

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ ANA BİLİM DALI



**BROYLER RASYONLARINA NAR KABUĞU TOZU VE
PROBİYOTİK İLAVESİNİN SERUM ANTİOKSİDAN
SEVİYELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ YÜKSEK LİSANS
TEZİ**

ADEM YILDIZ

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi HAYRİYE SOYTÜRK

BOLU, NİSAN 2025

KABUL VE ONAY SAYFASI

Adem YILDIZ tarafından hazırlanan “**BROYLER RASYONLARINA NAR KABUĞU TOZU ve PROBİYOTİK İLAVESİNİN SERUM ANTİOKSİDAN SEVİYELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği/oy çokluğuyla kabul edilmiştir. 11/04/2025

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Hayriye SOYTÜRK
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Ömür Gülsüm DENİZ
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Cansu ÖNAL
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu ve Şablonuna 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.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Hayvan Araştırmaları Yerel Etik Kurulundan 2022/16/A2 sayısı ile etik izin alınmıştır.

ADEM YILDIZ

ÖZET

BROYLER RASYONLARINA NAR KABUĞU TOZU VE PROBİYOTİK İLAVESİNİN SERUM ANTİOKSİDAN SEVİYELERİ ÜZERİNE ETKİSİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADEM YILDIZ

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ ANA BİLİM DALI

KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ HAYRİYE SOYTÜRK)

BOLU, NİSAN - 2025

XII + 28 sayfa

Bu çalışma broyler rasyonlarına nar kabuğu tozu ve probiyotiklerin farklı miktarlarda ilave edilmesinin serum antioksidan seviyesi üzerine etkisini araştırmak için yapılmıştır. Toplam 96 adet 1 günlük erkek Ross 308 etlik civciv kullanılmıştır. Araştırmada her biri 24 civcivden oluşan bir kontrol ve 3 muamele grubu oluşturulmuştur. Kontrol grubu bazal yemle, diğer gruplar ise bazal yeme probiyotik (1,5 g/kg), nar kabuğu tozu (3 g/kg), ve probiyotik (1,5 g/kg) + nar kabuğu tozu (3 g/kg) ilave edilen yemlerle *ad-libitum* olarak beslenmiştir. Deneme 42 gün devam etmiştir. Deneme sonunda serum antioksidan seviyeleri ELISA yöntemiyle analiz edilmiştir. Katalaz ve Glutasyon Peroksidaz seviyeleri Nar kabuğu tozu ilave edilen gruplarda diğer gruplara göre daha önemli bulunmuştur. Süperoksit Dismütaz konsantrasyonu ise hem Nar kabuğu tozu hem de probiyotik gruplarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sonuç olarak yemlere nar kabuğu tozu ve probiyotik ilavesinin serum antioksidan seviyeleri üzerine olumlu etki ettiği ve etlik piliç rasyonlarına 3 g/kg nar kabuğu tozu veya 1,5 g/kg probiyotik yem katkı maddesi olarak katılabileceği belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Broyler, Nar kabuğu tozu, Probiyotik, Serum, Antioksidan seviyeleri

ABSTRACT

THE EFFECT OF POMEGRANATE PEEL POWDER AND PROBIOTIC ADDITION TO BROILER DIETS ON SERUM ANTIOXIDANT LEVELS

MASTER THESIS

ADEM YILDIZ

BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF POULTRY SCIENCES

(SUPERVISOR: ASSİST. PROF. DR. HAYRİYE SOYTÜRK)

BOLU, APRIL 2025

XII + 28 pages

This study was conducted to investigate the effects of adding different amounts of pomegranate peel powder and probiotics to broiler diets on serum antioxidant levels. A total of 96 1-day-old male Ross 308 broiler chicks were used. In the study, one control and 3 treatment groups, each consisting of 24 chicks, were formed. The control group was fed with basal feed, while the other groups were fed with basal feed supplemented with probiotics (1.5 g/kg), pomegranate peel powder (3 g/kg), and probiotics (1.5 g/kg) + pomegranate peel powder (3 g/kg) as ad libitum. The trial continued for 42 days. At the end of the trial, serum antioxidant levels were analyzed by ELISA method. Catalase and Glutathione Peroxidase levels were found to be more significant in the pomegranate peel powder supplemented groups than in the other groups. Superoxide Dismutase concentration was found to be statistically significant in both the pomegranate peel powder and probiotic groups. As a result, it was determined that the addition of pomegranate peel powder and probiotics to the feeds had a positive effect on serum antioxidant levels and that 3 g/kg pomegranate peel powder or 1.5 g/kg probiotics could be added to broiler chicken rations as feed additives.

KEYWORDS: Broiler, Pomegranate peel powder, Probiotic, Serum antioxidant level

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
FOTOĞRAF LİSTESİ	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xi
TEŞEKKÜR	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Nar (Punica Granatum) Kabuğu ile İlgili Araştırmalar	2
1.1 Katalaz Enzimi.....	3
1.1.1 Kanatlı Yetiştiriciliğine İlişkin Önemi	4
1.2 Süperoksit Dismütaz (SOD)	4
1.2.1 Yapı ve İşlev	4
1.2.2 SOD Türleri	5
1.2.3 Biyolojik Önemi	5
1.2.4 Kanatlı Yetiştiriciliğine İlişkin Önemi	6
1.2.5 Genetik ve Ekspresyon	6
1.2.6 Araştırma Yöntemleri	6
1.3 Glutasyon Peroksidaz (GPx).....	6
1.3.1 Tanım ve Yapı	6
1.3.2 GPx Türleri.....	7
1.3.3 Fonksiyonu	7
1.3.4 Biyokimyasal Mekanizma	7
1.3.5 Biyolojik Önemi	7
1.3.6 Kanatlı Yetiştiriciliğine İlişkin Önemi	8
1.3.7 Tıbbi Önemi.....	8
1.3.8 Ölçüm Yöntemleri	8
1.4 Etlik Piliçlerde (Broiler) Antioksidanlar	8
1.4.1 Antioksidanların Önemi	8
1.4.2 Endojen Antioksidan Sistemler	9
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
2.1 Doku Materyali	14
2.2 Deneme Hayvanlarının Bakımı ve Beslenmesi	14
3. BULGULAR	20

4. TARTIŞMA	24
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	25
KAYNAKLAR	26



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Etlik piliç yemleri ve besin madde kompozisyonları	15
Tablo 3.1. GSH konsantrasyonu ortalama değerleri (ng/ml)	21
Tablo 3.2. Katalaz Konsantrasyonu ortalama değerleri (ng/ml)	22
Tablo 3.3. SOD Konsantrasyonu ortalama degerleri (µg/ml)	23



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. GPx konsantrasyonu grafiği	20
Şekil 3.2. GSH-px kalibrasyon eğrisi grafiği.....	20
Şekil 3.3. Katalaz konsantrasyon grafiği	21
Şekil 3.4. Katalaz kalibrasyon eğrisi grafiği.....	21
Şekil 3.5. SOD konsantrasyon grafiği	22
Şekil 3.6. SOD Kalibrasyon eğrisi grafiği	22



FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 1.1. Nar kabuğu.	3
Fotoğraf 1.2. Hidrojen Peroksit molekülünün katalaz enzimi ile reaksiyonu....	4
Fotoğraf 1.3. Süperoksit dizmütazın çalışma şekli	5
Fotoğraf 2.1. Test için eliza kitlerinin hazırlanışı aşama 1	16
Fotoğraf 2.2. Test için eliza kitlerinin hazırlanışı aşama 2	17
Fotoğraf 2.3. Test için eliza kitlerinin hazırlanışı aşama 3	17
Fotoğraf 2.4. Test için eliza kitlerinin hazırlanışı aşama 4	18
Fotoğraf 2.5. Test için eliza kitlerinin hazırlanışı aşama 5	18
Fotoğraf 2.6. Thermo test cihazına kitlerin yerleştirilmesi	19
Fotoğraf 2.7. Thermo test cihazı ekran görüntüsü	19

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat
Ca	: Kalsiyum
CAT	: Katalaz
CFU	: Koloni Oluşturan Ünite
g	: Gram
GPx	: Glutasyon peroksidaz
K	: Kontrol
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
ME	: Metabolik Enerji
NKT	: Nar Kabuğu Tozu
NKT+PR	: Nar Kabuğu Tozu + Probiyotik
P	: Fosfor
PR	: Probiyotik
SOD	: Süperoksit dismütaz
YDO	: Yemden Yararlanma Oranı

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca çok kıymetli, engin bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan çok değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hayriye SOYTÜRK olmak üzere tüm bölüm hocalarıma, değerli jüri üyelerim Dr. Öğr. Üyesi Ömür Gülsüm DENİZ ve Dr. Öğr. Üyesi Cansu ÖNAL'a, ayrıca yardıma ihtiyaç duyduğumda her zaman bana vakit ayıran Arş. Gör. Yusuf Talha İÇOĞLU'na, çalışmamda kullanılan materyallerin temininde yardımcı olan Beypiliç firmasına, her zaman ve her durumda beni destekleyen yanımda olan canım ailem annem, babam, eşim ve çocuklarıma teşekkür ederim.



1. GİRİŞ

Broyler yetiştiriciliği, dünya genelinde temel bir tarım sektörü olarak önemini sürdürmektedir. Broyler eti, insanlar için önemli bir protein kaynağıdır. Düşük maliyetli ve hızlı büyüme özellikleri sayesinde, birçok ülke ve topluluk, broyler etini uygun bir gıda kaynağı olarak kullanır. Bu, beslenme ve gıda güvenliği açısından büyük bir rol oynar, ekonomik açıdan da büyük bir değere sahiptir. Ancak, broylerlerin beslenmesi ve yetiştirilmesi, pek çok karmaşık etmenin bir araya geldiği bir süreçtir ve bu süreçte ortaya çıkabilecek çeşitli zorluklar vardır. Broyler yetiştiriciliği, hayvan sağlığı, çevresel sürdürülebilirlik ve son tüketiciye sunulan et ürünlerinin kalitesi ile ilgili karmaşık dengeleri içerir. Bu nedenle, broyler yetiştiriciliği üzerine yapılan araştırmalar hem endüstriye hem de tüketiciye önemli katkılarda bulunma potansiyeline sahiptir.

Türkiye, yıllık olarak milyonlarca ton tavuk eti üreten ve dünya genelinde bu alanda önde gelen ülkelerden biridir. Özellikle 2000'li yıllardan itibaren broyler tavuk yetiştiriciliği hızla artmış ve yıllık üretim 2 milyon tona ulaşmıştır. Bu, yerel tüketimin karşılanması yanı sıra ihracat fırsatları yaratmıştır.

Türkiye'de tavukçuluk sektörü, kırsal ve kentsel alanlarda birçok kişiye istihdam sağlar. Çiftliklerde çalışan çiftçiler, işçiler, veteriner hekimler, yem üreticileri ve nakliye şirketleri bu sektörde istihdam edilen kişilere örnektir. Buna ek olarak, işlenmiş tavuk ürünlerinin üretimi, paketlenmesi ve dağıtılması da birçok kişiyi etkiler. Mali açıdan hem iç tüketim hem de ihracat açısından büyük bir pazarı vardır. Ayrıca, yem üretimi, ilaç endüstrisi ve ambalaj sektörleri de bu sektörle sıkı bir şekilde ilişkilidir. Sektör çevresel sürdürülebilirlik konularına dikkat eder. Atık yönetimi, su kullanımının azaltılması ve enerji tasarrufu, çevresel etkilerin minimize edilmesi için önlemler arasında yer alır. Türkiye, tavuk eti ve yumurta ürünlerini birçok ülkeye ihraç eder. Özellikle Orta Doğu ve Avrupa ülkeleri bu ürünlerin önemli alıcılarıdır. Aynı zamanda, bazı özel ürünler ve işlenmiş tavuk ürünleri de ihraç edilir.

Türkiye'deki tavukçuluk sektörü, beslenme, ekonomik büyüme ve istihdam açısından büyük bir etki yapar. Bu sektörün gelişimi, ulusal ve yerel düzeyde çeşitli

paydaşlar arasında iş birliği gerektirir. İstihdam, ekonomik büyüme ve gıda güvencesi sağlama açısından Türkiye için önemli bir sektördür.

Son yıllarda, broylerlerin beslenmesi konusunda daha sürdürülebilir ve sağlıklı yöntemler geliştirme çabaları artmıştır. Bu bağlamda, doğal katkı maddelerinin kullanımı, broyler rasyonlarının içeriğini zenginleştirmenin bir yolu olarak ön plana çıkmıştır. Bu doğal katkı maddeleri arasında nar kabuğu tozu ve probiyotikler özellikle dikkat çekmektedir. Nar kabuğu tozu, antioksidan özelliklere sahip olduğu bilinen bir bitkisel ürün olup, broylerlerin antioksidan savunma sistemlerini güçlendirmesi açısından potansiyel taşırken, probiyotikler ise sindirim sağlığını iyileştirme ve bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkiler sağlama konusunda bilinirler.

Bu tez çalışması, broyler yetiştiriciliği alanında mevcut bir boşluğu doldurma amacı taşımaktadır. Özellikle, broyler rasyonlarına nar kabuğu tozu ve probiyotik ilavesinin, broylerlerin serum antioksidan seviyeleri üzerindeki etkisini araştırmayı hedeflemekte, broyler yetiştiriciliği sektörünün sürdürülebilirliği ve broyler etlerinin kalitesi açısından önemli olan bir konuyu ele almaktadır. Broylerlerin beslenme rejimlerine bu doğal katkı maddelerinin eklenmesinin ne gibi sonuçlar doğurabileceğini anlamaya çalışacak ve bu sayede endüstriye ve tüketiciye önemli faydalar sağlama potansiyeline sahiptir. Meyve suyu üretiminde atık madde olan nar kabuğu değerlendirilerek yan ürün olarak geridönüşüme kazandırılması mümkün olacaktır.

Bu çalışma, broyler yetiştiriciliği ve beslenme alanında yeni bir bakış açısı sunmayı hedeflemektedir ve sonuçları, bu alanda daha fazla araştırma ve geliştirme için temel oluşturabilecek önemli bilgiler sunabilir.

1.1 Nar (*Punica Granatum*) Kabuğu ile İlgili Araştırmalar

Nar kabuğu, nar suyunun işlenmesi sırasında oluşan atık kalıntısıdır ve düşük fiyatlarla kolaylıkla elde edilebilmektedir. Özellikle nar kabuğu, hidrolize edilebilir tanenler (yani punikalin, punikalagin, ellagik asit ve gallik asit), flavonoidler (hem antosiyaninler hem de kateşinler) ve besin maddeleri gibi yüksek konsantrasyonlarda büyük bir grup fenolik bileşik içerir (Akhtar ve ark., 2015; El-

Hadary ve Ramazan, 2019). Bu bileşikler, birçok kritik hastalık üzerinde olası iyileştirici etkilerin yanı sıra güçlü antioksidan, antimikrobiyal, kardiyoprotektif, apoptotik ve antijenotoksik potansiyeller sergiler (Endo vd., 2010; Lee vd., 2010; Fawole vd., 2012). Ayrıca nar kabuğu, sitrik asit, malik asit, asetik asit, oksalik asit, tartarik asit, laktik asit, askorbik asit ve fumarik asitler gibi organik asitlerin ve diğer birçok besin maddesinin önemli bir kaynağıdır (Poyrazoğlu vd., 2002). Organik asitler sindirim sistemini asitleştirerek yerel ortamda düşük pH seviyesi oluşturabilir, böylece tavuğun patojenlere karşı direncini artırabilir ve *E. coli* gibi bazı bağırsak patojenlerinin çoğalması için elverişsiz bir ortam yaratabilir (Khan vd., 2022).



Fotoğraf 1.1. Nar kabuğu.

1.1 Katalaz Enzimi

Katalaz enzimi, canlı organizmalarda bulunan çok önemli bir antioksidan enzimdir. Her biri, bir hem grubu içeren dört özdeş alt birimden oluşan tetramerik bir protein yapısındadır (Reid ve ark., 1981). Bu enzim, hidrojen peroksit (H_2O_2) moleküllerini su (H_2O) ve oksijen (O_2) moleküllerine dönüştürerek hücreleri oksidatif hasardan korumaktadır. Enzimin aktif bölgesi, H_2O_2 'nin iki aşamalı bir reaksiyon yoluyla su ve oksijene dönüştürüldüğü hem grubunda bulunur (Fita ve Rossmann, 1985). Katalaz, bilinen en hızlı enzimlerden biridir. Bir katalaz molekülü, saniyede milyonlarca hidrojen peroksit molekülünü parçalayabilir. Oksidatif strese karşı koruma sağlayarak hücrel homeostazın sürdürülmesinde önemli bir rol oynar. Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde beslenme-gen ekspresyonu

yönü incelenmiştir. Kanatlı hayvanlarla yapılan çalışmalarda katalaz enzimi üzerinde yapılacak daha fazla araştırma, kanatlı hayvanların sağlığı ve verimliliği konusunda önemli bilgiler sağlayabilir.



Fotoğraf 1.2. Hidrojen Peroksit molekülünün katalaz enzimi ile reaksiyonu.

H_2O_2 kanser, diyabet ve nörodejeneratif gibi çeşitli hastalıkların oluşmasında rol oynar. DNA, proteinler ve lipidler dahil olmak üzere hücresel bileşenlere oksidatif hasar verebilen reaktif bir oksijen türüdür (ROS) (Kohen ve Nyska, 2002). Katalaz enzimi tarafından ayrıştırılarak sebep olduğu oksidatif stres azaltılır ve böylece hücreler oksidatif hasardan korunur (Mates vd., 1999).

1.1.1 Kanatlı Yetiştiriciliğine İlişkin Önemi

Kanatlı yetiştiriciliğinde, katalaz enzimi beslenme ile ilişkili olarak incelenmiştir. Araştırmalar, katalaz aktivitesinin tavuklarda oksidatif stres için bir biyobelirteç olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Surai vd., 2018). E vitamini gibi antioksidanlarla diyet takviyesinin, kanatlılarda katalaz aktivitesini artırdığı ve oksidatif stresi azalttığı bulunmuştur (Surai ve Fisinin, 2016).

1.2 Süperoksit Dismütaz (SOD)

1.2.1 Yapı ve İşlev

Süperoksit dismutaz (SOD), süperoksit anyonunun (O_2^-) hidrojen peroksit (H_2O_2) ve oksijene (O_2) dismutasyonunu katalize ederek hücreleri oksidatif hasardan korumada çok önemli bir rol oynayan bir enzimdir (Fridovich, 1975). Biyolojik önemi kanatlı yetiştiriciliğine kadar uzanır ve burada stres, hastalık ve beslenme ile ilişkili olarak incelenmiştir. SOD, hayvanlar, bitkiler ve mikroorganizmalar dahil olmak üzere neredeyse tüm canlı organizmalarda bulunur ve vücuttaki en önemli antioksidan enzimlerden biri olarak kabul edilir (Halliwell

ve Gutteridge, 2007). Memeli hücrelerinde üç farklı SOD izoformu bulunur: Cu/Zn-SOD (SOD₁), Mn-SOD (SOD₂) ve EC-SOD (SOD₃) (Fukai vd., 2011).

SOD, aktif bölgesinde bakır, çinko veya manganez gibi bir metal iyonu içeren bir metaloenzimdir (Tainer vd., 1982). Enzimin yapısı ve işlevi mevcut metal iyonunun türüne bağlı olarak değişir, ancak tüm SOD'lar aynı reaksiyonu katalize eder: O₂^{-•}'nin H₂O₂ ve O₂'ye dismutasyonu (Fridovich, 1975). SOD, yüksek bir katalitik verimliliğe sahiptir ve bu da O₂^{-•}'yi hızla H₂O₂'ye dönüştürmesini sağlar; H₂O₂ daha sonra katalaz gibi diğer antioksidan enzimler tarafından daha da parçalanır (Aebi, 1984).



Fotoğraf 1.3. Süperoksit dismutazın çalışma şekli

1.2.2 SOD Türleri

Üç ana SOD türü vardır: bakır-çinko SOD (CuZnSOD), manganez SOD (MnSOD) ve demir SOD (FeSOD) (Halliwell ve Gutteridge, 2007). CuZnSOD, en yaygın olarak dağılmış SOD formudur ve hücrelerin sitozolünde bulunurken, MnSOD mitokondride ve FeSOD bazı bakterilerde bulunur (Tainer vd., 1982).

1.2.3 Biyolojik Önemi

SOD, oldukça reaktif ve toksik bir molekül olan O₂^{-•} tarafından oluşturulan oksidatif hasara karşı hücreleri korumada hayati bir rol oynar (Kohen ve Nyska, 2002). O₂^{-•}, DNA, proteinler ve lipidler dahil olmak üzere hücresel bileşenlere zarar verebilir ve hücre ölümüne ve doku hasarına yol açabilir (Halliwell ve Gutteridge, 2007). SOD, O₂^{-•}'yi H₂O₂'ye dönüştürerek oksidatif stresi azaltmaya yardımcı olur; H₂O₂ daha sonra diğer antioksidan enzimler tarafından daha da parçalanır (Mates vd., 1999).

1.2.4 Kanatlı Yetiştiriciliğine İlişkin Önemi

Kanatlı yetiştiriciliğinde, SOD stres, hastalık ve beslenme ile ilişkili olarak incelenmiştir. Araştırmalar, SOD aktivitesinin tavuklarda oksidatif stres için bir biyobelirteç olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Surai vd., 2018). E vitamini gibi antioksidanlarla diyet takviyesinin, kanatlılarda SOD aktivitesini artırdığı ve oksidatif stresi azalttığı bulunmuştur (Surai ve Fisinin, 2016). Ayrıca, SOD'un tavukların kuş gribi gibi hastalıklara karşı bağışıklık tepkisinde rol oynadığı gösterilmiştir (Kumar vd., 2018).

1.2.5 Genetik ve Ekspresyon

SOD'un farklı izoformları, farklı genler tarafından kodlanır ve hücre içinde farklı lokalizasyonlara sahiptir. Örneğin, SOD₁ sitoplazmada, SOD₂ mitokondride, SOD₃ ise hücre dışı matrikste bulunur (Miao vd., 2009).

1.2.6 Araştırma Yöntemleri

SOD aktivitesi, spektrofotometrik yöntemler, ELISA ve Western blot gibi tekniklerle ölçülebilir. Ayrıca, gen ekspresyon analizleri ve knockout fare modelleri, SOD'un işlevlerini anlamak için kullanılmaktadır (Weydert vd., 2010).

1.3 Glutasyon Peroksidaz (GPx)

1.3.1 Tanım ve Yapı

Glutasyon peroksidaz (GPx), hidrojen peroksiti (H₂O₂) ve diğer hidroperoksitleri su ve alkollere indirgemek suretiyle hücreleri oksidatif hasardan korumada çok önemli bir rol oynayan bir enzim ailesidir. Biyolojik önemi kanatlı yetiştiriciliğine kadar uzanır ve burada stres, hastalık ve beslenme ile ilişkili olarak incelenmiştir. Memelilerde beş farklı izoformu (GPx1-GPx5) tanımlanmıştır (Brigelius-Flohé ve Maiorino, 2013). GPx, hayvanlar, bitkiler ve mikroorganizmalar dahil olmak üzere neredeyse tüm canlı organizmalarda bulunur ve vücuttaki en önemli antioksidan enzimlerden biri olarak kabul edilir (Halliwell ve Gutteridge, 2007).

GPx, aktif bölgesinde bir selenyum atomu içeren bir selenoproteindir (Rotruck vd., 1973). Enzimin yapısı ve işlevi GPx türüne bağlı olarak değişir, ancak

tüm GPx enzimleri aynı reaksiyonu katalize eder: H_2O_2 ve diğer hidroperoksitlerin su ve alkollere indirgenmesi (Flohe ve ark., 1973). GPx, indirgeyici ajan olarak glutatyon (GSH) kullanır ve bu süreçte onu glutatyon disülfide (GSSG) dönüştürür (Meister, 1983).

1.3.2 GPx Türleri

GPx1, GPx2, GPx3 ve GPx4 dahil olmak üzere birkaç GPx türü vardır (Halliwell ve Gutteridge, 2007). GPx1, en yaygın olarak dağılmış GPx formudur ve hücrelerin sitozolünde bulunurken, GPx2 gastrointestinal sistemde ve GPx3 plazmada bulunur (Flohe vd., 1973). GPx4, mitokondride bulunan ve mitokondriyal zarları oksidatif hasardan korumada rol oynayan bir fosfolipid hidroperoksit glutatyon peroksidazdır (Thomas vd., 1990).

1.3.3 Fonksiyonu

GPx'in temel görevi, hücreleri oksidatif hasardan korumaktır. Hidrojen peroksit ve lipid hidroperoksitlerini, indirgenmiş glutatyon (GSH) varlığında su ve alkollere dönüştürür (Arthur, 2000)

1.3.4 Biyokimyasal Mekanizma

GPx, katalitik döngüsünde selenyum kullanır. Enzimin aktif bölgesindeki selenosistein, hidroperoksitleri indirgeyerek selenenik asit formuna dönüşür. Daha sonra GSH tarafından tekrar indirgenip orijinal haline döner (Toppo vd., 2008).

1.3.5 Biyolojik Önemi

GPx, H_2O_2 ve diğer hidroperoksitler tarafından oluşturulan oksidatif hasara karşı hücreleri korumada hayati bir rol oynar (Kohen ve Nyska, 2002). H_2O_2 , DNA, proteinler ve lipidler dahil olmak üzere hücresel bileşenlere zarar verebilir ve hücre ölümüne ve doku hasarına yol açabilir (Halliwell ve Gutteridge, 2007). GPx, H_2O_2 ve diğer hidroperoksitleri indirgemek suretiyle oksidatif stresi azaltmaya ve böylece hücreleri hasardan korumaya yardımcı olur (Mates vd., 1999).

1.3.6 Kanatlı Yetiştiriciliğine İlişkin Önemi

Kanatlı yetiştiriciliğinde, GPx stres, hastalık ve beslenme ile ilişkili olarak incelenmiştir. Araştırmalar, GPx aktivitesinin tavuklarda oksidatif stres için bir biyobelirteç olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Surai vd., 2018). E vitamini gibi antioksidanlarla diyet takviyesinin, kanatlılarda GPx aktivitesini artırdığı ve oksidatif stresi azalttığı bulunmuştur (Surai ve Fisinin, 2016). Ayrıca, GPx'in tavukların kuş gribi gibi hastalıklara karşı bağışıklık tepkisinde rol oynadığı gösterilmiştir (Kumar vd., 2018).

1.3.7 Tıbbi Önemi

GPx aktivitesindeki değişiklikler, çeşitli hastalıklarla ilişkilendirilmiştir:

- a) Kardiyovasküler Hastalıklar: Düşük GPx aktivitesi, ateroskleroz ve koroner arter hastalığı riskini artırabilir (Blankenberg vd., 2003).
- b) Kansere: GPx ekspresyonundaki değişiklikler, çeşitli kanser türlerinin gelişimi ve progresyonu ile ilişkilendirilmiştir (Brigelius-Flohé ve Kipp, 2009).
- c) Nörodejeneratif Hastalıklar: Alzheimer ve Parkinson hastalıklarında GPx aktivitesinde azalma gözlemlenmiştir (Chen ve Berry, 2003).

1.3.8 Ölçüm Yöntemleri

GPx aktivitesi, spektrofotometrik yöntemler, ELISA ve Western blot teknikleri ile ölçülebilir (Flohé ve Günzler, 1984).

1.4 Etlik Piliçlerde (Broiler) Antioksidanlar

1.4.1 Antioksidanların Önemi

Broiler tavuklar, yüksek metabolik hızları ve hızlı büyümeleri nedeniyle oksidatif strese karşı hassastır (Surai vd., 2018). Oksidatif stres, azalmış büyüme performansı, bozulmuş bağışıklık fonksiyonu ve artan ölüm oranı gibi bir dizi olumsuz sonuca yol açabilir (Kohen ve Nyska, 2002). Antioksidanlar, broiler tavuklarda oksidatif stresi azaltmak, bağışıklık sistemini güçlendirmek ve et kalitesini artırmak için kritik öneme sahiptir. Aynı zamanda broiler tavuklarda genel sağlık ve refahı teşvik etmede çok önemli bir rol oynar. Hızlı büyüme ve

metabolizma nedeniyle etlik piliçler, yüksek oksidatif stres riski altındadır (Surai, 2016).

1.4.2 Endojen Antioksidan Sistemler

Etlik piliçler, Süperoksit Dismutaz (SOD), Glutasyon Peroksidaz (GPx) ve Katalaz (CAT) gibi endojen antioksidan enzimlerle donatılmıştır. Bu enzimler, serbest radikalleri nötralize ederek hücrel hasarı önler (Fellenberg ve Speisky, 2006).

Nar suyu üretimi esnasında çekirdek ve nar kabuğundan oluşan bir posa ortaya çıkmaktadır. Narın %52'si meyve, %48'i kabuktan oluşmaktadır (Sarica, 2011). Meyve kısmının da %78'i nar suyunu, %22'si çekirdeği ihtiva etmektedir (Zarei vd., 2011). Nar kabuğu ve çekirdeği çoğunlukla punikalagin ve bunun izomerleri olan (2,3-hekzahidroksidifenol-4,6- gallagilglukoz) ellajitanenleri, az miktarda da punikalin (4,6-gallagilglukoz), gallik asit, ellajik asit ve ellajik asit glikozitleri (heksisid, pentosid, ramnosid) içerir (Gil vd., 2000). Farklı meyvelerin kabuk, meyve eti ve çekirdeklerinin antioksidan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Guo vd., 2003) nar çekirdeği ve kabuğunun yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve bunu sırasıyla üzüm çekirdeği ve alıç kabuğunun izlediği saptanmıştır. Nar kabuğu ve çekirdeği ekstraktının iki farklı yöntemle (DPPH ve β -karotenlinolate) göre antioksidan aktivitesinin saptandığı bir başka çalışmada (Singh vd., 2002) ise nar kabuğunun çekirdeğine göre daha yüksek aktivite gösterdiği ortaya konmuştur.

Rasyonlarda çeşitli sentetik koruyucular yıllardır kullanılmaktadır. Meyve ve sebzelerdeki doğal antioksidanlar sentetik olanlara nazaran daha güçlü ekiye ve daha az toksisiteye neden olmaktadır (Marinova ve Yanishlieva, 1997).

Nar kabuğunun antioksidan, antimikrobial, antikanser özelliğe sahip olduğunu, bağışıklık sistemi üzerine olumlu etkide bulunduğu ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanıldığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Navarro vd., 1996; Gracious ve ark., 2001; Prakash ve Prakash., 2011; Kushwaha vd., 2013).

Rasyonlarına nar kabuğu tozu unu katılan Cobb 500 etlik piliçlerde yapılan bir araştırmada, toplam 432 adet bir günlük civciv kullanılmıştır. Civcivler 4 tekrarlı 6 deneme grubuna 18 adet olacak şekilde tamamen rastgele dağıtılmıştır. Deneme gruplarına verilen yemler hem izonitrojenik hem de izokalorik olarak ayarlanmıştır. Deneme grupları T1-T6 arasında isimlendirilmiş ve T1: hiçbir katkı maddesi içermeyen negatif kontrol (NEGCON) grubunu, T2: 200 g/ton α -tokoferol asetat içeren pozitif kontrol (POSCON) grubunu, ve sırasıyla T3, T4, T5 ve T6 (PPPM2, PPPM4, PPPM6, PPPM8) 2, 4, 6 ve 8 g/kg nar kabuğu tozu unu ((PPPM) ilaveli rasyon gruplarına oluşturmuştur. Besleme tüm gruplarda ad-libitum olarak yapılmıştır. Deneme 35 gün sürdürülmüş ve deneme sonunda birçok parametre incelenmiştir. Deneme sonu canlı ağırlık ve deneme boyunca günlük canlı ağırlık artışı PPPM2 ve PPPM4 gruplarında en yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). PPPM2 grubu pozitif kontrol grubu ile kıyaslandığında yemden yararlanma oranı ve protein verimliliği daha yüksek bulunmuştur. PPPM4 ve PPPM8 grupları kalça ve göğüs eti ağırlıkları bakımından istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek ($p<0.05$) ABTS [(2, 2-azinobis (3 etilbenzotiazolin-6 sülfonik asit))] radikal katyonunu (ABTS+) temizleme yeteneği PPPM2 ve PPPM4 gruplarındaki hayvan etlerinde bulunurken PPPM8 grubundaki hayvanlara ait etlerde ($p<0.05$) katalaz aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak ette antioksidan enzim kapasitesinin artması için 4 g/kg nar kabuğu tozu ununun etlik piliç yemlerine katılması gerektiğini ifade etmiştir (Akuru, 2022).

Ahmadipour vd., (2021) yaptıkları bir çalışmada nar kabuğunun (PP) antioksidan durum, yağ birikimi, lipid peroksidasyonu ve etlik piliçlerde pulmoner hipertansif yanıt üzerindeki antioksidan, antihiperlipidemik ve hipotansif özelliklerini değerlendirmişlerdir. Toplam 375 adet bir günlük erkek etlik piliçi (Cobb 500) 0, 2,5, 5,0, 7,5 ve 10 g/kg nar kabuğu (PP) katılan rasyon gruplarına rastgele olarak dağıtmışlardır. Rasyona 7,5 ve 10 g/kg nar kabuğu ilavesi, hepatik katalaz ($p<0.004$) ve süperoksit dismutaz 1'in (SOD1; $p<0.05$) önemli oranda artmasına ve bu da dolaşımdaki malondialdehit (MDA) konsantrasyonunun azalmasına sebep olmuştur. Aynı zamanda rasyona 7,5 ve 10 g/kg nar kabuğu ilavesi eş zamanlı olarak abdominal yağ birikiminde azalmayla ($p<0.05$) birlikte serum trigliserit ($p<0.004$) ve kolesterol ($p<0.006$) konsantrasyonlarının anlamlı seviyede düşmesini sağlamıştır. Sonuç olarak nar kabuğunun sağlık açısından

yararlı etkileri olduğunu ve bu ürünün etlik piliçler için çok işlevli bir fitojenik yem katkı maddesi olduğunu bildirmişlerdir.

Abdel vd., (2022) etlik piliçler üzerinde yaptıkları bir çalışmada 1-5 haftalık yaştaki Ross etlik piliç rasyonlarına nar kabuğu tozu (PPP) ve probiyotik bakterinin (PB) büyüme hızı, karkas özellikleri, kan serumu metabolitleri ve et kalitesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Başlangıç vücut ağırlığı $110,58 \pm 0,17$ g olan, 7 günlük, karışık cinsiyette toplam 480 Ross etlik piliç, sekiz gruptan oluşan rastgele bir denemeye tabi tutulmuşlardır. Gruplar 6 tekrar ve 10 hayvandan oluşmuştur. Uygulanan rasyonlar; NC: negatif grup (katkı maddesi olmadan), birinci grup; PC: pozitif kontrol (ana diyet 0,5 g Kolostin antibiyotik/kg yem); PPP 3–5: bazal yeme sırasıyla 2, 3, 4 g/kg nar kabuğu tozu ve PPP 6–8: bazal yeme 2, 3, 4 g/kg nar kabuğu tozu + $1 \text{ cm}^3/\text{kg}$ probiyotik (*Bacillus toyonensis* (BT) ilavesiyle oluşturulmuştur. Sonuçlar, beşinci haftada canlı ağırlığının ve 1-5 haftalık yaştaki canlı ağırlık artışının rasyona nar kabuğu tozu eklenmesiyle etkilendiğini, 2 g ve 4 g nar kabuğu tozu dozlarının sırasıyla negatif ve pozitif grupla karşılaştırıldığında önemli bulunduğunu bildirmişlerdir. Sonuçta etlik piliç diyetlerine nar kabuğu tozu eklenmesinin büyüme hızı, kan serumu metabolitleri, immünolojik parametreler ve etin kalitesi ile sağlık yönleri üzerinde iyi bir etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Ghasemi-Sadabadi vd. (2021), yürüttükleri bir çalışmada 1 günlük 1080 adet Ross 308 erkek etlik piliç kullanmışlardır. Çalışma nar kabuğu (%0, %4 ve %8), oksitlenmiş soya fasulyesi yağı (%0, %2 ve %4) ve alfa tokoferol (0 ve 200 mg/kg) dahil olmak üzere $3 \times 3 \times 2 = 18$ muamele grubundan oluşturulmuştur. Her muamele 5 tekrar ve 12 hayvan olarak tasarlanmıştır. Rasyona % 8 nar kabuğu ilavesi, etlik piliçlerin büyüme performansını önemli ölçüde azaltmıştır. Rasyona % 4 oksitlenmiş yağ ilavesi tüm deney süresi boyunca canlı ağırlık artışını ve yem tüketimini önemli ölçüde azaltmıştır ($p < 0,05$). Rasyona %4 nar kabuğu ilavesi düşük aspartat transaminaz (AST), alanin transaminaz ve malondialdehitin (MDA) ilişkili olduğunu göstermiş bununla birlikte, %4 nar kabuğu toplam antioksidan kapasiteyi (TAC) ve süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitelerini artırmıştır. %4 oksitlenmiş yağ ilavesi serum AST, alanin aminotransferaz (ALT) ve MDA konsantrasyonlarını artırmıştır. %4 oksitlenmiş yağ ve alfa-tokoferol ilavesi TAC, SOD ve Katalaz (CAT) aktivitelerini

etkilemiştir. Sonuç olarak, bu çalışmanın sonuçları %4 nar kabuğu takviyesinin etlik piliçler üzerinde yararlı etkilere sahip olduğunu göstermiştir.

Rao vd. (2018), etlik piliç rasyonlarına Moringa (*Moringa oleifera*) yaprak unu (MLM) ve nar (*Punica granatum*) kabuğu unu (PPM) ilavesinin performans, karkas özellikleri, bağışıklık sistemi ve antioksidan enzimler üzerindeki faydalarını incelemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. 450 adet Cobb-400 erkek civciv, her biri beş civcivden oluşan 18 tekrarlı beş deney grubuna ayırmış ve standart kontrol diyeti (CD) ve MLM (500 ve 1000 mg/kg) ve PPM (250 ve 500 mg/kg) ilave edilmiş rasyonlarla 42 gün boyunca beslemişlerdir. Canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranı ve karkas özellikleri ($p>0,05$) ile karaciğerdeki glutatyon redüktaz ve süper oksit dismutaz aktiviteleri muamelelerden etkilenmemiştir ($p>0,05$), ancak lipid peroksidasyonu (LP) bitkisel katkı maddeleri ile önemli ölçüde ($p<0,05$) azalmıştır. PPM grubundaki LP, MLM ile beslenen gruplara göre önemli ölçüde ($p<0,05$) daha düşük bulunmuştur. Glutatyon peroksidaz (GSHPx) aktivitesi PPM grubunda önemli ölçüde ($p<0,05$) iyileştiğini bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada hem ticari probiyotiklerin hem de fitazın etlik piliç performansı ve biyokimyasal endeksler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Toplam 300 adet 1 günlük Ross 308 etlik pilici kullanılmıştır. Çalışma hayvanları 15 adet piliçten oluşan 5 tekrarlı 4 muameleye rastgele olarak dağıtılmıştır. Birinci muamele grubundaki hayvanların yemine 100 g/ton probiyotik (Protexin®; *Streptococcus faecium*, *Streptococcus termophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Aspergillus ourozai* ve *Candida pentolopsy*, 2×10^9 CFU) ikinci gruptaki hayvanların yemine 100 g/ton mikrobiyal fitaz (Meriphyze 5000 ®, Meriden AnimalHealth, İngiltere), üçüncü gruptaki hayvanların yemine probiyotik + mikrobiyal fitaz ve son gruptaki hayvanlar bazal rasyonla beslenmiştir. Çalışma 42 gün sürdürülmüştür. Çalışma sonunda probiyotik veya fitazın tek başına kullanımının GPx'i artırabileceği ve probiyotik ve fitaz kombinasyonunun da GPx'i artırmada sinerjik aktiviteye sahip olduğu, bunun da probiyotik veya fitazı tek başına alan gruplarla bile önemli farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada fitaz takviyesi SOD, CAT, GPx ve TAC miktarını artırmıştır (Derakhshan, 2023).

Rasyona nar kabuğu tozu ve probiyotik ilavesinin bıldırcınlarda belli parametreler üzerine etkisini incelemek üzere yapılan bir çalışmada 240 adet bir günlük karışık cinsiyette bıldırcın kullanılmıştır. Deneme gruplarının rasyonları sırasıyla; hiçbir katkı maddesi katılmayan kontrol grubu, 1 mg/kg prebiyotik, 7,5 mg/kg nar kabuğu ekstraktı, 7,5 mg/kg nar kabuğu ekstraktı + 1 g/kg prebiyotik, 17,5 mg/kg nar kabuğu ekstraktı ve 17,5 mg nar kabuğu ekstraktı/kg + 1 g/kg prebiyotik şeklinde hazırlanmıştır. Çalışmada nar kabuğu tozu, prebiyotik ve ikisinin ortak kullanımının performans parametreleri (Canlı Ağırlık; CA, Canlı Ağırlık Artışı; CAA, Yem Tüketimi; YT, Yemden Yararlanma Oranı), et kalitesi, kan serumundaki bazı antioksidan enzimlerin aktivitesi (Süperoksit Dismutaz; SOD ve Toplam Antioksidan Kapasitesi; TAK), karaciğer yağlanması ve hidropik dejenerasyon, ince bağırsak villus yüksekliği (VY), kript derinliği (KD), villus yüksekliği/kript derinliği (VY/KD), villus genişliği (VG) üzerindeki etkileri incelenmiştir. En yüksek TAK değeri NKE2’de gözlenmiştir ($p<0,05$). Sonuç olarak bıldırcın rasyonlarına ilave edilen 17,5 mg/kg dozunda NKE’nin; performans parametreleri, et kalitesi, kan serumu TAK değeri, karaciğer-bağırsak histomorfolojisini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. (Kubad, 2024).

Eid vd. (2021), yumurtlayan tavuklarda pik öncesi dönemde oksidatif stresten kaynaklanan zararlı etkiyi iyileştirmek için nar kabuğu tozunu rasyona dahil etmişlerdir. Çalışmada 24 haftalık 120 yerel Mısır suş tavuğu (Inshas tavukları) dört muameleye ayrılarak kullanılmıştır. Yumurtacı tavuklar 12 hafta boyunca nar kabuğu tozu ilaveli yemlerle beslenmişlerdir. Çalışmada Pozitif ve Negatif kontrol grubu ile %2 ve %4 Nar kabuğu tozu ilave edilen rasyonlar kullanılmıştır. Çalışma sonunda antioksidan enzimler (SOD, CAT ve GPx) ve toplam antioksidan kan kapasitesi iyileşmiştir. Sonuç olarak rasyona %4 nar kabuğu tozu ilavesinin yumurtlama döneminde pik öncesi olumsuz oksidatif stres etkilerini azalttığını ortaya koymuşlardır

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Doku Materyali

Bu çalışmada “Broyler Rasyonlarına Nar Kabuğu Tozu ve Probiyotik İlavesinin Büyüme Performansı Üzerine Etkisi” adlı yüksek lisans tezinden elde edilmiş Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Hayvan Araştırmaları Yerel Etik Kurulundan 2022/16 sayılı etik izin belgesine sahip etlik piliçlerden alınan kan dokusundan üretilen serumlar kullanılmıştır.

Kan dokusundan serum elde edilen etlik piliçlerin yetiştirilme koşulları aşağıda detaylı şekilde ifade edilmiştir.

2.2 Deneme Hayvanlarının Bakımı ve Beslenmesi

Hayvanların Barınma Koşulları

- Çalışmadan önce etlik piliçlerin yetiştirileceği yer ve çalışmada kullanılacak alet-ekipmanlar temizlenerek dezenfekte edilmiştir. Biyogüvenlik ve hijyen kurallarına çalışma süresince azami ölçüde uyulmuştur.
- İlk hafta boyunca kümes sıcaklığı 33-35°C olarak ayarlanmış olup bu ısı beşinci haftanın sonuna kadar olan dönemde 22-24°C düzeylerine, son iki hafta içerisinde ise 20°C'ye kadar düşürülmüştür. Kümes sıcaklığı gün içerisinde düzenli aralıklarla kontrol edilmiştir
- Gün içerisinde oluşan sıcaklık farkının kümese yansımaması sağlanmıştır.
- Kümeste 24 saat kesintisiz aydınlatma sağlanmıştır.
- Cıvciv döneminde kafeslerde nipelli suluklar kullanılmıştır.
- Kafeslerin üzerinde bulunan su depoları düzenli olarak kontrol edilmiştir. Çalışma boyunca hayvanlara temiz ve taze su sağlanmıştır.
- Yemler her kafesin önünde bulunan özel yemliklerle verilmiştir.
- Hayvanların dışkıları, kafes altında yer alan tavalarda biriktirilmiş ve temizlik işlemi tavaların günlük temizliği şeklinde olmuştur.
- Hayvanların bakım ve besleme işlemleri ile birimin ve kafeslerin temizliğinin günlük olarak yapılmıştır.

Deney Hayvanlarının Temini ve Deney Gruplarının Oluşturulması

Araştırmada gruplar Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 4 gruba ayrılmıştır. 96 adet 1 günlük yaştaki etlik civcivler, 6 tekerrürden oluşan ve her tekerrür grubunda 4 hayvan bulunacak şekilde düzenlenmiştir.

Bu gruplar;

- Kontrol Grubu (K) n=24; Normal yem.
- Probiyotik Grubu (PR) n=24; Normal yeme 1,5 gr/ kg probiyotik mix ilave edilmiştir.
- Nar Kabuğu tozu 3 gr/kg yem Grubu (NKT) n=24; Normal yem + 3 gr nar kabuğu tozu / kg yem.
- Nar Kabuğu tozu 3 gr/kg + 1,5 gr/kg probiyotik mix yem Grubu (PR+NKT) n=24; Normal yem + 3 gr nar kabuğu tozu / kg yem + 1,5 gr/ kg probiyotik mix

Yem Materyali: 42 gün boyunca etlik civcivler için literatürde yer alan besin madde ve enerji ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde süreyle etlik civciv ve etlik piliç yemi verilmiştir. Deneme boyunca kullanılan yemler özel bir yem fabrikasından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan yemler ve besin madde kompozisyonları Tablo 2.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Etlik piliç yemleri ve besin madde kompozisyonları.

	Kuru madde	Ham protein	Ham selüloz	Ham yağ	Ham kül	Ca	P	ME, kcal/kg
Etlik Civciv Başlangıç Yemi	89,90	22,50	3,10	6,60	6,00	0,93	0,62	3050
Etlik civciv yemi	89,38	21,00	3,10	9,20	5,02	0,78	0,62	3124
Etlik piliç yemi	90,04	20,00	3,00	9,90	4,75	0,73	0,57	3205
Kesim öncesi etlik piliç yemi	89,93	20,00	3,00	9,90	4,75	0,73	0,57	3220

Deneme Hayvanların Beslenmesi ve Deneme Süresi: Deneme Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Deney Hayvanları Merkezi Kanatlı Araştırma Ünitesinde

yürütölmüştür. Deneme boyunca ad libitum yemleme yapılmıştır. Su her kafes bölmesindeki iki adet nipel sulukla sağlanmıştır. Deneme 42 gün sürdürölmüştür.

Kan Parametreleri

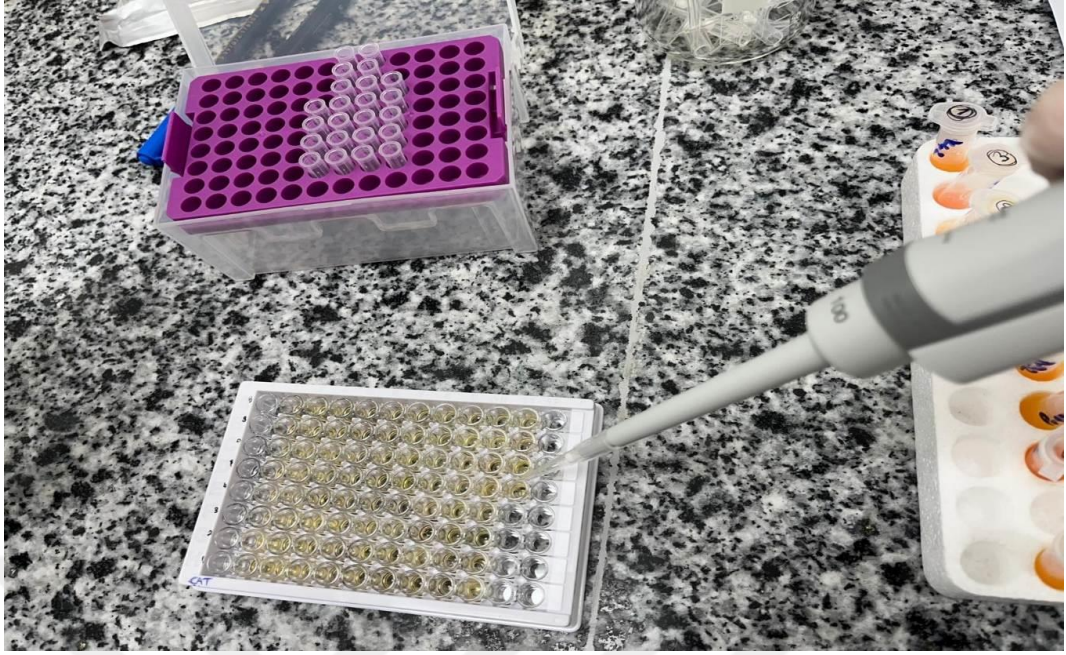
42. günlük yaşa ulaşan etlik piliçlerden kesim sırasında kan alınarak jelli tüplere konulmuştur. Santrifüj cihazı 15 dk boyunca 4000 rpm de çalıştırılarak serumlar elde edilmiş ve bu serumlar çalışılıncaaya kadar -80°C’de saklanmıştır.

ELISA Kitleri

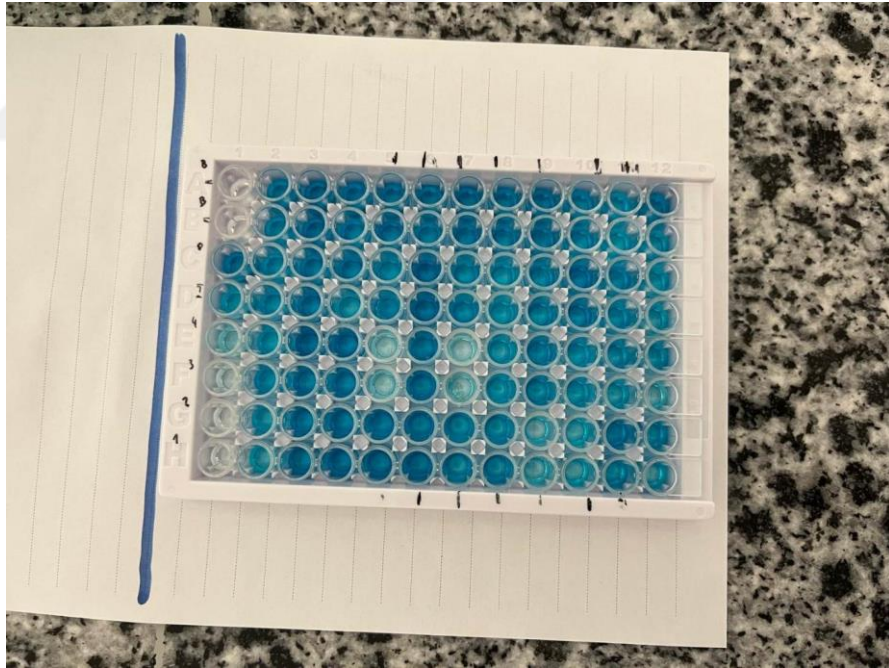
Serumların analizinde ELK Biotechnology markası ve Cat: ELK1123, ELK3055, ELK7577 katalog numaralı CAT, SOD, GPx ELISA kitleri kullanılmıştır.



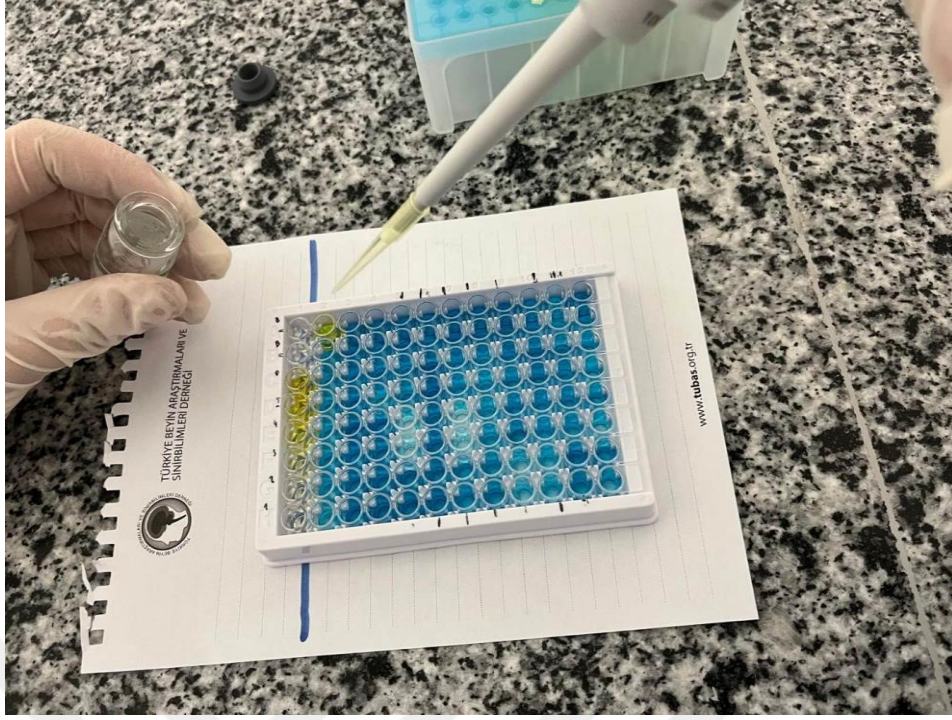
Fotoğraf 2.1. Test için eliza kitlerinin hazırlanışı aşama 1



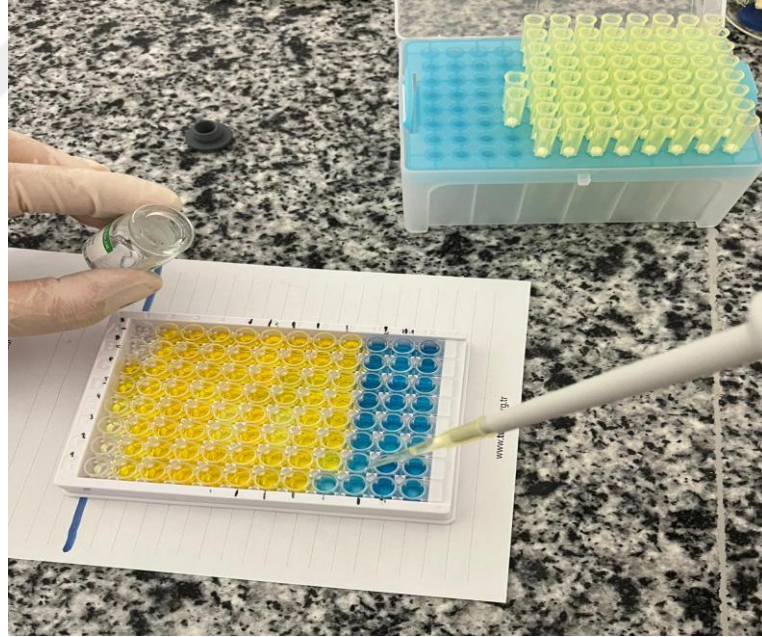
Fotoğraf 2.2. Test için eliza kitlerinin hazırlanışı aşama 2



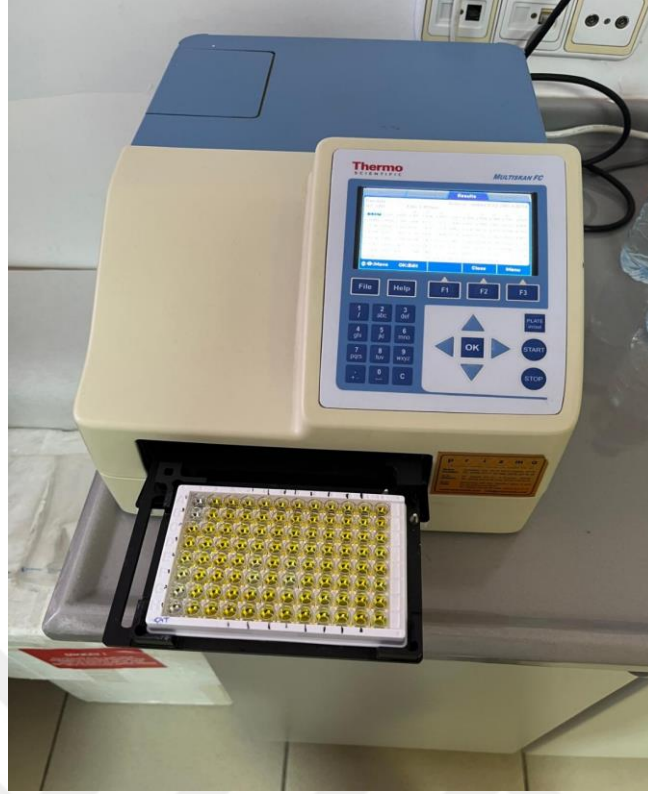
Fotoğraf 2.3. Test için eliza kitlerinin hazırlanışı aşama 3



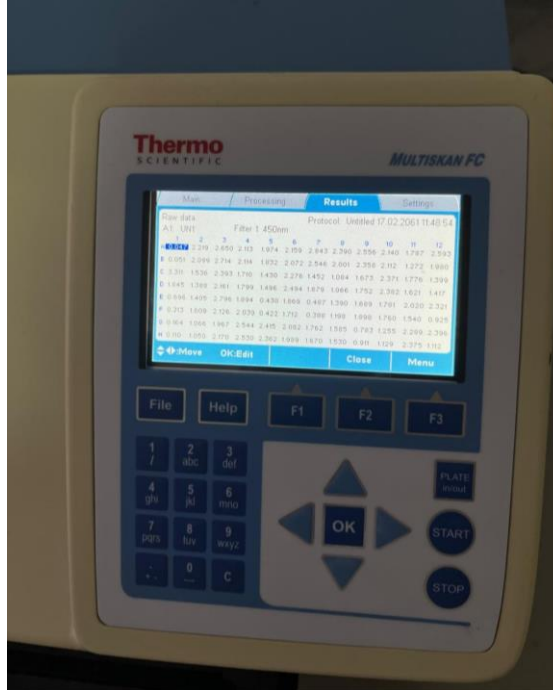
Fotoğraf 2.4. Test için eliza kitlerinin hazırlanışı aşama 4



Fotoğraf 2.5. Test için eliza kitlerinin hazırlanışı aşama 5



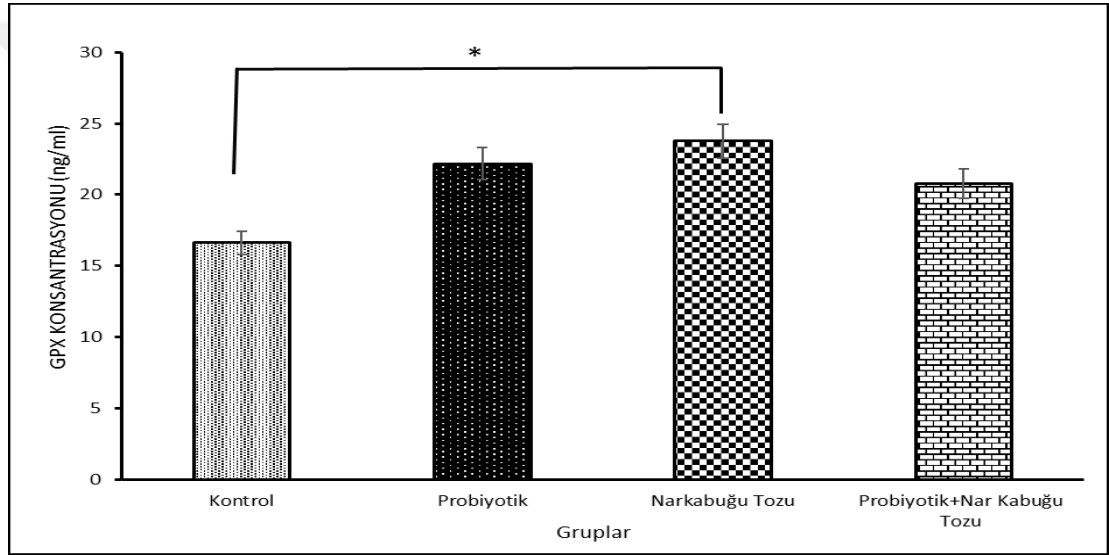
Fotoğraf 2.6. Thermo test cihazına kitlerin yerleştirilmesi



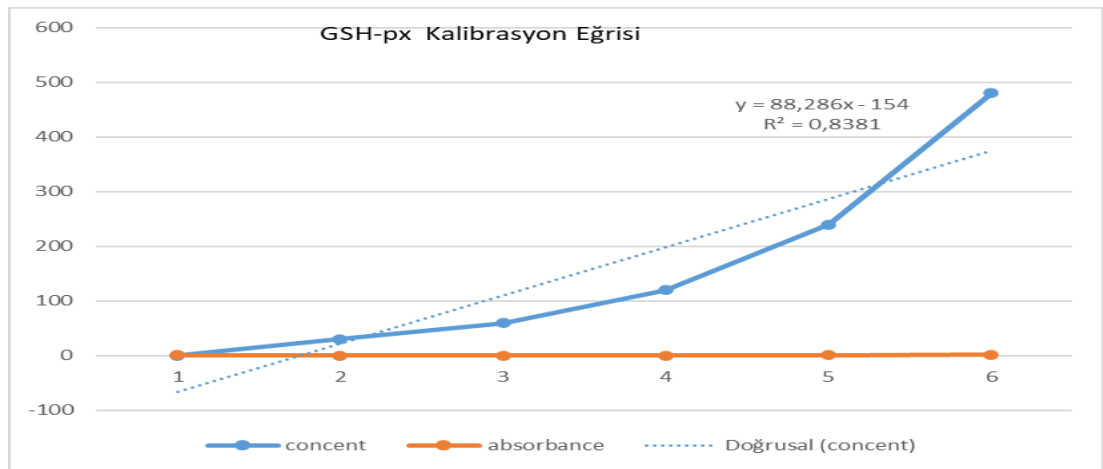
Fotoğraf 2.7. Thermo test cihazı ekran görüntüsü

3. BULGULAR

Rasyonlarına nar kabuğu tozu, probiyotik ve nar kabuğu tozu + probiyotik karışımı ilave edilen etlik piliçlerden kan dokusu alınarak santrifüj işlemi sonrası serumlar elde edilmiştir. ELISA yöntemi kullanılarak serumlardaki Katalaz (CAT), Süperoksit dismutaz (SOD) ve Glutasyon Peroksidaz (GPx) antioksidan enzimlerinin seviyeleri ölçülmüştür. ELISA yöntemiyle analiz edilen serumlardaki Glutasyon Peroksidaz değerlerinin grup ortalamaları Tablo 3.1.'de, GPx konsantrasyon grafiği Şekil 3.1.'de ve GSH-px kalibrasyon eğrisi grafiği Şekil 3.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. GPx konsantrasyonu grafiği

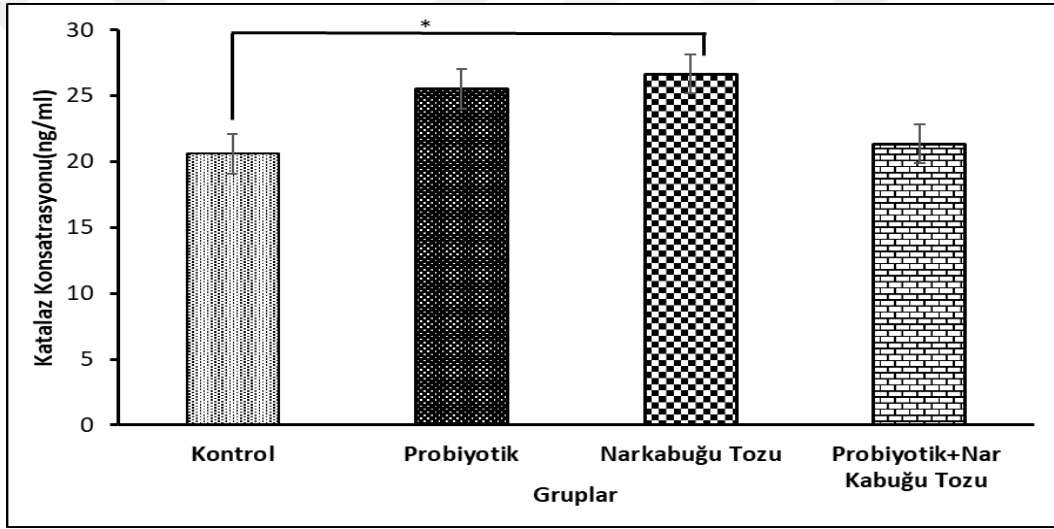


Şekil 3.2. GSH-px kalibrasyon eğrisi grafiği

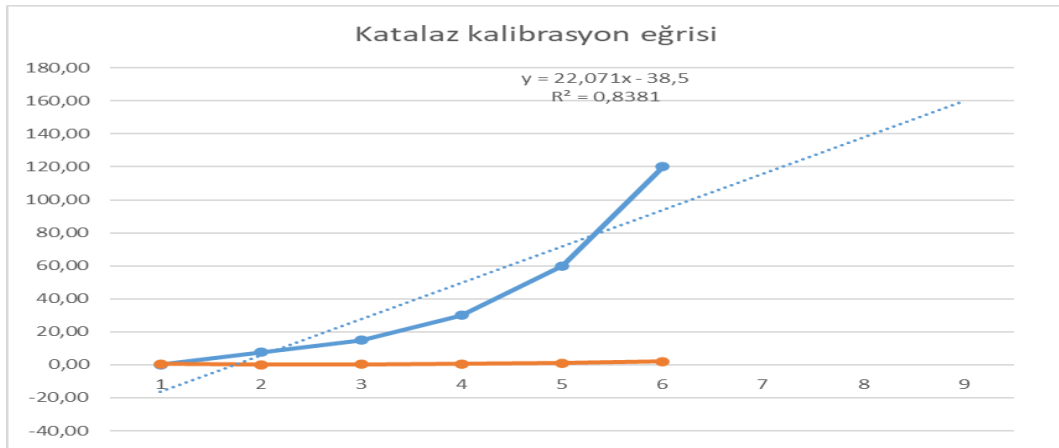
Tablo 3.1. GSH konsantrasyonu ortalama değerleri (ng/ml)

Gruplar	Ortalama + Standart Hata
Kontrol	16,614±2,331
Probiyotik	22,181±2,843
Nar Kabuğu Tozu	23,756±2,653*
Probiyotik + Nar Kabuğu Tozu	20,794±2,342

ELISA yöntemiyle analiz edilen serumlardaki Katalaz değerlerinin grup ortalamaları Tablo 3.2.'te, Katalaz konsantrasyon grafiği Şekil 3.3.'te ve Katalaz kalibrasyon eğrisi grafiği Şekil 3.4.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Katalaz konsantrasyon grafiği

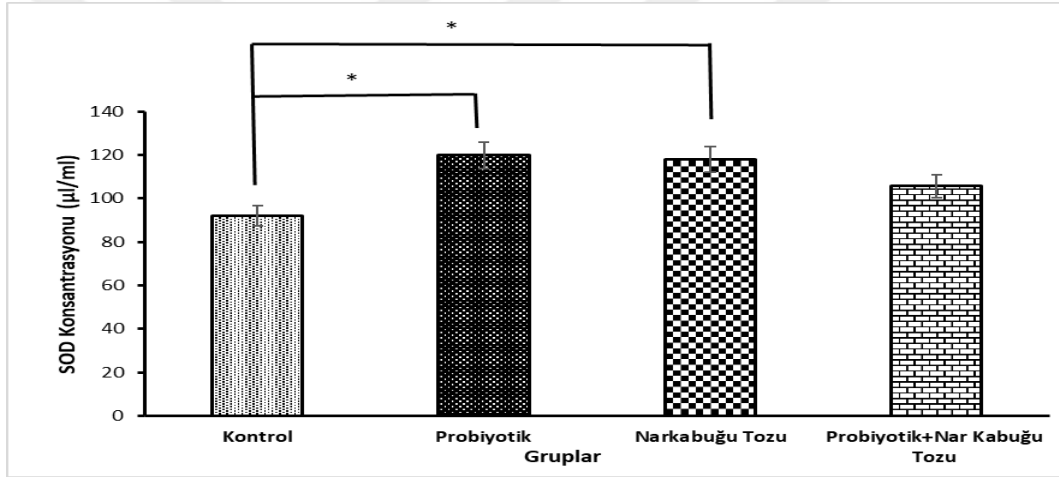


Şekil 3.4. Katalaz kalibrasyon eğrisi grafiği

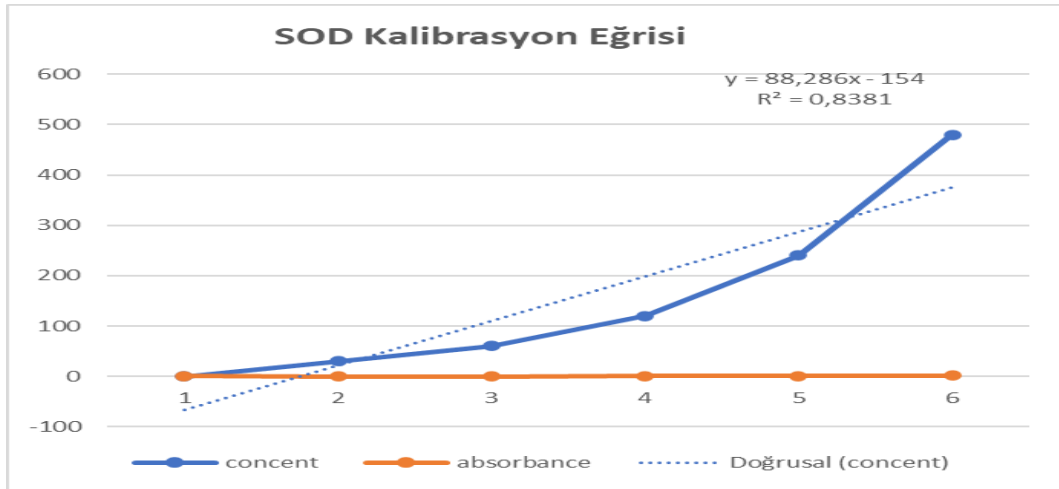
Tablo 3.2. Katalaz Konsantrasyonu ortalama değerleri (ng/ml)

Gruplar	Ortalama + Standart hata
Kontrol	20,610±2,418
Probiyotik	25,531±2,843
Nar Kabuğu Tozu	26,674±2,674*
Probiyotik + Nar Kabuğu Tozu	21,365±2,011

Son olarak ELISA yöntemiyle analiz edilen serumlardaki Süperoksit Dismütaz değerlerinin grup ortalamaları Tablo 3.3.'te, Süperoksit Dismütaz konsantrasyon grafiği Şekil 3.5.'te ve Süperoksit Dismütaz kalibrasyon eğrisi grafiği Şekil 3.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.5. SOD konsantrasyon grafiği



Şekil 3.6. SOD Kalibrasyon eğrisi grafiği

Tablo 3.3. SOD Konsantrasyonu ortalama degerleri (µg/ml)

Gruplar	Ortalama+ Standart Hata
Kontrol (K)	92,032±7,887
Probiyotik (PR)	119,801±10,270*
Nar Kabuğu Tozu (NKT)	117,795±9,605*
Probiyotik + Nar Kabuğu Tozu (PR+NKT)	105,579±7,683

4. TARTIŞMA

Rasyonlarına Nar kabuğu tozu, Probiyotik ve Nar kabuğu tozu + Probiyotik ilave edilmiş etlik piliçlerin kan dokularından elde edilen serumlarda ELISA yöntemi ile Katalaz (CAT), Süperoksit Dismütaz (SOD) ve Glutasyon Peroksidaz (GPx) antioksidan enzimlerinin konsantrasyonları ölçülmüştür. Yapılan araştırmalar sonucunda yemlerine Nar kabuğu tozu ilave edilen etlik piliçlerin serumlarındaki GPx konsantrasyonu ($23,756 \pm 2,653$) diğer gruplara göre önemli derecede fazla bulunmuştur. Rao vd. (2018) etlik piliçler üzerinde yaptığı çalışmada nar kabuğu ununun GSHPx aktivitesini olumlu yönde iyileştirdiğini belirtmişlerdir.

Katalaz enzimi konsantrasyonu açısından da Nar kabuğu tozu grubu ($26,674 \pm 2,674$) diğer gruplardan önemli derecede farklı bulunmuştur. Bu sonuçlar Akuru'nun (2022) çalışması ile paralellik göstermektedir.

Süperoksit Dismütaz antioksidan enzimi açısından hem Probiyotik grubu ($119,801 \pm 10,270$) hem de Nar kabuğu tozu grubunun ($117,795 \pm 9,605$) konsantrasyon değerleri diğer gruplardan yüksek bulunmuştur.

Ahmadipour vd. (2021), Ghasemi-Sadabadi vd. (2021) ve Derakhshan (2023) yaptıkları farklı çalışmalar sonucunda nar kabuğu tozu veya probiyotik ilavesinin etlik piliçlerde CAT, SOD ve GPx seviyelerini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak rasyonlarına nar kabuğu, probiyotik ve karışımları eklenen etlik piliçlerde serum antioksidan seviyelerinin arttığı tespit edilmiştir. Rasyonlarına ayrı olarak nar kabuğu ve probiyotik eklenen etlik piliçlerin serum antioksidan (GPx, SOD, CAT) seviyeleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Canlıların metabolizmasında önemli bir yer tutan antioksidanların artması sağlık açısından çok önemlidir. Bu bağlamda etlik piliçlerin serumunda meydana gelen artış etlik piliçlerin yetiştirilmesinde daha sağlıklı et üretilebileceği anlamına gelmektedir. Nar kabuğu atıl bir ürün olup çok düşük fiyatlarla rasyonlara katılabilir. Çalışma sonunda elde edilen bulgulara dayanılarak yem firmalarının ucuz ve antioksidan etkili nar kabuğu tozunu rasyonlarına eklemesi tavsiye edilebilir.

KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Abdel Baset, S., Ashour, E. A., Abd El-Hack, M. E., ve El-Mekkawy, M. M. (2022). Effect of different levels of pomegranate peel powder and probiotic supplementation on growth, carcass traits, blood serum metabolites, antioxidant status and meat quality of broilers. *Animal Biotechnology*, 33(4), 690-700.
- Aebi, H. (1984). Catalase in vitro. *Methods in Enzymology*, 105, 121-126.
- Ahmadipour, B., Pat, S., Abaszadeh, S., Hassanpour, H., & Khajali, F. (2021). Pomegranate peel as a phytogetic in broiler chickens: Influence upon antioxidant, lipogenesis and hypotensive response. *Veterinary Medicine and Science*, 7(5), 1907-1913.
- Akhtar, S., T. Ismail, D. Fraternale, and P. Sestili. (2015). Pomegranate peel extracts: chemistry and food features. *Food Chem.* 174:417–425.
- Akuru, E. A., Mpendulo, C. T., Oyeagu, C. E., & Nantapo, C. W. T. (2022). Pomegranate (*Punica granatum* L.) peel powder meal supplementation in broilers: effect on growth performance, digestibility, carcass and organ weights, serum and some meat antioxidant enzyme biomarkers. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 119-131.
- Arthur, J. R. (2000). The glutathione peroxidases. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 57(13-14), 1825-1835.
- Blankenberg, S., Rupprecht, H. J., Bickel, C., Torzewski, M., Hafner, G., Tietz, L., ... ve AtheroGene Investigators. (2003). Glutathione peroxidase 1 activity and cardiovascular events in patients with coronary artery disease. *New England Journal of Medicine*, 349(17), 1605-1613.
- Brigelius-Flohé, R., ve Kipp, A. (2009). Glutathione peroxidases in different stages of carcinogenesis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1790(11), 1555-1568.
- Brigelius-Flohé, R., ve Maiorino, M. (2013). Glutathione peroxidases. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1830(5), 3289-3303.
- Chen, J., ve Berry, M. J. (2003). Selenium and selenoproteins in the brain and brain diseases. *Journal of neurochemistry*, 86(1), 1-12.
- Derakhshan, M., Ghasemian, S. O., & Gholami-Ahangaran, M. (2023). The effects of probiotic and phytase on growth performance, biochemical parameters and antioxidant capacity in broiler chickens. *Veterinary Medicine and Science*, 9(2), 860-866.
- Eid, Y., Kirrella, A. A., Tolba, A., El-Deeb, M., Sayed, S., El-Sawy, H. B., ... & Dawood, M. A. (2021). Dietary pomegranate by-product alleviated the oxidative stress induced by dexamethasone in laying hens in the pre-peak period. *Animals*, 11(4), 1022.
- El-Hadary, A.E., ve M.F. Ramadan. (2019). Phenolic profiles, antihyperglycemic, antihyperlipidemic, and antioxidant properties of pomegranate (*Punica granatum*) peel extract. *J. Food Biochem.* 43: e12803.
- Endo, E. H., D.A. G. Cortez, T. Ueda Nakamura, C. V. Nakamura, and B.P. Dias. (2010). Potent antifungal activity of extract and pure compound isolated from pomegranate peel and synergism with fluconazole against *Candida albicans*. *Res. Microbiol.* 161:534–540.
- Fawole, O. A., N. P. Makunga, and U.L. Opara. (2012). Antibacterial, antioxidant and tyrosinase-inhibition activities of pomegranate fruit peel methanolic extract. *BMC Complement Altern. Med.* 12: 200.
- Fellenberg, M. A., ve Speisky, H. (2006). Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. *World's Poultry Science Journal*, 62(1), 53-70.

- Fita, I., ve Rossmann, M. G. (1985). The active center of catalase. *Journal of Molecular Biology*, 185(1), 21-37.
- Flohe, L., Gunzler, W. A., ve Schock, H. H. (1973). Glutathione peroxidase: A selenoenzyme. *FEBS Letters*, 32(1), 132-134.
- Flohé, L., ve Günzler, W. A. (1984). Assays of glutathione peroxidase. *Methods in enzymology*, 105, 114-120.
- Fridovich, I. (1975). Superoxide dismutases. *Annual Review of Biochemistry*, 44, 147-159.
- Fukai, T., ve Ushio-Fukai, M. (2011). Superoxide dismutases: role in redox signaling, vascular function, and diseases. *Antioxidants ve redox signaling*, 15(6), 1583-1606.
- Ghasemi-Sadabadi, M., Ebrahimnezhad, Y., Maheri-Sis, N., Ghalehkandi, J. G., ve Shaddel-Teli, A. (2021). Immune response and antioxidant status of broilers as influenced by oxidized vegetable oil and pomegranate peel. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(5), 1034.
- Gil, M. I., Tomas-Barberan, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M., Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agric. Food Chem.* 48: 4581-4589.
- Gracious, R.R., Selvasubramanian, S., Jayasundar, S. (2001). Immuno-modulatory activity of *Punica granatum* in rabbits s A preliminary study. *J. Ethnopharmacol.* 2001, 78: 85–87.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J., Jiang, Y. (2003). Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by Frap Assay. *Nutr. Res.* 23: 1719-1726.
- Halliwell, B., ve Gutteridge, J. M. C. (2007). *Free radicals in biology and medicine*. Oxford University Press.
- Khan, R.U., S. Naz, F. Raziq, Q. Qudratullah, N.A. Khan, V. Laudadio, V. Tufarelli, and M. Ragni. (2022). Prospects of organic acid sassafeal alternativeto antibioticsin broiler chickensdiet. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 29:32594–32604.
- Kohen, R., ve Nyska, A. (2002). Oxidation of biological systems: Oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions, and methods for their quantification. *Toxicologic Pathology*, 30(6), 620-650.
- Kubad, E. (2024). Bildircinlarda nar kabuğu ekstraktı ile prebiyotiğin birlikte kullanılmasının besi performansı ve bazı kan parametreleri üzerine etkileri.
- Kumar, P., Kumar, V., ve Mahapatra, S. K. (2018). Role of catalase in immune response of chickens against avian influenza virus. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 197, 33-40.
- Kushwaha, S.C., Bera, M.B., Kumar, P., (2013). Nutritional composition of detanninated and fresh pomegranate peel powder. *IOSR J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol.* 7, 38-42.
- Lee, C.J., L.G. Chen, W.L. Liang, and C.C. Wang. (2010). Antiinflammatory effects of *Punica granatum* Linneinvitroandinvivo. *Food Chem.* 118:315–322.
- Marinova, E.M., Yanishlieva, N.V. (1997). Antioxidative activity of extracts from selected species of the family Laminaceae in sunflower oil. *Food Chem.*, 58: 245.
- Mates, J. M., Pérez-Gómez, C., ve Núñez de Castro, I. (1999). Antioxidant enzymes and human diseases. *Clinical Biochemistry*, 32(8), 595-603.
- Meister, A. (1983). Selective modification of glutathione metabolism. *Science*, 220(4596), 472-477.
- Miao, L., ve St Clair, D. K. (2009). Regulation of superoxide dismutase genes: implications in disease. *Free Radical Biology and Medicine*, 47(4), 344-356.

- Navarro, V., Villarreal, M.L., Rojas, G., Lozoya, X. (1996). Antimicrobial evaluation of some plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of infectious diseases. *J. Ethnopharmacol.* 53: 143-147.
- Poyrazoglu, E., V. Gokmen, ve N. Artik. (2002). Organic acid and phenolic compounds in pomegranates (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. *J. Food Compos. Anal.* 15:567-575
- Prakash, C.V.S., Prakash, I. (2011). Bioactive chemical constituents from pomegranate (*Punica granatum*) juice, seed and peel: A review. *Int J Res Chem Environ.*, 1(1):1-18.
- Rao, S. R., Raju, M. V. L. N., Prakash, B., Rajkumar, U., ve Reddy, E. P. K. (2018). Effect of supplementing moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal and pomegranate (*Punica granatum*) peel meal on performance, carcass attributes, immune and antioxidant responses in broiler chickens. *Animal Production Science*, 59(2), 288-294.
- Reid, T. J., Murthy, M. R., ve Sicignano, A. (1981). Structure and function of catalase. *Journal of Molecular Biology*, 153(3), 475-495.
- Rotruck, J. T., Pope, A. L., Ganther, H. E., Swanson, A. B., Hafeman, D. G., ve Hoekstra, W. G. (1973). Selenium: Biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Science*, 179(4073), 588-590.
- Sarıca, Ş. (2011). Nar Suyu Yan Ürünlerinin Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 28(2): 97-101.
- Singh, R.P., Chidambara-Murthy, K.N., Jayaprakasha, G.K. (2002). Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *J Agric. Food Chem.* 50(1): 81-86.
- Surai, P. F., Kochish, I. I., ve Fisinin, V. I. (2018). Oxidative stress in poultry: Causes, consequences and nutritional solutions. *Journal of Animal Science*, 96(10), 4421-4433.
- Surai, P. F., ve Fisinin, V. I. (2016). Antioxidant systems in poultry biology: Superoxide dismutase. *Journal of Animal Science*, 94 (10), 4741-4751.
- Tainer, J. A., Getzoff, E. D., Richardson, J. S., ve Richardson, D. C. (1982). Structure and mechanism of copper, zinc superoxide dismutase. *Nature*, 306(5940), 284-287.
- Thomas, J. P., Maiorino, M., Ursini, F., ve Girotti, A. W. (1990). Protective action of phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase against membrane-damaging lipid peroxidation. *Journal of Biological Chemistry*, 265(1), 454-461.
- Toppo, S., Vanin, S., Bosello, V., ve Tosatto, S. C. (2008). Evolutionary and structural insights into the multifaceted glutathione peroxidase (Gpx) superfamily. *Antioxidants ve redox signaling*, 10(9), 1501-1514.
- Weydert, C. J., ve Cullen, J. J. (2010). Measurement of superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase in cultured cells and tissue. *Nature protocols*, 5(1), 51-66.
- Zarei, M., Azizi, M., Zeinolabedin, B. S. (2011). Evaluation of physicochemical characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit during ripening. *Fruits* 66: 121-129.