



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

**PAMUK TOHUMU KÜSPESİ İÇEREN RASYONLARA
PROBİYOTİK+ENZİM KARIŞIMI İLAVESİNİN YUMURTA
TAVUKLARINDA PERFORMANS, YUMURTA KALİTESİ, YUMURTA RAF
ÖMRÜ, KAN HEMATOLOJİSİ VE SERUM BİYOKİMYASI ÜZERİNE ETKİSİ**

Abbas Fadhıl Abdulqader ABDULQADER

DOKTORA TEZİ

Zootečni Anabilim Dalı

Kasım-2023

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Abbas Fadhıl Abdulqader ABDULQADER tarafından hazırlanan “Pamuk tohumu küspesi içeren rasyonlara enzim+probiyotik karışımı ilavesinin yumurta tavuklarında performans, yumurta kalitesi, yumurta raf ömrü, kan hematolojisi ve serum biyokimyası üzerine etkisi” adlı tez çalışması 01/11/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Alpönder YILDIZ

.....

Danışman

Prof. Dr. Osman OLGUN

.....

Üye

Prof. Dr. Yusuf CUFADAR

.....

Üye

Doç. Dr. Ahmet Engin TÜZÜN

.....

Üye

Doç. Dr. Behlül SEVİM

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ömer Faruk YÜKSEL
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 20211033 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Abbas Fadhıl Abdulqader ABDULQADER

Tarih: 01/11/2023

ÖZET

DOKTORA TEZİ

PAMUK TOHUMU KÜSPESİ İÇEREN RASYONLARA PROBİYOTİK+ENZİM KARIŞIMI İLAVESİNİN YUMURTA TAVUKLARINDA PERFORMANS, YUMURTA KALİTESİ, YUMURTA RAF ÖMRÜ, KAN HEMATOLOJİSİ VE SERUM BİYOKİMYASI ÜZERİNE ETKİSİ

Abbas Fadhıl Abdulqader ABDULQADER

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı**

Danışman: Prof.Dr. Osman OLGUN

2023, 99 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Osman OLGUN

Prof. Dr. Alpönder YILDIZ

Prof. Dr. Yusuf CUFADAR

Doç. Dr. Ahmet Engin TÜZÜN

Doç. Dr. Behlül SEVİM

Bu çalışma pamuk tohumu küspesi içeren rasyonlara enzim+probiyotik karışımı ilavesinin yumurta tavuklarında performansa, yumurta kalitesine, yumurta depolanmasına, serum biyokimyasal özellikleri ile kan hematolojisine etkisini belirlemek için yürütülmüştür. Çalışma 4 x 3 faktöriyel deneme planında, dört pamuk tohumu küspesi seviyesi (%0, 10, 20 ve 30) ve üç enzim+probiyotik seviyesinin (0, 1 ve 2 g/kg) oluşturulduğu 12 muamele, her birinde 4 ATA-K-S yumurta tavuğu bulunan alt gruplarla 5 tekerrürlü olarak denenmiştir. Otuzdokuz haftalık yaşta toplam 240 adet ATA-K-S yumurta tavuğu 28'er günlük 3 periyot halinde deneme rasyonları ile yemlenmişlerdir.

Deneme sonu itibarıyla ana faktör olarak rasyon pamuk tohumu küspesi kullanımı yumurta verimini, yumurta ağırlığını, özgül ağırlığını, kabuk kırılma direncini, kabuk ağırlığını, ak indeksini, serum parametrelerini etkilememiştir. Yumurta tavuk rasyonlarında %10 ve üzeri pamuk tohumu küspesi kullanımı ile sarı indeksi, sarı a, b ile Roche skoru ve kan lenfosit ve monosit değerleri artmış, ancak kan korpüsküler hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) ve beyaz kan hücresi (WBC) değerleri düşmüştür. Rasyonda %20 ve üzeri seviyelerde pamuk tohumu küspesi kullanımı canlı ağırlığı, yumurta L değerini ve depolanmış yumurta pH'sını düşürmüştür, kabuk kalınlığını arttırmıştır. Rasyonda %30 seviyesinde pamuk tohumu küspesi kullanımı ile yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, ak pH'sı artmış, ancak yumurta kitlesi düşmüştür. Yumurta tavuğu rasyonlarına 1 g/kg seviyesinde enzim+probiyotik karışımı ilavesi ak indeksini, Haugh birimini, serum yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) ve kan hematokrit, eritrosit hacmi (MCV) ile ortalama korpüsküler hemoglobin (MCH) değerini düşürmüştür, serum glukoz, kolesterol ve fosfor değerlerini yükseltmiştir. Deneme sonu itibarıyla pamuk tohumu küspesi ile enzim+probiyotik karışımı interaksyonu sadece kabuk ağırlığını, kalınlığını, Haugh birimini, yumurta sarısı L, a, ile b değerlerini ve ak pH'sını önemli derecede etkilemiştir.

Sonuç olarak, yumurtacı tavuk rasyonlarında %20 seviyesine kadar pamuk tohumu küspesinin kullanılabileceği ancak enzim+probiyotik karışımı ilavesinin performansa ve yumurta kalitesi bakımından etkisinin olmadığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Enzim, pamuk tohumu küspesi, performans, probiyotik, yumurta kalitesi

ABSTRACT**Ph.D THESIS****THE EFFECT OF PROBIOTIC+ENZYME MIXTURE SUPPLEMENTATION
IN DIETS CONTAINING COTTONSEED MEAL ON PERFORMANCE, EGG
QUALITY, EGG SHELF LIFE, BLOOD HAEMATOLOGY AND SERUM
BIOCHEMISTRY IN LAYING HENS****Abbas Fadhıl Abdulqader ABDULQADER****THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN ANIMAL SCIENCE****Advisor: Prof. Dr. Osman OLGUN****2023, 99 Pages****Jury****Advisor: Prof.Dr. Osman OLGUN****Prof.Dr. Alpönder YILDIZ****Prof.Dr. Yusuf CUFADAR****Assoc. Prof. Dr. Ahmet Engin TÜZÜN****Assoc. Prof. Dr. Behlül SEVİM**

This study was conducted to determine the effect of enzyme+probiotic mixture addition to diets containing cottonseed meal on performance, egg quality, egg storage, serum biochemical properties, and blood hematology in laying hens. The experiment was arranged according to a 4 x 3 factorial arrangement design consisting of four levels of cottonseed meal (0, 10, 20, and 30%) and three levels of enzyme+probiotic mix (0, 1 and 2 g/kg). The research was conducted with 12 treatment groups consisting of five replicates each of four ATAK-S laying hens. A total of 240 ATAK-S laying hens, aged 39 weeks, were fed with trial diets for three periods 28 days.

At the end of the experiment, the use of cottonseed meal in the diet as the main factor did not affect egg production, egg weight, specific gravity, eggshell breaking strength, eggshell weight, albumen index, and serum parameters. With the use of 10% or more cottonseed meal in laying hen diets, yolk index, yolk a, b and Roche score, and blood lymphocyte and monocyte values increased, but blood mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) and white blood cell (WBC) values decreased. The use of cottonseed meal at levels of 20% and above in the diet reduced body weight, yolk L value and pH of stored egg, and increased eggshell thickness. With the use of 30% cottonseed meal in the diet, feed intake, feed conversion ratio and albumen pH increased, but egg mass decreased. The addition of enzyme+probiotic mix at the level of 1 g/kg to laying hen diets decreased the albumen index, Haugh unit, serum high density lipoprotein (HDL), and blood haematocrit, mean corpuscular volume (MCV) and mean cell hemoglobin (MCH) values, and increased serum glucose, cholesterol and phosphorus values. At the end of the experiment, the interaction of cottonseed meal and enzyme+probiotic mix significantly affected only eggshell weight, eggshell thickness, Haugh unit, yolk L, a, and b values and albumen pH.

As a result, it was observed that up to 20% cottonseed meal can be used in laying hen diets, but the addition of enzyme+probiotic mixture had no effect on performance and egg quality.

Keywords: Cottonseed meal, egg quality, enzyme, performance, probiotic

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim boyunca, Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Osman OLGUN'un bilgi ve tecrübelerinden büyük ölçüde yararlandım ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği destek için kendisine içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalışması süresince verdiği destekler ve yardımlar için de ayrıca teşekkür etmek istiyorum. Son olarak, eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi en büyük destekçilerim olan anneme, babama ile eşime ve son olarak yakın arkadaşım olan Mustafa DABAĞ'a teşekkürlerimi sunuyorum. Sizlerin varlığı ve desteği benim için her zaman büyük bir motivasyon kaynağı oldu.

Abbas Fadhıl Abdulqader ABDULQADER

KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Yumurta Tavuklarının Beslenmesine Genel Bakış.....	3
2.2. Pamuk Tohumu Küspesi ve Özellikleri	5
2.2.1. Pamuk tohumu küspesi üretimi.....	6
2.2.2. Pamuk tohumu küspesinin kimyasal bileşimi.....	7
2.2.3. Pamuk tohumu küspesinin içerdiği anti-besinsel faktörler.....	9
2.2.4. Pamuk tohumu küspesi ve gossipolun kanatlı hayvanlardaki etkileri	10
2.3. Probiyotikler	17
2.3.2. Probiyotiklerin kanatlılarda kullanımı	20
2.4. Enzimler.....	22
2.4.1. Enzimlerin yapısı ve çeşitleri.....	24
2.4.2. Enzimlerin kanatlılarda kullanımı	25
2.4.3. Enzimlerin yumurta tavuklarında kullanımı	26
2.5. Probiyotik ve Enzim Karışımlarının Kanatlılarda Kullanımı	27
3. MATERYAL VE YÖNTEM	30
3.1. Materyal	30
3.1.1. Deneme rasyonlarının hazırlanması ve grupların oluşturulması	30
3.2. Yöntem.....	31
3.2.1. Performans değerlerinin belirlenmesi	31
3.2.1.1. Canlı ağırlık ve canlı ağırlık değişimi.....	31
3.2.1.2. Yumurta verimi, ağırlığı ve kitlesi.....	32
3.2.1.3. Yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı	32
3.2.2. Yumurta dış ve iç kalite parametrelerini belirlenmesi.....	32
3.2.3. Yumurta raf ömrü (depolanması) parametrelerinin belirlenmesi	33
3.2.4. Kan ve serum parametrelerinin tespiti	34
3.3. İstatistiksel Analiz.....	34
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Performans	35

4.1.1. Canlı ağırlık	35
4.1.2. Yumurta verimi	36
4.1.3. Yumurta ağırlığı	38
4.1.4. Yumurta kitlesi	40
4.1.5. Yem tüketimi	41
4.1.6. Yemden yararlanma oranı	44
4.2. Yumurta Kalitesi	47
4.2.1. Özgül ağırlık	47
4.2.2. Kabuk kırılma direnci	48
4.2.3. Yumurta kabuk ağırlığı	50
4.2.3. Yumurta kabuk kalınlığı	52
4.2.4. Yumurta ak indeksi	54
4.2.5. Yumurta sarı indeksi	55
4.2.6. Haugh birimi	57
4.2.7. Yumurta sarısı L değeri	60
4.2.8. Yumurta sarısı a değeri	61
4.2.9. Yumurta sarısı b değeri	63
4.2.10. Yumurta sarısı Roche skoru	65
4.2.11. Yumurta akı pH'sı	67
4.3. Yumurta Raf Ömrü (Depolama) Parametreleri	69
4.3.1. Yumurta dış kalite parametreleri	69
4.3.2. Yumurta iç kalite parametreleri	71
4.4. Serum Biyokimyası ve Kan Hematolojisi	74
4.4.1. Serum biyokimya parametreleri	74
4.4.2. Kan hematoloji parametreleri	78
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	82
5.1. Sonuçlar	82
5.2. Öneriler	83
KAYNAKLAR	84
ÖZGEÇMİŞ	92

SİMGELER VE KISALTMALAR

KISALTMALAR

AST	: Aspartat transferaz
HDL	: Yüksek yoğunluklu lipoprotein
MCH	: Ortalama korpüsküler hemoglobin
MCHC	: Korpüsküler hemoglobin konsantrasyonu
MCV	: Eritrosit hacmi
PEK	: Probiyotik ve enzim karışımı
PTK	: Pamuk tohumu küspesi
RCB	: Kırmızı kan hücresi sayısı
RDW	: Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği
WBC	: Beyaz kan hücresi

SİMGELER

dL	: Desilitre
g	: Gram
kg	: Kilogram
L	: Litre
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
µm	: Mikrometre
µL	: Mikrolitre
%	:Yüzde

1. GİRİŞ

Ülkemizde hayvancılık sektöründen olan tavukçuluk, örnek oluşturacak yapıya doğru ilerleme göstermiş ve gelişimini hızla sürdürerek sanayi sektörü konumuna erişim sağlamıştır. Kanatlı sektörünün önemli ürünleri arasında bulunan yumurta çağlar boyunca insanlar açısından önemli bir gıda kaynağı olarak yerini almış ve biyolojik değerlilik oranı tam bir besin kaynağı özelliği taşımaktadır (Fidan, 2018).

Sağlıklı yaşam yönünden, hayvansal gıdaların insan beslenmesinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Yumurta, et, süt gibi ürünler, sağlıklı beslenme konusunda gerekli olan esansiyel amino asit ve proteini sağlamaktadır (Ünal ve Besler, 2008). Bu bakımdan, hayvancılık sektörünün ekonomik kalkınma esnasında sağladığı önemin yanında insanların dengeli ve yeterli beslenmesi yönünden de önemli bir fonksiyona sahiptir.

Hayvancılık faaliyetlerinde esas amaç, insanların ihtiyaç duyulan ürünleri yüksek kalite, yeterli miktarda, uygun zamanda ve olabildiğince uygun maliyetle sağlamaktır. Kanatlılar, potansiyeli sebebiyle ihtiyaç duyulan hayvansal gıda açığının sağlanması bakımından önemli bir kaynak olmaktadır. Türkiye’de bilhassa son 20 yıl içerisinde kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde oldukça ilerleme kaydedilmiştir. Bununla orantılı şekilde karma yem sanayinde ve karma yem üretiminde süratli gelişmeler meydana gelmiştir. Ancak karma yem içerisinde yer alan hammaddelerin üretim hızı aynı oranda gerçekleşmemiş ve buna bağlı olarak karma yem üretiminde hammadde temininde sorunlar yaşanmaktadır (Akdeniz ve ark., 2005).

Kanatlı hayvanların yetersiz beslenme karşısında verdiği tepkiler diğer hayvanlara oranla daha şiddetlidir. Besin maddeleri eksiklikleri sağlık ve verimini olumsuz şekilde etkileyerek büyük ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Bu bakımdan kanatlı hayvanların beslemesi sırasında beslenme açısından birçok avantaja sahip olan soya ve mısır gibi yem hammaddeleri tercih edilmektedir.

Ülkemizdeki soya üretimi yetersizdir ve ihtiyaç duyulan miktar ithalat yoluyla temin edilmektedir. Bu durum hem döviz kaybı ve hem de sürdürülebilir üretim açısından probleme neden olabilmektedir. Dolayısıyla ülkeler/toplumlar ulaşabilir ve yerli yem kaynaklarına yönelmektedir. Türkiye gibi pamuk üretiminin fazla olduğu ülkelerde yüksek miktarda yan ürün olan pamuk tohumu ve nihayetinde pamuk tohumu küspesi (PTK) üretilmektedir. Ancak PTK, protein miktar ve kalitesi bakımından yetersiz olmasının yanı sıra içerdiği yüksek selüloz, gossipol ve sterkulik asit nedeniyle kullanımı özellikle kanatlı beslemede sınırlıdır (Anonim, 2012a; b).

Pamuk tohumu küspesinin bünyesindeki anti-besinsel faktörlerin azaltılması/giderilmesi ve dolayısıyla yem değeri ve ürün kalitesini iyileştirmek için yem katkı maddeleri kullanılmaktadır. Özellikle enzimler bu bakımdan önemlidir. Enzimler yemlerdeki selüloz, fosfor gibi besin maddelerin sindirimini arttırmak ile beraber ksilan gibi nişasta olmayan polisakkaritlerin sindirime olan negatif etkilerini gidermekte kullanılmaktadırlar. Bir diğer katkı maddesi olan probiyotikler bağırsak mikrobiyal dengesini geliştirerek konakçı hayvanda yararlı etkiler oluşturan canlı mikrobiyal yem katkı maddeleridir (Özkan, 2009).

Bu çalışma, yumurta tavuğu rasyonlarına farklı düzeylerde PTK kullanımının ve farklı seviyelerde probiyotik ve enzim karışımı (PEK) ilavesinin, yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma, raf ömrü, kabuk kalınlığı, yumurta ağırlığı, kan hematolojisi ve serum biyokimyası üzerine etkisinin ortaya konulması hedeflenerek gerçekleştirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Yumurta Tavuklarının Beslenmesine Genel Bakış

Yumurta ve tavuk eti protein bakımından değerli bir gıda ürünü niteliği taşımaktadır. Bu gıdalar yüksek kaliteli protein sağlamanın yanı sıra önemli mineral ve vitamin kaynağıdır. Diğer gıda maddeleri incelendiğinde tahıl çeşitlerinin genel olarak besin maddeleri bakımından gereken yeterliliği sağlamadığı görülmektedir. Bunun en güzel örneği mısırın bazı toplumlarda temel gıda maddesi olduğudur. Tahılların protein içerikleri düşük ve protein yapıları ise kalitesizdir. Net protein kullanımı ile çarpılarak protein değerlerine ilişkin protein kalitesi indeksi hesaplanmaktadır. Tahılların net protein kullanımı genel olarak 40'ın altında olmaktadır. Tavuk yumurtasının net protein kullanımı değerleri incelendiğinde 87 olduğu görülmektedir. İçerikleri incelendiğinde tahılların en önemli amino asitler olan lisin, metiyonin, triptofan ve treonin gibi amino asitleri yeterli miktarda içermediği görülmektedir. Tavuk eti ve yumurtada bu esansiyel amino asitler bol miktarda bulunmaktadır. Tüm bunlara bakılarak kümes hayvanlarının gelişmekte olan ülkelerde önemli bir rolünün olduğu görülmektedir. Kanatlı sektörü istihdam sağlayarak zaman içerisinde hızlı bir şekilde büyüme göstermiştir. Yalnızca ticari amaçla beslenen etlik piliçten 1 kg et üretimi için 1.6 kg civarı yeme ihtiyaç duyulurken, yumurta tavuklarında 1 kg yumurta üretimi için 2 kg'dan daha az yeme ihtiyaç duyulmaktadır. Kanatlı üretiminde daha az su kullanılmakta ve diğer hayvanlara oranla çevre üzerinde daha az zararlı etki oluşturmaktadır. Kırsal halkın tipik geleneksel gıdaları karbonhidrat açısından oldukça zengin, ancak protein özellikle hayvansal protein açısından oldukça düşük olmaktadır (FAO, 2013).

Yumurta üretiminde kullanılacak tavukların yetiştirilmesinde kuluçka sonrası ilk altı hafta protein değeri ve enerji oranı fazla olan yemlerle beslenmektedir. Altı haftadan sonra 14. haftaya kadar piliç büyütme yemi ile beslenme gerçekleştirilmektedir. Daha sonra 18. haftaya kadar piliç geliştirme yeminden yararlanılmaktadır. Sonrasında ise yumurta tavuk yemi verilmektedir. Yumurta tavuklarının yumurtlama döneminde günlük yem tüketim miktarı 90-125 g arasında değişebilmektedir (Özgün ve ark., 2016).

Yumurta tavuklarında beslenme genel olarak *ad libitum* şeklinde yapılmaktadır. Yem zaiyatının önüne geçilmesi için hayvanlara sıkça yem verilmesi, yem tercihiye sebebiyet vereceği için önerilmemektedir (Çelik ve ark., 2012). Standartların üzerinde yem tüketiminin olmasının iki farklı sebebi olabilmektedir. Bunlardan birincisi yem

tüketimini artmasını sağlayan genel etmenler olan, düşük çevre sıcaklığı ve yem enerjisinin düşüklüğü gibi faktörlerdir. İkincisi ise günlük hayatta sıklıkla rastlanan ve genel olarak kafes sisteminin hatalı olmasından veya fazla yem verilmesine bağlı olarak yem zaiyatının olmasıdır. Bu sebeple yem tüketiminin kesinlikle izlenmesi gerekmektedir. Yem tüketimi sırasında ani azalma durumu hastalığın habercisi olabilmekte ve vaktinde anlaşılmak koşuluna bağlı olarak erken tedbir sağlanmaktadır (Diker, 2015).

Çizelge 2.1. Yumurta tavuklarının yumurta üretimi dönemi besin madde ihtiyaçları

Besin Maddeleri	Birim	1. dönem yemi, 21-42. hafta	2. dönem yemi, 43-72. hafta
Metabolik Enerji	kcal/kg	2800	2750
Ham Protein	%	18	17
Metionin	%	0.45	0.40
Metionin+Sistin	%	0.78	0.72
Lisin	%	0.85	0.80
Treonin	%	0.65	0.60
Triptofan	%	0.19	0.19
Linoleik Asit (min)	%	2.0	1,50
Kalsiyum	%	3.8-4.0	4.1-4.3
Kullanılabilir Fosfor	%	0.40	0.38
Klor (Min-Max)	%	0.17 -0.20	0.15 -0.20
Mangan	mg	60	60
Çinko	mg	40	40
Demir	mg	40	40
Iyot	mg	1	1
Bakır	mg	7	7
Selenyum	mg	0.15	0.15
Kobalt	mg	0.5	0.5
Vitamin A	IU	12 000	12 000
Vitamin D ₃	IU	2 500	2 500
Vitamin E	mg	20	20
Vitamin Ka	mg	2	2
Riboflavin	mg	5	5
Vitamin B ₁₂	mg	0.01	0.01
Niasin	mg	25	25
Tiamin	mg	2	2
Vitamin B ₆	mg	3	3
Pantotenik Asit	mg	10	10
Folik asit	mg	0.5	0.5
Biotin	mg	0.05	0.05
Kolin	mg	800	600

Kaynak; (Anonim, 2015)

Yumurta tavukları sindirim sisteminin özelliğine bağlı olarak besin maddelerinin yoğunluğu az ve sindirim sistemini tamamıyla dolduran kaba “*balast*” yemlerden ziyade, besin maddeleri yoğunluğu fazla olan az hacimli ve sindirim sistemini tamamıyla kaplamadan sıklıkla tüketilmesine gereksinim hissedilen sıkıştırılmış “*pelet*” tipi yemler

tercih edilmektedir (Ergün, 2004). Yumurta tavuklarında sindiriminin rahat olabilmesi için yemlerin öğün şeklinde verilmeden devamlı olarak önlerinde olması gerekmektedir. Sindirim sistemi üzerinde belirli olan kısımlarda bilhassa taşlık ve kursağın boşalması açlık hissiyatını ortaya çıkarmaktadır. Gün içerisinde bu durum birçok defa yaşanmakta ve açlık hissiyatı oluşan tavuklar az miktarda, ancak sık sık yem tüketimi yapmaktadırlar. Buna bağlı olarak yemlikler devamlı dolu halde bulunmaktadır (Çelik ve ark., 2012).

Kanatlılar normal büyüme, yumurta verimi ve üreme için yağ, protein, karbonhidrat, vitaminler gibi organik bileşikler ile birlikte minerallere gereksinim duymaktadırlar (Şenköylü, 2001). Bu besin maddelerinin yeterli miktar ve oranlarda hayvanlara sunulmaması durumunda verim ve ürün kalitesi kayıpları yanısıra sağlık problemleri de oluşabilmektedir (Kutlu, 2009). Çizelge 2.1.'de çalışmamızda da kullanılan ülkemizin yerli tavuğu olan ATA-S yumurta tavuklarının besin madde ihtiyaçları verilmiştir.

2.2. Pamuk Tohumu Küspesi ve Özellikleri

Proteinler, hücrelerin, dokuların ve hayvansal ürünlerin temel yapı taşlarıdır. Hayvansal ürünlerin protein oranı türlere göre değişmekle birlikte %15-20 arasında yer alır. Proteinlerin yapısı, bulundukları dokunun veya ürünün yapısına bağlı olarak değişir. Her doku kendine özgü nitelikte proteinleri taşır. Proteinler, hücre onarımı, yeni hücre oluşumu, enzim ve hormon sentezi gibi birçok hayatsal faaliyetin temel taşlarıdır.

Protein hormonlar ve enzimler gibi biyokimyasal işlevleri düzenler. Ayrıca hastalıklara karşı koruma, asit-baz dengesini sağlama, kalıtsal özelliklerin nesilden nesile aktarımı gibi rolleri vardır. Bazı proteinlerin özel işlevleri vardır ve yaşamın sürdürülmesini sağlar.

Aminoasitler emildikten sonra dolaşım sistemi aracılığıyla dokulara taşınır. Yıpranan hücrelerin onarımı, yeni hücrelerin yapımı, hormon ve enzim sentezi için kullanılırlar. Yeterli ve dengeli aminoasit alımı sağlandığında bu amaçlar doğrudan gerçekleştirilir. Eksik veya fazla alım durumlarında aminoasitler farklı yollara yönlendirilir. Eksik alım durumunda bazı aminoasitler diğer aminoasitlerden sentezlenerek elde edilirken, fazla alım durumunda deaminasyon ile atılırlar. Protein yetersizliği durumunda hayvanlarda verim kaybı, zayıflık, bağışıklık sistemin zayıflaması ve ölüm görülebilir. Proteinler, canlı organizmalar için vazgeçilmezdir ve hayatın sürdürülmesi için gereklidir. Proteinlerin diğer besin maddelerine kıyasla

sentezlenememesi, beslenme yoluyla alınmalarının önemini vurgular. Aminoasit gereksinimleri hayvanların türüne ve yaşam evresine bağlı olarak farklı şekillerde ifade edilebilir. Enerjiye doyum veya yem tüketimi açısından rasyonun enerji içeriği dikkate alındığında, aminoasit gereksinimlerinin metabolik enerjiye oranı olarak ifade edilir. Hayvan beslemede protein ve aminoasit dengesi önemlidir. Yetersiz veya dengesiz protein beslenmesi hayvanlarda büyümede, tüylenmede, yumurta veriminde aksaklıklar gibi pek çok soruna yol açabilir. Bu nedenle hayvanların protein gereksinimleri ve rasyonların protein düzeyleri dikkatlice ayarlanmalıdır (Kutlu ve ark., 2005; Kaplan ve Yıldız, 2012).

Başlıca bitkisel protein kaynakları, özellikle ısıtılmış işlem uygulanmış olan soya, kolza, ayçiçeği ve pamuk gibi yağlı tohumlardan elde edilen küspelerdir. Bu bitkisel kökenli yemler, protein ihtiyacını karşılamak amacıyla hayvan yemi veya besin takviyesi olarak kullanılmaktadır. Bu farklı küspe türleri arasında farklı besinsel özellikler bulunmaktadır. Soya küspesi, bitkisel protein kaynakları arasında en dengeli ve besleyici profile sahiptir. Bununla birlikte, ekspeller yöntemi ile işlenmiş soya küspesi, lisin ve kükürtlü amino asitler gibi önemli amino asitler açısından dengesizlik gösterebilmektedir. Ancak soya küspesi genel anlamda en uygun bitkisel protein kaynaklarından biridir (Şahin ve ark., 2004). Pamuk tohumu küspesi gibi düşük kaliteli veya anti-besinsel faktörler içeren yemlerin kullanılması durumunda, kanatlı ve diğer hayvanların beslenmesini iyileştirmek ve ürün kalitesini artırmak için yem katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu katkı maddeleri arasında özellikle enzimler büyük bir öneme sahiptir. Enzimler, yemlerde bulunan besin maddelerinin sindirimini artırarak, nişasta olmayan polisakkaritler gibi sindirimi zor olan bileşenlerin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için kullanılır. Ayrıca, probiyotikler bağırsak mikrobiyotasını olumlu bir şekilde etkileyerek hayvanların besin maddelerini daha iyi sindirmelerine yardımcı olan canlı katkı maddeleridir (Özkan, 2009).

2.2.1. Pamuk tohumu küspesi üretimi

Pamuk tohumu tesise girdiğinde teknolojiyle uyumlu şekilde bulunan makinelerle ayıklama işlemi gerçekleştirilir. Linterleme uygulamasıyla tohum kısmının dışında kalan bölümdeki elyaf alınarak temiz çekirdek için kırma işlemi gerçekleştirilir. Sonrasında pişirme ardından presleme işlemleri gerçekleştirilir. Elde edilen yan ürüne küspe adı verilmektedir (Özdemir, 2014).

Yağlı tohumlardan elde edilen küspeler, hayvan beslemede yaygın olarak kullanılır. Bu artıklar, yağlar çıkarıldıktan sonra yüksek protein ve karbonhidrat içeriğine sahip olurlar. Küspe üretim yöntemi, sıcaklık, süre, yağ oranı, beslemeyi engelleyici maddeler ve protein içeriği gibi etkenler, küспенin besin değerini belirleyen temel faktörlerdir. Yağlı tohumlardan elde edilen küspeler pres, expeller ve ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilmektedir (Kutlu ve Çelik, 2010). Başlangıçtaki temizleme işlemi ve pişirmenin etkisiyle ekim sırasındaki pestisit ve zirai ilaç kalıntıları asgari orana düşürülmekte ve tohumun içerisinde yer alan toksik maddeler ve zararlı bakteriler azaltılmaktadır (Yakar, 2018). Gerçekleştirilen bu işlemler sonucunda PTK elde edilmiş olmaktadır. Böylece hayvan beslenmesinde kullanılmak için PTK kullanılmak üzere hazır hale gelmektedir. Daha sonrasında hayvan beslemede kullanılacak olan bu küspe ile birlikte maliyeti uygun beslenme yapılması mümkündür (Yıldırım, 2014).

2.2.2. Pamuk tohumu küspesinin kimyasal bileşimi

Pamuk tohumundan yağ elde etme işleminden sonra geriye kalan protein bakımından zengin yapıya sahip yan ürüne PTK denilmektedir. Pamuk tohumundan ortalama %45 oranında PTK çıkabilmektedir. Bu küspe içeriğinde bulunan %28-36 protein oranıyla, dünya üzerinde hayvancılık bakımından önem arz eden bir yem hammadresi olmaktadır. Ancak bu küспенin lizin açısından yetersiz olması ve içeriğinde bulunan gossipol gibi anti-besinsel maddeler özellikle kanatlı beslemede PTK'nin kullanımını kısıtlamaktadır (NCPA, 1999).

Pamuk tohumu küspesinin besleme değerini ve besin madde içeriğini birçok faktör etkilemektedir. Bu faktörler içerisinde tohum çeşidi ve nitelikleri, kabuklu/kabuksuz oluşu, yağ elde etme metodu ve depolama süresi en başta gelenler olmaktadır. Bu etmenler; küспенin ham protein, ham selüloz, ham yağ içeriği üzerinde büyük ölçüde değişiklik sebep olmaktadır (O'Brien ve ark., 2005). Küspelerin besin madde bileşimi üzerine etki eden faktörler; küspedeki yağ oranı, küspede yer alan kabuk miktarı, yağ elde etme esnasında uygulanan sıcaklık ve süresi, tohum çeşidi şeklinde sıralanmaktadır (Kellems ve Church, 1998; O'Brien ve ark., 2005). Bitkisel protein özelliğe sahip yemler arasında Türkiye'de en fazla üretimi yapılan pamuk tohumu ve yan ürünlerinin temel besin madde bileşimi Çizelge 2.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2. Pamuk tohumu ve farklı ham protein seviyesi farklı pamuk tohumu küspelerinin besin madde bileşimi

Besin maddeleri	Pamuk tohumu	Farklı protein içeriğindeki PTK'ların besin madde bileşimleri			
		%34	%42	%36.4	%42.4
Kuru madde, %	92.0	92.9	92.2	90.1	90.7
Ham protein, %	20.2	34	42	36.4	42.4
Ham selüloz, %	25.4	17.9	9.6	17.2	11.7
Ham yağ, %	18.2	7.5	9.4	2.6	2.6
Ham kül%	4.0	5.8	6.7	6.4	6.6
Nötral deterjan selüloz, %	42.0	33.5	21.4	32.3	24.3
Asit deterjan selüloz, %	32.6	23.6	13.7	22.7	16.1
Lignin, %	9.6	7.4	4.9	7.1	5.5
Nişasta, %	1.9	1.8	2.9	5.1	2.9
Şeker, %	1.9	4.6	4.6	1.9	4.8
Metabolik enerji, kkal/kg	2369	1940	1940	1818	2042
Kalsiyum, g/kg	1.4	2	2	2.6	2
Fosfor, g/kg	5.3	9.6	11.7	11.1	11.5
Magnezyum, g/kg	3.2	5.2	6.3	6.1	5.2
Potasyum, g/kg	10.6	14.5	16	15.6	14.1
Sodyum, g/kg	0.1	0.16	0.77	0.19	0.63
Klor, g/kg	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6
Kükürt, g/kg	2.0	3.4	3.3	3.3	3.3
Manganez, mg/kg	18		13	23	23
Çinko, mg/kg	30	86	61	54	48
Bakır, mg/kg	56	20	15	11	90
Demir, mg/kg	90	1454	-	-	527
Selenyum, mg/kg	0.1	0.09	0.4	0.5	0.4
Kobalt, mg/kg	0.4	0.09	0.3	0.5	2
Molibden, mg/kg	2.0	3.0	0.8	3.0	0.8
İyot, mg/kg	-	0.1	0.1	-	0.1
Lisin, g/kg	9.5	14.1	16.8	14.8	16.9
Treonin, g/kg	7.6	11.2	13.3	11.8	13.4
Metiyonin, g/kg	3.6	5.1	5.9	5.3	6
Sistin, g/kg	2.9	5.7	7.3	6.2	7.4
Triptofan, g/kg	2.6	4.4	5.5	4.7	5.5
İzolösin, g/kg	6.8	10.9	13.2	11.6	13.4

Olgun (2017)'den özetlenmiştir.

Karma yem üretiminde PTK protein tamamlayıcı yem olarak yer almaktadır. Küspelerin kabuklarından ayrıştırılması sonucunda kuru madde bazında ham protein içeriği %50 seviyesindeyken, kabuk içeren küspelerde bu oran %20 civarında olabilmektedir. Pamuk tohumu küpesi havada kuru yem olarak yaklaşık %20-45 oranında ham proteine sahiptir. Lisin, triptofan, metiyonin ve sistin yönünden yeterli değildir ve biyolojik değeri oldukça düşük olmaktadır. Soya küspesiyle kıyaslandığında PTK'nde lisin seviyesinin %50-70 kadar daha az olduğu görülmektedir (Jones, 1981). Bunun yanında PTK potasyum ve fosfor bakımından zengin, kalsiyum yönünden fakir ve ilaveten birtakım iz mineraller bakımından zengin özellikleri bulunan bir yemdir (Budağ ve Fırat, 2015).

2.2.3. Pamuk tohumu küspesinin içerdiği anti-besinsel faktörler

Pamuk tohumu içeriğinde bir çok anti-besinsel faktörler bulunmaktadır. Gossipol dihidroksi fenol ve siklopropenoid yağı asitleri gibi doğal toksik bileşikler ve protein bakımından zengin olan PTK'nin yemlere dahil edilebilecek miktarlar için sınırlayıcı olmaktadır (Calhoun ve ark., 1995). Bitkinin tamamında, bilhassa tohum kısmından büyük oranda toksik bileşik niteliği taşıyan gossipol ve diğer pigment bileşiklere rastlanmaktadır. Bu bileşikler bitkinin tohumları, kotiledonları, aksial dokusunun etrafında bulunan pigment bezlerini yer edinmektedir. Bezlerin sıvı kısımlarında %20 ila 40 arasında gossipola rastlanmaktadır. Bitki çeşidi, türü, yetiştirme şartları ve gübrelemeye bağlı olarak pamuk tohumunun gossipol içeriği %9 kadar çıkabilmektedir. Bitkinin zararlı maddeler ve hastalıklar karşısında korunması konusunda gossipol önemli rol oynamaktadır (Blasi ve Drouillard, 2002). Elde etme metoduna göre PTK üretiminde tohumdaki toplam gossipolün bir kısmı yağ ile ekstrakte olmakta, bir diğer kısmı gossipol-lisin kompleksi şeklinde ve diğer kısımda serbest formda küspede yer almaktadır (Tuncer ve Yalçın, 1986). İşlenmiş küspe içerisinde serbest halde bulunan gossipol ve bağlı gossipolün toplamı, küspenin toplam gossipol miktarını ortaya koymaktadır. Pamuk tohumu küspesinin serbest gossipol düzeyi kanatlı hayvanlar ve diğerleri için rasyon hazırlandığı durumlarda, başta göz önünde bulundurulması gereken bir konudur. Serbest veya bağlı formda yer almak üzere pamuk tohumunda 300-24,000 ppm bulunurken PTK'nde 200-1,000 ppm arasında gossipol yer aldığı belirtilmiştir (Kaya ve ark., 1995).

Pamuk tohumuna ve yağına özgü rengi sağlayan pigment olan gossipol insanlar tarafından yağ tüketiminde kullanımını negatif olarak etkilemekle birlikte kanatlı ve tek mideli hayvanlar ile buzağı ve kuzu rasyonlarında PTK'nin sınırlandırılmasında da önemli rol oynamaktadır (Blasi ve Drouillard, 2002). Gossipolün toksik etkisi; hayvan yaşı, türü, gossipol kaynağı, tüketim dönemi, tüketim oranı ve stres şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Calhoun ve ark., 1995). Geviş getiren hayvanlar, özellikle yetişkin ruminantlar gossipole daha az duyarlılık gösterirlerken, kanatlılar ve diğer tek mideliler bu maddeye karşı duyarlıdırlar.

Tüm çiftlik hayvanları için değerli bir protein kaynağı olan PTK genç ruminantlar ve tek midelilerde kullanımını kısıtlayan bazı unsurlar vardır. Bu unsurlardan ilki protein kalitesinin düşük olmasıdır. Pamuk tohumu küspesi treonin ve lisin amino asitleri açısından genç hayvanların ihtiyacını karşılama bakımından yeterli değildir. Türkiye'de ruminantlar için hazırlanmış olan karma yemler içerisinde protein kaynağı olarak PTK

yaygın kullanılmaktadır. Gossipol içeriği PTK'nin rasyonda yer almasını sınırlı hale getirmektedir. Bu doğrultuda karma yemlere azami olarak %25 oranında bulunması ya da 100 kg canlı ağırlık için günlük olarak maksimum 600 g verilmesi tavsiyesi bulunmaktadır (Heuze ve ark., 2015). Pamuk tohumu küspesi kanatlı rasyonlarında %5-10 seviyesinde kullanılabilir. Kanatlı rasyonlarında kullanılması öncesinde gossipol, selüloz ve protein kalitesi yönünden ele alınması gerekmektedir (Budağ ve Fırat, 2015).

Kanatlı rasyonlarında her 1 mg serbest gossipol için yumurta tavuklarına 4 mg/kg ve etlik piliçlerde ise 1-2 mg/kg demirsülfat eklendiğinde yumurta tavuklarında 150-200 mg/kg, broilerlerde 400 mg/kg seviyelerindeki gossipolün zararlı etkisi görülmemektedir (Tuncer ve Yalçın., 1986). Yapılan bir çalışmada serbest gossipolün farklı seviyelerinin etlik piliçlere etkisini azaltmak amacıyla rasyona demir sülfat ilave edilmiştir. Çalışma sonucunda demirsülfat ilavesiyle etlik piliçlerin rasyonda gossipolün 590 mg/kg seviyesine kadar herhangi bir olumsuz etki oluşturmadığı (Pourreza ve Keshavarz, 1982). Başka bir çalışmada etlik piliç rasyonlarında 100-150 mg/kg seviyesinde serbest gossipolün olumsuz etkisinin görülmediği, demir:gossipol oranının 1:1 olduğunda herhangi bir olumsuzluk gözlenmeden serbest gossipol seviyesinin 400 mg/kg'a çıkarılabileceği belirtilmektedir (Phelps 1966). Farklı seviyelerde PTK (%0, 5, 10 ve 15) içeren yumurta tavuklarının rasyonlarına sülfat ve lizin ilave edildiği bir çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda rasyonda PTK'nin seviyesinin artması ile yumurta veriminde, yumurta ağırlığında, yumurta özgül ağırlığında ve kuluçka randımanında düşüş gözlenmiş, rasyona lizin ve demirsülfat ilave edilmesinin yumurta verimine etkisi olmamış, ancak demirsülfat ilavesi yumurta sarısı rengininin koyulaşmasını ve kuluçka randımanını arttırmıştır (Saville et al., 1969).

2.2.4. Pamuk tohumu küspesi ve gossipolün kanatlı hayvanlardaki etkileri

Hayvan beslemede rasyonun temel protein kaynağını küspeler (PTK, soya küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, yer fıstığı küspesi, fındık küspesi ve susam küspesi gibi) oluşturmaktadır. İçerikleri incelendiğinde küspeler genel olarak %90 kuru madde, %30-45 ham protein, %9-20 ham selüloz ve %6-7 ham kül içerdiği görülmektedir. Biyolojik değeri ve sindirim seviyesi ile üst düzeylerde olan ham protein bakımından yüksek, kalsiyum bakımından düşük, magnezyum, fosfor ve potasyum açısından zengin içeriğe sahiptir. Metabolik enerji içeriği ruminantlar için ortalama 2200-2700 kkal/kg, kanatlı

hayvanlar için ortalama 2000-2700 kkal/kg civarındadır (Kellems ve Church, 1998; Budağ ve Fırat, 2015). Bitkisel protein yapısına sahip yemler arasında Türkiye’de en fazla üretimi yapılan pamuk tohumu ve pamuk tohumundan elde edilen PTK’dır (Kırkpınar ve Ergül, 2003).

Pamuk tohumu küspesi içeriğinde bulunan başlıca anti-besinsel faktör gossipol’dur. Gossipol vücutta birikebilen ve kronik zehirlenmelere neden olabilen bir bileşiktir. Pamuk tohumundaki gossipolun tek mideli hayvanlar için toksik etki oluşturan formu serbest gossipol formudur. Gossipolün kanatlı hayvanlarda toksik yapıya sahip olduğu uzun zamandır bilinmektedir (Phelps, 1966; Scott ve ark., 1969). Az miktarda ancak uzun süre alınması ile birkaç ay içerisinde hayvanlarda yem tüketiminde azalma, gelişme geriliği, zayıflama, tüy renginde değişim, anemi, güçsüzlük, isteksizlik, yumurta veriminde düşüş, döllülük oranının düşmesi, yumurta içi kalitesinin bozulması ve depolanmış olan yumurta sarısının doğal rengini yitirerek beneklenmesi, lekelenmesi ve yeşil bir renge dönüşmesine yol açmaktadır (Scott ve ark., 1969; Sezai, 1993; Diaw ve ark., 2012).

Pamuk tohumu yağı, sadece gossipol içermekle kalmayıp aynı zamanda yumurta iç kalitesini etkileyen iki önemli bileşik daha barındırmaktadır. Bu bileşikler malvalik ve sterkulik asitler olarak bilinir, bunlar siklopropanoid yağ asitleridir. Rasyonda bulunan az miktardaki gossipol, belirli bir süre depolandıktan sonra yumurta sarısının doğal rengini kaybetmesine neden olur; böylece sarı üzerinde benekler ve lekeler oluşabilir, hatta yumurta sarısı mavimsi-yeşil bir renk alabilir. Aynı şekilde, malvalik ve sterkulik asitler de yumurta beyazının rengini etkileyerek pembeleşmesine yol açmaktadır. Bu faktörler, yumurta üretimi ve depolama süreçlerinde dikkate alınması gereken önemli etmenlerdir. Yumurta endüstrisi açısından bu bileşiklerin etkileri ve yönetimi, yumurta kalitesini sağlama ve koruma stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük öneme sahiptir. Dolayısıyla PTK’nin kullanılan miktarını arttırmaya yönelik bir diğer değişle gossipol ve sterkulik asidin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalar devam etmektedir. Örneğin, ısıtma işlemi uygulanması, demir ilavesi ve pamuk bitkisinin ıslahı gibi yöntemler PTK’nin içerdiği anti-besinsel faktörlerin etkilerini azaltabilmekte veya ortadan kaldırebilmektedir. Bu gelişmeler, hayvancılık sektöründe daha güvenli ve etkili yem kullanımını desteklemekte ve PTK’nin potansiyelini daha geniş bir şekilde kullanmamıza olanak tanımaktadır (Bulgurlu ve Ergül, 1970; Özkan, 1974; Özen, 1975; Tuncer ve Yalçın, 1986; Terveni-Gousi ve ark., 1995; Aksoy, 2010).

Pamuk tohumundaki gossipolün hemen hemen tamamı serbest formda olmasına rağmen, küspe üretimi sırasında lisin ile bağlı forma dönüşebilmektedir. Sonuç olarak, gossipol biyolojik etkisinin önemli bir bölümünü kaybeder. Tehlikeli bir etkiye sahip olan serbest gossipoldür (Chandrashekar ve ark., 2013; Khodwe ve Bhowmick, 2013). İşlenmiş küspedeki serbest ve bağlı gossipol toplamı, küspedeki toplam gossipol miktarını verir ve yağı çıkarmak için kullanılan yöntemden etkilenmez. Gossipolün serbest formu bağlı formuna göre oldukça toksiktir. Bağlı formu ise daha düşük toksititeye sahip olsa da lisinin kullanımını düşürdüğü için küspenin içerdiği proteinin biyolojik değerini düşmesine neden olmaktadır (Wellmann, 2008). Pamuk tohumu küspesinin kanatlılardaki etkilerini belirlemeye yönelik ilk çalışmalar 1950’li yıllarda başlamıştır. Bu çalışmalar kronolojik bilgi açısından aşağıda verilmiştir.

Kronik gossipol zehirlenmesinde tavuklarda kondisyonda düşme, ayaklarda güçsüzlük, besin alımında azalma ve yumurtlama oranında düşmeye sebep olmaktadır. İlaveten, hemolitik anemi, safra kesesi genişlemesi, eritropeni, periton ve perikardiumda sıvı birikimi olmaktadır. Gossipol seviyesi 1 kg vücut ağırlığı için 2 mg olduğunda tavuklar 48 saat içerisinde ölmektedir. Bu durum karşısında hemokonsantrasyonun belirgin olmasıyla birlikte karaciğer ve dalakta seroid bağırsak mukozasında sarı ve kahverengi pigmente rastlanmaktadır (Narain ve ark., 1957).

Pamuk tohumu küspesi ile beslenmiş olan tavukların yumurtaları uzun süre buzdolabında saklandığında (depolama) yumurta sarısı ve akında bozulmalar oluşmaktadır. Yumurtanın yapısal ve fiziksel özelliğinde değişiklik görülmektedir. Pamuk tohumu küspesi içerisinde bulunan siklopropan yağ asitleri, yumurta sarısı ve akı üzerinde pembe renk oluşumuna sebep olmaktadır. Ancak bu asitler ve asitlerin intakt siklopropan halkası tutan türevleri yani sterkulik asidin metil esteri, polimeri, esteri, sterkulik asitten türeyen alkol, terkulik asit ile sterkulik ve malvalik asitlerin gliserol esterleri Halphen sınavıyla pozitif yönlü tepki göstermekte ve yumurta akının pembe renge dönüşmesine yol açmaktadır. Pamuk yağında bulunan total yağ asitlerinin %0.7-1.5’u malvalik ve %0.3-0.5’i da sterkulik asit olabilmektedir (Shenstone ve Vickery, 1959). Yumurta akı renginin pembeye dönmesinde sterkulik ve malvalik asitlerinin vitellin membranının geçirgenliğinin artmasında etkili olduğu belirtilmektedir. Bu asitler yumurta oluşumu sırasında bir araya gelmektedir. Sonuç olarak depolama sırasında yumurta sarısının pH’sı artış gösterir ve su içeriği yükselir; bunun yanında amonyak, yağ içerikleri ve demirde azalma görülmektedir. Bunun yanında içeriğinde %0.5 oranında PTK olan rasyona %0.002 oranında gossipolün dahil olmasıyla, yumurta akının pembe

renge dönme insidensinin %50 oranından %100'e çıktığı tespit edilmiştir (Kemmerer ve ark., 1965).

Tavukların PTK içeren rasyon ile beslenmesi yumurtaları kaynatıldığında yumurta sarısının sertleşmesine neden olmaktadır. Bu durumda, yumurta sarısının stearik asit içeriğinin artırılıp palmito-oleik ve oleik asit içeriklerinin düşürülmesinin bir sonucu olduğu belirtilmektedir. Ancak yumurta sarısına albümin gelmesi de bu duruma sebep oluşturabilmektedir (Frampton ve ark., 1961).

Yumurta tavuklarında yapılan bir çalışmada soya küspesi yerine gossipol içeren ve gossipol içermeyen PTK kullanılmıştır. Çalışma neticesinde yumurta üretimi, ölüm oranı, çıkış gücü, canlı ağırlık artışı ve yumurta kalitesinin tüm gruplarda benzerlik gösterdiği belirtilmiştir (Heywang ve Vavich, 1965). Yumurta tavukları üzerine yapılan başka bir çalışmada 7 hafta süresince %0, 5, 10 ve 15 seviyelerinde PTK içeren rasyonlara lisin ve sülfat ilavesinin etkileri incelenmiştir. Rasyonda PTK oranının artışı ile yumurta veriminin, yumurta ağırlığının ve yumurta özgül ağırlığının düştüğü görülmüştür. Bunun yanında PTK'nin, yumurtaların koyulaşmasına sebep olduğu ve kuluçka özelliklerinin baskılamasına yol açtığı anlaşılmıştır. Araştırmacılara göre sülfat ve lisin ilave edilmesi yumurta verimi üzerinde etki oluşturmamış, fakat sülfat ilave edilmesi kuluçka özellikleri ve koyu yumurta sarısı varlığını artırmıştır. Araştırma neticesi yumurta tavuklarında rasyonda PTK'nin ana protein kaynağı olarak yer almayacağını ortaya koymuştur (Saville ve ark., 1969).

Lordelo ve ark. (2004) yumurta tavuklarında yapılan bir çalışmada gossipol izomerine bağlı toksik etkiyi araştırmak üzere 42 haftalık 25 tavuk, 200 (+), 400 (+), 200 (-), ve 400 (-) mg/kg saf gossipol izomeri içeren mısır/soyaya dayalı rasyonla 20 gün beslenmişlerdir. Bunun sonucunda (-) gossipol izomeri kapsayan grupları ve kontrol grubunda yer alan bütün tavukların yumurta verimleri arasında farklılık oluşmamıştır. Fakat (+) gossipol izomeri ile beslenmiş tavuklarda toplam yumurta veriminin düşük olduğu tespit edilmiştir. Etlik piliçlerde gossipol izomerleri oluşturduğu toksik etkinin araştırıldığı bir çalışmanın sonucunda, gossipolün (-) ve (+) izomerlerin bir arada bulunarak etlik piliçlerde toksik etki oluşturduğu, ancak gossipolün (-) izomerlerinin, (+) izomerlerine nispeten hayvanlarda daha çok zararlı etki gösterdiği belirtilmektedir (Lordelo ve ark., 2005).

Saki ve ark. (2012) %25 seviyesinde PTK içeren rasyonlara %1 ve 2 seviyesinde lisin ile %0.025 enzim ilavesinin yumurta tavuklarındaki etkilerini inceledikleri bir

çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonunda %25 seviyesinde PTK içeren rasyonlara %2 lisin ve %0.025 enzim ilavesinin performansta iyileşme sağladığını belirtmişlerdir.

Gilani ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada %0, 10 ve 20 seviyesinde PTK içeren yumurta tavuğu rasyonlarında sodyum bentonit (0, 10 ve 20 g/kg) ilavesinin etkisini inceledikleri bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonunda %20 oranında PTK içeren rasyonlar ile yemlenen tavukların yumurta veriminin, yumurta ağırlığının ve yumurta kitlesinin azaldığını, aksine yem tüketiminin arttığını ve yem değerlendirmenin kötüleştiğini bildirmişlerdir. İlâveten PTK seviyesinin özgül ağırlığını, kabuk ağırlığını, kabuk kalınlığını ve kırık yumurta oranını etkilemediğini belirtmişlerdir.

Yuan ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada genleştirilmiş PTK'nin yumurta tavuklarının yumurta verimi, yumurta kalitesi, doku, serum ve yumurtadaki serbest gossipol konsantrasyonları üzerine etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda 40 haftalık 360 Hy-Line kahverengi tavuk bulunan, deneme 5 muamele 4 tekkerrürden ve her biri 18 tavuktan oluşmaktadır. Genleştirme işleminden sonra, PTK'ndeki serbest gossipol içeriği 1.24'ten 0.40 g/kg'a düşürülmüştür. Rasyon muameleleri, %6 PTK ve %6, 8 ve 10 genleştirilmiş PTK içeren mısır-soya dayalı olarak oluşturulmuştur. Denemede %8 genleştirilmiş PTK ile beslenen tavuklar, %6 PTK ile beslenen tavuklardan daha yüksek yumurtlama oranına ve yumurta ağırlığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunun albümin yüksekliği ve Haugh birimi, %6 ve 8 genleştirilmiş PTK grupları diğer muamele gruplarına göre daha olumlu olarak etkilemiştir. Sonuç olarak, PTK'deki serbest gossipol, PTK'nın muamele görerek genleştirilmesi ile %68 oranında gossipolun azaltılabileceği ve yumurta tavuklarında toplam rasyonun %10'una kadar genleştirilmiş PTK kullanılabileceği ve soya küspesinin uygun bir şekilde genleştirilmiş PTK ile değiştirilebileceği, yumurta tavuklarında performansı iyileştirebileceği tespit edilmiştir.

He ve ark. (2017) yumurta tavuğu rasyonlarında %9.83 ve 18.90 seviyesinde PTK kullanılan çalışma sonunda %18.90 seviyesinde PTK kullanımının yumurta ağırlığını, yem tüketimini, yumurta ak kalitesini ve Haugh birimini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar rasyonda PTK kullanımı ile plazma progesteron hormonu ve magnum büyümesinin azaldığını belirtmişlerdir.

Mu ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada yumurtlayan tavukların yumurta verimi ve yumurta kalitesi üzerine farklı seviyelerde PTK ve pamuk yağı düzeylerinin etkisini araştırmışlardır. Toplam 162 adet 24 haftalık Hy-Line kahverengi yumurta tavuğu, 3×3 deneme tertibinde, %0.6 ve 12 PTK ile %0.2 ve 4 pamuk yağı içeren rasyonlara rastgele dağıtılmıştır. Sekiz haftalık deneme sırasında performansı ve yumurta kalite parametreleri

haftalık olarak ölçülmüştür. Ayrıca, yumurta sarısının doku profili analizi yapılmış ve yumurta kalitesini daha fazla belirlemek için yumurta sarısının yağ asidi profilleri ve protein bileşimi ölçülmüştür. Pamuk tohumu küspesinin yumurta verimi ve yem tüketimini azalttığı, yumurta sarısı rengini koyulaştırdığı ve yumurta kabuk kalınlığını arttırdığı gözlenmiştir. Ancak doku profili analizi parametreleri, yağ asidi profilleri ve yumurta sarısının protein bileşenleri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Pamuk tohumu yağı ilavesi yumurta veriminin, yumurta ağırlığının ve yemden yararlanmanın olumsuz etkilendiği ve yumurta sarısında da koyulaşma olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar, PTK içeren rasyonların, yumurta verimi ve yumurta kalitesini düşürdüğünü ve pamuk tohumu yağı içeren rasyonlarda ise yumurta verimini düşürdüğünü ve bileşenlerini değiştirerek yumurta sarısının sertleşmesine neden olduğunu belirtmiştir.

Wang ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada yumurta tavuklarının rasyonlarına farklı seviyelerde (%1.95 ila 16.35) PTK içeriğinin etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, tüm gruplar arasında yumurta verimi, yumurta üretimi ve organ indeksleri açısından önemli bir farklılık gözlemlenmediğini bildirmişlerdir.

Mohebodini ve ark. (2021) ele aldıkları bir çalışmalarında fermente edilmiş PTK ile beslenen yumurta tavuklarının performansı, yumurta kalite özellikleri, gastrointestinal mikrobiyal popülasyonu ve kan serumu parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu araştırmanın sonuçları, yumurtlayan tavukların rasyonlarına fermente edilmiş PTK'nin %30'a kadar soya küspesi ile değiştirilmesinin performansı, yumurta kabuk kalite parametrelerini, gastrointestinal sistemdeki mikrobiyal florayı ve kan kolesterol parametrelerinin olumsuz etkilerini iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Yumurta tavuklarının yanısıra etlik piliç rasyonlarında PTK kullanımına yönelik çalışmalar da yapılmış olup, aşağıda bu çalışmalar özetlenmiştir.

Düşük oranda serbest gossipol içeriği olan PTK etlik piliç rasyonlarında %30 oranında kullanılmış olan bir çalışmada rasyonlara demir ilavesi yapılmış ve sindirilebilirliğini dengelemek amacıyla lisin eklenmiştir. Araştırma sonucunda PTK'nin etlik piliçlerin canlı ağırlık artışını ve ölüm oranını etkilemediği, ancak yem tüketiminin artmasını sağladığı ve yemden yararlanmayı düşürdüğü tespit edilmiştir (Watkins ve ark., 1993).

Etlik piliçlerde protein kaynağı olarak %49 soya küspesi ve %51 PTK, %35 soya küspesi ve %65 PTK, %21 soya küspesi ve %79 PTK ve %0 soya küspesi ve %100 PTK içeriğine sahip rasyonlar ile beslenmiş olup 49 gün süren denemenin sonunda PTK'nin,

yem değerlendirmede, yem tüketiminde, karkas kalitesinde ve karkas veriminde negatif bir etki oluşturulmadığı belirtilmiştir (Christaki, 1993).

Soya küspesi ve PTK'nin ana protein kaynağı niteliğı taşmasıyla birlikte hazırlanmış olan rasyonlarla beslenmenin geręekleřtirildiğı, etlik piliçlerin performanslarının ele alındığı bir çalışmada; ilk 21 gün %23 ham protein içerikli başlangıç yemleri ile, 21. günden itibaren kesime kadar geçen süreçte %23, 20 ve 17 seviyelerinde ham protein içeren PTK ve soya küspesi içeren rasyonlar ile beslenme geręekleřtirilmiřtir. Bunun sonucunda protein düzeyi ve protein kaynağından yem tüketiminin, canlı ağırlığın ve yemden yararlanma oranının etkilenmediğı belirtilmiştir. Protein seviyelerinde PTK içeren rasyonlar soya küspesi ierene nispeten yemden yararlanma oranı ve canlı ağırlığı düşürdüğü bildirilmiştir. Pamuk tohumu küspesine dayalı %23 ham proteinli rasyon ile beslenmiş olan hayvanların, %17 oranında ham protein içeren soya küspesi–mısıra dayalı rasyonla beslenmiş olan hayvanlar ile aynı performansı sergilediğı belirtilmiştir (Henry ve ark., 1999).

Etlik piliçler üzerinde yapılan farklı bir çalışmada PTK içeren rasyonlara %2 seviyesinde lisin ilavesinin etlik piliçlerin performansı üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda PTK içeren rasyonlara lisin ilavesinin, PTK'den kaynaklı (gossipol) olumsuz etkileri azaltıldığını ortaya koymuştur (Henry ve ark., 2001).

Gamboa ve ark. (2001) PTK içeren rasyonla beslenen etlik piliçlerde yapılan bir çalışmada PTK'nın içerdiği gossipolun etlik piliçlerin dokuları üzerinde dağılımı ve bunların gossipol tüketimi ile olan ilişkisini ele almışlardır. Çalışmada %28, 21, 14 ve 7 oranlarında PTK içeren rasyonlarla beslenmiş olan etlik piliçler 21. ve 42. günlerinde göğüs, plazma, kalp ve karaciğer kasları üzerinde gossipolün etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda %21 seviyesine kadar PTK içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde herhangi bir olumsuz etki oluşturmadığı görölmüştür.

Etlik piliçlerin soya küspesi yerine %23, 20 ve 17 seviyelerinde ham protein içeriğı farklı PTK içeren yemlerin piliçler üzerinde etkisini inceleyen bir çalışma yapılmıştır. Çalışma neticesinde piliç büyütme yemlerinde soya küspesi yerine PTK kullanılmasının piliçlerin performansları üzerinde olumsuz bir durum oluşturmadığı belirtilmiştir (Sterling ve ark., 2002).

Etlik piliçlerde soya küspesi yerine %20 oranında PTK içeren rasyonlara farklı seviyelerde (%0, 1.5 ve 3.0) lisin ilavesinin, büyüme performansları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucu olarak, %20 PTK + %1.5 lisin içeren rasyon ile beslenen gruplarda etlik piliçlerin canlı ağırlıkları, %20 PTK + %3.0 lisin içeren rasyon

ile beslenen etlik piliçlere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Azman ve Yılmaz, 2005).

Bıldırcınlar üzerine yapılan çalışmada ise PTK içeren (% 0, 7, 14, 21 ve 28) rasyonlarla yüksek seviyede demir ilave edilmesinin performans (canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma) ve ölüm oranına etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda yüksek demir kaynağı ve doğrudan sindirilebilir esansiyel bazlı rasyonlarda %28 oranında ekspander PTK kullanımının 7 haftalık besleme boyunca performansa (canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma) ve ölüm oranına olumsuz bir etki oluşturmadığı bildirmişlerdir (Ziehr, 1999).

2.3. Probiyotikler

Lilly ve Stillwell (1965) tarafından ilk kez tanımı yapılan probiyotik sözcüğü Latince “*bios*” ve “*pro*” kökünden türemiştir ve “yaşam için” anlamı taşımaktadır. Canlının sağlığı için yararlı sindirim kanalı mikroorganizmalar ya da bu mikroorganizmalara dair ürünlerden oluşmaktadır.

Çok sayıda fermente gıda ürününün üretilmesi sırasında kullanımı çok eski olsa da bilinçli bir biçimde hayvan ve insan sağlığı maksadıyla probiyotiklerin kullanımları yeni sayılmaktadır. Bugün başta süt ürünleri olmak üzere çok sayıda ürünün probiyotik eklenmiş halinin üretimi yapılmakta ve oldukça fazla talep oluşmaktadır. Ticari amaçla üretimi yapılan probiyotikler genel olarak *Laktobacillus* ve *Bifidobacterium* karışımından oluşmaktadır. Fakat bir kısmının içeriğinde *Saccharomyces* gibi mayalar da bulunmaktadır. Normal flora arasında yer alan bu bakteriler karbonhidratları canlının direkt kullanabileceği şekile indirgemektedir. Aynı zamanda bu etkenler suda eriyen vitaminleri de sentezlemektedir (Macfarlane ve Cummings, 1999).

Probiyotikler dost ve güvenilir mikroorganizmalardır. Fakat, bir kısmının kolonun normal florası arasında bulunmasına karşın, farklı sebeplerle ortaya çıkan hastalıklar sırasında enfeksiyon oluşturabileceği belirtilmiştir (Macfarlane ve Cummings, 1999). Belirli bir miktar tüketilen fonksiyonel gıda bileşeni olan probiyotikler, canlı sağlığı üzerinde olumlu etkisi bulunan mikrobiyal gıda katkısı özelliği taşımaktadır (Parvez ve ark., 2006; Uymaz, 2010; Michalak ve Chojnacka, 2016).

Gıda ve Tarım Örgütü ve Dünya Sağlık Örgütü uzmanları tarafından 2001 yılında probiyotiklerin gıdanın bir parçası olarak yeterli sayıda tüketildiğinde canlının sağlığı üzerinde olumlu etkide bulunan canlı mikroorganizma şeklinde tanımı yapılmıştır

(Michalak ve Chojnacka, 2016). Bu mikroorganizmalar patojen olmayan, toksin üretimi yapmayan, patojenler karşısında antagonistik etkisi bulunan, asit ve safra tuzlarına karşı dayanıklı yapısı olan, canlı olarak bağırsak sistemine geçiş yapabilen, anti-mikrobiyel bileşikler ortaya koyabilen, bağırsak hücrelerine tutunabilen, bağırsak mikrobiyotasını stabilize eden, depolama sırasında canlılığını muhafaza edebilen canlılardır (Barat ve Özcan, 2016).

Bugün kullanımda bulunan probiyotik bakteriler normal insan bağırsak florasında yer alan bakterilerden oluşmaktadır. Probiyotikler fermente sütler, yoğurt ve diğer fermente gıdalar arasında doğal olarak yer almaktadırlar. Bunun yanında en başta yoğurt olmak üzere, yayık altı, süttozu, ekşi krema, meyve suyu, tatlılar, bebek sütü ya da maması, tereyağı, dondurma, mayonez, yulaf ve et kaynaklı çok sayıda ürüne dahil olmaktadır (Yıldırım, 2016). Günümüzde probiyotikler çok sayıda mikroorganizma ile bir arada bulunmaktadır. Bu mikroorganizma grubu *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* sınıfına ait bakterilerden oluşmaktadır. Bunun yanında diğer bakteri türlerinin bir kısmı ile küf ve maya türlerinden de probiyotik ürünlerin hazırlanması sırasında faydalanılmaktadır (Yılmaz, 2004; Uymaz, 2010).

Probiyotik tüketmenin farklı faydaları bulunmaktadır; enterik enfeksiyonlar karşısında koruma, immün sistemin uyarılması ve regülasyonu, immüno-flamatuar hastalıkların önüne geçilmesi, kan kolesterol düzeylerin indirilmesi, laktoz intoleransı belirtilerinin azaltılması ve kanserin önlenmesi başta gelen faydaları arasındadır (Hasler, 2002; Coşkun, 2006). Probiyotikler patojen bakterilerin karşısında savunma hattı kurmaktadır. Bu doğrultuda, probiyotikler bağışıklık sistemini desteklemektedirler. Bakterilerin kötü nitelikte olmasının verdiği zararlı etkiyi kontrol altına almaktadırlar. Çizelge 2.3.'te probiyotiklerin etki mekanizmalarına yer verilmiştir.

Çizelge 2.3. Probiyotiklerin etki mekanizmaları

Probiyotiklerin etki mekanizmaları			
Patojen bakterilerin miktarını düşürmek		*Besin maddeleri için rekabet *Kolonizasyon için rekabet *Anti-mikrobiyal bileşiklerin üretimi	
Mikrobiyal metabolizmanın değişmesini sağlamak		*Bağırsak duvarının fonksiyonlarını iyi hale getirmek *Sindirim için teşvik edici enzimlerin üretilmesini sağlamak *Vitamin gibi bazı besin maddelerinin üretimi	
Bağışıklık sistemini desteklemek		*Antikor seviyesinin yükselmesini sağlamak *Makrofaj aktivitesini yükseltmek	

Kaynak: (Ülger ve ark., 2016)

Bağırsak ekosisteme bağlı fizyolojik denge yaşlılık, stres, hastalık, ilaç ya da anti-biyotik kullanımı, çevresel toksik maddeler ve iklim şartlarına bağlı oluşan değişiklikler gibi etmenlerden dolayı ya da doğrudan etkilenebilmektedir (Cedgård, 2000). Bağırsak sistem dengesinde oluşan düzensizliklere “*dibiosis*” adı verilmektedir. Dibiosisin aksine, bağırsak sisteminde yer alan yararlı mikroorganizmaların sistemin fizyolojik dengesi üzerinde olumlu etki sağlamasına “*probiosis*” denilmekte, bu mikroorganizmalar için de “*probiyotik mikroorganizma*” ifadesi kullanılmaktadır.

Çizelge 2.4. Probiyotiklerin taşınması gereken özellikler ve faydalı etkileri

Taşınması gereken özellikler	Yararlı etkiler
Depolama ve işleme için dayanıklı olması gerekmektedir.	Absorbsiyon ve sindirimin iyi hale getirilmesinin sağlanması.
Bakteriyosin ortaya koyabilmelidir.	İshalin görülme sıklığının düşmesi.
Safra ve mide asidi için dayanıklı olmalıdır.	Enterotoksinlerin absorpsiyonunun denetimi.
Bağışıklık yanıtı sahip olmalıdır.	Vitamin ve enzim üretiminin yükseltilmesi.
Mikrobiyal faaliyetler için değişiklik yapabilmelidir.	Amonyak ve amin üretiminin denetime alınması.
İnhibitör bileşik üretimi sağlamalıdır.	Performansın yükseltilmesi.
Mukus ya da bağırsak epiteli ile uyum sağlamalıdır.	Karkas kontaminasyonunun düşürülmesi.
Kökene canlıya dayanmalıdır.	Patojen kolonizasyonunun önüne geçilmesi.
Patojen olmamalıdır.	Bağırsak mikroflora değişiminin yaşanması.
	Bağışıklık uyarılmasının gerçekleştirilmesi.
	İnflamator reaksiyonun indirilmesi.

Kaynak: Patterson ve Burkholder (2003)

Bakteri sözcüğü genel olarak olumsuz bir çağrışım gibi olsa da bağırsak sisteminde yer alan bakterilerin %85’lik kısmı yararlı bakterilerden oluşmaktadır. Yalnızca bağırsak florasında bulunan bakteri miktarı 100 trilyon civarındadır. Bağırsak florası ve mide içinde zararlı ve yararlı bakteriler bir denge içerisinde varlığını sürdürmek zorundadırlar. Bu dengede bir bozukluk meydana gelirse farklı hastalıklar ortaya çıkabilmektedir (Ceyhan ve Alıç, 2012).

Yem katkı maddesi şeklinde de kullanımı bulunan probiyotikler lenfosit aktivitesinin artmasını sağlayarak, antikör üretiminde düzenleyici, antijen spesifik hücreleri ve fagosit hücreleri için aktivite edici görevinde bulunarak organizmanın bağışıklık sistemi üzerinde etki sağlamaktadır (Krehbiel ve ark., 2003).

Araştırmacılar probiyotik emiliminden sonra iki farklı şekilde bağışıklık sisteminin uyarıldığını belirtmektedir: Bunlar: a) bağırsak duvarı boyunca probiyotik florasının taşınması ve bu sırada az da olsa çoğalmanın meydana gelmesi, b) antijenin ölü organizmalarca salınmasıyla probiyotikler tarafından emilimi neticesi bağışıklık sisteminin uyarılması biçiminde olmaktadır. Bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi ile

probiyotik kullanımı ve bağırsak epitelyumunun güçlenmesi ve korunması için ve bunların etkileşimine ilişkin çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Cayuela, 2000).

Çizelge 2.5. Probiyotiklerin oluşturduğu olumlu etkiler

Probiyotiklerin ortaya koyduğu olumlu etkiler
-Hidrojen peroksitin salgılanmasını sağlayarak patojen mikroorganizmaların çoğalmasının önüne geçmek.
-Fermantasyon esnasında, yağ asidi için ön madde asetatin sentezlenmesini sağlamak.
-Amonyak ve toksik amin üretimi yapan mikroorganizmaların artmasının önüne geçerek bağırsaklarda amonyak ve amonyak artmasına engel olmak.
-Lipaz, sellülaz, proteinaz, proteaz gibi sindirim enzimlerinin salgılanmasını sağlamak.
-Tatlarının çekici olması sebebiyle iştahın artmasını sağlamak.
-Hayvanlarla ortak yaşam halinde olan ve sindirim enziminin salgılanmasını sağlayan mikroorganizmaların üremesi için teşvik edici olmak.
-B grubu vitaminlerin sentezlemesi için katkı sağlamak.
-Bağırsak ortamında hızlı bir şekilde üreyerek patojen mikroorganizmalarına yer vermemek.
-Bağırsak yüzeyine patojenlerden önce yerleşerek, besin için yarışa girmek.
-Laktik asit oluşmasını sağlayarak patojen mikroorganizmaların üremesinin önüne geçmek.

Kaynak: Kamacı (2007)

2.3.2. Probiyotiklerin kanatlılarda kullanımı

Kanatlı hayvanların beslenmesi sırasında probiyotiklerden büyüme faktörü olarak yararlanılması için 1970 yılları itibariyle gerçekleştirilen araştırmalara göre kanatlılarda yemden yararlanma oranı, canlı ağırlık artışı, yumurta verimi ve sağlıkla ilgili çok sayıda olumlu ve olumsuz neticeye varılmıştır. Böylece daha çok stres konusunun ön plana çıktığı görülmektedir. Tortuero (1973) tarafından etlik piliç rasyonlarında anti-biyotik ve probiyotiğin ayrı şekilde ve bir arada kullanılmasının besi performansı üzerinde oluşturduğu etkiyi ele almak maksadıyla ortaya koyduğu bir çalışmada, anti-biyotik ve probiyotiğin bir arada kullanıldığı gruplarda diğer gruplara nispeten yemden yararlanma oranının iyileştiği ve canlı ağırlığın arttığını tespit etmiştir. Etlik piliç rasyonlarında anti-biyotik ve probiyotiğin ayrı şekilde ve bir arada kullanılmasının besi performansı üzerindeki etkisini ele almak maksadıyla yapılan bir çalışmada, anti-biyotik ve probiyotiğin bir arada kullanılması halinde diğer gruplara oranla yemden yararlanmada iyileşme ve canlı ağırlık artışına olumlu etki gösterdiği, ilaveten probiyotik ve anti-biyotiklerin ayrı şekilde kullanılması halinde de bu duruma benzer neticelere varıldığı belirtilmiştir (Dilworth ve Day, 1978). Yapılan farklı bir çalışmada anti-biyotikler ile probiyotiklerin bir arada kullanılmasıyla ilgili etlik piliçlerde ince bağırsak ağırlığının

azaldığı, fakat probiyotik yalnız başına kullanılmasının ince bağırsakta etki oluşturmadığı belirtilmektedir (Fethiere, 1987).

Alp ve ark. (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, etlik piliç rasyonlarına *Lactifermli-L5* tek başına ve farklı anti-biyotikler ile bir arada olmasının yemden yararlanma, canlı ağırlık artışı, serum kolesterol düzeyi ve ince bağırsak ağırlığı üzerinde bir etki oluşturmadığı saptanmıştır. Kahraman ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına göre NaHCO_3 'ün etlik piliç rasyonlarında tek başına kullanılmasına göre probiyotik ile beraber kullanılmasına kıyasla performansta daha iyi bir sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Bunların yanında büyüme için teşvik edici yapısı bulunan anti-biyotiklerin kullanımına yasak getirilmesinden sonra, probiyotikler bu amaç doğrultusunda kullanımda olan önemli yem katkıları arasında yerini almıştır. Probiyotiklerin en etkili şekilde büyümeyi teşvik eden faktör olduğunu belirtmektedir (Baidya ve ark., 1993). Probiyotik içeren rasyonlarla beslenen tavukların daha fazla canlı ağırlığa sahip olduğuna ilişkin birçok çalışma bulunmaktadır (Noh ve ark., 1994). Bunun yanında kanatlılarda probiyotiklerin artırılmasıyla büyümenin hızlandığı da bildirilmektedir (Zulkifli ve ark., 2000). Ayrıca probiyotik eklenmesi ile etlik piliçlerde büyüme performansı üzerinde bir etki oluşturmadığına ilişkin bazı çalışmalara rastlanmaktadır (Lan ve ark., 2003). Ortaya konulan çalışmalarda oluşan bu farklılıklara çalışmada yer alan probiyotik türü ve hayvan materyali ve miktarının sebep olduğu düşüncesi bulunmaktadır (Kumprechtova ve ark., 2000).

Kırkpınar ve ark. (1999) etlik piliç rasyonlarına ilave edilen probiyotiğin canlı ağırlık üzerinde olumlu etki sağladığını saptamıştır. Probiyotiklerin tüketilmesi ile bağırsakta rekabet sonucu patojen mikroorganizmalarında baskı oluşturulması ve birtakım sindirim enzimlerinin artmasına sebep olduğu belirtilmektedir (Nurmi ve Rantala, 1973). Buna bağlı olarak yemden yararlanma oranında artışın gerçekleşmesi, verim ve büyüme amacı için kullanılması ve sindirim enzimlerinin bazılarında gerçekleşen artışın kuru madde sindirilebilirliğinin artmasına bağlı olarak ortaya çıktığı söylenebilmektedir (Silva ve ark., 2000). Farklı bir çalışmada da etlik piliç rasyonlarına probiyotik ilave edilmesinin yaşama gücü, canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranı üzerinde etki oluşturmadığı belirtilmektedir (Kırkpınar ve ark., 1999). Diğer bir çalışmada ise etlik piliçlerde 0.8 g/kg *Lactobacillus acidophilus* preparatının eklenmesi yemden yararlanma ve canlı ağırlık artışı iyileştirdiği bildirilmektedir (Moss ve ark., 1983).

Probiyotiklerin yumurta tavuğu rasyonlarında kullanımıyla birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmalarda çoğunlukla yumurta anti-biyotik kullanımının azaltılması ve kolesterolün düşürülmesi hedeflenmiştir. Bu duruma ilişkin yumurta tavuğu rasyonlarında anti-biyotik ve probiyotiğin tek başına ve bir arada kullanılması yemden yararlanmayı ve yumurta verimini iyileştirdiği, fakat Zinc Bacitracin anti-biyotiğinin aynı etkiyi göstermediği tespit edilmiştir (Abdulrahim ve ark., 1996).

Yumurta tavuklarında gerçekleştirilen başka bir çalışmada farklı kaynaklardan temin edilmiş farklı *Lactococci*, *Lactobacillus* ve maya suşlarının yumurta veriminin kontrol grubuna göre artış sağladığı belirtilmektedir (Kenar, 2020). Crawford (1979) tarafından probiyotik içeriğine sahip karma yemlerle beslenen yumurta tavuklarında yapılan bir çalışmada, yumurta veriminin kontrol grubuna göre %2.67 oranında daha fazla olduğu, yemden yararlanma oranında ise %0.06 seviyesinde bir iyileşmenin olduğu sonucuna varılmıştır.

Buğday ve arpa ağırlıklı yumurta tavuğu rasyonlarına probiyotik eklenmesi yumurta verimi üzerinde olumlu etki oluşturmuştur. Yapılan araştırma bulgusu ile benzer şekilde araştırmacıların bazıları tarafından yumurta verimi konusunda farklılık oluşturmadığı görülmüştür (Mohan ve ark., 1995). Yapılan başka bir çalışmada rasyonlara 100 mg/kg probiyotik eklenmesinin yumurta verimini %5 oranında arttığı, 150 mg/kg probiyotik eklenmesinin yumurta veriminde %2 oranında düşüşe sebep olduğu belirtilmektedir. Yumurta tavuğu rasyonlarına *Lactobacillus* kültürünün eklenmesiyle yumurta verimi %3.03 seviyesinde artış sağlayarak pozitif yönde etki oluşturmuştur (Krueger ve ark., 1977).

2.4. Enzimler

Organizmada dokuların hasara uğraması ve yenilenmesi, hücre solunumu, sindirebilirliği, kas kontraksiyonu gibi çok sayıda önemli fizyolojik faaliyetlerin gerçekleşmesi, devamının getirilmesi ve buna bağlı olarak yaşamın sürdürülmesi biyokimyasal reaksiyonlar ile sağlanmaktadır (Akın, 2004). Laboratuvar ortamında organik bileşiklerin kimyasal reaksiyonları atmosfer basıncı ve düşük ısıyla birlikte oldukça yavaş şekilde gerçekleşmektedir. Kimyasal reaksiyonların hızlı bir şekilde sonuca ulaşması atmosfer basıncı ve ısının yüksek olmasıyla uygun pH ve kimyasal maddelerin bazılarının yani katalizörlere gereksinim duymaktadır (Özçandır ve Yetim, 2010). Aslında yaşamın sürdürülmesi için gerekli olan bu kimyasal reaksiyonlar

organizmada 37-38 °C gibi düşük ısı ve atmosfer basıncı altında ve nötral pH sınırları içerisinde hızlı bir şekilde mümkün olmaktadır. Enzimler organizmada biyokimyasal reaksiyonların kesin olarak aşamalardan geçerek hızlı bir şekilde sonuca ulaşmasını mümkün kılan kompleks yapıya sahip biyolojik katalizörler şeklinde anlatılmaktadır (Altıntığ, 1999).

Enzimler katalizör maddeler olsa da bazı yönlerden inorganik katalizörlere göre farklılık göstermektedirler. İnorganik katalizörler tarafından katalize edilen reaksiyon neticesinde herhangi bir değişikliğin görülmediği ya da rejenere şekilde yeniden miktara bağlı olarak aynı düzeyde bulundukları halde enzimler reaksiyon bitiminde az ya da çok şekilde kullanılabilmekte ve tahrip ile karşılaşabilmektedir. Bunun yanında inorganik katalizörler çok sayıda değişik reaksiyonları katalize etmiş olsa da enzimler özel ve kesin reaksiyonları katalize etmektedirler. Buradan anlaşılabacağı üzere enzimler spesifik yapıya sahiptir (Atasagünil, 1965).

Canlı hücrede meydana gelen en basit reaksiyonlar dahi enzimlerle katalize edilmektedir. Enzimlerin olmaması durumunda yaşamın sürdürülmesi mümkün olmamaktadır (Akpoyraz ve Durak, 1995). Protein yapısında bulunan enzimler için herhangi bir anormal durum yaşanmadıkça hücre duvarından dışarı çıkamamakta ve faaliyetlerini hücre içinde gerçekleştirmektedir. Bu enzimlere “intraseküller enzimler” adı verilmektedir. Hücre içinde oluşan tüm kimyasal proseslere metabolizma denilmesine bağlı olarak aynı zamanda endoenzimlere, “metabolik enzimler” adı verilmektedir. Belirlenmiş olan bazı enzimler ise hücre içerisinde sentez sonrasında serbest konuma geçmektedirler. Bu enzimlere “ekstraseküller enzimler” denilmektedir. Örneğin sindirim enzimleri ekzoenzimler arasında bulunmaktadır. Bu enzimler kompleks maddelerin daha kolay bileşiklere hidrolizini katalize gerçekleştirerek, bunları hücre tarafından absorbe edilecek noktaya getirmektedirler (Bingöl, 1977). Belirlenmiş olan enzimler inaktif bir şekilde sentezlenmektedir. Bu enzimlere zimogen veya proenzimler adı verilmektedir. Proenzimler farklı unsurların etkisi ile oluşmaktadır. Bu enzimler bu amaç doğrultusunda sentez edilen ve aktivasyonu gerçekleştiren, spesifik bir enzim olabilmektedir. Genel olarak en başta zimogenlerden bahsi geçen aktif enzim doğrudan zimogen üzerinde etki göstermekte ve geri kalan zimogenin aktif enzim konumuna geçmesini sağlamaktadır (Atasagünil, 1965).

2.4.1. Enzimlerin yapısı ve çeşitleri

Enzimlerin esas prensibi kimyasal tepkimeleri seçici şekilde katalize edebilmeleridir. Enzimler çok sayıda tepkimeden meydana gelen olayları, canlı organizmaların gerek duyulan moleküllerin biyokimyasal şekilde sentezlenmesinde, besin maddelerinin parçalara ayrılmasında, canlı üzerinde gereksinim olan yerlerde hidroliz durumunun hızla gerçekleştirilmesinde, hormonların sentezinin yapılmasında, vitaminler gibi moleküllerin sentezinin yapılmasında ve bunun gibi birçok yerde son derece etkin ve önemli görevleri yerine getirmektedir (Keçili, 2007).

Katalizörlerin genel bir özelliği olan aktifleşme enerjisinin indirilmesi enzimler bakımından da geçerli sayılmakta, fakat enzimler bu işi sentetik katalizörlere göre daha etkili yapmaktadır. Enzimler diğer protein yapıları bileşiklerde olduğu gibi büyük molekül ağırlığına sahiptirler (Sinan, 2007). Enzimler diğer katalizör yapılarda olduğu gibi kendilerine ilişkin tepkimelerin Delta G'lerin düşmesini sağlamaktadır. Böylece tepkime daha sürekli gerçekleşmektedir. Yani aktifleşme enerjisini sentetik katalizörlere oranda oldukça fazla düşürebilmektedir (Şahin, 2015). Enzimlerin bir kısmı etki sağlayabilmek ve işlevlerini gerçekleştirebilmek için ek kimyasal bileşenlere gereksinim duyarlar. Gereksinim duyulan bu bileşikler bir ya da birden fazla inorganik iyon, organik molekül veya koenzim şeklinde bilinen organometalik bir molekül olmaktadır (Akkaya ve Pazarlıoğlu, 2012). Seçici işlevsel grupların kalıcı olmayan taşıyıcısı olan koenzimler enzimin katalizlediği reaksiyonlarda bulunmaktadır. Genel olarak koenzimler vitaminler ya da vitamin türevlerinden oluşmaktadır.

Enzimler ilk olarak etkileşim kurdukları tepken adının sonuna -az eki getirerek isimlendirilmektedir. Bu genel kural dışında bulunan enzimlerde bulunmaktadır.

- Nişastayı parçalayan enzim: Amilaz
- Proteinleri parçalayan enzimlerin genel adı: Proteaz
- Peptid bağını kesebilenler: Peptidaz
- Lipidleri parçalayan enzimlerin genel adı: Lipaz

Sonrasında katalizledikleri tepkime çeşidine göre enzimler isimlendirilmişlerdir; sülfür içerikli grup transferleri için sulfotransferazlar, redoks tepkimeleri için oksido-reduktazlar şeklinde sayılabilmektedir (Kıran ve ark., 2006).

2.4.2. Enzimlerin kanatlılarda kullanımı

Kanatlı hayvanlarda yemlerin sindirim kanallarından geçme hızının yüksek olması ve ruminantlarda olduğu gibi gelişmiş bir mikrobiyal sindirime sahip olmamaları sebebiyle yem katkı maddesi olarak diğer türlere göre enzimler daha etkin şekilde kullanılabilir (Güçlü ve Kara, 2009).

Çizelge 2.6. Yemlere dahil olan bazı enzimler ve bu enzimlerin etkisi

Enzim	Substrat	Fonksiyonu	Faydaları
Ksilanaz	Çavdar ve buğday içeren pentozanlar ya da arabinoksilan	Viskozitenin azalması ve bunun dışındaki etkiler	İnce bağırsak viskozitesinde düşüş yaşanması
β-glukanaz	Yulaf ve arpada bulunan β -glukanlar	Viskozitede görülmesi azalma	İnce bağırsak viskozitesinde düşüş yaşanması Besin maddeleri ve sindirimden faydalanma düzeyinin artış göstermesi
Pektinaz	Protein kaynakları yer alan içerisnde pektinler	Viskozitenin göstermesi düşüş	İnce bağırsak viskozitesinde düşüş yaşanması
Selülozlar	Selülozlar	Selülozun parçalanması	Selülozun parçalara ayrılması neticesinde daha fazla besin maddesinin serbest konuma geçmesi Endojen enzimlere destek olunması ve daha etkin şekilde parçalanma neticesinde protein sindiriminde ortaya çıkan artış
Amilazlar	Nişasta	Niştastanın hidrolizi	Bilhassa genç hayvanlarda endojen enzimlere destek olunması ve daha etkin şekilde parçalanma neticesinde nişasta sindiriminde artış yaşanması
Lipazlar	Doymuş yağlar	Yağların hidrolizi	Bilhassa genç hayvanlarda serbest yağ asitleri ve doymuş yağ asitlerinden faydalanmada artış yaşanması
Fitazlar	Bitkisel yemlerde bulunan fitat	Fitat fosforundan serbest hale geçilmesi	Bitki fosforundan faydalanmada artış yaşanması ve dışkı inorganik fosforunda düşüş yaşanması Fitik asidin anti-besinsel etkisinden uzaklaşılması
Galaktozidaz	Baklagillerde yer alan galaktozidler	Viskozitenin göstermesi ve bunun dışındaki etkiler	Anti-besinsel etkinin galaktozidlerde azalması, besin maddelerinden yararlanma ve sindirim artış göstermesi
β-mannaz	Bilhassa baklagillerde ve galaktomannan	β -mannazın parçalara ayrılması	Anti-besinsel yönden mannanın etkisinin azalması besin maddelerinden faydalanmanın artış göstermesi

Kaynak; (Özkan, 2009)

Etlik piliç beslemede çok tercih edilmeyen buğday ve arpa gibi dane yemlerinin oldukça iyi sindirilebilmesini mümkün kılmak ve buna bağlı olarak yemden yararlanmanın artırması hedefiyle enzimlerden faydalanılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda bilhassa β -glukanın yüksek seviyede bulunduğu arpa ve yulaf içeriği bulunan karmalar için β -glukanaz enziminden faydalanılmaktadır. Sonuç olarak, nişasta tabiatında olmayan poliksakkaritleri hidrolize etmek maksadıyla ilk enzim kullanımı arpa

esasına dayalı olarak etlik piliç rasyonlarında olmuştur. Eklenen enzim preparatlarının arpa esasına dayalı olması karma tüketimi yapan etlik piliçlerde geliştirme ve yemden yararlanmayı iyileştirdiği tespit edilmiştir (Erkek ve Taluğ, 1995).

Yapılan bir çalışmada, etlik piliçlerin pirinç kepeği içeren rasyonlarına enzim kombinasyonu (fitaz, β -glukanaz, ksilanaz, selüloz) ilave edilmesinin canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma, karkas randımanı, bazı iç organ ağırlıkları, bağırsak segment uzunlukları ve besin sindirilebilirliği üzerine etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak, enzim karışımının ilave edilmesinin karkas randımanı, karaciğer, taşlık ve abdominal yağı ağırlıklarında ve duodenum, jejunum, ileum ve sekum uzunluklarında herhangi bir değişiklik olmamış, besin sindirilebilirliği açısından da gruplar arasında her hangi bir istatistiksel farklılık görülmemiştir (Özkan, 2009).

Kalantar ve ark. (2016) tarafından arpa ve buğday ağırlıklı rasyonlarla karbohidraz enzimleri karışımı ilavesinin etlik piliçlerin sindirim fizyolojisindeki etkileri üzerine araştırma gerçekleştirilmiştir. Arpa ve buğdayın ağırlıklı olduğu rasyonlarda eksojen çoklu karbohidraz eklenmiştir. Arpa ve buğdayın ağırlıklı olduğu karbohidraz enzimleri karışımı ilave edilen rasyonları tüketen piliçlerde pankreatik lipaz ve α -amilaz aktivitelerinin, enzimsiz gruplara oranla azaldığı belirtilmektedir. Karbohidraz enzimleri karışımı dışındaki rasyonlar ile beslenen gruplarda, ileal mikroflorası, pankreas enzim ve villus morfolojisi aktivitesini negatif etkilediği belirtilmektedir.

2.4.3. Enzimlerin yumurta tavuklarında kullanımı

Enzimler yumurta tavuklarının beslenmesinde etkili rol oynamaktadır. Tüm canlı organizmalar üzerinde etkili olan enzimler yumurta tavuklarının beslenmesi sırasında da varlığını ortaya koymaktadırlar (Yalçın ve ark., 2002). Enzimlerden yararlanılmasıyla yemlerin sindirilebilirliği artırıldığı görülmektedir. Böylece kimyasal yapılardan yararlanma konusunda artış sağlanacak ve hayvanların sindirim sisteminin gelişmesi sonrasında enzim oranları için yardım temin edilecektir. Yapılan bir çalışmada yumurta tavuklarının rasyonlarına enzim ilavesi neticesinde yumurta verimi ve yumurta ağırlığının arttığı, arpada yer alan viskoziteye sebep olan β -glukanların bağırsakta yol açtığı negatif etkinin rasyonlara enzim ilave edilmesi ile azaltıldığı belirlenmiştir (Hesselman, 1989).

Arpaya bağlı rasyonlara enzim eklenmesinin yumurta üzerinde kan lekesi yüzdesinin etkilenmesine yol açmadığı belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda arpanın ağırlıkta olduğu rasyonlara glukanaz eklenmesinin 196 günde toplanmış olan

yumurtalarda kan lekesi oluşması üzerinde etki sağladığı belirtilmektedir. Ayçiçeği tohumu küspesine ve arpaya dayalı olarak rasyonlara enzim kompleksinin eklenmesinin ilk dört hafta içerisinde kirli yumurta sayısını %14.3'den %12.3'e düşürdüğü, ancak sonrasında etki oluşturmadığı belirtilmektedir. Farklı araştırmalar buğday ya da arpaya bağlı rasyonlara enzim eklenmesinin kirli yumurta sayısında farklılık sağlamadığı belirtilmektedir (Francesch ve ark., 1995).

Yumurta tavuklarında enzim ve probiyotik kullanımı, yumurta tavuklarının sağlıklı bir şekilde büyümesi ve gelişmesi için önemlidir. Enzimler, tavukların vücutlarında bulunan ve belirli bir işlevi olan proteinlerdir. Probiyotikler ise tavukların bağışıklık sistemini güçlendirir ve onların daha iyi bir sağlık durumuna sahip olmasını sağlar. Probiyotikler ayrıca, tavukların sindirim sisteminde bulunan dengeli bir mikroflora oluşturarak daha iyi bir besin emilimini sağlar.

2.5. Probiyotik ve Enzim Karışımlarının Kanatlarda Kullanımı

Yalçın ve ark. (2002) buğday (%51) ve arpa (%18) ağırlıklı yumurta tavuğu rasyonlarına enzim (0.5 g/kg) ve probiyotik (0.75 g/kg) karışımı ilavesinin yumurta verimini ve yumurta ağırlığını arttırdığını, ancak diğer performans parametrelerini ve yumurta dış ve iç kalite parametrelerine istatistiki bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

Khan ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada yumurta tavuklarının rasyonlarına anti-biyotiklere alternatif olarak probiyotik ve enzim kullanımının etkilerini inceleyen bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma neticesinde yumurta tavuklarının rasyonlarına probiyotik ve enzim ilavesinin yumurta üretimi, yumurta kalitesi ve bağışıklık açısından negatif kontrol grubuna kıyasla herhangi bir olumsuz etki görülmediği, ayrıca probiyotik ilavesinin sağlık bilincinde olan tüketicilerin talep ettiği düşük kolesterolü yumurta üretimi sağladığı ve anti-biyotiklere alternatif olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Olgun ve Yıldız (2014) yaptıkları bir çalışmada, yumurtlayan bıldırcınlarda farklı seviyelerde ham protein içeren rasyonlara probiyotik ve enzim karışımı ilave edilmesinin performans ve yumurta kalitesi üzerine etkisini çalışmışlardır. On haftalık yaşta 120 adet yumurtlayan bıldırcın 6 farklı rasyonla 10 hafta süreyle beslenmiştir. Her birinde dört adet bıldırcın bulunan beş tekerrürden oluşmuştur. Çalışmada 3 farklı seviyede protein (%16, 18 ve 20) ve 2 farklı seviyede ise PEK (0 ve 0.1 g/kg) kullanılmıştır. Denemede canlı ağırlık artışı, yumurta kitlesi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, hasarlı yumurta oranı, özgül ağırlık ve kabuk kırılma direncide istatistiksel olarak etkilememiştir.

Ancak, yumurta parametreleri (verimi, kabuk kalınlığı ve kabuk ağırlığı) PEK ilavesiyle istatistiksel olarak artmasının yanı sıra yumurta ağırlığında da %18 ham protein içeren grupta diğer gruplara göre önemli derecede yüksek olmuştur. Sonuç olarak yumurtlayan bırdırcınların rasyonlarında %18 ham protein ile beslenmesi ve 1.0 g/kg PEK ilavesinin yumurta verimini ve kabuk kalitesini iyileştirdiğini belirtmişlerdir.

Ali ve ark. (2017) normal ve düşük seviyede protein içeriğine sahip yumurta tavuğu rasyonlarında 0.5 g/kg seviyesinde proteaz enzimi ve/veya probiyotik kullanımının etkilerini inceledikleri bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonunda yumurta veriminin, yumurta ağırlığının, yem değerlendirilmenin, serum toplam protein, albümin ve globulin arttığını bildirmişlerdir.

Seidavi ve ark. (2017) etlik piliçler üzerine yaptıkları bir çalışmada, etlik piliç rasyonlarına PEK ilavesinin bağışıklık üzerine tepkisini inceleme amaçlı yürüttükleri çalışma sonucunda, PEK ilave edilen gruplarda, özellikle ilk aşı (avian influenza) sonrasında değişkenlik olsa da, genel olarak kontrol grubuna kıyasla bağışıklık yanıtı iyileştirdiğini göstermiştir. Deneme süresi ve PEK dozu, bağışıklık yanıtını ve dalak ağırlığını farklı şekillerde modüle etmiş, ancak lenfoid organların ağırlığını etkilemediğini belirtmişlerdir.

Etlik piliçlerde performans, karkas, organlar, bağırsak pH'ı ve viskozitesi üzerine probiyotik ve/veya enzimin etkileri belirlemek için yapılan çalışma bir günlük yaşta 700 adet erkek Ross-308 etlik civciv üzerinde gerçekleştirilmiştir. Civcivler, her bölmede 25 adet civciv olacak şekilde 28 gruba ayrılmış ve çalışma 0-42. günler arası yürütülmüştür. Çalışmada, benzer besin madde profiline sahip yedi farklı rasyon kullanılmıştır. Bu yemler, katkı maddesi içermeyen kontrol grubu ile birlikte probiyotik, enzim, probiyotik+prebiyotik, PEK ve probiyotik+enzim içerecek şekilde hazırlanmıştır. Yemlere kullanılan katkı maddeleri, tek başına (1 g/kg) veya kombine şekilde (0.5 g/kg+0.5 g/kg) ilave edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, probiyotik, probiyotik+prebiyotik ve PEK ilavesinin 42. günde canlı ağırlığı önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Tek başına veya kombinasyon halinde kullanılan probiyotik, probiyotik ve enzim, Fabricius bursasının relatif ağırlığını rakamsal olarak artırdığı belirtilmiştir. Bağırsak pH'ı ve viskozitesi, kontrol grubuna kıyasla, probiyotik, probiyotik ve enzim eklenmesiyle azalttığı bildirilmiştir (Kırkpınar ve ark., 2018).

Lebedev ve ark. (2019) yemlerde enzim, probiyotik ve anti-biyotik kullanılmasının yumurta tavuklarındaki etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarda probiyotiklerin, toksik elementler üzerinde koruyucu bir etki göstererek, konsantrasyonlarını azaltarak ve

biyoaktif özellikleri sağlayarak metabolik süreçlerin yoğunluğundaki etkiyi düzenleyerek, organların ve sistemlerin fonksiyonel aktivitesini artırarak yararlı etkilerini gösterdiğini bildirmişlerdir. Kümes hayvanlarında verimliliği artırmak için anti-biyotiklere alternatif olarak enzimlerin ve probiyotiklerin kullanılma potansiyelinin olduğunu belirtmişlerdir.

Jasim ve Fadel (2020) yumurta tavuk rasyonlarına 0.5 g/kg probiyotik ve 0.75 g/kg enzimin ayrı yada kombine olarak verilmesinin etkilerini inceledikleri bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonunda probiyotik ve/veya enzim ilavesinin performans parametrelerini iyileştirdiği, incebağırsak ağırlığı ile uzunluğunu, villus uzunluğunu, kript derinliğini ve humoral bağışıklığı arttırdığını bildirmişlerdir.

Agboola ve ark. (2021) yaptıkları bir çalışmada probiyotik-enzimin etlik piliçlerin fiziksel değerlendirmesi ve tüketici tercihi üzerindeki sinerjik etkisi araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, ölçülen çoğu parametrede önemli bir fark olmadığından, PEK ilavesinin piliçlerin et kalitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, ancak PEK ilavesinin piliçlerde tüketicilerin tercihi üzerinde olumlu bir etkisi olduğu gösterilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, etlik piliçlerin rasyonlarına probiyotik ve/veya enzim karışımı ilavesinin bağırsak *E. coli* üzerindeki etkilerini araştırma sonucunda PEK'nın rasyona ilave edilmesinin piliçlerin büyüme performansına dikkate değer bir etkiye sahip olmadığı, ancak bağırsak sağlığını iyileştirdiği, %0.4 probiyotik + %0.1 enzim karışımının tavuk beslenmesinde anti-biyotiklerin yerine kullanılabileceğini belirtilmiştir (Beevi, 2021).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Hayvan materyali olarak Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Prof. Dr. Orhan Düzgüneş Araştırma ve Uygulama Tesisi'nde bulunan 39 haftalık yaştaki 240 adet ATAK-S yumurta tavuğu kullanılmıştır. Pamuk tohumu küspesi (PTK) ve diğer yem hammaddeleri ile enzim ve probiyotik karışımı (PEK) hazır karışım olarak ticari firmalardan temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan PTK %36 ham protein içeriğine sahiptir. Enzim karışımı proteaz (2,750,000 ünite/kg), amilaz (1,650,000 ünite/kg), sellülaz (36,630 ünite/kg), lipaz (27,500 ünite/kg) ve pektinaz (18,150 ünite/kg) enzimlerinden, probiyotik karışımı ise *Enterococcus*, *Lactabacillus acidophilus*, *Lactabacillus plantarum*, *Lactabacillus casei*, *Bacillus licheniformes*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus oryzae* (toplam laktik asit bakterisi 2.2×10^{10} CFU/kg) kullanılmıştır. Çalışma tam kontrollü yumurta tavuğu kümesinde yürütülmüş, ısıtıcılar ve havalandırma fanları ile küme içi sıcaklık 18-21 °C aralığında, nem ise %50-60 aralığında sabit tutulmuştur. Çalışma batarya tipi kafeslerde yürütülmüş ve 50x40x50 ebatlarında olan kafes gözlerinin her biri bir tekerrür olarak alınmıştır.

3.1.1. Deneme rasyonlarının hazırlanması ve grupların oluşturulması

Denemede toplam 240 adet ATAK-S yumurta tavuğu %0, 10, 20 ve 30 seviyelerinde PTK ve 0, 1 ve 2 g/kg seviyesinde PEK ilavesi ve bunların interaksiyonlarının oluşturduğu deneme gruplarına her birinde 4 adet tavuk bulunan 5 tekerrürden oluşan toplam 12 muamele grubuna (rasyona) rastgele dağıtılmıştır.

Çizelge 3.1. Deneme grupları

Muamele grubu	Rasyon PTK seviyesi, %	PEK ilavesi, g/kg
1	0	0.0
2		1.0
3		2.0
4	10	0.0
5		1.0
6		2.0
7	20	0.0
8		1.0
9		2.0
10	30	0.0
11		1.0
12		2.0

Deneme 28 günlük 3 periyot halinde toplam 84 gün sürmüş ve deneme boyunca yem ve su hayvanlara *ad-libitum* olarak verilmiştir. Çalışma periyotlar ve tavuk yaşları 1. periyot; 39.-42. haftalık yaş, 2. periyot; 43.-46. haftalık yaş, 3. periyot; 47.-50. haftalık yaş ve periyotlar ortalaması ise 39.-50. haftalık yaş olarak oluşmuştur. Deneme rasyonları hazırlanırken hayvanların besin madde ihtiyaçlarının belirlenmesinde ilgili ATA-S teknik el kitabı (Anonim, 2015) tarafından tavsiye edilen değerler kullanılmıştır (Çizelge 3.2.). Çalışmada 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık programı uygulanmıştır.

Çizelge 3.2. Farklı seviyelerde PTK içeren çalışma rasyonları*

Hammaddeler	Rasyon PTK seviyesi, %			
	0	10	20	30
Sarı mısır	59.80	55.10	50.30	45.60
PTK, %36 ham protein	---	10.00	20.00	30.00
Soya küspesi, %48 ham protein	25.80	19.10	12.40	5.70
Soya yağı	2.18	3.55	5.00	6.37
Kireç taşı	10.00	10.03	10.08	10.10
DCP	1.43	1.38	1.33	1.29
Tuz	0.35	0.35	0.35	0.35
Premiks**	0.25	0.25	0.25	0.25
L-lisin	---	0.06	0.12	0.18
DL-metiyonin	0.19	0.18	0.17	0.16
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00
Besin madde içerikleri				
Metabolik enerji, kkal/kg	2751	2750	2753	2752
Ham protein, %	16.99	17.01	17.03	17.05
Ham yağ, %	4.48	5.89	7.38	8.79
Ham selüloz, %	2.51	3.89	5.27	6.65
Kalsiyum, %	4.20	4.20	4.20	4.20
Kullanılabilir fosfor, %	0.380	0.380	0.380	0.381
Lisin, %	0.896	0.896	0.896	0.896
Metiyonin, %	0.402	0.402	0.402	0.400
Metiyonin+sistin	0.745	0.745	0.742	0.738

* Çalışmada her bir rasyon 3'e bölünüp üç seviye PEK ilavesi ilave edilerek 12 muamele rasyonu oluşturulmuştur. **Premiksin her 2.5 kg'ında; 12.000.000 IU vitamin A, 2.400.000 IU vitamin D₃; 30.000 mg vitamin E; .500 mg vitamin K₃ 2; 2.500 mg vitamin B₁; 6.000 mg vitamin B₂; 4.000 mg vitamin B₆; 20 mg vitamin B₁₂; 30.000 mg niasin; 8.000 mg Cal-D-Pant.; 1.000 mg folik asit; 50 mg biyotin; 50.000 mg vitamin C; 300.000 mg kolin klorit; 100.000 mg mangan; 60.000 mg çinko; 60.000 mg demir; 5.000 mg bakır; 1.000 mg iyot; 500 mg kobalt; 200 mg selenyum; 10.000 mg antioksidan içermektedir. DCP: Dikalsiyum fosfat

3.2. Yöntem

3.2.1. Performans değerlerinin belirlenmesi

3.2.1.1. Canlı ağırlık ve canlı ağırlık değişimi

Tavukların canlı ağırlıkları denemenin başında ve sonunda, her bir altgruptaki (tekerrürdeki) tavukların grup şeklinde tartılmasıyla g/tavuk olarak tespit edilmiş ve her

bir gruba ait canlı ağırlık değişimi, denemenin sonundaki canlı ağırlıktan deneme başındaki canlı ağırlığın çıkarılmasıyla g/tavuk hesaplanmıştır.

3.2.1.2. Yumurta verimi, ağırlığı ve kitlesi

Hayvanların yumurta verimleri günlük kaydedilip ve o periyottaki yumurta verimleri % olarak hesaplanmıştır. Her periyodun son iki günü toplanan tüm yumurtaların (her muamele grubundan yaklaşık 35 adet yumurta) tartımı ile g olarak ortalama yumurta ağırlığı ve $\% \text{ yumurta verimi } \times \text{ ortalama yumurta ağırlığı } / 100$ formülü ile de g/tavuk/gün olarak yumurta kitlesi hesaplanmıştır.

3.2.1.3. Yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı

Yemler gruplara tartılarak verilmiş ve periyot sonunda yemlikte kalan yemler tartılıp toplam yem tüketiminden düşülerek g/tavuk/gün olarak yem tüketimleri tespit edilmiştir. Elde edilen verilerden $\text{yem tüketimi/yumurta kitlesi}$ formülü ile g yem / g yumurta olarak yemden yararlanma oranı tespit edilmiştir.



Şekil 3.1. Yumurta tavukların kümesindeki deneme görüntüsü

3.2.2. Yumurta dış ve iç kalite parametrelerini belirlenmesi

Yumurta iç ve dış kalite parametreleri 28 günlük deneme periyotların son iki gününde toplanan bütün yumurtalarda (her muamele grubundan yaklaşık 35 adet yumurta) tespit edilmiştir. Yumurtalar ilk olarak tartılarak g olarak ağırlıkları belirlenmiş

ve daha sonra suda tartılarak *havadaki ağırlık/(havadaki ağırlık-sudaki ağırlık)* formülü ile özgül ağırlık g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Daha sonra çekme-deney cihazı yardımıyla yumurtaların kırılma dirençleri kg olarak belirlenmiştir. Yumurtanın iç kalite parametreleri belirlendikten sonra yumurta içi düz bir cam yüzeye boşaltılmış, kabuk içerisinde kalan yumurta ak kalınlıkları temizlendikten sonra 5 gün oda sıcaklığında kurutularak relatif kabuk ağırlıkları $((kabuk\ ağırlığı/yumurta\ ağırlığı) \times 100)$ tespit edilmiştir.

Bu kabukların mikrometre yardımı ile zarlı kabuk kalınlıkları μm olarak tespit edilmiştir. Kabuk kırılma direnci tespit edilen yumurtalar cam yüzeye dikkatlice kırılarak sarı indeksi (*sarı yüksekliği/sarı genişliği*), ak indeksi ($((ak\ uzunluğu/(ak\ genişliği+ak\ yüksekliği))$ ve $100 \log (ak\ yüksekliği+7.57 \times 1.7\ yumurta\ ağırlığı^{0.37})$ formülüyle Haugh birimi tespit edilmiştir. Yumurta sarısı rengi ise Roche renk skalasına (1-15 aralığında) göre ve kolorimetre ile L, a ve b değerleri olarak ölçülmüştür (Konica Minolta CR410).

L, a ve b renk değerlerine göre; L: Açıklık (lightness), L=0 siyahı ve L=100 beyazı belirtir.

a: Kırmızı/yeşil, +a kırmızıyı, – a ise yeşili belirtir.

b: Sarı/mavi, +b sarıyı, -b ise maviyi belirtir.

Daha sonra yumurta akı süzgeci kullanarak ayrılarak temiz bir behere alınmıştır. Beherde bulunan yumurta akını baget (cam çubuk) yardımı ile karıştırarak homojen olması sağlanmıştır. pH metrenin iyon seçici elektrot başlığı saf su ile kalibre edilmiştir. Elektrotun başlığını temizledikten sonra yumurta akınının pH ölçümü için elektrot yumurta akınının içine dikkatlice yerleştirilmiştir. Elektrotu daldırdığımızda, pH metre üzerindeki okuma sabitlenene kadar beklenmiş ve okuma sabitlendiğinde, pH değerini kaydedilmiştir. Her ölçüm arasında iyon seçici elektrodu saf su ile temizlenerek kalibrasyon işlemini sıfırlamış ve elektrot tekrar kalibre edilmiştir.

3.2.3. Yumurta raf ömrü (depolanması) parametrelerinin belirlenmesi

Her bir muamele grubundan deneme sonunda yaklaşık 20 adet yumurta (toplam 240 adet) 4 hafta süreyle buzdolabında (4°C) depolanmıştır. Depolanan bu yumurtalardan yukarıda belirtilen yumurta dış (kabuk kırılma direnci, kabuk kalınlığı, kabuk oranı ve özgül ağırlık) ve iç (yumurta ak ve sarı indeksleri, Haugh birimi, yumurta sarısı rengi ve yumurta ak pH'sı) kalite parametreleri belirlenmiştir. Ayrıca (*taze yumurta ağırlığı-*

depolanmış yumurta ağırlığı/taze yumurta ağırlığı)*100 formülüyle ağırlık kaybı % olarak tespit edilmiştir.

3.2.4. Kan ve serum parametrelerinin tespiti

Deneme sonunda her bir muamele grubundan rastgele seçilen 1 hayvanın kanadından heparinli ve heparinsiz tüplere 5'er ml kan alınmıştır. Heparinli tüplere alınan kanlardan kan hematolojisi ((hemoglobin, hematoksit, eritrosit hacmi (MCV), ortalama korpüsküler hemoglobin (MCH), korpüsküler hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), kırmızı kan hücresi dağılım genişliği (RDW), beyaz kan hücresi (WBC), nötrofil, lenfosit, monosit, eozinofil ve kırmızı kan hücresi sayısı (RBC)) belirlenmiştir. Heparinsiz tüplere alınan kanlar ise 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra üstte toplanan serum 2 ml'lik ependorf tüplerine aktarılmıştır. Ve bu serumlardan serum biyokimyasal ((üre, kreatin, total protein, albümin, globulin, glukoz, kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), aspartat transferaz (AST), fosfor ve kalsiyum)) özellikleri tespit edilmiştir. Kan ve serum parametre analizleri özel bir laboratuvar da hizmet alımı şeklinde yapılmıştır.

3.3. İstatistiksel Analiz

Araştırma, PTK'nin farklı seviyelerine PEK ilavesinin oluşturduğu 12 farklı muamele rasyonu tesadüf parselleri faktöriyel deneme planına göre (4x3) ve beş tekerrürlü olarak denenmiştir. Elde edilen sonuçlar bu deneme planına göre analiz edilmiştir. Muamelelerin incelenen parametrelere etkilerinin önemli olup olmadığını tespit etmek için toplanan bütün verilere istatistik SPSS Statistics 22 paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve muamele grupları arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir.

Denemenin istatistik modeli aşağıdaki gibidir:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} : i'inci PTK seviyesinin j' inci PEK seviyesindeki k'ıncı grubun incelenen özelliği

μ : Genel ortalama

α_i : i' inci PTK seviyesinin etkisi

β_j : j' inci PEK seviyesinin etkisi

$(\alpha\beta)_{ij}$: İnteraksiyonun etkisi

e_{ijk} : Hata

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Performans

Yumurta üretimi sektöründe yem tüketimi, yumurta verimi ve yumurta ağırlığı sektörün kârlılığını etkileyen en önemli faktörlerdir. Bu faktörlerin yanı sıra yumurta verimi ile yumurta ağırlığından hesaplanan yumurta kitlesi ve özellikle yem tüketimi ile yumurta kitlesinden hesaplanan yemden yararlanma oranı birden fazla parametreleri kapsaması bakımından daha önemlidir. Rasyonda kullanılan PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta tavuklarının performans parametrelerine etkisi alt başlıklar halinde verilmiştir.

4.1.1. Canlı ağırlık

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurtlayan tavukların canlı ağırlık değerlerine etkisi Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çalışmada kullanılan yumurta tavuklarının deneme başlangıcı canlı ağırlıkları 1771.99 g ile 1909.66 g arasında değişmekte olup, gruplar arasında istatistiki farklılık bulunmamaktadır ($P>0.05$). Yumurta tavuklarının deneme bitiş canlı ağırlığı ve canlı ağırlık değişimi ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinden istatistiki olarak etkilenmiştir ($P<0.01$). Rasyonda %0 (2118.38 g ve 278.83 g) ve 10 (2102.37 g ve 239.59 g) seviyesinde PTK kullanılan gruptaki yumurta tavuklarının bitiş canlı ağırlığı ve canlı ağırlık değişimi rasyonlarında %20 (2015.08 g ve 174.86 g) ve 30 (1987.77 g ve 156.77 g) seviyelerinde PTK kullanılan yumurta tavuklarındaki istatistiki olarak daha yüksek olmuştur.

Rasyonda PTK kullanımının yumurtlayan tavukların canlı ağırlık parametresini inceleyen çalışma sayısı sadece bir adet olup, bu çalışmada da mevcut çalışmaya benzer olarak rasyonda %20 seviyesinde PTK kullanımının canlı ağırlığı düşürdüğü bildirilmiştir (Gilani ve ark., 2013).

Ana faktör olarak rasyona PEK (0, 1 ve 2 g/kg) ilavesinin bitiş canlı ağırlığı ve canlı ağırlık değişimine etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). İstatistiki olarak önemsiz olmakla beraber grupların bitiş canlı ağırlığı ve canlı ağırlık değişimi sırasıyla 0 g/kg grubunda 2065.59 ve 197.67 g, 1 g/kg grubunda 2046.48 ve 200.23 g ve 2 g/kg grubunda 2055.65 ve 239.65 g olarak gerçekleşmiştir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksyonların bitiş canlı ağırlığı ve canlı ağırlık değişimine etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). En yüksek bitiş canlı ağırlığı 2164.13 g ile 30*0 interaksyon grubunda, en düşük bitiş canlı ağırlığı ise 1938.00 g ile 10*2 interaksyon grubunda elde edilmiştir. En yüksek canlı ağırlık değişimi ise 377.66 g ile 0*2 interaksyon grubunda, en düşük canlı ağırlık değişimi ise 135.33 g ile 30*0 interaksyon grubunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.1. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarının canlı ağırlığına etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Başlangıç canlı ağırlık, g	Bitiş canlı ağırlık, g	Canlı ağırlık değişimi, g
0		1839.55	2118.38 ^A	278.83 ^A
10		1862.77	2102.37 ^A	239.59 ^A
20		1840.22	2015.08 ^B	174.86 ^B
30		1831.00	1987.77 ^B	156.77 ^B
SHO		22.64	25.60	18.74
	0	1867.91	2065.59	197.67
	1	1846.25	2046.48	200.23
	2	1816.00	2055.65	239.65
SHO		19.61	22.17	16.23
0	0	1886.00	2097.50	211.50
0	1	1837.00	2051.33	247.33
0	2	1846.33	2019.26	377.66
10	0	1860.66	2108.00	277.80
10	1	1865.00	2091.66	214.33
10	2	1802.66	1938.00	226.66
20	0	1771.99	2149.66	166.06
20	1	1896.66	2062.73	185.60
20	2	1909.66	2063.33	172.93
30	0	1886.33	2164.13	135.33
30	1	1777.66	1963.26	153.66
30	2	1780.66	1962.00	181.33
SHO		39.22	44.35	32.46
P değerleri				
PTK		0.782	0.001	<0.001
PEK		0.182	0.821	0.285
İnteraksiyon		0.068	0.121	0.194

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, ^A, ^B: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir.

4.1.2. Yumurta verimi

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurtlayan tavukların yumurta verimine etkisi Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarının yumurta verimine etkisi 1. periyot, 2. periyot, 3. periyot ve periyotlar ortalaması istatistiki olarak önemsiz

bulunmuştur. Çalışmada yumurta verimi 1. periyotta %91.42-92.38, 2. periyotta %91.19-94.84, 3. periyotta %89.05-91.52 ve periyotlar ortalaması %90.62-92.91 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$). Ancak rakamsal olarak incelendiğinde deneme ortalaması olarak rasyonda %30 seviyesinde PTK kullanımı ile yumurta veriminde yaklaşık %2 seviyesinde bir düşüş söz konusudur. Bu oranda bir yumurta kaybının yumurta üreticileri açısından büyük bir ekonomik kayıba neden olacağı söylenebilir. Dolayısıyla rasyonda %20 seviyesinde PTK kullanımının %30 PTK seviyesine göre daha uygun (emniyetli) olacağı söylenebilir.

Çizelge 4.2. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarının yumurta verimine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta verimi, %			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		91.90	93.09	90.59	92.69
10		92.38	94.84	91.52	92.91
20		91.42	93.33	91.35	92.04
30		91.62	91.19	89.05	90.62
SHO		1.23	1.13	1.13	0.89
	0	93.03	94.58	91.23	92.95
	1	91.01	92.56	91.46	91.67
	2	91.46	92.20	89.19	91.57
SHO		1.07	0.98	0.98	0.77
0	0	93.33	93.33	89.38	92.01
0	1	92.62	92.62	92.28	92.50
0	2	89.76	93.33	90.12	93.56
10	0	93.81	95.00	91.60	93.47
10	1	89.76	92.62	90.37	90.91
10	2	93.57	96.90	92.59	94.35
20	0	91.90	95.47	92.59	93.32
20	1	89.76	93.57	91.60	91.64
20	2	92.62	90.95	89.87	91.15
30	0	93.09	94.52	91.35	92.99
30	1	91.90	91.43	91.60	91.64
30	2	89.88	87.61	84.19	87.23
SHO		2.14	1.96	1.97	1.54
P değerleri					
PTK		0.953	0.172	0.410	0.278
PEK		0.381	0.193	0.212	0.387
İnteraksiyon		0.684	0.268	0.217	0.163

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve probiyotik karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ve ortalamasında yumurta verimini istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Yumurta verimi en düşük ve en yüksek yüzdeleri çalışmanın 1. periyotta %91.01-93.03, 2.

periyotta %92.20-94.58, 3. periyotta %89.19-91.46 ve periyotlar ortalaması %91.57-92.95 arasında elde edilmiştir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta verimine etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Yumurta verimi en düşük ve en yüksek yüzdeleri 1. periyotta %89.76-93.81, 2. periyotta %87.61 -96.90, 3. periyotta %84.19 -92.59 ve periyotlar ortalaması %87.23-94.35 arasında elde edilmiştir.

4.1.3. Yumurta ağırlığı

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurtlayan tavukların yumurta ağırlığına etkisi Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarının yumurta ağırlığına etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta ağırlığı, g			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		60.71	61.52	61.35	61.19 ^{ab}
10		61.23	60.64	62.05	61.31 ^{ab}
20		61.77	62.06	62.50	62.11 ^a
30		59.03	59.89	60.07	59.66 ^b
SHO		0.71	0.68	0.69	0.60
	0	60.40	59.99	60.84	60.42
	1	61.05	61.67	62.12	61.62
	2	60.61	61.42	61.51	61.19
SHO		0.61	0.59	0.60	0.52
0	0	60.57	62.11	62.69	61.79
0	1	61.85	61.46	60.97	61.43
0	2	59.70	61.01	60.40	60.37
10	0	61.83	59.54	61.09	60.82
10	1	60.83	61.06	62.87	61.59
10	2	61.04	61.32	62.20	61.52
20	0	61.45	60.17	60.58	60.73
20	1	61.11	63.27	62.69	62.36
20	2	62.76	62.73	64.23	63.24
30	0	57.78	58.16	59.01	58.31
30	1	60.39	60.90	61.97	61.08
30	2	58.93	60.62	59.24	59.60
SHO		1.23	1.91	1.20	1.04
P değerleri					
PTK		0.053	0.136	0.089	0.045
PEK		0.757	0.111	0.331	0.265
İnteraksiyon		0.606	0.653	0.192	0.532

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve probiyotik karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{a,b}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarında yumurta ağırlığına etkisi 1. periyot, 2. periyot ve 3. periyotta istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), periyotlar ortalamasını istatistiki olarak etkilemiştir ($P<0.05$). Çalışmada periyotlar ortalamasında %20 seviyesinde PTK içeren grubun yumurta ağırlığı (62.11 g) %30 seviyesinde PTK içeren grubun yumurta ağırlığından (59.66 g) önemli derecede yüksek iken, %0 (61.19 g) ve %10 (61.31 g) PTK içeren grupların yumurta ağırlığı ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Yumurta ağırlığı çalışmanın 1. periyotta 59.03-61.77 g, 2. periyotta 59.89-62.06 g ve 3. periyotta 60.07-62.50 g arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir. Çizelge 4.3. incelendiğinde rasyonda %20 seviyesine kadar PTK kullanımı ile çalışmanın bütün periyotlarında yumurta ağırlığı rakamsal olarak artış göstermekte, ancak %30 seviyesinde PTK kullanımı ile yumurta ağırlığının kontrol (%0) grubuna göre rakamsal olarak düşük olduğu görülmektedir. Kontrol (%0 PTK) grubu ile karşılaştırıldığında PTK'nın yumurta ağırlığını önemli olarak değiştirmedeği görülmektedir. Ancak özellikle rasyonunda %30 seviyesinde PTK içeren grubun yumurta ağırlığında rakamsal bir düşüş söz konusudur. Önceki yıllarda yapılan sınırlı çalışmalardan Gilani ve ark. (2013) %20 ve He ve ark. (2017) %18.90 seviyesinde PTK kullanımının yumurta ağırlığını düşürdüğünü bildirmektedir. Benzer olarak Yuan ve ark. (2014) tarafından da rasyonda PTK kullanımının yumurta ağırlığı üzerine olumsuz etkisinin olduğu bildirilmiştir. Ancak Wang ve ark. (2020) yumurta tavuğu rasyonlarında %16.35'e kadar PTK kullanımının yumurta ağırlığı etkilemediğini belirtmişlerdir. Mu ve ark. (2019) yumurta tavuk rasyonlarında %12 seviyesinde PTK kullanımının yumurta ağırlığını etkilemediğini, ancak %6 seviyesinde PTK kullanımının yumurta ağırlığını iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Çalışmalar arasındaki farklılıklar kullanılan rasyon içeriği, PTK orijini (yapısı) ve hayvan materyalinden kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ve ortalamasında yumurta ağırlığını istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Yumurta ağırlığı çalışmanın 1. periyotta en düşük ve en yüksek 60.40-61.05 g, 2. periyotta 59.99-61.67 g, 3. periyotta 60.84-62.12 g ve periyotlar ortalamasında 60.42-61.62 g arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta ağırlığına etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Çalışmada yumurta ağırlığının değişimi 1. periyotta 57.78-62.76 g, 2. periyotta 58.16-63.27 g, 3. periyotta 59.01-64.23 g ve periyotlar ortalaması 58.31-63.24 g arasında olmuştur.

4.1.4. Yumurta kitlesi

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurtlayan tavukların yumurta kitlesine etkisi Çizelge 4.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarının yumurta kitlesine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta kitlesi, g/gün/tavuk			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyot ortalaması
0		55.75	57.22 ^a	55.56 ^{ab}	56.17 ^A
10		56.51	57.49 ^a	56.74 ^a	56.94 ^A
20		56.50	57.88 ^a	57.05 ^a	57.14 ^A
30		54.06	54.60 ^b	53.49 ^b	54.05 ^B
SHO		0.85	0.83	0.79	0.67
	0	56.17	56.72	55.49	56.13
	1	55.53	57.09	56.78	56.47
	2	55.41	56.58	54.86	55.62
SHO		0.73	0.72	0.68	0.58
0	0	56.53	57.89	56.01	56.81
0	1	57.29	56.95	56.27	56.84
0	2	53.42	56.82	54.40	54.87
10	0	57.88	56.51	55.95	56.80
10	1	54.58	56.55	56.66	55.97
10	2	57.08	59.41	57.61	58.05
20	0	56.53	57.48	56.09	56.71
20	1	54.77	59.12	57.42	57.09
20	2	58.20	57.05	57.64	57.63
30	0	53.76	55.01	53.90	54.21
30	1	55.48	55.72	56.76	56.00
30	2	52.95	53.06	49.80	51.95
SHO		1.47	1.44	1.37	1.69
P değerleri					
PTK		0.153	0.031	0.011	0.008
PEK		0.736	0.878	0.144	0.589
İnteraksiyon		0.139	0.467	0.099	0.213

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{A,B}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir. ^{a,b}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta kitlesine etkisi 1. periyotta istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 2. periyot ($P<0.05$), 3. periyot ($P<0.05$) ve periyotlar ortalamasını ($P<0.01$) istatistiki olarak etkilemiştir. Çalışmada 2. periyot, 3. periyot ve periyotlar ortalamasında %20 seviyesinde PTK içeren grupların yumurta kitlesi (sırasıyla 57.88, 57.05 ve 57.14 g/gün/tavuk) %30 seviyesinde PTK içeren grubun yumurta kitlesinden (sırasıyla 54.60, 53.49 ve 54.05 g/gün/tavuk) önemli derecede yüksek iken, %0 (sırasıyla 57.22, 55.56 ve 56.17 g/gün/tavuk) ve %10 (sırasıyla 57.49,

56.74 ve 56.94 g/gün/tavuk) PTK içeren grupların yumurta kitlesi ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Çalışmada yumurta kitlesi 1. periyot 54.06-56.51 g/gün/tavuk arasında elde edilmiş olup, istatistiki ($P>0.05$) olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir. Rasyonda PTK kullanımının etkisini inceleyen çalışmalarda yumurta verimi ve yumurta ağırlığı parametreleri verilmiş olsa da bu iki parametreden hesaplanan yumurta kitlesi parametresi üzerine çok durulmadığı görülmektedir. Sadece Mu ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada rasyonda PTK (%6 ve 12) kullanımının yumurta kitlesini düşürdüğü bildirilmiştir. Rasyonda %30 seviyesinde PTK kullanımının kontrol (%0 PTK) grubuna göre yumurta verimini ve ağırlığını rakamsal olarak düşürmesi bu iki parametreden hesaplanan yumurta kitlesinde istatistiki bir azalmaya neden olmuştur. Dolayısıyla yumurta veriminde de bahsedildiği gibi üretim performansı bakımından rasyonda kullanılması gereken PTK miktarı en fazla %20 seviyesinde olduğu söylenebilir. Mevcut çalışmada kullanılan PTK'nın ham protein oranı %36 olup, son cümlede önerilen %20 PTK seviyesi PTK'nın ham protein seviyesindeki değişikliğe bağlı olarak yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ve ortalamasında yumurta kitlesini istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Yumurta kitlesi 1. periyotta 55.41-56.17 g/gün/tavuk, 2. periyotta 56.58-57.09 g/gün/tavuk, 3. periyotta 54.86-56.78 g/gün/tavuk ve periyot ortalamasında 55.62-56.47 g/gün/tavuk arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$).

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta kitlesine etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Yumurta kitlesi çalışmada 1. periyotta 52.95-58.20 g/gün/tavuk, 2. periyotta 53.06-59.41 g/gün/tavuk, 3. periyotta 49.80-57.64 g/gün/tavuk ve periyotlar ortalaması 51.95-58.05 g/gün/tavuk arasında elde edilmiş ve rakamlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önem taşımamaktadır ($P>0.05$).

4.1.5. Yem tüketimi

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurtlayan tavukların yem tüketimine etkisi Çizelge 4.5'de gösterilmiştir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarının yem tüketimine etkisi 2. periyotta istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 1. periyot, 3. periyot ve periyotlar ortalamasını istatistiki olarak etkilemiştir ($P<0.05$). Çalışmanın 1. periyodunda

%0 ve 10 seviyesinde PTK içeren grubun yem tüketimi (131.58 ve 131.65 g/gün/tavuk) %30 seviyesinde PTK içeren grubun yem tüketiminden (136.63 g/gün/tavuk) önemli derecede düşük iken, %20 (133.43 g/gün/tavuk) PTK içeren grupla yem tüketimi ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Çalışmanın 3. periyodunda %10 seviyesinde PTK içeren grubun yem tüketimi (131.32 g/gün/tavuk) %20 ve 30 seviyesinde PTK içeren grupların yem tüketiminden (sırasıyla 138.08 ve 137.90 g/gün/tavuk) önemli derecede düşük iken, %0 (134.44 g/gün/tavuk) PTK içeren grupla istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Çalışmanın periyotlar ortalamasında ise %10 seviyesinde PTK içeren grubun yem tüketimi (132.31 g/gün/tavuk) %20 ve 30 seviyesinde PTK içeren grupların yem tüketiminden (sırasıyla 135.31 ve 136.53 g/gün/tavuk) önemli derecede düşük iken, %0 (133.08 g/gün/tavuk) PTK içeren grupla istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Bu periyotta %30 PTK içeren grubun yem tüketimi %0 ve 10 PTK içeren gruplardan önemli derecede yüksek olmuş, %20 PTK içeren grup ile benzer olmuştur.

Çizelge 4.5. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarının yem tüketimine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yem tüketimi, g/gün/tavuk			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		131.58 ^b	133.23	134.44 ^{AB}	133.08 ^{BC}
10		131.65 ^b	133.96	131.32 ^B	132.31 ^C
20		133.43 ^{ab}	134.42	138.08 ^A	135.31 ^{AB}
30		136.63 ^a	135.05	137.90 ^A	136.53 ^A
SHO		1.21	0.77	1.27	0.85
	0	132.88	134.64	136.44	134.65
	1	133.45	134.06	134.71	134.07
	2	133.64	133.80	135.15	134.20
SHO		1.05	0.66	1.10	0.74
0	0	135.16	134.20	137.77	135.71
0	1	130.98	133.10	134.89	132.99
0	2	128.60	132.38	130.65	130.54
10	0	131.03	135.92	132.33	133.10
10	1	130.69	132.59	130.51	131.26
10	2	133.23	133.38	131.11	132.58
20	0	131.88	134.54	138.89	135.10
20	1	133.91	133.92	135.67	134.50
20	2	134.52	134.82	139.66	136.34
30	0	133.46	133.91	136.76	134.71
30	1	138.21	136.61	137.76	137.53
30	2	138.20	134.63	139.17	137.34
SHO		2.10	1.33	2.20	1.48
P değerleri					
PTK		0.016	0.405	0.001	0.004
PEK		0.871	0.661	0.518	0.845
İnteraksiyon		0.157	0.445	0.360	0.171

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{A,B,C}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.01 düzeyinde önemlidir. ^{a,b}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Yuan ve ark. (2014) rasyonda %10 expanded PTK kullanımının yem tüketimini arttırdığını bildirmişlerdir. Benzer olarak Gilani ve ark. (2013) rasyonda %20 seviyesinde PTK kullanımının yem tüketiminde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma sonuçları mevcut çalışma ile benzerlik göstermektedir. Mu ve ark. (2019) ise rasyonda %6 PTK kullanımının tavukların yem tüketimini arttırdığını, ancak bu artışın %12 seviyesinde gözlenmediğini bildirmişler ve bu çalışma ise mevcut çalışma ile kısmen benzerlik göstermektedir. Ancak mevcut çalışmanın aksine He ve ark. (2017) rasyonda soya küspesi yerine PTK kullanımının (%9.83 ve 18.90) yem tüketiminde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Wang ve ark. (2020) yumurta tavuğu rasyonlarında %16.35'e kadar PTK kullanımının yem tüketimini etkilemediğini belirtmişlerdir. Rasyonda PTK kullanımının yem tüketiminde neden olduğu artışın nedeni tavukların besin madde yetersizliğini tamamlamak için olduğu söylenebilir. Ancak rasyonda artan PTK seviyesine bağlı olarak yem tüketimindeki artış canlı ağırlıktaki (%20 ve 30 PTK seviyesinde) ve yumurta kitlesindeki (%30 PTK seviyesindeki) düşüşü engelleyemediği görülmektedir. Bu durum çalışmada kullanılan muamele rasyonlarının özellikle selüloz bakımından dengelenmemiş olmasından kaynaklanmış olabilir. Yem tüketiminin artmasına rağmen canlı ağırlık ve yumurta kitlesindeki düşüşün sebebini anlamak için mevcut çalışmada yapılma imkanı olmayan ham selüloz ve gossipol seviyelerinin tespit edilmesi gerektiği söylenebilir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ve ortalamasında yem tüketimini istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Yem tüketimi çalışmanın 1. periyodunda 132.88-133.64 g/gün/tavuk, 2. periyodunda 133.80-134.64 g/gün/tavuk, 3. periyodunda 134.71-136.44 g/gün/tavuk ve periyotlar ortalamasında 134.07-134.65 g/gün/tavuk arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık bulunmamıştır.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksyonların yem tüketimi etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). İnteraksiyon gruplarının yem tüketimi çalışmanın 1. periyodunda 128.60-138.21 g/gün/tavuk, 2. periyodunda 132.38-136.61 g/gün/tavuk, 3. periyodunda 130.51-139.66 g/gün/tavuk ve periyotlar ortalamasında 130.54-137.53 g/gün/tavuk arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Periyotlar ortalaması dikkate alındığında %0 PTK içeren rasyona artan PEK ilavesi ile yem tüketiminin yaklaşık 5 g düştüğü, aksine %30 PTK içeren rasyona enzim ilavesi ile yem tüketiminin 3 g kadar arttığı görülmektedir.

4.1.6. Yemden yararlanma oranı

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurtlayan tavukların yemden yararlanma oranına etkisi Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarının yemden yararlanma oranına etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yemden yararlanma oranı			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		2.36 ^B	2.33 ^B	2.42 ^B	2.37 ^B
10		2.33 ^B	2.33 ^B	2.32 ^C	2.33 ^B
20		2.37 ^B	2.32 ^B	2.42 ^B	2.37 ^B
30		2.53 ^A	2.48 ^A	2.58 ^A	2.53 ^A
SHO		0.03	0.03	0.03	0.02
	0	2.37	2.38	2.46 ^a	2.40
	1	2.40	2.35	2.37 ^b	2.38
	2	2.42	2.37	2.47 ^a	2.42
SHO		0.03	0.03	0.02	0.02
0	0	2.40	2.32	2.46 ^{bcd}	2.39
0	1	2.29	2.35	2.40 ^{bcd}	2.35
0	2	2.41	2.33	2.40 ^{bcd}	2.38
10	0	2.27	2.41	2.37 ^{bcd}	2.35
10	1	2.39	2.35	2.30 ^{cd}	2.35
10	2	2.33	2.24	2.28 ^d	2.29
20	0	2.34	2.34	2.48 ^{bc}	2.39
20	1	2.44	2.26	2.36 ^{bcd}	2.36
20	2	2.32	2.36	2.42 ^{bcd}	2.37
30	0	2.48	2.44	2.54 ^b	2.48
30	1	2.49	2.46	2.43 ^{bcd}	2.46
30	2	2.61	2.54	2.79 ^a	2.65
SHO		0.06	0.06	0.05	0.04
P değerleri					
PTK		0.002	0.009	<0.001	<0.001
PEK		0.569	0.880	0.029	0.453
İnteraksiyon		0.289	0.415	0.014	0.178

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{A,B,C}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.01 düzeyinde önemlidir. ^{a,b,c,d}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarının yemden yararlanma oranını çalışmanın bütün periyotlarında ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak etkilemiştir (P>0.01). Çalışmanın 1. periyodunda rasyonunda %0, 10 ve 20 seviyelerinde PTK içeren grupların yemden yararlanma oranı (sırasıyla 2.36, 2.33 ve 2.37) rasyonunda %30 seviyesinde PTK içeren grubun yemden yararlanma oranına (2.53) kıyasla önemli derecede düşük olduğu görülmüştür. Çalışmanın 2. periyodun da rasyonunda %0, 10 ve 20 seviyelerinde PTK içeren grupların yemden yararlanma oranı

(sırasıyla 2.33, 2.33 ve 2.32) rasyonunda %30 seviyesinde PTK içeren grubun yemden yararlanma oranına (2.48) kıyasla önemli derecede düşük olduğu istatistiki olarak kaydedilmiştir. Çalışmanın 3. periyodunda rasyonunda %30 seviyesinde PTK içeren grubun yemden yararlanma oranı (2.58) istatistiki olarak diğer gruplardan (2.32-2.42) yüksek kaydedilirken, rasyonunda %10 seviyesinde PTK içeren grubun yemden yararlanma oranı (2.32) diğer rasyon PTK seviyelerine (2.42-2.58) göre önemli derecede düşük kaydedilmiş, rasyonunda %0 ve 20 seviyelerinde PTK içeren grupların yemden yararlanma oranı ise benzer olmuştur ($P>0.01$). Çalışmada periyotlar ortalamasında rasyonunda %30 seviyesinde PTK içeren grubun yemden yararlanma oranı (2.53) %0, 10 ve 20 seviyelerinde PTK içeren grupların yemden yararlanma oranlarına (sırasıyla 2.37, 2.33 ve 2.37) kıyasla önemli derecede yüksek olduğu istatistiki olarak kaydedilmiştir. Wu ve ark. (2019) rasyonda %12 seviyesinde PTK kullanımının yemden yararlanma oranını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Benzer olarak Yuan ve ark. (2014) ise rasyonda PTK kullanımının (%6, 8 ve 10) yemden yararlanma oranını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Yine Gilani ve ark. (2013) %20'ye kadar PTK kullanımının yem değerlendirilmeyi olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2020) ise yumurta tavuğu rasyonlarında %16.35'e kadar PTK kullanımının yem değerlendirmeyi etkilemediğini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada rasyonda yüksek seviyede (%30) PTK kullanımı bütün periyotlarda ve periyot ortalaması bakımından yemden yararlanma oranını olumsuz etkilemiştir. Ancak literatürde daha düşük seviyelerde PTK kullanımı genel itibariyle yem değerlendirilmeye negatif etkisi olmuştur (Gilani ve ark., 2013; Yuan ve ark., 2014). Bu çalışmalarda kullanılan PTK'nın gossipol, aminoasitleri ve diğer besin maddelerinin farklı olması nedeniyle PTK'nın olumsuz etkisi farklı seviyelerde gözlenmiş olabilir. İlaveten yemden yararlanmayı etkileyen ana faktörlerden biri olan yem tüketimindeki artışı ise rasyonda artan PTK ile rasyon ham selüloz seviyesindeki yaklaşık 2.5 kat artışına bağlı olabilir, ancak interaksiyon gruplarının yem tüketimine istatistiki bir etkisi olmamıştır.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi yemden yararlanma oranını etkisi çalışmanın 1., 2. periyot ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 3. periyotta istatistiki olarak ($P>0.05$) etkilemiştir. Çalışmanın 3. periyodunda rasyona 1 g/kg (2.37) seviyesinde PEK ilavesinde yemden yararlanma oranı rasyona 0 (2.46) ve 2 g/kg (2.47) seviyesinde PEK ilave edilen gruplara göre önemli derecede düşük kaydedilmiştir. İstatistiki olarak önemli olmamakla beraber yemden yararlanma oranı 1. periyotta 2.37-2.42, 2. periyotta 2.35-2.38 ve periyotlar ortalamasında 2.38-2.42 arasında

değiştirdiği kaydedilmiştir. Yalçın ve ark. (2002) buğday ve arpa ağırlıklı yumurta tavuğu rasyonlarına probiyotik (0.5 g/kg) ve enzim (0.75 g/kg) karışımı ilavesinin yemden yararlanma oranını etkilemediğini bildirmişlerdir. Jasim ve Fadel (2020) yumurta tavuk rasyonlarında probiyotik (0.5 g/kg) ve enzim (0.75 g/kg) karışımı ilavesinin yemden yararlanma oranını iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Ali ve ark. (2017) normal ve düşük seviyede protein içeren rasyonlara 0.5 g/kg seviyelerinde enzim ve/veya probiyotik ilavesinin yemden yararlanma oranını iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Farklı protein içeren yumurtlayan bıldırcın rasyonlarına 0.1 g/kg seviyesinde PEK ilavesinin yemden yararlanma oranını etkilemediği bildirilmiştir (Olgun ve Yıldız, 2014). Beevi (2021) %0.4 probiyotik+ %0.1 enzim ilavesinin etlik piliçlerde yemden yararlanma oranını etkilemediğini bildirmiştir. Agboola ve ark. (2015) kg yeme 0.5 g karbonhidraz enzimi ve 1 g probiyotik ilavesinin etlik piliçlerde yemden yararlanma oranını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yemden yararlanma oranına etkisi 3. periyotta istatistiki olarak önemli olmuştur ($P>0.05$). Çalışmada 3. periyotta rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yemden yararlanma oranında en düşük değer 2.28 ile 10*2 grubunda tespit edilmiş olup, bu grup ile 20*0 (2.48), 30*0 (2.54) ve 30*2 (2.79) grupları arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Aynı periyotta en yüksek yemden yararlanma oranı ise 2.79 ile 30*2 grubunda elde edilmiş ve bu grup ile diğer interaksiyon grupları arasındaki fark önemli olmuştur ($P<0.05$). Çalışmada rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yemden yararlanma oranına etkisi 1. periyotta (2.27-2.61), 2. periyotta (2.24-2.54) ve periyotlar ortalamasında (2.29-2.65) istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Çizelge 4.6. incelendiğinde ilk 2 periyotta interaksiyon gruplarının yemden yararlanma oranına etkisi gözlenmez iken, 3. periyotta önemli olmuş ve bu periyotta PTK kullanılmayan ve %10 ile 20 PTK kullanılan grupların rasyonlarına PEK ilavesi ile yemden yararlanmada rakamsal bir iyileşme olduğu görülmektedir. Ancak rasyonlarında %30 seviyesinde PTK kullanılan grupta en iyi yemden yararlanma oranı 1 g/kg seviyesinde PEK ilave edilen gruplarda elde edilmiştir. Bu durum çalışmada %20 seviyesine kadar PTK içeren rasyonlarda enzim ve probiyotik ilavesinin rakamsal olarak olumlu etkilediğini ancak daha yüksek rasyon PTK (%30) seviyelerinde bu olumlu etkinin gözlenmediği hatta 2 g/kg seviyesinde PEK ilavesi ile yemden yararlanmanın olumsuz etkilendiği gözlenmiştir. Yemden yararlanma oranının yumurta kitlesi ve yem tüketiminden hesaplandığı düşünüldüğünde PTK seviyesi ile

yumurta kitlesindeki düşüş ve yem tüketimindeki artıştan kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. İnteraksiyon gruplarının yemden yararlanmayı etkileyen ana faktörlerden biri olan yem tüketimini istatistiki olarak etkilenmemiş olsa da ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin %30 olduğu grupta yem tüketimi artmış ve bunun nedenini PTK seviyesindeki artış ile rasyon ham selüloz seviyesindeki yaklaşık 2.5 kat artıştan kaynaklanmış olabilir.

4.2. Yumurta Kalitesi

Yumurta kabuk kalitesi yumurtanın tüketiciye sağlam/sağlıklı olarak ulaştırılması ve üreticinin pazarlanabilir yumurta kaybına uğramaması açısından önemli iken, yumurta iç kalitesi, özellikle taze yumurtada, daha çok tüketici tercihinine yönelik parametrelerdir. Mevcut çalışmada kırık, çatlak ve hasarlı yumurta neredeyse hiç tespit edilmediği için bu parametre sonuçları verilmemiştir.

4.2.1. Özgül ağırlık

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin tavuk yumurtasının özgül ağırlığına etkisi Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta özgül ağırlığına etkisi bütün periyotlarda ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak önemsiz kaydedilmiştir ($P>0.05$). Yumurta özgül ağırlığı en düşük ve en yüksek ortalamaları çalışmanın 1. periyodunda 1.081-1.083 g/cm³, 2. periyodunda 1.081-1.085 g/cm³, 3. periyodunda 1.081-1.084 g/cm³ ve periyotlar ortalamasında 1.081-1.083 g/cm³ arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$).

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ve ortalamasında yumurta özgül ağırlığını istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Yumurta özgül ağırlığının en düşük ve en yüksek ortalamaları çalışmanın 1. periyodunda 1.081-1.083 g/cm³, 2. periyodunda 1.082-1.083 g/cm³, 3. periyodunda 1.082-1.082 g/cm³ ve periyotlar ortalamasında 1.081-1.082 g/cm³ arasında elde edilmiştir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta özgül ağırlığına etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Yumurta özgül ağırlığının en düşük ve en yüksek yüzdeleri çalışmanın 1. periyodunda 1.080-1.086

g/cm³, 2. periyodunda 1.080-1.088 g/cm³, 3. periyodunda 1.080-1.086 g/cm³ ve periyotlar ortalamasında 1.080-1.084 g/cm³ arasında elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta özgül ağırlığına etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta özgül ağırlığı, g/cm ³			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		1.083	1.081	1.084	1.082
10		1.083	1.085	1.081	1.083
20		1.081	1.082	1.082	1.081
30		1.081	1.083	1.082	1.082
SHO		0.001	0.001	0.001	0.001
	0	1.083	1.083	1.082	1.081
	1	1.082	1.083	1.082	1.082
	2	1.081	1.082	1.082	1.082
SHO		0.001	0.001	0.001	0.001
0	0	1.086	1.080	1.084	1.082
0	1	1.082	1.082	1.082	1.082
0	2	1.080	1.080	1.086	1.082
10	0	1.084	1.088	1.084	1.084
10	1	1.082	1.082	1.080	1.080
10	2	1.082	1.084	1.080	1.084
20	0	1.080	1.082	1.080	1.080
20	1	1.082	1.084	1.086	1.084
20	2	1.082	1.080	1.080	1.080
30	0	1.080	1.082	1.080	1.080
30	1	1.082	1.082	1.082	1.082
30	2	1.082	1.086	1.084	1.084
SHO		0.002	0.002	0.002	0.002
P değerleri					
PTK		0.785	0.067	0.298	0.849
PEK		0.819	0.909	0.900	0.742
İnteraksiyon		0.558	0.105	0.081	0.247

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır.

4.2.2. Kabuk kırılma direnci

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta kabuk kırılma direncine etkisi Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta kabuk kırılma direncini istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Yumurta kabuk kırılma direnci çalışmanın 1. periyodunda en düşük ve en yüksek 3.39-3.57 kg, 2. periyodunda 3.47-3.73 kg, 3. periyodunda 3.54-3.68 kg ve periyotlar ortalamasında 3.51-3.64 kg arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.

Çizelge 4.8. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarında kabuk kırılma direncine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Kabuk kırılma direnci, kg			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		3.47	3.63	3.54	3.55
10		3.57	3.73	3.62	3.64
20		3.39	3.47	3.68	3.51
30		3.53	3.66	3.68	3.62
SHO		0.08	0.07	0.07	0.06
	0	3.48	3.74 ^a	3.60	3.61
	1	3.44	3.51 ^b	3.61	3.52
	2	3.55	3.61 ^{ab}	3.68	3.61
SHO		0.07	0.06	0.06	0.05
0	0	3.32	3.82	3.50	3.55
0	1	3.51	3.46	3.48	3.49
0	2	3.59	3.60	3.63	3.60
10	0	3.72	3.80	3.57	3.70
10	1	3.40	3.59	3.58	3.53
10	2	3.58	3.79	3.72	3.70
20	0	3.49	3.64	3.72	3.62
20	1	3.40	3.45	3.72	3.52
20	2	3.28	3.31	3.60	3.40
30	0	3.39	3.70	3.59	3.56
30	1	3.45	3.55	3.66	3.55
30	2	3.76	3.73	3.79	3.76
SHO		0.14	0.12	0.12	0.10
P değerleri					
PTK		0.451	0.088	0.492	0.359
PEK		0.550	0.047	0.589	0.387
İnteraksiyon		0.265	0.683	0.869	0.500

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{a,b}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın 1. periyot, 3. periyot ve periyotlar ortalamasında yumurta kabuk kırılma direncine etkisi istatistiki olarak önemsiz olurken ($P > 0.05$), 2. periyotta istatistiki olarak etkilemiştir ($P < 0.05$). Çalışmanın 2. periyodunda PEK ilave edilmeyen (0 g/kg) grubun yumurta kabuk kırılma direnci (3.74 kg) 1 g/kg seviyesinde PEK ilave edilen grubun yumurta kabuk kırılma direnciden (3.51 kg) önemli derecede yüksek iken, 2 g/kg (3.61 kg) PEK ilave edilen grupla ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Yumurta kabuk kırılma direnci çalışmanın 1. periyodunda 3.44-3.55 kg, 3. periyodunda 3.60-3.68 kg ve periyotlar ortalamasında ise 3.52-3.61 kg arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir. Yalçın ve ark. (2002) buğday ve arpa ağırlıklı yumurta tavuğu rasyonlarına probiyotik (0.5 g/kg) ve enzim (0.75 g/kg) karışımı ilavesinin yemden yararlanma oranını etkilemediğini bildirmişlerdir. Ayrıca farklı protein içeren yumurtlayan bildirici rasyonlarına 0.1 g/kg

seviyesinde PEK ilavesinin kabuk kırılma direncini etkilemediği bildirilmiştir (Olgun ve Yıldız, 2014).

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta kabuk kırılma direncine etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Yumurta kabuk kırılma direnci en düşük ve en yüksek ortalamaları çalışmanın 1. periyodunda 3.28-3.76 kg, 2. periyodunda 3.31-3.82 kg, 3. periyodunda 3.48-3.79 kg ve periyotlar ortalamasında 3.40-3.76 kg arasında elde edilmiştir.

4.2.3. Yumurta kabuk ağırlığı

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta kabuk ağırlığına (%) etkisi Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarında yumurta kabuk ağırlığına etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta kabuk ağırlığı, %			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		9.03	8.90 ^{ab}	8.89	8.94
10		9.03	9.12 ^a	8.81	8.99
20		8.84	8.81 ^b	8.86	8.84
30		9.12	9.09 ^a	8.96	9.02
SHO		0.80	0.08	0.08	0.68
	0	9.05	9.05	8.96	9.02
	1	8.98	8.88	8.80	8.88
	2	8.98	9.01	8.89	8.94
SHO		0.68	0.07	0.07	0.058
0	0	9.16 ^a	9.13	9.06	9.11 ^{ab}
0	1	8.89 ^{ab}	8.80	8.81	8.84 ^{bc}
0	2	9.03 ^a	8.78	8.80	8.87 ^{abc}
10	0	9.08 ^a	9.18	9.06	9.10 ^{ab}
10	1	8.78 ^{ab}	8.90	8.51	8.73 ^{bc}
10	2	9.23 ^a	9.30	8.87	9.13 ^{ab}
20	0	8.81 ^{ab}	8.90	8.90	8.87 ^{abc}
20	1	9.14 ^a	8.88	9.01	9.01 ^{abc}
20	2	8.56 ^b	8.66	8.66	8.63 ^c
30	0	9.15 ^a	9.00	8.81	8.98 ^{abc}
30	1	9.10 ^a	8.93	8.86	8.96 ^{abc}
30	2	9.11	9.33	9.22	9.12 ^a
SHO		0.14	0.14	0.15	0.12
P değerleri					
PTK		0.098	0.030	0.666	0.234
PEK		0.704	0.211	0.332	0.257
İnteraksiyon		0.024	0.130	0.046	0.033

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{a,b,c}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarının yumurta kabuk ağırlığına etkisi 1. periyot, 3. periyot ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 2. periyotta istatistiki olarak önemli derecede etkilemiştir ($P<0.05$). Çalışmanın 2. periyodunda %10 seviyesinde PTK içeren grubun yumurta kabuk ağırlığı (%9.12) %20 seviyesinde PTK içeren grubun yumurta ağırlığından (%8.81) önemli derecede yüksek iken, %0 (%8.90) ve %30 (%9.09) PTK içeren grupların yumurta ağırlığı ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Yumurta kabuk ağırlığı çalışmanın 1. periyodunda %8.84-9.12, 3. periyodunda %8.81-8.96 ve periyotlar ortalamasında %8.84-9.02 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir ($P<0.05$). Çizelge 4.9. incelendiğinde çalışmanın sadece 2. periyodunda kabuk ağırlığının rasyon PTK seviyesinden etkilendiği görülmekte, ancak kontrol (%0 PTK) grubu karşılaştırıldığında muamele grupları arasında farklılık bulunmamaktadır. Bu durum Gilani ve ark. (2013)'nin %20'ye kadar, Yuan ve ark. (2014)'nin %10'a kadar ve Wang ve ark. (2020)'nin %16.35'e kadar rasyonda PTK kullanımının kabuk ağırlığını etkilemediğini bildirdikleri sonuçlar ile uyumluluk göstermektedir. Ancak Wu ve ark. (2019) rasyonda %12 seviyesinde PTK kullanımının kabuk ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ve ortalamasında yumurta kabuk ağırlığı istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Yumurta kabuk ağırlıkları çalışmanın 1. periyot %8.98-9.05, 2. periyot %8.88-9.05, 3. periyot %8.80-8.96 ve periyotlar ortalamasında ise %8.88-9.02 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak önemsiz kaydedilmiştir ($P>0.05$). Farklı protein içeren yumurtlayan bildiricinin rasyonlarına 0.1 g/kg seviyesinde PEK ilavesinin kabuk ağırlığını iyileştirdiğini bildirilmiştir (Olgun ve Yıldız, 2014). Bu çalışma sonucu mevcut çalışma sonucu ile benzerlik göstermemektedir. Önceki yıllarda PTK içeren rasyonlarda PEK kullanımına yönelik çalışma olmayışı ve PEK kullanılan çalışmaların rasyon ve hayvan türü farklılıkları çalışmalar arasında farklılıklara neden olmaktadır.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta kabuk ağırlığına etkisi 2. ve 3. periyotlarda istatistiki olarak önemsiz olur iken ($P>0.05$), 1. periyot ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak önemli kaydedilmiştir ($P<0.05$). Çalışmanın 2. ve 3. periyotlarında yumurta kabuk ağırlıkları sırasıyla %8.66-9.33 ve %8.51-9.22 arasında elde edilmiş olup, istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Çalışmada yumurta kabuk ağırlığı 1. periyotta 0*0 (kontrol) grubunun (%9.16) yumurta kabuk ağırlığı 20*2 grubuna (%8.56) kıyasla istatistiki olarak yüksek olduğu, diğer tüm

gruplardaki istatistiki olarak benzer olduğu bulunmuştur ($P>0.05$). Çalışmada periyot ortalamalarının yumurta kabuk ağırlığı 30*2 grubunun (%9.12), yumurta kabuk ağırlığı 0*1 (%8.84), 10*1 (%8.73) ve 20*2 (%8.63) gruplardan istatistiki olarak yüksek olur iken, diğer gruplarla istatistiki olarak benzer bulunmuştur ($P>0.05$).

4.2.3. Yumurta kabuk kalınlığı

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta kabuk kalınlığına etkisi Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarında yumurta kabuk kalınlığına etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta kabuk kalınlığı, μm			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		355.6 ^B	358.2	350.0 ^B	354.6 ^B
10		353.9 ^B	360.1	351.8 ^B	355.3 ^B
20		364.5 ^A	354.4	364.3 ^A	361.0 ^A
30		366.8 ^A	351.5	368.0 ^A	362.1 ^A
SHO		2.58	2.98	2.85	1.48
	0	361.2	353.5	360.8	358.5
	1	359.7	356.1	357.7	357.8
	2	359.7	358.5	357.0	358.4
SHO		2.23	2.58	2.47	1.28
0	0	361.4 ^{ABC}	362.8	361.6	361.9 ^{AB}
0	1	358.3 ^{ABCD}	358.0	346.3	354.2 ^{BCD}
0	2	347.2 ^D	353.9	342.2	347.8 ^D
10	0	344.5 ^D	357.2	350.1	350.6 ^{CD}
10	1	348.4 ^{CD}	356.5	349.9	351.6 ^{CD}
10	2	368.8 ^{AB}	366.6	355.4	363.6 ^A
20	0	372.4 ^A	347.8	358.8	359.7 ^{AB}
20	1	363.7 ^{AB}	361.2	371.8	365.6 ^A
20	2	357.3 ^{BCD}	354.1	362.4	357.9 ^{ABC}
30	0	366.5 ^{AB}	346.3	372.9	361.9 ^{AB}
30	1	368.4 ^{AB}	348.9	362.9	360.1 ^{AB}
30	2	365.6 ^{AB}	359.3	368.2	364.4 ^A
SHO		4.46	5.16	4.95	2.57
P değerleri					
PTK		0.001	0.185	<0.001	0.001
PEK		0.860	0.401	0.516	0.925
İnteraksiyon		0.001	0.197	0.052	<0.001

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{A,B,C,D}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarının yumurta kabuk kalınlığına etkisi 2. periyotta istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 1. periyot, 3.

periyot ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0.01$). Çalışmada 1. periyotta %20 (364.5 μm) ve 30 (366.8 μm) seviyesinde PTK içeren grupların yumurta kabuk kalınlığı %0 (355.6 μm) ve %10 (353.9 μm) seviyelerinde PTK içeren gruplardan önemli derecede yüksek olduğu, aynı şekilde çalışmanın 3. periyodu ve periyotlar ortalamasında da %20 (364.3 ve 361.0 μm) ve %30 (368.0 ve 362.1 μm) seviyelerinde PTK içeren grupların yumurta kabuk kalınlığı %0 (350.0 ve 354.6 μm) ve %10 (351.8 ve 355.3 μm) seviyelerinde PTK içeren gruplardan istatistiki olarak yüksek olduğu gözlenmiştir ($P<0.01$). Wang ve ark. (2020) yumurta tavuğu rasyonlarında %16.35'e kadar, Yuan ve ark. (2014) %10'a kadar, Gilani ve ark. (2013) ise %20'ye kadar rasyonda PTK kullanımının kabuk kalınlığını etkilemediğini belirtmişlerdir. Ancak Wu ve ark. (2019) ise rasyonda %12 seviyesinde PTK kullanımının kabuk kalınlığını azalttığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar mevcut çalışma sonuçları ile uyumluluk göstermemektedir. Önceki yıllarda yapılan çalışmaların aksine rasyonda PTK kullanımının kabuk kalınlığını arttırmasının nedeni mevcut çalışmada rasyonda PTK seviyesinin artması ile yem tüketiminin artması sonucu kalsiyum alımının fazla olması ve yumurta kitlesinin azalması ile kabuk oluşumu için gereken kalsiyumun azalmasından kaynaklanmış olabilir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ve ortalamasında yumurta kabuk kalınlığını istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Yumurta kabuk kalınlığı çalışmanın 1. periyodunda en düşük ve en yüksek 359.7-361.2 μm , 2. periyodunda 353.5-358.5 μm , 3. periyodunda 357.7-360.8 μm ve periyotlar ortalamasında 357.8-358.5 μm arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık bulunmamıştır.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta kabuk kalınlığına etkisi 1. periyotta ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak önemli olmuştur ($P>0.01$). Çalışmanın 1. periyodunda PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta kabuk kalınlığında en düşük değer 10*0 grubunda görünürken (344.5 μm), en yüksek değerde 20*0 grubunda (372.4 μm) belirlenmiştir. Bu periyotta 20*0 (372.4 μm) grubunun yumurta kabuk kalınlığı 0*2, 10*0, 10*1 ve 20*2 (sırasıyla 347.2, 344.5, 348.4 ve 357.3 μm) gruplarından önemli derecede yüksek ve bunun yanı sıra diğer gruplarla da istatistiki olarak benzer olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$). Çalışmada periyotlar ortalamasında rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta kabuk kalınlığında en düşük değer 0*2 grubunda görünürken (347.8 μm) en yüksek değer ise 20*1 grubunda (365.6 μm) olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın periyotlar ortalamasında 20*1 (365.6 µm) grubunun 0*1, 0*2, 10*0 ve 10*1 (sırasıyla 354.2, 347.8, 350.6 ve 351.6 µm) gruplarından önemli derecede yüksek olduğu, diğer gruplarla da istatistiki olarak benzer olduğu belirlenmiştir. Çalışmada PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta kabuk kalınlığına etkisi 2. ve 3. periyotlarda istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Yumurta kabuk kalınlığının en düşük ve en yüksek değerleri ise çalışmanın 2. periyodunda sırasıyla 30*0 (346.3 µm) ve 10*2 (366.6 µm) gruplarında ve 3. periyotta ise sırasıyla 0*2 (342.2 µm) ve 30*0 (372.9 µm) gruplarında elde edilmiştir.

4.2.4. Yumurta ak indeksi

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta ak indeksine etkisi Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarında yumurta ak indeksine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta ak indeksi			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		4.52 ^a	3.99	3.92	4.14
10		4.06 ^b	4.18	4.00	4.08
20		4.29 ^{ab}	4.17	4.02	4.16
30		4.12 ^b	4.11	3.77	4.00
SHO		0.12	0.09	0.09	0.08
	0	4.37 ^a	4.29 ^a	4.08 ^a	4.24 ^A
	1	4.03 ^b	3.94 ^b	3.75 ^b	3.91 ^B
	2	4.35 ^a	4.11 ^{ab}	3.96 ^{ab}	4.14 ^A
SHO		0.10	0.08	0.07	0.06
0	0	4.69	4.10	4.04	4.27
0	1	4.19	3.66	3.70	3.85
0	2	4.68	4.23	4.03	4.31
10	0	4.09	4.34	4.31	4.25
10	1	3.82	4.22	3.69	3.91
10	2	4.26	3.98	4.00	4.08
20	0	4.24	4.32	3.96	4.17
20	1	4.01	3.86	3.80	3.89
20	2	4.64	4.34	4.29	4.42
30	0	4.46	4.41	4.00	4.29
30	1	4.09	4.05	3.81	3.98
30	2	3.82	3.89	3.51	3.74
SHO		0.21	0.15	0.15	0.13
P değerleri					
PTK		0.047	0.461	0.226	0.484
PEK		0.048	0.014	0.016	0.004
İnteraksiyon		0.239	0.093	0.088	0.068

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{A,B}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir. ^{a,b}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarının yumurta ak indeksine etkisi 2. periyot, 3. periyot ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 1. periyotta istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0.05$). Çalışmada 1. periyot %0 seviyesinde PTK içeren grubun yumurta ak indeksi (4.52) %10 (4.06) ve 30 (4.12) seviyesinde PTK içeren grupların yumurta ak indeksinden önemli derecede yüksek iken, %20 (4.29) PTK içeren grupla yumurta ak indeksi bakımından istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Yumurta ak indeksi çalışmanın 2. periyotta 3.99-4.18, 3. periyotta ise 3.77-4.02 ve periyotlar ortalamasında 4.00-4.16 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$). Önceki yıllarda PTK'nın ak indeksine etkisini inceleyen çalışmaya rastlanılmamıştır. Çizelge 4.11. incelendiğinde çalışmanın 1. periyodunda rasyonda PTK kullanımının ak indeksini düşürdüğü, ancak diğer periyotlarda ise etkilemediği görülmektedir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ($P<0.05$) ve periyotlar ortalamasında ($P<0.01$) yumurta ak indeksini istatistiki olarak etkilemiştir. Rasyona PEK ilavesi çalışmanın 1. periyot ve periyotlar ortalamasında 1 g/kg PEK ilave edilen grubun ak indeksi (sırasıyla 4.03 ve 3.91) diğer gruplardan düşük olurken, aynı grubun ak indeksi 2. (3.94) ve 3. (3.75) periyotlarda sadece 0 g/kg PEK ilave edilen gruptan (sırasıyla 4.29 ve 4.08) istatistiki olarak düşük bulunmuştur. Yalçın ve ark. (2002) buğday ve arpa ağırlıklı yumurta tavuğu rasyonlarına probiyotik (0.5 g/kg) ve enzim (0.75 g/kg) karışımı ilavesinin ak indeksini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta ak indeksine etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). İnteraksiyon gruplarında yumurta ak indeksi çalışmanın 1. periyodunda 3.82-4.69, 2. periyodunda 3.66-4.41, 3. periyodunda 3.51-4.31 ve periyotlar ortalamasında 3.74-4.42 arasında kaydedilmiştir.

4.2.5. Yumurta sarı indeksi

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta sarı indeksine etkisi Çizelge 4.12'de gösterilmiştir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarının yumurta sarı indeksine etkisi 1. periyotta istatistiki ($P>0.05$) olarak önemsiz olur iken, 2. periyotta ($P<0.05$), 3. periyotta ($P<0.01$) ve periyotlar ortalamasında ($P<0.05$) istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0.05$). Çalışmada yumurta sarı indeksi 2. periyotta rasyonda PTK kullanımı ile artmıştır, %0 PTK kullanılan grupta yumurta sarı indeksi 41.56 olup, bu

gruba göre rasyonlarında %10 (42.65), 20 (42.67) ve 30 (43.17) içeren gruplarda yumurta sarı indeksi önemli derecede yüksek bulunmuştur. Yumurta sarı indeksi çalışmanın 3. periyodunda rasyonunda %20 PTK kullanılan grupta (42.46) diğer PTK seviyeleri içeren gruplara (41.22-41.60) göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Çalışmada periyotlar ortalaması yumurta sarısı indeksi %0 PTK içeren grupta (41.69) rasyonlarında %10 (42.73) ve 20 (43.10) PTK içeren gruplara kıyasla önemli derecede düşük, rasyonunda %30 PTK içeren grup (42.36) ile benzer bulunmuştur. Çalışmanın 1. periyodunda en yüksek %20 (44.02) ve en düşük yumurta sarı indeksi ise %0 (42.61) PTK içeren gruplarda olduğu ve istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür. Yumurta sarı indeksi üzerine rasyon PTK seviyesinin etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çizelge 4.12. incelendiğinde PTK kullanımının yumurta sarı indeksini yükselttiği görülmektedir.

Çizelge 4.12. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarında yumurta sarı indeksine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta sarı indeksi			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		42.61	41.56 ^b	41.24 ^B	41.69 ^b
10		42.72	42.65 ^a	41.22 ^B	42.73 ^a
20		44.02	42.67 ^a	42.46 ^A	43.10 ^a
30		42.88	43.17 ^a	41.60 ^B	42.36 ^{ab}
SHO		0.44	0.37	0.25	0.34
	0	43.17	42.18	41.24 ^b	42.58
	1	43.24	42.53	41.56 ^{ab}	42.48
	2	42.76	42.82	42.09 ^a	42.34
SHO		0.40	0.31	0.21	0.30
0	0	41.79	40.82	40.96 ^{bc}	41.19
0	1	43.66	41.61	41.32 ^b	42.20
0	2	42.38	42.26	41.44 ^b	41.67
10	0	42.70	42.17	39.86 ^b	43.11
10	1	42.68	42.55	41.80 ^b	42.34
10	2	42.77	43.23	42.00 ^b	42.73
20	0	43.90	42.36	42.34 ^{ab}	42.87
20	1	43.70	43.00	41.72 ^b	42.95
20	2	44.47	42.64	43.33 ^a	43.48
30	0	44.30	43.37	41.79 ^b	43.15
30	1	42.92	42.98	41.40 ^b	42.43
30	2	41.42	43.16	41.59 ^b	41.49
SHO		0.76	0.62	0.43	0.59
P değerleri					
PTK		0.122	0.025	0.004	0.035
PEK		0.652	0.374	0.028	0.852
İnteraksiyon		0.185	0.848	0.043	0.374

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{A,B}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.01 düzeyinde önemlidir. ^{a,b,c}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmada 1. periyot, 2. periyot ve periyotlar ortalaması yumurta sarı indeksine etkisi istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 3. periyotta istatistiki olarak ($P>0.05$) etkilemiştir. Çalışmanın 3. periyodunda 2 g/kg seviyesinde PEK katılan grubun yumurta sarı indeksi (42.09) 0 g/kg seviyesinde PEK katılan grubun yumurta sarı indeksinden (41.24) önemli derecede yüksek iken, 1 g/kg (41.56) PEK ilaveli grupla yumurta sarı indeksi istatistiki olarak benzer bulunmuştur ($P>0.05$). Yumurta sarı indeksi çalışmanın 1. periyodunda 42.76-43.24, 2. periyodunda 42.18-42.82 ve periyotlar ortalamasında 42.34-42.58 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir. Yalçın ve ark. (2002) buğday ve arpa ağırlıklı yumurta tavuğu rasyonlarına probiyotik (0.5 g/kg) ve enzim (0.75 g/kg) karışımı ilavesinin sarı indeksini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksyonların yumurta sarı indeksine etkisi 3. periyotta istatistiki olarak önemli olmuştur ($P>0.05$). Çalışmanın 3. periyodunda rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksyonların yumurta sarı indeksi değerinin 10*0 grubunda (39.86) 20*2 grubuna (43.33) göre önemli derecede düşük olduğu ve diğer gruplarla istatistiki olarak benzer olduğunu belirlenmiştir ($P>0.05$). Çalışmada PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksyonların yumurta sarı indeksine etkisi 1. periyot, 2. periyot ve periyotlar ortalamasında yumurta sarı indeksine etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Yumurta sarı indeksi en düşük ve en yüksek yüzdeleri çalışmanın 1. periyodunda 41.42-44.47, 2. periyodunda 40.82-43.37 ve periyotlar ortalamasında 41.19-43.48 olarak elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$).

4.2.6. Haugh birimi

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin Haugh birimine etkisi Çizelge 4.13'te gösterilmiştir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarının Haugh birimine etkisi 2. ve 3. periyodunda istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 1. periyotta ($P<0.01$) ve periyotlar ortalamasında ($P<0.05$) istatistiki olarak önemli olmuştur. Çalışmanın 1. periyodunda %0 seviyesinde PTK içeren grubun Haugh birimi (89.63) %10, %20 ve %30 seviyesinde PTK içeren gruplardan (sırasıyla 83.89, 85.95 ve 83.51) önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine bu periyotta %20 seviyesinde PTK içeren grubun Haugh birimi (85.95) %0 PTK içeren gruba göre istatistiki olarak düşük

iken %10 ve 30 PTK içeren gruplara kıyasla önemli derecede yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışmanın periyotlar ortalamasında %30 seviyesinde PTK içeren grubun Haugh birimi (82.58) %0 seviyesinde PTK içeren grubun Haugh biriminden (84.82) önemli derecede düşük iken, %10 ve 20 PTK içeren grupla Haugh birimi (sırasıyla 83.70 ve 84.52) ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur ($P<0.05$). Haugh birimi çalışmanın 2. periyodunda 82.35-84.72, 3. periyodunda ise 80.87-83.22 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.

Çizelge 4.13. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarında Haugh birimine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Haugh Birimi			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		89.63 ^A	82.35	82.48	84.82 ^a
10		83.89 ^C	84.72	82.48	83.70 ^{ab}
20		85.95 ^B	84.38	83.22	84.52 ^a
30		83.51 ^C	83.36	80.87	82.58 ^b
SHO		0.68	0.75	0.83	0.58
	0	86.23	85.17 ^a	83.84 ^a	85.08 ^A
	1	84.69	82.64 ^b	80.79 ^b	82.71 ^B
	2	86.33	83.29 ^b	82.16 ^{ab}	83.93 ^{AB}
SHO		0.59	0.65	0.72	0.50
0	0	90.25 ^{ab}	84.23	84.60	86.36 ^a
0	1	86.98 ^{bcd}	79.53	79.11	81.87 ^{bc}
0	2	91.67 ^a	83.30	83.74	86.24 ^a
10	0	84.05 ^{de}	86.35	85.00	85.14 ^{ab}
10	1	84.13 ^{de}	84.73	81.06	83.31 ^{abc}
10	2	83.49 ^{de}	83.08	81.38	82.65 ^{bc}
20	0	85.87 ^{cd}	84.62	82.84	84.45 ^{ab}
20	1	83.35 ^{de}	83.47	81.49	82.77 ^{bc}
20	2	88.64 ^{abc}	85.04	85.35	86.34 ^a
30	0	84.74 ^{de}	85.49	82.90	84.37 ^{ab}
30	1	84.28 ^{de}	82.84	81.51	82.87 ^{bc}
30	2	81.51 ^e	81.75	78.19	80.48 ^c
SHO		1.19	1.30	1.44	1.00
P değerleri					
PTK		<0.001	0.124	0.249	0.041
PEK		0.104	0.023	0.017	0.007
İnteraksiyon		0.016	0.303	0.058	0.011

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{A,B,C}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir. ^{a,b,c,d,e}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Önceki yıllarda yapılan bir çalışmada rasyonda %9.83 ve 18.90 oranında PTK kullanımının Haugh biriminde düşmeye neden olduğu bildirilmektedir (He ve ark., 2017). Benzer şekilde Yuan ve ark. (2014) ise % 6 ve 10 seviyelerinde PTK kullanımının tavuk yumurtasının Haugh birimini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Bu sonuçlar mevcut çalışma

ile benzerlik göstermektedir. Ancak mevcut çalışmadan farklı olarak Wang ve ark. (2020) yumurta tavuğu rasyonlarında %16.35'e kadar, Wu ve ark. (2019) ise %12 kadar PTK kullanımının Haugh birimini etkilemediğini belirtmişlerdir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi Haugh birimine etkisi 1. periyotta (84.69-86.33) istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 2. ($P<0.05$), 3. ($P<0.05$) ve periyotlar ortalamasında ($P<0.01$) istatistiki olarak etkilemiştir. Çalışmanın 2. periyodunda 0 g/kg seviyesinde PEK ilaveli grubun Haugh birimi (85.17) 1 ve 2 g/kg seviyesinde PEK ilaveli grupların Haugh biriminden (sırasıyla 82.64 ve 83.29) önemli derecede yüksek olduğu bulunmuştur ($P>0.05$). Çalışmanın 3. periyodunda 0 g/kg seviyesinde PEK ilaveli grubun Haugh birimi (83.84) 1 g/kg seviyesinde PEK ilaveli grubunun Haugh biriminden (80.79) önemli derecede yüksek iken 2 g/kg seviyesi ile (82.16) kıyasla istatistiki olarak benzer olduğu gözlenmiştir ($P>0.05$). Haugh birimi periyotlar ortalamasında 0 g/kg seviyesinde PEK ilaveli grupta (85.08) 1 g/kg seviyesinde PEK ilaveli gruba kıyasla (82.71) önemli derecede yüksek olduğu ve 2 g/kg PEK ilaveli gruba (83.93) istatistiki olarak benzer olduğu gözlenmiştir. Yalçın ve ark. (2002) buğday ve arpa ağırlıklı yumurta tavuğu rasyonlarına probiyotik (0.5 g/kg) ve enzim (0.75 g/kg) karışımı ilavesinin Haugh birimini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların Haugh birimine etkisi 2. ve 3. periyotlarda istatistiki olarak önemsiz olur iken ($P>0.05$), 1. periyot ve periyotlar ortalamasında PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların Haugh birimine etkisi istatistiki olarak önemli olduğu kayıt edilmiştir ($P>0.05$). Çalışmanın 2. ve 3. periyotlarında Haugh birimi sırasıyla 79.53-86.35 ve 78.19-85.35 arasında elde edilmiş olup, istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Çalışmada Haugh birimi 1. periyotta 91.67 ile 0*2 grubunda en yüksek olarak kaydedilmiş ve bu grup ile 0*0 (90.25) ve 20*2 (88.64) hariç diğer interaksiyon grupları arasındaki farklılık önemli olarak kaydedilmiştir. İlaveten bu periyotta en düşük Haugh birimi 81.51 ile 30*2 grubunda elde edilmiş olup, bu grup ile 0*0, 0*1, 0*2, 20*0 ve 20*2 interaksiyon grupları arasındaki farklılık önemli olarak kaydedilmiştir. Haugh birimi periyotlar ortalamasında Haugh birimi 80.48 ile 86.36 arasında kaydedilmiştir. Periyotlar ortalamasının Haugh biriminin 0*0 grubunun (86.36) 0*1, 10*2, 20*1, 30*1 ve 30*2 gruplarına (sırasıyla 81.87, 82.65, 82.77, 82.87 ve 80.48) göre önemli olarak yüksek iken, diğer gruplarla da istatistiki olarak benzer bulunmuştur.

4.2.7. Yumurta sarısı L değeri

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta sarısı L değerine etkisi Çizelge 4.14’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarında yumurta sarısı L değerine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta sarısı L değeri			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		46.09	48.01	48.43 ^A	47.58 ^a
10		46.91	47.53	46.34 ^B	47.05 ^{ab}
20		45.85	47.06	46.71 ^B	46.54 ^b
30		45.61	47.03	46.50 ^B	46.38 ^b
SHO		0.36	0.34	0.22	0.26
	0	46.18	47.49	46.93	46.87
	1	45.99	47.20	47.01	46.88
	2	46.16	47.53	47.05	46.91
SHO		0.31	0.30	0.19	0.23
0	0	45.76	48.27	48.36	47.46
0	1	45.93	48.02	48.88	47.82
0	2	46.59	47.72	48.06	47.46
10	0	47.40	47.71	46.25	47.12
10	1	46.59	47.39	45.98	47.02
10	2	46.75	47.48	46.81	47.01
20	0	45.80	46.98	46.32	46.36
20	1	46.08	46.79	46.89	46.59
20	2	45.67	47.43	46.93	46.68
30	0	45.79	47.00	46.80	46.53
30	1	45.38	46.61	46.30	46.10
30	2	45.65	47.48	46.40	46.51
SHO		0.63	0.60	0.38	0.46
<i>P değerleri</i>					
PTK		0.079	0.169	<0.001	0.011
PEK		0.898	0.702	0.905	0.989
İnteraksiyon		0.908	0.955	0.358	0.973

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{A,B}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir. ^{a,b}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurtlayan tavuklarda yumurta sarısı L değerine etkisi 1. ve 2. periyotlarda istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 3. periyot ($P<0.01$) ve periyotlar ortalamasında ($P<0.05$) istatistiki olarak önemli olmuştur. Çalışmanın 3. periyodunda rasyonda PTK kullanımı ile yumurta sarısı L değeri önemli derecede düşmüş ve %0 seviyesinde PTK içeren grubun yumurta sarısı L değerine (48.43) %10, 20 ve 30 seviyesinde PTK içeren grupların yumurta L değerine kıyasla (sırasıyla 46.34, 46.71 ve 46.50) önemli derecede yüksek olmuştur. Çalışmanın 3. periyodunda

olduğu gibi periyotlar ortalamasında rasyonda PTK kullanımı ile yumurta sarısı L değeri azalmış, ancak bu azalış rasyonda %0 PTK içeren grubun yumurta sarısı L değeri (47.58) karşılaştırıldığında %10 (47.05%) PTK içeren grupla istatistiki olarak önemsiz, %20 (46.54) ve 30 (46.38) PTK içeren gruplar ile istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yumurta sarısı L değeri çalışmanın 1. periyodunda 45.61-46.91, 2. periyodunda 47.03-48.01 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.

Ana faktör olarak rasyona PEK (0, 1 ve 2 g/kg) ilavesinin yumurta sarısı L değerine etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). İstatistiki olarak önemsiz olmakla beraber grupların 1., 2., 3. periyot ve periyotlar ortalamasında en yüksek değerleri sırasıyla 46.18, 47.53, 47.05 ve 46.91 olarak kaydedilirken en düşük değerler ise sırasıyla 45.99, 47.20, 46.93 ve 46.87 olarak kaydedilmiştir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta sarısı L değerine etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Yumurta L değeri en düşük ve en yüksek ortalamaları çalışmanın 1. periyodunda 45.38-47.40, 2. periyodunda 46.61-48.27, 3. periyodunda 45.98-48.88 ve periyotlar ortalamasında 46.10-47.82 arasında elde edilmiştir.

4.2.8. Yumurta sarısı a değeri

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta sarısı a değerine etkisi Çizelge 4.15'te gösterilmiştir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta sarısı a değerine etkisi 1. periyotta istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 2. periyot, 3. periyot ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0.01$). Rasyonda PTK kullanımı ile 2., 3. periyotlarda ve periyotlar ortalamasında yumurta sarısı a değeri önemli derecede artmış, ancak rasyonlarında PTK içeren grupların yumurta sarısı a değeri istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Çalışmada rasyonunda PTK kullanılmayan grubun (%0) 2. periyot, 3. periyot ve periyotlar ortalamasında yumurta sarısı a değeri sırasıyla 0.20, -0.45 ve 0.38 olarak kaydedilmiş ve bu değerler rasyonunda %10, 20 ve 30 PTK içeren grupların yumurta sarısı a değerlerinden (2. periyotta 1.10-1.29, 3. periyotta 0.79-1.03 ve periyotlar ortalamasında 1.21-1.30 olarak elde edilmiştir) istatistiki olarak düşük olduğu bulunmuştur ($P>0.01$). Çalışmada yumurta sarısı a değeri 1. periyotta 1.40-1.75 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir. Çalışmada

yumurta sarısı a değeri 1. periyottan 3. periyoda doğru yumurta sarısı a değerinde bir azalma söz konusudur. Bu tavukların vücudunda renk pigmentlerinin ilerleyen üretim periyodu ile azaldığını göstermektedir. İlâveten bu çalışma sonuçlarında beklenin aksine yumurta sarısı a değeri artmıştır, yani yumurta sarısında a değerinin rasyonda PTK kullanımı ile yeşil tonunun (yumurta sarısı a değerinin negatif (-) olması) artması beklenirken azalmıştır. Bu durumun yumurta sarısında pigment birikiminin ayrıntılı incelenmesi ile açıklanabileceği söylenebilir.

Çizelge 4.15. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarında yumurta sarısı a değerine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta sarısı a değeri			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		1.40	0.20 ^B	-0.45 ^B	0.38 ^B
10		1.75	1.29 ^A	0.86 ^A	1.30 ^A
20		1.68	1.15 ^A	0.79 ^A	1.21 ^A
30		1.50	1.10 ^A	1.03 ^A	1.21 ^A
SHO		0.15	0.12	0.13	0.11
	0	1.59	0.85	0.51	0.98
	1	1.52	0.99	0.64	1.05
	2	1.63	0.97	0.52	1.04
SHO		0.13	0.10	0.12	0.10
0	0	0.91 ^c	-0.25	-0.92	-0.09 ^c
0	1	1.51 ^{abc}	0.30	-0.25	0.51 ^c
0	2	1.77 ^{ab}	0.56	-0.19	0.71 ^{bc}
10	0	1.87 ^{ab}	1.34	0.83	1.34 ^{ab}
10	1	1.79 ^{ab}	1.47	0.93	1.40 ^a
10	2	1.59 ^{abc}	1.06	0.82	1.16 ^{abc}
20	0	2.20 ^a	1.43	1.06	1.56 ^a
20	1	1.09 ^{bc}	1.02	0.61	0.90 ^{abc}
20	2	1.77 ^{ab}	1.02	0.71	1.16 ^{abc}
30	0	1.40 ^{abc}	0.88	1.09	1.12 ^{abc}
30	1	1.71 ^{abc}	1.19	1.27	1.39 ^{ab}
30	2	1.40 ^{abc}	1.22	0.74	1.12 ^{abc}
SHO		0.25	0.21	0.23	0.20
P değerleri					
PTK		0.328	<0.001	<0.001	<0.001
PEK		0.831	0.604	0.695	0.885
İnteraksiyon		0.023	0.076	0.165	0.033

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{A,B}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.01 düzeyinde önemlidir. ^{a,b,c}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ve ortalamasında yumurta sarısı a değerini istatistiki olarak etkilememiştir (P>0.05). Yumurta sarısı a değeri çalışmanın 1. periyotta 1.52-1.63, 2. periyotta 0.85-0.99, 3.

periyotta 0.51-0.64 ve periyot ortalamasında 0.98-1.05 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta sarısı a değerine etkisi 1. periyot ve periyotlar ortalaması istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0.05$). Çalışmanın 1. periyodunda rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta sarısı a değeri en yüksek 2.20 ile 20*0 grubunda olmuş ve bu grup ile 0*0 (0.91) ve 20*1 (1.09) grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine bu periyotta en düşük yumurta sarısı a değeri 0.91 ile 0*0 grubunda tespit edilmiş ve bu grup ile 0*2 (1.77), 10*0 (1.87), 10*1 (1.79), 20*0 (2.20) ve 20*2 (1.77) grupları arasında istatistiki farklılık bulunmuştur. Periyotlar ortalaması rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta sarısı a değeri 20*0 (1.56) grubunun 0*0 (0.69), 0*1 (0.51) ve 0*2 (0.71) gruplarından önemli derecede yüksek olduğu ve diğer gruplarla istatistiki olarak benzerlik oluşturduğu bulunmuştur ($P>0.05$). Periyotlar ortalamasında en düşük yumurta sarısı a değeri 0.51 ile 0*1 grubunda elde edilmiş ve bu grup ile 10*0 (1.34), 10*1 (1.40), 20*0 (1.56) ve 30*1 (1.39) grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli olmuştur. Çalışmada rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurta sarısı a değeri 2. periyotta 0.25-1.47 ve 3. periyotta 0.19-1.27 arasında olmuş ve istatistiki analiz sonucu farklılıkların rakamsal olduğu tespit edilmiştir.

4.2.9. Yumurta sarısı b değeri

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta b değerine etkisi Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta sarısı b değerine etkisi 1. ve 2. periyotlarda istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), 3. periyotta ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0.01$). Rasyonda PTK kullanımı ile 3. periyota ve periyotlar ortalamasında yumurta sarısı b değeri önemli derecede artmış, ancak rasyonlarında PTK içeren grupların yumurta sarısı b değeri istatistiki benzer bulunmuştur. Çalışmada rasyonunda PTK kullanılmayan grubun (%0) 3. periyotta ve periyotlar ortalamasında yumurta sarısı b değeri sırasıyla 19.71 ve 22.35 olarak kaydedilmiş ve bu değerler rasyonunda %10, 20 ve 30 PTK içeren grupların yumurta sarısı b değerlerinden (3. periyotta 22.78-23.61 ve periyotlar ortalamasında 24.06-24.55 olarak elde edilmiştir) istatistiki olarak düşük olduğu bulunmuştur ($P>0.01$). Çalışmada

yumurda sarısı b değeri 1. periyotta 24.04-25.57 ve 2. periyotta 23.29-24.60 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.

Çizelge 4.16. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarında yumurta sarısı b değerine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurda sarısı b değeri			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		24.04	23.29	19.71 ^B	22.35 ^B
10		25.57	24.48	23.61 ^A	24.55 ^A
20		24.87	24.60	23.17 ^A	24.21 ^A
30		25.21	24.19	22.78 ^A	24.06 ^A
SHO		0.44	0.54	0.37	0.32
	0	24.65	23.57	22.14	23.45
	1	24.68	24.42	22.55	23.89
	2	25.44	24.43	22.27	24.04
SHO		0.38	0.46	0.32	0.28
0	0	22.28 ^c	21.92	18.88	21.03
0	1	24.39 ^{abc}	24.58	20.41	23.13
0	2	25.46 ^{ab}	23.39	19.86	22.90
10	0	26.17 ^{ab}	23.36	23.71	24.41
10	1	25.87 ^{ab}	24.83	23.66	24.79
10	2	24.67 ^{abc}	25.26	23.46	24.46
20	0	25.70 ^{ab}	25.09	23.75	24.85
20	1	23.66 ^{bc}	24.31	22.70	23.56
20	2	25.26 ^{ab}	24.40	23.06	24.24
30	0	24.47 ^{abc}	23.91	22.21	23.53
30	1	24.81 ^{ab}	23.97	23.44	24.08
30	2	26.37 ^a	24.68	22.68	24.58
SHO		0.76	0.93	0.65	0.55
P değerleri					
PTK		0.102	0.325	<0.001	<0.001
PEK		0.267	0.339	0.664	0.312
İnteraksiyon		0.027	0.561	0.532	0.120

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{A,B}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir. ^{a,b,c}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ve ortalamasında yumurda sarısı b değeri istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Yumurda sarısı b değeri çalışmanın 1. periyotta 24.65-25.44, 2. periyotta 23.57-24.43, 3. periyotta 22.14-22.55 ve periyotlar ortalamasında 23.45-24.04 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$).

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurda sarısı b değerine 1. periyotta istatistiki olarak önemli olmuştur ($P>0.05$). Çalışmanın 1. periyodunda rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların yumurda sarısı b değerinin en yüksek 30*2 grubunda (26.37) olmuş ve bu grup ile 0*0

(22.28) ve 20*1 (23.66) grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli olmuştur. Aynı zamanda bu periyotta en düşük yumurta sarısı b değeri 22.28 ile 0*0 grubunda elde edilmiş ve bu grup ile 0*2 (25.26), 10*0 (26.17), 10*1 (25.87), 20*0 (25.70), 20*2 (25.26), 30*1 (24.81) ve 30*2 (26.37) grupları arasındaki farklılık önemli olmuştur. Yumurta sarısı b değeri 2. periyotta 21.92-25.26, 3. periyotta 18.88- 23.75 ve periyotlar ortalamasında 21.03-24.85 arasında elde edilmiştir.

4.2.10. Yumurta sarısı Roche skoru

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta sarısı Roche skoruna etkisi Çizelge 4.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarında yumurta sarısı Roche skoruna etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta sarısı Roche skoru			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		6.54 ^B	6.59 ^B	5.37 ^C	6.15 ^B
10		7.55 ^A	7.50 ^A	7.14 ^B	7.40 ^A
20		7.66 ^A	7.52 ^A	7.56 ^A	7.58 ^A
30		7.48 ^A	7.47 ^A	7.46 ^{AB}	7.47 ^A
SHO		0.10	0.13	0.11	0.10
	0	7.32	7.27	6.76	7.10
	1	7.31	7.41	7.05	7.26
	2	7.29	7.13	6.85	7.09
SHO		0.08	0.11	0.10	0.08
0	0	6.19 ^e	6.46	4.99	5.84
0	1	6.87 ^{cd}	6.99	5.68	6.51
0	2	6.56 ^{de}	6.33	5.44	6.11
10	0	7.71 ^{ab}	7.59	6.98	7.42
10	1	7.59 ^{ab}	7.73	7.34	7.56
10	2	7.36 ^{bc}	7.18	7.11	7.21
20	0	7.97 ^a	7.65	7.67	7.76
20	1	7.29 ^{bc}	7.48	7.60	7.46
20	2	7.71 ^{ab}	7.42	7.43	7.52
30	0	7.41 ^{abc}	7.38	7.40	7.39
30	1	7.49 ^{ab}	7.45	7.58	7.51
30	2	7.54 ^{ab}	7.60	7.41	7.51
SHO		0.17	0.23	0.20	0.17
P değerleri					
PTK		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PEK		0.977	0.255	0.122	0.339
İnteraksiyon		0.026	0.507	0.610	0.207

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{A,B,C}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.01 düzeyinde önemlidir. ^{a,b,c,d,e}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesi yumurta sarısı Roche skorunu 1., ve 2., 3. periyotta ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak etkilemiştir ($P<0.01$). Rasyonda PTK kullanımı ile yumurta sarısı Roche skorunda artış gözlenmektedir. Çalışmada rasyonunda PTK kullanılmayan grubun (%0) 1., 2. periyotlar ve periyotlar ortalamasında yumurta sarısı Roche skoru sırasıyla 6.54, 6.59 ve 6.15 olarak kaydedilmiş ve bu değerler rasyonunda %10, 20 ve 30 PTK içeren grupların yumurta sarısı Roche skorundan (1. periyotta 7.48-7.66, 2. periyotta 7.47-7.52 ve periyotlar ortalamasında 7.40-7.58 olarak elde edilmiştir) istatistiki olarak düşük olduğu bulunmuştur ($P>0.01$). Çalışmanın 3. periyodunda ise %0 PTK içeren grubun yumurta sarısı Roche skoru (5.37), diğer rasyon PTK seviyelerinden düşük bulunurken, rasyonunda %10 PTK içeren grubun yumurta sarısı Roche skoru (7.14) %0 PTK içeren gruptan yüksek (5.37), %20 PTK içeren gruptan (7.56) önemli derecede düşük ve %30 PTK içeren grup (7.46) benzer bulunmuştur. Çalışmada en yüksek yumurta sarısı Roche skoru 7.56 ile rasyonunda %20 PTK içeren grupta elde edilmiş olup, rasyonlarında %0 ve 10 PTK içeren gruplardan önemli derecede yüksek, %30 PTK içeren grup ile benzer bulunmuştur. Literatürde yumurta sarısı L, a, ve b değerine rasyon PTK seviyesinin etkisini inceleyen çalışmaya rastlanılmamış, yumurta sarısı rengi inceleyen çalışmalarda ise sadece yumurta sarısı renk skoru olarak verilmiştir. Bu çalışma sonuçları genel olarak mevcut çalışma ile uyumludur. Gilani ve ark. (2013) yumurta tavuğu rasyonlarında %10 ve 20 seviyelerinde PTK kullanımının yumurta sarısı renk skorunu arttırdığını bildirmişlerdir. Benzer olarak Wu ve ark. (2019) rasyonda PTK (%6 ve 12) kullanımı ile yumurta sarısı renginde koyulaşma gözlendiğini belirtmişlerdir. Yuan ve ark. (2014) ise rasyonda %6 seviyesinde PTK kullanımının yumurta sarısı rengini koyulaştırdığını belirtmişlerdir. Ancak mevcut çalışmadan farklı olarak Wang ve ark. (2020) %16.35'e kadar PTK kullanımının yumurta sarısı rengini etkilemediğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra yumurta sarısı renk parametrelerinin (pigmentasyonun) artması rasyonda PTK seviyesinin artışı ile rasyonun enerji dengesinin korunması amacıyla artan seviyede yağ ilavesinden kaynaklanmış olabilir. Yani rasyonda artan yağ seviyesi pigmentlerin çözünabilirliğini arttırmış olabilir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ve periyotlar ortalamasında yumurta sarısı Roche skorunu istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Çalışmada rasyona PEK ilave edilen grupların yumurta sarısı Roche skoru 1. periyotta 7.29-7.32, 2. periyotta 7.13-7.41, 3. periyotta 6.76-7.05 ve periyotlar ortalamasında 7.09-7.26 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$).

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksyonların yumurta sarısı Roche skoruna etkisi 1. periyotta istatistiki olarak önemli olmuştur ($P>0.05$). Bu periyotta 0*0 grubunun yumurta sarısı Roche skoru 6.19 olup, bu grubun yumurta sarısı Roche skoru 0*2 grubu (6.56) hariç diğer interaksyon gruplarının yumurta sarısı Roche skorundan (6.87-7.97) önemli derecede düşük bulunmuştur. Yine 1. periyotta en yüksek yumurta sarısı Roche skoru 7.97 ile 20*0 grubunda elde edilmiş ve bu grubun yumurta sarısı Roche skoru 0*0 (6.19), 0*1 (6.87), 0*2 (6.56), 10*2 (7.36) ve 20*1 (7.29) gruplarından önemli derecede yüksek olmuştur. Çalışmada interaksyon gruplarının yumurta sarısı Roche skoru 2. periyotta 6.33-7.73, 3. periyotta 4.99-7.67 ve periyotlar ortalamasında 5.84-7.76 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$).

4.2.11. Yumurta akı pH'sı

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta akı pH'sına etkisi Çizelge 4.18'de gösterilmiştir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarında yumurta akı pH'sına etkisi 1., 2. ve 3. periyotlarda istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), periyotlar ortalamasında bu etki önemli olmuştur ($P<0.05$). Çalışmada periyotlar ortalamasında rasyonunda %30 seviyesinde PTK içeren grubun yumurta akı pH'sı 7.77 ile rasyonlarında %0 (7.68) ve %10 (7.66) seviyesinde PTK içeren grupların yumurta akı pH değerlerinden önemli derecede yüksek iken, rasyonunda %20 PTK içeren grubun yumurta akı pH'sı (7.72) ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Yumurta akı pH'sı çalışmanın 1. periyot 7.59-7.74, 2. periyot 7.51-7.66 ve 3. periyodunda 7.79-7.91 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir. Yumurta akı pH'sına PTK'nın etkisi üzerine herhangi veri bulunamamıştır.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmanın bütün periyotlarında ve ortalamasında yumurta akı pH'sını istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Yumurta akı pH'sı çalışmanın 1. periyodunda 7.65-7.71, 2. periyodunda 7.58-7.60, 3. periyodunda 7.87-7.88 ve periyotlar ortalamasında 7.70-7.71 arasında ölçülmüş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksyonların yumurta akı pH'sına etkisi 1. periyotta ve periyotlar ortalamasında istatistiki olarak önemli olmuştur ($P>0.05$). Çalışmanın 1. periyodunda rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu

Çizelge 4.18. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarında yumurta akı pH'sına etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta akı pH'sı			
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	Periyotlar ortalaması
0		7.59	7.58	7.91	7.68 ^b
10		7.66	7.51	7.79	7.66 ^b
20		7.71	7.61	7.89	7.72 ^{ab}
30		7.74	7.66	7.90	7.77 ^a
SHO		0.04	0.36	0.04	0.02
	0	7.71	7.58	7.88	7.71
	1	7.65	7.59	7.88	7.71
	2	7.67	7.60	7.87	7.70
SHO		0.03	0.031	0.03	0.02
0	0	7.60 ^{bc}	7.67	7.85	7.70 ^{bc}
0	1	7.56 ^c	7.55	7.92	7.67 ^{bc}
0	2	7.62 ^{bc}	7.54	7.97	7.66 ^{bc}
10	0	7.66 ^{bc}	7.45	7.79	7.64 ^c
10	1	7.63 ^{bc}	7.53	7.78	7.64 ^c
10	2	7.70 ^{bc}	7.57	7.81	7.69 ^{bc}
20	0	7.64 ^{bc}	7.51	7.87	7.64 ^c
20	1	7.82 ^{ab}	7.61	8.00	7.81 ^{ab}
20	2	7.67 ^{bc}	7.68	7.81	7.72 ^{abc}
30	0	7.94 ^a	7.68	7.99	7.87 ^a
30	1	7.60 ^{bc}	7.68	7.83	7.71 ^{bc}
30	2	7.70 ^{bc}	7.63	7.87	7.73 ^{abc}
SHO		0.07	0.062	0.07	0.04
P değerleri					
PTK		0.075	0.051	0.194	0.031
PEK		0.554	0.872	0.965	0.945
İnteraksiyon		0.044	0.252	0.337	0.045

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, 1. periyot: 39.-42. hafta, 2. periyot: 43.-46. hafta, 3. periyot: 47.-50. hafta ve periyot ortalaması: 39.-50. hafta yaşlar arasıdır. ^{a,b,c}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

interaksiyonların yumurta akı pH'sı 7.94 ile en yüksek 30*0 grubunda olmuş ve bu grup ile 20*1 (7.82) grubu hariç diğer interaksiyon grupları (7.56-7.70) arasındaki farklılık önemli olmuştur. Yine bu periyotta en düşük yumurta akı pH'sı 7.56 ile 0*1 grubunda elde edilmiş ve bu grup ile 20*1 (7.82) ve 30*0 (7.94) grupları arasındaki farklılık önemli olmuştur. Çalışmanın periyotlar ortalamasında 10*0, 10*1 ve 20*0 gruplarının yumurta akı pH'sı 7.64 ile 20*1 (7.81) ve 30*0 (7.87) gruplarına göre önemli derecede düşük olurken, 30*0 grubunun yumurta akı pH'sı 7.87 ile 20*1 (7.87), 20*2 (7.72) ve 30*2 (7.73) grupları hariç diğer grupların yumurta akı pH'larından (7.64-7.71) önemli derecede yüksek bulunmuştur. Çalışmada interaksiyon gruplarının yumurta akı pH'ları 2. periyotta 7.45-7.68 ve 3. periyotta 7.78-8.00 arasında elde edilmiş, ancak farklılıklar istatistiki olarak benzerlik göstermiştir ($P > 0.05$).

4.3. Yumurta Raf Ömrü (Depolama) Parametreleri

Üretilen yumurtanın aynı gün pazarlanmasının mümkün olmadığı gibi, tüketici tarafından alınan yumurtanın hepsinin aynı gün tüketilmesi de mümkün değildir. Dolayısıyla yumurtanın belli koşullarda ve sürede depolanması hem üretici ve hem de tüketici tarafından yapılan genel bir uygulamadır. Bu çalışmada tüketicinin başlıca depolama aracı olan buzdolabı (+4 °C) temel alınmış olup, böylece besleme dışında raf ömrüne yada depolama sonrası parametrelerine etkisini nötürlenmesi amaçlanmıştır. Ancak literatürde rasyonda PTK kullanımının yumurta raf ömrüne veya depolama sonrası yumurta kalitesine etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu durum mevcut çalışmanın bu alandaki boşluğu doldurması bakımından önemini göstermektedir.

4.3.1. Yumurta dış kalite parametreleri

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurta tavuklarında depolama sonrası yumurta dış kalite parametrelerine etkisi Çizelge 4.19'da gösterilmiştir.

Yumurtaların depolama sonrası özgül ağırlığı ve kabuk kalınlığı ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinden istatistiki olarak etkilenirken ($P < 0.01$), yumurta ağırlığı, yumurta ağırlık kaybı, kabuk kırılma direnci ve kabuk ağırlığı istatistiki olarak etkilenmemiştir ($P > 0.05$). Çalışmada depolama sonrası yumurtaların dış kalitesine bakıldığında rasyonda %20 PTK içeren grubun yumurta özgül ağırlığı 1.068 g/cm^3 ile rasyonlarında %0 ve 30 PTK (sırasıyla 1.061 ve 1.063 g/cm^3) içeren gruplardan istatistiki olarak daha yüksek olur iken, %20 PTK içeren grupta (1.065 g/cm^3) istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Depolama sonrası en düşük yumurta özgül ağırlığı 1.061 g/cm^3 ile rasyonunda %0 PTK içeren grupta elde edilmiş olup, bu grup ile %20 PTK içeren grup arasındaki farklılık önemli, diğer PTK seviyeleri ile benzer bulunmuştur. Depolama sonrası rasyonunda %0 PTK içeren grubun kabuk kalınlığı ($342.32 \mu\text{m}$) rasyonlarında %10, %20 ve %30 PTK (sırasıyla 370.38 , 369.09 ve $375.58 \mu\text{m}$) içeren gruplardan istatistiki olarak daha düşük bulunmuştur. Depolama sonrası yumurta ağırlığı 59.69 - 60.67 g , yumurta ağırlık kaybı $\%0.55$ - 3.33 , kabuk kırılma direnci 3.50 - 3.79 kg ve kabuk ağırlığı $\%9.09$ - 9.17 arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.

Çizelge 4.19. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin depolama sonrası yumurta dış kalite parametrelerine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Yumurta ağırlığı, g	Yumurta ağırlık kaybı, g	Özgül ağırlık, g/cm ³	Kabuk kırılma direnci, kg	Kabuk kalınlığı, µm	Kabuk ağırlığı, %
0		60.66	1.14	1.061 ^B	3.66	342.32 ^B	9.09
10		59.98	3.33	1.065 ^{AB}	3.79	370.38 ^A	9.17
20		60.67	2.83	1.068 ^A	3.50	369.09 ^A	9.13
30		59.69	0.55	1.063 ^B	3.60	375.58 ^A	9.14
SHO		0.76	0.86	0.001	0.09	2.45	0.10
	0	60.52	2.53	1.063	3.77	367.57 ^a	9.16
	1	60.31	2.83	1.063	3.51	359.27 ^b	9.06
	2	59.91	2.53	1.067	3.63	366.19 ^a	9.18
SHO		0.66	0.74	0.001	0.08	2.20	0.09
0	0	62.46	0.39	1.060	3.80	344.13	9.15
0	1	59.81	1.92	1.062	3.66	334.00	9.10
0	2	59.70	1.12	1.062	3.51	348.83	9.04
10	0	60.72	0.70	1.068	3.96	376.26	9.33
10	1	60.01	4.41	1.060	3.61	358.54	8.73
10	2	59.21	4.88	1.066	3.79	376.34	9.45
20	0	60.10	0.77	1.064	3.49	371.02	9.16
20	1	60.09	4.02	1.070	3.50	370.81	9.32
20	2	61.82	3.70	1.070	3.51	365.46	8.90
30	0	58.82	0.28	1.060	3.83	378.90	8.99
30	1	61.33	0.95	1.062	3.27	373.73	9.09
30	2	58.92	0.44	1.068	3.70	374.13	9.34
SHO		1.32		1.49	0.15	4.24	0.18
P değerleri							
PTK		0.741	0.084	0.007	0.174	<0.001	0.963
PEK		0.804	0.072	0.062	0.076	0.026	0.610
İnteraksiyon		0.392	0.850	0.072	0.500	0.122	0.061

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, ^{A,B}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.01 düzeyinde önemlidir. ^{a,b}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyona PEK (0, 1 ve 2 g/kg) ilavesinin depolama sonrası yumurta ağırlığı (59.91-60.52 g), yumurta ağırlık kaybı (%2.53-2.83), yumurta özgül ağırlığı (1.063-1.067 g/cm³), kabuk kırılma direnci (3.51-3.77 kg) ve kabuk ağırlığı (%9.06-9.18) arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık bulunmamıştır (P>0.05). Ancak depolama sonrası kabuk kalınlığı 1 g/kg seviyesinde PEK ilave edilen grupta (359.27 µm), 0 (367.57 µm) ve 2 (366.19 µm) g/kg seviyelerinde PEK ilave edilen gruplara göre düşük bulunmuştur (P<0.05).

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların depolama sonrası yumurta ağırlığı (58.82-62.46), yumurta ağırlık kaybı (%0.39-4.88), yumurta özgül ağırlığı (1.060-1.070 g/cm³), kabuk kırılma direnci (3.27-3.96 kg), kabuk kalınlığı

(334.00-378.90 μm) ve kabuk ağırlığı (%8.73-9.45) arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık görülmemiştir ($P>0.05$).

4.3.2. Yumurta iç kalite parametreleri

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurtlayan tavukların depolama sonrası yumurta iç kalitesine etkisi Çizelge 4.20’de gösterilmiştir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarının yumurta iç kalite parametrelerinden ak indeksini, sarı indeksini ve Haugh birimini istatistiki olarak etkilemezken ($P>0.05$), yumurta sarısı L, a, b ve Roche skoru ile yumurta akı pH’sını istatistiki olarak etkilemiştir ($P<0.01$). Çalışmada rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarının yumurta sarısı L değeri %10 PTK içeren grubun (45.87) %30 PTK içeren gruptan (43.80) önemli derecede yüksek olduğu ve diğer gruplarla da istatistiki olarak benzer olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). Çalışmada depolama sonrası yumurta sarısı L değeri rasyonunda %30 PTK bulunan grupta (43.80) diğer PTK seviyelerine göre önemli derecede düşük bulunmuştur. Aksine depolama sonrası yumurta sarısı a değeri 0.13’den 1.07’ye rasyonda PTK kullanımı ile önemli derecede artmış, ancak rasyonunda PTK kullanılan gruplar arasında yumurta sarısı a değeri bakımından farklılık bulunamamıştır. Depolama sonrası yumurta sarısı b değeri rasyon PTK seviyesinden etkilenmiş olup, rasyonunda %10 PTK kullanılan grubun yumurta sarı b değeri (22.97) diğer PTK gruplarında önemli derecede yüksek bulunurken, rasyonunda %30 PTK kullanılan grubun yumurta sarısı b değeri (18.48) diğer PTK gruplarından önemli derecede düşük bulunmuştur. Kontrol (%0 PTK) grubuna göre yumurta sarısı Roche skoru (6.12) depolama sonrasında rasyonda PTK kullanımı ile önemli derecede artmıştır. Depolama sonrası en yüksek yumurta sarısı Roche skoru 8.23 ile rasyonunda %30 PTK kullanılan grupta kaydedilmiş olup, bu grup ile rasyonlarında %0 (6.12) ve 10 (7.67) seviyesinde PTK içeren gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Depolama sonrası rasyonunda %0 ve 10 seviyesinde PTK kullanılan grupların yumurta akı pH’sı (sırasıyla 8.73 ve 8.71) rasyonunda %20 ve 30 seviyelerinde PTK kullanılan grupların yumurta akı pH’sından (sırasıyla 8.61 ve 8.58) önemli derecede yüksek bulunmuştur. İstatistiki farklılık olmamakla beraber depolama sonrası ak indeksi 2.68-2.91, sarı indeksi 39.60-40.54 ve Haugh birimi 69.13-72.16 arasında kaydedilmiştir.

Çizelge 4.20. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin depolama sonrası yumurta iç kalite parametreleri üzerine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Ak indeksi	Sarı indeksi	Haugh birimi	L	a	b	Roche skoru	Ak pH'sı
0		2.68	39.64	69.13	45.59 ^A	0.13 ^B	19.94 ^B	6.12 ^C	8.73 ^A
10		2.90	39.79	72.16	45.87 ^A	1.07 ^A	22.97 ^A	7.67 ^B	8.71 ^A
20		2.84	39.60	71.07	45.78 ^A	1.06 ^A	21.01 ^B	7.76 ^{AB}	8.61 ^B
30		2.91	40.54	71.15	43.80 ^B	0.95 ^A	18.48 ^C	8.23 ^A	8.58 ^B
SHO		0.07	0.37	0.90	0.36	0.109	0.49	0.18	0.001
	0	2.79	39.21 ^b	70.18	45.13 ^{ab}	0.55	19.31 ^B	7.32	8.67
	1	2.76	40.14 ^a	70.19	44.71 ^b	0.89	21.15 ^A	7.61	8.65
	2	2.95	40.33 ^a	72.27	45.95 ^a	0.76	21.34 ^A	7.41	8.65
SHO		0.06	0.31	0.78	0.31	0.08	0.42	0.16	0.01
0	0	2.70	38.99	70.32 ^{abc}	46.11	-0.80 ^E	18.49	5.60	8.74
0	1	2.48	39.76	65.59 ^c	44.31	0.45 ^C	20.91	6.68	8.71
0	2	2.87	40.17	71.49 ^{ab}	46.34	-0.09 ^D	20.43	6.09	8.73
10	0	2.69	38.43	69.19 ^{ab}	45.96	0.83 ^{ABC}	21.92	7.27	8.71
10	1	2.78	40.15	72.02 ^{bc}	45.30	1.61 ^A	23.41	8.00	8.71
10	2	3.22	40.79	75.27 ^a	46.36	0.98 ^{ABC}	23.59	7.74	8.72
20	0	2.91	39.33	72.62 ^{ab}	45.48	1.41 ^A	20.59	8.04	8.64
20	1	2.89	40.03	71.74 ^{ab}	45.91	0.80 ^{ABC}	21.69	7.40	8.61
20	2	2.72	39.43	68.85 ^{bc}	45.95	0.98 ^{ABC}	20.76	7.84	8.58
30	0	2.83	40.09	68.59 ^{bc}	42.96	0.71 ^{BC}	16.25	8.39	8.57
30	1	2.90	40.61	71.39 ^{ab}	43.31	0.95 ^{ABC}	18.60	8.35	8.58
30	2	2.99	40.92	73.46 ^{ab}	45.13	1.20 ^{AB}	20.60	7.97	8.59
SHO		0.12	0.62	1.57		0.85		0.28	0.02
P değerleri									
PTK		0.112	0.264	0.152	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PEK		0.079	0.044	0.110	0.023	0.064	0.002	0.446	0.605
İnteraksiyon P		0.081	0.729	0.013	0.345	0.002	0.345	0.155	0.730

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, ^{A,B,C,D,E}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.01 düzeyinde önemlidir. ^{a,b,c}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyona PEK ilavesi çalışmada depolama sonrası yumurta iç kalitesi parametrelerinden ak indeksini, Haugh birimini, yumurta sarısı a değeri ile Roche skorunu ve yumurta akı pH'sını istatistiki olarak etkilemezken ($P>0.05$), sarı indeksi ($P<0.05$) ile yumurta sarısı L ($P<0.05$) ve b ($P<0.01$) değerlerini istatistiki olarak etkilemiştir. Depolama sonrası sarı indeksi rasyona PEK ilavesi ile önemli derecede artmış ve 39.21'den (0 g/kg) 40.14 ve 40.33'e kadar yükselmiştir. Rasyona 2 g/kg seviyesinde PEK ilave edilen grubun depolama sonrası yumurta sarısı L değeri (45.95) rasyonuna 1 g/kg seviyesinde PEK ilave edilen gruptan (44.71) önemli derecede yüksek bulunmuş ve PEK ilavesiz grup (45.13) ile benzer olmuştur. Depolama sonrası yumurta sarısı b değeri 0 g/kg seviyesinde PEK ilavesi ile 19.31'den 1 g/kg PEK ilavesinde 21.15'e ve 2 g/kg PEK ilavesinde 21.34'e önemli derecede artmış, ancak PEK ilaveli gruplar arasında benzer olmuştur. İstatistiki farklılık olmamakla beraber depolama sonrası ak indeksi 2.76-2.95, Haugh birimi 70.18-72.27, yumurta sarısı a değeri 0.55-0.89, yumurta sarısı Roche skoru 7.32-7.61 ve yumurta akı pH'sı 8.65-8.67 arasında kaydedilmiştir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların depolama sonrası yumurta iç kalitesi parametrelerinden Haugh birimini ($P<0.05$) ve yumurta sarısı a değerini ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli etkilemiş, ancak ak indeksi (2.48-3.22), sarı indeksi (38.43-40.92), yumurta sarısı L (42.96-46.36), b (16.25-23.59), Roche skoru (5.60-8.39) ve yumurta akı pH'sı (8.57-8.74) interaksiyon gruplarından etkilenmemiştir ($P>0.05$). Yumurtaların depolanması sonrasında 10*2 grubunun Haugh birimi 75.27 ile 0*1 (65.59), 10*1 (72.02), 20*2 (68.85) ve 30*0 (68.59) gruplarından önemli derecede yüksek, diğer gruplarla istatistiki olarak benzer olarak bulunmuştur. Çalışmada 0*0 grubunun depolama sonrası yumurta sarısı a değeri (-0.80) diğer interaksiyon gruplarından düşük, 0*2 grubununki ise (-0.09) 0*0 grubundan yüksek diğer gruplardan düşük, 0*1 grubununki (0.45) ise 0*0 ve 0*2 gruplarında yüksek diğer gruplardan düşük bulunmuştur. Yine 10*1 (1.61) ve 20*0 (1.41) gruplarının depolama sonrası yumurta sarısı a değeri (sırasıyla 1.61 ve 1.41) 0*0 (-0.80), 0*1 (0.45), 0*2 (-0.09) ve 30*0 (0.71) gruplarından önemli derecede yüksek diğer interaksiyon grupları ile benzer bulunmuştur.

4.4. Serum Biyokimyası ve Kan Hematolojisi

4.4.1. Serum biyokimya parametreleri

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurtlayan tavukların serum biyokimyasına etkisi Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarının serum üre, kreatin, total protein, albümin ve globulin konsantrasyonları üzerine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Üre, mg/dL	Kreatin, mg/dL	Total protein, g/dL	Albumin, g/dL	Globulin, g/dL
0		5.11 ^{ab}	0.384	5.91	2.05	3.91
10		5.22 ^{ab}	0.381	6.51	2.08	4.42
20		4.66 ^b	0.334	5.75	2.01	3.74
30		5.88 ^a	0.389	6.32	2.04	4.27
SHO		0.29	0.009	0.23	0.04	0.19
	0	5.56	0.370	6.19	2.10	4.09
	1	5.27	0.364	6.21	2.04	4.16
	2	4.83	0.382	5.96	2.00	4.00
SHO		0.25	0.007	0.20	0.041	0.17
0	0	5.00 ^{bc}	0.392 ^a	6.36	2.13	4.23
0	1	5.00 ^{bc}	0.390 ^a	6.06	2.03	4.03
0	2	5.33 ^{abc}	0.370 ^a	5.30	2.01	3.46
10	0	6.33 ^{ab}	0.382 ^a	6.70	2.16	4.53
10	1	4.00 ^c	0.388 ^a	6.16	2.03	4.13
10	2	5.33 ^{abc}	0.373 ^a	6.66	2.06	4.60
20	0	4.66 ^{bc}	0.318 ^b	5.73	1.96	3.76
20	1	5.33 ^{abc}	0.293 ^b	5.86	2.10	3.76
20	2	4.00 ^c	0.393 ^a	5.66	1.96	3.70
30	0	6.25 ^{ab}	0.388 ^a	5.96	2.13	3.83
30	1	6.75 ^a	0.388 ^a	6.76	2.03	4.73
30	2	4.66 ^{bc}	0.392 ^a	6.23	1.96	4.26
SHO		0.51	0.015	0.41	0.08	0.33
P değerleri						
PTK		0.046	0.185	0.104	0.695	0.063
PEK		0.141	0.639	0.639	0.257	0.801
İnteraksiyon		0.013	0.021	0.454	0.687	0.330

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, ^{a,b,c}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesi yumurta tavuklarının serum biyokimya parametrelerinden kreatin, total protein, albumin ve globulin konsantrasyonunu istatistiki etkilemezken ($P>0.05$), üre konsantrasyonunu istatistiki olarak etkilemiştir ($P<0.05$). Rasyonunda %30 PTK kullanılan grubun serum üre konsantrasyonu 5.88 mg/dL ile rasyonunda %20 PTK kullanılan gruptan (4.66 mg/dL) önemli derecede yüksek ve bu iki grubun serum üre konsantrasyonu ile rasyonunda %0 ve 10 (sırasıyla 5.11 ve 5.22 mg/dL) PTK kullanılan grupların serum üre konsantrasyonu benzer olmuştur. Çalışmada yumurta

tavuklarının serum kreatin 0.334-0.389 mg/dL, total protein 5.75-6.51 g/dL, albümin 2.01-2.08 mg/dL ve globülin 3.74-4.42 g/dL arasında tespit edilmiş olup, istatistiki olarak bir etkisi gözlenmemiştir. Yine Çizelge 4.22 incelendiğinde ana faktör olarak rasyon PTK seviyesi serum glukoz 258.33-273.55 mg/dL, kolesterol 138.88-152.00 mg/dL, HDL 13.28-14.94 mg/dL, AST 233.55-401.33 U/L, fosfor 5.28-5.97 mg/dL ve kalsiyum 25.48-27.32 mg/dL arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$). Adeyemo (2008) yumurta tavuğu rasyonlarında %3.23, 6.48, 9.71 ve 12.97 seviyelerinde, Apata (2010) ise %15 seviyesinde pamuk tohumu keki kullanılmasının serum biyokimyasal değerlerini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Ana faktör olarak rasyona PEK (0, 1 ve 2 g/kg) ilavesinin serum üre seviyesi 4.83-5.56 mg/dL, kreatin seviyesi 0.364-0.382 mg/dL, total protein seviyesi 5.96- 6.21 g/dL, albumin seviyesi 2.00-2.10 g/dL ve globulin seviyesi 4.00-4.16 g/dL arasında analiz edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.21.). Ana faktör olarak rasyon PEK ilavesi yumurta tavuklarının serum AST ve kalsiyum konsantrasyonlarını istatistiki olarak etkilemezken ($P>0.05$), serum glukoz ($P<0.05$), kolesterol ($P<0.01$), HDL ($P<0.05$) ve fosfor ($P<0.01$) konsantrasyonlarını önemli derecede etkilemiştir (Çizelge 4.22.). Çalışmada rasyona PEK ilavesi ile serum glukoz konsantrasyonu artmış, ancak bu artış 0 g/kg (254.08 mg/dL) ile 1 g/kg (276.49 mg/dL) grupları arasında önemli iken 2 g/kg grubu (264.83 mg/dL) ile benzer olmuştur. Serum kolesterol konsantrasyonu rasyona PEK ilavesi ile önemli derecede artmıştır. Çalışmada PEK ilavesiz (0 g/kg) grubun serum kolesterol konsantrasyonu 132.33 mg/dL ile rasyona 1 (152.50 mg/dL) ve 2 (154.25 mg/dL) g/kg PEK ilave edilen gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur. Serum kolesterol konsantrasyonunun aksine rasyona PEK ilavesi ile serum HDL konsantrasyonu önemli derecede düşmüştür. Çalışmada PEK ilavesiz (0 g/kg) grubun serum HDL konsantrasyonu 15.90 mg/dL ile rasyona 1 (13.54 mg/dL) ve 2 (13.18 mg/dL) g/kg PEK ilave edilen gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Rasyonun PEK ilave edilmeyen (0 g/kg) grubun serum fosfor konsantrasyonu (5.50 mg/dL) rasyonuna 1 g/kg PEK ilave edilen gruptan (6.28 mg/dL) yüksek, ancak rasyonuna 2 g/kg PEK ilave edilen grup (5.18 mg/dL) benzer bulunmuştur. Çalışmada serum AST konsantrasyonu 291.25-306.75 U/L ve kalsiyum konsantrasyonu 25.99-27.06 mg/dL değerleri arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir. Ali ve ark. (2017) ise yumurta tavuğu rasyonlarında enzim (0.5 g/kg) ve probiyotik (0.5 g/kg) tek yada kombine kullanımının serum kolesterolünü düşürürken, serum HDL konsantrasyonunu arttırdığını bildirmişlerdir. Aguihe ve ark. (2020) etlik

piliç rasyonlarına %0.5 ve 1 seviyesinde PEK ilavesinin serum glukoz seviyesini etkilemediğini, ancak serum kolesterolünde düşmeye neden olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.22. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarının serum glukoz, kolesterol, HDL, AST, fosfor ve kalsiyumu üzerine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Glukoz, mg/dL	Kolesterol, mg/dL	HDL, mg/dL	AST, U/L	Fosfor, mg/dL	Kalsiyum, mg/dL
0		261.66	146.44	13.70	297.77	5.57	25.48
10		258.33	152.00	14.94	233.55	5.28	27.31
20		267.00	138.88	14.91	271.00	5.77	26.32
30		273.55	148.11	13.28	401.33	5.97	27.32
SHO		6.33	4.58	0.86	44.03	0.20	0.79
	0	254.08 ^b	132.33 ^B	15.90 ^a	304.75	5.50 ^B	27.06
	1	276.49 ^a	152.50 ^A	13.54 ^b	306.75	6.28 ^A	26.77
	2	264.83 ^{ab}	154.25 ^A	13.18 ^b	291.25	5.18 ^B	25.99
SHO		5.48	3.96	0.74	38.13	0.17	0.68
0	0	262.33	128.00 ^C	17.83	277.66	5.73 ^{ABC}	27.36
0	1	265.00	128.33 ^C	11.16	401.66	6.70 ^{AB}	25.65
0	2	257.66	183.00 ^A	12.10	214.00	4.30 ^D	23.43
10	0	246.66	155.00 ^B	16.86	303.00	5.56 ^{BC}	28.60
10	1	271.33	156.33 ^B	15.06	214.66	5.00 ^{CD}	26.40
10	2	257.00	144.66 ^{BC}	12.90	183.00	5.30 ^{CD}	26.93
20	0	251.00	126.66 ^C	16.26	155.00	5.03 ^{CD}	26.60
20	1	286.33	145.66 ^{BC}	12.60	251.66	6.66 ^{AB}	25.60
20	2	263.66	144.33 ^{BC}	15.86	406.33	5.63 ^{ABC}	26.76
30	0	256.33	119.66 ^C	12.63	483.33	5.66 ^{ABC}	25.70
30	1	283.33	179.66 ^A	15.35	359.00	6.76 ^A	29.43
30	2	281.00	145.00 ^{BC}	11.86	361.66	5.50 ^C	26.83
SHO		10.97	7.93	1.47	76.27	0.35	1.37
P değerleri							
PTK		0.361	0.247	0.428	0.062	0.125	0.306
PEK		0.023	0.001	0.028	0.952	<0.001	0.524
İnteraksiyon		0.745	<0.001	0.062	0.101	0.006	0.232

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, HDL: Yüksek yoğunluklu lipoprotein, AST: Aspartat aminotransferaz, ^{A,B,C,D}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.01 düzeyinde önemlidir. ^{a,b}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların serum biyokimya parametrelerinden üre ve kreatin konsantrasyonlarına etkisi istatistiki olarak önemli olmuş (P<0.05), total protein, albümin ve glübülin konsantrasyonlarına ise önemsiz olmuştur (P>0.05; Çizelge 4.21.). Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonlar en yüksek serum üre konsantrasyonu 6.75 mg/dL ile 30*1 grubunda elde edilmiş olup, bu grup ile 0*0 (5.00 mg/dL), 0*1 (5.00 mg/dL), 10*1 (4.00 mg/dL), 20*0 (4.66 mg/dL), 20*2 (4.00 mg/dL) ve 30*2 (4.66 mg/dL) grupları arasındaki farklılık önemli olmuştur. Ayrıca 10*1 ve 20*0 gruplarının 4.00 mg/dL ile serum üre

konsantrasyonu 10*0 (6.33 mg/dL), 30*0 (6.25 mg/dL) ve 30*1 (6.75 mg/dL) gruplarına göre önemli derecede düşük bulunmuştur. İnteraksiyon gruplarından 20*0 ve 20*1 gruplarının serum kreatin konsantrasyonu sırasıyla 0.318 ve 0.293 mg/dL ile diğer interaksiyon gruplarına (0.370-0.393 mg/dL) göre önemli derecede düşük bulunmuştur. En yüksek serum kreatin konsantrasyonu ise 0.393 mg/dL ile 20*2 grubunda elde edilmiş olup, bu grup ile 20*0 ve 20*1 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli, diğer interaksiyon grupları ile benzer bulunmuştur. Çalışmada PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların serum total protein 5.30-6.76 g/dL, albumin 1.96-2.16 g/dL ve globülin 3.46-4.73 g/dL elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık bulunmamıştır. Ayrıca rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksiyonların serum glukozu, HDL, AST ve kalsiyum konsantrasyonlarına etkisi istatistiki olarak önemsiz iken ($P>0.05$), serum kolesterol ve fosfor konsantrasyonlarına etkisi önemli olmuştur ($P<0.01$; Çizelge 4.22). İnteraksiyon gruplarından 30*0 grubunun serum kolesterol konsantrasyonu 119.66 mg/dL ile en düşük bulunmuş ve bu grup ile 0*2 (183.00 mg/dL), 10*0 (155.00 mg/dL), 10*1 (156.33 mg/dL) ve 30*1 (179.66 mg/dL) grupları arasındaki farklılık önemli olurken, diğer interaksiyon grupları ile benzer bulunmuştur. Yine serum kolesterol konsantrasyonu bakımından en yüksek değer 183.00 mg/dL ile 0*2 grubunda elde edilmiş olup bu grup ile 30*1 grubu hariç diğer interaksiyon grupları arasındaki farklılık önemli olmuştur. İlaveten 10*0 (155.00 mg/dL) ve 10*1 (156.33 mg/dL) gruplarının serum kolesterol konsantrasyonu 0*2 (183.00 mg/dL) ve 30*1 (179.66 mg/dL) gruplarından önemli derecede düşük, 0*0 (128.00 mg/dL), 0*1 (128.33 mg/dL), 20*0 (126.66 mg/dL) ve 30*0 (119.66 mg/dL) gruplarından önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. İnteraksiyon gruplarından 30*1 grubunun serum fosfor konsantrasyonu 6.76 mg/dL ile en yüksek bulunmuş ve bu grup ile 0*2 (4.30 mg/dL), 10*0 (5.56 mg/dL), 10*1 (5.00 mg/dL), 10*2 (5.30 mg/dL), 20*0 (5.03 mg/dL) ve 30*2 (5.50 mg/dL) grupları arasındaki farklılık önemli olurken, diğer interaksiyon grupları ile benzer bulunmuştur. Yine serum fosfor konsantrasyonu bakımından en düşük değer 4.30 mg/dL ile 0*2 grubunda elde edilmiş olup, bu grup ile 10*1 (5.00 mg/dL), 10*2 (5.30 mg/dL), 20*0 (5.03 mg/dL) grupları hariç diğer interaksiyon grupları arasındaki farklılık önemli olmuştur. Çalışmada interaksiyon gruplarının serum glukoz 246.66-286.33 mg/dL, HDL 11.16 -17.83 mg/dL, AST 155.00-483.33 U/L ve kalsiyum 23.43-29.43 mg/dL arasında olup, istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

4.4.2. Kan hematoloji parametreleri

Rasyon PTK seviyesi ve PEK ilavesinin yumurtlayan tavukların kan hematolojisine etkisi Çizelge 4.23’de gösterilmiştir.

Ana faktör olarak rasyon PTK seviyesinin yumurta tavuklarının hemoglobin, hematokrit, MCV, MCH, RDW, nötrofil, eozinofil ve RBC parametrelerine etkisi istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), MCHC ($P<0.01$), WBC ($P<0.01$), lenfosit ($P<0.05$) ve monosit değeri ($P<0.01$) parametrelerinde bu etki önemli olmuştur ($P<0.05$). Çalışmada rasyonunda %20 PTK kullanılan tavukların MCHC değeri (42.42 g/dL) rasyonlarında %10 (40.82 g/dL) ve 30 (41.35 g/dL) kullanılan gruplarından yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda rasyonunda %10 seviyesinde PTK kullanılan grubun MCHC değeri (40.82 g/dL) rasyonlarında %0 (41.94 g/dL) ve %20 (42.42 g/dL) seviyelerinde PTK kullanılan gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur. Kan WBC değeri ise %10 seviyesinde PTK kullanılan tavuklarda $75.37 \times 10^3/\mu\text{L}$ ile rasyonlarında %0 ($47.50 \times 10^3/\mu\text{L}$) ve 20 ($46.56 \times 10^3/\mu\text{L}$) kullanılan gruplarından daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada rasyonunda %10 PTK kullanılan tavukların lenfosit değeri ($52.53 \times 10^3/\mu\text{L}$) rasyonlarında %20 ($36.14 \times 10^3/\mu\text{L}$) ve 30 ($33.02 \times 10^3/\mu\text{L}$) seviyesinde PTK kullanılan gruplarından daha yüksek bulunmuştur. Rasyonunda %10 seviyesinde PTK kullanılan grubun monosit ($2.65 \times 10^3/\mu\text{L}$) rasyonlarında %0 ($1.53 \times 10^3/\mu\text{L}$), 20 ($0.54 \times 10^3/\mu\text{L}$) ve 30 ($1.40 \times 10^3/\mu\text{L}$) seviyelerinde PTK kullanılan gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Çalışmada hemoglobin 12.97-13.41 g/dL, hematokrit %30.80-31.92, MCV 125.66-127.88 μm^3 , MCH 51.35-53.48 qg, RDW %11.86-12.41, nötrofil 0.16-0.35 $10^3/\mu\text{L}$, eozinofil 0.03-0.10 $10^3/\mu\text{L}$ ve RBC 2.41-2.54 $10^3/\mu\text{L}$ değerleri arasında elde edilmiş olup, istatistiki olarak gruplar arasında farklılık bulunmamıştır. Adeyemo (2008) yumurta tavuğu rasyonlarında %3.23, 6.48, 9.71 ve 12.97 seviyelerinde, Apata (2010) ise %15 seviyesinde pamuk tohumu keki kullanılmasının kan hematoloji değerlerini etkilemediğini bildirmişlerdir. Etlik piliçlerde ise %5, 10 ve 15 seviyesinde PTK kullanımı kan hemoglobin ve hematokrit konsantrasyonlarını etkilememiştir (Özdoğan ve ark., 2012).

Çizelge 4.23. PTK içeren rasyonlara PEK ilavesinin yumurta tavuklarının kan hematolojisi üzerine etkisi

PTK, %	PEK, g/kg	Hemoglobin, g/dL	Hematokrit, %	MCV, μm^3	MCH, qg	MCHC, g/dL	RDW, %	WBC, $10^3/\mu\text{L}$	Nötrofil, $10^3/\mu\text{L}$	Lenfosit, $10^3/\mu\text{L}$	Monosit, $10^3/\mu\text{L}$	Eozinofil, $10^3/\mu\text{L}$	RBC, $10^6/\mu\text{L}$
0		13.12	31.47	126.44	52.52	41.94 ^{AB}	11.91	47.50 ^B	0.16	39.94 ^{ab}	1.53 ^B	0.03	2.43
10		13.02	31.92	125.66	51.35	40.82 ^C	12.41	75.37 ^A	0.31	52.53 ^a	2.65 ^A	0.06	2.54
20		13.41	30.80	127.88	53.48	42.42 ^A	11.86	46.56 ^B	0.35	36.14 ^b	0.54 ^B	0.08	2.41
30		12.97	31.23	126.66	52.41	41.35 ^{BC}	11.95	61.61 ^{AB}	0.30	33.02 ^b	1.40 ^B	0.10	2.46
SHO		0.28	0.64	0.78	0.63	0.30	0.19	5.66	0.52	4.96	0.37	0.01	0.06
	0	13.47	32.89 ^A	127.91 ^A	52.87 ^a	41.33	12.24	52.80	0.26	37.14	1.29	0.05	2.53
	1	13.00	30.28 ^B	124.91 ^B	51.12 ^b	41.70	11.92	58.14	0.26	36.65	1.96	0.06	2.43
	2	12.92	30.89 ^B	127.16 ^A	53.33 ^a	41.86	11.94	62.34	0.34	47.43	1.34	0.08	2.42
SHO		0.24	0.55	0.68	0.56	0.26	0.17	4.90	0.46	4.30	0.29	0.01	0.05
0	0	13.96	34.83 ^A	126.33	52.70	41.73	12.10	23.93	0.09 ^c	23.60 ^D	0.43	0.03	2.60 ^{ab}
0	1	12.40	29.10 ^D	126.00	50.84	41.60	12.06	53.10	0.19 ^{bc}	62.53 ^A	2.22	0.04	2.31 ^{ab}
0	2	13.00	30.50 ^{CD}	127.00	54.03	42.50	11.56	65.46	0.19 ^c	33.70 ^{BCD}	1.95	0.03	2.40 ^{ab}
10	0	12.96	31.73 ^{ABCD}	129.66	53.20	41.00	12.03	76.03	0.27 ^{bc}	52.13 ^{ABC}	2.46	0.03	2.45 ^{ab}
10	1	12.66	30.80 ^{BCD}	122.66	50.36	41.03	12.60	72.93	0.28 ^{bc}	43.36 ^{ABCD}	3.95	0.08	2.51 ^{ab}
10	2	13.43	33.23 ^{ABC}	124.66	50.50	40.43	12.60	77.16	0.39 ^{abc}	62.10 ^A	1.55	0.06	2.66 ^a
20	0	14.13	34.20 ^{AB}	129.00	53.46	41.50	12.60	44.06	0.16 ^c	43.59 ^{ABCD}	0.45	0.05	2.64 ^a
20	1	13.32	28.10 ^D	125.66	51.90	43.10	11.60	48.90	0.32 ^{abc}	24.10 ^{CD}	0.44	0.03	2.26 ^b
20	2	12.80	30.10 ^{CD}	129.00	55.10	42.66	11.40	46.73	0.58 ^a	40.73 ^{ABCD}	0.74	0.15	2.33 ^{ab}
30	0	12.82	30.82 ^{BCD}	126.66	52.13	41.10	12.23	67.20	0.49 ^{ab}	29.26 ^{BCD}	1.84	0.11	2.42 ^{ab}
30	1	13.63	33.14 ^{ABC}	125.33	51.40	41.10	11.43	57.63	0.22 ^{bc}	16.60 ^D	1.23	0.09	2.64 ^a
30	2	12.46	29.73 ^{CD}	128.00	53.70	41.86	12.20	60.00	0.20 ^{bc}	53.20 ^{AB}	1.14	0.09	2.32 ^{ab}
SHO		0.48	1.07	1.36	1.09	0.52	0.34	9.80	0.09	8.60	0.57	0.02	0.11
P değerleri													
PTK		0.708	0.643	0.270	0.163	0.004	0.203	0.002	0.059	0.045	0.002	0.112	0.479
PEK		0.252	0.006	0.010	0.025	0.347	0.354	0.396	0.318	0.150	0.244	0.262	0.332
İnteraksiyon		0.169	0.004	0.174	0.436	0.368	0.101	0.248	0.028	0.007	0.131	0.342	0.038

PTK: Pamuk tohumu küspesi, PEK: Probiyotik ve enzim karışımı, SHO: Standart hata ortalamaları, MCV: Eritrosit hacmi, MCH: ortalama korpusküler hemoglobin, MCHC: Korpusküler hemoglobin konsantrasyonu, RDW: Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği, WBC: Beyaz kan hücresi, RCB: Kırmızı kan hücresi sayısı, ^{A,B,C,D}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.01 düzeyinde önemlidir. ^{a,b}: Aynı sütun içerisinde farklı harf grubu ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Ana faktör olarak rasyon PEK ilavesinin yumurta tavuklarının kan hematoloji parametrelerinden hemoglobin (12.92-13.47 g/dL), MCHC 41.33-41.86 g/dL), RDW (%11.92-12.24), WBC ($52.80-62.34 \times 10^3/\mu\text{L}$), nötrofil ($0.26-0.34 \times 10^3/\mu\text{L}$), lenfosit ($36.65-47.43 \times 10^3/\mu\text{L}$), monosit ($1.29-1.96 \times 10^3/\mu\text{L}$), eozinofil ($0.05-0.08 \times 10^3/\mu\text{L}$) ve RBC ($2.42-2.53 \times 10^6/\mu\text{L}$) değerlerine etkisi istatistiki olarak önemsiz olurken ($P>0.05$), hematoksit ($P<0.01$), MCV ($P<0.01$) ve MCH ($P<0.05$) değerlerini istatistiki olarak etkilemiştir. Çalışmada 0 (kontrol) g/kg seviyesinde PEK ilave edilen grubun hematoksit değeri (%32.89) 1 (%30.28) ve 2 (%30.89) g/kg seviyesinde PEK ilaveli gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Çalışmada rasyonuna 1 g/kg seviyesinde PEK ilave edilen grubun MCV değeri $124.91 \mu\text{m}^3$ ile rasyonlarına 0 ($127.91 \mu\text{m}^3$) ve 2 ($127.16 \mu\text{m}^3$) g/kg seviyelerinde PEK ilave edilen gruplarından önemli derecede düşük bulunmuştur. Benzer olarak rasyonuna 1 g/kg seviyesinde PEK ilave edilen grubun MCH değeri 51.12 qg ile rasyonlarına 0 (52.87 qg) ve 2 (53.33 qg) g/kg seviyelerinde PEK ilave edilen gruplarından önemli derecede düşük bulunmuştur

Rasyon PTK seviyesi ile PEK ilavesinin oluşturduğu interaksyonları hematokrit ($P<0.01$), nötrofil ($P<0.05$), lenfosit ($P<0.01$) ve RBC ($P<0.05$) değerlerini önemli derecede etkilemiştir. En yüksek kan hematokrit değeri %34.83 ile 0*0 grubunda elde edilmiş ve bu grup ile 10*0 (%31.73), 10*2 (%33.23), 20*0 (%34.20) ve 30*1 (%33.14) grupları haricindeki diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca en düşük kan hematokrit değeri %29.10 ile 0*1 grubunda elde edilmiş olup, bu grup ile 0*0 (%34.83), 10*2 (%33.23), 20*0 (%34.20) ve 30*1 (%33.14) grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli olmuştur. Çalışmada 0*0 interaksiyon grubunun nötrofil değeri ($0.09 \times 10^3/\mu\text{L}$) 20*2 ($0.58 \times 10^3/\mu\text{L}$) ve 30*0 ($0.49 \times 10^3/\mu\text{L}$) gruplarına göre istatistiki olarak düşük bulunmuştur. Ayrıca 20*2 grubunun kan nötrofil değeri $0.58 \times 10^3/\mu\text{L}$ ile en yüksek değer olarak kaydedilmiş ve bu grup ile 10*2 ($0.39 \times 10^3/\mu\text{L}$), 20*1 ($0.32 \times 10^3/\mu\text{L}$) ve 30*0 ($0.49 \times 10^3/\mu\text{L}$) grupları haricindeki diğer interaksiyon grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada en yüksek lenfosit değeri 0*1 ($62.53 \times 10^3/\mu\text{L}$) interaksiyon grubunda elde edilmiş olup bu grup ile 0*0 ($23.60 \times 10^3/\mu\text{L}$), 0*2 ($33.70 \times 10^3/\mu\text{L}$), 20*1 ($24.10 \times 10^3/\mu\text{L}$), 30*0 ($29.26 \times 10^3/\mu\text{L}$) ve 30*1 ($16.60 \times 10^3/\mu\text{L}$) grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli olmuştur. İlaveten en düşük lenfosit değeri $16.60 \times 10^3/\mu\text{L}$ ile 30*1 grubunda elde edilmiş olup, bu grup ile 0*1 ($62.53 \times 10^3/\mu\text{L}$), 10*0 ($52.13 \times 10^3/\mu\text{L}$), 10*2 ($62.10 \times 10^3/\mu\text{L}$) ve 30*2 ($53.20 \times 10^3/\mu\text{L}$) grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada 20*1 interaksiyon grubunun RBC değeri ($2.26 \times 10^6/\mu\text{L}$) 20*0 ($2.66 \times 10^6/\mu\text{L}$),

20*1 ($2.64 \cdot 10^6/\mu\text{L}$) ve 30*1 ($2.64 \cdot 10^6/\mu\text{L}$) gruplarında önemli derecede düşük bulunurken, 20*0 grubunun RBC değeri ($2.66 \cdot 10^6/\mu\text{L}$) 20*1 ($2.26 \cdot 10^6/\mu\text{L}$) grubundan önemli derecede yüksek ve diğer muamele grupları ile benzer olmuştur. Çalışmada tavukların diğer kan hematoloji değeri ise; hemoglobin 12.40-14.13 g/dL, MCV 122.66-129.66 g/dL, MCH 50.36-55.10 qg, MCHC 40.43-43.10 g/dL, RDW %11.40-12.60, WBC 23.93-77.16 $10^3/\mu\text{L}$, monosit 0.43-3.95 $10^3/\mu\text{L}$ ve eritrosit 0.03-0.15 $10^3/\mu\text{L}$ arasında elde edilmiş, ancak parametreler bakımından interaksiyon grupları arasındaki farklılık istatistikî olarak önemli olmamıştır ($P>0.05$).



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmanın amacı, yumurta tavuk rasyonlarında farklı seviyelerde PTK kullanımı ve PEK ilavesinin performans, yumurta kalitesi, yumurta raf ömrü ile serum ve kan parametrelerine etkisini belirlemektir. Bu amaçla 240 adet ATA-S yumurta tavuğu 12 hafta boyunca dört farklı PTK (%0, 10, 20 ve 30) seviyesi ve üç PEK (0, 1 ve 2 g/kg) seviyesi ile bunların kombinasyonlarından oluşan toplam 12 rasyonla yemlenmişlerdir. Araştırma 5 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her bir tekerrürde 4 adet ATA-S yumurta tavuğu kullanılmıştır.

Araştırmada yumurta tavuklarının canlı ağırlık, canlı ağırlık değişimi, yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta özgül ağırlığı, kabuk kırılma direnci, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, ak indeksi, sarı indeksi, Haugh birimi, yumurta sarısı L, a, b ve Roche skoru değerleri, ak pH'sı, yumurtanın 28 gün depolanması sonrasında ise yumurta ağırlık kaybı, yumurta özgül ağırlığı, kabuk kırılma direnci, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, ak indeksi, sarı indeksi, Haugh birimi, yumurta sarısı L, a, b ve Roche skoru değerleri, ak pH'sı, serum üre, kreatin, total protein, albümin, globülin, glukoz, kolesterol, HDL, fosfor, kalsiyum ve kan hemoglobin, hematokrit, MCV, MCHC, RDW, WBC, nötrofil, lenfosit, monosit, eozinofil ile RBC parametreleri incelenmiştir.

Denemeden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Deneme sonu itibarıyla canlı ağırlık rasyonda %20 PTK kullanımı ile, yumurta kitlesi rasyonda %30 PTK kullanımı ile düşmüş, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı da rasyonda %30 PTK kullanımı ile artmıştır. Yumurta verimi ve ağırlığı rasyonda PTK kullanımından etkilenmemiştir. Rasyona PEK ilavesinin performans parametrelerine etkisi olmamıştır.

2. Rasyonda %20 seviyesinde PTK kullanımı tavukların yumurta kabuk kalınlığını arttırmıştır. Rasyona PEK ilavesinin yumurta dış kalite parametrelerine etkisi olmamıştır.

3. Yumurta iç kalite parametrelerinden sarı indeksi, yumurta sarısı a, b ve Roche skoru rasyonda %10 PTK kullanımı ile artmış, ancak yumurta sarısı L değeri rasyonda %20 PTK seviyesi ile ve Haugh birimi rasyonda %30 PTK seviyesi ile düşmüştür.

Yumurta akı pH'sı rasyonda %30 seviyesinde PTK kullanımında yükselmiştir. Rasyona 1 g/kg seviyesinde PEK ilavesi ak indeksi ve Haugh birimini düşürmüştür.

4. Depolama sonrası yumurta sarısı L ve b değeri %30 PTK seviyesinde ve yumruta akı pH değeri %20 PTK seviyesinde düşerken, rasyonda PTK kullanımını ile yumruta sarısı a değeri ve Rochce skoru artmıştır. Rasyona PEK ilavesi depolama sonrası sarı indeksi ve ve yumurta sarısı b değerini arttırmıştır. Bu sonuçlar taze yumurtanın yumurta sarısı renk prametrelerine benzerlik göstermektedir. Rasyonda PTK kullanımının yumurtanın depolanmasında (28 gün) olumsuz bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

5. Serum parametreleri rasyonda PTK kullanımı ile değişmemiştir. Rasyona PEK ilavesi serum glukoz, kolesterol ve fosfor konsantrasyonları arttırırken, HDL değerini düşürmüştür.

6. Kan MCHC ve MBC değerleri rasyonda %10 seviyesinde PTK kullanımı ile düşerken, lenfosit ve monosit değeri yükselmiştir. Rasyona 1 g/kg PEK ilavesi kan hematokrit, MCV ve MCH değerini düşürmüştür.

7. Deneme sonu itibariyle PTK ve PEK'nin oluşturduğu kombinasyonlar kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, Haugh birimi ve yumurta akı pH'sını etkilemiştir.

5.2. Öneriler

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre yumurta tavuğu rasyonlarında %36 ham protein içeren PTK %20 seviyesine kadar kullanılabileceği öngörülmektedir. PTK içeren rasyonlara enzim+probiyotik karışımı ilavesinin üretim parametrelerine belirgin bir etkisi olmamıştır.

KAYNAKLAR

- Abdulrahim, S., Haddadin, M., Hashlamoun, E. ve Robinson, R., 1996, The influence of *Lactobacillus acidophilus* and bacitracin on layer performance of chickens and cholesterol content of plasma and egg yolk, *British Poultry Science*, 37, 341-346.
- Adeyemo, G., 2008, Effects of cottonseed cake based diets on haematology and serum biochemistry of egg-type chickens, *International Journal of Poultry Science*, 7(1), 23-27.
- Agboola, A., Omidwura, B., Ahmed, R., Soneye, V. ve Majolagbe, H., 2021, Influence of enzyme and probiotic supplementation on growth performance and gut health of broiler chicken, *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 6(1), 41-49.
- Aguihe, P., Kehinde, A., Halidu, S., Sulyman, A., Chikezie, J., Joshua, D., Ilaboya, I. ve Samuel, K., 2020, Effect of multienzymes+probiotic supplementation in fermented shea butter cake based diets on the carcass traits and the biochemistry of broiler chickens, *Agricultural Science & Technology*, 12(3), 227-233.
- Akdeniz, R. C., Ak, İ., Boyar, S. ve Bornova-İzmir, D. Ö., 2005, Türkiye karma yem endüstrisi ve sorunları, <http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/046cengizakdeniz.pdf>.
- Akın, İ., 2004, Trace minerals and cow hoof diseases, *Journal of Turk Veterinary Surgery*, 10, 54-61.
- Akkaya, A. ve Pazarlıoğlu, N., 2012, 21. yüzyılın anahtar teknolojisi: Beyaz biyoteknoloji, *Kırıkkale Üniversitesi Bilimde Gelişmeler Dergisi*, 1(1), 22-33.
- Akpoyraz, M. ve Durak, İ., 1995, Serbest radikallerin biyolojik etkileri, *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 48(2), 253-262.
- Aksoy, A., 2010, Balık unuyla desteklenmiş rasyonlarda soya küspesi yerine kullanılan çeşitli düzeylerde pamuk tohumu küspesinin kasaplık civcivlerde sekiz haftalık canlı ağırlık ve yemden yararlanmaya etkisi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(4), 1-19.
- Ali, A., Nada, M., Thabet M. G., ve Sabry, E. O., 2017, The use of probiotic and protease enzyme in layers, *Assiut Veterinary Medical Journal*, 63 (152), 125-134.
- Alp, M., Kahraman, R., Kocabağlı, N., Eren, M. ve Şenel, H., 1993, Lactiferm-L5 ve bazı antibiyotiklerin broiler performansı, abdominal yağ ve ince bağırsak ağırlığı ile kan kolesterolüne etkileri, *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19, 145-157.
- Altıntığ, E., 1999, Kolza yağı-metanol transesterifikasyon reaksiyonuna novozym 435 lipaz katalizörünün etkisi, *Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.
- Anonim, 2012a, Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri (TÜİK). http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=45.
- Anonim, 2012b, Soya raporu. , <http://www.topraktarim.com.tr/images/soya.p>.
- Anonim, 2015, Tavukçuluk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, *T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı*.
- Apata, D. F., 2010, Effects of treatment methods on the nutritional value of cotton seed cake for laying hens, *Agricultural Sciences*, 1(2), 51-55.
- Ataşağüngil, M., 1965, Enzimler, Ankara: Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi.
- Azman, M. ve Yılmaz, M., 2005, The growth performance of broiler chicks fed with diets containing cottonseed meal supplemented with lysine, *Revue de Médecine Vétérinaire*, 156(2), 104-106.

- Baidya, N., Mandal, L. ve Banerjee, G., 1993, Efficiency of feeding antibiotic and probiotics in broilers, *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24, 120-124.
- Barat, A. ve Özcan, T., 2016, Fermente süt içeceğinde probiyotik bakterilerin gelişimi üzerine meyve ilavesinin etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53 (3), 259-267.
- Beevi, T. Y., 2021, Study on the effects of dietary enzymes and probiotics on intestinal *Escherichia Coli* of broilers, *International Journal of Engineering and Applied Science*, 2(2), 1-10.
- Bingöl, G., 1977, Vitaminler ve enzimler, Ankara: Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi.
- Blasi, D. A. ve Drouillard, J., 2002, Composition and feeding value of cottonseed feed products for beef cattle, *Kansas State University, Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service*.
- Budağ, C. ve Fırat, M., 2015, *Ranunculus trichophyllus* bitkisinin bazı besin maddesi içerikleri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (1-2), 1-9.
- Bulgurlu, Ş. ve Ergül, M., 1970, Uygulanan üretim usulünün pamuk tohumu küspesindeki serbest gossypol miktarına etkisi üzerinde bir araştırma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 51-63.
- Calhoun, M., Kuhlmann, S. ve Baldwin, B., 1995, Cotton feed product composition and gossypol availability and toxicity, *Proceeding 2nd Natl. Alternative Feeds Symp*, 125-146.
- Cayuela, M. F., Chantal, 2000, Microbial modulation of host intestinal glycosylation patterns, *Microbial Ecology in Health and Disease*, 12 (2), 165-178.
- Cedgård, L., 2000, Probiotics: The link between health and disease, *Citeseer*.
- Ceyhan, N. ve Alıç, H., 2012, Bağırsak mikrobiyotası ve probiyotikler, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* (1), 107-113.
- Chandrashekar, R., Kudle, K. R., Chaitanya, P. ve Bhavani, N., 2013, Gossypol analysis in Bt and non-Bt cotton seed extracts by high-performance liquid chromatography (HPLC), *International Journal of Herbal Medicine*, 1 (2), 53-58.
- Christaki, E., 1993, The use of cottonseed meal in feeding broiler chickens, *Poultry ABST*, 19 (3), 591.
- Coşkun, T., 2006, Pro-, pre-ve sinbiyotikler, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 49 (2), 128-148.
- Crawford, J., 1979, Probiotics in animal nutrition, *Proceedings of Arkansas Nutrition Conference*, 45-55.
- Çelik, L., Kutlu, H. R., Şahan, Z., Kiraz, A. B., Serbester, U., Tekeli, A. ve Hesenov, A., 2012, Yumurta tavukları rasyonlarına ilave edilen likopenin yumurtanın kolesterol seviyesi ve yağ asitleri kompozisyonuna etkileri, *Hayvansal Üretim*, 53 (2), 1-7.
- Diaw, M., Dieng, A., Mergeai, G., Camara, A. ve Hornick, J.L., 2012, Effets de la substitution totale du tourteau d'arachide par la fève de coton glandless sur les performances zootechniques de poulets de chair au sénégal, *Revue D'élevage Et De Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 65 (1-2), 17-23.
- Diker, F., 2015, Yumurta üretim ve pazarlamasında karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri (Çorum ölçeğinde bir araştırma), *Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çorum*.
- Dilworth, B. C. ve Day, E. J., 1978, *Lactobacillus* Cultures in broiler diets, *Poultry Science*, 57, 1101.
- Ergün, A., 2004, Tavuk besleme, *Eurasian Journal of Veterinary Sciences* (1), 107-119.

- Erkek, R. ve Taluğ, A., 1995, Etlik piliç karmalarında enzim kullanımı, *Yutav Bildiriler Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı*, 193-201.
- FAO, 2013, Poultry Development Review, FAO Rome.
- Fethiere, R., 1987, Intestinal tract weight of chicks fed an antibiotics and probiotics, *Nutrition Reports International*, 36, 1305-1309.
- Fidan, E. D., 2018, Avrupa Birliği kriterlerine uyum sürecinde Türkiye’de yumurtacı tavuk refahına yönelik mevzuatlara genel bir bakış, *Animal Health Production and Hygiene*, 7 (1), 569-575.
- Frampton, V., Piccolo, B. ve Heywang, B., 1961, Cottonseed meal in poultry feed, discolorations in stored shell eggs produced by hens fed cottonseed meal, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 9 (1), 59-63.
- Francesch, M., Perez-Verdrell, A.-M., Esteve-Garcia, E. ve Brufau, J., 1995, Enzyme supplementation of a barley and sunflower-based diet on laying hen performance, *Journal of Applied Poultry Research*, 4 (1), 32-40.
- Gamboa, D., Calhoun, M., Kuhlmann, S., Haq, A. ve Bailey, C., 2001, Use of expander cottonseed meal in broiler diets formulated on a digestible amino acid basis, *Poultry Science*, 80 (6), 789-794.
- Gilani, A., Kermanshahi, H., Golian, A. ve Tahmasbi, A., 2013, Impact of sodium bentonite addition to the diets containing cottonseed meal on productive traits of HY-line W-36 hens, *Journal of Animal and Plant Science*, 23, 411-415.
- Güçlü, B. K. ve Kara, K., 2009, Ruminant beslemede alternatif yem katkı maddelerinin kullanımı: 1. probiyotik, prebiyotik ve enzim, *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 6(1), 65-75.
- Hasler, C. M., 2002, Functional foods: benefits, concerns and challenges—a position paper from the American Council on Science and Health, *The Journal of Nutrition*, 132(12), 3772-3781.
- He, T., Zhang, H., Wang, J., Wu, S., Yue, H. ve Qi, G., 2017, Proteomic comparison by iTRAQ combined with mass spectrometry of egg white proteins in laying hens (*Gallus gallus*) fed with soybean meal and cottonseed meal, *PloS One*, 12(8), e0182886.
- Henry, M. H., Pesti, G. M. ve Bakalli, R. I., 1999, The performance of broiler chickens fed rations formulated with cottonseed meal or soyabean meal as the major protein source, *Poultry Science*, 78, 71.
- Henry, M., Pesti, G., Bakalli, R., Lee, J., Toledo, R., Eitenmiller, R. ve Phillips, R., 2001, The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal supplemented with lysine, *Poultry Science*, 80(6), 762-768.
- Hesselman, K., 1989, The use of enzymes in poultry diets, *Proc 7th Eur Symp on Poultry Nufr*, June, 19-21.
- Heuze, V., Tran, G., Noziere, P., Bastianelli, D. B. ve Lobas, F., 2015, Cowpea (*Vigna unguiculata* L Walp.) forage. In: Feedipedia a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO.
- Heywang, B. W. ve Vavich, M., 1965, Comparison of performance of layers fed soybean, glandless or glanded cottonseed meals, *Poultry Science*, 44 (5), 1240-1244.
- Jasim, M. S. ve Fadel, G. Y., 2020, Effect of feed supplementation of probiotic and digestive enzymes in production performance and intestinal biometrics of laying hens, *Plant Archives*, 20(1), 1773-1781.
- Jones, L., 1981, Nutritional values for cottonseed meal, *Feedstuffs*, 53 (52), 19-21.
- Kahraman, R., Alp, M., Kocabağlı, N., Irmak, G. ve Şenel, H. S., 1996, The effects of fastrack and sodium bicarbonate on performance of broilers, *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 20 (5), 383-386.

- Kalantar, M., Khajali, F. ve Yaghoobfar, A., 2016, Effect of cereal type and enzyme addition on performance, pancreatic enzyme activity, intestinal microflora and gut morphology of broilers, *Poultry Science Journal*, 4 (1), 63-71.
- Kamacı, S. T., 2007, Organik asit ve probiyotik kullanımının etlik piliçlerde performans, barsak histomorfolojileri ve kan parametreleri üzerine etkileri, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne
- Kaplan, M. ve Yıldız, G., 2012, Kanatlılarda protein ve amino asitlerin immun sistem üzerine etkisi, *Mektup Ankara*, 10 (4), 3-11.
- Kaya, S., Yarsalı, E., Filazi, A. ve Akar, F., 1995, Yem ve yem hammaddelerinde bulunan bazı doğal olumsuzluk faktörleri: 2. gossypol düzeyleri, *Ankara Veteriner Fakültesi Dergisi*, 42, 323-326.
- Keçili, R., 2007, Antipirin bazlı monolitik kolon geliştirilmesi ve penisilin amidohidrolaz enzimi ayrılmasında kullanımı, *Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
- Kellems, R. ve Church, D., 1998, Livestock feeds and feeding (4th Edit.) Simon and Schuster, New Jersey, USA, 1998, 59-61.
- Kemmerer, A., Heywang, B., Vavich, M. ve Sheehan, E., 1965, Effect of cottonseed oil on egg hatchability, *Poultry Science*, 44(5), 1315-1318.
- Kenar, C., 2020, Ticari ve halk elinde beslenen tavuklarda enterik laktobasillerin dağılımı ve makrolide-lincosamide-streptogramin (MLS) antibiyotiklere direnç profillerinin araştırılması, *Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, İstanbul.
- Khan, S. H., Atif, M., Mukhtar, N., Rehman, A. ve Fareed, G., 2011, Effects of supplementation of multi-enzyme and multi-species probiotic on production performance, egg quality, cholesterol level and immune system in laying hens, *Journal of Applied Animal Research*, 39(4), 386-398.
- Khodwe, M. S. ve Bhowmick, D., 2013, Research article separation of gossypol from cottonseed and preparation of gossypol-free cottonseed cake, *International Journal of Recent Scientific Research Research*, 4(8), 1290- 1295.
- Kıran, Ö. E., Çömlekçioğlu, U. ve Dostbil, N., 2006, Bazı mikrobiyal enzimler ve endüstrideki kullanım alanları, *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9, 12-19.
- Kırkpınar, F., Ayhan, V. ve Bozkurt, M., 1999, Effects of organic acids and probiotic in feed on performance, intestinal pH and viscosity of broilers, *International Animal Congress, Izmir, Turkey*, 463-467.
- Kırkpınar, F. ve Ergül, M., 2003, Pamuk tohumu küspesinin yem olarak kullanımı, *Pamukta Eğitim Semineri. Ege Üniversitesi*, 14 (17), 223-235.
- Kırkpınar, F., Açıkgöz, Z., Selim, M. ve Özgün, I., 2018, Effects of dietary probiotic, prebiotic and enzyme mixture supplementation on performance, carcass, organs, ileal pH and viscosity of broilers, *Hayvansal Üretim*, 59 (2), 1-9.
- Krehbiel, C., Rust, S., Zhang, G. ve Gilliland, S., 2003, Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action, *Journal of Animal Science*, 81, E120-E132.
- Krueger, W., Bradley, J. ve Patterson, R., 1977, Interaction of gentian violet and *Lactobacillus* organisms in diet of leghorn hens, *Poultry Science*, 56, 1729-1729.
- Kumprechtova, D., Zobač, P. ve Kumprecht, I., 2000, The effect of *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 on chicken broiler performance and nitrogen output, *Czech Journal of Animal Science*, 45(4), 169-177.
- Kutlu, H., Görgülü, M. ve Çelik, L., 2005, Genel hayvan besleme ders notu, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Adana*, 23, 24.

- Kutlu, H., 2009, Tavukların Beslenmesi, *M. Türkoğlu ve M. Sarıca (Editör), Tavukçuluk Bilimi (Yetiştirme, Besleme ve Hastalıklar)*, 3, 353-498.
- Kutlu, H. R. ve Çelik, L., 2010, Yemler bilgisi ve yem teknojis, *Ç.Ü Ziraat Fakültesi Genel Yayın*, 266 (A-86).
- Lan, P. T. N., Le, T. B. ve Benno, Y., 2003, Impact of two probiotic *Lactobacillus* strains feeding on fecal lactobacilli and weight gains in chicken, *The Journal of General and Applied Microbiology*, 49(1), 29-36.
- Lebedev, S., Nikitin, A. Y., Fisinin, V., Egorov, I., Miroshnikov, I., Ryazanov, V., Grechkina, V. ve Kvan, O., 2019, Formation of element status at chickens when using enzyme, probiotic and antibiotic agents in food, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012077.
- Lilly, D. M. ve Stillwell, R. H., 1965, Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms, *Science*, 147, 747-748.
- Lordelo, M., Davis, A., Calhoun, M. ve Dale, N., 2004, Relative toxicity of gossypol isomers in laying hens, *Journal of Dairy Science*, 87, 263-263.
- Lordelo, M., Davis, A., Calhoun, M., Dowd, M. ve Dale, N., 2005, Relative toxicity of gossypol enantiomers in broilers, *Poultry Science*, 84(9), 1376-1382.
- Macfarlane, G. T. ve Cummings, J. H., 1999, Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health?, *BMJ*, 318, 999-1003.
- Michalak, I. ve Chojnacka, K., 2016, Functional fermented food and feed from seaweed, *Fermented Foods, Part I: Biochemistry and Biotechnology*, 246.
- Mohan, B., Kadirvel, R., Bhaskaran, M. ve Natarajan, A., 1995, Effect of probiotic supplementation on serum/yolk cholesterol and on egg shell thickness in layers, *British Poultry Science*, 36(5), 799-803.
- Mohebodini, H., Ashayerizadeh, A. ve Jazi, V., 2021, Effect of different levels of raw and fermented cottonseed meal on performance, gastrointestinal microbial population, and some blood parameters of laying hens, *Animal Production*, 23(1), 83-95.
- Moss, B., Keene, R. ve Sands, D., 1983, The effect of lysine-producing *Lactobacillus plantarum* mutants added to growing chick diets, *Nutrition Reports International*, 27(6), 1125-1134.
- Mu, Y., Zhu, L. Y., Yang, A., Gao, X., Zhang, N., Sun, L. ve Qi, D., 2019, The effects of dietary cottonseed meal and oil supplementation on laying performance and egg quality of laying hens, *Food Science & Nutrition*, 7(7), 2436-2447.
- Narain, R., Lyman, C. M. ve Couch, J., 1957, High levels of free gossypol in hen diets: Effects on body weight, feed consumption, and egg production, *Poultry Science*, 36(6), 1351-1354.
- NCPA, 1999, National Cottonseed Products Association–NCPA, 2000, *NCPA Oil Mill Industry Survey*.
- Noh, S., Lee, C., Choi, Y. ve Han, I. K., 1994, Effect of antibiotics, enzyme, yeast, probiotics and beta-agonist on the growth performance and nutrient availability in broilers, *Korean Journal of Animal Science*, 36, 630-638.
- Nurmi, E. ve Rantala, M., 1973, New aspects of Salmonella infection in broiler production, *Nature*, 241, 210-211.
- O'Brien, R., Jones, L., King, C., Wakelyn, P. ve Wan, P., 2005, Cottonseed Oil: Chapter 5, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition*, John Wiley & Sons, Inc.(online) Available at: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0471384607>.(Accessed 12 February 2015).

- Olgun, O. ve Yıldız, A. Ö., 2014, Farklı seviyelerde protein içeren yumurtacı bıldırcın rasyonlarına probiyotik-enzim ilavesinin performans ve kabuk kalitesine etkileri, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 2(5), 236-241.
- Olgun, O., 2017, Rasyon Hazırlama Tekniği, *Basılmamış Ders Notu, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Konya*, 67-91.
- Özçandır, S. ve Yetim, H., 2010, Akıllı ambalajlama teknolojisi ve gıdalarda izlenebilirlik, *Electronic Journal of Food Technologies*, 5(1), 1-11.
- Özdemir, A., 2014, Linter selülozun ağartılması ve temizlik kağıdı üretiminde kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş
- Özdoğan, M., Wellmann, K. ve Paksuz, E., 2012, Effect of gossypol on blood serum parameters and small intestinal morphology of male broilers, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(1), 95-101.
- Özen, N., 1975, Pamuk tohumu küspesini tavuk rasyonlarında kullanılma olanakları, *Zootečni Dergisi*, 7(27), 37-40.
- Özgün, I. ve Kırpınar, F., 2016, Etlik piliçlerin beslenmesinde alternatif protein kaynağı olarak un kurdu (*Tenebrio molitor L.*)'nun kullanımı, *Hayvansal Üretim*, 57(1), 15-21.
- Özkan, K., 1974, Ülkemizde yeterince değerlendirilmeyen bir yem: Pamuk tohumu küspesi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 135-145.
- Özkan, H., 2009, Pirinç kepeği kapsayan etlik piliç rasyonuna enzim karışımı katkısının performans üzerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın*
- Parvez, S., Malik, K. A., Ah Kang, S. ve Kim, H. Y., 2006, Probiotics and their fermented food products are beneficial for health, *Journal of Applied Microbiology*, 100(6), 1171-1185.
- Patterson, J. ve Burkholder, K., 2003, Application of prebiotics and probiotics in poultry production, *Poultry Science*, 82(4), 627-631.
- Phelps, R. A., 1966, Cottonseed meal for poultry: from research to practical application, *World's Poultry Science Journal*, 22(2), 86-112.
- Saki, A. A., Pournia, K., Tabatabaie, M. M., Zamani, P., Haghighat, M. ve Salary, J., 2012, Effects of cottonseed meal supplemented with lysine and enzyme (Hydroenzyme XP) on egg quality and performance of laying hens, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41, 2225-2231.
- Saville, D., Smith, L. ve Nicholls, P., 1969, Cottonseed meal as a source of protein in diets for laying hens, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 9 (39), 413-416.
- Scott, M. L., Nesheim, M. C. ve Young, R. J., 1969, Nutrition of the chicken, *Nutrition of the chicken*.
- Seidavi, A., Dadashbeiki, M., Alimohammadi-Saraei, M.-H., van den Hoven, R., Payan-Carreira, R., Laudadio, V. ve Tufarelli, V., 2017, Effects of dietary inclusion level of a mixture of probiotic cultures and enzymes on broiler chickens immunity response, *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 4637-4644.
- Sezai, K., 1993, Yem ve yem hammaddelerinde bulunan olumsuzluk faktörleri ve hayvanlara yönelik etkileri: 1: Organik nitelikli olumsuzluk faktörleri, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 40, 586-614.
- Shenstone, F. ve Vickery, J., 1959, Substances in plants of the order Malvale causing pink whites in stored eggs, *Poultry Science*, 38(5), 1055-1070.

- Silva, E., Teixeira, A., Bertechini, A., Ferreira, C. ve Ventura, B., 2000, Performance of broiler chickens using diets with probiotics, antibiotics and two different phosphorus sources, *Ciencia e Agrotecnologia*, 24, 224-232.
- Sinan, O., 2007, Fen bilgisi öğretmen adaylarının enzimlerle ilgili kavramsal anlama düzeyleri, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1 (1), 1-22.
- Sterling, K., Costa, E., Henry, M., Pesti, G. ve Bakalli, R., 2002, Responses of broiler chickens to cottonseed-and soybean meal-based diets at several protein levels, *Poultry Science*, 81(2), 217-226.
- Şahin, A., Kutlu, H. R. ve Görgülü, M., 2004, Organik tavukçuluk: Organik tarım prensiplerine uygun bakım ve besleme ile piliç eti ve yumurta üretimi, 4. *Zootekni Bilim Kongresi, 1-3 Eylül 2004, Isparta*.
- Şahin, İ., 2015, İnvertaz enziminin ak duttan (*Morus alba*) üçlü faz sistemi ile saflaştırılması ve karakterizasyonu, *Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya*.
- Şenköylü, N., 2001, Modern Tavuk Üretimi (Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 3. Baskı), *Anadolu Matbaası, Tekirdağ*, 538.
- Terveni-Gousi, A., Yannakopoulos, A., Psomas, J., Georgopoulou, J. ve Nikokiris, P., 1995, Effects of locally produced cottonseed meal on some characteristics of interior egg quality and blood of hens during the whole laying period, *Arch Geflugelk*, 59, 219-222.
- Tortuero, F., 1973, Influence of the implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption of fats syndrome and intestinal flora, *Poultry Science*, 52(1), 197-203.
- Tuncer, Ş. ve Yalçın, S., 1986, Türkiye’de üretilen pamuk tohumu küspelerinde gossipol düzeylerinin tesbit edilmesi üzerinde bir araştırma, *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2(1), 125-134.
- Ülger, İ., Beyzi, S. B., Kaliber, M. ve Konca, Y., 2016, Kanatlı sektöründe probiyotiklerin etkinliği ve geleceği, *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 12(2), 7-12.
- Ünal, R.-N. ve Besler, H. T., 2008, Beslenmede sütün önemi, *Sağlık Bakanlığı Yayınları*, 727.
- Uymaz, B., 2010, Probiyotikler ve kullanım alanları, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 16(1), 95-104.
- Wang, L., Li, A., Shi, J., Liu, K., Cheng, J., Song, D., Yan, X., Wang, Y. ve Wang, W., 2020, Effects of different levels of cottonseed meal on laying performance, egg quality, intestinal immunity and hepatic histopathology in laying hens, *Food and Agricultural Immunology*, 31(1), 803-812.
- Watkins, S., Skinner, J., Adams, M. ve Waldroup, P., 1993, An evaluation of low-gossypol cottonseed meal in diets for broiler chickens 1. Effect of cottonseed meal level and lysine supplementation, *Journal of Applied Poultry Research*, 2(3), 221-226.
- Wellmann, K. T., 2008, Farklı düzeylerde kullanılan pamuk tohumu küspesinin etlik piliçler üzerine etkileri, *Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın*.
- Yakar, Y., 2018, Çekirdeksiz sofralık üzümelerde pestisit kalıntılarının belirlenmesi, *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 28(4), 444-447.
- Yalçın, S., Kocaoğlu Güçlü B., Karakaş Oğuz F. ve Yalçın, S., 2002, Yumurta tavuğu rasyonlarında enzim, probiyotik ve antibiyotik kullanılması, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 49(2), 135-141.

- Yıldırım, A., 2014, Japon bildiricini rasyonlarında soya küspesi yerine pamuk tohumu küspesi ikamesinin büyüme performansı ve karkas özellikleri üzerine etkisi, *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2, 55-62.
- Yıldırım, E., 2016, Yoğurt, Probiyotik yoğurt ve kefir tüketiminin hipertansiyon üzerine etkisi, *Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri.
- Yılmaz, M., 2004, Prebiyotik ve probiyotikler, *Güncel Pediatri*, 2(4), 142-145.
- Yuan, C., Song, H. H., Zhang, X. Y., Jiang, Y. J., Zhang, A. T., Azzam, M. M. ve Zou, X. T. 2014, Effect of expanded cottonseed meal on laying performance, egg quality, concentrations of free gossypol in tissue, serum and egg of laying hens, *Animal Science Journal*, 85(5), 549-554.
- Ziehr, M. S., 1999, Evaluation of cottonseed meal in Coturnix quail diets, *Texas A&M University*. <https://hdl.handle.net/1969.1/ETD-TAMU-1999-THESIS-Z52>.
- Zulkifli, I., Abdullah, N., Azrin, N. M. ve Ho, Y., 2000, Growth performance and immune response of two commercial broiler strains fed diets containing Lactobacillus cultures and oxytetracycline under heat stress conditions, *British Poultry Science*, 41(5), 593-597.