



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.
2021; 35 (3): 139 - 144
http://www.fusabil.org

İsmail SEVEN^{1, a}
Pınar TATLI SEVEN^{2, b}

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

^a ORCID: 0000-0001-9489-8074

^b ORCID: 0000-0002-0067-4190

Kurşun Toksisitesi Oluşturulan Yumurtacı Bildircinlarda Beta-glukanın Sindirilebilirlik ve Sekal Mikroflora Üzerine Etkileri

Kurşun (Pb), endüstriyel alanlarda sık kullanılan ve insan ve hayvanlarda toksik etki oluşturan en yaygın çevre kirleticilerinden biridir. Bu çalışmanın amacı, Pb toksisitesine maruz kalan Japon bildircinlarının rasyonuna beta-glukan ilavesinin sindirilebilirlik, sekum toplam koliform ve toplam laktik asit bakteri sayıları üzerine etkilerini araştırmaktır. Çalışmada, 5 haftalık yaşta 112 Japon bildircin rastgele her biri 7 bildircinından oluşan 4 tekrüre sahip 4 gruba ayrıldı. Bildircinlar, 1) kontrol, 2) 100 mg/kg Pb, 3) 100 mg/kg beta-glukan, 4) 100 mg/kg Pb ile 100 mg/kg beta-glukan içeren yemlerle beslendi. Pb ilavesi koliform bakteri sayısını istatistiksel olarak önemli derecede düşürürken ($P<0.01$), beta-glukanın etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Pb toksisitesi oluşturulan bildircinlarda rasyona beta-glukan ilavesi, kuru madde ve ham yağ sindirilebilirliği ile sekum laktik asit bakteri sayılarını anlamlı şekilde değiştirmemiştir ($P>0.05$). Ham protein sindirimi, kontrol ve beta-glukan gruplarında değişmezken ($P>0.05$), Pb grubunda azalma gözlenmiştir ($P<0.001$). Sonuç olarak, rasyona beta-glukan ilavesinin, besin madde sindirilebilirliği ve laktik asit bakterileri üzerine olumsuz bir etkisi gözlenmemiştir. Kurşun koliform bakteri sayısını ve ham protein sindirilebilirliğini azaltmıştır. Kurşun toksisitesinde beta-glukan katkısının incelenen parametreler yönünden etkisi bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Beta-glukan, bildircin, kurşun toksisitesi, sekal mikroflora, sindirilebilirlik

Effects of Beta-glucan on Digestibility and Cecal Microflora in Lead-induced Toxicity in Laying Quails

Lead (Pb) is one of the most common environmental pollutants commonly used in industrial areas and is toxic to humans and animals. The aim of this study was to investigate the effects of beta-glucan supplementation on the diet of Japanese quails exposed to Pb toxicity on digestibility, total coliform, and total lactic acid bacteria counts. In the study, 112 Japanese quails at the age of 5 weeks were randomly divided into 4 groups of 7 quails each with 4 replicates. The quails were fed with feeds containing 1) control, 2) 100 mg/kg Pb, 3) 100 mg/kg beta-glucan, 4) 100 mg/kg Pb and 100 mg/kg beta-glucan. While the Pb supplementation statistically significantly reduced the numbers of coliform bacteria ($P<0.01$), the effect of beta-glucan was found statistically insignificant ($P>0.05$). The supplementation of beta-glucan to the diet, dry matter and ether extract digestibility and cecum lactic acid bacteria count did not significantly change in quails with lead toxicity ($P>0.05$). While crude protein digestibility did not change in the control and beta-glucan groups ($P>0.05$), a decrease was observed in the Pb group ($P<0.001$). In conclusion, no negative effects of beta-glucan supplementation on nutrient digestibility and lactic acid bacteria were observed. Lead decreased the numbers of coliform bacteria and crude protein digestibility. Beta-glucan supplementation was not found to have an effect on lead toxicity in terms of parameters examined.

Key Words: Beta-glucan, quail, lead toxicity, cecal microflora, digestibility

Giriş

Endüstriyel gelişmelere bağlı olarak önemli çevre kirleticileri olmaları nedeniyle ağır metallerin canlılar üzerindeki etkileri, giderek önem kazanan bir ilgi alanı oluşturmaktadır. Sanayide yaygın olarak kullanılan kurşun (Pb), insan ve hayvanlarda toksik etki oluşturan ağır metallerin başında yer almaktadır. Pb içeren yakıt dumanları ve endüstriyel öğütme işlemleri esnasında oluşan tozlar nedeniyle hava çevresel Pb sirkülasyonunun önemli bir aracıdır. Pb'nin, endokrin ve nöronal fonksiyonları bozulması, reaktif oksijen türlerinin üretimi, oksidan/antioksidan dengenin bozulması, lipid metabolizmasında değişiklik yapma, çinkonun aracılık ettiği birçok işlevde onun yerine geçme, kemik dokusunu bozma, sülfidril içeren enzimleri inhibe etme, nükleik asidin bağlı olduğu proteinler ile etkileşerek DNA'nın genetik transkripsiyonunu bozma gibi olumsuz etkileri bulunmaktadır (1-3).

Beta-glukanlar, mantar, maya, bakteri ve tahılların hücre duvarı glikoz zincirlerinden oluşan karbonhidratlardır. Özellikle bu polisakaritlerdeki beta-1,3/1,6-glukanlar, hücre duvarının mekanik duvar sertliğine ve bütünlüğüne yardımcı olur. Beta-glukanın bağıışıklığı geliştirme, yaraların iyileşmesi, bakteri, tümör ve virüsleri öldürme veya gelişimi engelleme gibi birçok yararlı aktiviteleri bildirilmektedir. Bununla birlikte, beta-glukanın biyolojik aktivitesi, onun dallanma derecesi, moleküler ağırlığı, çözünürlüğü, birincil yapı ve polimer yükü gibi özelliklerinden etkilenmektedir (4, 5).

Geliş Tarihi : 08.04.2021
Kabul Tarihi : 19.09.2021

Yazışma Adresi Correspondence

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

iseven@firat.edu.tr

Fazla miktarlarda Pb'a maruz kalma durumunda hayvanlar, üreme bozukluğu, performans düşüklüğü ve ölüm gibi olumsuzluklar ile karşı karşıya kalabilmektedir (1, 6, 7). Bildircin rasyonuna 100 mg/kg (7), broyler rasyonuna 200 mg/kg (8, 9) Pb ilavesinin olumsuz etkileri önceki araştırma sonuçları ile bildirilmiştir.

Sağlıklı ve güvenilir gıdaya olan talep artışına paralel olarak hayvanların verimi ve sağlığı üzerine doğal diyet takviyelerinin etkileri giderek artan bir ilgi alanı olmaktadır. Bu çalışmada, önemli toksik etkili bir ağır metal olan Pb'a diyet ile maruz kalma durumunda diyetle verilen beta-1,3/1,6-glukanların besin madde sindirimi ve sekal mikroflora üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Araştırma ve Yayın Etiği: Bu araştırma için, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 05.29.2018 tarih ve 2018-1 sayılı kararı ile onay alınmıştır.

Araştırmada *Saccharomyces cerevisiae* kaynaklı en az %70 beta-1,3/1,6-glukan içeren beta-glukan (Roseburg, OR, ABD) ve Pb (II) asetat trihidrat (CAS#: 6080-56-4) ticari firmalardan temin edilmiştir. Araştırma süresince kullanılan NRC (10)'ye göre hazırlanmış yem, ticari bir şirketten temin edilmiş ve *besin madde kompozisyonu* belirlenmiştir (Tablo 1) (11-13).

Hayvan Materyali ve Deneme Dizaynı: Araştırmanın hayvan materyalini oluşturan 112 adet bildircin (*Coturnix coturnix japonica*) bu alanda faaliyet gösteren ticari bir firmadan temin edilmiştir. Bildircinlar başlangıç canlı ağırlıkları eşitlenerek her birinde 7 bildircinin olduğu 4 tekerrüre sahip olan 4 gruba ayrıldı. Standart kafeslerin kullanıldığı, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık olacak şekilde 56 gün süren deneme süresince su ve yem hayvanlara *ad-libitum* olarak sağlandı. Deney grupları; Kontrol (temel rasyon), Pb (100 mg/kg Pb kurşun asetat formunda), beta-glukan (100 mg/kg) ve Pb+beta-glukan (100 mg/kg Pb ve 100 mg/kg beta-glukan) şeklinde oluşturuldu. Toz formunda olan beta-glukan ve Pb'nun homojen olarak karışımı için alt üst edilerek yemin iyice karıştırılması sağlanmıştır. Pb (7) ve beta-glukanın (14) uygulama miktarları, ilgili literatür bildirilerine göre yapılmıştır.

Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Derecesi: Ham besin maddelerinin sindirilme derecesinin tespiti için indikatör olarak lignin kullanılmıştır. Araştırmanın son haftasında her gruptan 6 hayvan bireysel kafeslere alınmış, günlük olarak toplanan dışkı örnekleri 60 °C'de 36-48 saat kurutulup öğütülmüştür. Van Soest (15)'in metoduna göre yem ve dışkı numunelerinin asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) analizleri yapılmıştır. Filtre torbalarının numaralandırması yapılarak darası alındıktan sonra öğütülen örneklerden 0.45-0.55 g tartılarak filtre torbasına koyulmuştur. Ankom Fiber Analyzer ile asit deterjan lif (ADF) işlemleri yapıldıktan sonra kuru olan filtre torbaları bir behere yerleştirilip üzerlerine 250 mL %72'lik H₂SO₄ çözeltisi eklenmiştir. Bu beher yaklaşık 3 saat boyunca su dolu

başka bir beher içerisine koyulup her yarım saatte bir yavaşça çalkalanmıştır. Beher içerisindeki H₂SO₄ musluk suyu ile ortam nötralleşinceye kadar iyice yıkanmış ve sonrasında torbalar 3 dakika süreyle 250 mL aseton ile muamele edilmiştir. Daha sonra torbalar nazikçe sıkılarak fazla aseton uzaklaştırılmış ve örnekler 2-4 saat süreyle 105 °C'deki etüvde bekletilerek kurumaları sağlanmıştır. Desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulan örnekler tartılmış (W3), kurutulmuş torbalar, darası alınmış porselen krozelere yerleştirilerek 525 °C'de 3 saat yakılmıştır. Soğutma sonrası tartımları yapılmış (W4) ve doğrulamayı sağlamak için kör filtre torbası da yakılıp tartılmıştır (C2).

$$ADL \text{ (Havada kuru)} = \frac{W3 - (W1 \times C1)}{W2} \times 100$$

$$ADLDM \text{ (Kuru maddede)} = \frac{W3 - (W1 \times C1)}{W2 \times DM} \times 100$$

$$ADLOM \text{ (Kuru maddede)} = \frac{W4 - (W1 \times C1)}{W2 \times DM} \times 100$$

W1: Filtre torbanın darası; W2: Örnek miktarı; W3: Ekstraksiyon sonrası kuru ağırlık; W4: Organik madde ağırlığı, yakma sonucu selüloz artığı ve torbadan ortaya çıkan ağırlık; C1: Kör deneme için kullanılan filtre torbanın ağırlığı (kuru torba ağırlığının, orijinal torba ağırlığına oranı); C2: Kül doğrulama (kör) ağırlığı (Yanan torba / orijinal torba ağırlığı)

Araştırmada hayvanlara verilen ve artan yemler ile toplanan dışkılarda kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY) düzeyleri AOAC (13)'ye göre belirlenmiştir. Ham besin maddelerinin sindirilme derecesinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır. Dışkıdaki azotun bir kısmı ürik asitten gelmektedir. Bu nedenle dışkı azotu ürik asit azotu için düzeltilmelidir. Bu amaçla düzeltme katsayılarından yararlanılarak aşağıdaki formül kullanılmıştır (16).

$$(\% \text{ Dışkı N} - \% \text{ Ürik asit N}) \times 6.25$$

$$SDYEM, (\%) = \frac{D\bar{I} - Y\bar{I}}{D\bar{I}} \times 100$$

$$SDYBM, (\%) = 100 - \left[\frac{Y\bar{I}}{D\bar{I}} \times \frac{DBM}{YBM} \times 100 \right]$$

SDYEM: Yemin sindirilme derecesi (%); SDYBM: Yemdeki besin maddesinin sindirilme derecesi; Dİ: Dışkıdaki indikatör düzeyi (%); Yİ: Yemdeki indikatör düzeyi (%); DBM: Dışkıdaki besin maddesi düzeyi (%); YBM: Yemdeki besin maddesi düzeyi (%)

Sekum Toplam Koliform ve Laktik Asit Bakteri Sayılarının Tespiti: Deneme sonunda toplam koliform bakteri sayımı için her gruptan rastgele 6 hayvan kesilip, pens yardımıyla steril bistüri ile sekum bölgesinden bağırsak örnekleri kesilip alınmış ve steril stomacher poşetlerine konulmuştur. Sekum içeriğinden 1 g alınarak steril bir deney tüpüne bırakılıp üzerine 9 mL %0.1'lik steril peptonlu su eklenerek hazırlanan 1/10'luk ön dilusyondan diğer desimal dilusyonlar hazırlandıktan sonra plaklara ekimler yapılmış ve üzerlerine Violet Red

Bile Agar (VRB-A) (Merck, Darmstadt/Almanya) besi yeri ilave edilmiştir. Besi yerinin katılmasının ardından plaklara ikinci kat besi yeri ilavesi yapıldıktan sonra 35-37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Kırmızı renkte ve çevresinde presipitat zonu bulunan 1-2 mm çapındaki koloniler koliform grubu bakteriler olarak değerlendirilmiştir (17). Sekum örneklerinde, koliform sayımında olduğu gibi hazırlanan dilusyonlardan plaklara ekimler yapılmış ve laktik asit bakteri sayımı için plaklara De Man Ragosa Sharp Agar (MRS) (Merck, Darmstadt/Almanya) besi yeri ilave edilip, anaerobik şartlarda 37 °C'de 48 saat inkübasyondan sonra iğ şeklindeki krem renkli koloniler laktik asit bakterisi olarak değerlendirilmiştir. Şüpheye düşülen durumlarda rastgele seçilen beş koloniye gram boyama ve katalaz testi yapılmıştır. Laktik asit bakterileri gram pozitif ve katalaz negatiftir (18). Araştırma süresince gruplarda meydana gelen ölümler kayıt altına alınmıştır.

İstatistik Analizler: 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 ikili 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 (19).

Bulgular

Araştırma sonunda elde edilen veriler Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmiştir. Grupların koliform sayıları incelendiğinde istatistiksel olarak kontrol ve beta-glukan ilaveli grup sayılarının benzer olduğu, en düşük koliform sayısının Pb grubunda olduğu görülmüştür ($P < 0.01$, Tablo 2). Laktik asit bakteri sayılarının araştırma grupları

arasında anlamlı bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir. ($P > 0.05$, Tablo 2). Araştırma süresince sadece Pb grubunda 2 adet bildircin ölümü kayıt altına alınmıştır (Tablo 2). HP sindirilebilirliği Pb ilavesi ile önemli derecede düştüğü ($P < 0.001$), ancak KM ve HY sindirimlerinin muamelelerden etkilenmediği görülmüştür ($P > 0.05$, Tablo 3).

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	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, kkal/kg ^c	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.

Tablo 2. Beta-glukanın mortalite ve sekum bakterileri üzerine etkileri

Parametre	Kontrol	Beta-Glukan	Pb	Pb+Beta-Glukan	SEM	P
Koliform bakteriler (log ₁₀ kob/g)	4.43 ^a	4.09 ^a	1.75 ^c	2.93 ^b	0.35	**
Laktik asit bakterileri (log ₁₀ kob/g)	6.26	6.02	5.43	5.7	0.36	ÖD
Mortalite	0	0	1	0	-	-
1-56 %	0	0	3.57	0	-	-

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

Tablo 3. Beta-glukanın ham besin maddelerinin sindirilme derecesi üzerine etkileri

Parametre	Kontrol	Beta-Glukan	Pb	Pb+Beta-Glukan	SEM	P
KM, %	72.19	76.05	71.84	76.56	0.86	ÖD
HP, %	89.89 ^a	87.41 ^{ab}	83.08 ^c	84.82 ^{bc}	0.73	***
HY, %	85.75	86.48	87.29	86.45	0.86	ÖD

KM: Kuru madde; HP: Ham protein; HY: Ham yağ; Pb: Kurşun; ÖD: Önemli değil; ***: $P < 0.001$; SEM: Ortalamaların standart hatası; ^{a, b, c}: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Tartışma

Hayvanların doğal yaşam ortamında bulunan Pb'ye toksik dozda maruziyeti, oksidatif stres ve apoptozis gibi hücrel hasarlara neden olabilmekte ve bu durum üreme ve performansta düşüşler, hatta ölüme neden olabilmektedir (1, 6, 7). Nitekim yumurtacı bildiricilerin rasyonuna 8 hafta süreyle 100 mg/kg Pb ilavesinin performans ve yumurta kalite parametrelerini (7), benzer şekilde rasyona 200 mg/kg Pb ilavesinin broyler piliçlerin performansını (8, 9) olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir.

Arpa yulaf ve çavdar gibi tahıllardan elde edilen beta-glukanlar suda çözünürken, mantar ve maya orijinli beta-glukanlar suda çözünmezler. Özellikle suda çözünmeyen beta-glukanlar bağışıklığı desteklediği bildirilmiştir. (4). Ayrıca oksidatif savunma mekanizmalarının *Saccharomyces cerevisiae* bileşenleri olan mannan-oligosakkarit (MOS) ve beta-glukanlar tarafından uyarılabileceği ve bu sayede istenmeyen bakterileri ortadan kaldırmak yerine bağırsakları koruyabileceği bildirilmiştir (20, 21). Maya hücre duvarındaki MOS ince bağırsak mukozasına hastalık yapıcı bakterilerin tutunmasını önleyerek, beta-glukanlar ise monosit ve makrofaj gibi bağışıklık hücrelerini uyarak bakterisidal veya bakteriostatik etki gösterebilmektedir (22). Dolayısıyla maya hücre duvarı elemanlarının esas etkisinin yararlı mikroorganizmalar üzerine olmadığı, ancak zararlı mikroorganizmalar ortamdaki etkinliğinin azaltılması şeklinde etkilerini gösterdikleri görülmektedir (23). Helal ve ark. (24), antibiyotik büyüme faktörüne alternatif olarak broyler rasyonuna 0.5 g/kg *Saccharomyces cerevisiae* hücre duvarından elde edilmiş ve bileşiminde %11.7 MOS, %9.2 beta-glukanlar içeren prebiyotik ilavesinin deneme sonu duodenum, jejunum ve ileumda en yüksek villus uzunluğuna neden olduğu, 21. ve 42. günlerde toplam aerobik sayısı, sadece 21. günde ise toplam koliform sayısının kontrol grubuna benzer olduğu, ancak 42. gün koliform sayısının kontrol grubundan düşük olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Ceylan ve ark. (25), broyler piliçlerin rasyonuna büyüme faktörü olarak prebiyotik (%0.25), humik asit (%0.25) ve maya hücre duvarlarından elde edilmiş prebiyotik (0-3. hafta %0.2 ve 4-6. hafta %0.1) ilavesinin bağırsak mikroflorası üzerine etkilerini incelediği araştırmada 2. ve 6. haftalarda ince bağırsak örneklerinde aerobik bakteri, toplam maya, koliform, *E.coli* ve enterekok sayılarının tüm gruplarda benzer olduğunu bildirmişlerdir. Yine kanatlılarda maya hücre duvarı ilavesinin sekum *Bifidobakter*, *E.coli* ve *Clostridium perfringens* popülasyonları ile pH üzerinde tutarlı bir etkisi olmadığı, ancak %2 ve 4 düzeylerinde prebiyotik (Grobiotic) ile beraber %0.2 maya hücre duvarı ilaveli gruplarda Laktobasillerin sayısının (\log_{10} kob/g) kontrolden düşük olduğu bildirilmiştir (26). Japon bildiricilerinin (*Coturnix coturnix japonica*) rasyonuna humat (2 g/kg) ve *Saccharomyces cerevisiae* orijinli 200 g beta-glukan ve 180 g MOS içeren maya hücre duvarı ekstraktı (2 g/kg) ilavesinin yapıldığı araştırmada, humat ve maya hücre duvarı ekstraktlarının tek başına ya da birlikte ilavesinin sekum koliform, *Lactobacillus* ve *E.coli* bakteri sayıları ile grupların ölüm oranlarını etkilediği

bildirilmiştir (23). Bu bildirişler, mevcut araştırma bulgularımızdaki laktik asit bakteri sayısının gruplar arasında önemli bir değişime uğramamış olması ve beta-glukan grubunun sekum koliform bakterileri ve mortalite üzerine etkisinin kontrol grubu ile benzer olması ile uyumludur (Tablo 2). Yine bildiricinin rasyonuna %28 MOS ve %34 beta-glukan kaynağı olarak temel rasyona 0.50 ve 0.75 g/kg Glycomoss ve Mox ilave edilmiş, 6 hafta süren deneme sonunda tüm katkılı gruplarda kontrol grubuna kıyasla toplam anaerobik ve *E.coli* bakteri sayılarının önemli ölçüde düştüğü, faydalı bakteri (*Lactobacilli*) sayısını ise yine önemli derecede arttığı bildirilmiştir (27). Bu durum beta-glukanın yüksek dozda kullanılmasına bağlanabilir. Çalışmamıza benzer olarak broyler rasyonuna avilaminin (%0.1), 0-3. ve 4-6. haftalarda sırasıyla %0.05 ve 0.025 organik asit, %0.2 ve 0.1 prebiyotik (%30 mannan ve %30 glukan), %0.06 ve 0.03 bitki ekstraktı ve %0.1 ve 0.05 prebiyotik ilavesinin toplam aerobik, koliform ve maya sayılarında kontrol grubu ile benzer sonuçlara sahip olduğu bildirilmiştir (28).

Pb maruziyetinin keklilerde nonkoliform'u arttırdığı ve koliform gram-negatif bağırsak bakterilerinin sayısını ise azalttığı bildirilmiştir (29). Albino Wistar ratların içme suyuna %0.1 düzeyinde Pb ilavesinin duodenum, ileum, sekum ve kolon koliform sayılarını kontrol grubundan daha düşük bir seviyeye getirdiği bildirilmiştir (30). Bu bildirişlere ilaveten, Nain ve Smits (31) içme suyu yoluyla 5 veya 50 mg/kg subkronik Pb maruziyetinin Japon bildiricilerinde *E.coli*'ye karşı morbidite ve mortalitenin azaldığını, bu durumun subkronik Pb maruziyetinin baskılayıcı olmaktan çok immun sistemi uyarıcı etkisine bağlanmıştır. Mevcut araştırmamızda da koliform sayısının Pb ilavesi ile önemli derecede düştüğü ve Pb+beta-glukan grubunun koliform sayısının da yine Pb'nin etkisiyle beta-glukan ve kontrol gruplarından önemli derecede düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Broiler rasyonuna 42 gün süreyle 200 mg/kg Pb ilavesinin broylerin mortalitesi üzerinde önemli bir fark oluşturmadığı bildirilmiştir (9).

Broyler piliçlerin rasyonuna 200 mg/kg Pb ilavesinin kontrol grubuna kıyasla KM ve HY sindirimini etkilemediği, ancak ham kül, organik madde ve HP sindirimini ise önemli derecede düşürdüğü bildirilmiştir (9). Bu bildiriş mevcut araştırma sonuçlarımız ile uyumludur (Tablo 3). Japon bildiricilerinin (*Coturnix japonica*) kronik Pb maruziyetinde (0, 50 ve 1000 mg/kg) sekal histoloji, mikrobiyal topluluklar ve bağışıklık üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırmada, Pb'ye maruz kalmanın, sekal histopatolojik değişiklikler, mikrobiyotik disbiyozu ve sekal immun bozukluğu yoluyla bağırsak sağlığına zarar verebileceği bildirilmiştir (32). İçme suyuna 25 g/L MOS ve 30 g/L beta-glukan karışımı ilavesinin büyüme performansını iyileştirdiği, lipid metabolizmasını düzenlediği, humoral ve hücrel bağışıklığı geliştirdiği bildirilmiştir (33). Coskun ve ark. (34), odun talaşından oluşan atık sisteminde yetiştirilen bildiricilerin rasyonuna 88 g/kg MOS, 96 g/kg beta-glukan ve 4×10^{12} kob/kg *Saccharomyces cerevisiae* içeren simbiyotik ilaveli grubun en yüksek villi uzunluk ve genişliğine sahip olduğunu, duodenum histomorfolojik

parametrelerini ve sindirim sistemini geliştirerek bildircinlara daha iyi büyüme performansı sağladığını bildirmişlerdir. Mısır-soya küspesi temelli diyetle beslenen piliçlerin rasyonuna %2 düzeyinde maya hücre duvarı elemanlarının %2 ve 4 GroBiotic ile birlikte ilave edilmesi durumunda, 7. gün analizlerinde tüm grupların aminoasit sindirilebilirliğinin benzer olduğu, ancak 21. Günde %2 düzeyinde maya hücre duvarının %1.5 glukonik asit ile birlikte uygulandığı grup hariç sadece arjinin sindirilebilirliğinin kontrole kıyasla önemli derecede yükseldiği bildirilmiştir. Ayrıca, 7. ve 21. gün aminoasit sindirilebilirlik değerleri arasındaki fark incelendiğinde arjinin dışındaki aminoasitlerin (sistin, izolösin, lizin, metiyonin, treonin ve valin) sindirilebilirliğinin önemli derecede arttığı bildirilmiştir (26). Sütten kesilmiş domuzların diyetine 5 hafta süreyle %0.01, 0.02, 0.03 ve 0.04 düzeylerinde (deneme 1) ve ayrıca 8 hafta için %0.02 beta-glukan ilavesinin antibiyotik ile karşılaştırılmasını (kontrol-T1, %0.02 beta-glukan-T2, antibiyotikler-T3 ve antibiyotikler+%0.02 beta-glukan-T4) yapıldığı (deneme 2) iki aşamalı araştırmada; diyet beta-glukan konsantrasyonu arttıkça KM, HP, HY, Ca ve P sindirilebilirliğinin de doğrusal olarak arttığı bildirilmiştir. Ayrıca araştırmanın 2. safhasında kontrole kıyasla beta-glukan ilavesinin KM, HP, HY ve Ca sindirimini arttırdığı bildirilmiştir (35). Broyler piliçlerin rasyonuna farklı seviyelerde maya glukani ilavesinin (0.05, 0.1, 0.15 ve 0.2 g/kg)

sindirilebilirlik üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada beta-glukan ilavesinin (özellikle 0.1 g/kg) gross enerji, protein ve nişasta sindirimini rakamsal olarak iyileştirdiği bildirilmiştir (36). Benzer şekilde broyler rasyonuna alglerden (*Euglena gracilis*) elde edilmiş 100 ve 200 g/ton düzeyinde beta-glukan ilavesinin sadece sıcaklık stresi grubun enerji sindirimini istatistiksel olarak, KM ve nitrojen sindirimini ise rakamsal olarak yükselttiği bildirilmiştir (37). Mevcut araştırmada rasyona 100 mg/kg beta-glukan ilavesi, kontrole göre KM ve HY sindirimini etkilemediği, HP sindirimini ise düşürdüğü görülmektedir (Tablo 3). Bu durum probiyotik ve prebiyotiklerin veya simbiyotik olarak kullanım etkinliğinin genetik, çevresel ve farklı stres koşulları, elde edildikleri kaynak ve üretim yöntemleri ve kullanım miktarlarına bağlı olarak değişebileceğine bağlanmıştır.

Sonuç olarak, yumurtacı bildircin (*Coturnix coturnix japonica*) rasyonuna 100 mg/kg *Saccharomyces cerevisiae* orijinli beta-1,3/1,6-glukan ilavesinin sekum koliform ve laktik asit bakterileri ile besin madde sindirilebilirliği üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadığı, ayrıca rasyona ilave edilen 100 mg/kg Pb'nin olumsuz etkilerinin iyileştirilmesinde yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle genellikle bağışıklık üzerindeki etkilerinin incelendiği beta-glukanın sindirim gibi diğer sistemler üzerindeki etkilerinin de irdelenmesine ihtiyaç vardır

Kaynaklar

- Ebrahimi R, Jahromi MF, Liang JB, et al. Effect of dietary lead on intestinal nutrient transporters mRNA expression in broiler chickens. *Biomed Res Int* 2015; 149745.
- Assi MA, Hezmee MN, Haron AW, Sabri MY, Rajion MA. The detrimental effects of lead on human and animal health. *Vet World* 2016; 9: 60-671.
- 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. *Ecotoxicol Environ Saf* 2018; 156: 311-321
- Bashir KMI, Choi JS. Clinical and physiological perspectives of β -glucans: the past, present, and future. *Int J Mol Sci* 2017; 18: 1906.
- Kaur R, Sharma M, Ji D, Xu M, Agyei D. Structural features, modification, and functionalities of beta-glucan. *Fibers* 2020; 8: 1.
- 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. *J Appl Poultry Res* 2013; 22: 878-884.
- 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. *Poult Sci*, 2018; 97: 3126-3137.
- Seven İ, Aksu T, Tatlı Seven P. The effects of propolis on biochemical parameters and activity of antioxidant enzymes in broilers exposed to lead-induced oxidative stress. *Asian-Australas J Anim Sci* 2010; 23: 1482-1489.
- Seven İ, Aksu T, Tatlı Seven P. The effects of propolis and vitamin C supplemented feed on performance, nutrient utilization and carcass characteristics in broilers exposed to lead. *Livest Sci* 2012; 148: 10-15.
- NRC (National Research Council). *Nutrient Requirement of poultry*. 9th Edition, Washington DC, USA: National Academy Press, 1994.
- Crampton EW, Maynard LA. The relation of cellulose and lignin content to 21 nutritive values of animal feeds. *J Nutr* 1938; 15: 383-395.
- 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.
- AOAC. *Association of Official Analytical Chemists. Official Method of Analysis*. 15th Edition, Washington DC, USA, 1990.
- Zhu M, Wu S. The growth performance and nonspecific immunity of loach *paramisgurnus dabryanus* as affected by dietary β -1,3-glucan. *Fish Shellfish Immun* 2018; 83: 368-372.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 1991; 74: 3583-3597.
- Rotter BA, Frohlich AA, Rotter RG, Marquardt RR. Estimation of apparent protein digestibility using uric acid-corrected nitrogen values in poultry excreta. *Poult Sci* 1989; 68: 327-329.
- Anonim. "ISO 4832. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of

- coliforms-Colony-count technique, 2006". <https://www.iso.org/standard/38282.html> / 08.01.2021.
18. Anonim. "ISO 15214. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria-Colony-count technique at 30 degrees C, 1998". <https://www.iso.org/standard/26853.html> / 08.01.2021.
 19. IBM SPSS, IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS. Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: USA.
 20. Ognik K, Krauze M. Dietary supplementation of mannanoligosaccharides to turkey hens on their growth performance and antioxidant status in blood. *S Afr J Anim Sci* 2012; 42: 379-388.
 21. 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.
 22. Hooge DM. Meta-analysis of broiler chicken pen trials evaluating dietary mannan oligosaccharide, 1993-2003. *Int J Poult Sci* 2004; 3: 163-174.
 23. Yanık G, Günel M, Özkaya S. Japon bildiricilerini (*Coturnix coturnix japonica*) rasyonlarına humat ve maya hücre duvarı ekstraktı ilavesinin besi performansı, bağırsak mikroflorası ve kan parametrelerine etkisi. *Mediterr Agric Sci* 2018; 31: 181-187.
 24. Helal MS, Youssef FM, Moursi MK, Khalil WF, Abdel-Daim MM. Effectiveness of prebiotic as an alternative to the antimicrobial growth promoter on growth performance, blood constituents, intestinal healthiness and immunity of broilers. *AJVS* 2015; 45: 13-25.
 25. Ceylan N, Çiftçi İ, İlhan Z. The effects of some alternative feed additives for antibiotic growth promoters on the performance and gut microflora of broiler chicks. *Turk J Vet Anim Sci* 2003; 27: 727-733.
 26. Jacobs CM, Parsons CM. The effect of Grobiotic-P combined with yeast cell wall and gluconic acid on growth performance, nutrient digestibilities, and caecal microbial populations in young chicks. *Poult Sci* 2009; 88: 2360-2367.
 27. Mousa SMM, Soliman MM, Bahakaim ASA. Effect of mannan oligosaccharides and β -glucans on productive performance and some physiological and immunological parameters of growing Japanese quail chicks. *Egypt Poult Sci* 2014; 34: 433-451.
 28. Corduk M, Ceylan N, Dede N, Tel OY. Effects of novel feed additives on performance, carcass traits and *E.coli*, aerobic bacteria and yeast counts in broilers. *Arch Geflügelk* 2008; 72: 61-67.
 29. Vallverdú-Coll N, Ortiz-Santaliestra ME, Mougeot F, Vidal D, Mateo R. Sublethal Pb exposure produces season-dependent effects on immune response, oxidative balance and investment in carotenoid-based coloration in red-legged partridges. *Environ Sci Technol* 2015; 49: 39-3850.
 30. Kosik-Bogacka DI, Baranowska-Bosiacka I, Czernomys-Furowicz D, et al. Effect of perinatal lead exposure on intestinal microbiota of rats: Preliminary results. *J Elem* 2019; 24: 629-637.
 31. Nain S, Smits JEG. Subchronic lead exposure, immunotoxicology and increased disease resistance in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Ecotoxicol Environ Saf* 2011; 74: 787-792.
 32. Kou H, Fu Y, He Y, et al. Chronic lead exposure induces histopathological damage, microbiota dysbiosis and immune disorder in the cecum of female Japanese quails (*Coturnix japonica*). *Ecotoxicol Environ Saf* 2019; 83: 109588.
 33. Ibrahim ZA. Modulation of immunity and some biological functions of Japanese quail by mannan oligosaccharide and β -glucan administration. *Egypt Poult Sci* 2011; 31: 867-882.
 34. 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.
 35. Hahn TW, Lohakare JD, Lee SL, Moon WK, Chae BJ. Effects of supplementation of β -glucans on growth performance, nutrient digestibility, and immunity in weanling pigs. *J Anim Sci* 2006; 84: 1422-1428.
 36. Ahiwe EU, Omede AA, Abdallah ME, et al. Response of broiler chickens to dietary supplementation of enzymatically hydrolyzed glucan or mannan yeast products. *J Appl Poult Res* 2019; 28: 892-901.
 37. Zhang S, Ou J, Luo Z, Kim IH. Effect of dietary β -1,3-glucan supplementation and heat stress on growth performance, nutrient digestibility, meat quality, organ weight, ileum microbiota, and immunity in broilers. *Poult Sci* 2020; 99: 4969-4977.