T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

FARKLI FOSFOR İÇEREN BROYLER RASYONLARINDA MİKROBİYAL FİTAZ KULLANIMININ FOSFORUN DEĞERLENDİRİLMESİ VE BESİ PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

SELÇUK HALİL ATIŞ

DANIŞMAN
PROF. DR. TANAY BİLAL

HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI PROGRAMI

İSTANBUL-2018

İTHAF

Aileme ithaf ediyorum

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim ve tez çalışmam süresince bilimsel destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Tanay BİLAL'e, bilimsel katkılarından dolayı Tez İzleme Komitesi üyelerim Prof. Dr. Müjdat ALP ve Prof. Dr. İbrahim FIRAT'a, tezimin deneysel aşamasında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. İsmail ABAŞ, Araş. Gör. Dr. Can KUTAY ve Araş. Gör. Dr. Onur KESER'e, tüm Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyelerine ve BANVİT AŞ. sahibi olan GÖRENER ailesine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI ..... İİ
BEYAN ..... İİİ
İTHAF ..... İV
TEŞEKKÜR V
İÇİNDEKİLER ..... Vİ
TABLOLAR LİSTESİ ..... İX
ŞEKİLLER LİSTESİ X
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ ..... Xİ
ÖZET ..... Xİİ
ABSTRACT ..... Xİİİ
1. GİRİŞ VE AMAÇ 14
2. GENEL BİLGİLER 16
2.1. Fitat 16
2.1.1. Tanımı 16
2.1.2. Fitat'ın Bulunuşu 16
2.1.3. Fitat Fosfor 18
2.1.3.1. Fitat Fosfor'un Bulunuşu 19
2.1.3.2. Fitat Fosfor'un Yararlanılabilirliği 19
2.1.4. Kalsiyum Fitat 21
2.1.4.1. Kalsiyum Fitat'ın Yararlanılabilirliği 21
2.1.5. Fitat ve Metal Kompleksleri 23
2.2. Enzimler 24
2.2.1. Enzimlere Kimyasal Bakış 24
2.2.2. Enzimlerin Hayvan Beslemede Kullanımı 24
2.2.3. Fitaz Enzimi 24
2.2.3.1. Fitaz Enziminin Tanımı ve Kimyası 24
2.2.3.2. Fitaz Enziminin Kaynakları 25
2.2.3.3. Bitkisel Fitaz1ar 26
2.2.3.4. Mikrobiyal Fitaz 26
2.2.3.5. Fitaz Enziminin Fosforun Değerlendirilebilirliğine Etkisi 28

2.2.3.6. Fitaz Enziminin Kalsiyumun Değerlendirilebilirliğine Etkisi 31
2.2.3.7. Hayvan Beslemede Fitaz Enzimi Kullanımına İlişkin Çalışmalar .. 31
3. GEREÇ VE YÖNTEM 33
3.1. GEREÇ 33
3.1.1. Hayvan Materyali 33
3.1.2. Deneme Yeri 33
3.1.3. Deneme Yemleri 33
3.1.4. Fitaz Enzimi Preparatı 34
3.1.5. Laboratuvar Analizlerinde Kullanılan Alet ve Malzeme Listesi 37
3.2. YÖNTEM 38
3.2.1. Deneme Planı 38
3.2.2. Deneme Hayvanlarının Beslenmesi 38
3.2.3. Yem Maddelerinin Analizi 38
3.2.4. Canlı Ağırlıkların Saptanması 39
3.2.5. Yem Tüketimlerinin Saptanması 39
3.2.6. Yemden Yararlanma Oranlarının Saptanması 39
3.2.7. Tibia Örneklerinin Toplanması ve Analizleri 39
3.2.8. Dışkı Örneklerinin Toplanması ve Analizleri 40
3.2.9. İstatistiki Analizler 40
4. BULGULAR 41
4.1. Performans 41
4.1.1. Canlı Ağırlık 41
4.1.2. Yem Tüketimi Bulguları 43
4.1.3. Yemden Yararlanma Oranı Bulguları 45
4.2. Tibia Kül, Kül Kalsiyum ve Fosfor Bulguları 48
4.3. Dışkı Kuru Madde, Ham Kül ve Kül Fosfor Bulguları 50
5. TARTIŞMA 52
5.1. Canlı Ağırlık Üzerine Etkisi 52
5.2. Yem Tüketimi Üzerine Etkisi 53
5.3. Yemden Yararlanma Oranı Üzerine Etkisi 55
5.4. Tibia Analizleri Üzerine Etkisi 56
5.5. Dışkı Analizleri Üzerine Etkisi 59
6. SONUÇ 61

KAYNAKLAR 62
ETİK KURUL KARARI 72
İNTİHAL ORANI 73
TELİF HAKKI İZNİ 74
ÖZGEÇMİŞ 75

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1: Fitaz Aktivitesi (FTU/kg). **18**

Tablo 2-2: Mısır, Buğday ve Soya Ekstraktında Fitat Fosfor ve Fitat Fosforu Olmayan Miktar. 19

Tablo 2-3: Fitaz Enziminde Değişik Sıcaklıklarda Oluşan Kayıplar. **25**

Tablo 3-1: Kullanılan Fitaz Enziminin (Natuphos) Analiz Değerleri **34**

Tablo 3-2: Diyetlerin Besin Maddeleri Bileşimi (Doğal Halde, %). **35**

Tablo 3-3: Diyetlerin Hesaplanan ve Analizi Yapılan Besin Maddeleri ve Enerji Düzeyleri Bileşimi (%). 36

Tablo 3-4: Laboratuvar Analizlerinde Kullanılan Alet ve Malzemeler. **37**

Tablo 3-5: Deneme planı. **38**

Tablo 4-1: Farklı düzeylerde fosfor içeren rasyonlara ilave edilen **mikrobiyal** fitazın canlı ağırlığa etkisi, g. 42

Tablo 4-2.: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen mikrobiyal fitazın günlük yem tüketimine etkisi, g. 45

Tablo 4-3.: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen **Mikrobiyal** fitazın yemden yararlanma oranına etkisi. 47

Tablo 4-4.: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen Mikrobiyal fitazın tibia kül, kül kalsiyum ve fosfor miktarına etkisi (n=5). 49

Tablo 4-5: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen Mikrobiyal fitazın dışkı kuru madde, ham kül ve kül fosfor düzeyine (%) etkisi (n=5). 51

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: Fitik asitin yapısı (Kornegay 2001). **.....16**

Şekil 4-1.: Farklı düzeylerde fosfor içeren rasyonlara ilave edilen **mikrobiyal** fitazın canlı ağırlık artışına etkisi, g.....43

Şekil 4-2: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen **mikrobiyal** fitazın günlük yem tüketimine etkisi, g.....44

Şekil 4-3: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen **Mikrobiyal** fitazın yemden yararlanma oranına etkisi. 47

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

ADP	: Adenizin Difosfat
AOAC	: The Association of Official Analytical Chemists
ATP	: Adenizin Trifosfat
CA	: Canlı Ağırlık
Ca	: Kalsiyum
DCP	: Dikalsiyum Fosfat
MF	: Mikrobiyal Fitaz
MP	: Microbial Phytase
FAO	: Food and Agriculture Organization
FTU	: Fitaz Aktivitesi (FTU/kg)
NRC	: Nutrition Resource Centre
NPP	: Fitata Bağlı Olmayan Fosfor
P	: Fosfor
SEM	: Standard Error of Mean
USDA	: Amerika Bileşik Devletleri Tarım Dairesi
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

ÖZET

Atış, S.H. (2018). Farklı Fosfor İçeren Broyler Rasyonlarında Mikrobiyal Fitaz Kullanımının Fosforun Değerlendirilmesi ve Besi Performansı Üzerine Etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları ABD. Doktora Tezi. İstanbul.

Çalışmada, farklı fosfor seviyeleri içeren diyetlerle beslenen broylerlerde mikrobiyal fitaz ilavesinin broyler performansı ile tibia ve dışkı mineral seviyelerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmada hayvan materyali olarak ticari bir damızlık işletmesinden sağlanan 144 adet Cobb 500 ırkı günlük erkek broyler hibrid civciv kullanılmıştır. Deneme odasına getirilen hayvanlar homojen bir dağılım olacak şekilde her birinde 24 hayvan bulunmak üzere 6 gruba ayrılmıştır. Denemenin gerçekleştirildiği odada her birinde ölçüleri 33 cm × 33 cm × 40 cm ebatlarında 24 adet bölme bulunan toplam 6 adet metabolik kafes kullanılmıştır. Bu bölmelerde civcivler bireysel olarak barındırılmıştır. Çalışmada, 1.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum %1; mikrobiyal fitaz 0, 2.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum %1; mikrobiyal fitaz 0, 3.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum %1; mikrobiyal fitaz 0, 4.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg, 5.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg, 6.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg olacak şekilde 3 x 2 faktöriyal deneme düzeni uygulanmıştır. Farklı fosfor düzeyi içeren diyetlerle beslenen broylerlerin mikrobiyal fitaz enzimi katkısıyla canlı ağırlık, yem tüketimi ve yem dönüşüm oranları önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0.05$). Aynı şekilde mikrobiyal fitaz ilavesinin tibia kül ve fosfor düzeylerini önemli şekilde etkilediği ($p<0.05$), ancak kalsiyum düzeyinin etkilenmediği tesbit edilmiştir. Dışkı kuru madde, ham kül ve kül fosfor değerlerinin de uygulamadan etkilendiği ($p<0.05$) görülmüştür. Sonuç olarak mikrobiyal fitaz enzimi broyler performansını ve kemik gelişimini arttırırken dışkıyla atılan fosfor miktarını azaltarak çevre kirliliğinin azalmasına katkı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Broyler, Mikrobiyal Fitaz, Tibia Mineral, Dışkı Fosfor, Performans

ABSTRACT

Atış, S.H. (2018). The Effect of The Use of Microbial Phytase in Broiler Diets Containing Different Phosphorus Levels on Phosphorus Utilization and Performance. Istanbul University, Institute of Health Sciences, Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Doctoral Thesis, Istanbul.

In this study, it was aimed to investigate the effects of the microbial phytase (MP) supplementation to diet with different phosphorus levels on performance and tibia and feces mineral levels in broilers. A total of 144 one-day old Cobb 500 male broilers hybrid chicks, obtained form a commercial breeder enterprise, were used in this study. Birds were divided homogenously into 6 groups (24 chicks per group). Birds were housed in 6 metabolic cages splitted into 24 compartments (33 cm x 33 cm x 40 cm). Each birds were housed individually in these compartments. Group 1, 2, 3, 4, 5 and 6 were fed diets contained 0.18% phosphorus (P) + 1% calcium (Ca) + 0% microbial phytase (MP), 0.30% P + 1% Ca + 0% MP, 0.45% P + 1% Ca + 0% MP, 0.18% P + 1% Ca + 600 IU/kg MP, 0.35% P + 1% Ca + 600 IU/kg MP and 0.45% P + 1% Ca + 600 IU/kg MP, respectively, in 3x2 factorial experimental design. Live body weight, feed consumption and FCR were affected significantly ($p<0.05$) in groups fed different levels of P diet supplemented MP. Similarly, MP supplementation affected tibia ash and P levels ($p<0.05$), however, Ca levels were not affected. Also, feces dry matter, crude ash and ash P levels were affected significantly ($p<0.05$) by MP supplementation. It was concluded that the supplementation of microbial phytase increased broiler performance and bone development and contributed to the decrease in environmental pollution by reducing the phosphorus excretion in feces.

Key Words: Broiler, Microbial Phytase, Tibia Mineral, Feces, Phosphorus, Performance.

1. GIRIŞ VE AMAÇ

Kanatlı sektörü son yıllarda önemli ilerleme kaydetmiştir. Kanatlı ürünlerde gelişimi hızlandırmak ve sektörel sorunları çözmek verimliliği artırmak için şarttır. Özellikle beslenme bilincinde olan ülkemizde, beyaz et talebinin artması ülkemizde bu ilerlemeyi daha da hızlandırmıştır. Beyaz et ihtiyacını karşılamak için iyi bir potansiyel olarak görülen kanatlı etleri, dünya pazarında gittikçe artan bir şekilde rekabeti arttırmaktadır. Sektör, bu sorunu çözmek zorundayken aynı zamanda verimliliğini artırmanın yollarını arıyor. Belki de bu sorunlardan biri, her endüstride var olan çevresel problemdir.

Son yıllarda çevre sorunları giderek artıyor. Çevrenin korunması, geliştirilmesi, bilimle birleşmesi ve önlemler alınması gereklidir. Gelişmekte olan ve küreselleşen dünyada, insanların yapıcı ve yıkıcı etkileri, teknoloji ile dengelenerek zorunludur. Bu gelişmeler, bilim insanlarını hayvan metabolizmasını daha iyi çalıştırmak, üretkenliği artırmak için en az harcama ile en verimli son ürünü elde etmek için yüksek verimli, düşük maliyetli ve uygun maliyetli yollar sağlayabilen kaynakları araştırmaya yöneltmiştir. Bu kaynakların kullanımı ve sonuçta ortaya çıkan ürünler hayvan ve insan sağlığını yakından ilgilendirmektedir.

Enzimler de bu kaynaklardan biridir. Enzimler, performansı arttırmak, kaynakları verimli kullanmak ve çevre kirliliğini önlemek gibi işlevlere sahiptir. Bu özelliklerden dolayı kanatlı sektöründe kullanımı yaygınlaşmıştır. Nelson (1967)'un bildirdiği gibi, fitaz yapısının varlığı, bu enzimlerin kullanımı ve fosforun bulunabilirliğini artırmaya yönelik çalışmalar çok eski yıllara dayanıyor. Bitkinin yapısının fitat-fosfor bulunabilirliği, bilim insanlarını bu enzimi araştırmaya itiyor. Yani, temel fosforun bulunabilirliğini arttırmak dışkı atılımını azaltır. Kümes hayvanlarının beslenmesinde önemli olan makro elementlerin kalsiyum ve fosfor gereksinimi tahıllar ve inorganik kaynaklar tarafından karşılanmaktadır. Fosfor çoğu bitkilerde (tahıl) fitat-fosfor şeklinde bulunur. Hayvanlar tarafından kullanılan fitat-fosfor miktarı ekonomik önem taşımaktadır. Fitaz enzim aktivitesi diyet Ca:tP oranları ve / veya vitamin D_3 ile yakından ilişkilidir. Bu endişeyi teyit eden birçok çalışma bulunmaktadır (Edwards 1993; Mitchell ve Edwards, 1996a; Mitchell ve Edwards,

1996b; Mohammed ve ark. 1991; Qian ve ark. 1997; Sebastian ve ark. 1998). Kalsiyumun kanatlı hayvanların ince bağırsaklarındaki mukozal fitaz aktivitesini etkileyen bir faktör olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, kalsiyumun toplam fosfora (Ca:tP) oranı arttıkça, fitaz aktivitesinin azaldığı da bildirilmektedir.

Broylerlerin mısır-soya fasulyesinde diyette fitat P kullanması diyet kalsiyumundan ve fosfordan etkilenir. Fitaz kalsiyumun üzerinde eritmeyen bir kompleks oluşturarak, fitaz, daha zor parçalanabilen bir yapı oluşturur. En önemlisi, kalsiyum oranındaki bir artış doğrudan fitaz aktivitesini azaltabilir (Pomtillart ve ark. 1986; Wise 1983). Ca:tP oranı düştüğünde performans yükselirken, Ca:tP Ca eklenerek Ca eklenmesi artar (Schöner ve ark. 1993). Mikrobiyal fitaz enziminin canlı ağırlık artışı olumlu bir şekilde geliştirdiği çok sayıda veri bulunmaktadır. Sebastian ve ark. (1996a), mısır-soya fasulyesi diyetini besleyen broylerlerde fitaz enziminin eklenmesinin çeşitli düzeylerde Ca'nun performansını arttırdığını bildirmiştir. Artmış Ca seviyeleri, fitaz enziminin broyler büyüme performansını arttırma kabiliyetini azaltmıştır. 600 FTU / kg fitaz enzimi kullanımı canlı ağırlığı arttırdığı bildirilmiştir (Broz ve ark. 1994; Sebastian ve ark. 1996b; Shafey ve McDonald 1991; Simons ve ark. 1990).

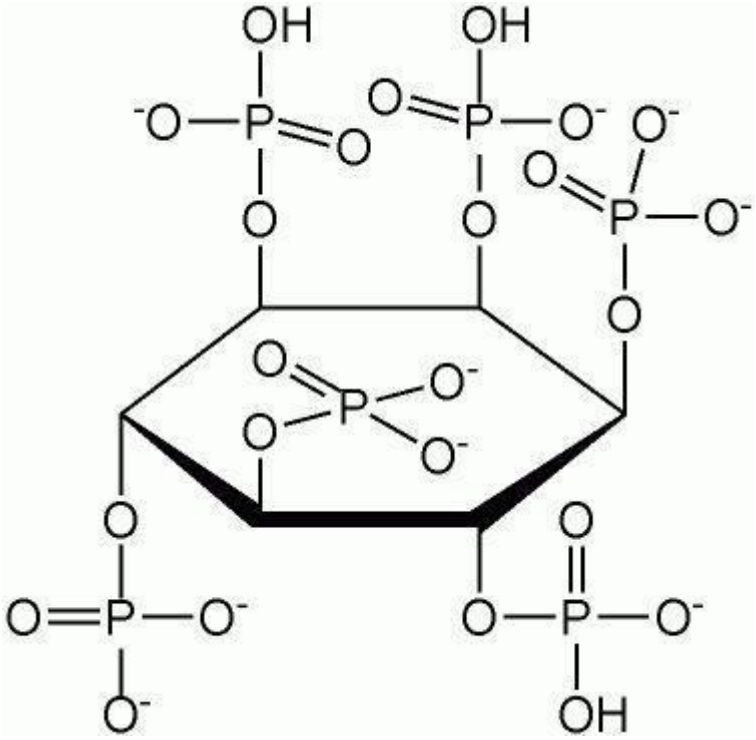
Bu çalışmada, farklı fosfor seviyeleri içeren diyetlerle beslenen broylerlerde mikrobiyal fitazın canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yem dönüşüm oranı ile tibia ve dışkı mineral seviyelerine etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir. Elde edilen verilerle broylerlerde fitaz enziminin etkinliğinin hayvan besleme yönünden kullanımının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BILGILER

2.1. Fitat

2.1.1. Tanımı

Fitik asit; 6 C atomlarının siklizasyonuyla oluşturulan miyo-inositol halkası ve bunun üzerine bağlanan 6 molekül inorganik fosfattan ($C_6H_{18}O_{24}P_6$) oluşan bir serbest ester asittir. Kimyasal adı miyo-inositol 1. 2. 3. 4. 5. 6 hexakis (dihidrojen fosfat) miyo-inositol. Şu anda kabul gören fitik asit molekülü myo-inositol heksafosfattır (Şekil 1) (Kornegay 2001). Fitatlar fitik asit (Ca, Mg, Zn ve Fe) tuzlarıdır. (Anonim 2018; Anonim 1991; Scott ve ark. 1999; Wise 1983).



Şekil 2-1: Fitik asitin yapısı (Kornegay 2001).

2.1.2. Fitat'ın Bulunuşu

Tarımsal topraklardaki organik fosfor miktarı toplam fosforun %30-80'idir. Miyo-inositol hekzafosfatın (fitik asit) tuzları ve türevi toprakta organik fosforun %50'sini oluşturur. Myo - inositol fosfatları düşük çözünürlükleri, katı ilişkili stabilite ve yüksek kararlılık nedeniyle topraklarda bulunurlar (Günter ve Nelemans 1993).

Bitki; fitik asit birçok tohumda, kök ve nodüllerde az bulunur (Aoyagi ve Baker 1993; Aoyagi ve Baker 1995; Biehl ve Baker 1997b). Hububat ve baklagiller,

fosfatın temel saklama şeklidir ve toplam fosforun %60-90'ını oluştururlar (Han ve Wilfred 1988; Lei ve ark. 1993; Pallauf ve ark. 1994; Wisser ve ark. 1990; Yoon ve ark. 1996). Tahıllar (mısır, buğday, pirinç vs.) %1,0, yağlı tohumlar (susam, soya, vb.) %1,5 fitik asit içerir. Mısır ve soya unu gibi bitki esaslı besinlerde kullanılan fosforun mevcudiyeti %30-40 civarındadır. Fosforun daha düşük kullanılabilirliği fitik asitin varlığına bağlıdır (Denbow ve ark. 1998; Lei ve ark. 1993; Perney ve ark. 1993). Vejetatif fosforun yaklaşık %70'i fitofosfataz formundadır. Bu fosfor fraksiyonunun sindirimi ve kullanımı diğer fosfor kaynaklarına göre oldukça düşüktür (Tablo 2.1). Buna göre, fosfor ihtiyacını karşılamak için monogastrik hayvanların diyetlerine inorganik fosfor kaynakları eklenir ve bu da diyetin maliyetini arttırır (Huyghebaert 1996a; Perney ve ark. 1993).

Tablo 2.1 .: Bazı Yemlerde Fitin Fosfor'un Gerçek Sindirim Derecesi

Yem	**Fitin fosforun gerçek sindirim derecesi (%)**
Buğday	40
Buğday kepeği	34
Arpa	12
Yulaf	4
Dane mısır	1
Silolanmış dane mısır	35
Ekstraksiyon soya küspesi	1
Ekstraksiyon pamuk tohumu küspesi	1
Arpa + Ekstr. soya küspesi karışımı	5
Mısır + Ekstr. soya küspesi karışımı	8

Örneğin; yağlı tohumlar (susam tohumları ve süpürge darısı) %1,5 veya daha fazla fitat içerirken, tüm tahıllar (mısır, buğday, pirinç) sadece %1,0 fitat içerir. Çavdardan (51,30 FTU / kg), tritikale (1688 FTU / kg), buğdaydan (1193 FTU / kg) ve arpanın (582 FTU / kg) (Tablo 2.2) fitaz aktivitesinden zengin olduğu bildirilmiştir (Scheideler ve Sen 1987).

Tablo 2-1: Fitaz Aktivitesi (FTU/kg).

Yemler	Fitaz Aktivitesi (FTU/kg)
Tritikale	1688
Çavdar	51,30
Buğday	1193
Arpa	582
Bonkalit	4601
Razmol	4381
Malt filiz peleti	877
Mısır distilesi	385

İnce kepek (4601 FTU/kg) veya pelet (2573 FTU/kg), kaba kepek (4381 FTU/kg), kepek (2957 FTU/kg) gibi buğday ürünleri ise fitat'dan çok zengindir. Pelet haline getirilmiş ince buğday kepeğinde fitaz aktivitesi pelet haline getirilmemiş ince buğday kepeğinin fitaz aktivitesinin %56'sı kadardır. Malt filiz peleti (877 FTU/kg) veya mısır distilesi (damıtığı) (385 FTU/kg) değişken fitaz aktivitesi göstermektedir. Analiz edilen diğer yemlerin çoğunda fitaz aktivitesi 0 veya çok düşük bulunmuştur. Fitaz aktivitesinin total P miktarı veya fitat - P miktarıyla ilişkili olmadığı bildirilmiştir (Eeckhout ve DePaepe 1994; Hollwich 1995).

2.1.3. Fitat Fosfor

Buğday ve buğday yan ürünleri ve mısır ve mısır yan ürünleri arasında belirgin lineer ilişki bulunurken, tahıl veya yağlarda bu ilişki bulunmamaktadır. Tahıl ürünlerinde fitat P ve total P miktarı yağlı tohum ve baklagillerden fazladır. Malt filizinde, mısır distilesinde ve mısır sapında fitat P total veya kısmen hidrolize olmuştur. Fitat P miktarı kök ve yumrularda; limonda, kakao kabuğunda, soya fasulyesi kabuğunda, mısır tanesi ununda, dehidre alfalfa'da ve kurutulmuş mycelium örneğinde saptanamamıştır (Eeckhout ve DePaepe 1994; Hollwich 1995) (Tablo 2.3).

Tablo 2-2: Mısır, Buğday ve Soya Ekstraktında Fitat Fosfor ve Fitat Fosforu Olmayan Miktar.

Yemler	Fitat-Fosfor (g/kg)	Non fitat-Fosfor (g/kg)
Mısır	75	
Buğday	73	27
Soya Fasulyesi Küspesi	56	44

2.1.3.1. Fitat Fosfor'un Bulunuşu

Fosfor, kümes hayvanlarının diyetlerinde esansiyel bir besin maddesi olarak geniş şekilde değerlendirilmiştir (Bahtiyarca ve Parlat 1997). Nelson (1967)'a göre; bitki dokularından elde edilen fosforun metabolizması mineral beslenme alanında en az anlaşılan ve en çok tartılışan konulardan biridir. Bitkilerdeki toplam fosforun küçük bir oranı bitkisel dokularda yerleşmiş olan inorganik fosfatlardır. Fosforun çoğu ise özellikle tohum da bulunanı çeşitli organik bileşiklerdedir ve fitat fosfor en belli başlı organik formudur. Çoğu bilim adamı günümüzde monogastrik hayvanların bitki materyallerindeki fosforun yalnızca üçte birini metabolize ettiği kuralını kullanmaktadırlar. Bu varsayım Hayvan Beslenmesi Komisyonu, Ulusal Bilim Akademisi Ulusal Araştırma Konseyi (NAS - NRC) (1960) tarafından verilen ve non - fitat'ta bitki materyallerindeki fosforun yaklaşık %30'unun hayvanlar tarafından kullanılabildiği raporundan esinlenmektedir (Nelson 1967).

2.1.3.2. Fitat Fosfor'un Yararlanılabilirliği

Birçok bilim adamı çok çeşitli deneysel prosedürler kullanarak, çeşitli hayvan türlerinin fitat fosforu kullanma yeteneği üzerinde çalışmışlardır (Ballam ve ark. 1984; Ballam ve ark. 1985; Broz ve ark. 1994; Davies ve ark. 1970; Findenegg ve Nelemans 1993; Zhang ve ark. 1998). Fakat, bu bilim adamları herkesi memnun edebilecek şekilde kesin sayısal, terimlerle fitat fosfor erişilebilirlik düzeyi hakkında bir fikir bildirmemişlerdir. Bazı araştırıcılar bunun sınırlı bir seviyeye kadar kullanıldığını rapor etmişlerdir. Bazıları ise bunun hayvanlar için çok yüksek seviye de erişilebilir olduğunu söylemişler ve çeşitli yaşlardaki farklı hayvan türlerinin ne dereceye kadar fitat fosfordan faydalandıkları konusunda genel bir anlaşmaya varamamışlardır (Nelson 1967). Ancak iyi bir topraktan elde edilen buğday unundaki fosforun canlı ağırlık

kazancı sağlamada civcivler tarafından kullanılabildiğini fakat kemik gelişiminde inorganik fosfata göre daha az kullanılabilir olduğunu bildirmişlerdir (Nelson 1967).

Kümes hayvanlarının fitat fosforu kullanma yeteneklerinde yaşın etkisi açıkça belirtilmemiştir. Eldeki veriler, fitat fosfor kullanımının yaşla beraber arttığını doğrulamaktadır, fakat bunun ne dereceye kadar doğru olduğu daha henüz belirtilmemiştir (Nelson 1967). Dört ve sekiz haftalığa kadar olan civcivlerin doğal beslenmedeki fosfor kullanımını karşılaştırmışlardır. Sekiz haftada civcivler daha yüksek kemik külü yüzdesine sahip olmalarının nedeni fitat fosforun artan kullanımı ya da azalan fosfor gereksiniminin sonucu olabileceği düşünülmüştür (Nelson 1967). Aynı diyetle beslenen dört haftalık ve altı haftalık civcivlerin fitat fosfor alıkonulmasında farklılıklar bulmuşlardır. Onların diyetlerindeki en az üç hammaddenin muhtemelen yüksek fitaz aktivitesi içerdiği, bu nedenle ileri yaştaki kümes hayvanları fitat fosforu genç hayvanlardan daha etkili kullanabildiği halde, bazı deneylerde fitaz aktivitesi içeren yem maddelerinin kullanımı bu yaş farklılığını arttırmış olabilir (Nelson 1967). Buğday ve mısır silajı hariç monogastrik hayvanlarda fitat fosforu yararlanılabilir fosfor kaynağı değildir. Mısır silajında bulunan yüksek fosfor absorbsiyonunun nedeni silaj olgusu sırasında süt asidi üreten bakterilerin bulunmasıdır. Laktik asit üreten bakteri fitaz da üretir (Hollwich 1995). Broylerlere buğday verildiğinde fitat fosfor kullanımı artmaktadır (Matykci ve ark. 1990). Mısır, buğday, alfalfa ve soya fasulyesi gibi bazı tahıl ve baklagillerdeki fitat fosforun genç tavuklardaki kemik gelişimi için inorganik fosfor desteği açısından yetersiz olduğunu göstermişlerdir. Diğer araştırmacılar da fitat fosforların tavukların fosfor kaynağı olması için yetersiz olduğunu rapor etmektedirler. Tavuklar alfalfa ve buğdayla beslendiklerinde fitat fosfor yararlanılabilirliği göreceli olarak yüksek olmaktadır. Bu iki bitkideki fitaz enzimi miktarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır (Cromwell ve ark. 1993; Lei ve ark. 1993; Liu ve ark. 1997a).

Fitat; temel diyetleri bitki olan ve diyetlerine inorganik fosfat ilave edilen hayvanlar tarafından çok az kullanılır. Yoğun hayvan üretimi olan bölgelerde gübredeki sindirilmemiş fitat fosfor, çevresel bir sorun oluşturur (Maenz ve Classen 1998; Nahashan ve ark. 1994; Van der Klis ve ark. 1997).

Broyler civcivlerde fitat fosfor kullanımı fitatın inositol ve fosfata hidrolize edilmesini gerektirmektedir. Buğday kepeğindeki fitaz hayvanlara verildiğinde diyet içerisindeki fitat fosfor kullanımı iyileşmektedir. Araştırmacılar fitazın potansiyel kay-

nağı olabilecek buğday içeren bitki fosforlu diyetlerin kümes hayvanları tarafından kullanılabileceğine dikkat çekmişlerdir. Bunun tersine buğday içermeyen diyetlerdeki fitat, genç piliçler ve yumurtlayan piliçler içinde zayıf bir kaynaktır. Buğday kepeği fitazının fitat fosforu hangi sınırlara kadar iyileştirdiği tanımlanmamıştır (Ballam ve ark. 1984). Buna karşın fitat hidrolizi enerji kaynağı olarak buğdayla beslenen tavuklarda mısıra göre daha fazla olmaktadır (Scheideler ve Sen 1987).

Kanatlılarda soya fasulyesi temel protein kaynağıdır. Soya fasulyesindeki fosfor'un yarıdan fazlası fitat fosfor'dur ve bunun yararlanılabilirliği çok azdır. Soya fasulyesinin tahıl ile inkübasyonunun kısmen soya fasulyesindeki fitat'ı yıktığını ve nedeninin de tahıldaki fitaz aktivitesinden kaynaklandığı ve böylece tavuklarda fosfor yararlanılabilirliğini arttırdığı bildirilmiştir (Matsui ve ark. 1996).

2.1.4. Kalsiyum Fitat

2.1.4.1. Kalsiyum Fitat'ın Yararlanılabilirliği

Kalsiyum çoğu diyette dominant çift değerli metaldir, ancak göreceli stabilite listesinde son olan kalsiyumdur. Çözünmeyen kalsiyum fitat oluşturmak için kalsiyum ile fitit kompleksleri. Bu hem kalsiyum hem de fosforu molekülde verimsiz bir duruma çevirir (Nelson 1967; Wise 1983). Kalsiyum fitat bağlar ve çözünmeyen bir kalsiyum fitat kompleksi oluşturarak tavuklarda fito fosfor bulaşmasını azaltır (Ballam ve ark. 1985). Diyet ham maddelerinden veya kimyasal formdan elde edilen fitat, insanların ses tellerinden kalsiyum emilimini azaltmıştır (Nelson 1967). Bağırsak, vegetatif fitazlar ve alkalin fosfatazlar ile kalsiyum hidrolizi olumsuz etkilenir (Mohammed ve ark. 1991). Fitatın kalsiyum bağlama özellikleri, bir şekilde kalsiyum ile karşılaştırıldığında kalsiyumun fiyatından dolayı uzun yıllardır bilinmektedir ve bu bileşik fosforun bulunabilirliği üzerinde odaklanmaktadır (Wise 1983). Bazı araştırmacılar diyetteki magnezyum ve kalsiyum düzeylerinin tavuklarda fitostaz ve alkalin fosfataz aktivitesini azalttığını, ancak aşırı fosfatı diyette azaltmadığını keşfettiler. Fosfor eksikliği sırasında bağırsak fosfor emiliminin artması (absorpsiyon) artmış bağırsaktaki fitaz ve fosfor senteziyle ilişkili olabilir (Mohammed ve ark. 1991).

Kalsiyum fitat yaklaşık olarak eşit miktarda kalsiyum ve fosfor içerir. Bitki uyumu fitik asit, kalsiyum, magnezyum, potasyum ile karıştırılır ve bu nedenle fosfordan daha az kalsiyum içerir. Fitat kalsiyumunun bulunup bulunmadığı tam olarak açıklanamamıştır. Kader molekülü için eklenen kalsiyumun bir kısmını sindirim

sistemine geçirmek mümkündür. Bu teorik olarak kalsiyum fosfor oranına bağlı olabilir (Nelson 1967).

Broyler piliçlerde diyetteki kalsiyum düzeyi fitat fosfor yararlanılabilirliğini etkileyecek faktörlerden bir tanesidir. Rat ve yumurta tavuklarının diyetlerinde yüksek kalsiyum düzeylerinin fitat fosfor yararlanılabilirliğini azalttığına dikkat çekilmiştir. Yüksek diyet kalsiyum düzeyine rağmen broyler piliçlere nazaran White Leghorn piliçlerinde fitat fosfor retensiyonunun daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Ballam ve ark. 1984). Tavuğun fitat fosforu hidrolize edebilme yeteneği yaşla artmaktadır. Yumurtacı tavuklarda diyetsel faktörlerin fitat fosfor kullanımına katkısı büyüktür. Diyetsel kalsiyum ve non fitat fosforu arttırmak tavuklarda fitat hidrolizini azaltmakta, düşük diyetsel kalsiyum ve non fitat fosforda ise bunun tam tersi olmaktadır. Fitat hidrolizi oranı diyetsel kalsiyumun fitata oranıdır. Yüksek molar kalsiyum konsantrasyonu ve nötrale yakın gastrointestinal pH'da kalsiyum fitata bağlanmakta düşük çözünülebilirlikte bir şelat oluşturarak fitat fosfor hidrolizinde bir azalma meydana gelmektedir. 34. haftada diyetsel kalsiyumun artmasıyla beraber % fitat fosfor tutulumu artmıştır. Tavuklar; %3,0 kalsiyum ile beslendiklerinde %52,8 fitat fosfor tutulumu, %3,5 kalsiyum ile beslendiklerinde %40,7 fitat fosfor tutulumu, %4,0 kalsiyum ile beslendiklerinde %46,3 fitat fosfor tutulumu olmuştur. Kalsiyumun ortalama etkisi 24-34. haftalar arasında düşük fosfor seviyeleri (%0,56) ile beslenen tavuklarla kanıtlanmıştır. 72. haftada %3,0'lık kalsiyum ile beslenen tavuklarda fitat fosfor tutulumunun %22,5, %3,5 kalsiyum ile beslenen tavuklarda fitat fosfor tutulumunun %16,0, %4,0 kalsiyum ile beslenen tavuklarda fitat fosfor tutulumunun %11,0 olduğu görülmüş ve bu da % fitat tutulumunun kalsiyum'dan etkilendiğini gösterilmiştir (Scheideler ve Sen 1987).

Fosfor olarak fitat miktarı, fitat molekülüne bağlanan fosfatın miktarını belirtmektedir. Eğer inositol halkasının 6 karbonu da fosforililasyona uğrarsa (hexa fosfoinositol), fitatın içerdiği fosfor miktarının %24,8 olabileceği bildirilmiştir. Fitat hidrolize olduğunda da; fitat ile ilişkili P azalmakta ve fitata bağlanan fosfat grupları kalsiyum gibi katyonlara bağlanmaktadır. Bu kalsiyum fitat şelatı sıklıkla gastrointestinal sistemde oluşmaktadır, çünkü bu kompleks çözünemez olmakta ve fitatın hidrolizi düzelmektedir. Bu bilgilere göre diyetteki kalsiyum'un %3,0'dan %4,0'a artmasıyla dışkıdaki fitat miktarı da artacaktır (Scheideler ve Sen 1987). Kalsiyumun fosfat gruplarına bağlanma afinitesi yüksek, yani her kalsiyum iyonu iki fosfat grubunu

bağlayabilir (Scheideler ve Sen 1987).

Bazı araştırmalar piliçlerin görünen kalsiyum gereksinimini fitatın arttırdığına işaret etmektedir ve fitatın kalsiyum bağlaması, molar bazda, yaklaşık 5: 1 'dir. (Farkvam ve ark. 1989; Nelson ve Kirby 1987; Pointillart ve ark. 1989). Ayrıca kalsiyum kaynağı ve düzeyleri de fitat hidrolizini etkilemektedir. Şöyle ki genç tavuklar aynı miktarda kalsiyumu, kalsiyum fosfat içeren diyete nazaran kalsiyum karbonat içeren diyetten daha çok fitat atmaktadır. Diyet fosforundaki artışa nazaran düşük diyet kalsiyum düzeyleri fitat hidrolizini artırmaktadır. Yumurtacı tavuklarda fitat fosfor tutulumu inorganik fosfor seviyeleri ve kaynağına bağımlıdır (Ballam ve ark. 1985).

Kalsiyum eklenmesinin fitaz aktivitesini ve fitat hidrolizini inhibe ettiği gösterilmiştir. Yine kalsiyumun barsakta çözünemez kalsiyum - fosfor kompleksIeri kurarak fitat hidrolizini inhibe ettiği de gösterilmiştir. Diyetsel kalsiyum miktarının %0,6'nın altına düşürülmesi fosfor salınımını ve büyüme performansını arttırmaktadır (Liu ve ark. 1997b).

2.1.5. Fitat ve Metal Kompleksleri

Myo - inositol heksafosfat, yapının merkezi inositol halka yapısına giren altı fosfat grubu ile mineral iyonlarının toplanmasına (şelasyon) olanak tanıyan bir maddedir. Fitat absorbe edilemez, çünkü metallerde çözünmeyen kompleksler oluşturabilir. Fitik asit mineral biyoyararlanımı üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir (Larsen 1993; Lönnerdal ve ark. 1988; Lönnerdal ve ark. 1989; Sohail ve Roland 1999). Fitaz kullanıldığında, bu elementlerin kullanımının iyileşmesi beklenir (Anonim 2018; Wise 1983).

Asidik fosfor grupları, metalleri bağırsak sistemine bağlar ve onu değiştirir ve böylece çinkoya uygulanır (Larsen 1993). Bununla birlikte, inositol heksafosfat sınırlı defosforilasyon ve mineral absorpsiyonu üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir (Lönnerdal ve ark. 1989).

Fitik asit ince barsaktaki pH şartları altında çözünemez formlar içinde kalsiyum, magnezyum ve çinko gibi divalent katyonlarla bağ kurmaktadır (Pallauf ve Rimbach 1997). Fitik asit, inositol hexa-fosfatın çinko ve kalsiyum, demir, manganez, potasyum gibi esansiyel mineral elementlerin yararlılığını azaltmaktadır (Bahtiyarca ve Parlat 1997; Lönnerdal ve ark. 1989).

2.2. Enzimler

Enzimler, canlı organizmalarda kimyasal reaksiyonları çok yüksek oranlarda katalize etme gücü olan moleküllerdir. Organik kimyada kullanılan yöntemlerle gerçekleştirilmesi güç veya imkansız olduğu birçok reaksiyonun uygun ve spesifik enzimlerle kolayca oluşabilmesi, enzimlerin canlı hücrelerden izole edilebileceği ve çeşitli amaçlarla kullanılabileceği fikrine yol açmıştır. Enzimler, canlıların doğal ürünleri oldukları için çevreye uyumludurlar. Modern teknolojinin modern teknolojisinin kullanılması enzimi daha cazip kılar çünkü enzim enzimi daha az kirletebilir ve geleneksel proseslerden daha az kirletebilir (Van Beilen ve Li, 2002).

2.2.1.Enzimlere Kimyasal Bakış

Enzimlerin protein içeriği genellikle bir prostetik gruba (koenzim) bağlı olan apoenzimdir. Koenzim bir tepkimeyi katalize etme özelliğinden sorumludur. Enzimler tepkime tipine göre 6 ana sınıfa ayrılır, ana sınıflar arasındaki ayrım kimyasal bağlara göre yapılmaktadır (Anonim 2018).

2.2.2.Enzimlerin Hayvan Beslemede Kullanımı

Enzimlerin özellikle deterjan ve yiyecek endüstrisi yanında hayvan beslemede de önemli bir kullanım alanı vardır. Bilhassa mikroorganizmalar kullanılarak, düşük harcamalarla enzim üretme olasılığı, enzimlerin hayvan beslemedeki kullanımına hız vermiştir (Anonim 2018). Enzimleri kümes hayvanları yemlerine eklemenin ana sebebi, yem harcamalarını düşürerek, kar durumunu geliştirmektir. Bunların yanında çevresel nitelikler ve sağlık durumları da göz önüne alınmıştır (Anonim 2018).

2.2.3. Fitaz Enzimi

2.2.3.1. Fitaz Enziminin Tanımı ve Kimyası

Kimyasal olarak miyo - inositol hexakisphosphatphospohidrolaz grupları içerir. Fitazlar inositol hexafosfat asitlerin hidrolizini katalizIerler. Bu hidroliz işleminden sonra ortofosfat farklı fosforilize olan ara basamaktaki ürünler ve serbest inositol açığa çıkar. Bu işlemler sırasında reaksiyon basamakları, miyo-inositol - pentakis - tetrakis tris – bis ve monofosfat olarak devam eder (Han ve Wilfred 1988).

Uluslararası biyokimya birliği, fitat molekülü üzerindeki ester gruplarının spesifik pozisyonu hidrolize etmesi esası üzerinde fitazları, 3-fitaz ve 6-fitaz olarak 2 kategoride tanımlamışlardır (Cosgrove,1980). 3-fitazlar mikroorganizmalar için genel

olurken, 6-fitazlar ise bitkiler için genel olmaktadır (Jongbloed ve ark. 1993). Irving (1980)'e göre, başka bir fitaz tipi kepekte bulunan 5-fitazdır (Hollwich 1995).

Fitazlar, birçok fosfat bağını hidrolize edebilir (örn. Pirofosfat, ATP veya ADP) ve fitazlara, substrat spesifik olmayan spesifik fosfonomoester hidrolazlar adı verilir (Hollwich 1995).

Diğer tüm enzimler gibi, fitaz da normal bir proteinin indirgeme sindirimine giren bir proteindir (Anonim 2018). Hidrotermal stres 75 °C'de fırının sıcaklığını aşacak kadar büyükse, bir protein olan fitaz, diğer tüm enzimatik özelliklerini kaybedebilir (Tablo 2.4) (Anonim 2018).

Tablo 2-3: Fitaz Enziminde Değişik Sıcaklıklarda Oluşan Kayıplar.

Pelet Sıcaklığı ($^{\circ}$C)	Kayıplar (%)
65	0-10
70	10-20
75	15-35

Fitaz hayvan yemine gübre yoluyla salgılanan fosfor miktarını düşürmek için eklenir. Doğada farklı fitazlar bulunur. Bütün bu fitazlar asitten ortofosfat serbest bırakabilirler, fakat tepkime hızı reaksiyon şartlarına kuvvetli bir şekilde bağlıdır (Engelen ve ark. 1994).

Fitazın göstermiş olduğu aktivitesinin ölçülmesinde: Bir birim fitaz etkinliği (FrU) 37°C'de ve pH = 5,5'de sodyum fitat fazlalığında dakikada 1 mikromole inorganik fosfor açığa çıkması olarak tanımlanmıştır (Anonim 2018). Aktivite birimi olarakta; FTU geçerlidir. Fitazların molekül ağırlıkları eşit değildir. Soya fasulyesi içerisindeki fitazın molekül ağırlığını 1,6x10 olarak bulmuştur. *Aspergillus terreus* fitazının moleküler ağırlığını 2,1-2,3x10 olarak belirlenmiştir (Hollwich 1995).

2.2.3.2. Fitaz Enziminin Kaynakları

Fitazlar, bitkilerde, mikroorganizmalarda ve gastro intestinal bölgede (bazı hayvan türlerinde) saptanmıştır (Han ve ark. 1997). Birçok bitki çekirdeğinde, örneğin tahıl ve soya fasulyesinde bulunur ve mantar, maya, bakteri ve rumen mikroflorası gibi birçok organizma tarafından oluşturulmuştur. Fitaz bitki tohumlarındaki mevcut fitat

fosforunu hidrolizle ayırır. Bu mevcut fosforun yaklaşık 2/3'üne denk gelir. Kümes hayvanları ve domuzlar gibi geviş getirmeyenlerde hemen hemen hiç fitaz etkinliği yoktur. Bu %0-40 alanında dağılmış bitki fosforunun zayıf kullanımının sebebidir (Anonim 2018).

2.2.3.3. Bitkisel Fitaz1ar

Tohumlanmanın başlamasıyla birlikte fitaz aktivitesinde belirgin bir artış gözlenir ve bitkide bulunan fitatların parçalanması başlar. Tohumlama sırasında fitaz aktivitesi arttığından dolayı kanatlı ve domuzlar için bu zamanda verilmesi tahıl fosforun yararlanılabilirliğini arttırır (Hollwich 1995).

Bitki fosforu'nun biyolojik yararlanılabilirliği tahıldaki %15-50 iken, soya fasulye küspesinde %18 ve 39'dur. Bu farklılık tahıldaki fitat fosfor ve fitaz miktarlarının farklı olmasmdan kaynaklanmaktadır. Çoğu fosfor ihtiyacını belirleme çalışmasında diyetin fosfor içeriği temel alınırken, yemlerdeki fosfor yararlanılabilirliği farklılıklan ölçülmemektedir. Mikrobiyal fitazın diyete eklenmesi fosfor yararlanılabilirliğini iyileştirmektedir (Yi ve ark. 1996). Mısırın fitaz aktivitesi düşüktür. Mısırın fitaz aktivitesi buğdayın %60'ı kadardır. Ayrıca bitkisel fitazlann etkili olduğu pH değerleri çok sınırlıdır. Optimum pH değerleri çok azdır. Kural olarak pH = 4 - 6 arasında bitkisel fitazlar optimum olarak etki gösterirler. Buğday ve mısırın optimum pH değerleri 5'dir.Bitkisel fitazlar optimum aktivitelerini 47-55 ^{o}C değerlerinde gösterirler (Hollwich 1995). Yüksek fitaz aktivitesi daha çok buğdayda, tritikale de görülür. (Hollwich 1995; Nelson 1976). Mısır ve legümünözler ise çok az oranda fitaz aktivitesine sahiptir. Mısır, buğdayın %6'sı kadar fitaz aktivitesine sahiptir (Hollwich 1995).

2.2.3.4. Mikrobiyal Fitaz

Günümüzde en az dört çeşit mikrobiyal ticari fitaz enzim bulunmaktadır ve bunlar genetik olarak modifiye edilmiş olan *Aspergillus'*dan fermente edilen (Natuphos® ve Novo fitaz) mikrobiyal enzimler ile gene *Aspergillus*'dan elde edilen (FinaseTM ve Alltech fitaz) iki tip daha mikrobiyal fitaz enzimi bulunmaktadır. Bu konudaki araştırmalar günümüzde hala devam etmekte olup *A.niger* fitaz geninin tütün ve kolza bitkilerine nakledilerek yeni tip fitaz enzimi üretme çalışmaları sürmektedir (Beudeker ve Pen, 1995). Zhang ve ark. (1998), Phytaseed® (*A. Ficuum* fitaz geni ile genetik olarak modifiye edilmiş olan kolzadan elde edilen fitaz enzimi) ve

Natuphos®'un (mikrobiyal fitaz) düşük fosforlu kanatlı karmalarında fosfordan yararlanmayı iyileştirmede benzer düzeyde etkiye sahip olduklarını bildirmişlerdir. Yaklaşık 50 yıldır bitkisel fitazların fitatları hidrolize edebildikleri bilinmekte olup, bu fitazların kanatlılar ile diğer basit mideli çiftlik hayvanların beslenmesinde kullanılan yemlerdeki fitat fosforunun sindirimini iyileştirdiği açıkça gösterilmiştir (Nelson 1967). Fitaz aktivitesi, buğday, arpa, pirinç, mısır, soya ve yağlı tohumlar gibi birçok dane yemde bulunmakta (Reddy ve ark. 1982) ise de danelerdeki fitaz aktivitesi çoğunlukla bitki türlerine bağlı olarak değişmektedir. Buğday, pirinç ve tritikale dışındaki diğer dane yemlerin fitaz aktivitesi oldukça düşüktür. Mısır ve soyadaki fitaz aktivitesi okadar düşüktür ki pratikte hiçbir önemi yoktur. Buğday, tritikale ve pirinçteki fitaz aktivitesinin büyük bir kısmı kepekte bulunur. Yüksek fitaz aktivitesine sahip olan buğday kepeği, pirinç kepeği, buğday ezmesi ve tritikale kepeği gibi hammaddeler karmalarda kullanıldığında fitat fosforunun büyük miktarda absorbsiyonunu sağlar (Pointillart ve ark. 1989).

Ruminantlar, rumenlerinde sahip oldukları mikroorganizmalar sayesinde fitat yapılarını yıkmak için gerekli olan fitaz aktivitesine sahiptirler. Bu sayede anorganik fosforların yanında, bitkisel fitatları da iyi değerlendirebilirler. Ancak yeni doğan buzağılarda, rumen mikroflorası iyi gelişmediğinden domuz ve kanatlılarda da fitatların hidrolize olması için gerekli fitaz aktivitesi yoktur (Hollwich 1995).

İlave mikrobiyal fitazın, fosfor ve kalsiyum sindirilebilirliği üzerine etkisi domuzun büyüme evreleri arasında değişmektedir. Bunun nedeni ise gastrik boşalmanın, mide kapasitesinin ve gastrik içeriğinin pH'ın farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü fitazın aktivitesi mide de gerçekleşmektedir (Kemme ve ark. 1997). Fitazlar, miyo-inositol hexaphosphoto phosphohydrolase 'lar inorganik orto fosfatın fitatdan ayrılmasını katalize ederler. Mikrobiyal fitaz ilavesi domuz ve kümes hayvanlarında fitat fosfor kullanımını arttırmaktadır (Kemme ve ark. 1997; Ketann ve ark. 1993; Lei ve ark. 1993; Liu ve ark. 1997a; Matsiu ve ark. 1996; Scheideler ve Sen 1987). *Aspergillus ficuum*'un fitat geni, üretim amacıyla *Aspergillus nigere* aktanlmasıyla, verimli bir fitaz üretimi elde edilmiştir (Scheideler ve Sen 1987). Gen tekniği ile elde edilen fitaz ilk olarak 1992'de hayvan beslemede kullanılmaya başlanmıştır. Gist-Brocades- ve BASF tarafından üretilen ve pazarlanan mikrobiyal bir fitaz (ürün ismi; Natuphos) belirlenmiş şartlar altında fitik asitten fosfor salgılayabilir. Fitaz enzimi;

Aspergillus ficuum, Aerobacter aerogenez, Schawanniomyces castellii, Sacillus subtilis ve *Badllus subtilis* (natto) N 77 gibi bazı mikroorganizmalarda bulunur. Fitaz enzimi kullanımı ile dışkı da yaklaşık %30 daha az fosfor, suya ve toprağa gidişte daha az fosfat kirliliği, bitki orjinli yem değerlerdeki gelişme, fosfor, kalsiyum, magnezyum ve çok az miktarda bulunan elementlerin geliştirilmiş kullanımı söz konusudur (Broz ve ark. 1994; Engelen ve ark. 1994)

2.2.3.5. Fitaz Enziminin Fosforun Değerlendirilebilirliğine Etkisi

Fitaz; fitin fosforun değerlendirilebilirliğini pozitif yönde etkiler. Bu değerlendirilebilirliğin yüksekliği yemde bulunan birçok faktör tarafından etkilenir. Bunlar yem maddesinin türü, yemin sahip olduğu fosfor miktarı, bitkisel fitaz oranının yüksekliği ve ilave edilen fitazın miktarıdır (Hollwich 1995). Hayvan yemlerine mikrobiyal fitaz ilavesının bitki tohumlarında bulunan fitat molekülünün hidroliziyle sonuçlandığı bildirilmektedir. Bu hidroliz fitata bağlı fosforu serbestleştirir, böylece düşük endojen fitazlı veya endojen fitazsız hayvanlar fitaz fosforu daha yüksek sınırlarda kullanma kabiliyetini kazanır. Bu sonuçlar broylerlerde, domuzlar ve hindilerde gözlenmiştir (Gordon ve Roland 1997). Monogastrik hayvanların mikrobiyal fitaz ile beslenmesi fitik asit komplekslerini değiştirir ve fosforun bioyararlanılabilirliğini arttırır (Chelius ve Wedzinski 1994).

Ek mikrobik fitaz, domuzlarda fıtat fosfor kullanımını geliştirir ve fekal fosfor atılımını %50 oranında azaltır. Buğdayda fitaz aktivitesi yüksek bulunmuştur ve bu fitaz aktivitesi, kısa dönemde diyet fosforu kullanımını arttırmıştır (Han ve ark. 1997). Pratik koşullar altında, su ile elde edilen fosfor atılımındaki fark muhtemelen %30'dur (Anonim 2018). 1000 FTU fitaz / kg beslemesinin eklenmesinin soya fasulyesinin %27, mısır %38, buğdayın %12 ve tritikale %15 fosfor mevcudiyetini arttırdığı bulunmuştur. Mısır soya diyetinde domuzlar ayrıca fosfor emilimini %20'den %46'ya (Simons ve ark. 1990) yükseltir. Düngelhoef ve Rodehutscord (1995) yaptıkları araştırmalar sonucunda yemlere fitazın 900-1000 ünite oranında katılması ortalama olarak fosfor değerlendirilebilirliğini %28 iyileştirmiştir. Broylerler de ise 500-700 ünite fitaz ilavesi yeme anorganik fosforun katılımını 1-1,5 gr azalmasına sebep olmaktadır (Hollwich 1995). Kümes hayvanlarına verilen yem genellikle %75-90 tahıl tanelerinden ve bunların içindeki bitkisel proteinlerinden oluşmaktadır. Teorik olarak bitkisel kaynaklı yemlerin fosfor içeriği monogastrik hayvanların ihtiyacını yeterli biçimde karşılamalı-

dır, fakat bitkisel kaynaklı yemlerin çoğunda total fosfor içeriğinin ancak %50-80'i fitaz şeklindedir. Bu fitaz fitik asidin karışık kalsiyum, magnezyum, potasyum tuzları olan ve hexaphospho inositol, $C_6H_{18}O_{24}P_6$ olarak bilinen ve %28,18 fosfor içeren fosforun bitkilerdeki formudur. Fosforun bu formu tavuklar veya diğer geviş getirmeyenler tarafından iyi bir biçimde kullanılmamaktadır; çünkü sindirim sisteminde fitaz enzimi yeterli miktarda bulunmamaktadır. Fitaz enzimi fitik asidin inositol artı inorganik fosfatların mono, di, tri, tetra ve pentafosfat deriveleri karışımına dönüşümünü katalize etmektedir ve yine bitkisel materyallerde fosfor yararlanımını iyileştirmektedir (Bahtiyarca ve Parlat 1997).

Diyetteki mikrobiyal enzimler fosfor yararlanılabilirliğini arttırmak için kullanılmaktadır. Diyetsel fitaz, fitat molekülünün karbon iskeletinden inorganik fosforu hidrolize edebilir. Nelson ve ark. (1971) *Aspergillus ficuum*'dan elde edilen fitaz'ın soya fasulyesindeki fitat'daki fosfor'un %97'sini hidrolize ettiğini rapor etmişlerdir. Tavuk diyetine fitaz eklendiğinde fosfor yararlanılabilirliğinde artış olduğu saptanmıştır.

Diyetsel fitaz alan tavuklarda (mısır-soya fasulye diyeti) fosfor yararlanılabilirliğinde benzer bir iyileşme saptanmıştır ve bu da kemik külü ölçümleriyle elde edilmiştir (Perney ve ark. 1993)). Nelson ve ark. (1971) cevap parametresi olarak kemik külünü kullanarak broylerlerde fosfor yararlanılabilirliği üzerinde ilave fitazın faydalı etkilerini göstermiştir. Halbuki bu olay fitaz üretiminin ekonomik olarak uygulanmasından önce yaklaşık 20 yıl sürmüştür (Perney ve ark. 1993). Simons ve ark. (1990)'ı diyetsel fitaz alan broylerlerin büyüme performansında iyileşme saptamıştır. 2 haftalık broylerlerde 750 FTU/kg fitaz ile fosfor ve kalsiyum tutulumunda artış olduğunu, 3 haftalık. broylerlerde P Ca diyet P yararlanılabilirliğinin mikrobiyal fitazla %65'lere çıkabildiği ve katılımının %50 azaldığını saptamışlardır (Van der Klis ve ark. 1997). Bir başka çalışmada fitaz eklenen diyetle beslenenlerde fosfor atılımında %34 azalma saptamıştır (Perney ve ark. 1993). Mikrobiyal fitazın diyete eklenmesi, gastro intestinal sistemde fitat fosforun hidrolizini sağlamakla beraber organik fosforun yararlılığını arttırmaktadır. Önceki bir çalışma da (Huyghebaert ve ark. 1996b) kg diyet başına 500 ünite fitazın dikalsiyum fosfat 2 H_2 O'dan yaklaşık olarak elde edilen 19 fosfora denk gelen miktarda fitat fosforu hidrolize ettiği gösterilmiştir. Fosfor ve kalsiyum yararlanılabilirliği arttıkça her ikisi de aynı zamanda kemikte toplanmaktadır.

Mikrobiyal fitazlı diyetteki kalsiyum miktarı maksimum fosfor yararlanılabilirliği elde etmek için çok düşüktür. 1000 ünite mikrobiyal fitazın yeme ilavesiyle, fosfat içeren diyetle beslenenler kadar veya daha fazla miktarda performans artışı saptanmıştır (Simons ve ark. 1990). Kümes hayvanları ve domuzlar için saf sebzeden hazırlanmış diyetlerdeki toplam fosforun fosfor sindirimi veya bulunması fitaz ilavesinden sonra genellikle %15-35 artmıştır ve fitin fosfor bırakılımı %30-50'dir (Anonim 2018). Anorganik olarak fosfor ilavesi fitaz aktivitesini engelleyici yönde etki yapar. Ratlarla yapılan çalışmada DCP ilavesi fitat hidrolizini %65'den %25'e indirir (Moore ve Veum, 1983). Buna neden olarak bağırsak bakterilerinin mikrobiyal fitazının engellenmesi gösterilebilir. İntestinal fitaz'ın etkisi aynı kalır (Hollwich 1995).

Fitik asidin organik bağlı fosfatı, domuz, kümes hayvanları ve balık gibi tek mideli hayvanlarda fitazın eksikliğinden dolayı parçalanamaz ve bu sebeple yoğun çiftlik hayvanı üretim bölgelerinde fosfor kirliliği problemine katkıda bulunur (Yoon ve ark. 1996). Fitaz enzimi fitik asidin inositol artı inorganik fosfatların mono - di - tri - tetra ve penta fosfat deriveleri karışımına dönüşümünü katalize etmektedir ve yine bitkisel materyallerde fosfor yararlanımını iyileştirmektedir (Bahtiyarca ve Parlat 1997).

Fitatdan fosfat mobilizasyonu fitik asitle aynı lokalizasyonda bulunan fitaz enzimi ile sağlanmaktadır (Larsen 1993). Tek mideli hayvanların diyetlerine ya fosfor ihtiyacını karşılamak için inorganik fosfor ya da fitat fosfor kullanımını geliştirmek için fitaz ilave edilmelidir. Düşük seviyeli diyetsel fosfor, civcivlerde bağırsaklara ait fitaz etkinliğini arttırır. Diyetsel fosfor seviyesi tibial diskondroplazi vakalarıyla ilişkilidir. Fitaz ilaveleri kalsiyum ve çinko tutulumunu ve kaval kemiği külü yüzdesini fosfor yoksun diyetlerle beslenen kanatlılarda bacak bozuklukları ve ölüm oranını düşürerek gözle görülür şekilde arttırmıştır (Anonim 2018).

Kümes hayvanları ve domuzların yemleri; bitkisel orjinli maddeler içermektedir. Bu ürünlerin içindeki fosfor'un yaklaşık 2/3'ü tek mideli hayvanlarda yararlanılabilirliği düşük olan fitat şeklindedir. Bu nedenle toprakta fosfor birikmesi çevresel açıdan yüksek fosfor üretimi yapan Hollanda gibi ülkelerde problem olmaktadır (Beers ve Jongbloed 1992; Biehl ve Baker 1997a; Simons ve ark. 1990).

2.2.3.6. Fitaz Enziminin Kalsiyumun Değerlendirilebilirliğine Etkisi

Kalsiyum hem aktive edici hem de aktivasyonu önleyici olarak görev alır. İnvitro olarak yürütülen bir çalışma da asidik bir ortamda pH<3 kalsiyum zor çözünen fitat protein kompleksinin oluşumunu engeller. pH değerinin artması pH < 5 fitatın çözünmesini engeller ve daha da zor çözünen kalsiyum - fitat oluşumuna neden olur. Fitaz ancak çözülebilen fitatları parçalar bunun yanında kalsiyum - fitat komplekslerini çözemez. pH şartlarına bağlı olarak gastro intestinal yol' da yüksek kalsiyum bulunursa kalsiyum - fitat oluşumu şekillenir. Bu olay domuzlarda yapılan çalışmada ispatlanmıştır. Yüksek kalsiyum miktarı kolonda fitat yıkımlanmasını önlemektedir. Kalsiyum ilavesinde dışkının pH değeri yükselir, pH yükselince zor çözünen kalsiyum - fitat kompleksIeri oluşur (Hollwich 1995).

2.2.3.7. Hayvan Beslemede Fitaz Enzimi Kullanımına İlişkin Çalışmalar

Kanatlı rasyonlarına eksojen fitaz ilavesine ilişkin ilk çalışma Nelson ve ark. (1971) tarafından broylerler üzerinde yapılmıştır. Araştırmada; mısır-soya küspesi temeline dayanan ve %0,24 oranında fitat fosforu içeren rasyonlara % 0,4 düzeyinde *Aspergillus ficcum* kaynaklı işlem görmemiş fitaz katılmış ve broylerlerin canlı ağırlık kazancında %33,3 düzeyinde artış sağlanmıştır. Simons ve ark. (1990), düşük fosfor içeren broyler rasyonlarına mikrobiyal fitaz ilavesinin; canlı ağırlık kazancı, yem tüketimi ve yemden yararlanmayı önemli düzeyde iyileştirdiğini ve bu parametrelerde gözlenen iyileşmenin fitazın ilave düzeyi ile ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir. Benzer bir çalışmada (Broz ve ark. 1994) broyler rasyonlarına farklı dozlarda fitaz ilavesinin (125, 250 ve 500 FTU/kg yem) büyüme performansında sırasıyla %4,6, %6,4 ve %8,5 düzeylerinde artış sağladığı bildirilmiştir. Denbow ve ark. (1995) ise % 0,2, %0,27 ve %0,34 düzeylerinde kullanılabilir fosfor içeren broyler rasyonlarına yedi farklı dozda (0, 200, 400, 600, 800, 1000 ve 1200 FTU/kg yem) fitaz enzimi ilave etmişlerdir. Araştırmacılar, kullanılabilir fosfor düzeyleri farklı olan üç rasyonun da broylerlerin canlı ağırlık kazancı ve yem tüketiminde iyileşme sağladığını ancak bu etkinin kullanılabilir fosfor düzeyi en düşük olan grupta maksimum düzeye ulaştığını öne sürmüşlerdir. Düşük fosfor içeren broyler rasyonlarına eksojen fitaz ilavesiyle; fitat-mineral kompleksindeki fosforun serbest kalması sonucunda kullanılabilirliğinin arttığı, bunun da yem tüketimi ve yemden yararlanmayı iyileştirerek büyüme performansında artışa yol açtığı ileri sürülmektedir (Qian ve ark. 1996a). Midilli ve ark. (2014) düşük

fosforlu diyetlere organik ve inorganik çinko ile mikrobiyal fitaz ilavesinin broylerlerde performans, biyokimyasal parametreler ve besin madde kullanımı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında organik çinko ve inoganik çinko ile mikrobiyal fitaz kombinasyonunda çinkonun sindirilebilirliğinin artığını ve performansın olumlu yönde etlilendiğini tespit etmişlerdir.

Enzim ilavesiyle broylerlerin büyüme performansında gözlenen artışa; inositol (Simons ve ark. 1990), nişasta (Knuckles ve Betschart 1987), protein (Fujimoto ve ark. (2018) ve amino asitler (Ravindran ve ark. 2000) sindirilebilirliğinde meydana gelen artışların da katkı sağladığı belirtilmektedir.

Broylerler ile karşılaştırıldığında, yumurta tavuklarında fitaz enziminin etkisini araştıran çalışmaların sayısı daha azdır. Yumurta tavukları üzerinde yapılan araştırmalarda; rasyona eksojen fitaz ilavesiyle fitat fosforunun biyoyararlanımında meydana gelen artışın, yem tüketimi, yumurta verimi ve yumurta ağırlığında iyileşmeyle sonuçlandığı bildirilmektedir (Ballam ve ark. 1984; Champagne ve Fisher 1990; Engelen ve ark. 1994; Farhadi ve ark. 2017; Gautier ve ark. 2018; Sohail ve Roland 2000). Deniz ve ark. (2013)'nın yumurta tavukları üzerinde yaptıkları bir çalışmada; mısır soya temeline dayalı rasyonlar ile %10 düzeyinde DDGS içeren rasyonlara *Escherichia coli* kaynaklı yeni jenerasyon fitaz enzimi ilave edilmiştir (300 FTU/kg yem). Araştırmada fitaz enziminin yumurta tavuklarının performans, yumurta kalitesi, gübredeki fosfor ve nitrojen düzeyleri ile yem maliyeti üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın sonunda; gerek mısır soya temeline dayalı gerekse DDGS içeren rasyonlara mikrobiyal fitaz ilavesinin, yumurta tavuklarının performans ve yumurta kalitesine ilişkin parametrelerinde olumsuz bir etki oluşturmaksızın yem maliyeti ve gübredeki fosfor düzeyinde azalmaya yol açtığı saptanmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. GEREÇ

3.1.1. Hayvan Materyali

Araştırmada hayvan materyali olarak ticari bir damızlık işletmesinden sağlanan 144 adet Cobb 500 ırkı günlük erkek broyler hibrid civciv kullanılmıştır. Civcivler, 40-45 g, 45-50 g, 50 g ve üzeri tartım gruplarına ayrılarak, bunlar arasından homojen bir şekilde önce 3 grup oluşturulup, sonra her grubun 2 alt grubu (her tekrar grubunda 24 hayvan) olacak şekilde toplamda 6 grup oluşturulmuştur.

3.1.2. Deneme Yeri

Araştırmanın hayvan deneyi 1996 yılı Mayıs-Haziran aylarında Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı deneme odasında yapılmıştır. Denemenin gerçekleştirildiği odada her birinde ölçüleri 33 cm × 33 cm × 40 cm ebatlarında 24 adet bölme bulunan toplam 6 adet metabolik kafes kullanılmıştır. Bu bölmelerde civcivler bireysel olarak barındırılmıştır.

Metabolik kafeslerdeki suluklar nipel suluk olup günlük olarak temizlenmiş ve sürekli taze ve yeterli su bulundurulmuştur. Yemleme elle doldurulan bireysel yemliklerde yapılmıştır.

Kümes ışıklandırmaları, ilk hafta 1 saat karanlık, 23 saat aydınlık; ikinci hafta sabah ve akşam 1'er saat olmak üzere toplam 2 saat karanlık, 22 saat aydınlık; 3., 4., ve 5., haftalarda sabah ve akşam 2'şer saat olmak üzere toplam 4 saat karanlık, 20 saat aydınlık; en son hafta ise 1 saat karanlık, 23 saat aydınlık olarak ayarlanmıştır. İlk 20 gün toplam 20 lux, 20-42. günler arasında ise 5-10 lux ışıklandırma düzeyi sağlanmıştır.

Civcivler bireysel bölmelere konulduğunda ısı 32 ^{0}C'ye ayarlanmıştır. 3-14. günler arasında 28-30 °C sıcaklıkta büyütülmüş, daha sonra 14-42. günler arasında 20 °C sabit sıcaklıkta yetiştirilmiştir.

3.1.3. Deneme Yemleri

Araştırmada, özel bir yem fabrikasında yaptırılan, broylerlerin başlangıç ve büyütme dönemi besin madde ve enerji gereksinimleri (NRC, 1994) göz önünde bulundurularak hazırlanmış olan, besin maddeleri ve enerji içerikleri Tablo 3-2 ve 3-

3’de verilen soya ve mısır hammaddesi ağırlıklı broyler başlangıç ve büyütme yemleri temel rasyon olarak kullanılmıştır. Denemenin 0-21. günlerinde broyler civciv başlangıç yemi, 21-42. günlerinde broyler büyütme yemi yedirilmiştir.

Çalışmada, yem katkı maddesi olarak kullanılan mikrobiyal fitaz yemlere karıştırılmadan önce az miktardaki temel yeme ilave edilerek mikserle homojenize edilmiş, hazırlanan bu ön karışım daha sonra deneme gruplarının yemlerine katılmıştır. Her bir deneme materyali temel rasyonun önce 1 kg’ı, ardından 5 kg, 10 kg ve 100 kg’ında çoğaltılarak homojen deneme yemleri elde edilmiştir. Yemler haftalık olarak hazırlanmış ve hava geçirmeyen kapaklı kovalarda korunmuştur. Fitaz enzimi (600 FTU/kg) kullanım düzeyleri kullanım talimatına uyularak belirlenmiştir.

3.1.4. Fitaz Enzimi Preparatı

Araştırmada mikrobiyal fitaz enzimi preparatı olarak BASF firması tarafından üretilen ticari adı; Natuphos olan toz fitaz enzimi kullanılmıştır. Natuphos; fungal *Aspergillus niger* kullanılarak fermentasyonla elde edilen fitazın ticari adıdır. Enzim 1 g'da 5000 FTU/g fitaz ünitesine sahip olup, bir fitaz ünitesi, normal şartlar altında; 37 °C'de ve pH = 5.5'de sodyum fitat fazlalığında dakikada 1 mikromole inorganik fosfor açığa çıkması olarak tanımlanmıştır (Scheideler ve Sen 1987). Natuphos'un Analiz Değerleri Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3-1: Kullanılan Fitaz Enziminin (Natuphos) Analiz Değerleri .

	Natuphos 5.000
Görünüş	Sarımsı kahverengi toz
Etkinlik (FTU/g)	minimum 5.000
Yoğunluk (g/cm^3)	yaklaşık 0.35

Tablo 3-2: Diyetlerin Besin Maddeleri Bileşimi (Doğal Halde, %).

Yem ham maddeleri	Başlangıç Yemi 1-21.gün			Bitirme Yemi 22-42.gün		
	1.Grup	2.Grup	3.Grup	1.Grup	2.Grup	3.Grup
	4.Grup	5.Grup	6.Grup*	4.Grup	5.Grup	6.Grup*
Mısır	50,95	49,08	48,70	54,12	53,59	52,92
Soya Fasulyesi Küspesi	35,00	35,00	35,00	30,00	30,00	30,00
Tam Yağlı Soya	2,42	5,36	5,40	4,72	4,85	5,00
Mısır Gluteni	4,00	2,50	2,50	2,50	2,51	2,50
Bitkisel Yağ	3,43	3,62	3,70	4,48	4,63	4,82
Mermer Tozu	2,10	1,64	1,00	2,10	1,64	1,10
Dikalsiyum Fosfat	0,42	1,12	2,02	0,46	1,16	2,04
Tuz	0,34	0,34	0,34	0,38	0,38	0,38
DL Metiyonin	0,18	0,20	0,20	0,22	0,22	0,22
Lizin	0,36	0,34	0,34	0,22	0,22	0,22
Baciferm	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antikoksidiyal	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Vit-Min.Premix[1]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
C vitamini	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Mikrobiyal Fitaz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

[1]Her kg yem için: A vit. 8000 IU; D_3 vit. 3500 IU; E vit. 35 IU; K vit. 2 mg; tiyamin, 4 mg; riboflavin, 6 mg; kalsiyum pentotonat, 10 mg; B_{12} vit,, 12 µg; niyasin, 76,4 mg; folik asit, 4,9 mg; kolin klorit, 862,4 mg; biyotin, 200µg; pridoksin, 4 mg; mangan sülfat, 215,1 mg; çinko sülfat, 92,7 mg; bakır sülfat, 39,3 mg; demir sitrat, 500 mg, Na_2SeO_3, 0,22 m; potasyum iyodür, 0,52 mg,
*4., 5. ve 6.Grup diyetlerine 600 FTU Mikrobiyal Fitaz ilave edilmiştir.

Tablo 3-3: Diyetlerin Hesaplanan ve Analizi Yapılan Besin Maddeleri ve Enerji Düzeyleri Bileşimi (%).

	Başlangıç Yemi 1-21.gün			**Bitirme Yemi 22-42.gün**		
	1.Grup	**2.Grup**	**3.Grup**	**1.Grup**	**2.Grup**	**3.Grup**
	4.Grup	**5.Grup**	**6.Grup**	**4.Grup**	**5.Grup**	**6.Grup**
Hesaplanan Besin Maddeleri						
ME, Kkal/kg	3025	3025	3025	3130	3130	3130
Ham Protein	23,00	23,00	23,00	21,00	21,00	21,00
Ham Selüloz	4,10	4,15	4,15	3,91	3,91	3,90
Ham Yağ	6,25	6,80	6,89	7,70	7,85	8,03
Ham Kül	6,14	6,53	6,87	6,11	6,38	6,72
Kalsiyum	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Toplam Fosfor	0,47	0,59	0,74	0,45	0,60	0,72
Yar.Fosfor	0,18	0,30	0,45	0,18	0,30	0,45
Lizin	1,46	1,51	1,49	1,25	1,25	1,25
Metiyonin	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55
Met+Lizin	0,96	0,96	0,96	0,92	0,92	0,92
Sodyum, %	0,15	0,15	0,15	0,17	0,17	0,17
Analizi Yapılan Besin Maddeleri						
Kuru Madde	87,80	87,90	87,80	87,90	87,80	87,90
Ham Protein	22,00	23,30	23,50	22,30	22,20	23,00
Ham Yağ	5,80	5,40	5,90	5,70	5,80	6,20
Ham Kül	5,70	5,86	5,82	5,30	5,88	5,76
Kalsiyum	0,93	1,34	1,34	1,56	1,45	1,25
Yar. Fosfor	0,51	0,52	0,60	0,55	0,68	0,60

.

3.1.5. Laboratuvar Analizlerinde Kullanılan Alet ve Malzeme Listesi

Laboratuvar çalışmaları sırasında kullanılan alet, kimyasal madde ve sarf malzeme listeleri Tablo 3-4'de verilmiştir.

Tablo 3-4: Laboratuvar Analizlerinde Kullanılan Alet ve Malzemeler.

Ürün Adı	Marka/Miktar
Değirmen	
Homojenizatör	IKA/TR5
Eter Ekstraksiyon	
Azot Belirleyici	LECO FP-528 model
Kül Fırını	
Etüv	Nüve Sterilizer FN-120
Santrifüj	Universal 16R
Vorteks	IKA/MS2
Sıcak su banyosu	Thermomix 1440
Polarimetre	Optical Activity marka, AA-5 Series
Hassas terazi	Sartarius
Porselen kroze	20 adet
Kuru madde kabı	15 adet
Balon joje	50 adet
Cam test tüpü 10 ml	10 adet
Cam test standı	5 adet

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Deneme Planı

Deneme odasına getirilen hayvanlar homojen bir dağılım olacak şekilde her birinde 24 hayvan bulunmak üzere 6 gruba ayrılmıştır.

Tablo 3-5: Deneme planı.

Gruplar	Yararlanılabilir Fosfor, %	Mikrobiyal Fitaz Enzimi, FTU/kg
1.Grup	0,18	_
2.Grup	0,30	_
3.Grup	0,45	_
4.Grup	0,18	600
5.Grup	0,30	600
6.Grup	0,45	600

3.2.2. Deneme Hayvanlarının Beslenmesi

Çalışmada hayvanlara 0-21. günlerde broyler başlangıç, 22-42. günlerde ise broyler piliç yemleri verilmiştir. Civcivler bulundukları metabolik kafeslerde bireysel olarak beslenmiş ve yemler hayvanlara günlük olarak tartılarak *ad libitum* verilmiştir. Hayvanların bölmelerinde tüketebilecekleri taze su devamlı olacak şekilde nipel suluklardan sağlanmıştır. Deneme süresi 42 gündür.

3.2.3. Yem Maddelerinin Analizi

Araştırmada kullanılacak tüm yemlerin ham besin maddeleri analizleri AOAC (1984)'de bildirilen şekilde İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı laboratuarında yapılmıştır. Yemdeki kalsiyum kolorimetrik, fosfor ise spektrofotometrik (AOAC, 1984) olarak tespit edilmiştir.

3.2.4. Canlı Ağırlıkların Saptanması

Ticari bir damızlık işletmesinden alınan günlük civcivler önce tek tek hassas terazi ile tartılarak canlı ağırlıklarına göre, önceden hazırlanan metabolik kafeslere canlı ağırlık farkları minumum olacak şekilde bireysel olarak yerleştirilmiştir. Dağıtım sonrasında bütün civcivlerin başlangıç canlı ağırlık değerleri belirlenmiştir. Daha sonra 7., 14., 21., 28., 35. ve 42. günlerde bireysel olarak tartılarak canlı ağırlık değişimleri tespit edilmiştir.

3.2.5. Yem Tüketimlerinin Saptanması

Yem tüketimlerinin saptanması için her gün verilen yemler düzenli olarak tartılmış ve kaydedilmiştir. Çalışmanın 7., 14., 21., 28., 35. ve 42. günlerinde ise artan yemler kaydedilmiştir. Hayvan başına tüketilen ortalama yem miktarı verilen yemlerin toplamından artan yem çıkarılarak hesaplanmıştır.

3.2.6. Yemden Yararlanma Oranlarının Saptanması

Yemden yararlanma oranı ise hayvanların 7., 14., 21., 28., 35. ve 42 günlerde tükettikleri yem miktarı (kg) ile bu dönemlerde kazanılan canlı ağırlığa (kg) bölünerek hesaplanmıştır.

3.2.7. Tibia Örneklerinin Toplanması ve Analizleri

Tibiada kül, kalsiyum ve fosfor düzeylerini tespit etmek amacıyla çalışmanın 21. ve 42. günlerinde her gruptan rastgele 5 hayvan olmak üzere kesilen hayvanların sol tibiaları çıkarılarak numaralar verilmiştir.

Ayrılan sol tibianin mineral madde ve kül tayinleri için hazırlanması ise Wisser (Wisser ve ark. 1990)'a göre yapılmıştır. Kemikler, deri ve kaslardan iyice ayrıldıktan sonra kaynayan distile suda 3 dakika tutulmuşlardır. Kalan doku artıkları iyice temizlenmiştir. Kemikler; -50 etanol-benzen ekstraksiyon çözeltisinde bir süre bekletildikten sonra kurutulup ikiye ayrılmıştır. Yarılan kemikler soksalet cihazında 24 saat petrol eterle muamele edilerek yağlarından iyice ayrılmışlar ve 4-6 saat 105 C° etüvde bekletilmişlerdir. Bu işlemi takiben 600 C° dereceye ayarlanmış kül fırınında 12 saat boyunca yakılmak suretiyle kemik külü elde edilmiştir. Kalsiyum, fosfor analizleri için A.O.A.C (1984)'te bildirilen yönteme göre kalsiyum kolorimetrik, fosfor spektrofotometrik olarak saptanmıştır.

3.2.8. Dışkı Örneklerinin Toplanması ve Analizleri

Dışkı örneği olarak; yine kuru madde ve fosfor seviyesini tespit etmek amacıyla çalışmanın 21. ve 42. günlerinde her gruptan kesimi yapılacak hayvanların dışkıları temiz kafesin altına temiz paslanmaz çelik toplama tepsilere polietilen torbalar yerleştirilmek suretiyle 72 saat süreyle toplanmış, tartılmış ve iyice karıştırılarak aynı gün 70 C°' de 24 saat etüvde tutulmuştur. Desikatörde bekletildikten sonra dışkılar tekrar tartılarak kuru madde değerleri tespit edilmiştir. Daha sonra da mikser de öğütülmüşlerdir. Mikserde öğütülen dışkılar kuru madde ve ham kül analizleri için A.O.A.C (1984)'de bildirilen yönteme göre hazırlanmışlardır. Fosfor ise spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir.

3.2.9. İstatistiki Analizler

Deneme süresince elde edilen veriler istatistiki analiz programı IBM® SPSS® (V. 10, Inc., Chicago, IL) istatistiki paket programı yardımıyla General Linear Models kullanılarak ANOVA ile analiz edilmişlerdir. Sonuçlar 3 x 2 faktöriyel deneme düzenine göre farklı fosfor düzeyleri ve mikrobiyal fitaz enziminin etkileri ile bunların besi performansı, tibia ve dışkı kül, mineral düzeyleri üzerine olan etkileşimleri değerlendirilmiştir. Gruplara önemlilik kontrolü için “Tukey” testi uygulanmış ve istatistiki farklılıklar $P<0,05$’e göre tanımlanmıştır (Snedecor ve Cochran, 1980).

4. BULGULAR

4.1. Performans

4.1.1. Canlı Ağırlık

Çalışmanın hayvan deneyinin başlangıç, 7., 14., 21., 28., 35 ve 42. günleri sonunda yapılan tartımlarla elde edilen canlı ağırlık ortalamaları Tablo 4.1. ve Şekil 4.1.'de verilmiştir.

Çalışmanın başında bir günlük etlik civcivler deneme kümeslerine getirildikten sonra tartılarak ağırlıklarına göre gruplandırılmış olup, tesadüfi olarak deneme gruplarına eşit ve homojen olacak şekilde paylaştırıldıktan sonra deneme başlangıç canlı ağırlıkları belirlenmiştir.

Çalışmanın başında yapılan tartımlar sonucunda gruplarda saptanan canlı ağırlıklara ilişkin ortalama değer 47,67 g'dir. Başlangıç canlı ağırlık ortalamalarının bütün gruplarda birbirine çok yakın olması çalışmanın hayvan materyali açısından eşit koşullarda başlatıldığının bir göstergesi olarak bildirilmiştir.

Deneme gruplarında deneme başı canlı ağırlıkları homojen olacak şekilde düzenleme yapılmış ve yapılan varyans homojenlik testinde de deneme başı canlı ağırlıklarının homojen olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Denemenin 7. günü yapılan tartımlarda en yüksek canlı ağırlığın 3. grupta olduğu (171 g), en düşük ($p<0,05$) canlı ağırlığın ise 1. grup ve 4. grupta olduğu (sırasıyla, 145 ve 157 g) görülmektedir. 2. grup, 5. grup ve 6. grupta ise canlı ağırlıklar benzerdir ($p\geq0,05$).

Denemenin 14.günü yapılan canlı ağırlık tartımlarında en yüksek canlı ağırlığın 3. grupta olduğu (403 g), en düşük ($p<0,05$) canlı ağırlık değerleri ise 1. grup ve 4. grupta olduğu (sırasıyla, 284 ve 328 g) görülmektedir. 2. grup, 5. grup ve 6. grupta ise canlı ağırlıklar benzerdir ($p\geq0,05$).

Denemenin 21.gününde yapılan canlı ağırlık tartımlarında en yüksek canlı ağırlıkların 3. grup, 6. grup ve 5. grupta olduğu (sırasıyla, 773, 770 ve 724 g), en düşük ($p<0,05$) canlı ağırlık değerlerinin ise 1. grup, 4. grup ve 2. grupta olduğu (sırasıyla, 420, 551 ve 635 g) görülmektedir.

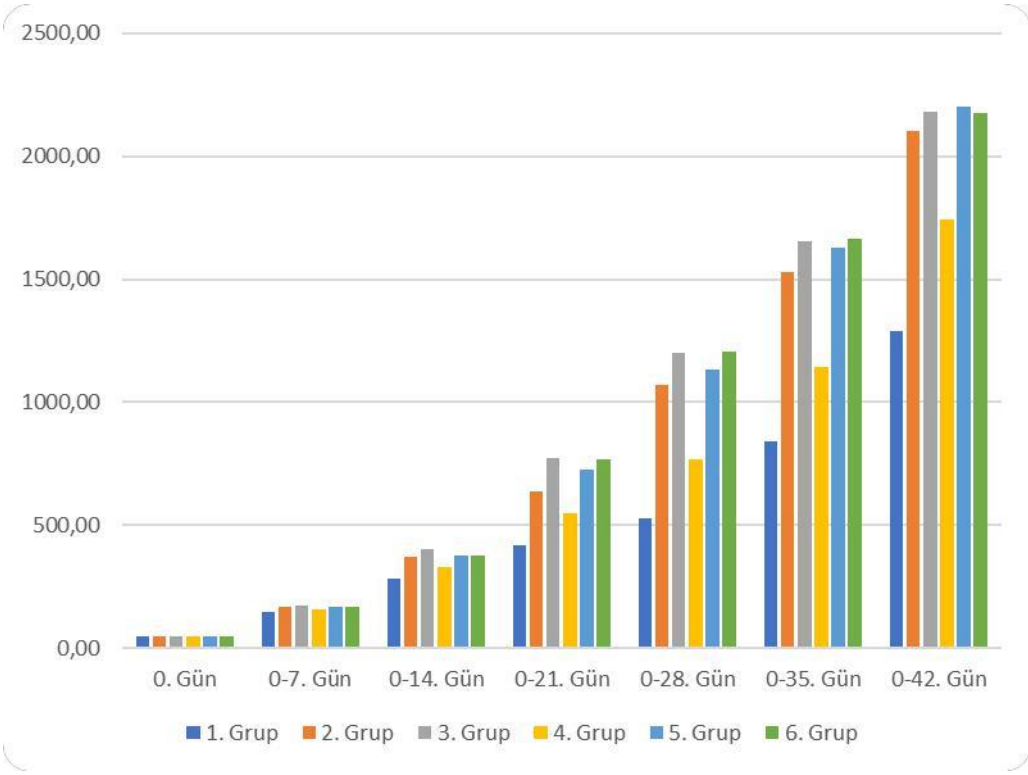
Denemenin 28. günü yapılan canlı ağırlık tartımlarında en yüksek canlı ağırlığa 6. grup ve 3.gruptaki hayvanların sahip olduğu (sırasıyla, 1206 ve 1198 g), en düşük ($p<0,05$) canlı ağırlık değerlerinin ise 1. grup ve 4. grupta olduğu (sırasıyla, 530 ve 766 g) görülmektedir.

Denemenin 42. günü olan deneme sonu itibarıyla incelendiğinde ise en yüksek canlı ağırlık değerleri 5.grup, 3. grup, 6. grup ve 2. grupta (sırasıyla, 2199, 2178, 2177 ve 2104 g) belirlenirken ($p<0,05$) bunu 4.grup takip etmiştir. En düşük canlı ağırlık ise çalışmanın tüm haftalarında en düşük canlı ağırlık değerlerine sahip olan 1.grupta (1287 g) saptanmıştır.

Tablo 4-1: Farklı düzeylerde fosfor içeren rasyonlara ilave edilen mikrobiyal fitazın canlı ağırlığa etkisi, g.

Gün	**1.Grup**	**2.Grup**	**3.Grup**	**4.Grup**	**5.Grup**	**6.Grup**	
	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	F
0	48±0,70	47±0,80	48±0.50	47±0,70	48±0,50	48±0,50	1,0
0-7	145±1,80^{c}	167±2,1^{ab}	171±2,1^{a}	157±1,9^{b}	166±1,6^{ab}	167±1,3^{ab}	6,9
0-14	284±4,1^{d}	370±5,6^{b}	403±6,3^{a}	328±4,5^{c}	379±5,1^{ab}	379±4,8^{ab}	21
0-21	420±7,9^{d}	635±8,1^{b}	773±9,2^{a}	551±7,6^{c}	724±8,3^{a}	770±9,2^{a}	75
0-28	530±10^{d}	1069±15^{b}	1198±18^{a}	766±9,8^{c}	1131±17^{ab}	1206±15^{a}	87
0-35	843±46^{d}	1528±45^{b}	1654±27^{a}	1142±34^{c}	1626±41^{ab}	1662±35^{a}	64
0-42	1287±75^{c}	2104±61^{a}	2178±51^{a}	1745±60^{b}	2199±63^{a}	2177±48^{a}	30

$^{a-d}$Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0.05$). 1.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0
2.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0
3.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0
4.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg
5.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg
6.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg



Şekil 4-1.: Farklı düzeylerde fosfor içeren rasyonlara ilave edilen mikrobiyal fitazın canlı ağırlık artışına etkisi, g.

4.1.2. Yem Tüketimi Bulguları

Çalışmada elde edilen yem tüketim verileri Tablo 4.2'de gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde 7 günlük dönemde en yüksek yem tüketimi 3.grup, 5.grup, ve 2. grup (sırasıyla, 131, 129, 127 g) ile 6. grup (125 g) grupta izlemekte ve bu gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz ($p \geq 0,05$) olmaktadır. En düşük yem tüketimleri ($p < 0,05$) ise 4.grup (122 g) ve 1.grup (113 g) gruplarda saptanırken bu iki grup arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsizdir ($p \geq 0,05$).

Denemenin 14 günlük döneminde en yüksek yem tüketimi 3.grup (351 g), 6.grup (344 g), 5.grup (339 g) ve 2.grup (334 g) gruplarında bulunmuş olup, bu gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz ($p \geq 0,05$) olmaktadır. En düşük yem tüketimleri ($p < 0,05$) ise 4.grup (294 g) ve 1.grup(245 g) gruplarında tespit edilmiştir.

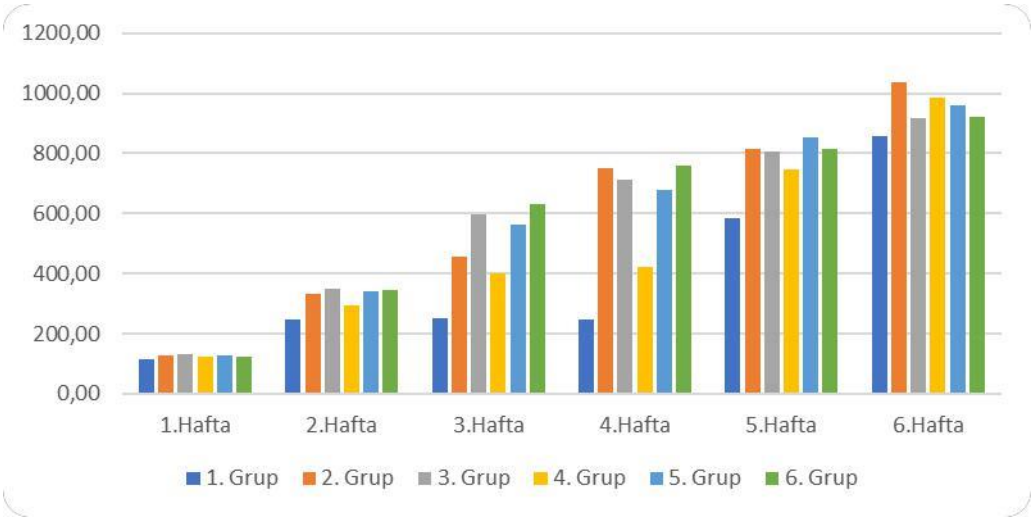
Denemenin 21 günlük döneminde en yüksek ($p < 0,05$) yem tüketimi 6.grup (632 g), ve 3.grupta (595 g) bulunmuştur. Bu grupları 5.grup (562 g), 2.grup (458 g) ve

4.grup (402 g) izlemekte ve bu gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmaktadır. En düşük yem tüketimi ($p<0,05$) ise 1. grupta (252 g) tespit edilmiştir.

Denemenin 28 günlük döneminde en yüksek yem tüketimi 6. grup, 2. grup, ve 3. grupta (sırasıyla, 761, 752, 713 g) bulunmuş olup bu gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz ($p\geq0,05$) olmaktadır. En düşük yem tüketimleri ($p<0,05$) ise 4. grup (423 g) ve 1. grup (245 g) gruplarda saptanmıştır.

Denemenin 35 günlük döneminde en yüksek yem tüketimi ($p<0,05$) 5. grup (855 g) ve 6. grup (814 g) olmuştur. Yem tüketimi açısından bu grupları 4. grup (748 g), 2.grup (813 g) ve 3. grup (805 g) izlemekte ve bu gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz ($p\geq0,05$) olmaktadır. En düşük yem tüketimi ise 1. grup (586 g) olup tüm gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur ($p<0,05$).

Deneme sonu itibarıyla toplam yem tüketimleri karşılaştırıldığında en yüksek yem tüketiminin 2. grup (1037 g), 4.grup (985 g), 5.grup (960 g) ve 6.grup (921 g) gruplarında olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Yem tüketimi bakımından en düşük yem tüketimi ($p<0,05$) 1.grup (858 g) ve 3. grup (916 g) belirlenmiştir.



Şekil 4-2: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen mikrobiyal fitazın günlük yem tüketimine etkisi, g.

Tablo 4-2.: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen mikrobiyal fitazın günlük yem tüketimine etkisi, g.

Gün	**1.Grup**	**2.Grup**	**3.Grup**	**4.Grup**	**5.Grup**	**6.Grup**	
	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	F
7.gün	113±4,6^{b}	127±3,8^{a}	131±3,3^{a}	122±4,4^{ab}	129±4,0^{a}	125±3,3^{a}	3
14.gün	245±13^{c}	334±13^{a}	351±11^{a}	294±11^{b}	339±11^{a}	344±8^{a}	13
21.gün	252±20^{e}	458±22^{c}	595±11^{ab}	402±11^{d}	562±10^{b}	632±16^{a}	73
28.gün	245±19^{d}	752±15^{a}	713±20^{ab}	423±11^{c}	678±27^{b}	761±20^{a}	93
35.gün	586±11^{c}	813±19^{ab}	805±9^{ab}	748±14^{b}	855±10^{a}	814±25^{a}	11
42.gün	858±41^{c}	1037±30^{a}	916±15^{bc}	985±17^{ab}	960±20^{b}	921±26^{bc}	6

$^{a-d}$Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0.05$).
1.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0
2.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0
3.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0
4.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg
5.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg
6.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg

4.1.3. Yemden Yararlanma Oranı Bulguları

Yem tüketiminin canlı ağırlık kazancına bölünmesiyle hesaplanan, denemeye ilişkin yemden yararlanma oranları Tablo 4.3'te sunulmuştur. Denemenin ilk 7 günlük döneminde tüm gruplar arasında yemden yararlanma oranları bakımından farklılıklar istatistiki olarak önemsizdir ($p\geq0,05$).

Denemenin 14 günlük döneminde yemden en iyi yararlanma 3. (1,51), 6. (1,58), 5. grup (1,59) ve 2. grup (1,65) olurken yemden en düşük yararlanma 4.grup (1,71) ve 1. grupta (1,76) tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Denemenin 21 günlük döneminde yemden en iyi yararlanma 3.grup (1,61), 5.grup (1,61), ve 6.grupta (1,61) olurken bu grubu 2.grup (1,73) izlemiştir. Yemden en düşük yararlanma 4.grup (1,80) ve 1.grupta (1,85) tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Denemenin 28 günlük döneminde yemden en iyi yararlanma 5. grup (1,68), 3.grup (1,68), 6.grup (1,72) ve 2.grupta (1,73) olurken yemden en düşük yararlanma ise 4.grup (1,96) ve 1.grupta (1,97) tespit edilmiştir ($p<0,05$) .

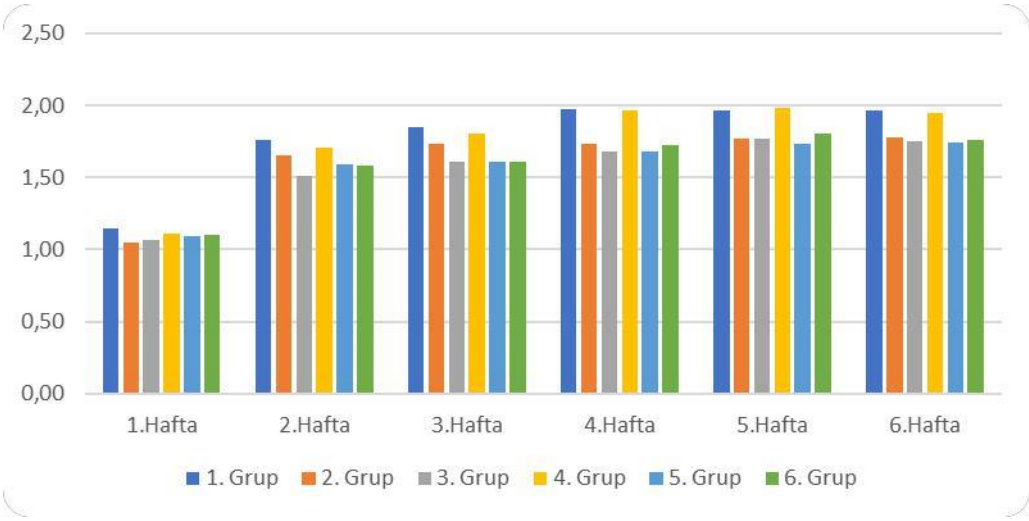
Denemenin 35 günlük döneminde yemden en iyi yararlanma 5. grup (1,73), 2. grup (1,77), 3. grup (1,77) ve 6. grupta (1,80) olurken yemden en düşük yararlanma ise 1. grup (1,96) ve 4. grupta (1,98) tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Deneme süresi itibarıyla yemden yararlanma oranları incelendiğinde yemden en iyi yararlanma oranının 42 günlük dönemde de tüm haftalarda olduğu gibi 5. grup (1,74), 3. grup (1,75), 6. grup (1,76) ve 2. grupta (1,78) olduğu görülmektedir. Yemden en düşük yararlanma oranına sahip olan gruplar ise 4. grup (1,95) ve 1. grupta (1,96) olmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4-3.: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen Mikrobiyal fitazın yemden yararlanma oranına etkisi.

Gün	1.Grup	2.Grup	3.Grup	4.Grup	5.Grup	6.Grup	
	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	F
7.gün	1,15±2,4	1,05±2,7	1,07±2,7	1,11±2,3	1,09±2,5	1,10±3,6	0,9
14.gün	1,76±1,4^{a}	1,65±1,3^{c}	1,51±1,5^{e}	1,71±1,4^{b}	1,59±1,5^{d}	1,58±1,2^{d}	40
21.gün	1,85±2,4^{a}	1,73±1,9^{b}	1,61±2,7^{c}	1,80±3,8^{ab}	1,61±3,1^{c}	1,61±2,7^{c}	15
28.gün	1,97±1,9^{a}	1,73±1,7^{b}	1,68±1,6^{b}	1,96±1,9^{a}	1,68±1,6^{b}	1,72±1,7^{b}	34
35.gün	1,96±2,9^{a}	1,77±3,8^{b}	1,77±3,8^{b}	1,98±2,1^{a}	1,73±2,9^{b}	1,80±2,9^{b}	12
42.gün	1,96±3,8^{a}	1,78±4,0^{b}	1,75±3,1^{b}	1,95±1,2^{a}	1,74±2,8^{b}	1,76±3,1^{b}	10

$^{a-e}$Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0.05$).
1.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0
2.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0
3.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0
4.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg
5.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg
6.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg



Şekil 4-3: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen Mikrobiyal fitazın yemden yararlanma oranına etkisi.

4.2. Tibia Kül, Kül Kalsiyum ve Fosfor Bulguları

Denemenin 21. gününde tibia kül düzeyi en yüksek tibia kül düzeyi 3. grup (% 45,50), 5. grup (% 44,40) ve 6. grupta (% 45,30) bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük tibia kül düzeyi ise 1. grupta (% 34,30) tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çalışmanın 42. gününde en yüksek tibia kül düzeyi 3. grup (% 49,40), 5. grup (% 48,30) ve 6. grupta (% 49,30) grupta bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük tibia kül düzeyi ise 1. grupta (% 42,80) tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Denemenin 21. ve 42. gününde tibia kül kalsiyum düzeyleri bakımından farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p\geq0,05$).

Denemenin 21. gününde en yüksek tibia kül fosfor düzeyi 3. grup (%17,00), 5. grup (%17,20) ve 6. grupta (%17,10) bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük tibia kül fosfor düzeyi ise 1. grupta (%13,30) tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çalışmanın 42. gününde en yüksek tibia kül fosfor düzeyi 3. grup (%17,90), 5. grup (%17,50) ve 6. grupta (%17,70) bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük tibia kül fosfor düzeyi ise 1. grupta (%13,90) tespit edilmiştir($p<0.05$).

Tablo 4-4.: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen Mikrobiyal fitazın tibia kül, kül kalsiyum ve kül fosfor miktarına etkisi (n=5).

	1.Grup	**2.Grup**	**3.Grup**	**4.Grup**	**5.Grup**	**6.Grup**	
	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	F
Ham Kül, %							
21.gün	34,30±0.69^{c}	38,40±0,56^{b}	45,50±0,42^{a}	39,70±0,46$_{b}$	44,40±0,77^{a}	45,30±0,46 ^{a}	60
42.gün	42,80±0,52^{cb}	45,00±0,42^{b}	49,40±0,41^{b}	44,00±0,38$_{b}$	48,30±0,35^{a}	49,30±0,45^{a}	43
Kül Kalsiyum, %							
21.gün	25,00±0,12	25,20±0,27	25,70±0,25	25,00±0,57	25,40±0,28	26,10±0,31	1,40
42.gün	26,60±0,24	26,70±0,22	27,70±0,18	27,30±0,31	27,90±0,22	27,00±0,41	1,80
Kül Fosfor, %							
21.gün	13,30±0,24^{c}	14,10±0,36^{b}	17,00±0,22^{a}	14,40±0,30^{a}	17,20±0,21^{a}	17,10±0,18^{a}	47
42.gün	13,90±0,27^{c}	15,50±0,39^{b}	17,90±0,37^{a}	15,40±0,24^{a}	17,50±0,28^{a}	17,70±0,21^{a}	28

$^{a\text{-}c}$Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0.05$).
1.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0, 2.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0, 3.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0, 4.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg, 5.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg , 6.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg

4.3. Dışkı Kuru madde, Ham Kül ve Kül Fosfor Bulguları

Denemenin 21. ve 42. günü toplanan dışkıların kuru madde, ham kül ve kül fosfor düzeyi Tablo 4-5'de verilmiştir.

Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere mikrobiyal fitaz ilavesinin dışkı kuru madde düzeyi değerlerini etkilediği görülmüştür ($p<0.05$). Çalışmanın 21. gününde en yüksek kuru madde düzeyi 4. grup (%95,45), 5. grup (%95,87) ve 6. grupta (% 95,85) bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük kuru madde düzeyi ise 1. grup (%94,52), 2. grup (%94,46) ve 3. grupta (%94,46) tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çalışmanın 42. gününde en yüksek kuru madde düzeyi 4. grup (%95,43), 5.grup (%95,42) ve 6. grupta (%95,93) bulunmuştur. En düşük kuru madde düzeyi ise 1. grup (%94,22), 2. grup (%94,44) ve 3. grupta (%94,37) tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere mikrobiyal fitaz ilavesinin dışkı ham kül düzeyi değerlerini etkilediği görülmüştür ($p<0.05$). Çalışmanın 21. gününde en yüksek ham kül düzeyi 3. grupta (%25,52) bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük ham kül düzeyi ise 4. grupta (%19,34) tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çalışmanın 42. gününde en yüksek ham kül düzeyi 3. grupta (%25,49) bulunmuştur. En düşük ham kül düzeyi ise 4. grupta (%19,35) tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çalışmada mikrobiyal fitaz ilavesinin dışkı kül fosfor düzeyi değerlerini de etkilediği görülmüştür ($p<0.05$). Çalışmanın 21. gününde en yüksek kül fosfor düzeyi 3. grupta (%1,27) bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük kül fosfor düzeyi ise 4. grupta (%0,63) tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çalışmanın 42. gününde en yüksek kül fosfor düzeyi 3. grupta (%1,24) bulunmuştur. En düşük kül fosfor düzeyi ise 4. grupta (%0,58) tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Tablo 4-5: Farklı düzeylerde fosfor içeren diyetlere ilave edilen Mikrobiyal fitazın dışkı kuru madde, ham kül ve kül fosfor düzeyine etkisi (n=5).

	1.Grup	**2.Grup**	**3.Grup**	**4.Grup**	**5.Grup**	**6.Grup**	
	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	F
Kuru Madde, %							
21.gün	94,52±0,11^{b}	94,26±0,09^{b}	94,46±0,22^{b}	95,45±0,21^{a}	95,87±0,31^{a}	95,85±0,24^{a}	16,76
42.gün	94,22±0,09^{b}	94,44±0,22^{b}	94,37±0,10^{b}	95,43±0,10^{a}	95,42±0,42^{a}	95,93±0,23^{a}	9,83
Ham Kül, %							
21.gün	23,55±0,13^{c}	24,41±0,16^{b}	25,52±0,14^{a}	19,34±0,07^{f}	21,47±0,26^{e}	22,33±0,13^{d}	184,35
42.gün	23,34±0,10^{c}	24,40±0,12^{b}	25,49±0,10^{a}	19,35±0,13^{f}	21,28±0,12^{e}	22,47±0,10^{d}	377,88
Kül Fosfor, %							
21.gün	0,98±0,01^{c}	1,07±0,04^{b}	1,27±0,02^{a}	0,63±0,01^{f}	0,72±0,01^{e}	0,81±0,02^{d}	127,04
42.gün	0,96±1,90^{c}	1,05±0,03^{b}	1,24±0,03^{a}	0,58±0,02^{f}	0,73±0,01^{e}	0,84±0,02^{d}	125,17

$^{a-f}$Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0.05$).
1.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0, 2.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0, 3.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 0, 4.grup: yararlanılabilir fosfor %0,18; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg, 5.grup: yararlanılabilir fosfor %0,30; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg, 6.grup: yararlanılabilir fosfor %0,45; kalsiyum; %1; mikrobiyal fitaz 600 FTU/kg

5. TARTIŞMA

5.1. Canlı Ağırlık Üzerine Etkisi

Araştırmada hayvanların haftalık canlı ağırlık tartım sonuçları Tablo 4.1 verilmiştir. Canlı ağırlık tartım sonuçlarında başlangıç dışında diğer haftalarda önemli farklılıklar ($p<0,05$) bulunmuştur. İlk canlı ağırlıklar arasındaki farkların önemsiz olması civcivlerin homojen deney gruplarına ayrılmasına dayanmaktadır. Çalışmada, fitaz enzim ilave edilen gruplardaki canlı ağırlık değerleri diğer gruplara kıyasla, ilk haftanın haricindeki tüm haftalarda, farklı fosfor seviyeleri içeren diyetlerde anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Fitaz enzim tedavisi ile çalışmanın 7., 14., 21., 28. ve 35. günlerinde, fitaz enzim eklenmiş 4.grup canlı ağırlık değerleri, düşük yararlanılabilir fosfor içeren 1.gruba göre sırasıyla %8,27, %15,49, %44,52 ve %35,46 daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Çalışmanın 42. gününde de 4. grup canlı ağırlık değerleri 1.gruptan %35.58 daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Çalışmada özellikle yararlanılabilir fosfor düzeyi düşük olan grupta (4. grup) canlı ağırlık artışını fitaz enziminin eklenmesi geliştirmiştir.

Midilli ve ark. (2014)'nın diyete katılan organik çinko + 500 FTU fitaz enzimi ve inorganik çinko + 500 FTU fitaz enziminin canlı ağırlık artışı sağlanırken, düşük fosforlu diyetlere organik ve inorganik çinkonun mikrobiyal fitaz ile kombinasyonlarının ilavesinin yeterli olacağı sonucu bu çalışma ile uyumludur. Shafey ve ark. (1990) yaptıkları bir araştırmaya göre yüksek kalsiyum diyetinin (%2,43) canlı ağırlık artışını azalttığını gösterdi. Simons ve ark. (1990); Broz ve ark. (1994), Ca: tP oranı 2: 1 olan gruplara fitaz enziminin eklenmesinin canlı ağırlık artışını artırdığını bulmuşlardır. Piliçlerde mikrobiyal fitaz enzim ilavesinin etkileri üzerine yapılan son çalışmalar tek bir kalsiyum seviyesinde yapılmıştır. Sebastian ve ark. (1996a), broyler civcivlerine mikrobial fitaz eklenmesinin, performanslarının çeşitli düzeylerde kalsiyumun etkisini inceleyen çalışmalarında mısır soya içerikli yemdeki fitaz besleme performansını arttırdığını bildirmiştir. Artan kalsiyum seviyeleri, fitazın parlatıcıların performansını arttırma kabiliyetini düşürmüştür. 600 FTU / kg fitaz ile besleme vücut

ağırlığını arttırmıştır. Bu bulgular, broyler civcivler (Sebastian ve ark. 1996a; Simons ve ark. 1990) ve hindi (Qian ve ark.1996b) tarafından yapılan çalışmaya uygundur. Qian ve ark. (1996), eklenen fitazın, mısır soya fasülyesi yemekleri diyetinde canlı ağırlık artışına neden olduğu gösterilmiştir. Bu artış, büyük diyet Ca: tP oranı ve yüksek yararlanılamayan fosfor seviyelerinden olumsuz etkilenir.

5.2. Yem Tüketimi Üzerine Etkisi

Hayvanların yem tüketimi çalışma süresince fitaz enzimi ilaveli grupta yem tüketimi diğer gruplardan yüksek bulunmuştur (Tablo 4.2).

Araştırmanın 7., 14., 21., 28. ve 35. günlerinde fitaz enzimi ilave edilen 4. gruptaki hayvanların yem tüketimi değerleri, yararlanılabilir fosfor düzeyi düşük diyeti tüketen 1. gruptaki hayvanlardan sırasıyla %7,96, %20,00, %59,52, %72,65 ve %27,64 daha fazla bulunmuştur ($p<0.05$). Aynı şekilde araştırmanın sonunda da düşük yararlanılabilir fosfor diyetine fitaz enzimi ilavesi yapılan 4.grupta bulunan hayvanlar, fitaz enzimi ilavesiz ve düşük düzeyde yararlanılabilir fosfor içeren diyetle beslenen 1.gruptaki hayvanlardan %14,80 daha fazla yem tüketmişlerdir ($p<0.05$).

Walk ve ark. (2014) farklı (500, 1000 ve 1500 FTU/kg) oranlarda kullanılan mikrobiyal fitaz enziminin broyler performansına etkisini inceledikleri çalışmada mikrobiyal fitaz ilavesinin yem tüketiminde olumlu etkisinin olduğunu tesbit ettikleri çalışma sonuçları bu çalışma ile uyumludur.

Gordon ve Roland (1997) tarafından yürütülen yumurtacı tavuk üzerinde yapılan bir çalışmada, birinci haftadan itibaren fosfor ve fitaz arasında belirgin bir korelasyon gözlemlendiği bildirilmiştir. Fitaz enzimi içermeyen %0,1 fitata bağlı olmayan fosfor (NPP) içeren diyeti tüketen tavukların yem tüketimini fitaz enzimi kapsayan aynı diyeti tüketen tavuklarınkine göre daha düşük bulmuşlardır. Ondördüncü günde, fitazsız %0.1 (NPP) diyeti tüketen tavukların 7g / tavuk / gün yem tükettikleri, bu değerin fitazlı %0.1 (fitata bağlı olmayan fosfor) diyetini tüketenlerinkinden az olduğu tespit edilmiştir. Bu diyetlerin tüketimindeki farklılık çalışma ilerledikçe 10-l6g / tavuk / gün'e kadar arttığı; böylece çalışmanın son yedi haftasında fitazlı %0.1 (NPP) diyetini alan tavuk1ar fitaz enzimi içermeyen aynı diyeti alanlardan %14.5 daha fazla tükettikleri bildirilmiştir. Çalışmada %0.1 fitata bağlı olmayan fosfor diyetine fitaz enzimi ilave edildiğinde, diğer diyet seviyelerinde yem tüketimi sağlandığı bildirilmiştir. Bu bulgular Simons ve ark.

(1990) ile uyumlu olup fitazlı veya fitazsız düşük fosfor diyetini tüketen tavukların yem tüketimi sırasıyla 108 ve 89 g olarak bildirilmiştir.

Huyghebaert (1996b) yaptığı bir araştırmaya göre, ortalama günlük yem tüketimi diyetteki kalsiyum konsantrasyonundan (Ca/P dengesi) etkilense de ilave fitaz ve Ca ve/veya fosfor beslenmesinden etkilenmektedir. Bununla beraber %0.3 diyetsel fosfor ile kombine edilmesi gereken optimum kalsiyumun konsantrasyonu %0.8 olmalıdır. Çok büyük Ca/P oranının negatif etkisine sadece ilk 21 günlük dönemde rastlanmıştır. Bu bulgu bizim çalışmamızla uyum içerisindedir. Fitaz enzimi ile yapılan ilave besin etkinliğini arttırırken, tavuğun yaşının artması ise bu etkinliği azaltmaktadır. Bu olay yaşa bağımlı fosfor ihtiyacı ile açıklanabilir. Huyghebaert (1996a) tarafından yapılan bir diğer araştırmaya göre yem tüketimi diyetsel kalsiyum ve fosfor konsantrasyonu Ca/P dengesi, fitaz ilavesinden açıkça etkilenmektedir. Yem tüketimindeki maksimum düşüş yaklaşık %l0'dur. Diğer yandan sadece düşük kalsiyum ve fosfor diyetiyle büyüme periyodunda besleme yapılırsa yem tüketimindeki azalma daha da az olmaktadır. Yem tüketimindeki azalmalar mikrobiyal fitaz ile yapılan ilavelerle azda olsa telafi edilebilmektedir.

Yi ve ark. (1996) mısır ve soya fasulyesi küspesi diyeti ile yaptıkları bir araştırmada 350, 700 ve 1050 IU/kg fitaz ilavesinin yem tüketimini %6'dan %25'e çıkartmıştır.

Perney ve ark. (1993) tarafından fitaz enzimi ilave edilmeksizin %0,21, %0,29 ve %0,37 yararlanılabilir fosfor içeren diyetlerle beslenen gruplarda fosforun artması yem tüketimini arttırmıştır. Yine aynı araştırmacının yaptığı bir başka deneyde de %0,29 fosfor içeren diyete fitaz eklenmesinin yem tüketimini etkilemediği görülmüştür. Sonuç olarak diyetsel yararlanılabilir fosforun miktarını arttırmak yem tüketimini de arttırmaktadır. Oysa ki fitaz ilavesinin yem tüketimine belirgin bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Bu bulgular ise bizim araştırmamızla ters yöndedir. Çünkü çalışmamızda düşük fosfor içeren gruba fitaz enzimi katılması yem tüketimini arttırmıştır. Ancak diyette fosfor ilavesi arttıkça fitaz enziminin etkinliği de azalmaktadır.

5.3. Yemden Yararlanma Oranı Üzerine Etkisi

Çalışmanın ilk 7 günlük döneminde tüm gruplar arasında yemden yararlanma oranları bakımından farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p \geq 0,05$) (Tablo 4.3).

Deneme süresi itibarıyla yemden yararlanma oranları incelendiğinde yemden en iyi yararlanma oranının ($p < 0,05$) 1.hafta hariç tüm dönemlerde 3.grup, 5.grup ve 6.grupta olduğu görülmektedir. Supoptimal diyetsel P seviyelerinde relatif olarak büyük Ca/P oranının yemden yararlanılabilirliğine negatif etkisi olduğu rapor edilmiştir (Huyghebaert 1996a). Simon ve ark. (1990) ve Perney ve ark. (1993) tarafından yapılan araştırmalarda diyete ilave edilen fitazın yemden yararlanmayı değiştirmediği bildirilmiştir. Perney ve ark. (19930) tarafından yapılan araştırma 1. ve 7. günler arasında yararlanılabilir P miktarının %0.21 'den %0.29'a arttırılmasıyla yemden yararlanmanın düzeldiği daha fazla yararlanılabilir P miktarlarında ise ek bir artış gözlenmediği 8. ve 14. günler arasında yararlanılabilir P'un arttırılmasının yemden yararlanmayı belirgin olarak iyileştirmediği deneyin 14. gününe kadar beslenen gruplarda da fitazın yemden yararlanmayı arttırmadığı gözlemlenmiştir. %0.29 P içeren diyete fitaz eklenmesi yemden yararlanmayı belirgin olarak etkilememiştir. Bu araştırma sonuçları çalışmamızla uyumludur.

Yine çalışmanın ilk haftası hariç tüm dönemlerinde yemden yararlanmanın kötü etkilendiği gruplar fosfor düzeyinin düşük olduğu (%0,18) 1.grup ve 4.grup olmuştur. Ancak 2.haftada fitaz enzimi ilavesinin olumlu etkisi ortaya çıkmış ve 4.gruptaki yemden yararlanma oranında 1.gruba göre %2,92 iyileşme tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Aynı şekilde fitaz enzimi ilavesinin olumlu etkisi 2. ve 3.haftada da 2.grup ve 5.grup arasında görülmüştür. Yararlanılabilir fosfor düzeyi %0.30 diyete fitaz enzimi ilavesi yapılan 5.grupta yemden yararlanma oranında fosfor düzeyi aynı ancak fitaz enzimi ilavesi olmayan 2.gruba göre sırasıyla %3,77 ve %7,45 iyileşme sağlanmıştır. Bu sonuç diyete ilave edilen fitaz enziminin yem kullanım oranını geliştirdiğini bildiren diğer araştırmacıların bulguları ile uyumludur. Qian ve ark. (1996b) yaptıkları bir araştırmaya göre yemden yararlanma oranına ilave fitaz ve değişik Ca:tP oranının etkisinin sabit olmadığı bildirmiştir. Broz ve ark. (1994) tarafından hiçbir ilave inorganik fosfat olmayan düşük fosforlu fitaz ilaveli diyetlerle yapılan bir araştırmada yem

tüketimindeki bir artışın sonucu olarak yemden yararlanma oranında sadece ılımlı ve genelde belirgin olmayan iyileşmeler kaydedilmiştir.

5.4. Tibia Analizleri Üzerine Etkisi

Düşük fosfor içeren diyetlerle beslenmiş broylerler fitaz enzimi etkisi nedeniyle artmış kemik külü içeriğine sahiptir ($p<0.05$) (Tablo 4.4.).

Qian ve ark. (1996a) mısır-soya fasulyesi küspesi diyetiyle beslenen hindilerde parmak külü miktarı ve Ca:tP tutulumunu arttırdığını göstermiştir, bu artış büyük diyetsel Ca:tP oranından ve yüksek NPP seviyelerinden negatif yönde etkilenmektedir. Diyette 600-900 FTU/kg fitaz enzimi bulunduğunda, diyetsel Ca:tP oranı 1.1-1.4/1 olarak ayarlandığında saplemental fitaz enzimine maksimum cevap alındığı görülmektedir. Yine fitaz enzimi aktivitesi büyük Ca:tP oranıyla inhibe olmaktadır. Qian ve ark. (1996b) yaptığı bir diğer araştırmaya göre Ca:tP oranı 1.1/1 iken her NPP seviyesinde tibia külü miktarı fosfor ve kalsiyum tutulumunu her zaman yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ca:tP etkisi diyetsel fosfor ve kalsiyum miktarından etkilenmediğini, düşük diyetsel fosfor seviyeleri ve fitaz enzimi seviyelerinde Ca:tP oranının artmasının zararlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Edwards (1993) tarafından yapılan çalışmaların sonucunda fitaz enzimi düşük fosforlu bir beslenmeye yüksek seviyelerde ilave edilmediği sürece kemik külünü arttırmadığı bildirilmiştir. Yine Sebastian ve ark. (1996a) düşük fosforlu diyetin tibianın kül içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Edward (1993) fitaz enzimi içeren beslenmelere ve/veya D_3 vitamini eklendiğinde kemik külünde (Sanders ve Edwards 1991), fitat fosfor alıkonmasında bir artış olduğunu göstermişlerdir. Perney ve ark. (1993) düşük fosfor beslenmesine 500 IU/kg fitaz enzimi ilavesinin tibiaya ait külü maksimal seviyeye çıkaracağını göstermişlerdir. Huyghebaert (1996a) tibia ve ayak parmağı külü arasında da farklılıklar olduğunu bildirmiştir.

Walk ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada farklı (500, 1000 ve 1500 FTU/kg) oranlarda mikrobiyal fitaz kullanılan broyler diyetlerinin tibia külü ve genç broylerlerin gizzardaki fitat, fitat esterleri ve inositol içeriği üzerine etkisini inceledikleri çalışmada tibia külünde önemli bir artış olmadığını bildirmişlerdir.

Mitchell ve Edwards (1996a)'ın yaptığı bir araştırmaya göre, kalsiyum düzeyinden bağımsız olarak, fitaz enzimi düşük fosforlu beslenme düzeylerinde kemik mineralizasyonunu arttırmaktadır. %0,99 kalsiyum ve %0,53 fosfor bulunmuştur.

Kemik külü, fitaz enzimi eklenmesiyle %33,9'dan %37,8'e yükseldi. Kemik külü içinde fosfor ve fitaz etkileşimlerinde %0,63 veya daha yüksek fosfor seviyelerinde artış olmamıştır. Sebastian ve ark. (1996b), kalsiyum düzeyinin ne olursa olsun, tibiadaki kül yüzdesi, fitaz eklenmesinden daha yüksek bildirmişlerdir. Sonuçlar civciv (Broz ve ark. 1994) ve domuzlar (Young ve ark. 1993) tarafından yapılan çalışma ile uyumludur. Tibia'daki kül yüzdesinde bir artış, fitat mineral bileşiminden fitazdan salınan minerallerin mevcudiyetinde bir artışa bağlı olduğu bildirilmektedir. Tibia'daki %0,6 kalsiyumda fitaz enzimi eklenmesi, kül içeriğini %1,0 veya %1,25 Ca, fitaz enzimi ile yüzleşebilecek bir seviyeye yükselttiği tespit edilmiştir. Qian ve ark. (1996a) düşük Ca: tP beslenmesi ile beslenen hindilerde daha yüksek bir kül içeriği bulunduğunu bildirilmişlerdir. Bu bulgular, tüm broyler civcivlerin, Simons ve ark. (1990); Sebastian ve ark. (1998) ve Hindi, Qian ve ark. (1996a) aynı yöndedir. Fitazla desteklenmiş piliç besleme diyetinin tibial külündeki artış, bu deneyde fitazın etkililiğinin bir göstergesidir (Sebastian ve ark. 1996a). Yüksek fosfor seviyelerinde, belirli bir kalsiyum miktarında fitaz ilavesi, kemik külünü arttırır. Kalsiyum, fosfor ve fitaz, önemli seviyelerde iki yönlü, üç yönlü ilişkilere sahiptir ve bu veriler bir kemik kül için yorumlanmasını zorlaştırmaktadır.

Çalışmanın 21.ve 42. günlerinde farklı fosfor düzeyi içeren diyetleri tüketen hayvanların tibia külündeki kalsiyum içeriği düzeyine fitaz enziminin bir etkisinin bulunamadığı ($p > 0.05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4).

Broz ve ark. (1994) tarafından hiçbir ilave inorganik fosfat olmayan düşük fosforlu diyetlerle yapılan bir araştırmada diyete 0, 500 FTU/kg düzeylerinde fitaz ilavesinin tibia külü kalsiyum konsantrasyonlarında hiçbir belirgin farklılık bulunamamıştır. Bu gözlemler, bu çalışmanın sonuçlarına paraleldir.

Nelson ve Kirby (1987) fitaz içeren doğal bir diyeti, saf diyetle karşılaştırıldığında kalsiyum gereksinimini %0,5'den %1,25'e yükseltiğini tespit etmişlerdir. Diyette artan fitat belirli bir kemik seviyesinde daha fazla kalsiyum gerektirdiğini bildirmişlerdir. Mohammed ve ark. (1991), diyet kalsiyum miktarını %l'den %0,5'e düşürdüğünde fitat fosfor kullanımının %15 oranında arttırdığını bildirmişlerdir. Kornegay ve ark. (2001) tarafından yapılan bir araştırmaya göre yüksek kalsiyum seviyeleri ile beslemenin sonucunda fitat fosfor erişilebilirliğinde azalma meydana gelmektedir. Önceki çalışmalar, yüksek kalsiyum seviyelerinin kanatlıların

(Scheideler ve Sen 1987) diyetinde fitoprotektifliği önemli ölçüde azalttığını göstermiştir.

Çalışmanın 21. ve 42. günlerinde farklı fosfor değerleri açısından fitaz enzimi ilavesinin kemik külü fosfor miktarını olumlu yönde etkilediğini ($p<0.05$) gözlemlemiş bulunuyoruz (Tablo 4.4).

Bazı araştırmacılar broyler diyetlerine ilave edilen fitaz enziminin fitat fosfor kullanımı geliştirdiğini bildirmişlerdir (Qian ve ark. 1996a; Sebastian ve ark. 1998). Qian ve ark. (1996a) tarafından yapılan bir araştırmada diyetlere 0, 300, 600, 900 FTU/kg fitaz enzimi ve 66, 660 g/kg D_3 vitamini ilavesi fosfor kullanımını sırasıyla %18 ve %14 kadar arttırmıştır. Bunun nedeni de kalsiyum ve fosfor tutulumunun artışıyla sonuçlanan arttırılmış fitat fosfor ve kalsiyum kullanımıdır. Aynı araştırmacılar broyler ve hindi diyetlerine fitaz ilave edildiğinde kemik külünde kalsiyum, fosfor miktarlarında artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Qian ve ark. (1996a) yaptıkları bu araştırmaların sonucunda Ca: tP oranlarındaki artışın fitaz enziminin aktivitesinde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Fitat kuvvetli bir asit olarak çözülebilirliğini ve onların emilimini azaltarak, çeşitli minerallerle tuzlar oluşturabilir. Sebastian ve ark. (1998) civcivler ve hindilerle yapılan çalışmalarda olduğu gibi fosfor, kalsiyum tutulumunun elverişli seviyelerini göstermiştir. Fitaz enzimi ilavesi ile düşük kalsiyum seviyelerinde fosfor tutulumunda bir artış kalsiyum-fitat bileşiminin oluşumunda da bir düşüş gözlemlenmiştir bu nedenle daha fazla fitat molekülleri fitaz hidrolizine maruz kalmaktadır. Nelson ve Kirby (1987), fitazın kalsiyum-fitat kullanımının da geliştirdiğini bildirmişlerdir. Simons ve ark. (1980); Schöner ve ark. (1993) broylerlerde 500 FTU fitaz enziminin 0,35 – 0,45 kalsiyumlu diyetIere eş değerli olduğunu bildirmişlerdir. Qian ve ark. (1996b) tarafından yapılan bir araştırmada Ca:tP oranını 1.4:1'den 2.0:l'e çıkartmanın diyette fitaz enzimi etkinliğini sırasıyla %13,4 ve %14,9'a düşürdüğü tespit edilmiştir.

Schöner ve ark (1993) kalsiyum miktarı yüksek diyetIe beslenen broylerlerde fosfor ve kalsiyum tutulumundaki artışın fitaz eklenmesiyle azaldığını gözlemlemişlerdir. Perney ve ark. (1993) tarafından yapılan bir araştırmada sindirim sistemindeki fitaz enziminin fitatdan inorganik fosfor ve kalsiyum salınımını arttırarak kemik mineralizasyonunu iyileştirdiği ve böylece kemik külündeki inorganik fosfor ve kalsiyum miktarının arttığı bildirilmiştir. Simons ve ark. (1990) diyetsel fitazın fosfor ve

kalsiyum yararlanılabilirliğini arttırdığını tespit etmişlerdir. Kalsiyumun fitaz enzimi üzerine etkisi, fosfor ve kalsiyum arasında absorbsiyon için olan yarıştan dolayı diye yaptığı araştırmaya göre diyet normal miktarlarda inorganik fosfor (%0,45), kalsiyum (%1,0) içerdiğinde fitat fosfor sindiriminin %50 civarında olduğunu bildirmişlerdir. Bu fitaz enzimi ve D_3 vitamininin birlikte kullanımının 0-3 haftalık tavuklarda %0.2'ye kadar inorganik fosforun yerini alacağını gösteren Mitchell ve Edwards (1996) araştırmalarını doğrulamaktadır. D_3 vitamininin fitat fosforu tavuklara daha uygun hale getirme gücü ilk kez Edwards (1993) tarafından gösterilmiştir. Fitaz enzimi ve D_3 vitamini arasındaki etkileşimler fitaz enzimi ve D_3 vitamininin fitat kullanımında farklı hareket mekanizmalarına sahip olduğunu göstermiştir.

5.5. Dışkı Analizleri Üzerine Etkisi

Çalışmanın 21. ve 42. günlerinde, fosfor atılımı, dışkı kuru maddesini artırmıştır (Tablo 4.5). Yani, diyetle yüksek kullanılabilir fosfor konsantrasyonları, dışkıda kuru maddeyi arttırırken fosfor tüketimini ve atılımını da önemli ölçüde arttırmaktadır ($p<0,05$).

Araştırmanın 21. ve 42. günlerinde fosfor değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.5). Fitaz enzimi kullanılan 4.grup, 5.grup ve 6. gruplarda fosfor miktarı daha düşük olarak tespit edilmiştir. Çalışmada 21.gün dışkı kül fosfor düzeyi fitaz enzimi ilavesi ile sırasıyla %55, %48 ve %56 daha az tespit edilmiştir. Çalışmanın 42.gününde de fitaz enzimi ilavesi dışkıyla atılan fosfor miktarını sırasıyla %65, %43 ve % 47 daha azaltmıştır.

Shafey ve ark. (1990), broyler diyetlerinde olası kalsiyum veya fosfor düzeyleri arasındaki farklılıkların incelenmesinde yüksek konsantrasyonda özellikle 32 g / kg kalsiyumun fosfor atılımını ve dışkı kuru maddesini arttırdığını bulmuşlardır. Araştırmanın sonuçları bu çalışma ile uyumlu bulunmuştur. Düşük fosforlu broyler diyetine mikrobiyal fitaz eklendiğinde dışkıda fosfor miktarını %50 oranında azalttığı, yavru domuz diyetine mikrobiyal fitaz ilavesinin fosforun emilimini %24 arttırdığı ve dışkıdaki fosfor miktarının %35 daha düşük olduğu bildirilmiştir (Simons ve ark. 1990). İnorganik fosfata temel fosfat ilavesi, fosforun varlığını önemli ölçüde azaltır. Farklı miktarlarda mikrobiyal fitaz eklenerek kullanılabilirlik artar. Fosfor varlığı arttığında, kalsiyum bulunabilirliği artar ve dışkı fosfor miktarı azalır (Simons ve ark. 1990). Mitchell ve Edwards (1996a), %1 kalsiyum ve çeşitli fosfor seviyelerinde 600 FTU fitaz

enziminin eklenmesinin, broylerlerde tek başına toplam dışkı fosfor miktarını azalttığını ve fosforun diyet fosforundan etkilendiğini bildirmiştir. Diyet fosforu arttıkça doğrusal olarak dışkı fosforunun da arttığı bildirilmiştir (Mitchell ve Edwards 1996b). Sonuç olarak, fitaz enziminin çok düşük diyet fosfor konsantrasyonlarında iyi bir büyüme ve kemik gelişiminin sağlanacağı düşünülmekte olup ve bu da dışkıyla atılan fosfor miktarını azaltacaktır. Broz ve ark. (1994), önceki bulgularla (Schöner ve ark. 1993; Simons ve ark. 1990; Sooncharernying ve Edwards 1993) ilişkili olarak fitaz enzimi ilavesi görünen fosfor yararlanılabilirliğini önemli ölçüde iyileştirmiş ve dışkıdaki total fosfor miktarını düşürmüştür.

6. SONUÇ

Kanatlı hayvanların diyetlerini oluşturan bitkisel kaynaklı yemlerdeki toplam fosforun önemli bir kısmı (%60-80), kümes hayvanları tarafından yeterince kullanılmayan, fitata bağlı fitat fosforu formundadır. Fitat fosforunun kullanımı; fitat kaynağına, kanatlının yaşına, kalsiyum, fosfor ve D_3 vitamini düzeylerine bağlı olarak diyette %0-50 arasında değişebilir. Fitik asit kuvvetli bağlama kabiliyeti sayesinde; kalsiyum, çinko, bakır, fosfor, kükürt, protein ve karbonhidratları da bağlar ve bu besin maddelerinin hayvanlarda kullanımını azaltır. Gerekirse, endojen veya ekzojen bir fitaz kaynağı; fitat, inositol ve inorganik fosforu ayırır ve fitatların beslenme karşıtı etkisini ortadan kaldırır. Genç kanatlı hayvanlarında endojen fitaz enziminin konsantrasyonu çok düşüktür ve yaşla birlikte enzim aktivitesinde bir artış vardır. Diyetlere ekzojen fitaz enzimi eklenmesi; fitik asit ile ilgili mineraller, örneğin fosfor, kalsiyum ve çinkonun yanı sıra protein, amino asitler ve nişasta sindirilebilirliğini artırarak, kümes hayvancılığının geliştirilmesine katkı sağlar. Buna ek olarak, ekzojen fitaz ilavesi ile mineral maddenin biyoyararlanımı artar ve kanatlı gübresinin fosfor düzeyleri düşürülür ve böylece çevre kirliliğinin önlenmesine de katkıda bulunulur (Kies ve ark.2001).

Çalışmada broyler yetiştiriciliğinde farklı fosfor düzeyleri içeren diyetlere fitaz enzimi ilavesi sonucunda, kanatlı performansını ve kemik gelişimini arttırarak önemli bir katkı sağlanmıştır.

Ayrıca, tavukçuluğun yoğun olarak yapıldığı yörelerde toprak ve yeraltı su kaynaklarının gübre ile atılan fosfor nedeniyle kirlendiği göz ardı edilemeyecek bir gerçektir. Bu nedenle fitaz enziminin performans ve kemik gelişimine olan etkisinin yanı sıra dışkı ile atılan fosfor miktarına olan olumlu etkisinin de sağlandığı gözlemlenmiştir.

Tüm bu olumlu etkiler nedeniyle kanatlı yemlerinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. Dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de enzim kullanımı her geçen gün artmaktadır. Geçtiğimiz 10 yıl içerisinde kanatlı rasyonlarında mikrobiyal fitaz kullanımı ile ilgili bilimsel çalışmalar ve deneyimler artmakta ve yem katkısı yeni fitaz enzimleri araştırılmakta ve kullanılmaktadır. Sonuç olarak bu ürünlerin farklı kombinasyonlarla birlikte kullanılmasına yönelik araştırmaların yapılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

Anonim. (2018). Phytase: Interesting facts about Natuphos. BASF. Edition 29.https://nutrition.basf.com/en/Animal-nutrition/Natuphos.html

Anonim. (2018). Use of enzymes in animal nutrition. BASF. https://nutrition.basf.com/en/Animal-nutrition/Enzymes.tt~product.v~overview.html

Anonim (1991). Fungal phytase can improve the bioavailability of plant phosphorus. *Nutrition Reviews*. 49, 207-208.

AOAC (1984). Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, V.A.

Aoyagi, S., Baker, D.H. (1993). Bioavailability of copper in analyticalgrade and feed-grade inorganic copper sources when fed to provide copper at 1evels below the chick's requirement. *Poultry Science*, 72, 1075-1083.

Aoyagi, S. Baker, D.H. (1995). Effect of microbial phytase and 1,25 - Dihydroxyehole ealciferol on dietary copper utilization in chicks. *Poultry Science*, 74, 121-126.

Bahtiyarca, Y., Parlat, S.S. (1997). Effects of phytase on the performance and availabillty of phosphorus in com-soybean meal diets by young japanese quails. Archive Geflügelkunde, 61(6), 270-273.

Ballam, G.C., Nelson, T.S., Kirby, L.K. (1984). Effect of fiber and phytate source and of calcium and phosphorus level on phytate hydrolysis in the chick. *Poultry Science*, 63, 333-338.

Ballam, G.C., Nelson, T.S., Kirby, LK. (1985). Effect of different dietary levels of calcium and phosphorus on phytate hydrolysis by chicks. *Nutrition Reports International*, 32, 909-913.

Beudeker, R.F., Pen, J. (1995). Development of Plant Seeds Expressing Phytase as a Feed Additive. Proceedings of 2nd European Symposium on Feed Enzymes. Noordwijkerhout, The Netherlands, October 25: 225.

Beers, S., Jongbloed, A.W. (1992). Effect of supplementary *Aspergillus niger* phytase in diets for piglets on their performance and apparent digestibility of phosphorus. *Animal Production*, 55, 425-430.

Biehl, R.R., Baker, D.H. (1997a). 1 - *Hydroxycholecalciferol* does not inerease the specific activity of intestinal phytase but does improve phosphorus utilization in both eeeeetomized and shom-operated ehicks red *cholecalciferol* - adequate diets. *Journal Nutrition,* 127, 2054-2059.

Biehl, R.R., Baker, D.H. (1997b) Utilization of phytate and nonphytate phosphorus in chicks as affected by source and amount of vitamin D3. *Journal of Animal Science* 75, 2986–2993.

Broz, J., Oldane, P., Perrin-Voltz, A.H., Rychen, G., Schulze, J., Nuches, C.S. (1994). Effect of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler Chickens fed low phosphorus diet without addition of inorganic phosphorus. *British Poultry Science*, 35, 273-280.

Champagne, E.T., Fisher, M.S. (1990). Binding differences of Zn (II) and Cu (II) ions with phytate. *Journal of Inorganic Bioehemistry*, 38, 217-223.

Chelius, M.K., Wedzinski, R.J. (1994). Strain improvement of Aspergillus niger for phytase production. *Applied Microbiology and Biotechnology,* 41, 79-83.

Cromwell, G.L, Stahly, T.S., Coffey, RD., Moneque, H.J., Randolph, J.H. (1993). Efficacy of phytase in improving the bioavailability of phosphorus in soybean meal and corn-soybean meal diets for pigs. *Journal Animal Science,* 71, 1831-1840.

Davies, M.I., Riteey, G.M., Motzok, I. (1970). Intestinal phytase and alkaline phosphatase of chicks: Influence of dietary rakitim, inorganic and phytate phosphorus and vitamin D_3. *Poultry Science*, 1280-1286.

Denbow, D.M., Ravindran, V., Kornegay, E.T., Yi, Z., Hulet, R.M. (1995). Improving phosphorous availability in soyabean meal for broilers by supplemental phytase. *Poultry Science*, 74, 1831-1842.

Denbow, D.M., Grabau, E.A., Laey, G.H., Kornegay, E.T., Russell, D.R., Umbeek, P.F. (1998). Soybeans transformed with a fungal phytase gene improve phosphorus availability for broilers. *Poultry Science*, 77, 878-881.

Deniz, G., Gezen, S.S., Kara, C., Gencoglu, H., Meral, Y., Baser, E. (2013). Evaluation of nutrient equivalency of microbial phytase in hens in late lay given maize-soybean or distiller's dried grains with solubles (DDGS) diets. *British Poultry Science*, 54, 494-502.

Edwards, H.M. Jr. (1993). Dietary 1, 25-dihydroxycholecalciferol supplementaion increases natural phytate phosphorus utilization in chickens. *Journal Nutrition*, 123, 567-577.

Edwards, H.M. Jr., Palo, P., Soonchaerenyıng, S., Elliot, M.A. (1989). Factors influencing the bioavailability of phytate phosphorus to chickens. In: Southgate, D., Johnson, I., Fenwick, G.R. (Eds) Nutrient availability: *Chemical and Biological Aspects*, pp. 271-276.

Eeckhout, W., DePaepe, M. (1994). Total phosphorus, phytate-phosphorus and phytase activity in plain feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 47, 19-29.

Engelen, A.J., Van der Heeft, E.C., Randsdorp, P.H., Smit, E.L. (1994). Simple and rapid determination of phytase activity. *Journal of AOAC International*, 77, 760-764.

Farhadi, D., Karimi, A., Sadeghi, G.H., Rostamzadeh, J., Bedford, M.R. (2017). Effects of a high dose of microbial phytase and myo-inositol supplementation on growth performance, tibia mineralization, nutrient digestibility, litter moisture content, and foot problems in broiler chickens fed phosphorus-deficient diets. *Poultry Science*, 96(10), 3664-3675.

Farkvam, D.O., Nelson, T.S., Kirby, LK., Johnson, Z.B., Stamps, A.T. (1989). Calcium and phytic acid in chick nutrition. *Nutrition Reports International*, 40, 33-41.

Findenegg, G.R., Nelemans, J.A. (1993). The effect of phytase on the availability of P from myo-inositol hexaphosphate (phytate) for maize roots. *Plant and Soil*, 154, 189-196.

Fujimoto, H., Fujita, N., Takada, R. (2018). Effects of a rice diet and phytase addition on growth performance, tissue weights, phosphorus and nitrogen retention, and on liver threonine dehydrogenase, malic enzyme and fatty acid synthase activities in broiler chicks. *Animal Science Journal*, e12991.

Gautier, A.E., Walk, C.L., Dilger, R.N. (2018). Effects of a high level of phytase on broiler performance, bone ash, phosphorus utilization, and phytate dephosphorylation to inositol. *Poultry Science*, 97(1), 211-218.

Gordon, R.W., Roland, S.R. (1997). Performance of commercial laying hens fed various phosphorus levels with and without supplemental phytase. *Poultry Science*, 76, 1172-1177.

Gordon, R.W., Roland, D.A., SR. (1997). Perfomıanee of commerciallaying hens fed variolis phosphorus levels, with and without supplemental phytase. *Poultry Science*, 76, 1172-1177.

Gordon, R.W., Roland, D.A., SR. (1998). Influenee of supplemental phytase on calcium and phosphorus utilizatian in laying hens. *Poultry Science*, 77, 290-294.

Günter, R.F., Nelemans, J.A. (1993). The effect of phytase on the availability of P from myo-inositol hexaphosphate (phytate) for maize roots. *Plant and Soil*, 154: 189-196.

Han, Y.M., Wilfred, A.G. (1988). Phytate hydrolysis in soybean and cottonseed meals by *aspergillus fielitim* phytase. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 36, No. 2 : 259-269.

Han, Y.M., Yang, F., Zhou, A.g., Miller, E.R., Ku, P.K., Hogberg, M.G., Lei, X.G. (1997). Supplemental phytases of microbial and eerea! sources improve dietary phytate phosphorus utilization by pigs from weaning through finishing. *Journal Animal Science*, 75, 1017-1025.

Hollwich, B. (1995). Der Einfluss von phytase auf die cadmium retention beim schwein. Inaugural - dissertation zur erlangung der tiennedizinisehen doktor würde der tiedirztliehen fakultat der ludwig-Maximilians - Universitar Münehen, 6, 131.

Huyghebaert, G. (1996a). The response of broiler chicks to phase feeding for P, Ca and phytase. *Archive Geflügelkunde*, 60(3), 132-141.

Huyghebaert, G. (1996b). Effects of dietary calcium, phosphorus, Ca:P-ratio and phytase on zootechnical performances and mineralisation in broiler chicks. *Archive Geflügelkunde,* 61(2),53-61.

Irving, G.C.J. (1980). Phytase. In: Inositol Phosphates: their Chemistry, Biochemistry and physiology, (eds.) Cosgrove D.J., Elsevier: Amsterdam.

Jongbloed, A.W., Kemme, P.A., Mroz, Z. (1993). The Role of Microbial Phytases in Pig Production. Enzymes in Animal Nutrition. Proceeding of the 1 st Symposium : 173-180

Kemme, P.A., Jongbloed, A.W., Mroz, Z., Beynen, A.C. (1997). The efficacy of *Aspergillus niger* phytase in rendering phytate phosphorus available for absürption in pigs is influenced by pig physiological status. *Journal Animal Science*, 75, 2129-2138.

Ketann, P.P., Batterham, E.S., Dettmann, RB., Farrell, D.J. (1993). Phosphorus studies in pigs. *British Journal of Nutrition*, 70, 289-311.

Kies, A.K., Van Hemert, K.H.F., Saucer, W.C. (2001). Effect of phytase on protein and amino acid digestibility and energy retention. *World Poultry Science***,** 57, 109-126.

Knuckles, B.E., Betschart, A.A. (1987). Effect of phytate and other myo-inositol phosphate esters on alpha-amylase digestion of starch. *Journal Food Science*, 52, 719-721.

Kornegay, F.E.T. (2001). Digestion of Phosphorus and Other Nutrients: The Role of Phytases and Pactors Influencing Their Activity. *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. Ed., M.R. Bedford, G.G. Partridge, CABI Publishing, UK, 237-272.

Larsen, T. (1993). Dephytinization of rat diet eonsequenees for mineral and trace element absorption. *Biological Trace Element Research*, 39, 55-71.

Lei, X.O., Ku, P.K., Miller, E.R., Yokoyama, M.T. (1993). Supplementing corn-soybean meal diets with microbial phytase linearly improves phytate phosphorus utilization by weanling pigs. *Journal Animal Science*, 71, 3359-3367.

Liu, J., Ledoux, D.R., Veum, T.L. (1997a). In vitro procedure for predieting the enzymatic dephosphorylation of phytate in corn-soybean meal diets for growing swine. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 45, 2612-2617.

Liu, J. Bollinger, D.W., Ledoux, D.R., ElIersieck, M.R, Veum, T.L. (1997b). Soaking increases the efficacy of supplemental microbial phytase in a low-phosphorus corn-soybean meal diet for growing pigs. *Journal Animal Science*, 75, 1292-1298.

Lönnerdal, B., Bell, J.O., Hendrickx, A.O., Burns, RA., Keen, C.L. (1988). Effect of phytate removal on zinc absorption from soy formula, *American Journal of Clinical Nutrition*, 48, 1301-1306.

Lönnerdal, B., Sandberg, A., Sandström, B., Kunz, C. (1989). Inhibitory effects of phytic acid and other inositol phosphates on zinc and calcium absorption in suckling rats. *Journal Nutrition*, 119, 211-214.

Maenz, D.D., Classen, H.L. (1998). Phytase aetivity in the sman intestinal brush border membrane of the chicken. *Poultry Science*, 77, 557-563.

Matsui, T., Hirabayashi, M., Iwama, Y., Nakajima, T., Yana, F., Yana, H. (1996). Fermentation of soya-bean meal with *Aspergillus usarni* improves phosphorus availability in chicks. *Animal Feed Science Technology*, 60, 131-136.

Matykci, S., Korol, W., Bogusz, G. (1990). The retention of phytin phosphorus from diets with fat supplements in broiler chicks. *Animal Feed Scienceence and Techonology*, 31, 223-230.

Midilli, M., Salman, M., Muğlalı, Ö.M., Öğretmen, T., Çenesiz, S., Ormancı, N. (2014). The effects of organic or inorganic zinc and microbial phytase, alone or in combination, on the performance, biochemical parameters and nutrient utilization of broilers fed a diet low in available phosphorus. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 20 (1): 99-106.

Mitchell, R.D. Edwards, H.M. Jr. (1996a). Effects of phytase and 1,25 - dihydroxycholecalciferol on phytate utilization and the quantitative requirement for calcium and phosphorus in young broiler chickens. *Poultry Science*, 75, 95-110.

Mitchell, R.D., Edwards, H.M. Jr. (1996b). Additive effects of 1,25 - dihydroxycholeealciferol and phytase on phytate phosphorus utilization and related parameters in broiler chickens. *Poultry Science*, 75, 111-119.

Mohammed, A., Gibney, M.J., Taylor, T.G. (1991). The effects of dietary levels of inorganic phosphorus, calcium and cholecalciferol on the digestibility of phytate-P by the chick. *British Journal of Nutrition*, 66, 251-259.

Nahashan, S.N., Nakaue, H.S., Mirosh, LW. (1994). Phytase activity, Phosphorus and cakilim retention, and performance of single eomb white leghorn layers fed diets

containing two levels of available phosphorus and supplemented with direct microbial. *Poultry Science*, 73, 1552-1562.

National Research Council (1994). In: Nutrient Requirements of Poultry, 9th ed., National Academy Press, Washing-ton DC, USA.

Nelson, T.S. (1967). The utilization of phytate phosphorus by poultry: a review. *Poultry Science*, 46, 862-871.

Nelson, T.S. (1976). The hydrolysis of phytate phosphorus by chicks and laying hens. *Poultry Science*, 55, 2262-2264.

Nelson, T.S., Kirby, LK. (1987). The calcium binding properties of natural phytate in chick diets. *Nutrition Reports International*, 35, 949-956.

Nelson, T.S., Shieh, T.R., Wodzinski, R.J., Ware, J.H. (1971). Effect of supplemental phytase on the utilization of phytate phosphorus by chicks. Journal Nutrition, 101, 1289-1294.

Pallauf, J., Rimbach, G. (1997). Nutritional significance of phytic acid and phytase. *Archive Animal Nutrition*, 50, 301-319.

Pallauf, J., Rimbach, G., Pippig, S., Schindler, B., Höhler, D., Most, E. (1994). Dietary effect of phytogenic phytase and an addition of microbial phytase to a diet based on field beans, wheat, peas and barley on the utilization of phosphorus, calcium, magnesium, zinc and protein in piglets. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 33, 128-135.

Perney, K.M., Cantor, A.H., Straw, M.L., Herkelman, K.L. (1993). The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. *Poultry Science*, 72, 2106-2114.

Pointillart, A., Fourdin, A., Bourdeau, A., Thomasset, M. (1989). Phosphorus utilization and hormonal control of calcium metabolism in pigs fed phytic phosphorus diets containing normal or high calcium levels. *Nutrition Reports International*, 40 (3), 517-527.

Qian, H., Kornegay, E.T., Denbow, D.M. (1996a). Phosphorus equivalence of microbial phytase in turkey diets as influenced by calcium to phosphorus rations and phosporus levels. *Poultry Science*, 75, 69-81.

Qian, H., Veit, H.P., Kornegay, E.T., Ravindran, V., Denbow, D.M. (1996b). Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and other tibial bone characteristics and performances of broilers red semipurified diets. *Poultry Science*, 75, 618-626.

Qian, H., Kornegay, E.T., Denbow, D.M. (1997). Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. *Poultry Science*, 76, 37-46.

Ravindran, V., Carbahug, S., Ravindran, G., Selle, P.H., Bryden, W.L. (2000). Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorous levels. II. Effects on apparent metabolisable energy, nutrient digestibility and nutrient retention. *British Poultry Science*, 41, 193-200.

Reddy, N.R., Sathe, S.K. and Salunkhe, D.K., 1982. Phytates in Legumes and Cereals. In: Chichester, C.O., Mrak, E.M. and Stewart, G.F. (eds) Advances in Food Research. Academic Press, New York sy:1.

Sanders, A. M., Edwards, H.M., Jr. (1991). The effects of 1,25 dihydroxycholecalciferol on performance and bone development in the turkey poultry. *Poultry Science*, 70, 853-866.

Scheideler, S.E., Sen, J.L. (1987). Utilization of phytate phosphorus in laying hens as influenced by dietary phosphorus and calcium. *Nutrition Reports International*, 35, 1073-1081.

Scott, T.A., Kompen, R., Silversides, F.O. (1999). The effects of phosphorus, phytase enzyme, and calcium on the performance of layers fed corn-based diets. *Poultry Science*, 78, 1742-1749.

Schöner, F.J., Hoppe, P.P., Schwartz, G. and Wiesche, H. (1993). Effects of microbial phytate and inorganic phosphate in broiler chickens: performance and mineral retention at various calcium levels. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 69: 235-244.

Sebastian, S., Touchburn, S.P., Chavez, E.R., Lague, P.C. (1996a). The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens red corn-soybean diets. *Poultry Science*, 75, 729-736.

Sebastian, S., Touchburn, S.P., Chavez, E.R, and Lague, P.C. (1996b). Efficacy of supplemental microbial phytase at different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens. *Poultry Science*, 75, 1516-1523.

Sebastian, S., Touchburn, S.P., Chavez, E.R. (1998). Implications of Phytic acid and supplemented microbial phytase in poultry nutrition: a review. *World Poultry Science Journal*, 54, 27-47.

Shafey, T.M., McDonald, M.W., Pym, RA. (1990). Effects of dietary calcium, available phosphorus and vitamin D on growth rate, food utilisation, plasma and bone constituents and calcium and phosphorus retention of commercial broiler strains. *British Poultry Science*, 31(3), 587-602.

Shafey, T.M., McDonald, M.W. (1991). The effeets of dietary calcium, phosphorus, and protein on the performance and nutrient utilization of broiler chickens. *Poultry Science*, 70, 548-553.

Simons, P.C.M., Versteegh, H.A.J., Jongbloed, A.W., Kemme, P.A. Slump, P., Bos, KD. Wolters, M.O.E. Beudeker, RF., Verschoor, O.J. (1990). Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broiler and pigs. *British Journal of Nutrition*, 64, 525-540.

Sohail, S.S., Roland, S.R. (2000). Influence of phytase on calcium utilization in commercial layers. *Journal Applied Poultry Research*, 9, 81-87.

Sohail, S.S., Roland, S.R. (1999). Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six weeks of age. *Poultry Science*, 78, 550-555.

Sooncharernying, S., Edwards, H.M. (1993). Phytate content of excreta and phytate retention in the gastrointestinal tract of young chickens. *Poultry Science*, 72, 1906-1916.

Van Beilen, J.B., Li, Z. (2002). Enzyme technology: an overview. *Current Opinion in Biotechnology*, 13(4), 338-344.

Van der Klis, J.D., Versteegh, H.A.J., Simons, P.C.B., Kies, A.K. (1997). The efficacy of phytase in corn-soybean meal-based diets for laying hens. *Poultry Science*, 76, 1535-1542.

Walk, C.L., Santos, T.T., Bedford, M.R. (2014). Influence of superdoses of a novel microbial phytase on growth performance, tibia ash, and gizzard phytate and inositol in young broilers. *Poultry* Science, 93(5), 1172-1177.

Wise, A. (1983). Dietary factors determining the biological activities of phytate. *Nutrition Abstracts and Reviews*, 53, 9.

Wisser, LA., Heinrichs, B.S., Leaeh, R.M. (1990). Effect aluminum on performance and mineral metabolism in young chicks and laying hens. *Journal Nutrition*, 120, 493-498.

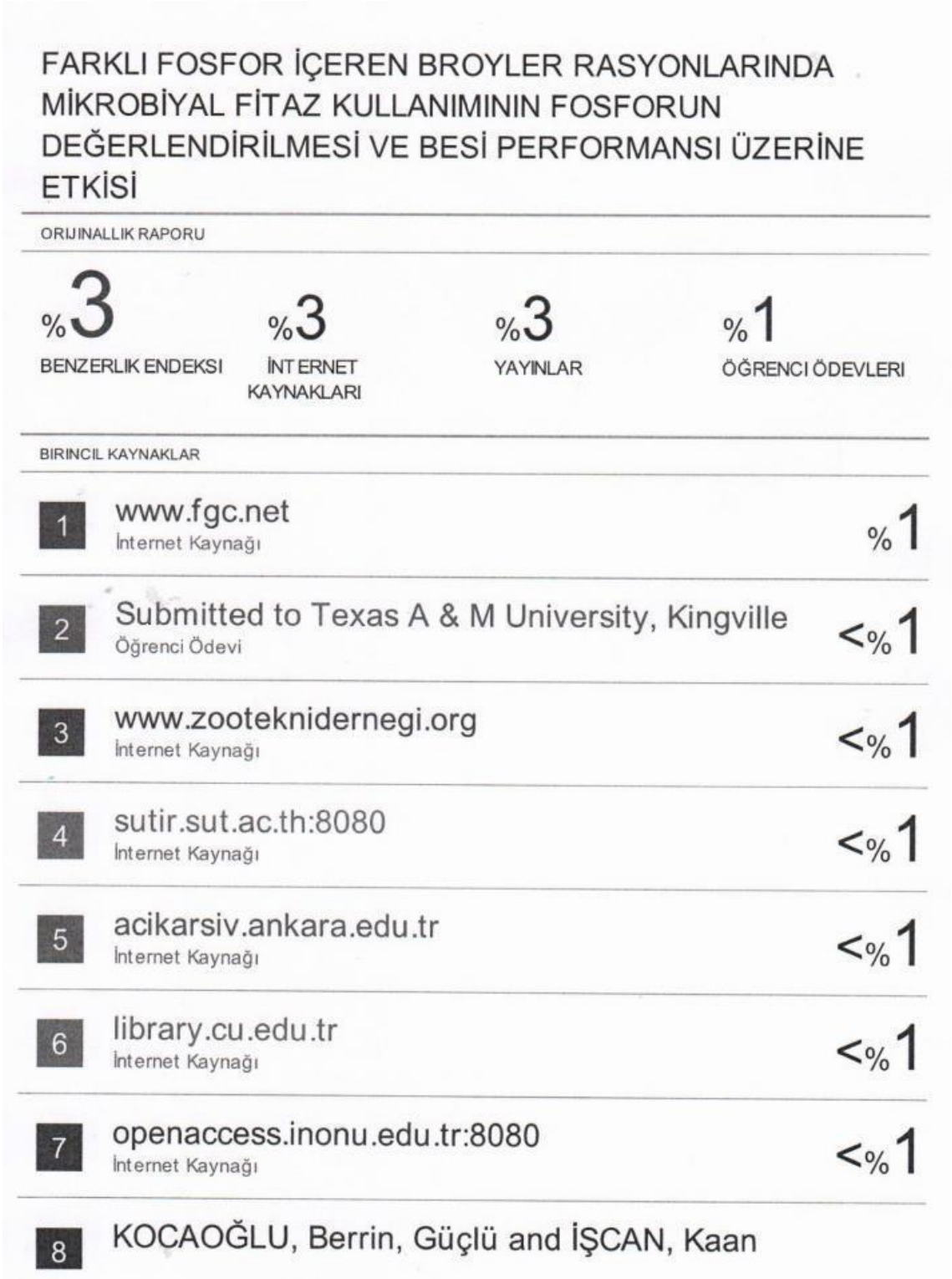
Yi, Z., Komegay, E.T., Ravindron, V., Denbow, D.M. (1996). Improving phytate phosphorus availability in corn and soybean meal for broilers using microbial phytase and calculation of phosphorus equivaleney values for phytase. *Poultry Science*, 75, 240-249.

Yoon, S.J., Choi, Y.J., Min, H.K., Cho, KK, Kim, J.W., Lee, S.C., and Jung, Y.H. (1996). Isolation and identification of phytase-producing bacterium, Enterobacter sp. 4, and enzymatic properties of phytase enzyme. *Enzyme and Microbial Technology*, 18, 449-454.

Young, LG., Leunissen, M., and Atkinson, I.L. (1993). Addition of microbial phytase to diets of young pigs. *Journal Animal Science*, 71, 2147-2150.

Zhang, X., Mc Daniel, G.R., Roland, D.A. (1998). Genetic variatian of phytate phosphorus utilization from hatch to three weeksaf age in broiler ebieken linens selected for incidence of tibial dyschondroplasia. *Poultry Science*, 77, 386-390.

İNTİHAL ORANI



FARKLI FOSFOR İÇEREN BROYLER RASYONLARINDA MİKROBİYAL FİTAZ KULLANIMININ FOSFORUN DEĞERLENDİRİLMESİ VE BESİ PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

ORIJINALLIK RAPORU

%3	%3	%3	%1
BENZERLIK ENDEKSI	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCI ÖDEVLERI

BIRINCIL KAYNAKLAR

1	www.fgc.net İnternet Kaynağı	%1
2	Submitted to Texas A & M University, Kingville Öğrenci Ödevi	<%1
3	www.zooteknidernegi.org İnternet Kaynağı	<%1
4	sutir.sut.ac.th:8080 İnternet Kaynağı	<%1
5	acikarsiv.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
6	library.cu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	openaccess.inonu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
8	KOCAOĞLU, Berrin, Güçlü and İŞCAN, Kaan	