

Farklı Seviyelerde Metabolik Enerji İçeren Rasyonlara Probiyotik-Enzim Karışımı İlavésinin Yumurtlayan Bildircinlarda Performansa, Yumurta Kalitesine ve Serum Parametrelerine Etkisi

Alpönder YILDIZ 

Osman OLGUN 

Esra Tuğçe ŞENTÜRK 

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme AD., 42130 Selçuklu/KONYA
oolgun@selcuk.edu.tr

Öz

Bu çalışma farklı seviyelerde metabolik enerji içeren rasyonlara probiyotik-enzim karışımı ilavesinin yumurtlayan bildircinlarda performans, yumurta kalitesi ile serum parametrelerine etkisini belirlemek için yürütülmüştür. 3 x 2 tesadüf parselleri deneme deseninde, 3 metabolik enerji seviyesi (2900 (kontrol), 2775 ve 2650 kkal/kg) ve iki probiyotik-enzim karışımı ilavesinin (0 ve 1 g/kg) oluşturduğu, her birinde 5 dişi bildircin bulunan 4 tekerrürlü 6 muamele grubu ile denenmiştir. On haftalık yaşta toplam 120 adet dişi bildircin 10 hafta boyunca deneme rasyonları ile beslenmişlerdir.

Ana faktör olarak rasyon metabolik enerji seviyesinin 2650 kkal/kg'a düşürülmesi yemden yararlanma oranını ve kabuk kalınlığını olumsuz, Haugh birimini olumlu etkilemiş ve serum kolesterol konsantrasyonunu yükseltmiştir (P<0.05). Rasyon metabolik enerji seviyesinin 2775 kkal/kg düşürülmesi ile özgül ağırlık ve serum kalsiyum konsantrasyonu yükselmiştir (P<0.05). Rasyona probiyotik-enzim karışımı ilavesi yumurta verimini, yemden yararlanma oranını, kabuk kalınlığını ve serum kalsiyum ile fosfor konsantrasyonlarını olumlu etkilemiş, serum glukoz konsantrasyonunu düşürmüştür (P<0.05). Rasyon metabolik enerjisi ve probiyotik-enzim karışımı arasındaki interaksyonlar sadece serum kalsiyum konsantrasyonu üzerine etkili olmuştur (P<0.05).

Sonuç olarak, yumurtlayan bildircinların 2775 kkal/kg metabolik enerji içeren rasyonlar ile performans etkilenmeksizin beslenebileceği ve rasyona probiyotik-enzim karışımı ilavesi ile performansın, kabuk kalitesinin ve serum parametrelerinin olumlu etkilendiği, ancak rasyon enerji seviyesinin 2650 kkal/kg düşürülmesinin incelenen parametreleri olumsuz etkilediği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Metabolik enerji, bildircin, performans, probiyotik-enzim, kabuk kalitesi

Effects of Probiotic-Enzyme Mixture Addition to Diets Containing Different Levels of Metabolic Energy on Performance, Egg Quality and Some Serum Parameters in Laying Quails

Abstract

This study was conducted to determine the effect of the supplementation of probiotic-enzyme mixture to diets containing different levels of metabolic energy on performance, egg quality and serum parameters in laying quails. The research was tested in a 3 x 2 factorial treatment design with six experimental groups of four subgroups (with five quails each), consisting of three metabolic energy levels (2900 (control), 2775 or 2650 kcal/kg) and two probiotic-enzyme mixtures (0 or 1 g/kg). A total of 120 female quails at the age of ten weeks were fed with experimental diets for 10 weeks.

As the main factor, decreasing the diet metabolic energy level to 2650 kcal/kg negatively affected the feed conversion ratio and eggshell thickness, positively affected the Haugh unit and increased serum cholesterol concentration (P<0.05). In addition, with the decrease in the metabolic energy level of the diet to 2775 kcal/kg, the specific gravity and serum calcium concentration increased. The addition of probiotic-enzyme mixture to the diet, positively affected egg production, feed conversion ratio, eggshell thickness, serum calcium and phosphorus concentrations, and decreased serum glucose concentration (P<0.05). The interactions between diet metabolic energy and probiotic-enzyme mixture affected only serum calcium concentration (P<0.05).

As a result, it can be said that laying quails can be fed with diets containing 2775 kcal/kg metabolic energy without affecting performance and the addition of probiotic-enzyme mixture to the diet affects the performance, eggshell quality and serum parameters positively, but decreasing the diet energy level by 2650 kcal/kg negatively affects the parameters examined.

Keywords: Metabolic energy, quail, performance, enzyme-probiotic, eggshell quality

Giriş

Genetik yapının ve çevre şartlarının iyileştirilmesi ile yumurtlayan kanatlılarda yumurta verimi (YV) ve yumurta ağırlığının (YA) artması sağlanmıştır. Bununla birlikte optimum verim ve verimin devamlılığı için başta rasyon enerjisi olmak üzere rasyonun besin madde yoğunluğu artırılmaktadır. Japon bıldırcınlarının metabolik enerji (ME) gibi besin madde ihtiyaçları genel itibarıyla NRC (1994) göz önüne alınarak tespit edilmektedir. Ancak bazı araştırmacılar tarafından bıldırcınlar için NRC (1994) tarafından bildirilen ME ihtiyacının performansta herhangi bir kayıp olmadan düşürülebileceğini bildirmektedir (Pinto ve ark., 2002; Elangovan ve ark., 2004; Moura ve ark., 2008; Hurtado-Nery ve ark., 2015).

Eksojen enzimler kanatlı hayvanların beslenmesinde anti-besinsel faktörlerin olumsuz etkilerini azaltmak ve rasyon enerjisi ile proteinin kullanımını iyileştirmek için uzun süredir kullanılmakta, böylece performansın iyileşmesi sağlanmaktadır (Ravindran, 2013). Eksojen enzimlerin sindirim sistemine alındıktan sonra selüloz ve nişasta olmayan polisakkaritler gibi bitki bazlı yemlerde bulunan ve bileşenlerinin sindirimini biyolojik olarak kanatlı hayvanlar için mümkün olmadığı bilinen anti-besinsel faktörler ile nişasta ve protein gibi besin maddelerinin de daha iyi değerlendirilmesinde etkili olduğu kabul edilmektedir. Böylece, enzim ilavesiyle YV, YA, yumurta kabuk kalitesi ve yumurta iç kalitesinin iyileştirilmesi mümkün olmaktadır (Lazaro ve ark., 2003; Lim ve ark., 2003; Liu ve ark., 2007; Jang ve ark., 2008; Khan ve ark., 2011; Resende ve ark., 2017).

Probiyotikler, konakçı hayvanın sağlığı ve refahı üzerinde faydalı bir etkiye sahip olan ve üründe herhangi bir kalıntı bırakmayan mikrobiyal hücre preparatları olarak tanımlanır (Fuller, 1989). Probiyotiklerin iştahı artırarak (Nahashon ve ark., 1994), bağırsak mikrobiyal dengesini geliştirerek (Fuller, 1989), vitamin sentezleyerek (Coates ve Fuller, 1977), sindirim enzimini uyararak (Saarela ve ark., 2000), sindirilemeyen karbonhidratları kullanarak (Salianeh ve ark., 2011), sindirim kanalında pH'ı düşürerek ve bakteriyosinleri serbest bırakarak (Rolfe, 2000) kanatlı performansı üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Khan ve ark. (2011) probiyotik kullanımının performansı ve yumurta kabuğu kalınlığını iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Kümes hayvanlarında enzim ve probiyotik kullanımı üzerine yapılan önceki araştırmaların çoğu bu iki preparatın ayrı ayrı kullanımına odaklanmıştır. Yakın zamana kadar probiyotik ve enzim kombinasyonu hakkındaki bilgiler eksik olmakla birlikte, kanatlı hayvanların beslenmesinde uygulanması artmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma karışım olarak ilave edilen probiyotik ve enzimin enerji kullanımına etkisini belirlemek için enerjisi düşürülmüş rasyonlara ilavelerinin yumurtlayan bıldırcınların performans, yumurta dış ve iç kalitesi ve serum biyokimyasal parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada 10 haftalık yaşta 120 adet yumurtlayan Japon bıldırcını 3 ME seviyesi ve 2 probiyotik-enzim karışımı ilavesinden oluşan toplam altı muamele grubuna eşit olarak dağıtılmıştır. Her bir muamele grubu her birinde 5 adet bıldırcının bulunduğu dört

tekerrürden oluşturulmuştur. On haftalık deneme süresince bıldırcınlar 2900 (kontrol), 2775 ve 2650 kkal/kg ME içeren rasyonlara 0 ve 1g/kg seviyelerinde probiyotik-enzim karışımı (Farmasafe Plus&zyme®) karışımı ilave edilen 6 muamele rasyonu ile yemlenmişlerdir (Çizelge 1). Deneme süresince bıldırcınlara 16 saat aydınlatma programı uygulanmış ve yem ile su *ad-libitum* olarak verilmiştir. Araştırma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvancılık Tesislerinde 2019 yılı eylül ve aralık ayları arasında gerçekleştirilmiş olup, yazarlar çalışmanın Türkiye Cumhuriyeti 5996 sayılı kanununun 9. maddesinde belirtilen hayvan refahı kurallarına uygun olarak gerçekleştirildiğini beyan etmektedirler.

Çizelge 1. Deneme rasyonları ve hesaplanmış besin madde içerikleri

Ham maddeleri (%)	ME seviyesi (kkal/kg)		
	2900	2775	2650
Mısır	53.20	54.52	54.40
Soya küspesi	28.70	27.40	25.20
Ayçiçeği tohumu küspesi	4.00	5.00	7.00
Buğday kepeği	2.00	3.00	5.00
Ayçiçek yağı	4.60	2.60	0.92
Kireç taşı	5.60	5.60	5.62
Dikalsiyum fosfat	1.14	1.12	1.08
Tuz	0.35	0.35	0.35
Premiks	0.25	0.25	0.25
DL-Metiyonin	0.16	0.16	0.15
L-Lisin	---	---	0.03
Hesaplanmış besin maddeleri (%)			
ME, kkal/kg	2902	2775	2651
Ham protein	20.01	20.02	19.99
Kalsiyum	2.50	2.50	2.50
Yararlanılabilir fosfor	0.35	0.35	0.35
Lisin	1.01	1.01	1.01
Metiyonin	0.45	0.46	0.46
Metiyonin+sistin	0.82	0.83	0.83

Premiks her kg yeme: vitamin A, 8.800 IU; vitamin D₃, 2.200 IU; vitamin E, 11 mg; vitamin K₃, 500 mg; vitamin C, 75 mg; nikotinik asit, 44 mg; kalsiyum-D- Pantotenat, 8.8 mg; riboflavin 4.4 mg; tiamin 2.5 mg; vitamin B₁₂, 6.6 mg; folik asit, 1 mg; D-Biyotin, 0.11 mg; kolin, 220 mg; demir, 60 mg; çinko, 60 mg; manganez, 60 mg; bakır, 5.0 mg; iyot, 1 mg; kobalt, 0.20 mg; selenyum, 0.15 mg sağlar.

Metot

Bıldırcınlar deneme başında ve sonunda grup tartımı yapılarak g olarak canlı ağırlık (CA) ortalamaları ve bu ortalamalardan da CA değişimi hesaplanmıştır. Yumurtalar deneme süresince günlük olarak kaydedilmiş ve % olarak yumurta verimleri (YV) hesaplanmıştır. Yem, muamele gruplarına tartılarak verilmiş ve deneme sonunda yemlikte kalan yemler tartılıp toplam verilen yemden çıkartılarak yem tüketimi (YT) g/gün/bıldırcın olarak hesaplanmıştır. Yumurta ağırlıkları denemenin son üç günü toplanan bütün yumurtaların tartılması ile g olarak tespit edilmiştir. Yumurta kitlesi (YK); $(YV \times YA) / 100$ formülü ile g/gün/bıldırcın olarak hesaplanmıştır. Yemden yararlanma oranı (YYO) ise; YT/YK formülü ile g yem/g yumurta olarak hesaplanmıştır.

Deneme süresince kırık, çatlak ve hasarlı yumurtalar kaydedilmiş ve yumurta sayısının %'si olarak hesaplanmıştır. Denemenin son üç gününde toplanan bütün yumurtaların havadaki ve sudaki ağırlıkları alınmış ve $YA / (YA - sudaki YA)$ formülü ile g/cm³ olarak özgül ağırlıkları hesaplanmıştır (Wells, 1968). Yumurta kabuk kırılma direnci Egg Force Reader cihazı ile ölçülmüş ve kg olarak ifade edilmiştir (Orka Food

Technology, China). Kabuk kırılma direnci tespit edilen yumurtaların içleri temiz bir cam yüzeye kırılmış ve kabuk içerisindeki yumurta kalıntıları temizlendikten sonra kabuklar oda sıcaklığında üç gün kurutulup tartılarak yumurta ağırlığına oranı (%'si) olarak kabuk ağırlıkları hesaplanmıştır. Yine bu yumurtaların ak yüksekliği yükseklik mihengiri ile ölçülmüş ve Haugh birimi $100 \times \log (ak \text{ yüksekliği} + 7.57 - 1.7 \times YA^{0.37})$ formülüyle (Haugh, 1934) hesaplanmıştır. Kabuk kalınlığı mikro metre kullanılarak yumurtanın üç noktasından (ekvator, küt ve sivri kısımlar) ölçümle elde edilen değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Mitutoyo, 0.01 mm, Japan).

Deneme sonunda (denemenin 10. haftası) serum parametrelerinin tespiti için her alt gruptan benzer CA'da rastgele bir adet bıldırcından (toplam 24 adet) kalbe enjeksiyon ile girilerek 3 ml kan alınmıştır. Kanlar 5 dakikada ve 3000 devir/dakika santrifüj edilerek serumları çıkarılmıştır. Serumlar analiz edilene kadar -20 °C'de muhafaza edilmiş ve serumda glukoz, kolesterol, HDL, total protein, kalsiyum ve fosfor konsantrasyonları özel bir laboratuvarında ticari kitler kullanılarak oto-analizör cihazında (DDS® Spectrophotometric Kits, Diasis Diagnostic Systems Co., İstanbul Turkey) belirlenmiştir.

Denemede üç farklı seviyede rasyon ME (2900, 2775 ve 2650 kkal/kg) ve 2 farklı probiyotik-enzim karışımı (0 ve 1 g/kg) ilavesinin oluşturduğu altı muamele grubu tesadüf parsellerinde, 3x2 faktöriyel deneme planına göre ve 4 tekerrürlü olarak denendiğinden, deneme sonuçları faktöriyel deneme planına göre analiz edilmiş (Minitab, 2000) ve muamele gruplarının etkisinin önemli bulunduğu durumlarda Duncan Testi ile farklılıklar belirlenmiştir (Duncan, 1955).

Bulgular ve Tartışma

Farklı seviyede ME içeren yumurtlayan bıldırcın rasyonlarına probiyotik-enzim karışımı ilavesinin performans parametrelerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Rasyon ME seviyesi ve probiyotik-enzim karışımı ilavesinin oluşturduğu gruplarının performans parametrelerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuştur ($P > 0.05$).

Ana faktör olarak rasyon ME seviyesi CA değişimi, YV, YA, YK ve YT'ni istatistiksel olarak etkilememiş ($P > 0.05$), YYO'nı ise önemli derecede etkilemiştir ($P < 0.01$). Yemden yararlanma oranı, yumurtlayan bıldırcın rasyonlarında ME enerjisinin 2650 kkal/kg'a düşürülmesi ile 2900 ve 2775 kkal/kg'a göre önemli derece olumsuz etkilemiştir. Bu sonuç yumurtlayan bıldırcınlarda rasyon ME seviyesinin 2500 (Elangovan ve ark., 2004) ve 2750 kkal/kg (Lotfi ve ark., 2018) seviyesine düşürülmesiyle YYO'nun olumsuz etkilendiğini bildirişler ile kısmen benzerlik göstermektedir. Ancak yumurtlayan bıldırcınların 2585 (Freitas ve ark., 2005) veya 2650 (Barreto ve ark., 2007) kkal/kg ME içeren rasyonlar ile yemlendiklerinde YYO dahil en iyi performansın elde edildiği bildirilen çalışma sonuçları ile uyumlu değildir.

Çizelge 2. Farklı seviyede ME içeren rasyonlara probiyotik-enzim karışımı ilavesinin yumurtlayan bıldırcınların performans parametrelerine etkisi

ME (kkal/kg)	Probiyotik -enzim karışımı (g/kg)	Canlı ağırlık değişimi (g)	Yumurta verimi (%)	Yumurta ağırlığı (g)	Yumurta kitlesi (g/gün/bıldırcın)	Yem tüketimi (g/gün/bıldırcın)	Yemden yararlanma oranı (g yem/g yumurta)
2900		19.58	88.75	13.15	11.67	29.92	2.57 ^B
2775		12.67	89.03	13.05	11.63	30.76	2.66 ^B
2650		8.79	85.47	12.68	10.85	31.58	2.94 ^A
SHO		3.914	1.695	0.251	0.344	0.513	0.073
<i>P değeri</i>		0.265	0.255	0.435	0.194	0.098	0.004
	0	13.03	85.76 ^b	12.84	11.02	30.99	2.83 ^a
	1	14.33	89.78 ^a	13.08	11.75	30.51	2.61 ^b
SHO		3.496	1.281	0.209	0.284	0.452	0.071
<i>P değeri</i>		0.808	0.048	0.452	0.085	0.421	0.014
2900	0	19.17	88.38	13.14	11.62	30.79	2.65
2900	1	20.00	89.13	13.16	11.72	29.06	2.48
2275	0	12.58	87.56	12.78	11.19	30.98	2.77
2275	1	12.75	90.61	13.31	12.07	30.53	2.54
2650	0	7.33	81.34	12.60	10.26	31.21	3.07
2650	1	10.25	89.60	12.76	11.45	31.94	2.81
SHO		5.529	2.074	0.361	0.473	0.663	0.087
<i>P değeri</i>		0.976	0.279	0.786	0.532	0.257	0.889

ME: Metabolik enerji, SHO: Standart hata ortalamaları

^{A,B}; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (P<0.01).

^{a,b}; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

Ana faktör olarak yumurtlayan bıldırcın rasyonlarına probiyotik-enzim karışımı ilavesi CA değişimi, YA, YK ve YT'ne etkisi istatistiksel olarak önemsiz iken (P>0.05), rasyona 1 g/kg seviyesinde probiyotik-enzim karışımı ilavesi ile YV ve YYO önemli derecede iyileşmiştir (P<0.05). Kanatlı hayvanların rasyonlarına karbonhidraz ilavesiyle nişasta olmayan polisakkaritler, nişasta ile selülozun ve ilaveten proteaz ilavesi ile de proteinlerin sindirimi artmaktadır (Zamora ve ark., 2011). Yine probiyotikler sindirim sisteminde pH'nın düşmesi ile bağırsak mikroflorasının düzenlenmesini sağlayarak ve aynı zamanda besin maddelerinin sindirimine katılarak yemin yani besin maddelerinin kullanılabilirliğini artırmaktadır (Rolfe, 2000). Mevcut çalışmada da probiyotik-enzim karışımı ilavesi ile besin maddelerinin sindirimini yani kullanılabilirliğin artması sonucu YV'nin ve YYO'nun olumlu etkilendiği söylenebilir. Khan ve ark. (2011) yumurta tavuğu rasyonlarına ayrı ayrı enzim (2.0 g/kg) ve probiyotik (0.5 g/kg) ilavesiyle YV ve YYO dâhil performans parametrelerinin iyileştiğini bildirmektedir. Benzer sonuçlar Shehata (2000) tarafından da bildirilmiştir. Ancak yumurtlayan kanatlıların rasyonlarına enzim (Roberts, 2003; Elangovan ve ark., 2004) ve probiyotik (Nahashon ve ark., 1994) ilavesi ile performansın etkilenmediğini bildiren çalışma sonuçları da mevcuttur. Kullanılan enzim veya probiyotik preparatının içeriği ve aktivitesi ile bu katkı maddelerinin ilave edildiği rasyonun bileşimindeki farklılıklar bu tip çalışmaların karşılaştırılmasındaki temel zorluklar olup, çalışma sonuçları arasındaki başlıca farklılığın nedenini oluşturdukları söylenebilir.

Farklı seviyede ME içeren yumurtlayan bıldırcın rasyonlarına probiyotik-enzim karışımı ilavesinin yumurta dış ve iç kalitesine etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. Rasyon ME

seviyesi ve probiyotik-enzim karışımı ilavesinin oluşturduğu gruplarının yumurta kalite parametrelerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$).

Ana faktör olarak rasyon ME seviyesi özgül ağırlığı ($P<0.05$), kabuk kalınlığını ($P<0.01$) ve Haugh birimini ($P<0.05$) önemli derecede etkilemiştir. Özgül ağırlık 2775 kkal/kg ME içeren rasyonlar ile yemlenen grupta diğer ME seviyeli gruplara göre önemli derecede yüksek olmuştur. Kabuk kalınlığı ise 2650 kkal/kg ME içeren rasyonlar ile yemlenen grupta diğer ME seviyeli gruplara göre önemli derecede düşük bulunmuştur. Mevcut çalışma ile benzer olarak Elangovan ve ark. (2004) ve Lotfi ve ark. (2018) yumurta kabuk kalınlığının rasyon enerjisinin (2700 ve 2750 kkal/kg ME) azaltılmasından olumsuz etkilendiği bildirmektedirler. Ancak Hurtado-Nery ve ark. (2015) ve Agboola ve ark. (2016) rasyon ME seviyesinin (2750-3200 kkal/kg) bildiricilerde yumurta dış ve iç kalitesine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Rasyonlarında 2650 kkal/kg ME içeren muamele grubundan elde edilen yumurtaların Haugh birimi 2900 kkal/kg ME içeren muamele grubundan elde edilen yumurtalarinkine göre önemli derece yüksek olmuştur. Bu sonuç Elangovan ve ark. (2004) bildirişleri ile benzerlik gösterirken, rasyon enerji seviyesinin Haugh birimini etkilemediğini bildiren Lotfi ve ark. (2018) ile benzerlik göstermemektedir.

Çizelge 3. Farklı seviyede ME içeren rasyonlara probiyotik-enzim karışımı ilavesinin yumurtlayan bildiricilerde yumurta kalitesine etkisi

ME (kkal/kg)	Probiyotik-enzim karışımı (g/kg)	Hasarlı yumurta oranı (%)	Özgül ağırlık (g/cm ³)	Kabuk kırılma direnci (kg)	Kabuk ağırlığı (YA'nın %'si)	Kabuk kalınlığı (µm)	Haugh Birimi
2900		1.50	1.072 ^b	1.50	8.20	190.9 ^A	56.70 ^b
2775		0.76	1.076 ^a	1.45	8.41	188.7 ^A	58.71 ^{ab}
2650		2.16	1.071 ^b	1.36	8.08	179.9 ^B	63.15 ^a
SHO		0.709	0.0011	0.045	0.086	1.76	1.435
<i>P değeri</i>		0.484	0.031	0.163	0.085	0.001	0.020
	0	2.37	1.073	1.48	8.22	183.7 ^B	59.66
	1	0.80	1.073	1.52	8.24	189.3 ^A	59.38
SHO		0.555	0.0010	0.041	0.083	1.24	1.409
<i>P değeri</i>		0.071	0.766	0.618	0.818	0.005	0.871
2900	0	2.22	1.071	1.48	8.19	188.0	58.05
2900	1	0.79	1.072	1.52	8.21	193.8	55.34
2275	0	1.38	1.076	1.46	8.43	187.4	57.30
2275	1	0.13	1.075	1.44	8.39	190.0	60.12
2650	0	3.52	1.071	1.33	8.03	175.7	63.64
2650	1	0.80	1.072	1.39	8.14	184.1	62.67
SHO		0.957	0.0016	0.067	0.127	1.88	1.834
<i>P değeri</i>		0.785	0.797	0.834	0.864	0.434	0.426

ME: Metabolik enerji, SHO: Standart hata ortalamaları

^{A,B}; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.01$).

^{a,b}; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

Yumurtlayan bildiricinin rasyonlarına probiyotik-enzim karışımı ilavesi ile kabuk kalınlığı önemli derecede artarken ($P<0.01$), diğer yumurta kalite parametreleri rasyona probiyotik-enzim karışımı ilavesinden etkilenmemiştir ($P>0.05$). Kalsiyum yumurta kabuğunun ana bileşeni olup, yem kalsiyumunun sindirim sisteminde çözünabilirliği ortamın pH'sına yani asitliğin yüksek olmasına bağlıdır. Probiyotiklerin bilinen özelliklerinden biri de ortam pH'sını düşürmesidir (Khan ve Naz, 2013). Yine enzimler

besin maddelerini çözünebilirliğini sindirim sisteminde viskozitenin azalmasına bağlı olarak besin maddelerinin emiliminin artmasını sağlamaktadır (Thomas ve Ravindran, 2010). Çizelge 4'te probiyotik-enzim karışımı ilavesiyle serum kalsiyum konsantrasyonun arttığı görülmektedir. Dolayısıyla probiyotikler ve enzimlerin birlikte ilavesi sonucu kabuk kalınlığının artmasının nedeni sindirim sisteminde kalsiyumun kullanılabilirliğinin ve emiliminin artması olabilir.

Farklı seviyede ME içeren yumurtlayan bildircin rasyonlarına probiyotik-enzim karışımı ilavesinin serum glukoz, kolesterol, HDL, total protein, kalsiyum ve fosfor konsantrasyonlarına etkisi Çizelge 4'te verilmiştir.

Rasyon ME seviyesi ve probiyotik-enzim karışımı ilavesinin oluşturduğu grupların serum kalsiyum seviyesine etkisi önemli olurken ($P<0.01$), diğer serum parametrelerinde bu etki gözlenmemiştir ($P>0.05$). Denemede 2900 kkal/kg ME içeren ve probiyotik-enzim karışımı ilavesiz (0 g/kg) grubun serum kalsiyum konsantrasyonu diğer gruplarından önemli derecede düşük bulunmuştur.

Ana faktör olarak rasyon ME seviyesinin serum glukoz, HDL, total protein ve fosfor konsantrasyonlarına etkisi olmazken ($P>0.05$), serum kolesterol ($P<0.01$) ve kalsiyum ($P<0.05$) konsantrasyonları üzerine etkisi önemli olmuştur. Rasyonları 2650 kkal/kg ME içeren grubun serum kolesterol konsantrasyonu diğer rasyon ME seviyelerine göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Ancak bu sonuçlar Park ve Kim (2016) ile Saleh ve ark. (2020)'in rasyon enerji seviyesinin azalmasıyla serum kolesterolünün düştüğünü ve Majdolhosseini ve ark. (2019) ile Hu ve ark. (2019) serum kolesterol konsantrasyonunun rasyon ME seviyesinden etkilenmediğini bildirdikleri sonuçlar ile de benzerlik göstermektedir. Ayçiçeği yağı gibi çoklu doymamış yağ asitleri kaynaklarının rasyonda kullanılması serumda kolesterol konsantrasyonunun düşmesine neden olmaktadır (Velasco ve ark., 2010). Mevcut çalışmada rasyon ME seviyesinin 2650 kkal/kg düşürülmesi için rasyonda kullanılan yağ miktarı %1'in altına düşürülmüştür. Dolayısıyla serum kolesterolünün 2650 kkal/kg ME içeren rasyonlar ile yemlenen bildircinlerde yüksek olmasının sebebi bu deneme rasyonunda kullanılan ayçiçeği yağ miktarının (%0.92) 2900 ve 2775 kkal/kg ME içeren rasyonlara göre (sırasıyla %4.60 ve 2.60) sırasıyla 1/5 ve 1/3'ü kadar olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Denemede 2775 kkal/kg ME içeren rasyonlar ile yemlenen bildircinlerin serum kalsiyum konsantrasyonu 2900 kkal/kg ME içeren gruba göre önemli derecede yüksek, 2650 kkal/kg ME içeren grup ile benzer olmuştur.

Ana faktör olarak rasyona probiyotik-enzim karışımı ilavesinin yumurtlayan bildircinlerin serum kolesterol, HDL ve total protein konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Rasyona probiyotik-enzim karışımı ilavesi serum glukoz konsantrasyonunu önemli derecede düşürmüştür ($P<0.05$). Bu sonuç kanatlı hayvanlarda serum glukoz konsantrasyonunun rasyona karbonhidraz enzimleri veya probiyotik ilavesinden etkilenmediğini (Hajati, 2010; El-Katcha ve ark., 2014) veya artırdığını (Pourakbari ve ark., 2016) bildiren çalışma sonuçları ile benzerlik göstermemektedir. Ana faktör olarak rasyona probiyotik-enzim karışımı ilavesi serum kalsiyum ($P<0.05$) ve fosfor ($P<0.01$) konsantrasyonlarını önemli derecede artırmıştır. Probiyotikler ve enzimler genel itibarıyla incebağırsakta zararlı mikroorganizma popülasyonunun azalmasını sağlar ve sağlığını korur. Dolayısıyla minerallerin ve diğer besin maddelerinin sindirimini ve emilimini olumlu etkiler (Thomas ve Ravindran, 2010; Khan ve Naz, 2013). Yine enzimler besin maddelerinin çözünebilirliğini sindirim sisteminde viskozitenin azalmasına bağlı olarak kalsiyum ve fosforun emiliminin artmasını sağlamaktadır (Van Der Klis ve ark., 1995). Dolayısıyla probiyotik ve enzimlerin sindirim

sistemi üzerine düzenleyici etkisi olduğu kalsiyum ve fosforun kullanımını iyileştirdiği ve serum konsantrasyonlarını artırdığı söylenebilir.

Çizelge 4. Farklı seviyede ME içeren rasyonlara probiyotik-enzim karışımı ilavesinin yumurtlayan bıldırcınlarda bazı serum biyokimya parametrelerine etkisi

ME (kkal/kg)	Probiyotik-enzim karışımı (g/kg)	Glukoz (mg/dl)	Kolesterol (mg/dl)	HDL (mg/dl)	Total protein (g/dl)	Kalsiyum (mg/dl)	Fosfor (mg/dl)
2900		324	143 ^B	59.94	4.02	22.84 ^b	5.58
2775		316	150 ^B	53.82	4.18	26.04 ^a	6.78
2650		318	198 ^A	53.45	4.30	25.35 ^{ab}	6.09
SHO		6.1	8.9	3.027	0.261	1.061	0.443
<i>P değeri</i>		0.630	0.001	0.279	0.680	0.043	0.052
	0	328 ^a	170	52.68	4.25	23.46 ^b	5.31 ^B
	1	311 ^b	157	58.79	4.08	26.02 ^a	6.98 ^A
SHO		4.43	10.0	2.480	0.211	0.916	0.298
<i>P değeri</i>		0.021	0.185	0.106	0.545	0.020	0.001
2900	0	334	133	58.20	3.53	19.07 ^B	4.28
2900	1	313	153	61.67	4.50	26.60 ^A	6.88
2275	0	326	163	50.15	4.58	26.10 ^A	6.28
2275	1	306	138	57.50	3.78	25.98 ^A	7.28
2650	0	323	215	49.70	4.63	25.20 ^A	5.38
2650	1	314	181	57.20	3.98	25.50 ^A	6.80
SHO		7.4	10.6	3.934	0.313	1.158	0.425
<i>P değeri</i>		0.710	0.069	0.875	0.055	0.009	0.218

ME: Metabolik enerji, SHO :Standart hata ortalamaları

^{A,B}; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (P<0.01).

^{a,b}; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

Sonuç

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre performans ve yumurta kalitesine herhangi bir negatif etkisi olmaksızın yumurtlayan bıldırcın rasyonlarında enerji seviyesinin 2775 kkal/kg ME'ye düşürülebileceği ve rasyona 1.0 g/kg seviyesinde probiyotik-enzim karışımı ilavesinin yumurta verimini, yemden yararlanmayı, yumurta kalitesini ve mineral metabolizmasını iyileştirdiği söylenebilir.

Kaynakça

- Agboola, A. F., Omidwura, B. R. O., Ologbosere, D. Y., Iyayi, E. A. (2016). Determination of crude protein and metabolisable energy of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) during laying period. *Journal of World Poultry Research*, 6(3), 131-138. <http://jwpr.science-line.com>.
- Barreto, S. L. T., Quirino, B. J. S., Brito, C. O., Umigi, R. T., Araujo, M. S., Coimbra, J. S. R., Rojas, E. E. G., Freitas, J. F., Reis, R. S. (2007). Metabolizable energy levels for Japanese quails in the initial laying phase. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(1), 79-85. DOI: 10.1590/S1516-35982007000100010.
- Coates, M. E., Fuller, R. (1977). *The genotobiotic animal in the study of gut microbiology*. (Clarke, R. T. J., Bauchop, T. Eds.) Microbial ecology of the gut. Academic Press, 311-346. London.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11: 1-42.
- Elangovan, A. V., Mandal, A. B., Tyagi, P. K., Tyagi, P. K., Toppo, S., Johri, T. S. (2004). Effects of enzymes in diets with varying energy levels on growth and egg production performance of Japanese quail. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(15), 2028-2034. DOI: 10.1002/jsfa.1910.
- El-Katcha, M. I., Soltan, M. A., El-Kaney, H. F., Karwarie, E. R. (2014). Growth performance, blood parameters, immune response and carcass traits of broiler chicks fed on graded levels of wheat instead of

- corn without or with enzyme supplementation. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 40(1), 95-111. DOI: 10.5455/AJVS.48232.
- Freitas, A. C. D., Fuentes, M. D. F. F., Freitas, E. R., Sucupira, F. S., Oliveira, B. C. M. D. (2005). Dietary crude protein and metabolizable energy levels on laying quails performance. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(3), 838-846. DOI: 10.1590/S1516-35982005000300015.
- Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 66: 365-378. DOI: 10.1111/j.1365-2672.1989.tb05105.x.
- Hajati, H. (2010). Effects of enzyme supplementation on performance, carcass characteristics, carcass composition and some blood parameters of broiler chicken. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 5(3), 221-227. DOI: 10.3844/ajavsp.2010.221.227.
- Haugh, R. R. (1937). The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poultry Magazine*, 43: 522-555.
- Hu, X., Wang, Y., Sheikhamadi, A., Li, X., Buyse, J., Lin, H., & Song, Z. (2019). Effects of dietary energy level on appetite and central adenosine monophosphate-activated protein kinase (AMPK) in broilers. *Journal of Animal Science*, 97(11), 4488-4495. DOI: 10.1093/jas/skz312.
- Hurtado-Nery, V. L., Torres-Novoa, D. M., Daza-Garzón, M. F. (2015). The effect of crude protein and metabolizable energy levels on quail egg quality. *Orinoquia*, 19(2), 195-202. DOI: 10.22579/20112629.319.
- Jang, H. D., Y. Hyun, H. S. Kim, I. W. Hwang, J. S. Yoo, H. J. Kim, S. O. Shin, Y. Hwang, T. X. Zhou, Y. J. Chen, J. H. Cho, Kim, I. H. (2008). Effect of dietary microbial phytase on laying performance, egg quality, phosphorus utilization and nutrient metabolizability in laying hens. *Korean Journal of Poultry Science*, 35(2), 115- 121. DOI: 10.5536/KJPS.2008.35.2.115.
- Khan, S. H., Atif, M., Mukhtar, N., Rehman, A., 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. DOI: 10.1080/09712119.2011.621538.
- Khan, R. U., Naz, S. (2013). The applications of probiotics in poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 69(3), 621-632. DOI: 10.1017/S0043933913000627.
- Lázaro, R., Garcia, M., Medel, P., Mateos, G. G. (2003). Influence of enzymes on performance and digestive parameters of broilers fed rye-based diets. *Poultry Science*, 82(1), 132-140. DOI: 10.1093/ps/82.1.132.
- Lim, H. S., Namkung, H., Paik, I. K. (2003). Effects of phytase supplementation on the performance, egg quality, and phosphorous excretion of laying hens fed different levels of dietary calcium and nonphytate phosphorous. *Poultry Science*, 82(1), 92-99. DOI: 10.1093/ps/82.1.92.
- Liu, J. R., Lai, S. F., Yu, B. (2007). Evaluation of an intestinal *Lactobacillus reuteri* strain expressing rumen fungal xylanase as a probiotic for broiler chickens fed on a wheat-based diet. *British Poultry Science*, 48(4), 507-514. DOI: 10.1080/00071660701485034.
- Lotfi, E., Karimi, N., Parizadian Kavan, B., Sharifi, M. R. (2018). Influence of different dietary levels of energy and protein on reproductive and post hatch growth performance in Japanese quails. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 8(1), 137-145. http://journals.iau.ir/article_538910.html.
- Majdolhosseini, L., Ghasemi, H. A., Hajkhodadi, I., Moradi, M. H. (2019). Nutritional and physiological responses of broiler chickens to dietary supplementation with de-oiled soyabean lecithin at different metabolizable energy levels and various fat sources. *British Journal of Nutrition*, 122(8), 863-872. DOI: 10.1017/S000711451900182X.
- Minitab, (2000). Minitab statistical software. Minitab Release, 13.
- Moura, G. D. S., Barreto, S. L. D. T., Donzele, J. L., Hosoda, L. R., Pena, G. D. M., Angelini, M. S. (2008). Diets of different energetic densities, keeping constant the metabolizable energy: Nutrients ratio, for laying Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(9), 1628-1633. DOI: 10.1590/S1516-35982008000900015.
- Nahashon, S. N., Nakaue, H. S., Mirosh, L. W. (1994). Production variables and nutrient retention in Single Comb White Leghorn laying pullets fed diets supplemented with direct-fed microbials. *Poultry Science*, 73(11), 1699-1711. DOI: 10.3382/ps.0731699.
- NRC, (1994). National Research Council. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th ed. National Academy Press. Washington DC, USA.
- Park, J. H., Kim, I. H. (2016). Interactive effects of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed extract supplementation and dietary metabolizable energy levels on the growth performance, total tract

- digestibility, blood profiles, and excreta gas emission in broiler chickens. *Animal Production Science*, 56(10), 1677-1682. DOI: 10.1071/AN14834.
- Pinto, R., Ferreira, A. S., Albino, L. F. T., Gomes, P. C., Vargas Júnior, J. G. D. (2002). Protein and energy levels for laying Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(4), 1761-1770. DOI: 10.1590/S1516-35982002000700019.
- Pourakbari, M., Seidavi, A., Asadpour, L., Martínez, A. (2016). Probiotic level effects on growth performance, carcass traits, blood parameters, cecal microbiota, and immune response of broilers. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 88(2), 1011-1021. DOI: 10.1590/0001-3765201620150071.
- Ravindran, V. (2013). Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(3), 628-636. DOI: 10.3382/japr.2013-00739.
- Resende, V. C. D. S., Brainer, M. M. D. A., Modesto, K. P., Leite, P. R. D. S. D. C., Freitas, P. V. D. X. D. (2017). Effects of enzyme supplementation on diets of medium-heavy laying hens at 28 to 40 weeks. *Revista Ciência Agronômica*, 48(4), 683-689. DOI: 10.5935/1806-6690.20170079.
- Roberts, J. R. (2003). *Effects of commercial feed enzymes in wheat-based diets on egg and egg shell quality in imported strains of laying hen*. Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium, 139-142, Sidney, Australian.
- Rolfe, R. D. (2000). The role of probiotic cultures in the control of gastrointestinal health. *The Journal of Nutrition*, 130(2), 396-402. DOI: 10.1093/jn/130.2.396S.
- Saarela, M., Mogensen, G., Fonden, R., Mättö, J., Mattila-Sandholm, T. (2000). Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology*, 84(3), 197-215. DOI: 10.1016/S0168-1656(00)00375-8.
- Saleh, A. A., Amber, K. A., Mousa, M. M., Nada, A. L., Awad, W., Dawood, M. A., Abdel- Moneim, A. E., Ebeid, T. A., Abdel-Daim, M. M. (2020). A mixture of exogenous emulsifiers increased the acceptance of broilers to low energy diets: Growth performance, blood chemistry, and fatty acids traits. *Animals*, 10(3), 437. DOI: 10.3390/ani10030437.
- Salianeh, N., Shirzad, M. R., Seifi, S. (2011). Performance and antibody response of broiler chickens fed diets containing probiotic and prebiotic. *Journal of Applied Animal Research*, 39(1), 65-67. DOI: 10.1080/09712119.2011.565222.
- Shehata, A. A. M. (2000). *Using some Aquaticplants in feeding chicks*. (PhD thesis). Faculty of Agriculture, Zagazig University, Egypt.
- Thomas, D. V., Ravindran, V. (2010). Mineral retention in young broiler chicks fed diets based on wheat, sorghum or maize. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(1), 68-73. DOI: 10.1071/EA08204.
- Van Der Klis, J. D., Kwakernaak, C., De Witt, W. (1995). Effects of endoxylanase addition to wheat-based diets on physico-chemical chyme conditions and mineral absorption in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 51(1-2), 15-27. DOI: 10.1016/0377-8401(95)00687-I.
- Velasco, S., Ortiz, L. T., Alzueta, C., Rebole, A., Trevino, J., Rodriguez, M. L. (2010). Effect of inulin supplementation and dietary fat source on performance, blood serum metabolites, liver lipids, abdominal fat deposition, and tissue fatty acid composition in broiler chickens. *Poultry Science*, 89(8), 1651-1662. DOI: 10.3382/ps.2010-00687.
- Wells, R. G. (1968). *A study of the hen's egg*. British Egg Marketing Board Symposium, Edinburgh. 207-249.
- Zamora, V., Figueroa, J. L., Reyna, L., Cordero, J. L., Sánchez-Torres, M. T., Martínez, M. (2011). Growth performance, carcass characteristics and plasma urea nitrogen concentration of nursery pigs fed low-protein diets supplemented with glucomannans or protease. *Journal of Applied Animal Research*, 39(1), 53-56. DOI: 10.1080/09712119.2011.565217.