



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.
2020; 34 (3): 157 - 163
http://www.fusabil.org

İsmail SEVEN ^{1, a}
Pinar TATLI SEVEN ^{2, b}
Seda İFLAZOĞLU MUTLU ^{2, c}
Nurgül BİRBEN ^{3, d}
Aslıhan SUR ARSLAN ^{4, e}

¹ Fırat Üniversitesi,
Sivrice Meslek
Yüksekokulu,
Bitkisel ve Hayvansal
Üretim Bölümü,
Elazığ, TÜRKİYE

² Fırat Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi,
Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları
Anabilim Dalı,
Elazığ, TÜRKİYE

³ Tarım ve Orman Bakanlığı,
Veteriner Kontrol Enstitüsü
Müdürlüğü,
Elazığ, TÜRKİYE

⁴ Balıkesir Üniversitesi,
Kepsut Meslek
Yüksekokulu,
Veterinerlik Bölümü,
Balıkesir, TÜRKİYE

^a ORCID: 0000-0001-9489-8074

^b ORCID: 0000-0002-0067-4190

^c ORCID: 0000-0002-6835-2171

^d ORCID: 0000-0002-7704-0591

^e ORCID: 0000-0002-3692-5510

Geliş Tarihi : 27.08.2020
Kabul Tarihi : 15.09.2020

Yazışma Adresi Correspondence

İsmail SEVEN
Fırat Üniversitesi,
Sivrice Meslek
Yüksekokulu,
Bitkisel ve Hayvansal
Üretim Bölümü,
Elazığ – TÜRKİYE

iseven@firat.edu.tr

Kurşuna Maruz Bırakılan Yumurtacı Bildircinlerde (*Coturnix coturnix japonica*) Diyet Beta-1,3/1,6-Glukanın Performans ve Yumurta Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi *

Bu çalışmanın amacı, kurşun (Pb) toksisitesine maruz kalan yumurtacı bildircinlerin bazal diyetine beta-glukan ilavesinin etkilerini araştırmaktır. Toplam 112 Japon bildircini (5 haftalık) rastgele olarak, başlangıçta benzer ortalama vücut ağırlığına sahip, her biri 7 bildircinden oluşan 4 tekerrürlü, her grupta toplam 28 bildircin bulunan 4 gruba ayrıldı. İlk gruba mısır-soya fasulyesi temelli ve takviye içermeyen bazal rasyon verildi (Kontrol). İkinci grubun rasyonuna 100 mg/kg kurşun (Pb (II) asetat trihidrat olarak) eklendi (Pb). Üçüncü grup (Beta-glukan) rasyonuna 100 mg/kg beta-glukan eklenmiştir. Son gruba bazal rasyon artı 100 mg/kg kurşun ve 100 mg/kg beta-glukan (Pb+Beta-glukan) verildi. Deneme sonunda grupların canlı ağırlıklarının benzer olduğu görüldü. Beta-glukanın yumurta ağırlığı üzerindeki etkisi 43-56. günler hariç önemli bulunmazken (P<0.05), yumurta üretimi (29-56. günler hariç) çok önemli bulunmuştur (P<0.001). Beta-glukan ilaveli grupların yem tüketimi (P<0.01) ve yemden yararlanma oranı (P<0.001) 1-56. günlerde kontrol grubuna benzerdi. Yumurta kalite parametreleri açısından; yumurta sarısı indeksi (P<0.01) haugh birimi ve ak indeksi (P<0.001) kurşundan olumsuz etkilenmiş, beta-glukan ilavesi sarı indeksini önemli derecede iyileştirmiştir. Sonuç olarak, rasyona beta-glukan takviyesi, kurşun toksisitesine maruz kalan yumurtacı bildircinlerin yumurta kalite parametreleri ve yumurta performansını iyileştirmiştir.

Anahtar Kelimeler: Beta-glukan, kurşun toksisitesi, performans, yumurtacı bildircin

Effect of Dietary Beta-1,3 / 1,6-Glucan on Performance and Egg Quality Traits in Laying Quails (*Coturnix coturnix japonica*) Exposed to Lead

The objective of this study was to investigate the effects of supplementation of beta-glucan to the basal diet of laying quails exposed to lead (Pb) toxicity. Totally 112 Japanese quails (5 weeks old) were randomly divided into 4 groups of 28 chicks, with similar initial average body weight, in 4 replicates of 7 quails each. The first group was fed basal ration, which has based corn-soybean and no supplement (Control). 100 mg/kg lead (as Pb (II) acetate trihydrate) to ration of the second group was supplemented (Pb). It was supplemented to 100 mg/kg beta-glucan to the ration of third group (Beta-glucan). The last group was fed basal ration plus 100 mg/kg lead and 100 mg/kg beta-glucan (Pb+Beta-glucan). At the end of the experiment, it was observed that the body weights of the groups were similar. While the effect of beta-glucan on egg weight was not significant except for 43-56. days (P<0.05), egg production (excluding 29-56. days) was found to be very significant (P<0.001). The feed intake (P<0.01) and feed conversion ratio (P<0.001) of the beta-glucan supplemented groups were similar to the control group on 1-56 days. In terms of egg quality parameters; egg yolk index (P<0.01) haugh unit and albumin index (P<0.001) were negatively affected by lead, beta-glucan addition significantly improved the yellow index. As a result, the supplementation of beta-glucan to ration improved egg quality parameters and egg performance of laying quails exposed to lead toxicity.

Key Words: Beta-glucan, lead toxicity, performance, laying quail

Giriş

Doğada doğal olarak bulunan kurşun, önemli bir toksik metal ve aynı zamanda dünyadaki en yaygın ağır metal kirleticilerinden biridir (1, 2). Kurşun, özellikle gelişme çağındaki canlıların yaşamını birçok yönden tehdit etmektedir (3). Kurşun zehirlenmesi, özellikle gelişmekte olan ülkelerde halk sağlığı için gerçek bir tehdittir. Bu nedenle bu ağır metalin meslek ve halk sağlığı açısından tehlikelerini azaltmak için büyük çaba sarf edilmektedir. Hayvanlar, başta sanayi bölgeleri olmak üzere küresel bir çevre kirleticisi olduğundan kurşuna kolaylıkla maruz kalabilirler (4). Beta-glukanlar, maya, mantar, bakteri ve tahılların hücre duvarındaki glikoz zincirlerinden oluşan karbohidratlardır (5). Beta-1,3/1,6-glukanlar, beta-1,3 glikozidik bağlarla zincirlenerek glikoz monomerlerinin oluşması ve glukoz monomerlerinin beta-1,6 bağları ile bu zincirlere bağlanması sonucunda oluşur. Beta-glukanlar, bakterilerden ağaçlara, tohumlardan mantarlara kadar birçok organizmada bulunabilir. Özellikle bu polisakaritlerdeki beta-1,3/1,6-glukanlar, hücre duvarının mekanik duvar sertliğine ve bütünlüğüne yardımcı olur (6-8). Beta-glukanın anti-bakteriyel, anti-tümör, anti-viral, bağışıklığı artırma ve yara iyileştirme aktiviteleri gibi birçok yararlı aktiviteleri vardır (9). Ancak, beta-glukanın moleküler

* Bu araştırma münferit proje olarak FÜBAP Koordinasyon Birimi tarafından (SMYO.19.01) desteklenmiştir.

ağırlık, dallanma derecesi, çözünürlük, birincil yapı ve polimer yükü gibi bazı özellikleri, bağışıklık sistemi ve onun biyolojik aktivitesi üzerindeki etkisini değiştirebilmektedir (10).

Hayvanlarda kurşun zehirlenmesi genellikle endüstriyel kirlilik ve tarımsal uygulamalardan kaynaklı çevresel etkilerle oluşabilmekte ve toprak ve yem kontaminasyonu ile izlenebilmektedir. Hayvan sistemlerinde kurşunun çok çeşitli toksik etkileri gözlenebilmektedir. Ayrıca, avcılık faaliyetleriyle çevreye saçılan kurşunun yutulmasının ardından yabancı kuşlarda toksisite oluşumu uzun zamandır bilinmektedir. Bu şekilde alınan kurşun, yavruların büyümesini ve hayatta kalmasını tehlikeye sokmakta, yumurta üretimini ve plazma kalsiyum seviyesini düşürerek üreme üzerinde olumsuz etkilere neden olmakta, ayrıca hemolitik anemiye ve davranış bozukluklarına da sebebiyet oluşturmaktadır (11, 12). Yüksek dozlarda kurşuna maruz kalma hayvanlarda üreme bozuklukları, zayıf performans, oksidatif stres, apoptozis ve hatta ölüme yol açabilir (10, 13-19). Beta-glukanlar, antioksidan etkilerini güçlü bir hücre içi serbest radikal temizleyici olarak gösterir (20). Serbest oksijen radikalleri, lipid peroksidasyonuna ve dolayısıyla membran hasarına ve yıkımına neden olur (21). Beta-1,3-glukan, lipid peroksidasyonunu baskılayarak oksidatif hasara karşı koruyucu bir etki sergiler, ayrıca lipid peroksidasyonunun göstergesi olan artmış malondialdehit (MDA) seviyelerini inhibe ederek lipid peroksidasyonunu kontrol eder (22). Beta-glukanlar, bağışıklık sistemini mutasyona uğramış hücrelerdeki makrofajları tanıması ve yok etmesi için yönlendirir, hasarlı dokunun onarımını hızlandırarak doku rejenerasyonunda ve onarımında olumlu etkiler gösterir (6).

Günümüzde birçok araştırmacı, doğal diyet takviyelerinin performans ve verim üzerindeki etkilerine odaklanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, günümüz sanayileşme toplumunda giderek yaygınlaşan kurşun toksisitesine maruz kalan yumurtacı bildircinlarda, çeşitli doğal biyolojik fonksiyonlara sahip beta-glukanın yumurtlama performansı ve yumurta kalitesi üzerindeki etkilerini incelemektir.

Gereç ve Yöntem

Bu araştırma için, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 29.05.2018 tarih ve 2018-1 sayılı kararı ile etik kurul onayı alınmıştır. Araştırmada kullanılan *Saccharomyces cerevisiae* kaynaklı beta-1,3/1,6-glukan (Roseburg, OR, ABD) ve Pb(II) asetat trihidrat (CAS#: 6080-56-4) ticari firmalardan temin edilmiştir. NRC'ye (23) göre hazırlanmış bazal diyet yine ticari bir şirketten temin edildi (Tablo 1). Araştırmanın hayvan materyalini oluşturan 112 adet yumurtacı bildircin (*Coturnix coturnix japonica*) ise bu alanda faaliyet gösteren bir şirketten temin edilmiştir.

Bıldircinlar başlangıç canlı ağırlıkları eşlenerek 4 gruba ayrıldı ve her grup 7 bıldircindən oluşan 4 tekerrüre sahipti. Her grup 5 haftalık yaşta 28 dişi hayvandan oluşturulmuştur. Araştırma, yumurtacı

bıldircinlar için tasarlanmış standart kafesler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma süresince su ve yem *ad-libitum* olarak sağlandı. Bıldircinlar, 56 gün süren deneme süresince ışıklandırma periyodunun 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık olacak şekilde dizayn edildiği sıcaklık kontrollü bir odada barındırıldı. Deney grupları şu şekilde düzenlendi; mısır-soya esasına dayalı temel karma yem tüketen (Kontrol), temel diyete 100 mg/kg dozunda kurşun (kurşun asetat formunda) ilave edilen (Pb), temel diyete 100 mg/kg dozunda beta-glukan ilave edilen (Beta-glukan) ve temel diyete 100 mg/kg kurşun ve 100 mg/kg beta-glukan ilave edilen (Pb+Beta-glukan) grup. Araştırmada rasyona ilave edilen kurşun (24, 25) ve beta-glukan (26, 27) uygulamalarının miktarları belirlenirken ilgili literatür bildirişlerinden yararlanılmıştır.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan rasyonun bileşimi ve besin madde kompozisyonu ^a

Ham maddeler	%	Besin bileşimi	%
Mısır	66.27	Kuru madde	89.9
Soya küspesi (% 44)	24.44	Ham protein	17.0
Buğday Kepeği	1.31	Ham selüloz	3.31
Tuz	0.25	Ham yağ	1.89
L-Lizin hidroklorür	0.21	Ham kül	9.78
L-treonin	0.13	Kalsiyum ^c	2.50
Sodyum bikarbonat	0.10	Yararlanılabilir fosfor ^c	0.35
DL-metiyonin	0.12	Sodyum ^c	0.16
Vitamin-Mineral premiksi ^b	0.32	Lizin ^c	1.00
Kireç taşı	5.46	Treonin ^c	0.75
Kalsiyum fosfat	1.39	ME, kcal/kg ^{c, d}	2800
Toplam	100		

^a Temel rasyon 100 mg/kg Beta-glukan ilave edildi.

^b Vitamin-mineral premiksi (her 1 kg'ında): A vitamini, 8000 IU; D₃ vitamini, 3000 IU; E vitamini, 25 IU; menadion, 1.5 mg; B₁₂ vitamini, 0.02 mg; biotin, 0.1 mg; folasin, 1 mg; niasin, 50 mg; pantotenik asit, 15 mg; piridoksin, 4 mg; riboflavin, 10 mg; tiamin, 3 mg; bakır (bakır sülfat), 10 mg; iyot (etilendiamin dihidridid), 1 mg; demir (demir sülfat monohidrat), 50 mg; manganez (manganez sülfat monohidrat), 60 mg; çinko (çinko sülfat monohidrat), 60 mg; selenyum (sodyum selenit), 0.42 mg. ^c Hesaplandı.

^d Metabolize olabilir enerji (ME) literatür bildirişine göre hesaplanmıştır (43). ME= 53 + 38 x [(Ham protein, %) + (2.25 x Ham yağ, %) + (1.1 x Nişasta, %) + (Şeker, %)]

Hayvanların yem tüketimleri haftalık olarak, canlı ağırlıkları (CA) ise denemenin başlangıç ve bitiminde tespit edilmiştir. Bıldircinların önünde sürekli yem olacak şekilde her gün yemliklere tartılarak yem takviyesi yapılmıştır. Hayvanların yem tüketimleri, bir hafta boyunca verilen yemden artan yem miktarının çıkarılması ile bulunmuştur. Hayvan başına günlük ortalama yem tüketimleri ise, grubun her hafta tükettiği yem miktarının gün sayısı ile o gruba ait hayvan sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Hayvanların günlük tükettikleri yem miktarı, ortalama yumurta ağırlığına bölünerek yemden yararlanma oranı g yem, g yumurta olarak hesaplanmıştır.

Yemden yararlanma oranı = (Yem tüketimi, g x bildiricin sayısı) / (Yumurta ağırlığı, g x yumurta sayısı)

Yumurtalar her gün sabah saat 08:00-08:30 saatleri arasında toplanıp her grup kendi arasında olmak üzere tartılarak (0.5 g hassasiyetli terazide) ağırlıkları günlük olarak kaydedilmiştir. Yumurta verimi ise her grup için ayrı ayrı haftalık olarak alınan toplam yumurta sayısının toplam bildiricin sayısına bölünmesiyle tespit edilmiştir.

Yumurta verimi (%) = [(Toplam yumurta sayısı / gün) / Toplam bildiricin sayısı] x 100

Çalışmanın 6. 7. ve 8. haftalarında, her alt gruptan 6'şar olmak üzere toplanan yumurtaların yumurta ağırlığı (0.5 g hassasiyetli terazide), kabuk ağırlığı (0.001 g hassasiyetli terazide), kabuk kalınlığı, sarı indeksi, ak indeksi ve Haugh birimi değerleri tespit edilmiştir. Yumurta kabuk kalınlığının tespiti için kırılan yumurtaların kabuğu su altında zarından ayrılıp 105°C'de 24 saat etüvde bekletildikten sonra mikrometre kullanılarak küt, orta ve sivri bölgelerinde kabuk kalınlığı ölçülüp, üç bölgenin ortalaması alınmıştır. Yumurtalar sarısı ve akı dağılmadan yavaş bir şekilde düz bir zeminde bulunan cam üzerine kırılıp, 10 dakika bekletildikten sonra kumpas kullanılarak ak yüksekliği, ak genişliği, ak uzunluğu, sarı çapı ve sarı yüksekliği ölçülmüştür. Elde edilen verilerden aşağıdaki formüller yardımıyla yumurta ak indeksi, sarı indeksi ve Haugh birimi tespit edilmiştir.

Ak indeksi = $\frac{\text{Ak yüksekliği (mm)}}{[(\text{Ak eni (mm)} + \text{Ak uzunluğu (mm)}) / 2]} \times 100$

Sarı indeksi = Sarı yüksekliği (mm) / Sarı çapı (mm) x 100

Haugh birimi = $100 \log [\text{Ak yüksekliği (mm)} + 7.57 - 1.7 \times \text{Yumurta ağırlığı (g)}^{0.37}]$

Veri analizinde SPSS (IBM SPSS, Versiyon 22.0) paket programı kullanıldı. Elde edilen verilerin homojenliği Levene testi ile, normal dağılım gösterip göstermedikleri ise Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Gruplar arası farklılıkları belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulandı. Grupların çoklu karşılaştırmaları Duncan testi ile yapıldı. Gruplar arasındaki istatistiksel önemlilik seviyesi P<0.05 düzeyinde kabul edildi. Veriler ortalama ve ortalamanın standart hatası (SEM) olarak verildi (28).

Bulgular

Performans parametreleri incelendiğinde gruplar arasında CA verilerinin değişmediği, yumurta ağırlığının 43-56. günlerde beta-glukan ilaveli gruplarda kontrol grubu ile benzer ve Pb grubundan daha yüksek olduğu, ancak bu etkinin denemenin diğer dönemlerinde oluşmadığı görülmüştür (P<0.05) (Tablo 2). Beta-glukan ilavesiyle, yem tüketiminin 15-28 (P<0.05), 43-56 (P<0.05) ve 1-56 (P<0.01) periyotlarında arttığı, yumurta veriminin 29-56. günler haricinde Pb grubundan farklı olarak kontrol grubuna benzer olduğu (P<0.001) ve 43-56. günler hariç tüm periyotlarda yemden yararlanmanın iyileştiği (P<0.05) tespit edildi (Tablo 2). Rasyona yapılan beta-glukan ilavesinin Haugh birimi (P<0.001),

ak indeksi (P<0.001) ve sarı indeksi (P<0.01) üzerindeki diyet kurşun ilavesinin olumsuz etkilerini önemli ölçüde iyileştirdiği, ancak kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığı parametrelerinde gruplar arasında önemli bir farklılık oluşturmadığı tespit edildi (Tablo 3).

Tartışma

Hayvanların doğal yaşam ortamında bulunan kurşuna toksik dozda maruziyeti, oksidatif stres ve apoptozis gibi hücre hasarlarına neden olabilmekte ve bu durum üreme ve performansta düşüşler, hatta ölüme neden olabilmektedir (10, 13-19). Güçlü bir hücre içi serbest radikal temizleme potansiyeline sahip beta-glukanlar ise antioksidan etki göstermekte (20), ayrıca anti-bakteriyel, anti-fungal, anti-viral ve anti-parazitik etkileri artıran adjuvan bir özellik sergilemektedir (6). Arpa ve yulaf gibi tahıllardan elde edilen glukanların, kümes hayvanlarının sağlığı ve performansını olumsuz olarak etkilediği, bu olumsuzluğun ortadan kaldırılmasının rasyona beta-glukanı sindiren enzimlerinin (betaglukanaz) ilavesiyle mümkün olabileceği, ancak mantar ve maya kaynaklı beta-glukanların diyetle doğrudan ilavesinin bu olumsuz etkiyi göstermediği, aksine yeni immünoisitlerin üretimini ve makrofajların fagositik fonksiyonunu artırdığı, heterofillerin fagositik, bakteriyel öldürme ve oksidatif savunmayı hızlandırma etkileri sayesinde immünomodülatör etki sergiledikleri ve kümes hayvanı diyetlerinde antibiyotik kullanımını azaltmaya veya ortadan kaldırmaya yardımcı olabileceği bildirilmektedir (29). Nitekim Seven ve ark. (30)'nın yumurtacı bildiricin rasyonuna 1 g/kg düzeyinde proteaz+fitaz+beta-glukanaz ve ksilanaz karışımlardan oluşan enzim premiksi ilave ettikleri çalışmada, multi enzim katkısının yumurta üretimini, yemden yararlanma oranını, yumurta ağırlığını ve kabuk ağırlığını istatistiksel olarak önemli derecede arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, 1-56 günlük periyotta kontrol grubu ile karşılaştırıldığında diyetle kurşun ilavesinin yumurta verimi, YT ve YYO'nu önemli düzeyde olumsuz yönde etkilediği görülmüştür, ancak CA ve yumurta ağırlığı bu durumdan etkilenmemiştir (Tablo 2). Nitekim yumurtacı bildiricilerin rasyonuna 8 hafta süreyle 100 mg/kg kurşun ilavesinin performans ve yumurta kalite parametrelerini (24), benzer şekilde rasyona 200 mg/kg kurşun ilavesinin broyler piliçlerin performansını olumsuz yönde etkilediği (17) bildirilmiştir.

Rathgeber ve ark. (31), broylerlerin büyüme ve yemden yararlanma oranı (YYO)'nu belirlemek için yaptıkları çalışmada, bazal rasyon, bazal rasyon+virjinamisin ve bazal rasyon+beta-glukan (20 mg/kg maya kaynaklı beta-glukan) ilaveli gruplar oluşturmuş, denemenin 38. günde kontrol grubunun beta-glukan grubundaki hayvanlardan daha düşük CA sahip olduğunu, YYO'nun önemli düzeyde etkilenmediğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada, Keser ve ark. (32), broyler rasyonuna %1 çinko, %0.025 chitosan oligosakkarit ve %0.05 beta-glukan ilavesinin yem tüketimi (YT), CA, günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) ve YYO önemli düzeyde etkilenmediğini bildirmişlerdir. Ancak, Moon ve ark. (26) negatif kontrol (temel rasyon),

Tablo 2. Kurşun maruziyetinde diyet beta-glukanın yumurta performansı üzerine etkileri

Günler	Kontrol	Beta-Glukan	Pb	Pb+Beta-Glukan	SEM	P
Başlangıç canlı ağırlığı	184.22	183.67	183.83	184.18	2.06	ÖD
56. gün canlı ağırlığı	234.23	241.68	231.60	235.82	2.17	ÖD
Yumurta ağırlığı (g)						
1-14	10.89	11.44	10.95	11.15	0.20	ÖD
15-28	11.55	11.56	11.34	11.38	0.16	ÖD
29-42	11.88	11.49	11.41	11.25	0.19	ÖD
43-56	12.22 ^a	11.73 ^{ab}	11.32 ^b	11.73 ^{ab}	0.20	*
1-56	11.64	11.56	11.26	11.38	0.16	ÖD
Yumurta verimi (%)						
1-14	68.37 ^a	63.27 ^a	46.18 ^b	59.18 ^a	2.63	***
15-28	85.20 ^a	87.17 ^a	77.55 ^b	88.34 ^a	1.26	***
29-42	85.72	88.34	84.7	89.29	1.45	ÖD
43-56	89.88	91.20	86.62	90.86	1.38	ÖD
1-56	82.29 ^a	82.50 ^a	73.76 ^b	81.92 ^a	0.96	***
Yem tüketimi (g/bıldircın/gün)						
1-14	29.12	28.42	27.70	29.08	0.87	ÖD
15-28	29.04 ^b	29.99 ^{ab}	28.91 ^b	30.98 ^a	0.48	*
29-42	29.02	28.88	26.75	29.32	0.60	ÖD
43-56	28.73 ^{ab}	29.37 ^a	26.58 ^b	30.20 ^a	0.73	*
1-56	28.98 ^a	29.17 ^a	27.49 ^b	29.90 ^a	0.32	**
Yemden yararlanma oranı						
1-14	3.94 ^b	3.97 ^b	6.43 ^a	4.43 ^b	0.35	**
15-28	2.96 ^b	2.98 ^b	3.42 ^a	3.09 ^b	0.08	***
29-42	2.86 ^b	2.85 ^b	3.13 ^a	2.92 ^{ab}	0.07	*
43-56	2.64	2.75	2.92	2.84	0.09	ÖD
1-56	3.03 ^b	3.06 ^b	3.54 ^a	3.21 ^b	0.06	***

Pb: Kurşun; SEM: ortalamanın standart hatası; ÖD: Önemli değil; *: P<0.05; **: P<0.01; ***: P<0.001; a, b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Tablo 3. Kurşun maruziyetinde diyet beta-glukanın yumurta parametrelerine etkisi

Parametre	Kontrol	Beta-Glukan	Pb	Pb+Beta-Glukan	SEM	P
Haugh birimi	89.43 ^a	89.17 ^a	87.36 ^b	87.52 ^b	0.33	***
Ak indeksi, %	10.78 ^a	10.26 ^b	9.62 ^c	9.68 ^c	0.16	***
Sarı indeksi, %	44.32 ^a	44.20 ^a	42.11 ^b	43.61 ^a	0.49	**
Kabuk ağırlığı, g	0.96	0.94	0.93	0.95	0.01	ÖD
Kabuk kalınlığı, mm	0.21	0.20	0.20	0.21	0.00	ÖD

Pb: Kurşun; SEM: Ortalamanın standart hatası; ÖD: Önemli değil; **: P<0.01; ***: P<0.001; a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Ancak, Moon ve ark. (26) negatif kontrol (temel rasyon), pozitif kontrol (temel rasyon+Zinc bacitracin 55 mg/kg) ile 15, 30 ve 60 mg/kg beta-glukan ilaveli 5 grup oluşturulmuş, rasyona 60 mg/kg beta-glukan ilavesinin kontrol grubuna kıyasla, broylerlerin YT azaltıp, canlı ağırlık artışı (CAA) ve YYO geliştirdiğini bildirmiştir (26). Benzer şekilde Zhang ve ark. (33) broylerde yaptıkları bir çalışmada temel rasyona 0, 25, 50, 75, 100 ve 125 mg/kg düzeylerinde beta-1,3/1,6-glukan ilave etmiş, deneme sonunda 50 ve 75 mg/kg ilaveli gruplarının en

iyi GCAA ve YT değerlerine sahip olduğu, ayrıca en iyi YYO'nun 75 mg/kg beta-glukan ilaveli grupta olduğu bildirilmiştir. Bolcalı ve Irak (34) rasyona %1, 2, 3 ve 4 düzeyinde prebiyotik (%32 oranında *Saccharomyces cerevisiae* kaynaklı beta-glukanlar ve mannan oligosakkaritler (MOS)) ilave ettikleri çalışmada, kontrol grubuna kıyasla, 7. günden itibaren denemenin tüm dönemlerinde özellikle %4 ilaveli gruptaki dişi bildiricilerin CA'larının diğer deneme gruplarına göre önemli derecede yüksek olduğunu, deneme süresi sonunda (1-42. günler) yine dişi bildiricilerin GCAA ve

YT değerlerinin istatistiksel olarak önemli derecede arttığını, ancak YYO'nun tüm katkılı gruplarda kontrolden yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yine bildiricilerde rasyona simbiyotik (88 g/kg MOS, 96 g/kg beta-glukan ve 4×10^{12} CFU/kg *Saccharomyces cerevisiae*) ilavesini kontrole kıyasla GCAA istatistiksel olarak, YT ve YYO ise rakamsal olarak iyileştirdiği bildirilmiştir (35). Maya *Saccharomyces cerevisiae* (*Thepax*) hücre duvarı, immün uyarıcı olarak bilinen kitin, mannan ve glukani içermektedir. Bu bağlamda katkı maddesi içermeyen bazal diyet (kontrol) ve bazal diyet 2 g/kg düzeyinde *Saccharomyces cerevisiae*, 1 g/kg düzeyinde *Thepax* ve 1 g/kg düzeyinde *Saccharomyces cerevisiae* + 0.5 g/kg düzeyinde *Thepax* ilavesinin yapıldığı bildiricinin denemesinde en yüksek YT ve CA yalnız *Saccharomyces cerevisiae* ve *Thepax* ilaveli gruplarda olduğu, YYO'nun *Saccharomyces cerevisiae* + *Thepax* grubunda kontrole benzer olarak yalnız *Saccharomyces cerevisiae* ve *Thepax* ilaveli gruplardan iyi olduğu bildirilmiştir (36). Benzer şekilde, Japon bildiricilerinin katkısız temel rasyon ve temel rasyona %0.5, 1.5, 2.5 ve 3.5 maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ilaveli beslendiği araştırmada, en iyi deneme sonu CA ve CAA %3.5 maya ilaveli grupta olduğu, ayrıca en iyi YYO %2.5 ve 3.5 maya ilaveli gruplarda gerçekleştiği bildirilmiştir (37). Beta-glukan ve MOS'un *Saccharomyces cerevisiae* mayasının hücre duvarından elde edildiği ve bağışıklık ve performansı olumlu etkilediği bilinmektedir. Bildiriciler ile yapılan bir çalışmada (38), kontrol (temel rasyon), kontrol+probiyotik (0.15 g/kg proteksin), kontrol+prebiyotik (2 g/kg MOS), kontrol+0.25 g/kg ajwain uçucu yağı (AEO) ve kontrol+0.25 g/kg dereotu uçucu yağı (DEO) grupları oluşturulmuş, 1-21. günlerde proteksin, MOS ve AEO gruplarında CAA önemli bir artış olduğu, YT üzerinde 1-21. periyotta DEO grubunda, 22-42. ise MOS grubunda önemli bir artış olduğu bildirilmiştir. Ayrıca en iyi YYO 1-21. periyotta proteksin ve MOS takviyeli gruplarda gerçekleştiği bildirilmiştir. Ancak tüm deney dönemi (1-42. gün) incelendiğinde CAA YT ve YYO önemli bir farklılık oluşmadığı bildirilmiştir. Çalışmamızda 43-56. günler dışında tüm grupların yumurta ağırlığının benzer olduğu ve 1-56. günlerde de yine istatistiksel bir fark oluşmadığı, araştırmanın tamamında (1-56. günler), kurşunun yumurta verimi, YT ve YYO üzerindeki olumsuz etkisinin beta-glukan ilaveli gruplarda önemli derecede düzeldiği ve kontrol ile benzeştiği tespit edilmiştir (Tablo 2). Bu durum genel olarak literatür bildirişleri ile uyumludur, ancak rasyona katılan beta-glukanın miktarı ile alakalı olarak etki değişebilmektedir.

Beta-glukanın yumurta verimi ve özellikleri üzerine etkileri ile ilgili sınırlı sayıda literatür bilgisi mevcuttur. Sadece kurşun ilavesi yapılan grupta sarı indeksi, Haugh birimi ve ak indeksi değerlerinin kurşun toksisitesinden önemli derecede etkilendiği, ancak kabuk ağırlığı ve kalınlığında önemli bir etki oluşmadığı Tablo 3'te görülmektedir. Bu olumsuz etkiler, beta-glukan grubu ve Pb+beta-glukan gruplarında ortadan kalkmıştır. Araştırmada kullandığımız beta-glukanın türü ve miktarı bu etkinin oluşmasındaki temel etken olarak düşünülmektedir.

Gerzilov ve ark. (39), aktif bileşenleri %30 beta-glukanlar, %25 MOS ve %5 nükleotitlerden oluşan Immunobeta®'nin soğuk, termo nötr ve sıcak dönemlerde serbest dolaşan yumurtacı tavukların rasyonuna %0.2 ve 0.4 düzeylerinde ilave edilmesinin yumurta kalitesi ve bazı oksidatif stres parametreleri üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, diyet %0.4 düzeyinde mmunobeta® ilavesinin yumurta üretimini, yumurta ağırlığını ve albümin ağırlığını, kabuk ağırlığını ve YYO önemli derecede arttırdığını, ancak sarı ağırlığı, sarı indeksi ve Haugh birimini etkilemediğini bildirmişlerdir. Alagawany ve ark. (24), 2 aylık yaşta yumurtacı bildiricilerin rasyonuna 8 hafta süreyle 100 mg/kg kurşun ilavesinin yumurta ağırlığı ve yumurta kütlesini rakamsal olarak, yumurta üretimini (%) ve yem tüketimini istatistiksel olarak düşürdüğünü, ayrıca yumurta kalite özelliklerinde (yumurta kabuk oranı, kabuk kalınlığı, şekil indeksi, sarı oranını ve indeksini, albümin oranını ve haugh birimini) istatistiksel bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir. Lemos ve ark. (40), yumurtacı Japon bildiricilerini katkısız temel rasyon (kontrol) ve temel rasyona 147 g/t antibiyotik (%15 Çinko basitrasin aktif bileşenli), 1.5 kg/ton prebiyotik (maya *Saccharomyces cerevisiae*, %31.30 protein, %34.82 beta-glukan ve %20.94 MOS), 300 g/t probiyotik (10^9 CFU/g *Bacillus subtilis*) ve sinbiyotik (probiyotik+prebiyotik) ilavesi ile beslemenin, kontrol grubuna kıyasla 1. (9-23 hafta) ve 2. (24-39 hafta) periyotta istatistiksel olarak YT azalttığı, yumurta verimini (%) ve ortalama yumurta ağırlığı ve yumurta kütlesini arttırdığı, YYO hem yumurta kütlesi hem de yumurta sayısı bazında iyileştirdiği ve ölüm oranını ise rakamsal olarak düşürdüğünü bildirmişlerdir. Yumurtacı bildiricinin rasyonuna 15 hafta boyunca % 0 (mısır bazlı temel diyet), 0.25, 0.50 ve 1.0 MOS ilavesinin yapıldığı bir araştırmada (41), takviyeli diyetlerle beslenen grupların kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha yüksek CA, yumurta ağırlığı, yumurta kütlesi ve yumurta sayısına sahip olduğu, YYO/yumurta sayısı, YYO/yumurta kütlesi (kg) ve ölüm oranı değerlerinin önemli ölçüde daha düşük olduğu, ancak MOS takviyesinin YT ve % yumurta üretimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı kaydedilmiştir. Yapılan araştırmalar ile Japon bildiricilerinin rasyonuna antibiyotik yerine beta-glukan ve/veya MOS ilavesinin bildiricilerin sağlığı ve üretim performansını olumlu olarak etkilediği ve karlılığı arttırdığı bildirilmiştir (40, 41).

Glycomoss veya Mox'un 7 ila 13 haftalık dönemde bildiricinin rasyonunda MOS ve beta-glukan (%28 MOS ve %34 beta-glukan) kaynağı olarak kullanıldığı araştırmada, ilk gruba (T1) bazal diyet, ikinci (T2) ve üçüncü (T3) gruplara sırasıyla 0.50 ve 0.75 g/kg diyet Glycomoss, dördüncü (T4) ve beşinci (T5) gruplara ise sırasıyla 0.50 ve 0.75 g/kg Mox ilave edilmiştir. T3 grubundaki tavukların en iyi yumurta üretimi (%) ve YYO değerlerine sahip olduğu ve bunu T2, T5 ve T4 tedavi gruplarının izlediği bildirilmiştir. Ayrıca, T3 grubundaki tavukların, kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek CAA ve kabuk kalınlığına ve daha düşük yumurta uzunluğu ve genişliğine, ak yüksekliğine ve sarısı çapına sahip olduğu tespit edilmiştir. Yumurtacı bildiricinin yemlerine 0.75 g/kg Glycomoss ilavesinin, yumurtlama dönemindeki Japon bildiricilerin üretken

performansını, yumurta kalitesini ve bazı fizyolojik parametrelerini önemli ölçüde iyileştirdiği sonucuna varılmıştır (42).

Sonuç olarak, yumurtacı Japon bildiricilerinin rasyonuna 100 mg/kg kurşun ilavesinin bildiricilerin

yumurta performans ve kalite parametrelerinin olumsuz etkilediği, ancak bu etkinin *Saccharomyces cerevisiae* mayasının hücre duvarından elde edilen doğal bir ürün olan ve rasyona 100 mg/kg dozunda ilave edilen beta-glukan ile düzeltilebileceği görülmüştür.

Kaynaklar

1. Tchounwou PB, Yedjou CG, Patlolla AK, Sutton DJ. Heavy metals toxicity and the environment. *Experientia Supplementum* 2012; 101: 133-164.
2. Wani AL, Ara A, Usmani JA. Lead toxicity: A review. *Interdisciplinary Toxicology* 2015; 8: 55-64.
3. Sharma R, Panwar K, Mogra S. Effects of prenatal and neonatal exposure to lead on white blood cells in Swiss mice. *Journal of Cell and Molecular Biology* 2012; 10: 33-40.
4. Assi MA, Hezmee MN, Haron AW, Sabri MY, Rajion MA. The detrimental effects of lead on human and animal health. *Veterinary World* 2016; 9: 660-671.
5. Volman JJ, Ramakers D, Plat J. Dietary modulation of immune function by beta-glucans. *Physiology & Behavior* 2009; 94: 276-284.
6. Bashir KMI, Choi JS. Clinical and physiological perspectives of β -glucans: the past, present, and future. *International Journal of Molecular Sciences* 2017; 18:1906.
7. Kaur R, Sharma M, Ji D, Xu M, Agyei D. Structural features, modification, and functionalities of beta-glucan. *Fibers* 2020; 8: 1.
8. Zhu F, Du B, Xu B. A critical review on production and industrial applications of beta-glucans. *Food Hydrocolloid* 2016; 52: 275-288.
9. Wang Q, Sheng X, Shi A, et al. β -Glucans: Relationships between modification, conformation and functional activities. *Molecules* 2017; 22: 257.
10. Yuan H, Lan P, He Y, Li C, Ma X. Effect of the modifications on the physicochemical and biological properties of β -glucan—a critical review. *Molecules* 2020; 25: 57.
11. Lucia M, Andre JM, Gontier K, et al. Trace element concentrations (mercury, cadmium, copper, zinc, lead, aluminium, nickel, arsenic, and selenium) in some aquatic birds of the Southwest Atlantic Coast of France. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 2010; 58: 844-853.
12. Pain DJ, Mateo R, Green RE. Effects of lead from ammunition on birds and other wildlife: A review and update. *Ambio* 2019; 48: 935-953.
13. Ahmed WM, Abdel-Hameed AR, Moghazy FME. Some reproductive and health aspects of female buffaloes in relation to blood lead concentration. *International Journal of Dairy Science* 2008; 3: 63-70.
14. Burki TK. Nigeria's lead poisoning crisis could leave a long legacy. *Lancet* 2012; 379: 792.
15. McDowell LR. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. 2nd Edition, Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science BV, 2003.
16. Seven I, Aksu T, Tatli Seven P. The effects of propolis on biochemical parameters and activity of antioxidant enzymes in broilers exposed to lead-induced oxidative stress. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences* 2010; 23: 1482-1489.
17. Seven I, Aksu T, Tatli Seven P. The effects of propolis and vitamin C supplemented feed on performance, nutrient utilization and carcass characteristics in broilers exposed to lead. *Livestock Science* 2012; 148: 10-15.
18. Xu LH, Mu FF, Zhao JH, et al. Lead induces apoptosis and histone hyperacetylation in rat cardiovascular tissues. *PLoS ONE* 2015; 10: e0129091.
19. Yuan C, Song HH, Jiang YJ, et al. Effects of lead contamination in feed on laying performance, lead retention of organs and eggs, protein metabolism, and hormone levels of laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research* 2013; 22: 878-884.
20. Kayali H, Ozdag MF, Kahraman S, et al. The antioxidant effect of beta-glucan on oxidative stress status in experimental spinal cord injury in rats. *Neurosurgical Review*. 2005; 28: 298-302.
21. Tatli Seven P, Yilmaz S, Seven I, Tuna Kelestemur G. Effects of Propolis in Animals Exposed Oxidative Stress. In: Lushchak VI (Editor). *Oxidative Stress - Environmental Induction and Dietary Antioxidants*. 1st Edition, Rijeka, Croatia: INTECH, 2012: 267-288.
22. Şener G, Toklu H, Ercan F, Erkanlı G. Protective effect of β -glucan against oxidative organ injury in rat model of sepsis. *International Immunopharmacology* 2005; 5: 1387-1396.
23. NRC (National Research Council). *Nutrient Requirement of Poultry*. 9th Edition, Washington DC, USA: National Academy Press, 1994.
24. Alagawany M, Abd El-Hack ME, Farag MR, et al. Dietary supplementation of *Yucca schidigera* extract enhances productive and reproductive performances, blood profile, immune function, and antioxidant status in laying Japanese quails exposed to lead in the diet. *Poultry Science* 2018; 97: 3126-3137.
25. Farag MR, Alagawany M, Abd El-Hack ME, et al. *Yucca schidigera* extract modulates the lead-induced oxidative damage, nephropathy and altered inflammatory response and glucose homeostasis in Japanese quails. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2018; 156: 311-321.
26. Moon SH, Lee I, Feng X, et al. Effect of dietary Beta-glucan on the performance of broilers and the quality of broiler breast meat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2016; 29: 384-389.
27. Zhu M, Wu S. The growth performance and nonspecific immunity of loach *paramisgurnus dabryanus* as affected by dietary β -1,3-glucan. *Fish & Shellfish Immunology* 2018; 83: 368-372.
28. SPSS. *IBM SPSS Statistics for Windows*, version 22.0. NY, Armonk, USA: IBM, 2013.

29. Jacob J, Pescatore A. Glucans and the Poultry Immune System. *American Journal of Immunology* 2017; 13: 45-49.
30. Seven İ, Tatlı Seven P, Şimşek ÜG, Gökçe Z. Farklı cinsiyet oranlarında yetiştirilen japon bıldırcınlarında (*Coturnix Coturnix Japonica*) mısır temelli diyete multi enzim katkısının performans ve yumurta özellikleri üzerine etkileri. *Fırat Univ Vet Fak Derg* 2014; 28: 111-116.
31. Rathgeber BM, Budgell KL, MacIsaac JL, Mirza MA, Doncaster KL. Growth performance and spleen and bursa weight of broilers fed yeast beta-glucan. *Can J Anim Sci* 2008; 88: 469-473.
32. Keser O, Bilal T, Kutay HC, Abas I, Eseceli H. Effects of chitosan oligosaccharide and/or beta-glucan supplementation to diets containing organic zinc on performance and some blood indices in broilers. *Pak Vet J* 2012; 32: 15-19.
33. Zhang B, Guo Y, Wang Z. The modulating effect of β -1,3/1,6-glucan supplementation in the diet on performance and immunological responses of broiler chicken. *Asian-Aust J Anim Sci* 2008; 21: 237-244.
34. Bolacali M, Irak K. Effect of dietary yeast autolysate on performance, slaughter, and carcass characteristics, as well as blood parameters, in quail of both genders. *S Afr J Anim Sci* 2017; 47: 460-470.
35. Coskun I, Erener G, Cayiroglu H, et al. Effects of dietary symbiotic supplementation on growth performance and duodenum histology of Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) reared in different flooring systems. *R Bras Zootec.* 2017; 46: 800-804.
36. Nikpiran H, Vahdatpour T, Babazadeh D, Vahdatpour S. Effects of *Saccharomyces cerevisiae*, Thepax and their combination on blood enzymes and performance of Japanese quails (*Coturnix coturnix*). *J Anim Plant Sci* 2013; 23: 369-379.
37. Abd El-Wahab A, Mahmoud R, Marghani B, Gadallah H. Effects of yeast addition to the diet of Japanese quails on growth performance, selected serum parameters and intestinal morphology as well as pathogens reduction. *Pak Vet J* 2020; 40: 219-223.
38. Hazrati S, Rezaeipour V, Asadzadeh S. Effects of phytogetic feed additives, probiotic and mannan-oligosaccharides on performance, blood metabolites, meat quality, intestinal morphology, and microbial population of Japanese quail. *British Poultry Science* 2020; 61: 132-139.
39. Gerzilov V, Boncheva V, Alexandrova A, et al. Influence of immunobeta® dietary supplementation on egg production and some parameters of oxidative stress in laying hens. *J Agr Sci Tech* 2019; 21: 1117-1130.
40. Lemos MJ, Calixto LFL, Souza DS, et al. Comparative effect of the inclusion of zootechnical additives in the feed of japanese quails in two productive phases. *An Acad Bras Cienc* 2018; 90: 3313-3325.
41. Iqbal MA, Hussain A, Roohi N, Arshad MI, Khan O. Effects of mannan-oligosaccharides-supplemented diets on production performance of four close-bred flocks of Japanese quail breeders. *S Afr J Anim Sci* 2017; 47: 290-297.
42. Bahakaim ASA, Mousa SMM, Soliman MM. Effect of mannan oligosaccharides and β -glucans on productive performance, egg quality and blood biochemical and hematological parameters of laying Japanese quail. *Egypt Poult Sci* 2015; 35: 1109-1122.
43. Carpenter KJ, Clegg KM. The metabolizable energy of poultry feeding stuffs in relation to their chemical composition. *J Sci Food Agric* 1956; 7: 45-51.