

**FARKLI SEVİYELERDE FİTAZ ENZİMİ KATILMIŞ NORMAL VE DÜŞÜK MİKTARLARDA KULLANILABİLİR FOSFOR İHTİVA EDEN RASYONLARIN BROYLERLERDE PERFORMANS VE FOSFORUN KULLANIMINA ETKİSİ**

Yılmaz BAHTIYARCA\*

Mehmet AKÖZ\*\*

**ÖZET**

Normal ve düşük seviyede kullanılabilir fosfor (KP) içeren rasyonlara farklı seviyelerde fitaz enzimi ilavesinin broylerler de performans ve fosforun kullanılabilirliğini bir ölçüsü olan serum fosfor seviyesi (SFS) ve parmak külüne (PK) etkisini tespit etmek amacıyla bir araştırma yapılmıştır. Üç x 4 faktöryel deneme planında, 3 KP seviyesi (% 0.20, 0.35 ve 0.50) ve 4 fitaz seviyesinin (0, 500, 1000, 1500 ünite) oluşturduğu, her birinde 10 civcivin bulunduğu 12 muamele 2 tekerrürlü olarak denenmiştir. Karışık cinsiyette toplam 240 adet civciv ilk 3 hafta isokalorik, isonitrojenik başlatma, müteakip 3 haftada ise bitirme rasyonları ile yemlenmişlerdir.

Yüzde 0.20 KP içeren rasyonlarla beslenen grupların 6 haftalık yem/canlı ağırlık artış-CAA oranları (yem değerlendirme katsayısı) hariç ölçülen diğer bütün parametreler % 0.35 ve 0.50 KP içeren gruplardan önemli derecede düşük bulunmuş ise de rasyon P seviyesi yem değerlendirme katsayısını önemli derecede etkilememiştir. Broyler rasyonlarına artan seviyede fitaz ilavesi ile CA, CAA önemli derecede ve doğrusal olmayan bir şekilde artarken yem tüketimi, yem değerlendirme katsayısı ve PK önemli derecede etkilenmemiştir. Rasyonda artan enzim seviyesi ile birlikte SFS doğrusal bir şekilde artmış ise de sadece 1500 ünite fitazla beslenen piliçlerin SFS (7.52 mg/dl), enzimsiz rasyonla beslenen gruptan (4.33 mg/dl) önemli derecede yüksek (P<0.05) bulunmuştur. Yüzde 0.20 KP içeren rasyona fitaz ilavesi, CA, CAA ve PK'nü doğrusal olmamakla beraber önemli derecede (P<0.01) artırırken SFS'ni önemli derecede ve doğrusal bir şekilde arttırmıştır. Diğer gruplarla karşılaştırıldığında % 0.20 KP ve enzimsiz rasyonla beslenen broylerler, ölçülen bütün değişkenler bakımından en düşük değerleri verirken % 0.35 ve 0.50 KP içeren rasyonlara fitaz ilavesi hiç bir değişkeni önemli derecede etkilememiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Broyler, kullanılabilir fosfor, fitaz enzimi, serum fosfor seviyesi, parmak külü, performans

\* Yrd. Doç. Dr., S.Ü. Ziraat Fak. Zooteknik Bölümü, KONYA  
\*\* Yrd. Doç. Dr., S.Ü. Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, KONYA

## ABSTRACT

### EFFECT OF PHYTASE ADDITION AT DIFFERENT LEVELS TO RATIONS CONTAINING NORMAL AND LOWER LEVELS OF AVAILABLE PHOSPHORUS ON PERFORMANCE OF BROILER CHICKS AND UTILIZATION OF PHOSPHORUS

A study was conducted to determine the effect of adding phytase at different levels on serum phosphorus level (SPL), toe ash (TA) as a measure utilization of phosphorus and performance of broiler chicks fed diets containing normal and lower levels of available phosphorus (AP). Twelve treatments consisting of three levels AP (0.20, 0.35, 0.50 %) and four levels phytase (0, 500, 1000, 1500 ünite) in 3x4 factorial arrangement were used with two replicates of the birds each. Total of 240 unsexed chicks were fed with starter diets for firsts three weeks and finisher diets during the next three weeks of the experiment. All diets were isocaloric and isonitrogenous.

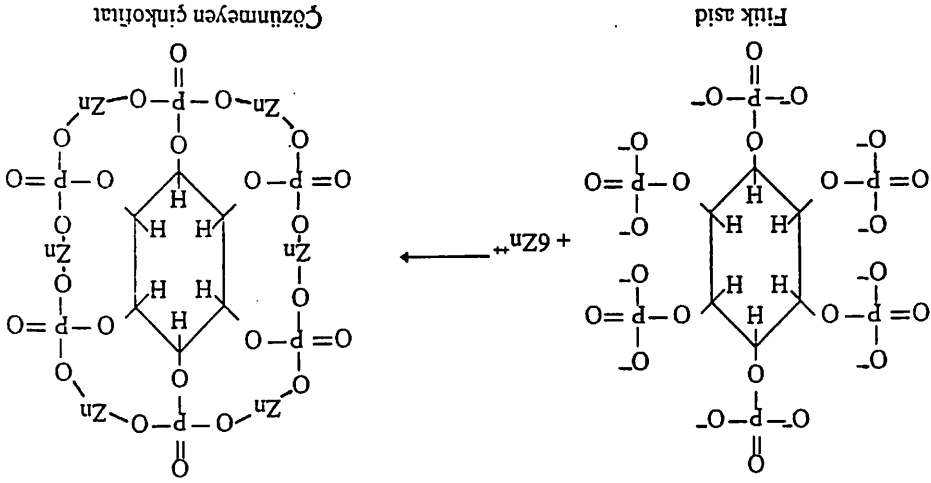
Measured all parameters except feed / gain ratio at six weeks of age when the groups fed diet containing 0.20 % AP were significantly lower than that of groups fed with 0.35 or 0.50 % AP, but phosphorus levels of ration did not significantly effect the feed / gain ratio. Adding increasing levels of phytase to diets significantly and in quadratic increased body weight, gain and did not effect feed consumption, feed / gain ratio and TA. Increase in SPL, when the level of added enzyme to ration was increased, was linear, but only chicks fed 1500 ünite phytase (7.52 mg/dl) was significantly higher ( $P<0.05$ ) than those fed diet without phytase (4.33 mg/dl). Phytase supplementatin of diet containing 0.20 % AP resulted in non-linear but significant increase ( $P<0.01$ ) in body weight, gain and TA and resulted in linear increase ( $P<0.05$ ) in SPL. Chicks fed diet containing 0.20 % AP without phytase had the lowest values with regard to measured variables compared to other groups. No one measured variables did not significantly effected by adding phytase to diets with 0.35 and 0.50 % AP.

**Key Words :** Broiler chicks, available phosphrus, enzyme of phytase, serum phosphorus level, to eash, performance.

## GİRİŞ

Fosfor (P), hayvanlar tarafından fazla miktarda ihtiyaç duyulan bir element olup vücudda bir çok önemli role sahiptir. P, bir çok organik bileşiğin yapısında yer alır ve hücredeki hemen her biyokimyasal reaksiyon zincirinde görev yapar. P, kemiklerin teşekkülünde, karbonhidrat, amino asit ve yağların metabolizmasında, enerji transformasyonunda, vücut sıvılarında asid-baz dengesinin korunmasında önemli fonksiyonlara sahiptir (Scott, 1986). Kanatlılarda rasyonda P yetersizliğinde iştah kaybolmakta, iskelet gelişmesi zayıflamakta, büyüme gerilemekte ve

Şekil 1. Fitik asid ve çinko fitatın kimyasal yapısı (Scott, 1986).



Besin maddelerinin kullanım etkinliğindeki bu düşüklüğün en önemli sebebi yemlerdeki antiutasyonel faktörler ve sindirilmeyen besin maddeleri gibi unsurların mevcudiyetidir. Yemlerdeki bu unsurlar ya besin maddelerini kimyasal ve fiziksel olarak bağlayarak veya hayvanlara doğrudan toksik etki yaparak besin maddelerinin sindirilebilirliği veya kullanılabilirliğini azaltırlar (Concon, 1988). Hayvanlar P ihtiyaçlarını bitkisel ve hayvansal kaynaklı yem materyalleri ile inorganik P kaynaklarından sağlayabılırlar. Bununla birlikte bitkisel yem materyallerindeki P'un yaklaşıklık % 50 ila 90 gibi önemli bir kısmını fitik asidin karşılık mineral olarak bulurlar. Bugün erkek broyler büyük ticari sürülerde bile 42 günlük yaşta 2 kg canlı ağırlığa 1.8 kg yem ile kolayca ulaşabilmektedir (Leeson, 1989). Bununla beraber broylerler tükettiler kuru maddenin yaklaşıklık % 30'unu, brüt enerjinin % 25'inin, tüketilen nitrojenin % 50'sini ve P'un ise % 55'ini gübre ile dışarı atmaktadırlar (Swick ve Ivey, 1992). Oysa Edwards (1992), broylerlerde tüketilen P'un yaklaşıklık % 80'inin dışarı ile atıldığını bildirmiştir.

Besin maddelerinin kullanım etkinliğindeki bu düşüklüğün en önemli sebebi yemlerdeki antiutasyonel faktörler ve sindirilmeyen besin maddeleri gibi unsurların mevcudiyetidir. Yemlerdeki bu unsurlar ya besin maddelerini kimyasal ve fiziksel olarak bağlayarak veya hayvanlara doğrudan toksik etki yaparak besin maddelerinin sindirilebilirliği veya kullanılabilirliğini azaltırlar (Concon, 1988). Hayvanlar P ihtiyaçlarını bitkisel ve hayvansal kaynaklı yem materyalleri ile inorganik P kaynaklarından sağlayabılırlar. Bununla birlikte bitkisel yem materyallerindeki P'un yaklaşıklık % 50 ila 90 gibi önemli bir kısmını fitik asidin karşılık mineral olarak bulurlar. Bugün erkek broyler büyük ticari sürülerde bile 42 günlük yaşta 2 kg canlı ağırlığa 1.8 kg yem ile kolayca ulaşabilmektedir (Leeson, 1989). Bununla beraber broylerler tükettiler kuru maddenin yaklaşıklık % 30'unu, brüt enerjinin % 25'inin, tüketilen nitrojenin % 50'sini ve P'un ise % 55'ini gübre ile dışarı atmaktadırlar (Swick ve Ivey, 1992). Oysa Edwards (1992), broylerlerde tüketilen P'un yaklaşıklık % 80'inin dışarı ile atıldığını bildirmiştir.

Broylerlerdeki antiutasyonel faktörlerin etkisini azaltmak için fitik asit ve çinko fitat kullanılmaktadır. Çinko fitat, fitik asit ile çinko iyonlarının birleşmesiyle oluşur. Çinko fitatın kullanılması, yemdeki fitik asit miktarını azaltarak, çinko fitatın çözünür hale gelmesini sağlar. Bu sayede, besin maddelerinin sindirimi ve emilimi artar. Çinko fitatın kullanılması, ayrıca çinko ihtiyacını da karşılar. Çinko, hayvanların büyüme ve gelişmesi için önemli bir mineraldir. Çinko fitatın kullanılması, hayvanların çinko ihtiyacını karşılamakta ve aynı zamanda fitik asit miktarını azaltmaktadır (Scott ve ark., 1982).

Broylerlerdeki antiutasyonel faktörlerin etkisini azaltmak için fitik asit ve çinko fitat kullanılmaktadır. Çinko fitat, fitik asit ile çinko iyonlarının birleşmesiyle oluşur. Çinko fitatın kullanılması, yemdeki fitik asit miktarını azaltarak, çinko fitatın çözünür hale gelmesini sağlar. Bu sayede, besin maddelerinin sindirimi ve emilimi artar. Çinko fitatın kullanılması, ayrıca çinko ihtiyacını da karşılar. Çinko, hayvanların büyüme ve gelişmesi için önemli bir mineraldir. Çinko fitatın kullanılması, hayvanların çinko ihtiyacını karşılamakta ve aynı zamanda fitik asit miktarını azaltmaktadır (Scott ve ark., 1982).

tuzları olan fitat (fitin) teşkil eder. Bütün manogastrik hayvanlar sindirim sistemlerinde bir anyon olan fitatı (Şekil 1) inositol ve inorganik fosfatlara parçalayan fitaz enzimi yeteri kadar salgılanmadığı için P'un bu formunu kullanamazlar (Nelson, 1967; Nelson ve ark., 1968; Nelson ve ark., 1971). Bir antınutrisyonel faktör olarak kabul edilen fitatın sindirilebilirliği düşük olduğu gibi, sindirim esnasında mineral iyonları (kalsiyum, magnezyum, potasyum, bakır, mangan, çinko, demir) ve proteinleri bağlama kabiliyetinden dolayı onların sindirilebilirliğini de olumsuz yönde etkiler (Han, 1989; Harland ve Oberleas, 1978; Rojas ve Scott, 1969; Nelson ve Kirby, 1987). Bu yüzden bitkisel yem materyallerinde mevcut P'un kanatlılar tarafından kullanılan miktarı ekonomik bakımdan büyük öneme sahiptir.

Yapılan bir çok çalışma, son zamanlarda enzim teknolojisindeki gelişmeler sonucu üretilen enzim preparatlarının antınutrisyonel faktörlerin parçalanmasında veya sindirilmeyen besin madde fraksiyonlarının sindirilebilirliğinin artırılmasında başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir (Chesson, 1987).

Genç leghorn horozlarla yapılan iki çalışmada (Nelson ve ark., 1971), KP seviyesi düşük olan (% 0.15 veya 0.26) mısır + SFK'ne dayalı rasyonlara 1, 2, 4 ve 8 g/kg seviyesinde düşük aktiviteli (950 ünite/g) fitaz enzimi ilavesi, enzim içermeyen kontrol grubuna nisbetle 21 günlük canlı ağırlık artışı ve kemik külünü önemli derecede artırmıştır. Enzimle yemlenen hayvanların dışkularında fitaz aktivesi tesbit edildiği halde, enzim içermeyen rasyonlarla yemlenen hayvanların dışkularında fitaz aktivesinin görülmeyişi, enzimin aktivesinin sindirim sistemindeki proteolitik enzimlerle tamamen tahrip edilmediğini göstermektedir. Araştırmacılar fitaz enzimi mevcut olmadığından genç kanatlıların fitat fosforunu kullanamadıklarını ve fitazın etkisiyle hidrolize edilen fitat fosforunun inorganik fosfatlar kadar yüksek etkinlikte kullanıldığını ve enzimin tüketildikten sonra sindirim kanalında etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Broylelerle yürütülen iki çalışmada gittikçe artan seviyelerde KP içeren rasyonlar hazırlanmış ve birinci çalışmada KP seviyesi düşük (% 0.21) olan rasyona, ikinci çalışmada % 0.32; 0.38 ve 0.44 KP içeren rasyonların hepsinde 0, 250, 500 veya 750 ünite/kg seviyesinde fitaz katılmıştır. Araştırmacılar her iki denemede de rasyon KP seviyesi arttıkça performans değerleri, plasma P'ru, tibia ve parmak külünün önemli derecede arttığını, birinci denemede fitaz enzimi ile yemlenen gruplar arasında incelenen parametreler bakımından önemli bir fark bulunmadığını, ikinci denemede ise rasyonda artan fitaz seviyesi ile parmak ve tibia külü ve plasma P seviyesinin önemli derecede arttığını bildirmişlerdir (Perney ve ark., 1993).

Swick ve Ivey (1992) tarafından broylelerde yapılan ve farklı seviyelerde KP ve fitaz içeren rasyonların kullanıldığı 3 hafta süren çalışmanın sonucuna göre, düşük seviyede fitaz ilavesi ile canlı ağırlık, yemden yararlanma kabiliyeti ve yaşama gücü, P'un vücutta tutulan miktarı önemli derecede artmış ise de parmak külü üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Araştırmacılar rasyon KP seviyesi diğer bir ifade ile inor-

ganik P miktarı arttıkça (% 0.24, 0.33, 0.44, 0.54 KP) enzimin canlı ağırlık artışı üzerindeki etkisinin azaldığını ve düşük KP'li rasyona enzim ilavesi ile performans- ta meydana gelen artışın daha yüksek seviyelerde KP içeren rasyonlarla elde edilen değerler kadar yüksek olmadığını bildirmişlerdir.

Saylor ve ark. (1991)'da % 20 KP ihtiva eden rasyona (kontrol), 500, 750, 1000 ünite/kg seviyesinde fitaz ilavesi ile 28 günlük canlı ağırlık ve yem değerlendirme kabiliyetinin önemli derecede arttığını, 750, 1000 ünite/kg fitaz ile P'un kullanılabilirliğinin % 15 ve parmak külünün % 20 arttığını, parmak külündeki artışın inorganik P katılarak KP seviyesi yükseltülen gruplardan daha yüksek olduğunu ve 1000 ünite/kg fitazla beslenen broylerlerin CA'nın % 0.40 KP içeren rasyonla beslenen grubunkine eşit fakat % 0.50 KP içeren rasyonla beslenen gruptan önemli derecede düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Kafeste yetiştirilen broylerle yapılan 6 haftalık bir çalışmada (Vogt, 1992), % 0.52, % 0.57, 0.62 total P içeren rasyonlara 0, 200, 400, 800 ve 1600 ünite/kg seviyesinde fitaz ilave edilmiştir. Rasyon P seviyesi düştükçe, büyüme ve kemik külü düşerken rasyonlara fitaz ilavesi ile ölçülen bütün değişkenler olumlu yönde etkilenecektir.

Simons ve ark. (1990), broylerle yaptıkları biri 24 diğeri 28 gün süren iki araştırmada kalsiyum ve KP seviyesi farklı 3 rasyon hazırlamışlar ve KP'si düşük (% 0.15) olan rasyona 250 ila 2000 ünite/kg arasında değişen seviyelerde fitaz enzimi katmışlardır. Düşük P'lu rasyona fitaz ilavesi ile rasyon P'un kullanılabilirliği % 60'dan fazla artarken dışkı P içeriği % 50 azalmış ve enzimle desteklenen grupların 0-28 günlük kümülatif yem değerlendirme kat sayısı (yem/canlı ağırlık artış oranı) hariç canlı ağırlık artış ve yem değerlendirme katsayıları % 0.30 ve % 0.45 KP içeren rasyonlarla beslenen gruplarınkine eşit veya onlardan daha üstün olmuştur.

Bu çalışmanın amacı farklı seviyelerde KP içeren broyler rasyonlarına çeşitli seviyelerde fitaz ilavesinin, P'un kullanılabilirliğinin bir göstergesi olan performans, parmak külü ve serum fosforu üzerine etkisi ile enzim ve KP'nin rasyondaki optimum seviyesini tesbit etmektedir. Böylece pahalı bir materyal olan inorganik fosfat kaynaklarının rasyondaki miktarının azaltılmasıyla rasyon maliyeti düşürülebilecektir.

#### **MATERYAL VE METOT**

**Genel İşlemler :** Bu araştırma Konya, Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün tesislerinde yürütülmüştür. Deneme 6 hafta devam etmiş olup, deneme hayvanları ilk 3 hafta batarya tipi elektrikle ısıtılan ana makinalarda 10'arlı gruplar şeklinde barındırılmışlardır. Üçüncü haftanın sonunda piller taban alanı 1 m<sup>2</sup> olan ve 8-10 cm kalınlığında yonga (planya artığı) serilmiş bölmelere alınmışlar ve deneme sonuna kadar bu bölmelerde kalmışlardır. Cıvı-

ler gerek ana makinasındaki ve gerekse yerde yetiştirildikleri bölmelere rastgele dağıtılmışlardır. Araştırma boyunca yem ve su adlibitum olarak verilmiş ve 24 saat boyunca sürekli aydınlatma yapılmıştır.

### **Materyal**

#### **Hayvan materyali**

Araştırmada günlük 240 adet Ross-1 etlik civciv kullanılmış olup, civcivler ticari bir firmadan satın alınmıştır.

#### **Yem materyali**

Araştırmada kullanılan yem materyallerinin hepside ticari bir yem fabrikasında tüm tane şeklinde, soya küspesi pelet formda temin edilmiştir. Daha sonra bu materyaller yerli imalat (Panko-Birlik A.Ş.), 5 mm çaplı eleğe sahip yem kırma makinasında kırıldıktan sonra rasyonlar hazırlanmıştır.

#### **Enzim preparatı**

Bu çalışmada ticari adı FINASE™ olan (Alko Biotechnology, Ltd. Ramajaki, Finland) fitaz enzimi kullanılmıştır. Preparat, fungal *Aspergillus niger* grubuna ait seçilmiş bir hat kullanılarak üretilmiş olup, fitazın dışında asid fosfataz, protein, nişasta ve pektinleri parçalayan diğer enzimleride içermektedir. Enzim 1 g da 500.000 fitaz ünitesi içermektedir. Bir fitaz ünitesi, standart şartlar altında (37°C, pH 5'de) 1 dakikada sodyum fitattan 1 nanomol fosforu açığa çıkaran miktar olarak tanımlanmıştır. Enzimin kanatlı rasyonlarında kullanım seviyesi 250.000 ila 1.000.000 fitaz ünitesi/kg'dır (Anonymous, 1993 ab).

### **Metod**

#### **Deneme rasyonlarının hazırlanması ve denemenin yürütülmesi**

Bu çalışmada 0-3 haftalık civciv döneminde yaklaşık % 23 ham protein, 3100 Kkal ME/kg ve % 0.20 (1), % 0.35 (2) ve % 0.50 (3) kullanılabilir fosfor içeren 3 adet başlatma rasyonu; 3-6 haftalık dönemde ise yaklaşık % 20 ham protein, 3200 Kkal ME/kg ve % 0.20 (4), 0.35 (5) % 0.50 (6) KP içeren 3 adet bitirme rasyonuna 0, 500, 1000 ve 1500 ünite/g seviyesinde fitaz enzimi katılmış böylece 6x4=24 adet rasyon hazırlanmıştır. Enzim içermeyen (0 ünite fitaz) kullanılabilir fosfor seviyeleri farklı başlatma (1, 2, 3) ve bitirme (4, 5, 6) rasyonlarının hammadde ve hesaplanmış besin madde kompozisyonları Tablo 1'de verilmiştir.

Günlük civcivler önceden hazırlanmış ana makinalarındaki bölmelere rastgele dağıtılarak deneme grupları oluşturulmuş ve gerek deneme başı ve gerekse haftalık canlı ağırlık değerleri ile haftalık yem tüketimleri grup şeklinde tespit edilmiştir.

#### **Serum fosfor seviyesinin (SFS) tespiti**

SPS tespit etmek amacıyla araştırmanın 42. gününde her muamele grubundan

Tablo 1. Araştırmada Kullanılan Rasyonların Hammadde ve Hesaplanmış Besin Madde Kompozisyonları

Yem Maddeleri	Başlatma Rasyonları <sup>1</sup>			Bitirme Rasyonları <sup>2</sup>		
	1	2	3	4	5	6
	%					
Arpa	10.5	10.3	10.0	13.12	12.0	12.0
Mısır	40.0	40.0	40.0	43.0	44.0	44.0
Soya Küspesi	38.5	38.5	38.5	32.5	32.5	32.0
Balık Unu	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Bitkisel Yağ	6.58	6.5	6.6	7.2	7.14	7.26
Mermer Tozu	2.0	1.45	1.1	1.94	1.33	0.82
Tuz	0.30	0.30	0.28	0.30	0.30	0.30
Metionin	0.17	0.17	0.17	0.05	0.05	0.05
Lisin	0.10	0.10	0.10	--	--	--
DCP	--	0.83	1.7	0.036	0.88	1.72
Mineral Karması <sup>2</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin Karması <sup>3</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
TOPLAM	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Hesaplanmış Değerler**

Ham Protein %	22.52	22.48	22.46	20.4	20.3	20.1
Metabolik Enerji (Kkal/kg)	3098	3086	3087	3203	3200	3200
Kalsiyum %	0.93	0.92	1.03	0.90	0.88	0.88
Kullanılabilir fosfor, %	0.20	0.35	0.50	0.20	0.35	0.50
Metiyonin, %	0.55	0.55	0.55	0.40	0.40	0.40
Sistün, %	0.37	0.37	0.37	0.34	0.35	0.35
Lisin, %	1.29	1.29	1.29	1.0	1.0	1.0

<sup>1</sup> Her bir rasyona 0, 500, 1500, ünite / 1 g seviyesinde fitaz enzimi katılmıştır.

<sup>2</sup> Mineral karmasının 1 kg'ı; iyot, 0.0025; demir, 0.06; mangan, 0.16; bakır, 0.01; selenyum, 0.0003; çinko, 0.01 g temin eder.

<sup>3</sup> Vitamin karmasının 1 kg'ı; vitamin A, 12500 IU; vitamin D3, 1500 IU; vitamin B2, 6 mg; ni-  
asin, 25 mg; folik asit, 6 mg; vitamin B12, 0.015 mg; kalsiyum D pantotenat, 10 mg; kolün  
klorid 400 mg, temin eder.

rastgele üçer piliç yakalanak kanat venalarından enjektörle 2 ml. civarında kan alınarak etiketlenmiş tüplere konulmuştur. Pıhtılaşmış olan kan numuneleri 10 dakika müddetle santrifüje (3000 devir/dakika) edilerek serum ayrılmış ve sonra P tayini Oto Analizörde (Technican RA. XT marka) rutin kit (Eagle Diagnostics marka P kiti) kullanılarak tespit edilmiştir.

### **Parmak külü (PK) tayini**

Bu çalışmada rasyon P'nun kullanım etkinliğinin bir ölçüsü olarak SPS yanında parmak külü de kullanılmıştır. Parmak külü Fritz ve Roberts (1969) tarafından bildirilen metoda göre tesbit edilmiştir.

### **İstatistik metodlar**

Araştırma üç farklı KP ve 4 enzim seviyesi olmak üzere (3x4 = 12 muamele) tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme planında ve 2 tekerrürlü olarak yürütüldüğü için bütün parametreler bu deneme planına göre analiz edilmiştir. Muamelelerin incelenen parametreleri önemli derecede etkileyip etkilemediği varyans analizi ile test edilmiş ve F değerlerinin farklı bulunduğu durumlarda, farklı ortalamaların tesbiti Duncan testi ile yapılmıştır (Düzgüneş, 1975). Araştırmanın matematik modeli aşağıdaki gibidir.

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

$\mu$  : Genel ortalama

$\alpha_i$  : KP seviyesinin etkisi

$\beta_j$  : Enzim seviyesinin etkisi

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

$e_{ijk}$  : Hata

### **SONUÇLAR VE TARTIŞMA**

Rasyon KP ile enzim seviyesinin ve İnteraksiyonun 42 günlük broylerlerin performans, SPS, PK ve yaşama gücü üzerine etkisine ait sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Rasyon KP seviyesinin artırlaması ölçülen bütün parametreleri olumlu yönde etkilemiş olup % 0.20 KP içeren rasyonlarla beslenen grupların yem değerlendirme katsayıları (yem/CAA oranı) hariç, CA, CAA, yem tüketimi, SFS ve PK'ü, % 0.35 ve 0.50 KP içeren rasyonlarla beslenen gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur. Rasyon KP seviyesinin % 0.35 ve 0.50'ye çıkarılması ile yem / CAA oranı önemsiz olmakla beraber düşmüştür. Bununla beraber KP seviyesi % 0.50 olan rasyonlarla beslenen grupların performans değerleri, SFS ve PK, % 0.35 KP içeren rasyonlarla beslenen gruplardan daha yüksek ise de gruplar arasındaki farklılıklar rakamsal olup İstatistik bakımdan önemli bulunmamıştır. Broylerle yapılan 42 günlük başka bir çalışmada (Mohammed ve ark., 1981) rasyon KP seviyesinin % 0.45'den % 0.26'ya düşürülmesi ile CA ve plazma P seviyesinin önemli derecede düştüğünü bildirmiştir. KP seviyesi düşük rasyonlarla performans, plazma P seviyesi, übia ve parmak külünün, normal veya yüksek seviyede P içeren rasyonlara göre önemli derecede düşük olduğu diğer araştırmacılar (Perney ve ark., 1993; Saylor



Tablo 2. Rasyon KP, Fitaz Enzimi Seviyesinin 6 Haftalık Broyerlerin Performans, Serum Fosfor Seviyesi (SFS) ve Parmak Külüne (PK) Etkisi

Varyasyon Kaynakları	Canlı Ağırlık $\bar{X} \pm S_x$ g	Canlı Ağırlık Artışı $\bar{X} \pm S_x$ g	Yem Tüketimi $\bar{X} \pm S_x$ g	Yem /CAA $\bar{X} \pm S_x$ g/g	SFS $\bar{X} \pm S_x$ mg/dl	PK $\bar{X} \pm S_x$ %	
<b>KP Seviyesi %</b>							
0.20	1519.0±63.3 b	1479.6±68.6 b	2965±175.0 b	2.00±0.09	6.05±0.34 b	10.70±0.2 b	
0.35	1892.1±51.0 a	1852.5±50.8 a	3546±149.2 a	1.91±0.03	7.60±0.29 a	12.01±0.3 a	
0.50	1966.4±59.9 a	1926.0±60.6 a	3675±71.9 a	1.91±0.05	7.37±0.37 a	12.36±0.3 a	
Önem seviyesi	**	**	**	ÖD	**	**	
<b>Fitaz seviyesi (ünlte/g)</b>							
0	1644.8±73.7 b	1604.7±73.9 b	3182.3±131.4	1.98±0.08	6.34±0.39 b	11.42±0.56	
500	1805.2±37.5 ab	1765.3±37.7 a	3431.2±111.9	1.94±0.05	6.8±0.34 ab	11.87±0.36	
1000	1885.8±58.3 a	1846.5±58.6 a	3470.8±157.9	1.88±0.05	7.34±0.31 ab	11.89±0.17	
1500	1834.2±69.6 ab	1794.5±69.6 a	3497.3±126.8	1.95±0.04	7.52±0.27 a	11.58±0.17	
Önem seviyesi	**	*	ÖD	ÖD	**	ÖD	
<b>KP Fitaz</b>							
0.20	0	1065.0±191.3 c	1025.0±191.6 c	2222.8±257.0 c	2.17±0.16	4.33±0.38 c	8.87±0.79 c
0.20	500	1538.5±58.0 b	1499.0±57.5 b	3077.8±224.8 b	2.05±0.07	5.80±0.66 bc	11.41±0.07 b
0.20	1000	1780.5±18.3 ab	1741.0±18.9 ab	3260.4±125.8 ab	1.87±0.09	6.50±0.09 ab	11.64±0.18 b
0.20	1500	1692.0±5.65 ab	1653.5±6.2 ab	3299.1±92.2 ab	1.99±0.05	7.58±0.21 ab	10.86±0.01 b
0.35	0	1680.5±12.7 ab	1820.0±12.3 ab	3558.3±89.9 ab	1.96±0.04	7.43±0.47 ab	12.11±0.01 ab
0.35	500	1885.0±14.1 ab	1845.0±14.1 ab	3594.6±70.4 ab	1.95±0.01	7.26±0.12 ab	12.12±0.64 ab
0.35	1000	1925.5±101.4 ab	1887.5±101.4 ab	3508.9±268.7 ab	1.86±0.04	8.36±0.22 a	12.23±0.20 ab
0.35	1500	1897.5±75.9 ab	1858.0±75.4 ab	3522.9±167.8 ab	1.90±0.01	7.35±0.33 ab	11.58±0.44 b
0.50	0	2009.0±17.0 a	1969.0±17.9 a	3765.8±47.2 a	1.91±0.04	7.25±0.33 ab	13.27±88 a
0.50	500	1992.0±40.5 a	1952.0±41.5 a	3621.2±40.5 a	1.86±0.06	7.46±0.25 ab	12.08±0.38 ab
0.50	1000	1951.5±55.2 ab	1911.0±55.6 ab	3643.1±79.3 a	1.91±0.02	7.15±0.61 ab	11.81±0.12 b
0.50	1500	1913.0±127.2 ab	1872.0±127.2 ab	3670.0±120.5 a	1.96±0.07	7.63±0.28 ab	12.29±0.07 ab
Önem seviyesi	**	*	*	ÖD	**	**	

a, b, c : Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistikî bakımdan önemlidir.

\*\* : P<0.01,

\* : P<0.05,

ÖD : önemli deęil.

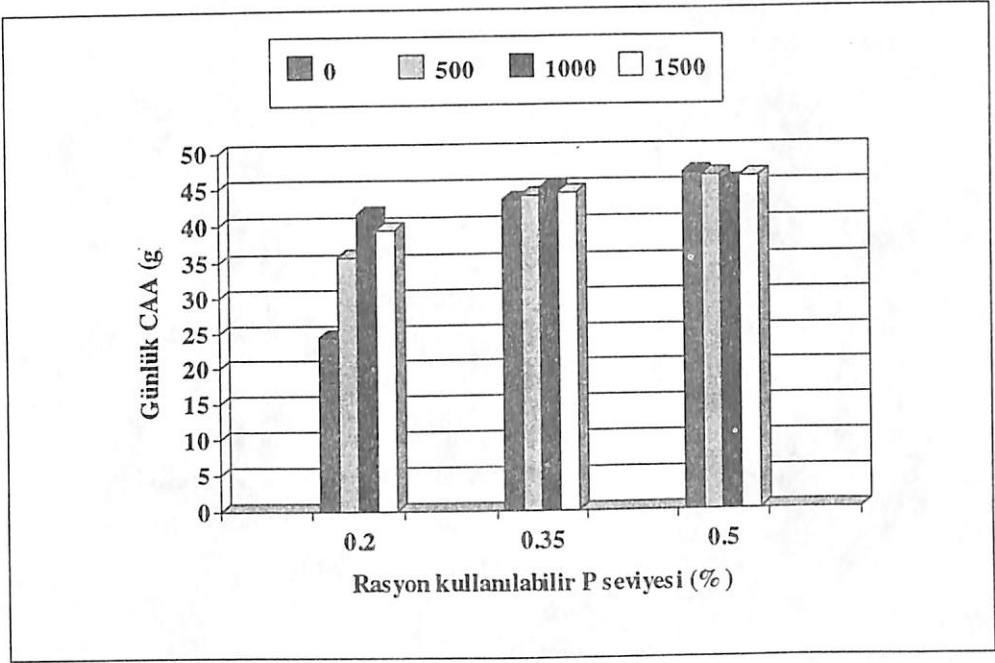
ve ark., 1991) tarafından da bildirilmiştir. Gene gelişmekte olan sığanlarla yapılan ve rasyon KP seviyesinin (normal % 0.27 ve marjinal seviyede, % 0.17), kalsiyum, fosfor ve fitat fosforunun sindirimine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Moore ve Veum, 1983), % 0.17 KP içeren rasyonla beslenen sığanlarda kan P seviyesinin önemli derecede düşüğü bildirilmiştir.

Ana faktörlerden ikincisi olan rasyon fitaz seviyesi, grupların yem tüketimi, yem değerlendirme katsayıları ve parmak kül seviyesini önemli derecede etkileme-

miştir. Ancak rasyon fitaz seviyesi arttıkça yem tüketimi artarken, yem/CAA oranı 1000 ünite fitaz ile en düşük olmuştur (Tablo 2). Parmak külü, fitaz ilavesi ile azda olsa artarken 500 ve 1000 ünite fitazla karşılaştırıldığında 1500 ünite fitazla düşmüştür. Rasyon fitaz seviyesi arttıkça hayvanların CA ve CAA doğrusal olmakla beraber artmıştır. Bu parametreler bakımından en düşük değerler 0 ünite fitaz ile elde edilirken, en yüksek CA ve CAA ve PK 1000 ünite fitaz ile gerçekleşmiş ve 1500 ünite fitazla, 1000 ünite fitaza nisbetle düşmüştür. SFS, rasyon fitaz seviyesi arttıkça doğrusal bir şekilde artmış ve en küçük değer (6.34 mg/dl) 0 ünite fitaz ile elde edilirken, en yüksek değer (7.52 mg/dl) 1500 ünite fitazla elde edilmiştir. Bu iki grubun SFS'leri arasındaki fark önemli bulunmuştur (Tablo 2). Enzimsiz grupla karşılaştırıldığında 500, 1000 ve 1500 ünite fitazla beslenen grupların 6 haftalık CA ortalamaları sırasıyla % 9.7, 14.7 ve 11.5, CAA ortalamaları ise sırasıyla % 10, % 15.1 ve % 11.8 daha yüksektir. Görüldüğü gibi rasyon fitaz seviyesi arttıkça CA ve CAA değerleri yükselmiştir. 1000 ünite fitaz ile karşılaştırıldığında 1500 ünite fitaz ile beslenen gruplarda CA ve CAA'nın düşmesi yüksek seviyede fitazın toksik olabileceğinin bir işareti olabilir. Nitekim, Simons ve ark. (1990) broylerde optimum fitaz seviyesinin 1000 ünite/g fitaz olduğunu bildirmişlerdir ki bu araştırmanın sonuçlarda bu durumu teyit etmektedir. Perney ve ark. (1993) % 0.32, 0.38, 0.44 KP içeren rasyonlara 0, 250, 500, 700 ünite fitaz ilavesiyle PK, SFS ve übia külünün rasyon fitaz seviyesi arttıkça önemli derecede arttığını bildirmişlerdir. Oysa bu çalışmada rasyonda artan fitaz seviyesi ile PK doğrusal olmayan bir şekilde artmış ve gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Kafeste yetiştirilen broylerle yapılan 6 haftalık bir başka çalışmada (Vogt, 1992) rasyonlara fitaz ilavesiyle ölçülen bütün değişkenlerin arttığı bildirilmiştir.

Farklı seviyelerde KP içeren rasyonlara gittikçe artan seviyelerde fitaz ilavesinin broylerlerin 6 haftalık yem/CAA oranları üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Bununla beraber KP seviyesi düşük ve enzim içermeyen rasyonla yem değerlendirme katsayısı en yüksek olmuş ve artan seviyede enzim ilavesiyle, bilhassa 1000 ünite fitazla yem değerlendirme katsayısı düşmüş ve daha yüksek seviyede KP ve enzim içermeyen gruplardan daha düşük olmuştur. Rasyon KP seviyesi ne olursa olsun 1000 ünite fitazla birim CAA için tüketilen yem miktarı daha düşük olmuştur (Tablo 2). Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar (Swick ve Ivey, 1990; Perney ve ark., 1993) tarafından da bildirilmiştir. Yüzde % 0.50 KP içeren rasyona artan seviyede fitaz ilavesinin PK hariç ölçülen diğer parametreler üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Bununla beraber 6 haftalık CA, CAA doğrusal olarak düşmüştür (Şekil 2). Enzimsiz grupla (% 13.27) karşılaştırıldığında 1000 ünite fitazla beslenen grubun PK (% 11.81) önemli derecede düşük ( $P<0.01$ ) bulunmuştur (Şekil 4).

% 0.35 KP içeren rasyonlara fitaz ilavesi bu çalışmada ölçülen hiç bir değişkeni önemli derecede etkilememiş ise de 500 ve 1000 ünite fitaz ilavesiyle CA, CAA, PK bir miktar artarken, 1000 ünite fitazla karşılaştırıldığında 1500 ünite fitazla belirtilen özellikler yanında SFS'de düşmüştür. KP seviyesi düşük rasyona 1500

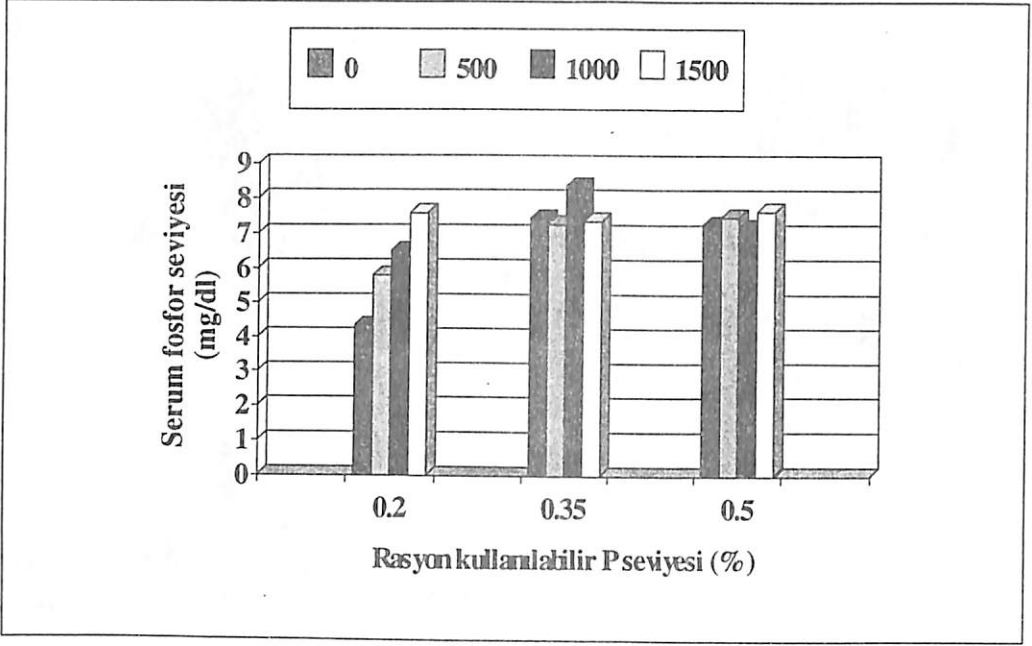


Şekil 2. Farklı seviyelerde kullanılabilir P içeren fitazla desteklenmiş rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde günlük canlı ağırlık artışı

ünite fitaz ilavesi diğer P seviyelerinde olduğu gibi 1000 ünite fitazla karşılaştırıldığında CA, CAA (Şekil 2) ve PK (Şekil 4) düşmüştür. Bu durum 1500 ünite fitazın broylerler için toksik olabileceğinin işareti olabilir.

Günümüzün hızlı büyüme kabiliyetine sahip broylerlerin rasyonda P yetersizliğine karşı çok hassas oldukları bu ve diğer araştırmalardan elde edilen sonuçlardan açıkça görülmektedir. Hiç enzim içermeyen % 0.20 KP içeren rasyonlarla beslenen broylerlerin yem/CAA oranı hariç diğer performans karakterleri (Tablo 2, Şekil 2), SFS ve PK değerleri (Tablo 2, Şekil 3 ve 4) diğer bütün gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur. Bu grubun CA, CAA yem tüketimi SFS ve PK'ü enzimsiz % 0.35 KP ile beslenen grupla karşılaştırıldığında sırasıyla % 43, 44, 37.5, 42, 27 daha düşükken; enzimsiz % 0.50 KP ile beslenen grupla karşılaştırıldığında ise sırasıyla % 47, 48, 41, 40 ve 34 daha düşüktür. Bu beklenen bir sonuç olup, benzer sonuçlar diğer araştırmacılar (Perney ve ark., 1993; Swick ve Ivey, 1991; Saylor ve ark., 1991; More ve Veum, 1983) tarafından da bildirilmiştir.

Fosfor seviyesi düşük rasyona (% 0.20 KP) artan seviyelerde fitaz ilavesi performans SFS ve PK'nü önemli derecede artırmıştır. Düşük P'lu rasyona 500, 1000, 1500 ünite fitaz ilavesi ile CA, CAA, yem tüketimi, SFS ve PK, enzimsiz gruba nispetle önemli derecede artarken, YDK önemli derecede etkinmemiş fakat düşmüştür. En



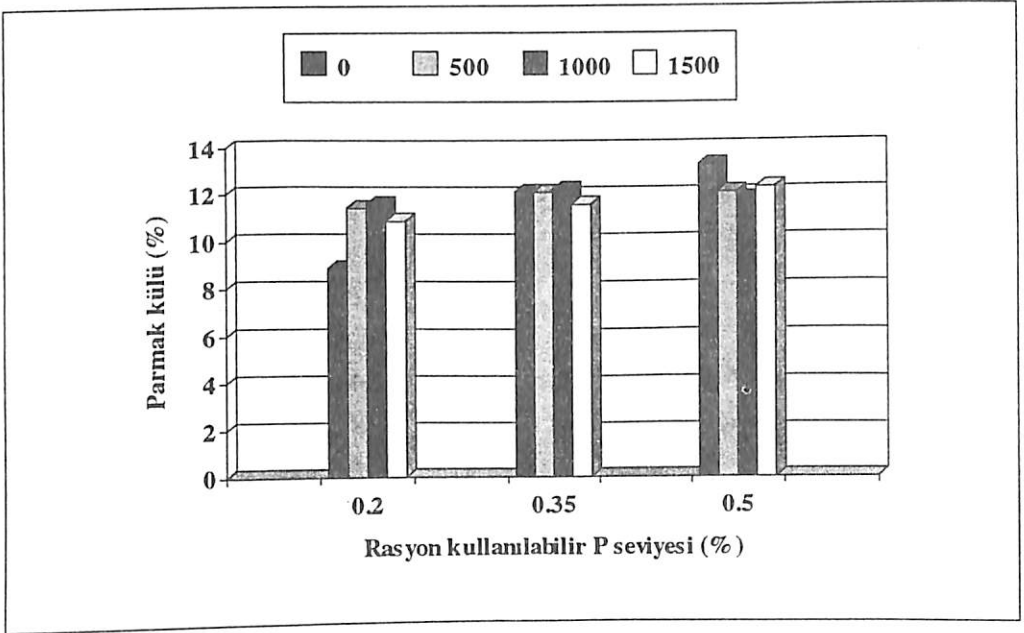
Şekil 3. Fitaz enzimiyle desteklenmiş farklı seviyelerde kullanılabilir P içeren rasyonların etlik piliçlerde serum fosforuna etkisi

yüksek değerler % 0.20 KP ve 1000 ünite fitaz içeren rasyonla beslenen grupta elde edilirken 1500 ünite fitazla istatistik bakımdan önemli olmamakla beraber CA, CAA, PK düşmüş, yem tüketimi, yem/CAA oranı ve SFS artmıştır (Tablo 2). Enzimsiz % 0.20 KP içeren rasyonla beslenen grubun 0, 500, 1000 ve 1500 ünite fitaz ile günlük CAA sırasıyla 24.2, 35.7 g, 41.5 ve 39.4 g iken, enzimsiz % 0.50 KP içeren grubun günlük CAA 46.9 g'dır (Şekil 2). Bu değeri baz aldığımızda % 0.20 KP ve 0, 500, 1000 ve 1500 ünite fitazla beslenen grubun günlük CAA sırasıyla % 48, 24, 12 ve 16 daha düşüktür. Düşük P'lu rasyona fitaz ilavesi ile SFS doğrusal bir şekilde (Şekil 3) artarken, PK doğrusal olmayan bir şekilde artmıştır (Şekil 4). Bu sonuçlar düşük P'lu rasyonlara fitaz ilavesinin fitat fosforunun kullanılabilirliğini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Ancak istatistik bakımdan önemi bulunmamakla beraber % 0.20 KP ve 1000 ünite fitazla beslenen broylerlerin performansı % 0.35 ve 0.50 KP ve hiç enzim içermeyen rasyonlarla beslenen gruplardan hala düşüktür. Rasyon KP seviyesi arttıkça enzimin etkisi azalmakta ve hatta % 0.50 KP içeren rasyonlarda performansı olumsuz yönde etkilemektedir. Nitekim Swick ve Ivey (1990), Nelson ve ark. (1971), Perney ve ark. (1993) düşük P'lu rasyonlara fitaz ilavesi ile performansın arttığını bildirmişler isede, bu çalışmada olduğu gibi Swick ve Ivey (1990) 3

haftalık broylerde düşük P'lu rasyona fitaz ilavesi ile performanstaki artışın, daha yüksek seviyede P içeren rasyonlarla kazanılan kadar yüksek olmadığını bildirmiştir. Oysa Simons ve ark. (1990), KP seviyesi düşük fitazla beslenmiş 4 haftalık broylerin performanslarının % 0.45 KP içeren rasyonla beslenen grubunkine eşit veya bazı karakterlerde daha üstün olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar arasında bildirilen sonuçlardaki bu farklılığın muhtemel bir sebebi enzim preparatındaki fitazın dışında karbonhidrat ve proteinleri parçalayan enzimlerin aktivitelerindeki farklılıklar yanında çalışmalarda kullanılan hatların (ırkların) farklı olması olabilir.

Hiç bir muamele broylerin yaşama gücünü önemli derecede etkilememiş olup % 0.20 KP ve 0 ile 500 ünite fitazla beslenen her iki grupta ölüm oranı % 2.91, % 0.35 KP ve 0 ile 500 ünite fitazla beslenen her iki grupta ölüm oranı % 0.41 iken % 0.50 KP ve 0 ile 1000 ünite fitazla beslenen gruplarda ölüm oranı sırasıyla % 0.83 ve % 1.25 olmuştur. Diğer gruplarda ölüm vakası görülmemiştir.

KP seviyesi düşük rasyona 500 ve bilhassa 1000 ünite fitaz ilavesiyle büyüme hızı ve fosforun kullanılabilirliğindeki artışın muhtemel sebepleri; a) fitik asit ile kompleks teşkil etmiş olan makro ve mikro minerallerin serbest hale geçmesi, b) fitik asitin insitol ve inorganik fosfor hidrolizinden sonra hayvanlar tarafından in-



Şekil 4. Farklı seviyelerde kullanılabilir P içeren rasyonlara fitaz ilavesinin 6 haftalık yaşta etlik piliçlerde parmak külüne etkisi

ositolün kullanılamaması, c) nişastanın sindirilebilirliğindeki artış veya d) bütün bunların bir kombinasyonu olabilir (Simons ve ark., 1990). Broiler rasyonlarına fitaz ilavesinin fitat P'nun kullanılabilirliğini arttırmada etkili olduğu ve düşük P'lu rasyonlar enzimle desteklendikleri takdirde performansta önemli bir kaybın olmadığı görülmektedir. Ayrıca % 0.35 ve % 0.50 KP içeren rasyonlara fitaz ilavesinin gereksiz olduğu veya hiç bir önemli avantaj sağlamadığı görülmektedir. Buradan düşük fosforlu broiler rasyonlarının bilhassa 1000 ünite fitaz ile desteklendiklerinde kullanılabilirliklerini söylemek mümkündür. Bu çalışmada kullanılan düşük P seviyesi oldukça düşüktür. Bu yüzden % 0.25, 0.30 gibi KP içeren rasyonlara 500, 1000 ünite fitaz ilavesi % 0.20 KP içeren rasyonlara nazaran daha tatminkar performans değerleri verebilir ki bu durumun araştırılması faydalı olacaktır. Fitazın bir yem katkı maddesi olarak broiler rasyonlarında kullanılması onun maliyetinin inorganik fosfatlardan ucuz olmasına bağlıdır. Oysa Han (1989), 2.4 mg fosfor sağlayacak süperfosfitin maliyetinin, aynı miktar P'ü açığa çıkaracak fitaz enziminin üretim maliyetinden 17 kat daha ucuz olduğunu bildirmiştir. Hayvansal atıklardaki fosforun problem olduğu bölgelerde, tarım arazilerine uygulanacak gübre fosfor seviyesinin kanunen sınırlandırıldığı ülkelerde maliyetinden bağımsız olarak fitaz kullanılmaktadır. Ancak gelecekte üretim teknolojisindeki gelişmeler sonucu fitazın üretim maliyeti düşürülebilirse yem endüstrisinde büyük bir kullanım potansiyeline sahip olacaktır.

### TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın Konya Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün tesislerinde yapılmasına izin veren enstitü müdürü Dr. Ramazan KADAK beye sonsuz teşekkürü bir borç biliriz.

### KAYNAKLAR

- Anonymous, 1993 a. Finase F in animal feed. Alko Biotechnology, Application Sheet, Rajomöki, Finland.
- Anonymous, 1993 b. Finase FP 500. Alko Biotechnology, Product sheet. Rajomöki, Finland.
- Chesson, A., 1987. Supplementary enzymes to improve the utilization of poultry and pig diets. *Recent Advances in Animal Nut.* Editors, W. Haresign and D.J.A. Cole. Butterworth. London, 71-89.
- Concon, S.M., 1988. Naturally occurring antinutritive substances. *Food Toxicology Part A : Principles and Concepts.* Marcell Dekker Inc. New York.
- Düzgüneş, O., 1975. İstatistik Metodları, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları : 578.
- Edwards, H.M., 1991. Effect of phytase on phytate utilization by monogastric animals. *Georgia Nut. Conf. for the Feed Industry*, 1-8.
- Edwards, H.M., 1992. Minimizing phosphorus excretion in poultry. *Georgia Nut. Conf. for the Feed Industry*. 124-127.
- Fritz, S.C. and Y.T. Roberts, 1969. Use of toe ash as a measure of calcification in the chick. *J. of the A.O.A.C.*, 51 (3) : 591-594.

- Han, Y.W., 1989. Use of microbial fitaz in improving the feed quality of soyabean meal. *Anim. Feed Sci. Technol.* 24 : 345-350.
- Hardland, B.F. and D. Oberleas, 1978. A Modified method for phytate analysis using on ion-exchange procedure : Application to textured vegetable proteins. *Cereal Chem.* 54 : 827-832.
- Leeson, S., 1989. Feeding meat-birds for reduced maintenance cost. *Maryland Nut. Conf. for Feed manufacturers.* 113-119.
- Mohammed, Ab., M.S. Gibney, T.G. Taylor, 1981. The effect of dietary levels of inorganic phosphorus, calcium and cholecalciferol on digestibility of phytate by the chick. *Br. J. Nut.* 66 : 251-255.
- Moore, R.S. and T.V. Veum, 1983. Adaptive increase in phytate digestibility by phosphorus-deprived rats and the relationships of intestinal phytase and alkaline phosphatase to phytate utilization, *Br. J. Nut.* 49 : 145-152.
- Nelson, T.S., 1967. The utilization of phytate phosphorus by poultry. A review. *Poult. Sci.* 46 : 862-871.
- Nelson, T.S., C.W. Ferrara and N.C. Stroner, 1968. Phytate phosphorus content of feed ingredient derived from plants. *Poult. Sci.* 47 : 1372-1374.
- Nelson, T.S., T.R. Shied and R.S. Wodzinski, 1971. Effect of supplemental phytase on the utilization of phytate phosphorus by chick. *J. Nut.* 101 : 1289-1294.
- Nelson, T.S. and C.K. Kirby, 1987. Calcium binding properties of natural phytate in chicks diets. *Nut. Rep. Int.* 35 : 949-955.
- Newman, K., 1991. Phytase : The enzyme, its origin and characteristics; Impact on potential for increasing phosphorus availability. *Biotechnology in the feed industry, Proc. of Alltech's 7th. Ann. Symp.* 169-178.
- O'dell, B.C. and A.R. de Boland, 1976. Complexation of phytate with protein and cations in corn germ and oil seed meals. *J. Agric. Food Chem.* 24 : 804-807.
- Perney, K.M., A.H. Contor, M.C. Straw and K. Henkelman, 1993. The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broilers chick. *Poult. Sci.* 72 : 2106-2114.
- Rojas, S.W. and J.B. Scott, 1969. Factors effecting the nutritive value of cotton seed meal as a protein source for chicks diets. *Poult. Sci.* 48 : 819-829.
- Saylor, W.W., A. Bartni Kowski and T.C. Spencer, 1991. Improved performance of broiler chicks fed diets containing phytase. *Abst. Poult. Sci.* 71 (Suppl. 1) : 104.
- Scott, M.L., M.C. Neisheim, R.S. Young., 1982. *Nutrition of the chicken*, 3th Edition. M.L. Scott and Associates, Ithaca, New York. USA.
- Scott, M.L., 1986. *Nutrition of humans and selected animal species*. John wiley and sons, Inc. New York USA.
- Simons, P.C.M., H.A.S. Versteeg, A.W. Johgbloed, P.A. Kemme, M.G. Wolters, R.F. Beudeker and G.S. Verschoor., 1990. Improvement phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. *Br. J. Nut.* 64 : 525-540.
- Swick, R.A. and F.S. Ivey, 1990. Effect of diteary phytase addition on broiler performance in phosphorus deficient diets. *Abst. Poult. Sci.* 69 (Suppl. 1) : 133.
- Swick, R.A. and F.S. Ivey, 1992. Phytase : The value of improving phosphorus retention. *Feed Management*, Reprinted from january *Feed Management*.
- Vogt, H., 1992. Effect of supplemental phytase to broiler rations with different phosphorus content. *Experiment 2. Archiv für Geflügen kunde*, 56 : 222-226.