

Yeme Katılan Fitaz Enziminin Broilerlerde Besi Performansı ve Mineral Dengesi Üzerine Etkisi*

Mustafa MİDİLLİ, Ö.Hakan MUĞLALI

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mudurnu Meslek Yüksek Okulu, Mudurnu, 14800, Bolu - TÜRKİYE

Müjdat ALP, Neşe KOCABAĞLI

İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı,
Avcılar 34850, İstanbul - TÜRKİYE

M. Ali TANÖR

Agribands Purina Besin Maddeleri San. ve Tic. A.Ş., Ahular Sokak No. 7, 80630, Etiler, İstanbul - TÜRKİYE

Gülçin S. TOKLU

TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsü (GBTAE),
P.K. 21 Gebze 41470, İstanbul - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 24.05.2002

Özet: Bu araştırma, mısır-soya temeline dayalı rasyonlara, mikrobiyal fitaz enziminin çeşitli düzeylerde katılmasının, broilerlerde besi performansı, karkas randımanı ve kemik mineral düzeyleri üzerine etkisini incelemek amacıyla yürütüldü.

Araştırmada 2000 adet günlük Ross 308 broiler civivi kullanıldı. Araştırma her biri 400 adet civivden oluşan 2 kontrol, 3 deneme olmak üzere 5 grup halinde yürütüldü. Her grup 100'er civivden oluşan dört tekrar grubuna ayrıldı. Kontrol gruplarından birinin yemlerine günlük gereksinimler dikkate alınarak inorganik fosfor kaynağı katılırken, diğerinin (negatif kontrol) yemlerine katılmadı. Kontrol gruplarının yemlerine deneme boyunca fitaz enzimi katkısı yapılmadı. Deneme gruplarının (III., IV., ve V.) rasyonlarına mikrobiyal fitaz enzimi olarak Phytase Novo CT sırasıyla 120 g/ton, 200 g/ton ve 280 g/ton (300 U/kg, 500 U/kg ve 700 U/kg) düzeylerinde ilave edildi.

Araştırmada kullanılan hayvanlar ilk 10 gün etlik civivi başlangıç yemi, 10-20. günler arası etlik civivi yemi, 20-30. günler arası etlik piliç yemi ve 30-42. günler arası etlik piliç bitirme yemi ile beslendi. Araştırma 42 gün sürdü. Araştırma süresince canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları bütün gruplarda haftalık olarak belirlendi. Deneme sonunda her gruptan sekiz erkek ve sekiz dişi deneye katılan 16 adet piliç kesilerek sıcak karkas ağırlığı, karkas randımanı, serum inorganik fosfor ve tibia külü tesbit edildi.

Araştırma sonunda broiler yemlerine katılan mikrobiyal fitaz enziminin canlı ağırlık ($P < 0,001$) ve yemden yararlanma oranları ($P < 0,001$) üzerine etkisinin kontrol grubuna göre önemli ölçüde olumlu olduğu, deneme gruplarında yem tüketimi ($P < 0,01$, $P < 0,001$), tibia külü kalsiyum, fosfor ve magnezyum miktarının yükseldiği ($P < 0,001$), karkas randımanlarının daha yüksek olduğu ($P < 0,001$) serum fosfor konsantrasyonunun matematiksel olarak artış gösterdiği saptandı.

Sonuç olarak, farklı düzeylerde yemlere katılan mikrobiyal fitazın broilerlerde besi performansı ve karkas randımanı üzerine etkili seviyenin 500 U/kg miktarında olduğu kanısına varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Broiler, besi performansı, fitaz, fosfor, kalsiyum, magnezyum

The Effect of Dietary Phytase Supplementation on the Fattening Performance and Mineral Balance of Broilers

Abstract: This study was carried out to determine the effect of the supplementation of microbial phytase in broiler feeds based on corn and soybean meal, to investigate its effect on broiler performance, dressing percentage and bone mineralization.

* Bu proje A.İ.B.Ü. Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (2000.23.01.69).

In this experiment, 2000 1-day-old Ross 308 broiler chicks were used in five groups, each consisting of 400 chicks. Two of the groups were chosen as control groups (positive and negative), and the others were used as experimental groups. Each treatment group was divided into four replicates of 100 chicks. The first control group was fed a diet containing inorganic phosphorous but not phytase; the second control group was fed no inorganic phosphorous and phytase; and the third, fourth and fifth experimental groups were given Phytase Novo CT as an phytase enzyme throughout the experiment at the levels of 120 g/t, 200 g/t and 280 g/t (300 U/kg, 500 U/kg and 700 U/kg), respectively.

The chicks were fed a broiler pre-starter diet for the first 10 days, broiler starter diet between days 10 and 20, broiler grower diet between days 20 and 30, and broiler finisher diet between days 30 and 42. The experimental period lasted 42 days. The body weight, live weight gain, feed consumption and feed conversion ratio of all the groups were determined every week during the experiment.

Eight male and eight female chickens were slaughtered at the end of the experiment from each group. The weights and percentages of hot carcass, plasma inorganic phosphorus and tibia ash were determined. At the end of the experiment, the addition of microbial phytase to the diet significantly increased body weight ($P < 0.001$) and feed consumption ($P < 0.01$, $P < 0.001$) and improved the feed conversion ratio ($P < 0.001$). Hot carcass percentage was significantly increased ($P < 0.001$) by dietary phytase. In addition, there was an increase in tibia Ca, P and Mg ($P < 0.001$). All microbial phytases increased plasma inorganic phosphorus, though the differences were not statistically significant.

In conclusion, the addition of 500 U/kg of microbial phytase at different levels led to the best fattening performance and carcass percentage in broilers.

Key Words: Broiler, fattening performance, phytase, phosphorus, calcium, magnesium

Giriş

Tavuk beslenmesinde çok önemli yapısal ve fizyolojik fonksiyonları olan pek çok mineral madde mevcut olup, bunların en önemlilerinden biri de fosfordur. Fosfor; kemik ve iskelet gelişimi ile birlikte başta enerji metabolizması olmak üzere birçok enzim sisteminin de yapısına katılır. Türkiye'de tavukların fosfor gereksinimi büyük ölçüde dane yemlerden ve kısmen yem katkı maddesi olarak kullanılan inorganik kaynaklardan sağlanır. Tavuk karma yemlerinin önemli bir kısmını oluşturan tahıl ve küspelerdeki fosforun 2/3'ü bitkisel orijinli fitatlardan (hekza fosfor miyo-inozitol) oluşmaktadır. Monogastrik hayvanlar bitkisel orjinli yem maddelerinde bulunan fosforu, endojen kaynaklı fitaz enzimi miktarının yetersiz olması nedeniyle 1/3'ünden daha az değerlendirirler (1). Fitat fosforunun bu düşük yararlanılabilirliği üreticiler için iki problem oluşturur :

1- Rasyona inorganik fosfor ilave edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

2- Gübre ile büyük miktarlarda fosfor dışarı atılmaktadır (2).

Fitat fosforunun düşük yararlanılabilirliğe sahip olmasının yanısıra, yemlerin yapısındaki Ca, Mg, Zn, Cu, Co, Mn ve Fe gibi mineral maddelere bağlanıp bunlarla farklı yapıda çözünmeyen şelat bileşikler oluşturularak emilmelerini engellemek gibi olumsuz bir etkisi de

bulunmaktadır (3). Ayrıca fitat, gastrointestinal alanda tripsin ve kemotripsin gibi endojen proteazlara da bağlanmakta ve oluşturduğu bu kompleksler ile protein ve amino asitlerin sindirilebilirliğini azaltmaktadır (4). Gübre ile dışarı atılan fitat fosforunun çevre sularına karışması sonucu çevre sularındaki fosfor düzeyinin artışı yosun üretimini artırmaktadır. Artan yosun üretimi ise çok fazla miktarda ölmüş bitki materyalinin dibe çökmesine neden olmaktadır. Bu ortamda aerobik bakterilerin oksijeni kullanmaları sonucunda ortamın oksijen içeriği azalmakta ve böylece sulardaki canlı ölümlerinin artması ile birlikte ekolojik dengenin bozulması ve çevre kirliliği sorunları ortaya çıkmaktadır (5). Fitaz, myo-inositol heksakisfosfat fosfohidrolaz, fitat molekülünün karbon iskeletinden fosforu hidrolize ederek ayıran bir enzimdir (6). Kanatlı rasyonlarına ilave edilen mikrobiyal fitaz; fosfor (7), kalsiyum (8), çinko (9), metabolik enerji, amino asit ve azot yararlanılabilirliğini artırarak hayvanların performanslarında önemli bir iyileşme sağlamaktadır (10). Gübre ile atılan fosfor miktarının azaltılması, ayrıca çevre kirliliğinin azaltılması çalışmalarına bir katkıda da bulunmaktadır (11).

Bu araştırma mısır-soya temelinde dayalı broyler rasyonlarına çeşitli düzeylerde ilave edilen fitaz enziminin, broylerlerde besi performansı ve karkas randımanı ile serum ve kemik kalsiyum, fosfor ve magnezyum düzeyleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapıldı.

Materyal ve Metod

Hayvan ve Yem Materyali

Araştırmada toplam 2000 adet günlük Ross-308 broyler civciv kullanıldı. Araştırma her biri 400 civcivden oluşan ikisi kontrol (I. pozitif ve II. negatif), üçü deneme (III., IV. ve V.) olmak üzere 5 grup halinde yürütüldü. Her grup 100 civcivden oluşan dört tekrar grubuna ayrıldı. Deneme süresince kontrol ve deneme gruplarının hepsinde broyler civciv başlangıç, civciv, piliç büyüme ve bitiriş yemleri kullanıldı. Pozitif kontrol grubuna inorganik fosfor katkısı (dikalsiyum fosfat) içeren fakat fitaz enzimi içermeyen, negatif kontrol grubuna ise inorganik fosfor katkısı ve fitaz enzimi içermeyen temel yem yedirildi. Deneme gruplarının (III., IV. ve V.) yemlerine mikrobiyal fitaz enzimi olarak Phytase Novo CT (2500 U fitaz/g)¹ sırasıyla 120 g/ton , 200 g/ton ve 280 g/ton (300 U/kg , 500 U/kg ve 700 U/kg) miktarlarında katıldı. Deneme hayvanları grup yemlemesine tabi tutularak *ad libitum* yedirildiler. Kontrol ve deneme grupları için düzenlenen rasyonların bileşimi, besin maddeleri ve metabolize olabilir enerji içerikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Deneme, Numunelerin Toplanması ve Analizler

Özel bir tavukçuluk işletmesinde yürütülen deneme 42 gün sürdü. Denemede kullanılan yemler özel bir şirkete ait yem fabrikasında yapıldı. Deneme başlangıcı ile 7., 14., 21., 28., 35. ve 42. günlerde hayvanlar tartılarak haftalık canlı ağırlıkları ve canlı ağırlık artışları belirlendi. Aynı günlerde yemliklerde kalan yemler de tartılarak haftalık yem tüketimleri grup ortalaması olarak saptandı. Hayvanların başlangıçtan itibaren iki tartım aralığında tükettikleri ortalama yem miktarı yine bu iki tartım aralığında belirlenen ortalama canlı ağırlık artışına bölünerek haftalık yemden yararlanma oranları belirlendi.

Deneme süresinin sonunda her gruptan 16 adet broyler canlı ağırlıkları tartıldıktan sonra kesilerek sıcak karkas ağırlıkları saptandı. Canlı ağırlığının yüzdesi olarak karkas randımanı hesaplandı. Rastgele örnekleme yöntemi kullanılarak her gruptan 16 adet hayvan bir günlük açlık dönemini takiben kesilip kan numuneleri alındı. Kan numuneleri 3000 rpm'de 10 dakika süreyle santrifüj edilerek serumları ayrıldı.

Serum kalsiyum, inorganik fosfor ve magnezyum değerleri 917 Hitachi-Boehringer Mannheim autoanalyzer cihazında saptandı.

Kontrol ve deneme gruplarının her tekrar grubundan rastgele örnekleme yöntemi kullanarak ayrılan ikişer adet broylerin sağ tibiaları Şenel (12)'in kemik külü tayini için bildirdiği yöntemle göre hazırlandıktan sonra, elde edilen kemik küllerinde kalsiyum, fosfor ve magnezyum miktarları Perkin Elmer Analyst 700 marka atomik absorpsiyon spektrofotometrede AOAC'de (13) bildirilen yöntemlere göre saptandı.

Deneme yemlerinin kimyasal kompozisyonları AOAC'de (13) bildirilen Weende Analiz Sistemine göre belirlendi, metabolik enerji değerleri ise, yemlerin kimyasal kompozisyonlarına dayanarak Alp (14)'in formülüne göre hesaplandı.

İstatistik Analizler

Elde edilen tüm veriler için gruplara ait ortalama değerler arasındaki farklılıklar varyans analizleri ile belirlendikten sonra, gruplar arası farkların önem kontrolü için de Duncan multiple range testi uygulandı. Bu amaçla SPSS (6.1) paket programı kullanıldı (15).

Bulgular

Kontrol ve deneme gruplarındaki broylerlerin haftalık canlı ağırlık ortalamaları, standart hataları ile birlikte Tablo 2'de gösterilmiştir. Deneme sonunda, bütün grupların canlı ağırlık ortalamaları arasındaki farklar birbirinden istatistiksel olarak önemli bulunmuş, en yüksek canlı ağırlık yemlerine 500 U/kg fitaz enziminin katıldığı deneme grubunda, en düşük canlı ağırlık ise yemlerine ek fosfor kaynağının katılmadığı negatif kontrol grubunda saptanmıştır ($P < 0,001$) (Tablo 2).

Broyler gruplarının deneme sürecindeki yem tüketimleri incelendiğinde, en yüksek yem tüketimi, yemlerine 500 U/kg ve 700 U/kg fitaz enziminin katıldığı deneme gruplarında gözlenmiştir ($P < 0,01$, $P < 0,001$). En düşük yem tüketiminin gerçekleştiği kontrol grupları arasında istatistik bir fark bulunmamıştır (Tablo 3).

Deneme sonunda her grubun tüm deneme sürecine ait yemden yararlanma oranları hesaplandığında, yemlerine

¹Phytase NOVO CT: NOVO Nordisk A/S DK 2880 Bagsvaerd, Denmark.

Tablo 1. Kontrol ve deneme grubu rasyonlarının bileşimi, besin maddeleri ve enerji içeriği, %

Yem maddeleri	Etlik civiv başlangıç yemi (0-10. günler) Gruplar				Etlik civiv yemi (10-20. günler) Gruplar				Etlik piliç yemi (20-30. günler) Gruplar				Etlik piliç bitirme yemi (30-42. günler) Gruplar							
	Kontrol		Deneme		Kontrol		Deneme		Kontrol		Deneme		Kontrol		Deneme					
	I ² %	II ³ %	III ⁴ %	IV ⁵ %	V ⁶ %	I ² %	II ³ %	III ⁴ %	IV ⁵ %	V ⁶ %	I ² %	II ³ %	III ⁴ %	IV ⁵ %	V ⁶ %					
Mısır	46,60	48,60	47,20	47,50	47,60	50,20	53,50	50,00	49,90	50,30	48,70	53,10	49,80	50,20	50,70	49,30	49,80	50,70		
Soya küspesi (% 46)	37,00	34,50	37,00	37,00	37,00	33,10	28,90	34,30	35,00	35,00	32,50	21,60	30,00	29,90	33,90	32,30	34,40	34,10		
Tam yağlı soya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,00	9,00	6,00	6,00	-	-	-	-		
Balık unu (% 67)	5,70	6,80	5,50	5,50	5,70	4,40	6,80	3,50	3,00	3,20	1,00	4,20	1,00	1,00	2,00	3,20	1,60	1,90	2,40	
Tavuk unu (% 54)	2,50	3,50	2,50	2,50	1,90	3,00	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00	5,00	3,50	3,50	4,50	6,00	4,00	3,30	2,40	
Bitkisel yağ	4,70	3,80	4,50	4,40	4,50	6,00	5,06	6,00	6,00	6,00	6,90	4,30	6,20	6,10	7,50	6,70	7,50	7,50	7,50	
Kireç taşı	0,73	1,37	0,91	1,01	1,44	0,78	1,37	1,03	1,11	1,29	0,81	1,36	0,89	1,00	1,18	0,96	1,39	1,04	1,13	1,22
Dikalsiyum fosfat	1,30	-	0,90	0,60	0,30	1,10	-	0,80	0,60	0,30	1,60	-	1,10	0,80	0,50	1,20	-	0,70	0,50	0,20
Tuz	0,22	0,20	0,23	0,22	0,28	0,22	0,17	0,23	0,24	0,25	0,28	0,25	0,28	0,28	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26
Premiks ¹	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Metionin (şw)	0,25	0,23	0,25	0,25	0,25	0,20	0,20	0,13	0,13	0,13	0,21	0,19	0,22	0,20	0,21	0,19	0,16	0,19	0,19	0,19
Fitaz	-	-	0,012	0,020	0,028	-	-	0,012	0,020	0,028	-	-	0,012	0,020	0,028	-	-	0,012	0,020	0,028
Kimyasal kompozisyon																				
Hesapla bulunmlar																				
Metabolik enerji (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050	3050	3170	3170	3180	3170	3170	3240	3240	3240	3240	3270	3270	3270	3270	3270	3270
Lisin, %	1,54	1,56	1,54	1,54	1,54	1,46	1,48	1,45	1,45	1,45	1,33	1,35	1,32	1,32	1,38	1,44	1,37	1,37	1,38	1,38
Metionin, %	0,62	0,62	0,62	0,62	0,61	0,57	0,59	0,50	0,50	0,49	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,52
Metionin+sisitin, %	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,87	0,89	0,80	0,80	0,80	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Triptofan, %	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20
Yararlanılabilir fosfor, %	0,50	0,30	0,50	0,50	0,50	0,45	0,29	0,45	0,45	0,45	0,45	0,26	0,45	0,45	0,42	0,26	0,42	0,42	0,42	0,42
Analizle bulunmlar																				
Ham protein, %	25,43	25,74	25,11	25,68	25,36	24,28	24,32	24,67	24,90	24,85	23,07	23,14	23,27	23,48	23,66	23,87	24,73	23,94	24,15	23,68
Kalsiyum, %	1,08	1,02	1,18	1,14	1,07	1,03	1,19	1,16	1,05	1,11	1,04	1,06	1,12	1,08	1,17	1,14	1,18	1,12	1,18	1,03
Toplam fosfor, %	0,72	0,57	0,78	0,73	0,74	0,66	0,55	0,68	0,62	0,65	0,61	0,53	0,67	0,64	0,69	0,65	0,53	0,63	0,60	0,66

¹ Her 10 kg vitamin ve mineral karması 9.000.000 IU A vitamini, 1.500.000 IU D₃ vitamini, 10.000 mg E vitamini, 5.000 mg K₃ vitamini, 4.000 mg B₁ vitamini, 6.000 mg B₂ vitamini, niacin 35.000 mg, calcium-D-pantothenate 12.000 mg, 4.000 mg B₆ vitamini, 70 mg B₁₂ vitamini, folik asit 1.000 mg, D-biyotin 150 mg, kolin klorid 100.000 mg, manganez 60.000 mg, demir 60.000 mg, çinko 50.000 mg, bakır 5.000 mg, kobalt 200 mg, iyot 100 mg, selenyum 100 mg içerir.

² I : Pozitif kontrol grubu, ³ II : Negatif kontrol grubu, ⁴ III : 300 U fitaz/kg yem, ⁵ IV : 500 U fitaz/kg yem, ⁶ V : 700 U fitaz/kg yem

Tablo 2. Broyerlerin haftalık canlı ağırlıkları (g).

Dönemler	Kontrol Grupları				Deneme Grupları						
	I ¹		II ²		III ³		IV ⁴		V ⁵		F
	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	
Başlangıç	38,46	0,20	38,27	0,19	38,30	0,18	38,72	0,19	38,52	0,19	0,93
1.hafta	140,08 ^c	0,63	139,91 ^c	0,64	142,74 ^b	0,70	147,22 ^a	0,64	146,79 ^a	0,57	30,60***
2.hafta	342,39 ^c	1,52	340,49 ^c	1,67	346,28 ^b	1,10	358,87 ^a	0,98	356,40 ^a	0,71	43,98***
3.hafta	581,06 ^c	2,46	576,05 ^c	2,69	587,29 ^b	1,74	608,75 ^a	1,63	605,05 ^a	1,39	49,86***
4.hafta	933,48 ^c	2,45	926,77 ^d	2,56	945,20 ^b	1,66	975,31 ^a	1,62	972,89 ^a	1,38	125,95***
5.hafta	1375,66 ^d	2,35	1366,92 ^e	2,27	1393,45 ^c	1,68	1440,36 ^a	1,64	1434,03 ^b	1,41	310,00***
6.hafta	1885,80 ^d	2,33	1875,82 ^e	2,16	1916,24 ^c	1,62	1979,22 ^a	1,32	1967,88 ^b	1,38	672,82***

^{a-e} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık istatistik bakımdan önemlidir ***: (P < 0.001).

¹I : Pozitif kontrol grubu, ²II : Negatif kontrol grubu, ³III : 300 U fitaz/kg yem, ⁴IV : 500 U fitaz/kg yem, ⁵V : 700 U fitaz/kg yem

Tablo 3. Broyerlerin haftalık yem tüketimleri (g).

Dönemler	Kontrol Grupları				Deneme Grupları						
	I ¹		II ²		III ³		IV ⁴		V ⁵		F
	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	
1.hafta	127,52	1,25	132,42	1,26	128,53	1,59	131,43	1,07	130,31	0,88	2,68
2.hafta	274,22 ^c	2,24	280,32 ^{ab}	1,91	279,37 ^{bc}	1,74	284,44 ^{ab}	1,66	286,32 ^a	2,03	5,99**
3.hafta	379,15 ^{bc}	1,84	376,30 ^c	2,10	380,22 ^{bc}	2,03	385,37 ^{ab}	2,49	387,40 ^a	1,30	5,27**
4.hafta	605,20 ^b	2,88	598,36 ^c	1,70	609,24 ^b	1,79	638,42 ^a	2,50	643,80 ^a	1,94	87,33***
5.hafta	808,19 ^b	3,88	813,36 ^b	1,29	816,27 ^b	2,73	837,52 ^a	4,41	835,35 ^a	3,28	16,47***
6.hafta	1071,50 ^b	2,65	1089,33 ^a	1,81	1087,34 ^a	3,21	1099,49 ^a	3,98	1094,29 ^a	5,90	7,79***
Toplam	3265,80 ^c	5,84	3290,09 ^{bc}	4,70	3300,99 ^b	2,98	3376,68 ^a	14,14	3377,49 ^a	5,77	40,21***

^{a,b,c} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık istatistik bakımdan önemlidir **: (P < 0.01), ***: (P < 0.001).

¹I : Pozitif kontrol grubu, ²II : Negatif kontrol grubu, ³III : 300 U fitaz/kg yem, ⁴IV : 500 U fitaz/kg yem, ⁵V : 700 U fitaz/kg yem

Tablo 4. Broyerlerin haftalık yemden yararlanma oranları (tüketilen yem (g)/kazanılan canlı ağırlık (g)).

Dönemler	Kontrol Grupları				Deneme Grupları						
	I ¹		II ²		III ³		IV ⁴		V ⁵		F
	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	\bar{x}	s \bar{x}	
1.hafta	1,26 ^{ab}	0,006	1,30 ^a	0,010	1,23 ^b	0,020	1,22 ^b	0,030	1,21 ^b	0,020	4,56**
2.hafta	1,36	0,020	1,40	0,020	1,38	0,020	1,35	0,010	1,37	0,010	1,21
3.hafta	1,59	0,010	1,60	0,007	1,58	0,010	1,54	0,020	1,56	0,020	2,53
4.hafta	1,72 ^{abc}	0,020	1,71 ^{bc}	0,010	1,70 ^c	0,005	1,74 ^{ab}	0,020	1,75 ^a	0,005	3,06*
5.hafta	1,83 ^a	0,007	1,85 ^a	0,009	1,82 ^{ab}	0,006	1,80 ^b	0,009	1,81 ^{ab}	0,009	5,21**
6.hafta	2,10 ^{ab}	0,004	2,14 ^a	0,008	2,08 ^{bc}	0,010	2,04 ^c	0,020	2,05 ^c	0,020	7,40**
1-6.hafta	1,77 ^b	0,008	1,79 ^a	0,001	1,76 ^{bc}	0,004	1,74 ^c	0,009	1,75 ^{bc}	0,006	9,39***

^{a,b,c} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık istatistik bakımdan önemlidir *: (P < 0.05), **: (P < 0.01), ***: (P < 0.001).

¹I : Pozitif kontrol grubu, ²II : Negatif kontrol grubu, ³III : 300 U fitaz/kg yem, ⁴IV : 500 U fitaz/kg yem, ⁵V : 700 U fitaz/kg yem

Tablo 5. Broylerlerin deneme sonu sıcak karkas ağırlık ve randımanları.

	Kontrol Grupları				Deneme Grupları						
	I ¹		II ²		III ³		IV ⁴		V ⁵		F
	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	
Besi sonu canlı ağırlıkları (g)	1878,75 ^b	24,28	1871,25 ^b	27,36	1913,44 ^{ab}	28,30	1981,56 ^a	16,13	1964,69 ^a	19,24	4,46 ^{**}
Sıcak karkas ağırlıkları (g)	1372,81 ^c	19,61	1356,56 ^c	19,85	1407,81 ^{bc}	21,36	1469,06 ^a	13,54	1444,38 ^{ab}	13,44	6,97 ^{***}
Sıcak karkas randımanı (%)	73,05 ^c	0,18	72,49 ^d	0,15	73,57 ^b	0,11	74,12 ^a	0,17	73,52 ^b	0,13	17,30 ^{***}

^{a-d} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık istatistik bakımdan önemlidir **: (P < 0.01), ***: (P < 0.001).

¹I : Pozitif kontrol grubu, ²II : Negatif kontrol grubu, ³III : 300 U fitaz/kg yem, ⁴IV : 500 U fitaz/kg yem, ⁵V : 700 U fitaz/kg yem

Tablo 6. Broylerlerin deneme sonu serum kalsiyum, fosfor ve magnezyum düzeyleri.

Mineral	Kontrol Grupları				Deneme Grupları						
	I ¹		II ²		III ³		IV ⁴		V ⁵		F
	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	
Kalsiyum (mg/dl)	8,76	0,35	8,45	0,26	8,84	0,29	9,06	0,35	9,06	0,17	0,76
Fosfor (mg/dl)	5,86	0,44	5,30	0,23	5,97	0,24	6,07	0,29	6,19	0,21	1,36
Magnezyum (mg/dl)	2,40	0,09	2,36	0,08	2,46	0,07	2,54	0,06	2,58	0,06	1,49

¹I : Pozitif kontrol grubu, ²II : Negatif kontrol grubu, ³III : 300 U fitaz/kg yem, ⁴IV : 500 U fitaz/kg yem, ⁵V : 700 U fitaz/kg yem

Tablo 7. Broylerlerin deneme sonu tibia kalsiyum, fosfor ve magnezyum düzeyleri.

	Kontrol Grupları				Deneme Grupları						
	I ¹		II ²		III ³		IV ⁴		V ⁵		F
	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	\bar{x}	$s\bar{x}$	
Kalsiyum, %	6,55 ^c	0,47	6,14 ^c	0,11	10,30 ^a	0,19	8,88 ^b	0,17	8,86 ^b	0,17	47,20 ^{***}
Fosfor, %	6,23 ^c	0,25	6,09 ^c	0,12	7,64 ^a	0,21	7,37 ^{ab}	0,18	6,89 ^b	0,26	10,49 ^{***}
Magnezyum, %	0,32 ^b	0,005	0,31 ^b	0,007	0,43 ^a	0,03	0,37 ^b	0,01	0,35 ^b	0,02	6,41 ^{***}

^{a,b,c} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık istatistik bakımdan önemlidir ***: (P < 0.001).

¹I : Pozitif kontrol grubu, ²II : Negatif kontrol grubu, ³III : 300 U fitaz/kg yem, ⁴IV : 500 U fitaz/kg yem, ⁵V : 700 U fitaz/kg yem

500 U/kg fitaz enziminin katıldığı deneme grubundaki broylerlerin her iki kontrol gruplarındakilerden daha iyi yemden yararlandığı saptanmıştır (P < 0,001). Yemlerine ek fosfor kaynağı katılan kontrol grubu ile fitaz katılan deneme gruplarının yemden yararlanma oranlarının,

negatif kontrol grubundan istatistik olarak daha olumlu yönde etkilendiği görülmüştür (P < 0,001). Yemlerine fitaz katılan deneme grupları arasında ise önemli bir fark bulunmamıştır (Tablo 4).

Kontrol ve deneme gruplarından rastgele ayrılarak kesilen broylerlerin, hesaplanan ortalama sıcak karkas randımanları Tablo 5'te gösterilmiştir. Diğer gruplarla karşılaştırıldığında, yemlerine 500 U/kg fitaz katılan deneme grubunun karkas randımanının en yüksek olduğu saptanmıştır ($P < 0,001$). Ayrıca, diğer fitaz grupları ile yemine ek fosfor kaynağı katılan kontrol grubunun karkas randımanlarının da negatif kontrol grubundan istatistik olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P < 0,001$).

Broylerlerin deneme sonu serum kalsiyum, fosfor ve magnezyum düzeyleri, grup ortalamaları şeklinde Tablo 6'da verilmiştir. Yapılan gruplar arası varyans analizinde, ortalama değerler arasındaki farklılıkların istatistik olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

Deneme sonunda her gruptan ayrılarak kesilen broylerlerden elde edilen sağ tibialarda yapılan mineral analizlerinin sonuçlarına göre hesaplanan ortalama Ca, P ve Mg düzeyleri Tablo 7'de gösterilmiştir. Tibia Ca, P ve Mg oranları en yüksek, yemlerine 300 U/kg fitaz katılan grupta saptanmış; bu fark, Ca ve Mg'da diğer gruplardan, P'da kontrol grupları ile yemlerine 700 U/kg fitaz katılan deneme grubundan istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,001$).

Tartışma

Haftalık dönemlerde ve tüm deneme süresince ortalama canlı ağırlıklar bakımından elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bütün gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,001$) (Tablo 2). Araştırma sonunda I. Kontrol grubunda 1885,80 g olan canlı ağırlık, II. Kontrol grubunda 1875,82 g olurken deneme gruplarında ise sırasıyla 1916,24 g, 1979,22 g ve 1967,88 g olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar itibarıyla tüm gruplar içerisinde en yüksek canlı ağırlık rasyonunda 500 U /kg miktarında mikrobiyal fitaz enzimi bulunan IV. deneme grubunda elde edilmiştir ($P < 0,001$). Bir başka ifade ile yemlerine 500 U/kg miktarında fitaz enzimi katılan IV. deneme grubu, 300 U/kg katılan III. deneme grubundan % 3,18 , 700 U/kg katılan V. deneme grubundan % 0,57, pozitif kontrol grubundan % 4,72 oranında ve negatif kontrol grubundan da % 5,22 oranında daha fazla canlı ağırlık kazanmıştır. Bu sonuçlara göre, rasyonlarına fitaz enzimi katkısının broylerlerin canlı ağırlık artışlarında önemli bir ilerleme sağladığı gözlenmektedir. Oysa, Sohail ve Roland (2), marjinal

düzeyde yararlanılabilir P ve Ca yetersizliği bulunan rasyonlara mikrobiyal fitaz katılmasının (300 U/kg) fosfor yetersizliği belirtilerini önlediğini, yeme katılan fitaz düzeyinin 300 U/kg'dan 600 U/kg'a çıkartılmasının ek bir yarar sağlamadığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışma sonucunda, yemdeki yararlanılabilir fosfor oranındaki artışın canlı ağırlık artışında da ilerleme sağladığı, fitaz enzimi katkısındaki artışın aynı etkiyi göstermediği bildirilmiştir (16). Ancak, mevcut çalışmanın sonuçları yemlerin yararlanılabilir fosfor oranlarının negatif kontrol grubu dışında birbirine yakın olmasına rağmen, özellikle 500 U/kg fitaz katkısının broylerlerin canlı ağırlıklarında önemli bir artış sağladığını göstermiştir. Yemlerine fitaz katkısı yapılmayan pozitif ve negatif kontrol grupları arasındaki canlı ağırlık farkının, iki grubun rasyonlarının yararlanılabilir fosfor oranları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı; pozitif kontrol grubu ve yemlerine değişik oranlarda fitazın katıldığı deneme grupları arasındaki canlı ağırlık farklarının ise fitaz enziminden kaynaklandığı söylenebilir.

Deneme sonunda yemlerine fitaz katkısı yapılan deneme gruplarına (III., IV., V. gruplar) ait yem tüketim değerlerinin, pozitif kontrol grubu ile karşılaştırıldığında sırasıyla, % 1,1, % 3,42 ve % 3,44 oranında; negatif kontrol grubuna göre ise sırasıyla, % 0,33, % 2,63 ve % 2,66 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P < 0,01$, $P < 0,001$). Qian ve ark. (17), artan oranlarda yararlanılabilir fosfor içeren rasyonlara, azalan oranlarda fitaz kattıkları araştırmalarında, yemdeki yararlanılabilir fosfor oranındaki artışın, yemlere fitaz katılmasının ve yemin yararlanılabilir fosfor oranındaki artışa karşılık azalan miktarlarda fitaz katkısının broylerlerin yem tüketimlerinde düzenli bir artış oluşturduğunu belirtmişlerdir. Yeme fitaz katkısına bağlı olarak yem tüketiminde gözlenen artış, fitazın canlı ağırlık artışında oluşturduğu ilerleme nedeniyle hayvanların yaşama payı besin maddeleri ve enerji gereksinmelerinin de artmış olmasıyla açıklanabilir.

Deneme sonunda, yemlerine ek fosfor kaynağı ve fitaz enzimi katılmayan negatif kontrol grubundaki broylerlerin yemden yararlanma oranları diğer bütün gruplara göre olumsuz yönde etkilenmiştir ($P < 0,001$). Yemlerine 500 U/kg fitaz katılan gruptaki broylerlerin her iki kontrol grubundakilerden daha iyi ($P < 0,001$), ancak fitaz katkısı yapılan diğer deneme gruplarındakilerle benzer yemden yararlanma oranına sahip oldukları görülmüştür (Tablo 4). Bu durum, yeme

broilerlerin gereksinimleri oranında yararlanılabilir fosfor kaynağı ve/veya fitaz enzimi katılmasının broilerlerin yemden yararlanmaları üzerinde benzer ve iyileştirici etki yaptığını; fitaz katkısının 500 U/kg miktarında olmasının ise daha olumlu sonuç verdiğini ortaya koymuştur. Yeme değişik oranlarda yararlanılabilir fosfor ve fitaz katılarak yapılan bazı çalışmalarda, broilerlerin yemden yararlanmalarının önemli derecede etkilenmediği bildirilmiştir (16,17). Buna karşılık Simons ve ark. (7), mikrobiyal fitaz içeren düşük fosforlu yemleri tüketen broilerlerde büyüme hızı ve yemden yararlanmanın, kontrol yemi tüketenlerden daha iyi olduğunu; Namkung ve Leeson (18) ise, fitazın fosfor yararlanılabilirliğini artırdığını, bu nedenle fitaz katılan broiler başlangıç yemlerinde fosfor düzeyinin azaltılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Rasyona mikrobiyal fitaz enzimi katılmasının broilerlerin karkas randımanı üzerine olan etkisi incelendiğinde, 500 U/kg fitaz katılı yem yedirilen deneme grubunun karkas randımanı diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,001$) (Tablo 5). Karkas randımanına ait sonuçların, yalnız, doğrudan fitaz katkısı ile değil, aynı zamanda diğer performans verilerine paralel olarak da ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Yemlerine fitaz katılan deneme gruplarında serum kalsiyum, fosfor ve magnezyum düzeyleri kontrol gruplarından yüksek olmasına rağmen (Tablo 6), farklılıklar istatistiksel bakımdan önemli bulunmamıştır. Perney ve ark. (16), plasma inorganik fosfor düzeyinin yemin yararlanılabilir fosfor oranının artmasına bağlı olarak yükseldiğini, fitaz katkısını artırmanın benzer etkiyi göstermediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, negatif kontrol grubunun yemlerinde yararlanılabilir fosfor oranının diğer gruplardan düşük olması, fosforla birlikte diğer iki elementin de serum düzeylerinin rakamsal olarak düşük bulunmasıyla sonuçlanmıştır.

Mikrobiyal fitaz enzimi ilave edilen deneme gruplarında tibia fosfor düzeyinde saptanan artışlar kontrol gruplarına göre istatistik olarak önemli bulunurken ($P < 0,001$); kalsiyum ve magnezyum düzeyi, yemlerine 300 U/kg fitaz katılan deneme grubunda diğer bütün gruplardan daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,001$) (Tablo 7). Bu çalışmanın tibia külü, morfometrik özellikleri ve kırılma direnci ile ilgili verileri Kocabağlı (19) tarafından değerlendirilerek yayınlanmıştır. Buna göre, tibia kül oranları kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla,

% 42,0, % 41,5, % 44,1, % 43,8 ve % 43,6 olarak bulunmuş; yemlerine fitaz katılan deneme gruplarının tibia külü oranları kontrol gruplarındakilerden daha yüksek bulunmuş; yeme katılan fitazın broilerlerde P ve Ca yararlanılabilirliğini artırdığı, kemik büyüme ve gelişimini iyileştirdiği ileri sürülmüştür. Simons ve ark. (7), sindirim sisteminde fitaz enzimi tarafından fitat molekülünden kalsiyum ve inorganik fosforun serbest bırakılmasıyla, kalsiyum ve fosfor miktarında sağlanan artışa bağlı olarak kemik mineralizasyonundaki gelişmeyi bildirmişlerdir. Bu çalışmada saptanan tibia Ca, P ve Mg düzeyleri de bu görüşü destekler niteliktedir. Qian ve ark. (17), yeme fitaz katkısının, normal kemik gelişimi ve mineralizasyonunu iyileştirerek kemiğin sağlamlığını artırdığını bildirmişlerdir. Broiler yemlerine farklı oranlarda yararlanılabilir fosfor ve farklı miktarlarda mikrobiyal fitaz enziminin katıldığı bazı çalışmalarda ise, tibia külü ve kırılma direncini artırmada yemin yararlanılabilir fosfor oranındaki artışın daha etkili olduğu, fitazın olumlu katkısının, ancak yararlanılabilir fosfor oranı düşük olan yemleri tüketen broilerlerde gözlemlendiği bildirilmiştir (16,20). Bu çalışmada ise, negatif kontrol grubunun yemlerindeki yararlanılabilir fosfor oranı diğer gruplarındakinden daha düşük, diğerlerinin birbirine benzerdir. Tibia Ca, P ve Mg düzeylerinin, fitaz katılmayan kontrol gruplarında benzer, yemlerine fitaz katılan deneme gruplarında kontrol gruplarına göre daha yüksek bulunması, fitazın kemik mineralizasyonu üzerine olumlu etkisi şeklinde yorumlanabilir.

Sonuç olarak, broiler rasyonlarına değişik düzeylerde ilave edilen mikrobiyal fitaz enziminin besi performansını önemli düzeyde arttırdığı saptanmıştır. Kullanılan fitaz enziminin yemlerin yapısındaki fitatları parçaladığı, bunlara bağlı olan ve bu nedenle sindirilemeyen yapıdaki fosfor, kalsiyum ve magnezyum gibi elementlerin serbest kalmasını sağlayarak yararlanılabilirliklerini arttırdığı düşünülmektedir. Bu çalışmada yeme en etkili fitaz katkı miktarının, besi performansı yönünden elde edilen sonuçlara göre 500 U/kg; kemik mineralizasyonu ve gelişimi yönünden ise, 300 U/kg düzeyinde olduğu ortaya konulmuştur. Gerek besi performansını artırmak, gerekse dışkı ile atılan fosfor miktarının azalmasını sağlayarak çevre kirliliğini önlemek amaçlarıyla mikrobiyal fitazın broiler yemlerine yukarıda belirtilen miktarlarda katılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

1. Nelson, T.S.: The utilization of phytate phosphorus by poultry-A review. *Poult. Sci.* 1967; 46: 862-871.
2. Sohail, S.S., Roland, D.A.: Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six weeks of age. *Poult. Sci.* 1999; 78: 550-555.
3. Vohra, P., Gray, G.A., Kratzer, F.H.: Phytic acid-metal complexes. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 1965; 120: 447-449.
4. Singh, M., Krikorian, A.D.: Inhibition of trypsin activity in vitro by phytate. *J. Agric. Food Chem.* 1982; 30: 799-800.
5. Sharpley, A.: Reducing the environmental impact of poultry production. Focus on phosphorus. *Poult. Sci.* 1999; 78: 660-673.
6. Gibson, D.M., Ullah, A.B.J.: Phytases and their action on phytic acid. In: inositol metabolism in plants. D.J. Morr , W.F. Boss, F.A. Loewus, ed. Wiley-Liss Inc., New York, NY. 1990; 77-92.
7. Simons, P.C.M., Versteegh, H.A.J., Jongbloed, A.W., Kemme, P.A., Slump, P., Bos, K.D., Wolters, M.G.E., Beudeker, R.F., Verschoor, G.J.: Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. *Br. J. Nutr.* 1990; 64: 525-540.
8. Qian, H., Kornegay, E.T., Denbow, D.M.: Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. *Poult. Sci.* 1997; 76: 37-46.
9. Roberson, K.D., Edwards, H.M.: Effects of 1.25-dihydroxycholecalciferol and phytase on zinc utilization in broiler chicks. *Poult. Sci.* 1994; 73: 1312-1326.
10. Ravindran, V., Bryden, W.L.: Influence of phytic acid and available phosphorus levels on the response of broilers to supplemental Natuphos. *Poultry Res. Foundation Rep.*, University of Sydney, Australia. 1997.
11. Ravindran, V., Bryden, W.L., Kornegay, E.T.: Phytases: Occurrence, bioavailability, and implications in poultry nutrition. *Poult. Avian Biol. Rev.* 1995; 6: 125-143.
12. Şenel, H.S.: Interrelationship and effects of calcium and vitamin D on growth, feed efficiency and bone ash of weanling rats. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.* 1968; 15: 14-23.
13. AOAC: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist 14th ed., The William Byrd. Press, Inc., Richmond, Virginia. 1995.
14. Alp, M.: Tavuk beslenmesinde kullanılan yem maddelerinin ve karma yemlerin metabolize olabilir enerjilerinin hesaplanmasında yeni bir formül. *Tavukçunun Sesi, Yumurta Üreticileri Derneği Yayın Organı*, 1989, 1: 18-19.
15. SPSS Inc.: SPSS for Windows 6.1. Basic System User's Guide, Release 6.0. SPSS Inc. USA. 1993.
16. Perney, K.M., Cantor, A.H., Straw, M.L., Herkelman, K.L.: The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. *Poult. Sci.* 1993; 72: 2106-2114.
17. Qian, H., Veit, H.P., Kornegay, E.T., Ravindran, V., Denbow, D.M.: Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and other tibial bone characteristics and performances of broilers fed semi-purified diets. *Poult. Sci.* 1996; 75: 618-626.
18. Namkung, H., Leeson, S.: Effect of phytase enzyme on dietary nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chicks. *Poult. Sci.* 1999; 78: 1317-1319.
19. Kocabağlı, N.: The effect of dietary phytase supplementation at different levels on tibial bone characteristics and strength in broilers. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 2001; 25: 797-802.
20. Waldroup, P.W., Kersey, J.H., Saleh, E.A., Fritts, C.A., Yan, F., Stilborn, H.L., Crum, R.C., Raboy, V.: Nonphytate phosphorus requirement and phosphorus excretion of broiler chicks fed diets composed of normal or high available phosphate corn with and without microbial phytase. *Poult. Sci.* 2000; 79: 1451-1459.