı maddelerinin 4. performans (42-56. günler) parametrelerine etkisi ...	38
Çizelge 4.7. Performans parametrelerine ait genel (1-56. günler) bulgular	39
Çizelge 4.8. Katkı maddelerinin yumurta albumen pH ve yumurta sarı nengine etkisi ..	40
Çizelge 4.9. Katkı maddelerinin yumurta oksidan-antioksidan düzeylerine etkisi	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Nanopartiküllerin sınıflandırılması.....	4
Şekil 1.2. Farklı karbon nanopartikülü tipleri (Shinde ve diğerleri, 2024).....	5
Şekil 1.3. Nanopartikül Sentez Yöntemleri (Duman ve diğerleri, 2024).....	6
Şekil 1.4. Nanopartiküllerin yeşil sentez şeması (Mathur ve Bahadur, 2024).....	9
Şekil 1.5. <i>Smilax excelsa</i> meyve (1) , yaprak (2), filiz (3).....	10
Şekil 3.1. CIE- L, a, b renk düzlemi (Özcan, 2008)	27
Şekil 4.1. AgNPs'nin UV-Vis spektrumu (427 nm dalga boyu)	31
Şekil 4.2. Ekstraktın FTIR spektrumu	33
Şekil 4.3. Gümüş nanopartiküllerin TEM görüntüsü (10.5 nm)	33
Şekil 4.4. Zeta potansiyeli (-38.7 mV).....	34
Şekil 4.5. AgNPs'nin XRD spektrumu	35

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Tavuklara akarsit uygulaması	18
Resim 3.2. Çalışmanın deneme ünitesi	18
Resim 3.3. <i>Smilax excelsa</i> bitki yapraklarının kurutulması	19
Resim 3.4. <i>Smilax excelsa</i> ekstrakt örneği	19
Resim 3.5. <i>Smilax excelsa</i> bitki yapraklarından hazırlanan AgNPs	20
Resim 3.6. Ön karmalar ve yeme ilavesi	21
Resim 3.7. Tavukların tartılması.....	23
Resim 3.8. Yumurta ağırlıklarının belirlenmesi	24
Resim 3.9. Yemlerin tartılarak günlük olarak verilmesi.....	25
Resim 3.10. Yemliklerde kalan yemlerin tartılması	25
Resim 3.11. Albumen pH'sının belirlenmesi.....	26
Resim 3.12. Yumurta sarı renk değerlerinin (L, a, b) ölçülmesi	27
Resim 3.13. MDA analizi	28
Resim 3.14. DPPH radikal giderim aktivite analizi	29

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, yanda açıklamaları verilmek üzere aşağıda listelenmiştir.

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
Ag	Gümüş
AgNO ₃	Gümüş nitrat
Au	Altın
°C	Santigrat derece
Cd	Kadmiyum
cm	Santimetre
Cu	Bakır
Fe	Demir
kg	Kilogram
M	Molar
m	Metre
mg	Miligram
mL	Mililitre
mV	Milivolt
µg	Mikrogram
µm	Mikrometre
µmol	Mikromol
nm	Nanometre
Pd	Paladyum

ppm	Milyonda bir kısım
rpm	Dakikadaki devir sayısı
Zn	Çinko

Kısaltmalar**Açıklama**

a	Kırmızılık
AgNPs	Gümüş nanopartikülleri
ALP	Alkalen fosfataz
ALT	Alanin aminotransferaz
AST	Aspartat aminotransferaz
b	Sarılık
CAT	Katalaz
DPPH	2,2, Difenil-1-pikril hidrazil
EDTA	Etilen diamin tetraasetik asit
EDX	Enerji dağılımı X-ışını
FTIR	Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi
L	Parlaklık
RNS	Reaktif nitrojen türleri
ROS	Reaktif oksijen türleri
TBA	Tiyobarbitürik asit
TBARs	Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler
TCA	Trikloroasetik asit
TEM	Transmisyon elektron mikroskobu
XRD	X-ışını kırılım yöntemi

1. GİRİŞ

Antibiyotikler, bazı mikroorganizmalar tarafından sentezlenen ve bakterileri yok eden ya da onların üremesini durduran ilaçlardır (Adzitey, 2015). Antibiyotiklerin büyümeyi teşvik edici özelliklerinin ortaya konulması ile birlikte hayvan beslemede sub-terapötik düzeylerde kullanımı artmıştır (Suresh ve diğerleri, 2018). Bu maddeler, hayvan sağlığı ve refahı ile performansı üzerinde önemli katkılar sağlamıştır (Broom, 2017). Ancak 2006 yılından itibaren antibiyotiklerin bu amaçla kullanımları tamamen yasaklanmış ve sadece hayvan sağlığı için kullanımına izin verilmiştir (Rodrigues, Maximiano ve Franco, 2021). Bunun en büyük nedeni ise bu ajanların bakteriyel direnç geliştirmesi ve hayvansal ürünlerde kalıntı bırakarak insan sağlığı için potansiyel bir risk oluşturmalarıdır (Dutta, Yadav ve Chatterjee, 2019).

Antibiyotiklerin büyümeyi teşvik etmek üzere kullanımlarının yasaklanmasından sonra, hayvansal üretimde verimliliğin engellenmemesi için çeşitli alternatif katkı maddelerinin araştırılması zorunlu hale gelmiştir (Suresh ve diğerleri, 2018). Bu amaçla hayvan beslemede büyümeyi teşvik etmek üzere kullanılan antibiyotiklerin yerine geçebilecek bazı katkı maddeleri (organik asitler, probiyotikler, prebiyotikler, simbiyotikler) önem kazanmıştır (Mohammed, Kamel, Abo-Salem, Atallah ve El, 2016; Okon, Ibom, Anlade ve Dauda, 2023). Kanatlı beslemede organik asitler (Cao, Xun, Ren ve Wang, 2022), enzimler (Abdollahi, Karimi, Sadeghi, Bedford ve Ashengroph, 2021; Abd El Latif, Abdel-Wareth, Daley ve Lohakare, 2023) probiyotikler (Cao ve diğerleri, 2022; Xiang ve diğerleri, 2019; Lv ve diğerleri, 2022), prebiyotikler (Teng, Adhikari, Llamas-Moya ve Kim, 2021; Biswas, Mohan, Dev, Mir ve Tiwari, 2021; Osman ve diğerleri, 2024), postbiyotikler (Loh, Choe, Foo, Sazili ve Bejo, 2014; Humam ve diğerleri, 2019), ve fitobiyotiklerin (Salazar, Rodríguez, Aroche, Valdivié ve Martínez, 2021; Zaikina ve diğerleri, 2022; Kusuma, Hermana, Sumiati, Putri ve Akbar, 2025) antibiyotiklere alternatif olarak araştırıldığı pek çok çalışma yer almaktadır.

Fitobiyotikler, bitkilerden elde edilen doğal bileşiklerdir (Ndomou ve Mube, 2023). Bitkisel ekstraktlar alkaloidler, flavonoidler, polipeptidler ve fenolik maddeler gibi birçok biyoaktif maddeyi içermektedir. (Hameed, 2021). Fitojenik yem katkı maddelerinin ana biyoaktif

bileşeni polifenollerdir. Diğer biyoaktif bileşenler ise terpenoidler, fenolikler, glikozitler ve alkaloidlerdir (Abdelli, Solà-Oriol ve Pérez, 2021).

Fitokimyasallar, kimyasal özellik ve biyolojik aktivite bakımından çeşitli özelliklere sahiptir. Bu özellikler bitkinin hasat zamanı, bitkinin kısımları (kök, gövde ve yaprak), bitkinin elde edildiği Coğrafi Bölge gibi etkenlere göre değişiklik gösterebilmektedir (Valenzuela-Grijalva, Pinelli-Saavedra, Muhlia-Almazan, Domínguez-Díaz ve González-Ríos, 2017).

Yapılan pek çok çalışmada fitobiyotiklerin antioksidan, anti-inflamatuar, antimikrobiyal ve metabolik faaliyetleri düzenleyici etkileri belirlenmiştir (Qin ve Hou, 2017; Pandey, Kumar ve Saxena, 2019; Martel, Ojcius, Ko ve Young, 2020; Kikusato, 2021). Sekonder metabolit olarak da adlandırılan fitobiyotikler, antibiyotiklere göre daha güvenilir olan yem katkı maddeleridir (Arif, Hamid, Raheem ve Khalil, 2024). Fitobiyotik yem katkı maddeleri (PFA) karma yemlere kurutulmuş, öğütülmüş veya ekstrakt formlarda katılmaktadır (Urban ve diğerleri, 2024).

Fitobiyotiklerin hayvanlarda verimi arttırmaya yönelik 4 ana etki mekanizma ortaya konulmuştur (Valenzuela-Grijalva ve diğerleri, 2017).

Bunlar:

1. Yem kalitesinin ve yemden yararlanmanın iyileştirilmesi,
2. Fermantasyon sürecinin düzenlenmesi,
3. Sindirim sistemini düzenleyerek besin emiliminin kolaylaştırılması ve
4. Vücut savunma sistemlerine etki etmesi şeklindedir.

Fitobiyotiklerin antioksidan özelliklerinin, glutatyon ve katalaz miktarını artırmanın yanı sıra malondealdehit (MDA) seviyesinin azaltmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Bharavi, Reddy, Rao, Reddy ve Rao, 2010; Hameed, 2021).

Ayrıca PFA'ların hücre zarı geçirgenliğine etki ederek besin maddelerinin emiliminin artmasına da katkı sağladığı öne sürülmüştür (Amad, Männer, Wendler, Neumann ve Zentek, 2011; Yakhkeshi, Rahimi ve Gharib, 2011; Aljumaah, Suliman, Abdullatif ve Abudabos, 2020).

Fitobiyotiklerin, patojen mikroorganizma yükünü azaltarak gastrointestinal mikroflorayı ve bağırsak epitel hücre bütünlüğünü düzenleyici etki yaptığı bilinmektedir (Talbot, Talbot, Stephens ve Oddou, 2019; Gilani ve diğerleri, 2021). Fitobiyotiklerin etki mekanizması, bakterilerin glikolipid duvarlarına zarar vererek hücre duvarının parçalanması şeklindedir (Kiczorowska, Samolińska, Al-Yasiry, Kiczorowski ve Winiarska-Mieczan, 2017; Urban ve diğerleri, 2024). Bu özelliğiyle fitobiyotikler gram pozitif ve gram negatif pek çok bakteriye karşı antimikrobiyal etki gösterir (Bakht, Khan ve Shafi, 2013; Al-Mariri ve Safi, 2014). Bunlara ek olarak fitobiyotikler çevre dostu, nispeten daha ucuz ve kolay ulaşılabilir bileşiklerdir (Hoseinifar ve diğerleri, 2020; Fadel ve diğerleri, 2024).

Fitobiyotikler kanatlılarda besin emilimi, yem verimliliğini artırma, bağırsak florasını düzenleme ve antioksidan özellik gibi birçok amaçla kullanılmaktadır (Singh ve Gaikwad, 2020; Hameed, 2021). Fitobiyotiklerin etlik piliç karma yemlerine uygun miktarlarda ilave edilmesi, sindirim sistemi ve oksidatif aktiviteyi düzenlerken dolaşım sisteminin de güçlenmesine etki etmektedir (Urban ve diğerleri, 2024).

Fitobiyotik yem katkı maddelerinin etlik piliçlerde performans parametreleri ve karkas kalitesi üzerine etkili olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Yakhkeshi ve diğerleri, 2011). *In-vivo* ortamda yapılan çalışmalarda etlik piliç yemlerine yem katkı maddesi olarak fitobiyotiklerin ilavesiyle görülebilecek etkiler değerlendirilmiştir. Çalışmaların çoğunluğunda etlik piliçlerde canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma gibi performans parametrelerinin olumlu yönde etkilendiği bildirilmiştir (Valenzuela-Grijalva ve diğerleri, 2017).

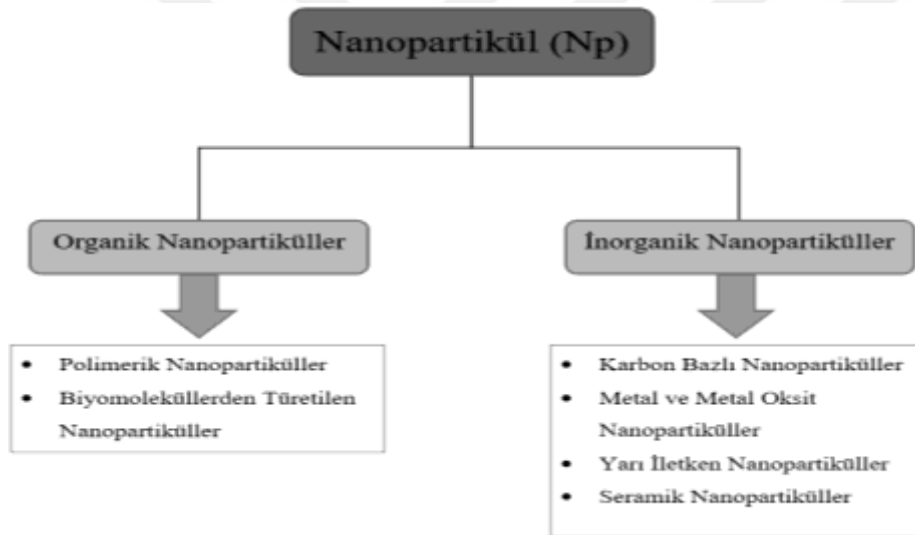
1.1. Nanoteknoloji ve Nanopartiküller

“Nanoteknoloji” terimi; nano ve teknoloji sözcüklerinin birleşiminden oluşmaktadır. “Nano” sözcüğü Yunanca’da “cüce” anlamına gelmektedir. Nano terimi ile tanımlanan ifadeler, bir ölçünün milyarda birini ifade etmektedir. Nanometre, metrenin milyarda biri ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) olan birim ölçüsünü belirtmektedir (Nasrollahzadeh, Sajadi, Sajjadi ve Issaabadi, 2019).

Nanobilimin ortaya çıkışı MÖ 5. YY’da Antik Yunanlara kadar dayansa da ilk kez 1959 yılında Richard Feynman tarafından “altta bolca yer var” söylemiyle ortaya konulmuştur.

Bu nedenle Richard Feynman modern Nanoteknolojinin babası kabul edilmektedir (Hulla, Sahu ve Hayes, 2015; Szczyglewska, Feliczak-Guzik ve Nowak, 2023). Nanoteknolojiden Gıda, Hayvancılık, Elektronik, Tıp ve Ziraat gibi birçok alanda yararlanılmaktadır (Tarhan, Gökmen ve Harsa, 2010; Sürengil ve Kılınç, 2011; Saka ve Gülel, 2015).

Nanopartiküller metal, metal- oksit ve organik maddelerden oluşan 1-100 nm arasında değişen boyutlardaki yapılardır (Ealia ve Saravanakumar, 2017). Nanopartiküller yapı, boyut ve kimyasal özelliklerine göre farklı sınıflara ayrılmaktadır (Khan, Saeed ve Khan, 2019). Nanopartiküller elde edildikleri malzeme türüne göre organik (polimerik, biyomoleküllerden türetilmiş) ve inorganik (karbon bazlı, metal ve metal oksit, yarı iletken, seramik) olarak ikiye ayrılır (Szczyglewska ve diğerleri, 2023).



Şekil 1.1. Nanopartiküllerin sınıflandırılması

1.1.1. Organik nanopartiküller

Polimerik özellikteki nanopartiküller, biyouyumlu ve biyolojik olarak parçalanabilme özelliği gösterir. Bu nanopartiküller, 10 nm ve 1 μ m boyutları arasındaki doğal katı kolloidal partiküllerdir. Yüksek stabil özellik, suda çözünbilme, küçük boyut ve uzun raf ömür bu tür nanopartiküllerin en avantajlı özelliklerindendir (Sajid ve Plotka-Wasyłka, 2020; Amiri-Rigi, Abbasi ve Emmambux, 2023).

Protein, lipid ve polisakkarit gibi biyomoleküllerden türetilen nanopartiküller ise biyolojik olarak parçalanabilme ve biyouyumlulukları sebebiyle çok fazla talep görmektedir. Bunun yanı sıra kolay bulunabilir ve immünojenik özellik göstermezler (Szczyglewska ve diğerleri, 2023).

1.1.2. İnorganik nanopartiküller

Karbon bazlı nanopartiküller, yapısal olarak tüp veya küre şeklinde olup tamamıyla karbon moleküllerinden oluşmaktadır (Majumder, Banerjee, Ulrichs, Mewis ve Goswami, 2007). Karbon nanopartikülleri düşük toksik etki, biyouyumluluk, yüksek yüzey alanı, daha az maliyet ve çevre dostu olması nedeniyle bilimsel ve teknolojik çalışmalarda kullanılmaktadır (Sajid ve Plotka-Wasyłka, 2020).



Şekil 1.2. Farklı karbon nanopartikülü tipleri (Shinde ve diğerleri, 2024).

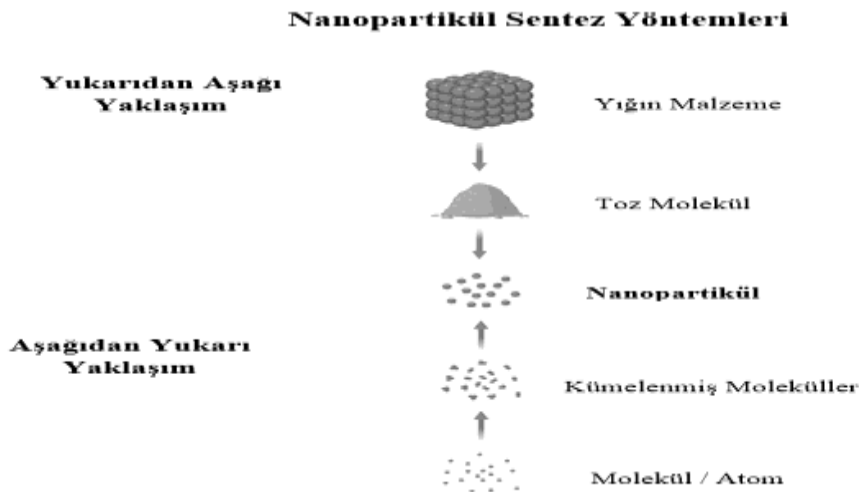
Metal ve metal oksit nanopartikülleri sadece metal yapıdaki maddelerden meydana gelir ve nanopartikülün özelliklerini de kullanılan metal atomu belirler (Szczyglewska ve diğerleri, 2023). Metallerden elde edilen bu nanopartiküllerin geniş yüzey alanları sayesinde boyutlarının ayarlanabilmesi, morfolojik yapısının belirlenmesi ve yüzey modifikasyonu mümkün olabilmektedir. Metal nanopartikül sentezi için en yaygın kullanılan metaller altın (Au), gümüş (Ag), bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn) ve paladyum (Pd) sıralanabilmektedir (Sajid ve Plotka-Wasyłka, 2020).

Yarı iletken nanopartiküller ise parçacık boyutları 10 nm'den küçük olduklarında kuantum hapsetme özelliği göstermektedir. Hem metal hem de metalik olmayan özellikler sergileyebilmektedir (Szczyglewska ve diğerleri, 2023).

Seramik nanopartiküller genellikle silika ve alümina gibi inorganik maddelerden meydana gelmektedir. Gözenekli bir yapıya sahiptirler. Bu gözenekli yapı sayesinde bozulmaya ve degranülasyona karşı fiziksel direnç sağlayabilmektedirler (Singh, Singh, Sahu, Srivastava ve Singh, 2016).

1.2. Nanopartikül Sentez Yöntemleri

Nanopartiküllerin sentezi için fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Kuppusamy, Yusoff, Maniam ve Govindan, 2016). Kullanılan kimyasal yöntemler arasında sol-jel, kimyasal çözelti biriktirme, elektrode pozisyon, katalitik yöntem, hidroliz, eş çöktürme ve ıslak kimya yöntemi bulunurken; fiziksel yöntemler olarak difüzyon alev sentezi, plazma arkı, sprej pirolizi bilyalı öğütme, litografik yöntemler yer almaktadır. Metal nanopartikül sentezlerinde uygulanan yöntemlerin çoğunun temeli nanopartikülün elde edileceği metal molekülün bir çözücü ile reaksiyonun gerçekleşeceği duruma göre bir indirgeyici maddeye ihtiyaç duyulmasıdır. Genellikle nanopartikül agrasyonunu engelleyen yüzey aktif bir madde eklenir (Reverberi, Kuznetsov, Meshalkin, Salerno ve Fabiano, 2016). Nanopartiküllerin kimyasal sentezi aşağıdan yukarı ve yukarıdan aşağı sentez olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır.



Şekil 1.3. Nanopartikül Sentez Yöntemleri (Duman ve diğerleri, 2024).

1.2.1. Yukarıdan aşağı sentez yöntemi

Bu yöntemde, büyük moleküller yıkılarak küçük boyuttaki yapılara dönüştürülür. Hacimsel olarak büyük olan yapıya dışarıdan kimyasal ve/veya mekaniksel işlemler uygulanır (Gürmen, Ebin ve İtü, 2008). Bu yöntemde öğütme, inceltme ve toz haline getirme işlemlerinin uygulanmasıyla parçalar nano ölçeğe getirilerek nanopartikül halini alır. Bu sentez yönteminde boyut ve şeklin stabilitesini koruyamaması dezavantajdır. Yukarıdan aşağı yaklaşımda mekanik öğütme, termal buharlaşma, lazer ablasyon ve litografik yöntemler kullanılmaktadır (Tripathy, Rodrigues ve Shimpi, 2023).

1.2.2. Aşağıdan yukarı sentez yöntemi

Aşağıdan yukarı sentez yönteminde nanopartiküller daha basit yapıda maddelerden meydana geldiği için yukarıdan aşağı sentez yönteminin tersine olacak şekilde uygulama yapılır (Khan ve diğerleri, 2019). Bu yöntemin esası, yüzey oksidasyonunu engellemek için 100°C üzerinde sıcaklık ve inert atmosfer koşullarında organometalik molekülleri organik çözücü maddelerle ayırmaktır. Uygulanan yöntemin en avantajlı yönü ise indirgeyici başka bir maddeye ihtiyaç duyulmamasıdır (Reverberi ve diğerleri, 2016).

1.3. Nanopartiküllerin Toksisitesi

Son yıllarda nanopartiküllerin kullanımı Elektronik, Tıp, Gıda, Tarım, Çevre ve Enerji gibi birçok alanda yaygınlaşmıştır. Bu yaygın kullanıma karşın nanopartiküllerin bazı toksik etkileri belirlemiştir. Nanopartiküllerin toksik etki göstermesinde boyut, şekil, yüzey alanı, kümelenme gibi birçok faktör belirleyici olmaktadır (Najahi-Missaoui, Arnold ve Cummings, 2020). Enzimatik yollarda oluşan serbest radikaller, reaktif nitrojen türleri (RNS) ve reaktif oksijen türleri (ROS) oksidatif stresin kaynaklarındandır. Nanopartiküller canlı hücrelerde sitokin salgılar bu durum ROS üretimine ve serbest radikal oluşumuna sebep olarak oksidatif strese neden olur. Nanopartiküllerin mitokondriye etkisi, hücredeki normal ROS sinyallerinin bozulması ve detoksifikasyona neden olarak oksidatif stres kaynaklı ölümlere yol açabilmektedir (Horie ve Tabei, 2021).

Yaygın metal nanopartiküllerden biri olan çinko nanopartiküllerinin, yapılan *in-vitro* ve *in-vivo* çalışmalar sonunda hücre içi canlılık oranında azalma, membran yapısının bozulması

ve hücre apoptozu gibi etkilere sebep olabildiği bildirilmiştir (Hong ve diğerleri, 2013). Metal nanopartiküllerinin gösterdiği en fazla toksik etkisi ise alveoller yoluyla akciğer dokusuna geçerek solunum sistemini etkilemesidir (Kim ve diğerleri, 2010).

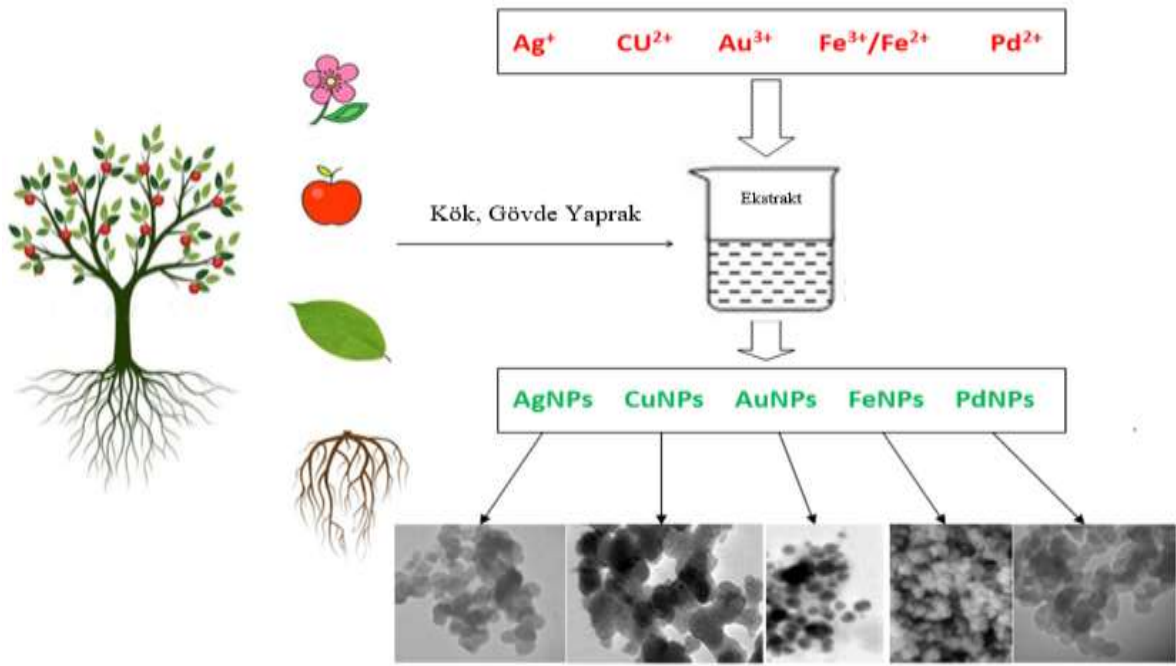
Yapılan bir çalışmada, boyutları 0.8 ve 15 nm arasında değişen altın nanopartiküllerinden, 1.4 nm boyutundaki nanopartiküllerin en toksik olduğu belirlenmiştir. Çap boyutu büyüdükçe 3-5 kat arasında toksik etkinin azaldığı görülmüştür (Pan ve diğerleri, 2007).

Başka bir çalışmada, 45 nm boyutundaki altın nanopartiküllerinin daha küçük boyuttakilerden daha toksik olduğu görülmüştür. Ayrıca sitoplazma içerisine salınan vakuollere zarar vererek hücre fonksiyonlarının bozulmasıyla hücrenin ölümüne neden olduğu belirtilmiştir (Mironava, Hadjiargyrou, Simon, Jurukovski ve Rafailovich, 2010).

Fiziksel ve kimyasal yöntemlerin sebep olduğu bu toksik etkiyi azaltmak veya yok etmek için son yıllarda farklı alternatif yöntemlere yönelim olmuştur. Bu alternatif yöntemlerden biri de, kimyasal ve fiziksel yöntemlere göre daha ucuz ve çevre dostu olan biyolojik sentez yöntemidir. Bu sentez yönteminde bitkiler, bitki ekstraktları, mikroorganizmalar, algler, mantarlar ve enzimler kullanılmaktadır. Nanopartikül sentezi için kullanılan bu yöntem başta gümüş nanopartikülleri olmak üzere nanoteknolojinin geliştirmekte olan bir dalı haline gelmiştir (Shah, Fawcett, Sharma, Tripathy ve Poinern, 2015).

1.4. Nanopartiküllerin Biyolojik Sentezi

Nanopartiküllerin fiziksel ve kimyasal sentez yöntemlerinde uygulanan işlemlerde insan ve çevre sağlığı için risk teşkil eden konsantrasyonu yüksek indirgeyici maddeler kullanılmaktadır. Bu olumsuz nedenlerden dolayı biyolojik sentez yöntemine yönelim olmuştur. Biyolojik sentezde bitki ekstraktları, bakteriler, mantarlar, algler ve enzimler gibi doğal ve çevreye zararlı etkisi olmayan kaynaklar kullanılmaktadır. Bitkisel ekstraktlar, içermiş oldukları sekonder metabolitler sayesinde sentezlenecek nanopartiküllerde meydana gelecek olan biyoredüksiyon tepkimelerinde indirgeyici ve dengeleyici ajan olarak görev yapar. Bitkiler gümüş, bakır, çinko oksit ve platin gibi çeşitli nanopartiküllerin sentezinde kullanılmaktadır (Kuppusamy ve diğerleri, 2016).



Şekil 1.4. Nanopartiküllerin yeşil sentez şeması (Mathur ve Bahadur, 2024)

1.5. Gümüş Nanopartikülleri (AgNPs)

Gümüş, Yüzyıllar boyunca insanlar ve hayvanlarda açık yara ve yanık tedavilerinde kullanılmıştır. Daha sonralarda antibiyotiklerin keşfi ile kullanımı azalsa da son yıllarda Nanoteknoloji ve Nanomalzeme kullanımının gelişmesiyle birlikte gümüş kullanımı tekrardan yaygınlaşmıştır. Nanopartikül formdaki gümüş iyonları hücre zarına nüfuz ederek hücrede işlev bozukluklarına neden olmaktadır (Das ve diğerleri, 2020).

AgNPs antimikrobiyal özelliklerinden dolayı Tıp, Endüstri, Gıda, Ziraat ve Hayvancılık gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. Gümüş nanopartiküllerin *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Vibrio cholera*, *Pseudomonas aeruginosa* gibi bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Cho, Park, Osaka ve Park, 2005).

Gardenia thailandica (Attallah ve diğerleri, 2022), *Aloe vera* (Anju ve diğerleri, 2021; Al-Mehdhar, Alarjani, Aldosari ve Alghamdi, 2024), siyah çay (Asghar ve diğerleri, 2018), yeşil çay (Asghar ve diğerleri, 2018), zerdeçal (Alsammarraie, Wang, Zhou, Mustapha ve Lin, 2018; Alsammarraie, Lin ve Mustapha, 2023) gibi bitkisel materyaller kullanılarak sentezlenen AgNPs'nin gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı antimikrobiyal özelliklerinin araştırıldığı çalışmalar yer almaktadır.

1.6. *Smilax excelsa* L.

Ülkemizde özellikle *Smilax aspera* L. ve *Smilax excelsa* L. türleri bulunan Smilax cinsinde dünya üzerinde 350-400 arasında tür çeşidi olduğu bilinmektedir. Halk arasında ‘melocan, silcan, diken ucu ve kırçan’ gibi isimlerle adlandırılır.

Endemik bir bitki türü olan *Smilax excelsa* Türkiye’de yaygın olarak Karadeniz Bölgesinde yetişmektedir. Boyu 20 metreye kadar uzayabilen tırmanıcı ve dikenli bir yapıda olan *Smilax excelsa* türünün yaprakları yarı yuvarlak, meyveleri kırmızı renktedir. Genellikle ormanlık alanlarda, yol kenarlarında ve çalılıklarda yetişmektedir (Baytop, 1999). *Smilax excelsa*, sürgün ve yaprakları günlük beslenmede tüketilmesinin yanı sıra tıbbi bir bitki türü olarak bitkisel ilaç yapımında da kullanılmaktadır (Özbucak, Ergen ve Yalcin, 2007).



Şekil 1.5. *Smilax excelsa* meyve (1) , yaprak (2), filiz (3)

Smilax türü bitkiler basilli dizanteri, egzama, dermatit, sistit, gümüş ve civa zehirlenmelerinde tedavi amaçlı kullanılabilmektedir. Bu cinsin bazı türlerinin rizomları antikanser, antiinflamatuvar, antimutajenik, antibakteriyel, antifungal ve antioksidan olmak üzere birçok biyolojik aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Ivanova, Mikhova, Kostova ve Evstatieva, 2010). Smilax türlerinin antioksidan etkilerini belirlemek için bitkilerin rizomları üzerinde *in-vivo* ve *in-vitro* çalışmalar yapılmıştır (Özsoy ve diğerleri, 2013).

Yapılan çalışmalarda (Özsoy, Can, Yanardag ve Akev, 2008; Dehghan, Sarrafi ve Salehi, 2016; Topkara, Kaba, Saygın, Uğurtay ve Pashazadeh, 2024) *Smilax excelsa* bitkisinin yüksek antioksidan özellik gösterdiği ortaya konulmuştur.

Literatür incelemesine göre bitkilerden yeşil sentez yöntemi ile elde edilen gümüş nanopartiküllerin kanatlılarda kullanım olanakları ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmakta olup, *Smilax excelsa* L. bitkisinden sentezlenen gümüş nanopartiküllerin yumurtacı tavuklarda araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle tez çalışmasında, yumurtlamanın birinci döneminde bulunan yumurtacı tavukların karma yemlerine *Smilax excelsa* bitki ekstraktı (30 mg/kg) ve bitkiden sentezlenen AgNPs (15 mg/kg) ilavesinin performans, yumurta albumen pH'sı, yumurta sarı rengi (L, a ve b değerleri), yumurta lipid oksidasyonu ve antioksidan kapasitesi üzerine etkileri belirlenmiştir.



2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Bu bölümde, *Smilax excelsa* bitkisinin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin, yeşil sentezlenen gümüş nanopartiküllerin antibakteriyel özelliklerinin ve gümüş nanopartiküllerin kanatlı beslemede kullanım olanaklarının araştırıldığı çalışmalar ile ilgili literatür taramasına yer verilmiştir.

Yapılan bir çalışmada *Smilax* türlerinin yaprak ve sürgünlerinde antioksidatif aktiviteden sorumlu flavonoid ve antosiyanin varlığı saptanmıştır. *S. excelsa* yaprak ekstraktlarında yüksek miktarda fenolik bileşik olduğu belirlenmiştir. Çalışmada bu fenolik bileşiklerin bitkinin antioksidan aktivitesine katkıda bulunacağı sonucuna varılmıştır (Özsoy ve diğerleri, 2008).

Diğer bir çalışmada İran’da yetişen ve aralarında *Smilax excelsa* bitkisinin de olduğu 11 bitki türünün yaprak ve köklerinden farklı çözücülerle (metilen, hekzan ve etil asetat) elde edilen ekstraktların antioksidatif özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sonunda *Smilax excelsa*’nın metanol özütlerinin fenolik bileşikler bakımından zengin olduğu belirlenmiştir (Dehghan ve diğerleri, 2016).

Başka bir çalışmada ise farklı çözücüler kullanılarak *Smilax excelsa* bitkisinin fitokimyasal, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda bu bitkinin yüksek miktarda fenolik bileşikler ihtiva ettiği ve yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Bunun sonucunda bitkideki sekonder bileşiklerin zararlı mikroorganizmalar üzerine etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır (Topkara ve diğerleri, 2024).

Gardenia thailandica yaprak ekstraktından sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin klinik örneklerden izole edilmiş *Staphylococcus aureus* üzerine antimikrobiyal etkilerinin incelendiği bir çalışmada, bu partiküllerin antimikrobiyal özelliklerinin yüksek olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmada *Gardenia thailandica* AgNPs’nin antimikrobiyal ajanlara ve bazı kimyasal bileşiklere alternatif olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir (Attallah ve diğerleri, 2022).

Başka bir çalışmada, *Aloe vera* ekstraktından elde edilen gümüş nanopartiküllerinin hem gram pozitif (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*) hem de gram negatif (*Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*) bakterilere karşı kayda değer bir etkisinin olduğu ve bakteriyel enfeksiyonlar için tedavi amacıyla kullanılabileceği bildirilmiştir (Al-Mehdhar ve diğerleri, 2024).

Zerdeçal tozunun sulu ekstraktı kullanılarak elde edilen gümüş nanopartiküllerinin *Escherichia coli* ve *Listeria monocytogenes* üzerindeki etkilerinin incelendiği diğer bir çalışmada ise elde edilen gümüş nanopartiküllerinin her iki bakteri üzerinde de antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Alsammarraie ve diğerleri, 2018).

Zerdeçal kullanılarak yeşil sentezle sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin tavuk etindeki *Salmonella Typhimurium* ve *Salmonella enteritidis*'e karşı antibakteriyel etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise düşük dozlarda bile 24 saat AgNPs'e maruz kalan bakteri hücrelerinde azalma görülmüştür. Ayrıca aynı çalışmada AgNPs'nin antioksidan performansı ve kapasitesini değerlendirme amacıyla *in-vitro* çalışma yapılmıştır (Alsammarraie ve diğerleri, 2023).

Yapılan diğer bir çalışmada yeşil sentez yöntemi ile *Aloe vera* yaprağının özünden elde edilen gümüş nanopartiküllerinin antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Çalışma sonunda AgNPs, gram negatif bakterilerden olan *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter* spp ve gram pozitif bir bakteri türü olan *Staphylococcus aureus* üzerinde antibakteriyel özellik göstermiştir (Anju ve diğerleri, 2021).

Yeşil çay ve siyah çay ekstraktları kullanılarak yeşil sentez yöntemi ile sentezlenen demir (Fe), bakır (Cu) ve gümüş (Ag) nanopartiküllerinin antibakteriyel, antifungal ve aflatoksin adsorbsiyonlarının incelendiği bir çalışmada antibakteriyel aktivite için *Staphylococcus aureus* şuşları, antifungal aktivite için ise *Aspergillus flavus* ve *A. parasiticus* mantar türleri kullanılmıştır. Çalışma sonunda demir ve bakıra kıyasla AgNP'lerin yüksek antibakteriyel ve antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra aynı çalışmada aflatoksin üretimini azalttığı da gözlemlenmiştir (Asghar ve diğerleri, 2018).

Kanatlı Endüstrisinde antibiyotik kullanımına alternatif olarak araştırılan katkı maddelelerinden biri de nanomalzeme grubunda olan nanopartiküllerdir. Nanopartiküller

kanatlı endüstrisinde yem katkı maddesi, yem verimi arttırma ve sağlığı iyileştirme amaçlı kullanılabilmektedir.

Yapılan bir çalışmada, yumurtacı tavukların içme suyu/yemlerine ilave edilen gümüş nanopartiküllerin verim performansı, bağırsak mikrobiyolojisi ve morfolojisi üzerine etkileri araştırılmıştır (Naghizadeh, Torshizi, Rahimi ve Nabi, 2011). Yem ve suya ilave edilen gümüş nanopartiküllerin bazı performans parametrelerini (yumurta ağırlığı, yumurta verimi) etkilemediği tespit edilmiştir. Gümüş nanopartiküllerin yemdeki ilavesinin ise bağırsak duodenumunda kript derinliğini azalttığı ifade edilmiştir.

Başka bir çalışmada, yumurtacı bıldırcınların içme sularına 0, 4, 8 ve 12 mg/L düzeylerinde ilave edilen gümüş nanopartiküllerin bazı parametreler (hematolojik ve hepatorenal) üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, bıldırcınların içme sularında yer alan nanopartiküllerin bazı organların (karaciğer, kalın bağırsak) ağırlığını azalttığı ifade edilmiştir. İçme suyuna ilave edilen bu nanopartiküllerin plazma fibrinojen düzeyini arttırdığı; AST (aspartat aminotransferaz) aktivitesini ise düşürdüğü tespit edilmiştir. Buna ilaveten, gümüş nanopartikül ilaveli su tüketen gruplarda karaciğer malondialdehit (MDA) düzeyinin yükseldiği ve katalaz (CAT) enzim aktivitesinin düştüğü belirlenmiştir. Çalışmada, yumurtlayan bıldırcınların içme sularına ilave edilen gümüş nanopartiküllerin karaciğer doku hasarına ve oksidatif strese sebep olabileceği ifade edilmiştir (Rezaei, Farzinpour, Vaziry ve Jalili, 2018).

Diğer bir çalışmada Farzinpour ve Karashi (2013), yumurtlayan bıldırcınların karma yemlerine 0, 4, 8 ve 12 ppm düzeylerinde gümüş nanopartikülleri katkısının yumurta verimini düşürdüğü; yumurta en ve boyu ile kabuk kalınlığını ise etkilemediğini bildirmişlerdir. Ayrıca, aynı çalışmada yumurta ağırlığının bu katkı ilavesinden etkilenmediği ancak yumurta sarı ağırlığının düştüğü de ifade edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada (El-Azeem, Nafisa, Madkour, Aboelazab ve El-Wardany, 2018), damızlık bıldırcınların (erkek/dişi) içme sularına ilave edilen gümüş nanopartiküllerinin (20 ppm) verim ve üreme performansı üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Yaşlı ve genç bıldırcınların yumurta ağırlıklarının istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir. Yaşlı olanların yumurta ağırlıklarının genç olanlara göre daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada nanopartikül ilaveli suyu alan damızlık dişi

bıldırcınların canlı ağırlık ve yumurta ağırlığının arttığı bildirilmiştir. Histolojik parametreler bakımından yapılan değerlendirmeler sonucunda ise gümüş nanopartikül ilaveli suyu alan yumurtacı bıldırcınların bazı dokularının (karaciğer ve ileum) negatif olarak etkilendiği ifade edilmiştir.

Diğer bir çalışmada, etlik piliçlerin karma yemlerine farklı dozlarda (0, 300, 600 ve 900 mg/kg) gümüş nanopartikülleri ilave edilmiş olup, performans ve bazı kan parametreleri değerlendirilmiştir. Çalışmada, performans parametrelerinden canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranı açısından anlamlı bir fark olduğu, yem tüketimi açısından ise anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. En yüksek dozda (900 ppm) yeme katılan gümüş nanopartiküllerinin canlı ağırlığı arttırdığı ve yemden yararlanmayı iyileştirdiği belirlenmiştir. Gümüş nanopartiküllerinin beyaz kan hücrelerinin sayısını önemli düzeyde etkilemediği tespit edilmiştir. Ayrıca karaciğer enzim (AST, ALT ve ALP) konsantrasyonlarının da gümüş nanopartikül dozlarından etkilenmediği belirlenmiştir (Ahmadi, 2009).

Başka bir çalışmada etlik piliç karma yemlerine farklı konsantrasyonlarda (0, 2.5, 5, 10, 20 mg) AgNPs ilavesinin performans, karkas özellikleri, bağırsak florası ve bazı serum biyokimya parametreleri değerlendirilmiştir. Çalışmada, en iyi performans parametrelerinin 2.5 mg konsantrasyonda gözlemlendiği ancak dozun artmasına paralel olarak karaciğer, dalak ve duodenum dokularında toksik etki gözlemlenerek gümüş kalıntıları olduğu ifade edilmiştir. Bu nedenle sonraki çalışmalarda 2.5 mg daha düşük dozlarda uygulamalar yapılması önerilmiştir (Al-Sultan ve diğerleri, 2022).

Etlik piliçler üzerinde yapılan bir çalışmada civcivler kontrol, AgNPs ve AgNO₃ olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Çalışma sonunda, karma yeme ilave edilen AgNPs'nin AgNO₃ ve kontrol grubuna kıyasla büyüme performansını iyileştirdiği sonucuna varılmıştır. AgNPs grubundaki piliçlerin karkas ve kas ağırlığında artış olurken yemden yararlanma üzerinde de iyileşmeler görülmüştür (Saleh ve El- Magd, 2018).

Etlik piliçlerde yürütülen bir başka çalışmada, 0, 20, 40 ve 60 ppm dozlarındaki gümüş nanopartiküllerin performans parametreleri, oksidatif enzimlerin ve bazı kan parametrelerinin konsantrasyonu üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Yemden yararlanma oranı dışında diğer performans parametreleri açısından gruplar arasında önemli bir fark

olmamıştır. Özellikle, 20 ve 40 ppm düzeylerindeki gümüş nanopartiküllerinin *Bursa fabricius* ağırlığını düşürdüğü ancak timus ve dalak ağırlığının katkı maddesinden etkilenmediği bildirilmiştir. Total protein, globulin ve albumin düzeylerinin karma yeme ilave edilen gümüş nanopartiküllerinden önemli olarak etkilenmediği; karaciğer enzimleri (AST, ALT ve ALP), trigiliserit ve kolesterol konsantrasyonlarının önemli düzede etkilendiği ifade edilmiştir. Nanopartikül ilavesi ile serum kolesterol ve trigliserit düzeylerinin yükseldiği; AST, ALP ve ALT değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Aynı çalışmada serum malondialdehit (MDA) düzeyi ile bazı antioksidan enzim [katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPx) ile süperoksit dismutaz (SOD)] konsantrasyonları açısından da gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu belirlenmiştir. Gümüş nanopartiküllerin serum MDA değerini arttırdığı; CAT ve GPx konsantrasyonlarını ise düşürdüğü ifade edilmiştir. (Ahmadi ve Branch, 2012).

Etlik piliçlerde yürütülen diğer bir çalışmada AgNPs ilavesinin büyüme performansı, metabolizma ve mikrobiyal floraya etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmada farklı dozlarda (0, 10 ve 20 mg/kg) AgNPs içme suyuna katılarak verilmiştir. Çalışma sonunda farklı AgNPs'nin farklı konsantrasyonlarının etlik piliçlerde büyüme performansı ve enerji metabolizması üzerinde etkili olmadığı ancak kan plazmasındaki immünoglobulin konsantrasyonunu azalttığı ifade edilmiştir (Pineda ve diğerleri, 2012).

Etlik piliçlerde yürütülen başka bir çalışmada ise performans, karkas özellikleri ve kemik ölçümleri üzerine etkisini incelemek amacıyla içme sularına farklı dozlarda (0, 2.5, 5, 7.5, 10 ppm) AgNPs ilave edilmiştir. Çalışma sonunda uygulanan AgNPs dozlarının etlik piliçlerde canlı ağırlık, yem dönüşüm oranı ve performansı etkilemediği tespit edilmiştir (Tammam ve diğerleri, 2021).

3. MATERİYAL VE METOD

Bu tez çalışmasında, *Smilax excelsa* L. bitki yaprak ekstraktı (30 mg/kg) ve *Smilax excelsa* bitkisi yapraklarından yeşil sentez yöntemi ile sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin (15 mg/kg) yumurtacı tavuklarda performans, yumurta albumen pH'sı, yumurta sarı renk değerleri (L, a ve b değerleri), yumurta lipid oksidasyon düzeyi ve yumurta antioksidan kapasitesi üzerine etkileri araştırıldı.

3.1. Materyal

Bu bölümde, tez çalışmasında kullanılan tavuk, yem ve yem katkı maddeleri (*Smilax excelsa* ve bu bitkiden sentezlenen gümüş nanopartikülleri) hakkında bilgi verildi.

3.1.1. Hayvan materyali

Bu çalışmada, özel bir işletmeden temin edilen 38 haftalık yaştaki toplam 72 adet Lohmann LSL (White) yumurtacı hibrit tavuk hayvan materyali olarak kullanıldı.

3.1.2. Yem ve yem katkı materyalleri

Bazal yem olarak 1. dönem Lohmann yumurtacı tavukların besin madde ihtiyaçları dikkate alınarak hazırlanan yem kullanıldı. Katkı materyali olarak ise *Smilax excelsa* bitki yaprak ekstraktı ve *Smilax excelsa* bitki yapraklarından sentezlenen gümüş nanopartikülleri (AgNPs) kullanıldı.

3.2. Yöntem

Bu bölümde deneme planı ve belirlenen parametreler için kullanılan yöntemler verildi.

3.2.1. Deneme planı

Çalışmanın 'Etik Kurul İzni', 2024/50 kabul numarası ile OMÜ-HADYEK'ten (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu) alındı. Gruplar içerisindeki tekerrür sayıları (tavuk sayıları) G* Power (version 3.1.9) yazılım programı ile belirlendi.

Hayvan denemesi, Suluova Meslek Yüksekokulu Yerleşkesinde yer alan ruhsatlı Kanatlı Araştırma Ünitesinde yürütüldü. Çalışmadaki toplam 72 adet tavuk, her bir grupta 24'er adet tavuk olacak şekilde 3 grup (kontrol; K, *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı; SYE ve *Smilax excelsa* yapraklarından sentezlenen gümüş nanopartikülleri; SYE-AgNPs) içerisine bireysel dağıtıldı. Tavuklar kümese alınmadan önce başta *Dermanyssus gallinae* (kırmızı tavuk akarı) akarı olmak üzere dış parazitlere karşı toz bir akarsit ile ilaçlandı (Resim 3.1).



Resim 3.1. Tavuklara akarsit uygulaması

Hayvan denemesi 4 katlı kafeslerde (35 cm × 40 cm × 40 cm) tavukların bireysel dağılımı ile gerçekleştirildi (Resim 3.2).



Resim 3.2. Çalışmanın deneme ünitesi

Tavukların canlı ağırlığı bakımından varyansların homojenliği test edilerek deneme grupları oluşturuldu ($p>0.05$). Deneme başlangıcından bitimine kadar tavuklara yem ile su *ad-libitum* olarak verildi. Kümes içerisinde günlük 16 saat fotoperiyod uygulandı ve aydınlatma timer (zamanlayıcı) ile otomatik bir şekilde gerçekleştirildi. Aydınlatma her gün 05:30-21:30 saatleri arasında yapıldı. Kümes içi rutin sıcaklık kontrolü için mini sıcaklık datalogger (Testo, 174 T), nem kontrolü için ise higrometre kullanıldı.

3.2.2. Katkı maddelerinin hazırlanması ve deneme hayvanlarının beslenmesi

Katkı maddesi olarak *Smilax excelsa* bitki yapraklarından hazırlanan ekstrakt ve AgNPs kullanıldı. Bitki Mayıs ayında Samsun İli, Çarşamba İlçesinden toplandı. Toplanan bitkiler, etüvde kurutuldu. Kurutulan bitkilerden ekstrakt hazırlandı.



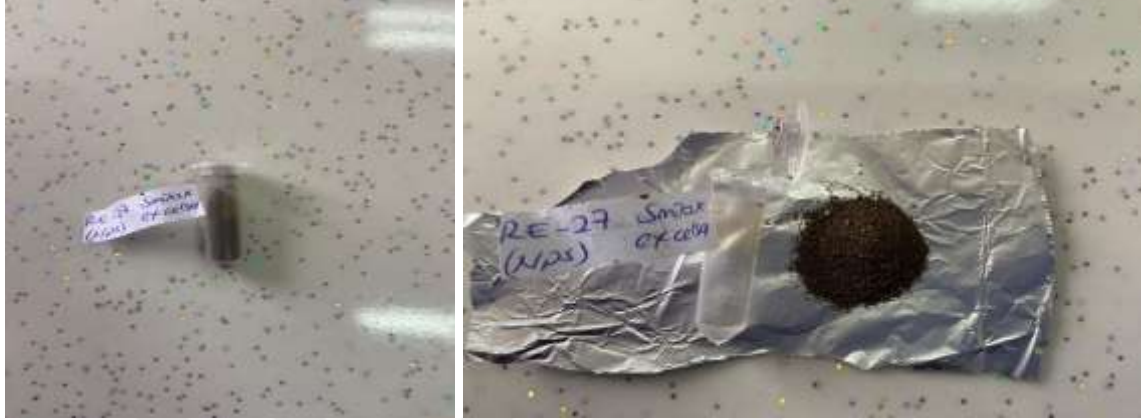
Resim 3.3. *Smilax excelsa* bitki yapraklarının kurutulması

Bitki ekstraktları (Resim 3.4) Tokat Gaziosman Paşa Üniversitesi Kimya Anabilim Dalı Laboratuvarında hazırlandı. Kurutularak öğütülen bitki yaprakları (20 gram) etanol (100 mL) ve su (100 mL) ile 24 saat ekstraksiyona tabi tutuldu. Daha sonra filtre kağıdından 2 defa süzüldü ve rotary-evaporatör (döner buharlaştırıcı) ile solventler uzaklaştırıldı. Ardından liyofilize edildi ve böylece katı bitki ekstraktı elde edildi (Erenler ve diğerleri, 2018).



Resim 3.4. *Smilax excelsa* ekstrakt örneği

Denemede kullanılan diğer bir katkı maddesi olan *Smilax excelsa* bitki yapraklarından gümüş nanopartiküllerin sentezi Tokat Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalında yapıldı.



Resim 3.5. *Smilax excelsa* bitki yapraklarından hazırlanan AgNPs

K (kontrol) grubu katkı ilavesi yapılmayan bazal yem ile beslendi. Muamele grupları ise bazal yeme sırasıyla 30 mg/kg ve 15 mg/kg düzeylerinde *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı (SYE) ile bu yapraktan sentezlenen gümüş nanopartikülleri ile beslenildi (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışma gruplarının oluşum çizelgesi

Grup Adı	Tekerrür Sayısı	Verilen Yem
K	24	Bazal yem (katkı ilavesiz yem)
SYE	24	Her 1 kg yemde 30 mg <i>Smilax excelsa</i> ekstraktı
SYE-AgNPs	24	Her 1 kg yemde 15 mg yeşil sentezlenen AgNPs

K: Kontrol, SYE: *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı, AgNPs: Gümüş nanopartikülleri

Denemede bazal yem olarak Lohman LSL hibritlerinin ihtiyaçları (NRC, 1994) dikkate alınarak hazırlandı, 1. dönem kafes yumurtacı yemi kullanıldı. Yemin kimyasal kompozisyonu AOAC (2000)'in yöntemine göre belirlendi.

Bu tez çalışmasında kullanılan bazal yemin (katkı ilavesiz yem) bileşenleri ve kimyasal kompozisyonu Çizelge 3.2'de verildi.

Çizelge 3.2. Bazal yemin bileşenleri ve kimyasal kompozisyonu

BİLEŞENLER	kg/ton
Mısır	400.00
Tam yağlı soya	150.00
Soya küspesi	74.00
Tritikale	150.00
Kırık buğday	40.90
Ayçiçeği tohumu küspesi	84.00
Mermer tozu	88.60
DCP	3.30
Tuz	2.90
DL-Metiyonin	0.80
Premix*	2.5
Salmonella önleyici	2
Multienzim (Fitaz-Ksilanaz)	1
TOPLAM	1000
KİMYASAL KOMPOZİSYON (ANALİZ EDİLEN)	%
Kuru madde	89.28
Ham protein	17.94
Ham yağ	4.50
Ham selüloz	3.50
Ham kül	11.69
ME**	2738 kcal/kg

*Her 2.5 kg yemde: 3.000.000 Vitamin D3, 10.000.000 IU Vitamin A, 3.000 mg Vitamin K3, 25.000 mg Vitamin E, 5.000 mg Vitamin B2, 2.000 mg Vitamin B1, 40.000 mg Vitamin B3, 4.000 mg Vitamin B6, 12.000 mg Vitamin B5, 1.000 mg Vitamin B9, 60 mg Vitamin H, 20 mg B12, 40.000 mg Fe, 70.000 mg Zn, 120.000 mg Mn, 7.000 mg Cu, 500 mg Se, 1.000 mg I, 2.500 mg canthaxanthin, apo-carotenoic acid ester.

**Hesaplanan Metabolik Enerji (TSI 1991)

Smilax excelsa ekstraktı ve gümüş nanopartiküllerinin yeme homojen bir şekilde karışabilmesi için öncelikle küçük miktarlarda karmalar oluşturuldu ve sonrasında bu ön karmalar tüm yeme ilave edildi (Resim 3.6).



Resim 3.6. Ön karmalar ve yeme ilavesi

3.2.3. Gümüş nanopartiküllerin karakterizasyonu

Smilax excelsa bitkisinden elde edilen nanopartiküller spektroskopik yöntemlerle karakterize edildi. UV-Vis spektroskopi (UV-Vis, Hitachi U-2900) ile maksimum absorpsiyon belirlendi. AgNPs, UV-Vis spektroskopisinde 400-450 nm aralığında maksimum absorpsiyon sinyali verir. Partiküllerin yarıçapı ve kristal yapı şekli XRD (X-Işını Kırınımı) yöntemi ile tespit edildi. Bu amaçla, Scherrer denklemi kullanıldı. AgNPs elemental analizi EDX (Enerji Dağılımı X- Işını Spektroskopisi) (Quanta Feg450) ile belirlendi. Ag iyonlarını indirgeyen ve kararlı kılan bileşiklerin işlevsel grupları FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi) (FTIR, Jasco 4700) ile tespit edildi. AgNPs kararlılığı Zetasizer Nano ZSP (Malvern) ile belirlendi. Gümüş nanopartikülün morfolojik özellikleri ve boyutu ise Geçirimli Elektron Mikroskopuyla (Hitachi HT-7700) belirlendi.

3.2.4. Değerlendirilen parametreler

Çalışma kapsamında performans parametreleri, bazı yumurta kalite özellikleri, yumurta lipid oksidan düzeyi ve antioksidan kapasitesi belirlendi (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Değerlendirilen parametreler

Performans Parametreleri	Canlı ağırlık artışı
	Yumurta ağırlığı
	Yumurta kütlesi
	Yem tüketimi
	Yumurta verimi
	Yemden yararlanma oranı
Bazı Yumurta Özellikleri	Yumurta albumen pH'sı
	Yumurta sarısı L, a ve b değerleri
Yumurta Oksidan-Antioksidan Parametreler	Yumurta sarısı TBARs değeri
	Yumurta sarısı DPPH radikal giderim aktivitesi

L: Parlaklık, a: kırmızılık, b: sarılık, TBARs: Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler, DPPH: 2,2-difenil -1- pikrilhidrazil

Performans parametreleri iki haftada (14 günlük) bir belirlendi. Yumurta albumen pH'sı ve yumurta sarı renk değerlerini (L, a, b) belirlemek üzere denemenin son 2 gününde her gruptan 20'ser adet olacak şekilde (N= 40) toplam 120 adet yumurta rastgele toplandı. Yumurta lipid oksidasyonun bir belirteci olarak TBARs (tiyobarbitürik asit reaktif maddeler) değerlerinin belirlenmesi için deneme sonunda toplanan 10'ar adet (N=10) ve toplam 30

adet yumurtada MDA analizi yapıldı. Deneme bitiminden 2 gün sonra yumurta antioksidan (DPPH radikal giderim aktivitesi) düzeyinin belirlenebilmesi için her gruptan 10 adet (N=10) yumurta toplandı.

3.2.5. Performans parametrelerinin belirlenmesi

Performans parametreleri olarak canlı ağırlık artışı (g), yumurta ağırlığı (g), yumurta verimi (%), yumurta kütlesi (g), günlük yem tüketimi (g) ve yemden yararlanma oranı (g yem/g yumurta) belirlendi.

Canlı ağırlık artışı

Canlı ağırlık artışını belirlemek için tavuklar denemenin başı ve sonu olmak üzere 2 defa terazi (Baykon BCS21) kullanılarak tartıldı. Tavukların deneme başında kaydedilen canlı ağırlıkları (g) ile deneme sonunda kaydedilen canlı ağırlıklarından (g) aşağıda yer alan formül ile canlı ağırlık artışları belirlendi.

$$\text{Canlı ağırlık artışı} = \text{Deneme sonu canlı ağırlık} - \text{Deneme başı canlı ağırlık} \quad (1)$$



Resim 3.7. Tavukların tartılması

Yumurta ağırlığı

Her 2 haftada bir K, SYE ve SYE-AgNPs gruplarındaki yumurtalar 0.01 g duyarlılığındaki hassas teraziyle (KERN PFB 200-3) tartıldı (Resim 3.8) ve yumurta ağırlıkları g olarak tespit edildi.



Resim 3.8. Yumurta ağırlıklarının belirlenmesi

Yumurta verimi

Her gün aynı saatte her bir bireysel kafesteki yumurtalar sayılarak toplandı ve veri çizelgesine kaydedildi. Her bir grup için 2 haftalık üretilen toplam yumurtanın, toplam tavuk sayısına bölünüp, 100 ile çarpılması sonucu yumurta verimi (%) hesaplandı.

Yumurta kütlesi

Yumurta kütlesi de diğer performans parametreleri gibi 2 haftalık olarak belirlendi. Bu parametrenin hesaplanması için K, SYE ve SYE-AgNPs gruplarının yumurta verimleri ve yumurta ağırlıklarından yararlanıldı.

Formül (Xu, Azzam, Zou ve Dong, 2020) yardımıyla K, SYE ve SYE-AgNPs gruplarının yumurta kütleleri tespit edildi.

$$\text{Yumurta kütlesi} = \text{Yumurta verimi} \times \text{Yumurta ağırlığı} \quad (2)$$

Yem tüketimi

Önemli bir performans değeri olan günlük yem tüketimi parametresinin belirlenebilmesi için, her bir bireysel alt gruba günlük olarak verilen yemler teraziyle (KERN PFB 200-3) tartıldı ve tavuklara verildi (Resim 3.9).



Resim 3.9. Yemlerin tartılarak günlük olarak verilmesi

Yem ve yumurta tartımının yapıldığı performans günü (14. gün) tavukların yemliklerinde kalan yemler bir poşet içerisinde toplandı ve teraziyle (KERN PFB 200-3) tartıldı. Böylece her bir alt grubun bireysel olarak kalan yem miktarı kaydedilmiş oldu (Resim 3.10).



Resim 3.10. Yemliklerde kalan yemlerin tartılması

Her bir gruba bireysel olarak verilen 2 haftalık toplam yem miktarından yemliklerde kalan miktarlar kullanılarak verilen formül yardımıyla tavukların günlük yem tüketimleri (g) belirlendi.

$$\text{Yem tüketimi} = (\text{Her gruba verilen toplam yem} - \text{Her grupta kalan yem}) / \text{Gün} \quad (3)$$

Yemden yararlanma oranı

Her bir alt grubun 2 haftalık günlük yem tüketimleri ile yumurta ağırlıkları tespit edildikten sonra verilen formülden gruplara ait yemden yararlanma oranları (g yem/g yumurta ağırlığı) hesaplandı (Dilawar ve diğerleri, 2021).

$$\text{Yemden yararlanma oranı} = \text{Yem Tüketimi/Yumurta Ağırlığı} \quad (4)$$

3.2.6. Bazı yumurta özelliklerinin belirlenmesi

Bu tez çalışmasında Smilax excelsa yaprak ekstraktı ve bu ekstraktan sentezlenen gümüş nanopartiküllerin bazı yumurta özellikleri üzerine etkilerini belirlemek üzere albumen pH'sı ve yumurta sarı rengi (L, a ve b değerleri) parametreleri belirlendi.

Yumurta albumen pH'sı

Denemenin son iki gününde her bir gruptan 40'ar (20 adet X 2 gün) adet toplanan yumurtaların albumen pH'sı belirlendi (Resim 3.11). Bunun için, yumurta akları sarısından ayrıldı ve beherlere alındı. Örneklerin homojen olabilmesi için ultra-turrax (CAT, 33,000 rpm) kullanılarak yaklaşık 10-12 sn karıştırıldı. Daha sonra, kalibre bir pH metre (OHAUS) kullanılarak yumurta albumen pH'ları ölçüldü (Carvalho ve diğerleri, 2022).



Resim 3.11. Albumen pH'sının belirlenmesi

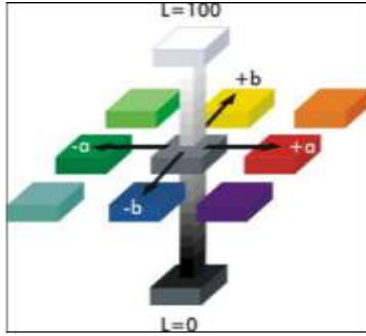
Yumurta sarı rengi (L, a, b değerleri)

Yumurta sarı renk değerlerinin (L, a ve b) belirlenmesi amacıyla kolorimetre (PCE-CSM 4) kullanıldı (Resim 3.12).



Resim 3.12. Yumurta sarı renk değerlerinin (L, a, b) ölçülmesi

L, a ve b ölçeği Şekil 3.1’de 3 boyutta ifade edilen sistem ‘Commission Internationale de Eclairge’ (CIE) tarafından tanımlanmıştır.



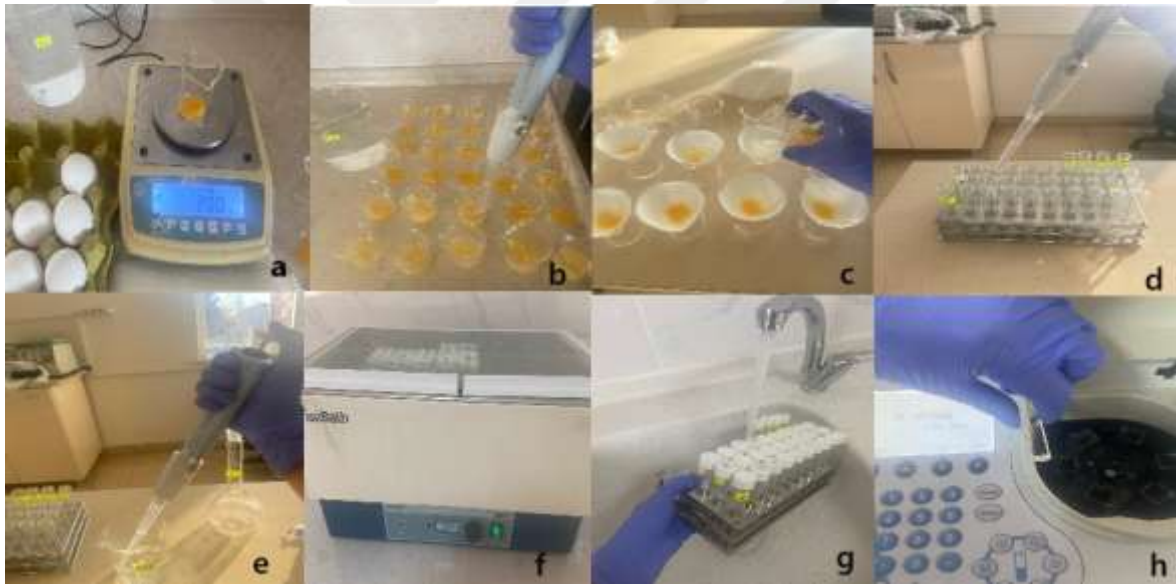
Şekil 3.1. CIE- L, a, b renk düzlemi (Özcan, 2008)

Yumurta sarı rengi L değeri parlaklık, a değeri kırmızılık ve b değeri ise sarılık olarak ifade edilmektedir (Rossi ve diğerleri, 2015).

3.2.7. Yumurta sarısı TBARs değerinin belirlenmesi

Yumurta lipid oksidasyonunun bir belirteci olarak bu çalışmanın sonunda malondialdehit analizi yapıldı ve absorbans değerlerden grupların (K, SYE ve SYE-AgNPs) TBARs

düzeyleri hesaplandı. Bu amaçla, Tarladgis, Pearson ve Dugan (1962) tarafından geliştirilen ve Lemon (1975) tarafından modifiye edilen metod kullanıldı. Buna göre, 50 mL'lik beherlerin içerisinde yumurta sarı örnekleri tartıldı ve üzerine trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi (%7.5 TCA, %0.1 EDTA, %0.1 propil gallat) ilave edildi. Ardından bu karışımlar ortalama 10-12 saniye ultra-turrax'la (CAT X-620) homojenize edildi ve Whatmann (No. 1) filtre kağıdından süzüldü. Süzüntülerden 3 mL alınarak vida kapaklı cam tüplere aktarıldı ve üzerlerine de 3 mL thiobarbitürik asit (TBA) çözeltisi ilave edildi. Tüplerin kapakları kapatıldı ve 40 dakika süreyle (100°C'de) su banyosunda (Wisd) bekletildi. 40 dakikalık süre bitiminde tüpler soğutuldu. Daha sonra santrifüj edilebilir tüplere aktarılaraq 2500 rpm'de 5 dakika süreyle santrifüj (Hermle Z 206 A) edildi. Sonrasında, örneklerin süpernatant kısımlarının absorbans değerleri (530 nm dalga boyunda) spektrofotometrede (Genesys 10S UV-VIS, Therna Scientific) belirlendi (Resim 3.13).



Resim 3.13. MDA analizi (a: yumurta örneği, b: TCA ilavesi, c: Örneklerin süzülmesi, d: Süzüntülerin pipetlenmesi, e: TBA ilavesi, f: örneklerin su banyosunda bekletilmesi edilmesi, g: Tüplerin soğutulması, h: Spektrofotometrik ölçüm)

Spektrofotometreden elde edilen absorbans değerleri kullanılarak verilen formülden TBARS değerleri $\mu\text{mol MDA/kg}$ olarak hesaplandı.

$$\text{TBARS} = \left[\left(\frac{\text{absorbans}}{k} \right) \times 2 \times 6.8 \right] \times \frac{1000}{\text{örnek ağırlığı}} \quad (5)$$

(k= Standart değeri)

3.2.8. Yumurta sarısında DPPH radikal giderim aktivitesinin belirlenmesi

Yumurta sarısında antioksidan düzeyini belirlemek için DPPH radikal giderim aktivite analizi yapıldı. Bu amaçla, Farıvar (2014)'te bildirilen yöntem kullanıldı.

Buna göre, öncelikle yumurta sarısı numunelerinden falkonlara alındı. Falcon tüplerdeki 2 g numunelerin üzerine metil alkol (25 mL) ilave edildi. Karışımlar, ultrasound-destekli (Faithful FSF-010S) ekstrakte edildi (25 dakika). Süre sonunda elde edilen ekstratlar, No. 1 Whatmann filtre kağıdıyla süzüldü. Cam tüplere süzüntülerden 0.1 mL alındı. Üzerlerine DPPH çözeltisi (2.9 mL) eklendi. Hazırlanan tüpler, vortex (IKA Vortex 4 Basic) kullanılarak yaklaşık 10-12 saniye süreyle karıştırıldı ve sonrasında karanlıkta 1 saat süreyle bekletildi. Ardından, numune absorbansları spektrofotometre (Genesys 10S UV-VIS, Thermo Scientific) kullanılarak (517 nm dalga boyunda) ölçüldü (Şekil 3.14).



Resim 3.14. DPPH radikal giderim aktivite analizi (a-b: DPPH çözeltisinin hazırlanması, c: Yumurta numunelerinin tartılması, d: Numunelerin üzerine metil alkol ilavesi e: Ultrasonik-destekli ekstraksiyon, f: Elde edilen ekstratlar, g: Whatmann ile süzme işlemi, h: Süzüntülerden cam tüplere örnek alınması, i: DPPH ilavesi, j: Numunelerin homojenize edilmesi, k: İnkübasyon sonrası numuneler, l: Absorbansların spektrofotometre ile ölçülmesi

Verilen formülden grupların DPPH radikal giderim aktiviteleri % olarak hesaplandı (Sudha, Priya, Shree ve Vadivukkarasi, 2011).

$$\text{DPPH radikal giderim aktivitesi (\% indirgeme)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \quad (6)$$

(A₀: Kontrol Absorbansı, A₁: Örnek Absorbansı) (Kontrol tüpü: Numunesiz)

3.2.9. İstatistik analiz

Bu tez çalışmasından toplanan verilerin istatistiksel analizinde One-Way ANOVA (tek yönlü) varyans analizi kullanıldı. K, SYE ve SYE-AgNPs grupları arasındaki karşılaştırmalar Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak yapıldı. Bunun için, SPSS 21.0 istatistik paket programı kullanıldı (IBM Corp., 2012). Grupların etki düzeyi p<0.05'e göre değerlendirildi. Deneme gruplarındaki ve analizlerdeki tekerrür sayıları (tavuk ve yumurta numuneleri) G* Power (version 3.1.9) yazılım programı ile F tests (Fixed effects, omnibus, one-way) modülü kullanılarak belirlendi (Faul, Erdfelder, Lang ve Buchner, 2007).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

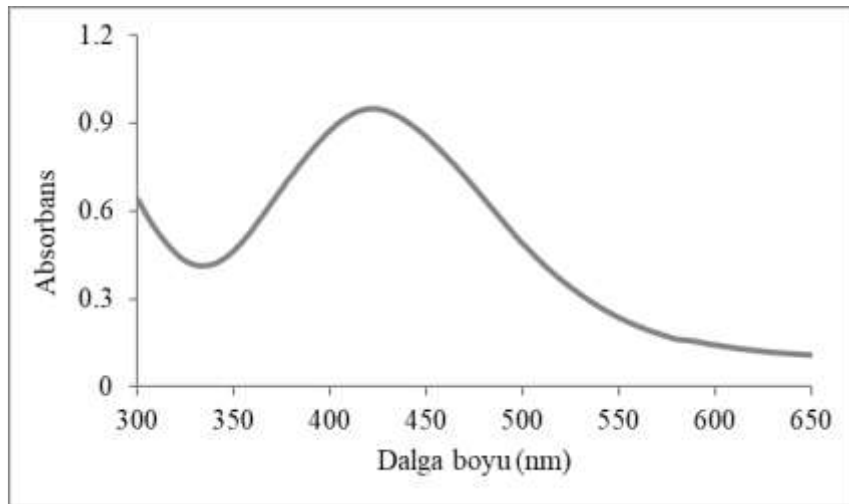
Bu bölümde, *Smilax excelsa* bitkisinden yeşil sentez yöntemiyle sentezlenen gümüş nanopartiküllerin karakterizasyonuna yer verildi. Ayrıca *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ve *Smilax excelsa* bitkisinden sentezlenen gümüş nanopartiküllerin yumurtacı tavuklarda performans, yumurta albumen pH'sı, yumurta sarı renk değerleri (L, a ve b) ile yumurta oksidan-antioksidan parametreleri (TBARs ve DPPH) değerlendirildi.

4.1. Gümüş Nanopartiküllerinin Karakterizasyonu

Bu bölümde, *Smilax excelsa* yapraklarından sentezlenerek yumurtacı tavukların karma yemlerine ilave edilen gümüş nanopartiküllerin karakterizasyonuna ait bulgular değerlendirildi.

4.1.1. UV-Vis spektroskopisi bulguları

UV-Vis spektroskopisi, gümüş nanopartiküllerinin oluşumunu göstermek için önemli bir yöntemdir. Gümüş nanopartikülleri tipik olarak 400-450 nm aralığında ışığı emer ve kesin dalga boyu, partiküllerin boyutuna ve şekline bağlıdır. Çalışmada, 427 nm dalga boyunda maksimum absorbanın gözlemlenmesi gümüş nanopartiküllerin oluşumunu ortaya koydu. Reaksiyon esnasında karışımın renginin açık sarıdan koyu kahve rengine dönmesi gümüş nanopartiküllerin oluşumunu desteklemektedir.



Şekil 4.1. AgNPs'nin UV-Vis spektrumu (427 nm dalga boyu)

4.1.2. FTIR (Fourier Transform Infrared) spektroskopisi bulguları

Bitkiden elde edilen su ekstraktının FTIR (Fourier Transform Infrared) analizi gerçekleştirildi ve fonsiyonel gruplar Çizelge 4.1’de verildi.

Çizelge 4.1. Gümüş nanopartiküllerin FTIR analizi

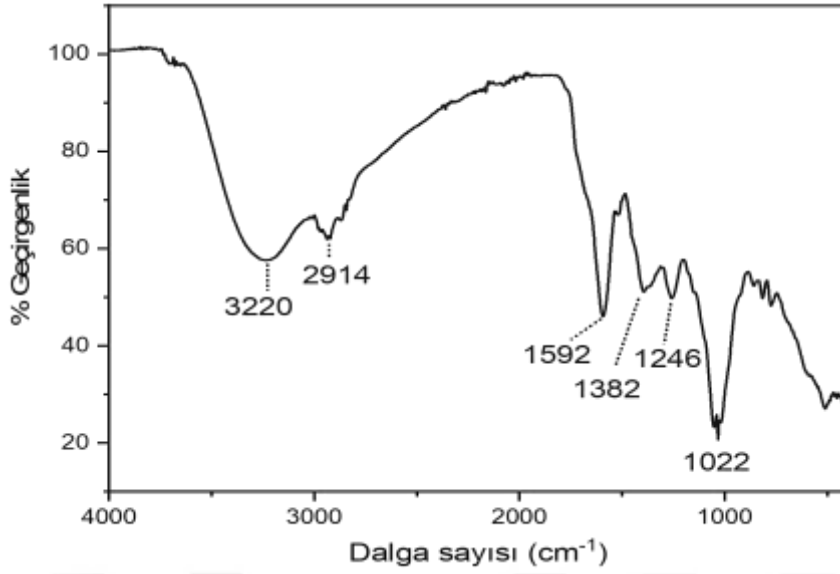
No	ν (cm ⁻¹)	Gruplar
1	3220	O-H
2	2914	C-H
3	1592	C=C
4	1382	C-H
5	1246	C-O
6	1022	C-N

Smilax excelsa bitki ekstraktlarının FTIR spektrumu, ekstrakt içindeki fonksiyonel grupları belirlemek amacıyla kullanıldı.

FTIR spektroskopisi, moleküllerin belirli dalga boylarındaki kızılötesi ışığı emme özelliklerine dayanır ve bu sayede ekstraktın kimyasal bileşimi hakkında bilgi sağlar. 3220 cm⁻¹’de gözlenen sinyal ekstrakta, polifenoller, flavonoidler, fenolik bileşiklerin olabileceğini göstermektedir.

2914 cm⁻¹’de gözlenen sinyal ise alkanların C-H gerilme titreşimleri belirtmektedir. 1592 cm⁻¹’de gözlenen sinyal aromatik bileşikteki karbon-karbon çift bağının gerilme titreşiminden kaynaklanmaktadır.

Alkanların C-H bükülme titreşimi 1382 cm⁻¹’de gözlemlendi. 1246 cm⁻¹’de gözlenen sinyal ise, alkil aril eterin C-O gerilme titreşiminden kaynaklanmaktadır. 1022 cm⁻¹ de gözlenen sinyal ise aminin C-N gerilmesini göstermektedir.

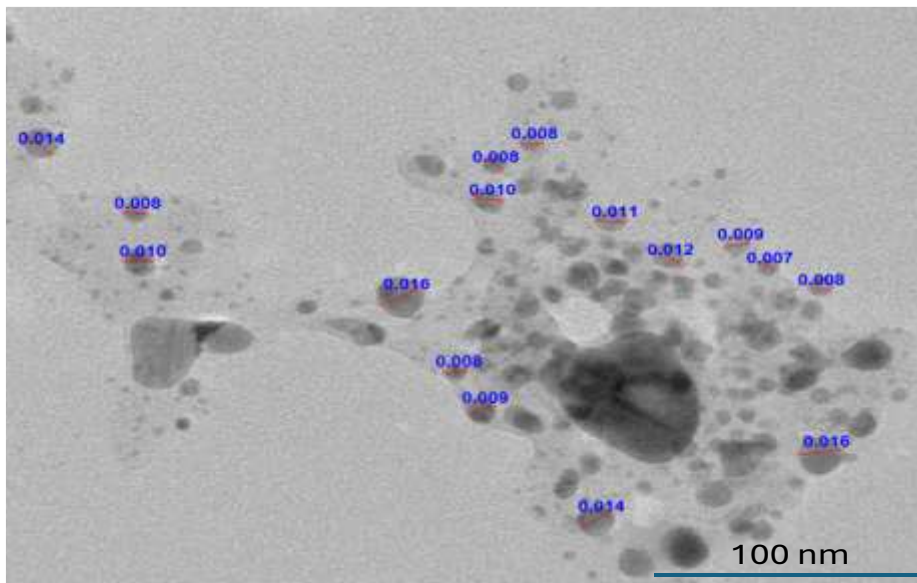


Şekil 4.2. Ekstraktın FTIR spektrumu

4.1.3. TEM (Transmisyon Elektron Mikroskobu) bulguları

TEM (Transmisyon Elektron Mikroskobu), AgNPs dahil tüm nanomalzemelerin karakterizasyonu için oldukça önemli bir tekniktir. TEM analizi, AgNPs'nin nanoskala düzeyindeki boyutu, şekli ve biçimi hakkında bilgi verebilir. TEM analizi ayrıca AgNPs'nin kristal yapısı ve morfolojisi hakkında bilgi verebilir.

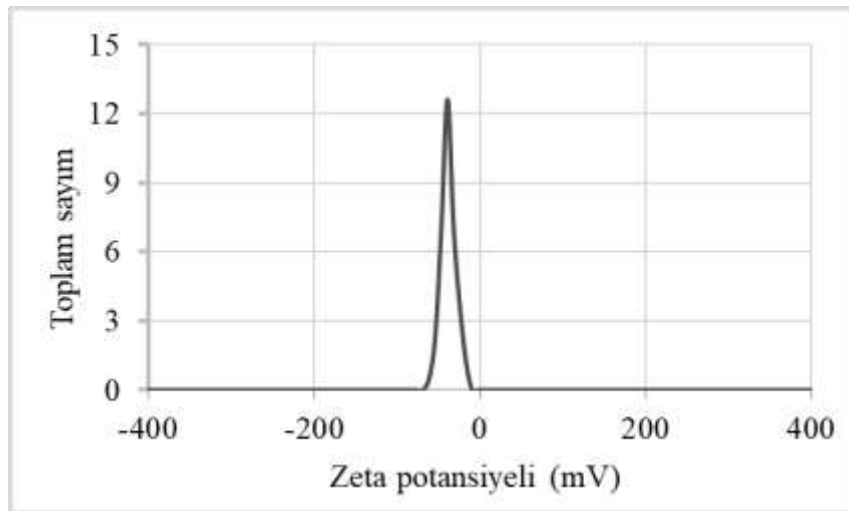
Bu çalışmada, parçacıklar küresel olarak belirlendi ve boyut 10.5 nm olarak hesaplandı.



Şekil 4.3. Gümüş nanopartiküllerin TEM görüntüsü (10.5 nm)

4.1.4. Zeta potansiyel analiz bulguları

Zeta potansiyeli, bir parçacığın yüzeyi ile çevresindeki sıvı veya ortam arasındaki elektriksel potansiyel farkının ölçümüdür. Gümüş nanoparçacıklar söz konusu olduğunda, zeta potansiyeli çözeltideki kararlılıklarını, dağılımlarını ve kümelenme davranışlarını ortaya koymada önemli bir rol oynar. Genellikle, gümüş nanoparçacıklar yüksek bir yüzey alanına sahiptir ve çekici van der Waals kuvvetleri nedeniyle çözeltide kümelenme eğilimindedir. Ancak, pozitif veya negatif bir yüzey yükü mevcut olduğunda, parçacıklar arasındaki itici elektrostatik kuvvetler kümelenmeyi önler ve kararlılığı destekler. Gümüş nanoparçacıklar söz konusu olduğunda, çözeltide kararlılık ve dağılım için negatif bir zeta potansiyeli tercih edilir. Bunun nedeni, gümüş nanoparçacıkların DNA ve proteinler gibi negatif yüklü biyomolekülleri adsorplama eğiliminde olmasıdır; bu da yüzey yükü çekici van der Waals kuvvetlerine karşı koymak için yeterli değilse kümelenmeye yol açabilir. Bu nedenle, bu çalışmada, yüksek zeta potansiyeli AgNPs'nin yüksek kararlılığını gösterdi ve kümelenmeyi önledi. Zeta potansiyeli -38.7 mV olarak bulundu ve bu nanopartiküllerin kararlı olduğunu ortaya koydu (Şekil 4.4). AgNPs kolloidal çözeltiye kararlıydı. Çünkü negatif yükler arasında elektrostatik itme bulundu.



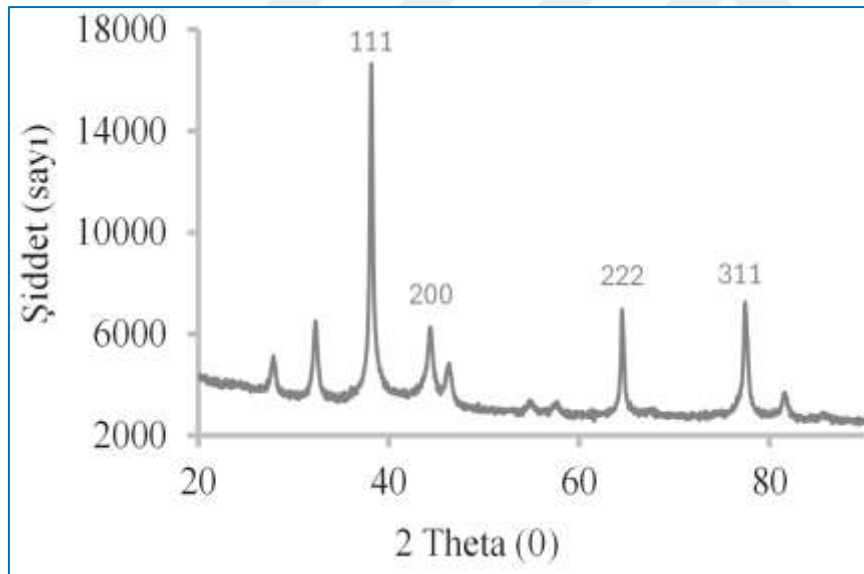
Şekil 4.4. Zeta potansiyeli (-38.7 mV)

4.1.5. XRD analiz bulguları

XRD (X-Işını Kırınımı) tekniği Kimya, Malzeme Bilimi, Jeoloji ve Fizik dahil olmak üzere pekçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bilinmeyen malzemeleri tanımlamak, bir

numunenin saflığını belirlemek ve malzemelerin kristal yapısını ve özelliklerini incelemek için kullanılabilir. XRD analizi, kristal yapısı, kafes parametreleri ve faz bileşimi dahil olmak üzere bir malzemenin özellikleri hakkında değerli bilgiler sağlayabilir. Malzemelerin atomik yapısını ve özelliklerini incelemek için güçlü bir tekniktir ve araştırma ve endüstride yaygın olarak kullanılır. Gümüş nanopartiküllerin kristal boyutu hem TEM görüntüsünde hem de Scherrer denkleminde hesaplandı. Sonuçlar uyumlu bulundu. Bu çalışmada, 38.3° , 44.6° , 64.8° , 77.2° ve 81.7° açılarındaki (2θ) ışıma, (111), (200), (220), (311), (222) piklerine karşılık gelmektedir ve yüz merkezli kübik yapıyı göstermektedir (Şekil 4.5). AgNPs'nin kristalin boyutu Scherrer denklemi ($D=K\lambda/\beta\cos\theta$) ile 15.2 nm olarak belirlendi.

Burada, θ Bragg açısıdır, yani olay X-ışını demeti ile kırınım düzlemleri arasındaki açıdır, β kırınım tepe noktasının yarı maksimumdaki tam genişliğidir (FWHM), λ deneyde kullanılan X-ışınlarının dalga boyudur, K kristalitlerin şekliyle ilgili bir sabittir (genellikle 0.9 olarak alınır), D kırınım düzlemleri yönündeki ortalama kristalit boyutudur.



Şekil 4.5. AgNPs'nin XRD spektrumu

4.2. Katkı Maddelerinin Performans Parametrelerine Etkisi

Yumurtacı tavukların karma yemlerine sırasıyla 30 mg/kg ve 15 mg/kg ilave edilen *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı (SYE) ile *Smilax excelsa* bitkisinden elde edilen gümüş nanopartiküllerin performans parametrelerinden yumurta ağırlığı (g), yumurta kütlesi (g),

yumurta verimi (%), yemden yararlanma oranı (g yem/g yumurta ağırlığı) ve yem tüketimi (g) üzerine etkileri Çizelge 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6. ve 4.7’de verildi.

Çizelge 4.2. Katkı maddelerinin canlı ağırlık kazancı üzerine etkileri (N=24)

PARAMETRELER	GRUPLAR				
	K	SYE	SYE-AgNPs	SEM	P
DBCA (g)	1622.76	1639.42	1668.92	14.01	0.401
DSCA (%)	1525.21	1499.04	1540.42	13.80	0.471
CAD (g)	-97.55	-140.38	-128.50	8.758	0.119

Ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsizdir ($p>0.05$). K: Kontrol grubu, SYE: Karma yeme 30 mg/kg *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ilavesiyle beslenen grup, SYE-AgNPs: Karma yeme *Smilax excelsa* bitkisinden elde edilen 15 mg/kg gümüş nanopartikülleri ilavesiyle beslenen grup; DBCA: Deneme başı canlı ağırlık; DSCA: Deneme sonu canlı ağırlık, CAD: Canlı ağırlık değişimi, SEM: Standart hata ortalamaları

Çalışmada kullanılan katkı maddelerinden SYE ve SYE’den sentezlenen AgNPs’nin DBCA, DSCA ve CAD’ni (Çizelge 4.2) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilemediği belirlendi ($p>0.05$).

Çizelge 4.3. Katkı maddelerinin 1. performans (1-14. günler) parametrelerine etkisi (N=24)

PARAMETRELER	GRUPLAR				
	K	SYE	SYE-AgNPs	SEM	P
YA (g)	61.95	61.48	63.65	0.461	0.130
YV (%)	95.37	94.94	94.64	0.618	0.894
YK (g)	59.06	58.33	60.17	0.523	0.356
GYT (g)	110.67	109.21	113.07	0.921	0.228
YYO (g yem/g yumurta)	1.788	1.780	1.781	0.015	0.978

Ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsizdir ($p>0.05$). K: Kontrol grubu, SYE: Karma yeme 30 mg/kg *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ilavesiyle beslenen grup, SYE-AgNPs: Karma yeme *Smilax excelsa* bitkisinden elde edilen 15 mg/kg gümüş nanopartikülleri ilavesiyle beslenen grup; YV: Yumurta verimi, YA: Yumurta ağırlığı, YK: Yumurta kütlesi, GYT: Günlük yem tüketimi, YYO: Yemden yararlanma oranı, SEM: Standart hata ortalamaları

Katkı maddelerinin 1. performans (1-14. günler) parametrelerine etkisi Çizelge 4.3.'te verildi.

Çalışmada kullanılan SYE ve SYE'den sentezlenen AgNPs'nin 1-14. günler arasındaki performans parametrelerine etkisi (Çizelge 4.3) istatistiksel olarak önemsiz bulundu ($p>0.05$).

1-14 günler arasındaki performans değerleri incelendiğinde en yüksek yumurta ağırlığı (63.95 g), yumurta kütlesi (60.17 g) ve günlük yem tüketimi (113.07 g) en yüksek SYE-AgNPs grubunda tespit edildi. Ancak bu değerler istatistiksel olarak önemsiz oldu ($P>0.05$).

Çizelge 4.4. Katkı maddelerinin 2. performans (14-28. günler) parametrelerine etkisi (N=24)

PARAMETRELER	GRUPLAR				
	K	SYE	SYE-AgNPs	SEM	P
YA (g)	65.70	61.40	63.75	0.759	0.067
YV (%)	94.56	93.45	93.75	0.652	0.778
YK (g)	60.83	57.45	59.73	0.735	0.160
GYT (g)	110.21	105.69	111.27	1.089	0.083
YYO (g yem/g yumurta)	1.701	1.723	1.749	0.020	0.626

Ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsizdir ($p>0.05$). K: Kontrol grubu, SYE: Karma yeme 30 mg/kg *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ilavesiyle beslenen grup, SYE-AgNPs: Karma yeme *Smilax excelsa* bitkisinden elde edilen 15 mg/kg gümüş nanopartikülleri ilavesiyle beslenen grup; YV: Yumurta verimi, YA: Yumurta ağırlığı, YK: Yumurta kütlesi, GYT: Günlük yem tüketimi, YYO: Yemden yararlanma oranı, SEM: Standart hata ortalamaları

Katkı maddelerinin 2. performans (14-28. günler) parametrelerine etkisi Çizelge 4.4.'te verildi.

Yumurtacı tavuk karma yemlerine sırasıyla 30 mg/kg ve 15 mg/kg düzeylerinde ilave edilen SYE ve SYE'den sentezlenen AgNPs'nin 14-28. günler arasındaki verim performans değerlerini etkilemediği tespit edildi (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.5. Katkı maddelerinin 3. performans (28-42. günler) parametrelerine etkisi (N=24)

PARAMETRELER	GRUPLAR				
	K	SYE	SYE-AgNPs	SEM	P
YA (g)	62.76 ^a	60.75 ^b	64.00 ^a	0.403	0.003
YV (%)	95.24	95.24	94.94	0.670	0.979
YK (g)	59.74	57.95	60.75	0.579	0.134
GYT (g)	112.14	108.02	113.97	1.125	0.085
YYO (g yem/g yumurta)	1.788	1.781	1.784	0.018	0.978

a.b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. K: Kontrol grubu, SYE: Karma yeme 30 mg/kg *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ilavesiyle beslenen grup, SYE-AgNPs: Karma yeme *Smilax excelsa* bitkisinden elde edilen 15 mg/kg gümüş nanopartikülleri ilavesiyle beslenen grup; YV: Yumurta verimi, YA: Yumurta ağırlığı, YK: Yumurta kütlesi, GYT: Günlük yem tüketimi, YYO: Yemden yararlanma oranı, SEM: Standart hata ortalamaları

28-42. günler arasında gruplar arasında sadece yumurta ağırlığı bakımından farklılık oldu. Yumurtacı tavukların karma yemlerine ilave edilen SYE'nin yumurta ağırlığını düşürdüğü belirlendi ($P<0.05$). Kontrol grubu ve SYE-AgNPs grupları ise istatistiksel olarak benzer bulundu ($P>0.05$).

Çizelge 4.6. Katkı maddelerinin 4. performans (42-56. günler) parametrelerine etkisi (N=24)

PARAMETRELER	GRUPLAR				
	K	SYE	SYE-AgNPs	SEM	P
YA (g)	61.86 ^b	62.29 ^b	64.58 ^a	0.455	0.029
YV (%)	95.92	94.35	93.45	0.838	0.484
YK (g)	59.30	58.83	60.24	0.634	0.656
GYT (g)	113.94	111.95	115.43	0.929	0.312
YYO (g yem/g yumurta)	1.845	1.780	1.794	0.017	0.416

a.b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. K: Kontrol grubu, SYE: Karma yeme 30 mg/kg *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ilavesiyle beslenen grup, SYE-AgNPs: Karma yeme *Smilax excelsa* bitkisinden elde edilen 15 mg/kg gümüş nanopartikülleri ilavesiyle beslenen grup; YV: Yumurta verimi, YA: Yumurta ağırlığı, YK: Yumurta kütlesi, GYT: Günlük yem tüketimi, YYO: Yemden yararlanma oranı, SEM: Standart hata ortalamaları

42-56. günler arasındaki son verim performansı açısından gruplar arasında sadece yumurta ağırlığı bakımından anlamlı bir fark olduğu belirlendi. En yüksek yumurta ağırlığı SYE-AgNPs grubunda oldu ($P<0.05$).

Çizelge 4.7. Performans parametrelerine ait genel (1-56. günler) bulgular (N=96)

PARAMETRELER	GRUPLAR				
	K	SYE	SYE-AgNPs	SEM	P
YA (g)	63.07 ^a	61.48 ^b	64.00 ^a	0.296	0.001
YV (%)	95.27	94.49	94.20	0.349	0.433
YK (g)	59.73 ^a	58.14 ^b	60.22 ^a	0.310	0.015
GYT (g)	111.74 ^a	108.72 ^b	113.43 ^a	0.517	0.001
YYO (g yem/g yumurta)	1.780	1.771	1.772	0.009	0.912

a.b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. K: Kontrol grubu, SYE: Karma yeme 30 mg/kg *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ilavesiyle beslenen grup, SYE-AgNPs: Karma yeme *Smilax excelsa* bitkisinden elde edilen 15 mg/kg gümüş nanopartikülleri ilavesiyle beslenen grup; YV: Yumurta verimi, YA: Yumurta ağırlığı, YK: Yumurta kütlesi, GYT: Günlük yem tüketimi, YYO: Yemden yararlanma oranı, SEM: Standart hata ortalamaları

Genel performans parametreleri (1-56. günler) değerlendirildiğinde yumurta ağırlığı, yumurta kütlesi ve yem tüketiminin karma yemdeki katkı maddelerinden etkilendiği tespit edildi. Yumurtacı tavuk karma yemlerindeki SYE'nin yumurta ağırlığı ($P=0.001$), yumurta kütlesi ($P<0.05$) ve yem tüketimini ($P=0.001$) önemli düzeyde azalttığı tespit edildi. Bu parametreler yönünden SYE-AgNPs ile kontrol grubu ise benzer oldu. SYE'nin performans parametrelerini negatif yönde etkileme nedeninin içerisindeki fenolik bileşiklerden (özellikle tanenler) kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Mevcut çalışmanın aksine bazı araştırmacılar gümüş nanopartiküllerin yumurta verimi ve ağırlığı (Naghizadeh ve diğerleri, 2011; Pineda ve diğerleri, 2012) ile günlük yem tüketimini (Ahmadi, 2009; Pineda ve diğerleri, 2012) etkilemediğini bildirmişlerdir.

Etlik piliçlerde yapılan bir çalışmada (Ahmadi, 2009) 900 ppm düzeyindeki gümüş nanopartiküllerinin yemden yararlanmayı iyileştirdiği bildirilmiştir. Mevcut çalışmanın

sonuçları ile bu çalışmanın sonuçlarının örtüşmemesinin karma yeme katılan dozla ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Farzinpour ve Karashi (2013), Japon bıldırcın karma yemlerindeki gümüş nanopartiküllerin yumurta sarı ağırlığını ile yumurta verimini azalttığını belirlemiştir.

4.3. Katkı Maddelerinin Albumen pH'sı ve Yumurta Sarı Rengine Etkisi

Yumurtacı tavukların karma yemlerine sırasıyla 30 mg/kg ve 15 mg/kg ilave edilen *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ile *Smilax excelsa* bitkisinden elde edilen gümüş nanopartiküllerin albumen pH'sı ve yumurta sarısı L, a ve b değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.8'de verildi.

Çizelge 4.8. Katkı maddelerinin yumurta albumen pH ve yumurta sarı nengine etkisi

PARAMETRELER	GRUPLAR				
	K	SYE	SYE-AgNPs	SEM	P
Albumen pH (N=40)	8.40 ^a	8.32 ^{ab}	8.22 ^b	0.022	0.005
L (N=20)	54.81	54.00	53.55	0.234	0.082
a (N=20)	15.50	15.07	15.44	0.163	0.514
b (N=20)	52.79	53.31	52.43	0.482	0.916

a,b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. K: Kontrol grubu, SYE: Karma yeme 30 mg/kg *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ilavesiyle beslenen grup, SYE-AgNPs: Karma yeme *Smilax excelsa* bitkisinden elde edilen 15 mg/kg gümüş nanopartikülleri ilavesiyle beslenen grup; L: parlaklık, a: kırmızılık, b: sarılık; SEM: Standart hata ortalamaları

Yumurtacı tavuk karma yemlerine ilave edilen SYE ve AgNPs'nin albumen pH'sı üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi ($P<0.05$). Karma yemdeki AgNPs'nin albumen pH'sını düşürdüğü tespit edildi.

Albumen pH'sının daha düşük olması *S. excelsa*'dan sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin yumurta raf ömrünü iyileştirdiğini göstermektedir. Yumurta sarı rengi L, a ve b değerleri bakımından ise gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($P>0.05$).

4.4. Katkı Maddelerinin Yumurta Oksidan ve Antioksidan Düzeylerine Etkisi

Yumurtacı tavukların karma yemlerine sırasıyla 30 mg/kg ve 15 mg/kg ilave edilen *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı (SYE) ile *Smilax excelsa* bitkisinden elde edilen gümüş nanopartiküllerin yumurta sarısı oksidan düzeyi (TBARs) ve antioksidan (DPPH radikal giderim aktivitesi) kapasitesi Çizelge 4.9’da verildi.

Çizelge 4.9. Katkı maddelerinin yumurta oksidan-antioksidan düzeylerine etkisi (N=10)

PARAMETRELER		
Gruplar	TBARs ($\mu\text{mol MDA/kg}$ yumurta)	DPPH (%)
K	3.101 ^a	8.024
SYE	2.298 ^b	7.903
SYE-AgNPs	2.475 ^b	8.693
SEM	0.133	0.178
P	0.028	0.148

a,b: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. K: Kontrol grubu, SYE: Karma yeme 30 mg/kg *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ilavesiyle beslenen grup, SYE-AgNPs: Karma yeme *Smilax excelsa* bitkisinden elde edilen 15 mg/kg gümüş nanopartikülleri ilavesiyle beslenen grup; TBARs: Tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri, DPPH: 2,2 Difenil-1-pikrilhidrazil, SEM: Standart hata ortalamaları

Gruplar arasında yumurta antioksidan düzeyi (DPPH radikal giderim aktivitesi) bakımından anlamlı bir fark bulunmadı ($P>0.05$). Ancak lipid oksidasyonunun bir göstergesi olan yumurta sarısı TBARs konsantrasyonları bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık oldu ($P<0.05$). Kontrol grubuyla kıyaslandığında hem ekstrakt ilaveli grupta hem de AgNPs ilaveli grupta lipid oksidasyonu daha düşük oldu. Dolayısıyla ekstrakt ve AgNPs’nin yumurta raf ömrünü geliştirmede etkili olduğu belirlendi.

Yapılan bazı çalışmalarda (Ahmadi ve Branch, 2012; Rezaei ve diğerleri, 2018) AgNPs’nin serum malondialdehit düzeyini yükselttiği ve serum katalaz konsantrasyonunu düşürdüğü bildirilmiştir. Rezaei ve diğerleri (2018), çalışmalarının bulgularına bakarak gümüş nanopartiküllerinin oksidatif strese sebep olabileceğini ve karaciğer hasarı oluşturabileceğini ifade etmişlerdir.

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, yumurtlamanın birinci döneminde bulunan yumurtacı tavukların karma yemlerine *Smilax excelsa* bitki ekstraktı (30 mg/kg) ve bitkiden sentezlenen AgNPs (15 mg/kg) ilavesinin performans, yumurta albumen pH'sı, yumurta sarı rengi (L, a ve b değerleri), yumurta lipid oksidasyonu ve antioksidan kapasitesi üzerine etkileri belirlendi.

Elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

1. Yapılan bu tez çalışmasında deneme sonu canlı ağırlık ve canlı ağırlık değişiminin karma yemdeki *Smilax excelsa* yaprak ekstraktı ve ekstraktan sentezlenen AgNPs'den etkilenmediği belirlendi.
2. (1-14. günler) ve 2. (14.-28. günler) verim performans değerleri bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı ancak 3. (28.-42. günler) ve 4. (42-56. günler) performans değerlerinden yumurta ağırlığının, karma yemdeki *Smilax excelsa* yaprak ekstrakt ilavesinden negatif yönde etkilendiği tespit edildi.
3. Genel performans (1-56. günler) değerlerine bakıldığında ise yumurta ağırlığı, yumurta kütlesi ve yem tüketiminin karma yeme katılan 30 mg/kg düzeyindeki SYE'den negatif olarak etkilendiği ortaya konuldu.
4. Yumurta kalite özelliklerinden yumurta sarı rengi L, a ve b değerleri gruplar arasında benzer bulundu. Yumurta albumen pH'sı en düşük SYE-AgNPs grubunda bulundu. Bu da karma yemdeki gümüş nanopartiküllerinin yumurta raf ömrünü geliştirdiğini göstermektedir.
5. Lipid peroksidasyonunun bir belirteci olan TBARs değerleri bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi. Ancak yumurta antioksidan düzeyi karma yemdeki katkı maddelerinden etkilenmedi. Hem SYE hem de SYE-AgNPs'nin yumurta lipid oksidasyonunu azaltarak yumurta raf ömrünün iyileştirilmesine katkı sağladığı belirlendi.

Bu tez çalışmasında, *Smilax excelsa* bitkisi ve bu bitkiden sentezlenen gümüş nanopartiküllerin yumurta albumen pH'sını düşürerek ve malondialdehit düzeyini azaltarak yumurta raf ömrüne katkı sağlayabileceği ortaya konulmuştur. Kontrol grubuyla

kıyaslandığında bu parametreler bakımından olumlu sonuçlar elde edilse de ekstrakt (30 mg/kg) ve ekstrakttan sentezlenen AgNPs (15 mg/kg) grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sonuç olarak, yumurtacı tavuk karma yemine ilave edilen 30 mg/kg düzeyindeki *Smilax excelsa* bitkisinin içerisindeki tanenlerden dolayı performans parametrelerini olumsuz olarak etkileyebileceği gerekçesi ile doz çalışmaları yapılmasının önemli olabileceği kanaatine varılmıştır. Ayrıca ileriki çalışmalarda bu bitkiden sentezlenen gümüş nanopartiküllerin kanatlı hayvanlarda daha etkin bir doz araştırmasının yapılmasının önemli olabileceği düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Abd El Latif, M. A., Abdel-Wareth, A. A., Daley, M. and Lohakare, J. (2023). Effect of dietary orange peel meal and multi-enzymes on productive, physiological and nutritional responses of broiler chickens. *Animals*, 13(15), 2473.
- Abdelli, N., Solà-Oriol, D. and Pérez, J. F. (2021). Phytogenic feed additives in poultry: achievements, prospective and challenges. *Animals*, 11(12), 3471.
- Abdollahi, A., Karimi, A., Sadeghi, A. A., Bedford, M. R. and Ashengroph, M. (2021). The effects of the fiber source and xylanase supplementation on production, egg quality, digestibility, and intestinal morphology in the aged laying hen. *Poultry Science*, 100(3), 100936.
- Adzitey, F. (2015). Antibiotic classes and antibiotic susceptibility of bacterial isolates from selected poultry; a mini review. *World's Veterinary Journal*, 5(3), 36-41.
- Ahmadi, J. (2009). Application of different levels of silver nanoparticles in food on the performance and some blood parameters of broiler chickens. *World Applied Sciences Journal*, 7(1), 24-27.
- Ahmadi, F. and Branch, S. (2012). Impact of different levels of silver nanoparticles (Ag-NPs) on performance, oxidative enzymes and blood parameters in broiler chicks. *Pakistan Veterinary Journal*, 32(3), 325-328.
- Aljumaah, M. R., Suliman, G. M., Abdullatif, A. A. and Abudabos, A. M. (2020). Effects of phytobiotic feed additives on growth traits, blood biochemistry, and meat characteristics of broiler chickens exposed to *Salmonella typhimurium*. *Poultry Science*, 99(11), 5744-5751.
- Al-Mariri, A. and Safi, M. (2014). *In-vitro* antibacterial activity of several plant extracts and oils against some gram-negative bacteria. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 39(1), 36.
- Al-Mehdhar, A. A., Alarjani, K. M., Aldosari, N. S. and Alghamdi, M. A. (2024). Antibacterial efficacy of AgNPs synthesized from *Aloe vera* extract and *Staphylococcus aureus* culture supernatant. *Journal of King Saud University-Science*, 36(10), 103464.
- Alsammarraie, F. K., Wang, W., Zhou, P., Mustapha, A. and Lin, M. (2018). Green synthesis of silver nanoparticles using turmeric extracts and investigation of their antibacterial activities. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 171, 398-405.
- Alsammarraie, F. K., Lin, M. and Mustapha, A. (2023). Green synthesis of silver nanomaterials and evaluation of their antibacterial and antioxidant effectiveness in chicken meat. *Food Bioscience*, 56, 103332.
- Al-Sultan, S. I., Hereba, A. R. T., Hassanein, K. M., Abd-Allah, S. M., Mahmoud, U. T. and Abdel-Raheem, S. M. (2022). The impact of dietary inclusion of silver nanoparticles

- on growth performance, intestinal morphology, caecal microflora, carcass traits and blood parameters of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 967-978.
- Amad, A. A., Männer, K., Wendler, K. R., Neumann, K. and Zentek, J. (2011). Effects of a phytogenic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*, 90(12), 2811-2816.
- Amiri-Rigi, A., Abbasi, S. and Emmambux, M. N. (2023). Background, limitations, and future perspectives in food grade microemulsions and nanoemulsions. *Food Reviews International*, 39(8), 5048-5086.
- Anju, T. R., Parvathy, S., Veetil, M. V., Rosemary, J., Ansalna, T. H., Shahzabanu, M. M. and Devika, S. (2021). Green synthesis of silver nanoparticles from *Aloe vera* leaf extract and its antimicrobial activity. *Materials Today: Proceedings*, 43, 3956-3960.
- AOAC (2000). Official Methods of Analysis (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists, AOAC International, Maryland, USA.
- Arif, M. S., Hamid, M. M. A., Raheem, A. and Khalil, M. Z. (2024). Phytobiotics as an alternative to antibiotics in poultry. *Biological Times*, 3(6), 21-22.
- Asghar, M. A., Zahir, E., Shahid, S. M., Khan, M. N., Asghar, M. A., Iqbal, J. and Walker, G. (2018). Iron, copper and silver nanoparticles: Green synthesis using green and black tea leaves extracts and evaluation of antibacterial, antifungal and aflatoxin B1 adsorption activity. *Lwt*, 90, 98-107.
- Attallah, N. G., Elekhawy, E., Negm, W. A., Hussein, I. A., Mokhtar, F. A. and Al-Fakhrany, O. M. (2022). *In-vivo* and *in-vitro* antimicrobial activity of biogenic silver nanoparticles against *Staphylococcus aureus* clinical isolates. *Pharmaceuticals*, 15(2), 194.
- Bakht, J., Khan, S. and Shafi, M. (2013). Antimicrobial potentials of fresh *Allium cepa* against gram positive and gram negative bacteria and fungi. *Pakistan Journal of Botany*, 45(1), 1-6.
- Baytop T. (1999). Türkiye'de bitkiler ile Tedavi. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.
- Bharavi, K., Reddy, A. G., Rao, G. S., Reddy, A. R. and Rao, S. R. (2010). Reversal of cadmium-induced oxidative stress in chicken by herbal adaptogens *Withania somnifera* and *Ocimum sanctum*. *Toxicology International*, 17(2), 59.
- Biswas, A., Mohan, N., Dev, K., Mir, N. A. and Tiwari, A. K. (2021). Effect of dietary mannan oligosaccharides and fructo-oligosaccharides on physico-chemical indices, antioxidant and oxidative stability of broiler chicken meat. *Scientific Reports*, 11(1), 20567.
- Broom, L. J. (2017). The sub-inhibitory theory for antibiotic growth promoters. *Poultry Science*, 96(9), 3104-3108.

- Cao, Y., Xun, M., Ren, S. and Wang, J. (2022). Effects of dietary organic acids and probiotics on laying performance, egg quality, serum antioxidants and expressions of reproductive genes of laying ducks in the late phase of production. *Poultry Science*, 101(12), 102189.
- Carvalho, C. L., Andretta, I., Galli, G. M., Stefanello, T. B., Camargo, N. D. O. T., Marchiori, M., Melchior, R. and Kipper, M. (2022). Effects of dietary probiotic supplementation on egg quality during storage. *Poultry*, 1, 180-192.
- Cho, K. H., Park, J. E., Osaka, T. and Park, S. G. (2005). The study of antimicrobial activity and preservative effects of nanosilver ingredient. *Electrochimica Acta*, 51(5), 956-960.
- Das, C. A., Kumar, V. G., Dhas, T. S., Karthick, V., Govindaraju, K., Joselin, J. M. and Baalamurugan, J. (2020). Antibacterial activity of silver nanoparticles (biosynthesis): A short review on recent advances. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 27, 101593.
- Dehghan, H., Sarrafi, Y. and Salehi, P. (2016). Antioxidant and antidiabetic activities of 11 herbal plants from *Hyrkania region*, Iran. *Journal of Food and Drug Analysis*, 24(1), 179-188.
- Dilawar, M. A., Mun, H. S., Rathnayake, D., Yang, E. J., Seo, Y. S., Park, H. S. and Yang, C. J. (2021). Egg quality parameters, production performance and immunity of laying hens supplemented with plant extracts. *Animals*, 11(4), 975.
- Duman, H., Eker, F., Akdaşçi, E., Witkowska, A. M., Bechelany, M. and Karav, S. (2024). Silver nanoparticles: A comprehensive review of synthesis methods and chemical and physical properties. *Nanomaterials*, 14(18), 1527.
- Dutta, T. K., Yadav, S. K. and Chatterjee, A. (2019). Antibiotics as feed additives for livestock: human health concerns. *Indian Journal of Animal Health*, 58(2), 121-136.
- Ealia, S. A. M. and Saravanakumar, M. P. (2017). A review on the classification, characterisation, synthesis of nanoparticles and their application. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 263(3), 032019).
- El-Azeem, A., Nafisa, A., Madkour, M., Aboelazab, O. M. and El-Wardany, I. (2018). Productive performance and histological responses of Japanese quail breeders to age at mating and silver nanoparticles administration. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 21(3), 807-822.
- Erenler, R., Demirtaş, I., Karan, T., Gul, F., Kayır, O. and Karakoç, O. (2018). Chemical constituents, quantitative analysis and insecticidal activities of plant extract and essential oil from *Origanum onites* L. *Trends in Phytochemical Research*, 2(2), 91-96.
- Fadel, A., Metwally, M. M., Hassan, H. U., Abdelmageed, A. A., Arai, T., Ahmed, M. Z. and Abdel-Aziz, M. F. (2024). Growth, immunomodulatory, histopathological, and antibacterial effects of phytobiotic in incorporated diets on *Oreochromis niloticus* in unchanged water. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1473053.

- Farıvar, A. (2014). *Düşük ve Yüksek Deasetilasyon Derecesine Sahip Kitosanın, Yumurtacı Tavuk Rasyonlarında Kullanımının Verim, Kalite ve Fonksiyonellik Üzerine Etkisi*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Farzinpour, A. and Karashi, N. (2013). The effects of nanosilver on egg quality traits in laying japanese quail. *Applied Nanoscience*, 3, 95-99.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G. and Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175-191.
- Gilani, S. M. H., Rashid, Z., Galani, S., Ilyas, S., Sahar, S., Al-Ghanim, K., Zehra, S., Abid, A., Al-Misned, F., Ahmed, Z., Al-Mulham, N. and Mahboob, S. (2021). Growth performance, intestinal histomorphology, gut microflora and ghrelin gene expression analysis of broiler by supplementing natural growth promoters: A nutrigenomics approach. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(6), 3438-3447.
- Gürmen, S., Ebin, B. and İtü, M. (2008). Nanopartiküller ve üretim yöntemleri-1. *Metallurji Dergisi*, 150, 31-38.
- Hameed, H. (2021). Feed additives in poultry. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 67(168), 87-100.
- Hong, T. K., Tripathy, N., Son, H. J., Ha, K. T., Jeong, H. S. and Hahn, Y. B. (2013). A comprehensive *in-vitro* and *in-vivo* study of ZnO nanoparticles toxicity. *Journal of Materials Chemistry B*, 1(23), 2985-2992.
- Horie, M. and Tabei, Y. (2021). Role of oxidative stress in nanoparticles toxicity. *Free Radical Research*, 55(4), 331-342.
- Hoseinifar, S. H., Sun, Y. Z., Zhou, Z., Van Doan, H., Davies, S. J. and Harikrishnan, R. (2020). Boosting immune function and disease bio-control through environment-friendly and sustainable approaches in finfish aquaculture: herbal therapy scenarios. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 28(3), 303-321.
- Hulla, J. E., Sahu, S. C. and Hayes, A. W. (2015). Nanotechnology: History and future. *Human & Experimental Toxicology*, 34(12), 1318-1321.
- Humam, A. M., Loh, T. C., Foo, H. L., Samsudin, A. A., Mustapha, N. M., Zulkifli, I. and Izuddin, W. I. (2019). Effects of feeding different postbiotics produced by *Lactobacillus plantarum* on growth performance, carcass yield, intestinal morphology, gut microbiota composition, immune status, and growth gene expression in broilers under heat stress. *Animals*, 9(9), 644.
- IBM Corp. (2012). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Ivanova, A., Mikhova, B., Kostova, I. and Evstatieva, L. (2010). Bioactive chemical constituents from *Smilax excelsa*. *Chemistry of Natural Compounds*, 46, 295-297.

- Khan, I., Saeed, K. and Khan, I. (2019). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(7), 908-931.
- Kiczorowska, B., Samolińska, W., Al-Yasiry, A. R. M., Kiczorowski, P. and Winiarska-Mieczan, A. (2017). The natural feed additives as immunostimulants in monogastric animal nutrition-a review. *Annals of Animal Science*, 17(3), 605.
- Kikusato, M. (2021). Phytobiotics to improve health and production of broiler chickens: functions beyond the antioxidant activity. *Animal Bioscience*, 34(3), 345.
- Kim, Y. H., Fazlollahi, F., Kennedy, I. M., Yacobi, N. R., Hamm-Alvarez, S. F., Borok, Z., Kim, K. J., Crandall, E.D. and Crandall, E. D. (2010). Alveolar epithelial cell injury due to zinc oxide nanoparticle exposure. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 182(11), 1398-1409.
- Kuppusamy, P., Yusoff, M. M., Maniam, G. P. and Govindan, N. (2016). Biosynthesis of metallic nanoparticles using plant derivatives and their new avenues in pharmacological applications- An updated report. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 24(4), 473-484.
- Kusuma, R. W., Hermana, W., Sumiati, W. W., Putri, N. D. S. and Akbar, I. (2025). Effect of combined phytobiotic, chromium and betaine supplementation on performance, egg quality and health status in ISA brown laying hens. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 13(4), 843-852.
- Lemon, D. W. (1975). An improved TBA test for rancidity new series circular. No:51. Halifax, Nova Scotia: Halifax-Laboratory.
- Loh, T. C., Choe, D. W., Foo, H. L., Sazili, A. Q. and Bejo, M. H. (2014). Effects of feeding different postbiotic metabolite combinations produced by *Lactobacillus plantarum* strains on egg quality and production performance, faecal parameters and plasma cholesterol in laying hens. *BMC Veterinary Research*, 10(1), 149.
- Lv, J., Guo, L., Chen, B., Hao, K., Ma, H., Liu, Y. and Min, Y. (2022). Effects of different probiotic fermented feeds on production performance and intestinal health of laying hens. *Poultry Science*, 101(2), 101570.
- Majumder, D. D., Banerjee, R., Ulrichs, C. H., Mewis, I. and Goswami, A. (2007). Nanomaterials: Science of bottom-up and top-down. *IETE Technical Review*, 24(1), 9-25.
- Martel, J., Ojcius, D. M., Ko, Y. F. and Young, J. D. (2020). Phytochemicals as prebiotics and biological stress inducers. *Trends in Biochemical Sciences*, 45(6), 462-471.
- Mathur, A. and Bahadur, P. S. (2024). Utilization of green synthesis for eco-friendly nanomaterials and their advanced biomedical applications in noble metal nanoparticles. *Asian Journal of Applied Science and Technology*, 8(2), 211-224.
- Mironava, T., Hadjiargyrou, M., Simon, M., Jurukovski, V. and Rafailovich, M. H. (2010). Gold nanoparticles cellular toxicity and recovery: effect of size, concentration and exposure time. *Nanotoxicology*, 4(1), 120-137.

- Mohammed, L. S., Kamel, E. R., Abo-Salem, M., Atallah, S. T. and El, R. M. (2016). Effect of probiotics, prebiotics, synbiotics, organic acids and enzymes supplementation on broiler chicks' Immunity in relation to the economic performance. *Benha Veterinary Medical Journal*, 30(2), 34-44.
- Naghizadeh, M., Torshizi, M. A. K., Rahimi, S. and Nabi, M. M. (2011). Comparison of nano silver and some in-feed disinfectants on layer performance, selected intestinal bacteria and villus morphology. *18th European Symposium on Poultry Nutrition*, Çeşme- İzmir, Turkey.
- Najahi-Missaoui, W., Arnold, R. D. and Cummings, B. S. (2020). Safe nanoparticles: are we there yet? *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 385.
- Nasrollahzadeh, M., Sajadi, S. M., Sajjadi, M. and Issaabadi, Z. (2019). An introduction to nanotechnology. *Interface Science and Technology*, 28, 1-27.
- Ndomou, S. C. H. and Mube, H. K. (2023). The use of plants as phytobiotics: A new challenge. *Intech*, 110731.
- NRC, (1994). Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. Ed., National Academy Press. Washington, D.C.
- Okon, B., Ibom, L. A., Anlade, Y. D. R. and Dauda, A. (2023). A biotechnology perspective of livestock nutrition on feed additives: A mini review. *Nigerian Journal of Animal Production*, 49(5), 47-58.
- Osman, M. A., Motawe, H. F. A., Shoukry, M. M., El-Komy, E. M., Khattab, M. S., Radwan, A. S. and Hamouda, R. E. S. (2024). The influence of mannan oligosaccharides and beta glucan supplementation on growth performance, blood constituents, and cecal parameters of broiler chickens. *World's Veterinary Journal*, 14(1), 74-84.
- Özbucak, T. B., Ergen, A. O. and Yalcin, S. (2007). Nutrition contents of the some wild edible plants in Central Black Sea region of Turkey, *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1, 11-13.
- Özcan, A. (2008). Kağıt yüzey pürüzlülüğünün L* a* b* değerleri üzerine etkisinin belirlenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(14), 53-61.
- Özsoy, N., Can, A., Yanardag, R. and Akev, N. (2008). *Smilax excelsa* L. yaprak özütlerinin antioksidan aktivitesi. *Gıda Kimyası*, 110(3), 571-583.
- Özsoy, N., Okyar, A., Arda-Pirincci, B., Can, A., Bolkent, Ş. and Akev, N. (2013). Evaluation of *Smilax excelsa* L. use in experimentally induced nephrotoxicity. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19.
- Pan, Y., Neuss, S., Leifert, A., Fischler, M., Wen, F., Simon, U., Schmid, G., Brandav, W. and Jahnen-Dechent, W. (2007). Size-dependent cytotoxicity of gold nanoparticles. *Small*, 3(11), 1941-1949.

- Pandey, A. K., Kumar, P. and Saxena, M. J. (2019). Feed additives in animal health. In *Nutraceuticals in veterinary medicine* (pp. 345-362). Cham: Springer International Publishing.
- Pineda, L., Chwalibog, A., Sawosz, E., Lauridsen, C., Engberg, R., Elnif, J., Hotowy, A., Sawosz, F., Gao, Y., Ali, A. and Moghaddam, H. S. (2012). Effect of silver nanoparticles on growth performance, metabolism and microbial profile of broiler chickens. *Archives of Animal Nutrition*, 66(5), 416-429.
- Qin, S. and Hou, D. X. (2017). The biofunctions of phytochemicals and their applications in farm animals: The Nrf2/Keap1 system as a target. *Engineering*, 3(5), 738-752.
- Reverberi, A. P., Kuznetsov, N. T., Meshalkin, V. P., Salerno, M. and Fabiano, B. (2016). Systematical analysis of chemical methods in metal nanoparticles synthesis. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 50(1), 59-66.
- Rezaei, A., Farzinpour, A., Vaziry, A. and Jalili, A. (2018). Effects of silver nanoparticles on hematological parameters and hepatorenal functions in laying Japanese quails. *Biological Trace Element Research*, 185, 475-485.
- Rodrigues, G., Maximiano, M. R. and Franco, O. L. (2021). Antimicrobial peptides used as growth promoters in livestock production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105(19), 7115-7121.
- Rossi, P., Nunes, J. K., Rutz, F., Ancuti, M. A., Moraes, P. V. D., Takahashi, S. E., Bottega, A. L. B. and Dorneles, J. M. (2015). Effect of sweet green pepper on yolk color and performance of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 24(1), 10-14.
- Sajid, M. and Plotka-Wasyłka, J. (2020). Nanoparticles: Synthesis, characteristics, and applications in analytical and other sciences. *Microchemical Journal*, 154, 104623.
- Saka, E. and Gülel, G. T. (2015). Gıda endüstrisinde nanoteknoloji uygulamaları. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 26(2), 52-57.
- Salazar, I., Rodríguez, R., Aroche, R., Valdiviá, M. and Martínez, Y. (2021). Phytobiotic effect of *Jatropha curcas* leaf powder on productivity, egg quality and blood biochemistry of laying quails. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(3).
- Saleh, A. A. and El-Magd, M. A. (2018). Beneficial effects of dietary silver nanoparticles and silver nitrate on broiler nutrition. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(27), 27031-27038.
- Shah, M., Fawcett, D., Sharma, S., Tripathy, S. K. and Poinern, G. E. J. (2015). Green synthesis of metallic nanoparticles via biological entities. *Materials*, 8(11), 7278-7308.
- Shinde, N. M., Shelke, P. G., Hatwar, P. R., Bakal, R. L. and Gautam, D. G. (2024). A review on nanoparticles in cancer therapeutics with its classification and synthesis. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 29(03), 099-112.

- Singh, D., Singh, S., Sahu, J., Srivastava, S. and Singh, M. R. (2016). Ceramic nanoparticles: Recompense, cellular uptake and toxicity concerns. *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*, 44(1), 401-409.
- Singh, J. and Gaikwad, D. S. (2020). Phytogetic feed additives in animal nutrition. In *Natural bioactive products in sustainable agriculture*, Singapore: Springer Singapore, (pp. 273-289).
- Suresh, G., Das, R. K., Kaur Brar, S., Rouissi, T., Avalos Ramirez, A., Chorfi, Y. and Godbout, S. (2018). Alternatives to antibiotics in poultry feed: molecular perspectives. *Critical Reviews in Microbiology*, 44(3), 318-335.
- Sürengil, G. and Kılınç, B. (2011). Gıda-ambalaj sektöründe nanoteknolojik uygulamalar ve su ürünleri açısından önemi. *Journal Fisheries of Sciences*, 5(4), 317-325.
- Szczyglewska, P., Feliczak-Guzik, A. and Nowak, I. (2023). Nanotechnology—general aspects: A chemical reduction approach to the synthesis of nanoparticles. *Molecules*, 28(13), 4932.
- Talbott, S. M., Talbott, J. A., Stephens, B. J. and Oddou, M. P. (2019). Effect of coordinated probiotic/prebiotic/phytobiotic supplementation on microbiome balance and psychological mood state in healthy stressed adults. *Functional Foods in Health and Disease*, 9(4), 265-275.
- Tammam, A. M., Ibrahim, S. A., Hemid, A. A., Abdel-Azeem, F., El-Faham, A. I., Ali, N. G. and Salem, W. (2021). Effect of silver nanoparticles as a water supplementation on productive performance, carcass characteristics and bone measurements of broiler chicks. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 24(2), 95-100.
- Tarhan, Ö., Gökmen, V. and Harsa, Ş., (2010). Nanoteknolojinin gıda bilim ve teknolojisi alanındaki uygulamaları. *Gıda*, 35(3), 219-225.
- Tarladgis, B. G., Pearson, A. M. and Dugan Jr, L.R. (1962). The chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for the determination of oxidative rancidity in foods. I. Some important side reactions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 39, 34-39.
- Teng, P. Y., Adhikari, R., Llamas-Moya, S. and Kim, W. K. (2021). Effects of combination of mannan-oligosaccharides and β -glucan on growth performance, intestinal morphology, and immune gene expression in broiler chickens. *Poultry Science*, 100(12), 101483.
- Tripathy, S., Rodrigues, J. and Shimpi, N. G. (2023). Top-down and bottom-up approaches for synthesis of nanoparticles. *Nanobiomaterials: Perspectives for Medical Applications in the Diagnosis and Treatment of Diseases*, 145, 92-130.
- Topkara, E. F., Kaba, B., Saygın, H., Uğurtay, E. T. and Pashazadeh, H. (2024). Determination of the phytochemical, antioxidant, and antimicrobial properties of *Smilax excelsa* L. extracted with different solvents. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 516-533.

- TSI (1991). Animal feeds-determination of metabolizable energy (Chemical method). TS9610 *Turkish Standards Institution*, Turkey, pp. 2-3.
- Urban, J., Kareem, K. Y., Matuszewski, A., Bień, D., Ciborowska, P., Lutostański, K. and Michalczuk, M. (2024). Enhancing broiler chicken health and performance: the impact of phytobiotics on growth, gut microbiota, antioxidants, and immunity. *Phytochemistry Reviews*, 1-15.
- Valenzuela-Grijalva, N. V., Pinelli-Saavedra, A., Muhlia-Almazan, A., Domínguez-Díaz, D. and González-Ríos, H. (2017). Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production. *Journal of Animal Science and Technology*, 59(1), 8.
- Xiang, Q., Wang, C., Zhang, H., Lai, W., Wei H., and Peng, J. (2019). Effects of different probiotics on laying performance, egg quality, oxidative status, and gut health in laying hens. *Animals*, 9(12), 1110.
- Xu, Q., Azzam, M. M. M., Zou, X. and Dong, X. (2020). Effects of chito-oligosaccharide supplementation on laying performance, egg quality, blood biochemistry, antioxidant capacity and immunity of laying hens during the late laying period. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 1180-1187.
- Yakhkeshi, S., Rahimi, S. and Gharib, N. K. (2011). The effects of comparison of herbal extracts, antibiotic, probiotic and organic acid on serum lipids, immune response, GIT microbial population, intestinal morphology and performance of broilers. *Journal of Medicinal Plants*, 10(37), 80-95.
- Zaikina, A. S., Buryakov, N. P., Buryakova, M. A., Zagarin, A. Y., Razhev, A. A. and Aleshin, D. E. (2022). Impact of supplementing phytobiotics as a substitute for antibiotics in broiler chicken feed on growth performance, nutrient digestibility, and biochemical parameters. *Veterinary Sciences*, 9(12), 672.

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı: Merve KÖKSAL

Bilimsel Faaliyetler (Yayınlar, Bildiriler, Katıldığı Projeler)

- 1- Kılınç, G., Köksal, M., Seyrekoğlu, F. (2023). Evaluation of some parameters in eggs coated with materials prepared from *Aloe vera* gel and chitosan. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(2), 387-394.
- 2- Köksal, M., Kılınç, G. (2025). *Smilax excelsa* L. sap ekstraktının antioksidan aktivitesi. 9th International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies, 21-28 January, Havana, CUBA, pp: 1126-1132 (Tam Metin).