



T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI
VHB-YL-2007-0002

**MİNERAL FOSFOR KAYNAĞI İÇERMEYEN
ETLİK CİVCİV RASYONUNDA FİTAZ KATKISI
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Onur TATLI

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL**

AYDIN-2007

**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI
VHB-YL-2007-0002**

**MİNERAL FOSFOR KAYNAĞI İÇERMEYEN
ETLİK CİVCİV RASYONUNDA FİTAZ KATKISI
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Onur TATLI

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL**

AYDIN-2007

KABUL ve ONAY

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Onur TATLI tarafından hazırlanan “Mineral Fosfor Kaynağı İçermeyen Etlik Cıvıv Rasyonunda Fitaz Katkısı Etkinliğinin Belirlenmesi” başlıklı tez, 31.08.2007 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

<u>Unvanı, Adı ve Soyadı :</u>	<u>Üniversitesi :</u>	<u>İmzası:</u>
Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL	Adnan Menderes Üniversitesi
Prof. Dr. Ahmet NAZLIGÜL	Adnan Menderes Üniversitesi
Doç. Dr. Erbay BARDAKÇIOĞLU	Adnan Menderes Üniversitesi

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun sayılı kararıyla tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ülker EREN
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Kanatlı hayvanlardan yeterli ve kaliteli ürün alınabilmesi, öncelikle bu hayvanların genetik yapılarına, daha sonra da gereksinim duyduğu tüm besin maddelerinin yeterli düzeyde verilmesine bağlıdır. Bu çerçevede kanatlı hayvanların beslenmesinde çok önemli yapısal ve fizyolojik görevleri olan pek çok mineral madde bulunmakta olup bunların en önemlilerinden biri de fosfordur. Gerek büyüme ve gelişmeyi gerekse elde edilen ürünün miktar ve kalitesini önemli düzeyde etkileyen fosforun bir kısmı rasyonun bileşiminde bulunan yem maddelerinden, bir kısmı da inorganik fosfor kaynaklarından karşılanmaktadır. Bitkisel kökenli kanatlı yemlerindeki toplam fosforun yaklaşık 2/3'ü fitat fosforu şeklinde bağlı bulunmaktadır. Kanatlılar, fitaz enzimi yetersizliği nedeniyle yemlerin yapısında bulunan fitat fosforunu etkin bir şekilde değerlendirememektedir. Değerlendirilemeyen fosforun önemli bir kısmı dışkı ile atılmaktadır. Tüm bu nedenlerle son yıllarda alternatif ve daha düşük maliyetli fosfor kaynakları ya da fosfordan çeşitli yöntemlerle yararlanımın artırılması yönündeki çalışmalara ağırlık verilmiştir. Bu alternatif arayışı içerisinde önemli bir gelişme de biyoteknolojik yöntemlerle elde edilen mikrobiyel kaynaklı fitaz enziminin rasyonlara katılması ile sağlanmıştır.

Fitaz enzimi, yem maddelerinin yapısında var olan ve tek mideli hayvanlar tarafından değerlendirilemeyen fitatları hidrolize ederek, fitata bağlı bulunan fosfor ve diğer minerallerin sindirimine olanak sağlar. Kanatlı rasyonlarına fitaz enzimi katılması ile yemdeki mineral maddelerden yararlanım artmakta, böylece rasyon maliyeti azaltılmaktadır. Diğer yandan, tarımsal alanlarda gübre olarak kullanılan kanatlı dışkısında bulunan yüksek düzeydeki fosfordan kaynaklanan çevresel kirliliğin azaltılması bakımından olumlu etkileri bulunmaktadır.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	i
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ÇİZELGELER	vii
ŞEKİLLER	viii
RESİMLER	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Fitat	2
1.1.1. Fitatın Yapısı	2
1.1.2. Fitatın Bitkilerdeki Görevleri	6
1.1.3. Fitatın Bitkilerde Bulunuşu	6
1.1.4. Fitatın Etkileri	7
1.1.4.1. Mineral yararlanımı üzerine etkileri	7
1.1.4.2. Protein sindirimi üzerine etkileri	8
1.1.4.3. Çevresel etkileri	9
1.1.5. Kanatlı Rasyonlarında Kullanılan Bazı Yem Maddelerinde Bulunan tP , tP ve Fitaz Etkinliği Düzeyleri	10
1.2. Fitaz Enzimi	12
1.2.1. Fitaz Enziminin Yapısı ve Etkinliği	12
1.2.2. Fitaz Enziminin Kaynakları	13
1.2.2.1. Bitkisel fitazlar	14
1.2.2.2. Mikrobiyel fitazlar	15
1.2.2.3. Sindirim kanalı mikroflorası tarafından sentezlenen fitazlar	16
1.2.2.4. İntestinal fitaz	16
1.2.3. Sindirim Kanalında Fitaz Enzimi Etkinliğini Etkileyen Etmenler	17
1.2.3.1. Mineraller	17
1.2.3.2. pH	18
1.2.3.3. Sıcaklık, süre, nem ve içeriğin karışması	18
1.3. Etlik Piliç Rasyonlarına Fitaz Enzimi Katkısı	19

	<u>Sayfa</u>
2. GEREÇ VE YÖNTEM	24
2.1. Gereç	24
2.1.1. Hayvan	24
2.1.2. Yem	25
2.2. Yöntem	27
2.2.1. Deneme Deseni ve Süresi	27
2.2.2. Deneme Hayvanlarının Bakımı	28
2.2.3. Araştırma Rasyonlarının Hazırlanması	30
2.2.4. Karma Yemlerin Ham Besin Madde Miktarlarının Belirlenmesi	30
2.2.5. Canlı Ağırlık ve Ağırlık Artışlarının Belirlenmesi	30
2.2.6. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi	30
2.2.7. Kesim İşlemi	31
2.2.8. Sıcak Karkas Randımanının Belirlenmesi	31
2.2.9. Karaciğer, Kalp ve Dalak Ağırlıklarının Belirlenmesi	32
2.2.10. Serumda iP , Ca, Mg ve Zn Düzeylerinin Belirlenmesi	32
2.2.11. Tibia Ağırlığı ve Ham Kül Düzeylerinin Belirlenmesi	32
2.2.12. Tibiada P, Ca, Mg ve Zn Düzeylerinin Belirlenmesi	33
2.2.13. Ölüm Oranlarının Belirlenmesi	33
2.2.14. İstatistik Analizler	33
3. BULGULAR	34
4. TARTIŞMA	41
4.1. Canlı Ağırlık	41
4.2. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma	43
4.3. Karkas Randımanı	45
4.4. Karaciğer, Kalp ve Dalak Ağırlıkları	46
4.5. Serum iP , Ca, Mg ve Zn Düzeyleri	47
4.6. Tibia Ağırlığı ve Ham Kül Düzeyleri	48
4.7. Tibia P, Ca, Mg ve Zn Düzeyleri	49
4.8. Ölüm Oranları	50
5. SONUÇ	52

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	55
SUMMARY	57
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	67
TEŞEKKÜR	68

SİMGELER VE KISALTMALAR

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ATP	Adenozin trifosfat
_i P	Fitat fosforu
_i P	İnorganik fosfor
NRC	National Research Council
_y P	Yararlanılabilir fosfor

ÇİZELGELER

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1. Kanatlı rasyonlarında kullanılan bazı bitkisel kaynaklı yem maddelerinin tP, rP ve fitaz etkinliği düzeyleri	11
Çizelge 2. Araştırmada kullanılan rasyonların bileşimi	26
Çizelge 3. Deneme deseni	27
Çizelge 4. Deneme rasyonlarının ham besin madde miktarları	34
Çizelge 5. Araştırma süresince gruplarda elde edilen ortalama canlı ağırlıklar	35
Çizelge 6. Grupların haftalara göre ortalama yem tüketimleri	35
Çizelge 7. Grupların haftalara göre yemden yararlanma oranları	36
Çizelge 8. Grupların ortalama kesim ve karkas ağırlıkları ile karkas randımanı değerleri	36
Çizelge 9. Gruplardaki hayvanların ortalama karaciğer, kalp ve dalak ağırlıkları ile bunların göreceli ağırlıkları	37
Çizelge 10. Kan serumlarındaki iP, Ca, Mg ve Zn düzeyleri	38
Çizelge 11. Tibialarda ağırlık, kuru madde, ham kül ve P, Ca, Mg, Zn düzeyleri	39
Çizelge 12. Araştırma süresince gruplardaki ölüm oranları	40

ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Tam olarak fosforlanmış fitatın yapısı	3
Şekil 2. Fitatın oluşturduğu bağlar	5

RESİMLER

	<u>Sayfa</u>
Resim 1. Deneme ünitesinin görünümü	29
Resim 2. Grupların konulduğu bölmenin görünümü	29

1. GİRİŞ

Etlik piliçlerin beslenmesinde fosfor (P) gereksiniminin karşılanması, enerji ve protein gereksinimlerinin karşılanmasından sonra gerek önem gerekse maliyet açısından üçüncü sırada yer almaktadır. P, kemik gelişimi yanında özellikle enerji metabolizmasında görev alan birçok enzimin yapısına katılarak organizmada önemli rol oynamaktadır. Etlik piliç karma yemlerinin önemli bir kısmını oluşturan tahıl ve küspelerdeki P'un 2/3'ü bitkisel kökenli fitatlara (*myo-inositol heksakisfosfat*) bağlı şekilde bulunmaktadır. Tek mideli hayvanlarda endojen kaynaklı fitaz enzimi miktarının yetersiz olması nedeniyle bitkisel kökenli yem maddelerinde fitat şeklinde bağlı bulunan P'un 1/3'ünden daha azını değerlendirebilmektedir. Fitat fosforunun (iP) bu düşük yararlanılabilirliği, etlik piliç üretiminde yararlanılabilir fosfor (yP) gereksiniminin karşılanabilmesi için rasyona inorganik fosfor (iP) kaynaklarının ilave edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluk, rasyonun birim maliyetini yükseltmekte, diğer yandan da dışkı ile çevreye yüksek miktarlarda P atılmasına neden olmakta, bunun sonucu olarak toprağın ve su kaynaklarının kirlenmesine yol açmaktadır. Bir diğer önemli sorun da rasyona ilave edilen iP kaynaklarının elde edildiği rezervlerin yenilenemeyen nitelikte olmasıdır. Bu nedenle gelecekte iP kaynakları bakımından ciddi sıkıntılar yaşanacağı öngörülmektedir.

Dışkı ile atılan iP 'nin çevre sularına karışması sonucu çevre sularındaki P düzeyinin artışı yosun üretimini artırmaktadır. Artan yosun üretimi ise çok fazla miktarda ölmüş bitki materyalinin dibe çökmesine neden olmaktadır. Bu ortamda aerobik bakterilerin oksijeni kullanmaları sonucunda ortamın oksijen içeriği azalmakta ve böylece sulardaki canlı ölümlerinin artması ile birlikte ekolojik dengenin bozulması ve çevre kirliliği sorunları ortaya çıkmaktadır.

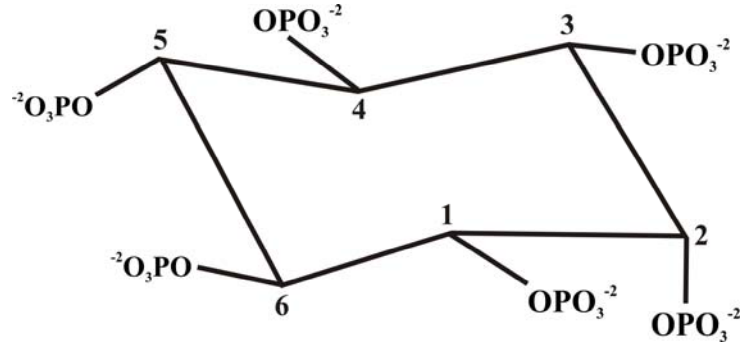
Fitatın yapısındaki P'un düşük yararlanılabilirliğe sahip olması yanında yemlerin yapısındaki Ca, Mg, Zn, Cu, Co, Mn ve Fe gibi mineral maddelere bağlanıp farklı yapıda çözünmeyen şelat bileşikleri oluşturarak emilmelerini engellemek gibi olumsuz bir etkisi bulunmaktadır. Ayrıca fitat, protein, amino asit ve nişasta gibi besin maddeleri ile bileşikler oluşturarak bu besin maddeleri üzerine olan enzim etkinliklerinin engellenmesine ve sindirilebilirliklerinin düşmesine de neden olmaktadır.

Fitaz (*myo-inositol heksakisfosfat fosfohidrolaz*), fitat molekülünün karbon iskeletinden P'u hidrolize ederek ayıran bir enzimdir. Kanatlı rasyonlarına ilave edilen mikrobiyel fitaz; P, Ca, Mg, Zn, amino asit ve azot yararlanılabilirliğini artırarak hayvanların performanslarında önemli bir iyileşme sağlamaktadır. Dışkı ile atılan P miktarının azaltılması, ayrıca çevre kirliliğinin azaltılması çalışmalarına da katkıda bulunmaktadır.

1.1. Fitat

1.1.1. Fitatın Yapısı

Fitik asit (diğer kabul edilen adlarıyla *myo-inositol 1,2,3,4,5,6 heksakis dihidrojen fosfat* veya *myo-inositol heksakisfosfat (IP₆)*) ve fitik asit tuzları genellikle "fitatlar" olarak adlandırılır (Sathe ve Reddy 2002, Selle ve Ravindran 2007). Yapısal olarak fitat tam olarak fosforlanmış (altı P) myo-inositol halkasıdır (Onyango ve ark 2005). Fitatın kimyasal yapısı Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Tam olarak fosforlanmış fitatın yapısı (Maenz 2001)

Costello ve ark (1976)'a göre fitat molekülü üzerinde 12 adet proton ayrılma bölgesi/reaktif alan bulunmaktadır. Bu reaktif alanların altısı güçlü asidik yapıdadır ve pKa değerleri yaklaşık olarak 1,5'tir. Üç tanesi zayıf asidik yapıdadır ve pKa değerleri 5,7, 6,8 ve 7,6'dır. Diğer üçü ise oldukça zayıf asidik yapıdadır ve pKa değerleri 10'un üzerindedir. Fitat molekülü yapısı nedeniyle pH'nın bazik veya nötr olduğu ortamlarda ve sindirim kanalında güçlü bir şekilde negatif yük ile yüklüdür. Bu nedenle Zn^{+2} , Cu^{+2} , Ni^{+2} , Co^{+2} , Mn^{+2} , Fe^{+2} ve Ca^{+2} gibi divalent ve trivalent katyonları kararlı bileşikler oluşturacak şekilde bağlama yeteneğine sahiptir. Sonuçta, μP 'na benzer şekilde bileşik oluşturduğu minerallerin yararlanılabilirliğini azaltmaktadır (Rao ve Reddy 2007). Zn^{+2} , fitat ile en kararlı bileşiği oluştururken, bunu stabilitesinin azalmasına göre sırası ile Cu^{+2} , Ni^{+2} , Co^{+2} , Mn^{+2} , Ca^{+2} ve Fe^{+2} izlemektedir. Fitat-mineral bileşikleri sıvıda çözülmüş şelatlar halinde veya sıvılarda çökelti oluşturan bileşikler halinde bulunmaktadır (Maenz 2001).

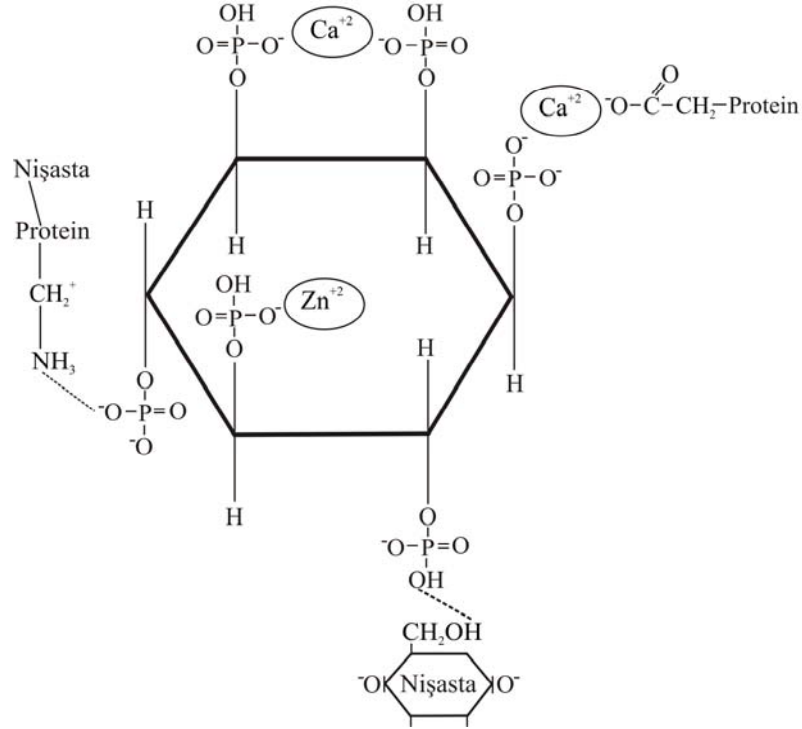
Çözünebilen fitat-mineral bileşiklerinin yapısına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. Champagne ve ark (1990) ile Champagne ve Fisher (1990) yaptıkları çalışmalarda çözelti pH'sı 7 olduğunda minerallerin fitata karşı düşük molar yakınlığı olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar Zn^{+2} iyonunun fitat molekülü üzerindeki P5 fosfat grubuna bağlandığını ve iki fitat molekülü arasında köprü oluşturduğunu, buna karşılık Ca^{+2} ve Cu^{+2} iyonlarının P4 ve P6 fosfat gruplarına eğilim gösterdiğini ve böylece tek fitat molekülüne elektrostatik bağlanma gerçekleştirerek çözünebilen bileşikler oluşturduklarını bildirmişlerdir. Fitat-mineral çökeltilerinin oluşabilmesi, mineralden fitata molar oranın nötr pH'da artmasına bağlı olmaktadır (Maenz 2001). Ortamdaki mineral yoğunluğu fitat yoğunluğundan fazla olduğunda çözünmeyen fitat-mineral bileşikleri nötr veya bazik pH

ortamına eğilim göstermektedir. Grynspan ve Cheryan (1983) ile Cheryan ve ark (1983) yaptıkları çalışmalarda ortam pH'nın 5'in altında, Ca^{+2} veya Mg^{+2} mineralleri:fitaz oranının 12:1 olduğu durumlarda fitatın çökelti oluşturmadığını vurgulamışlardır. Bu sonuçlar, fitat molekülü üzerindeki bir veya daha fazla asit fosfat grubunun protonlara Ca^{+2} veya Mg^{+2} 'dan daha fazla yakınlık duyduğunu göstermektedir. Yapılan her iki çalışmada da ortam pH'sı yükselmiş, fitatın çökelti oluşturması için gereksinim duyduğu mineral:fitat molar oranı azalmıştır. Ortamdaki mineral düzeyinin yüksek ve pH'nın nötr olduğu koşullar altında fitat pentakalsiyum veya pentamagnezyum tuzları şeklinde çökelti oluşmuştur. Asidik pH ortamında, fitatın kısmi protonlanması sonucu minerallerle oluşturduğu bağlar azalmakta ve bu da çözünmeyen bileşik oluşumunu engellemektedir (Maenz 2001).

Simpson ve Wise (1990)'a göre fitat-Ca bileşiği diğer fitat-metal iyon bileşiklerine oranla daha az stabiliteye sahiptir. Bu nedenle rasyonda bulunan Ca'un hem eksojen hem de endojen kaynaklı fitazın etkinliğinin değişmesinde önemli bir role sahip olduğu varsayılmaktadır. Kanatlı rasyonlarına Zn düzeyinin 8–40 kat fazlası düzeyinde Ca katılması, Ca'un düşük düzeyde olan molar yakınlığının artmasına yol açabilmektedir. Ca'un bu etkisi, ortamda diğer katyonların bulunmasıyla şiddetlenebilmektedir. Ortamda eş zamanlı olarak iki farklı katyonun bulunması fitat-metal bileşiklerinin çökelti oluşturma oranını artırmaktadır (Angel ve ark 2002).

Fitatlar aynı zamanda proteinler ve nişasta ile bileşikler oluşturabilmektedir. Proteinler fitat molekülüne düşük pH'da doğrudan elektrostatik bölgelere veya yüksek pH'da tuz köprüleri oluşturarak bağlanabilmektedir (Rao ve Reddy 2007). Nişasta ise fitat molekülüne hidrojen bağları ile bağlanmaktadır (Puminn 2003). Fitat ile oluşan bu bileşikler protein ve nişasta sindirimi üzerine olumsuz etki yapmaktadır (Sathe and Reddy 2002). Proteinler yalnız fitata bağlı form olarak kalmayıp, proteaz etkinliğine de daha az duyarlı hale gelebilmektedir. Daha az duyarlı fitat-enzim bileşiklerinin oluşması mineral şelasyonu ile şekillenebilmekte ve sonuçta en uygun enzim etkinliği için gerekli kofaktörler ortadan kalkmaktadır (Maenz 2001). Dahası protein ve nişastayla oluşan bu bileşikler fitatın iyonizasyon düzeyini artırmakta ve fitat-mineral bileşiklerinin oluşabilme kapasitesinin artmasına yol açmakta, bu da farklı fitazların potansiyel etkinliğinin

değişmesine neden olmaktadır (Angel ve ark 2002). Şekil 2’de fitatın oluşturduğu bağlar görülmektedir.



Şekil 2. Fitatın oluşturduğu bağlar (Kornegay 2001)

Kanatlı beslenmesinde ortak görüş noktası, fitatın diğer besin maddeleri ile etkileşimlerinin iyi bilinmesinin gerekliliğidir. Çünkü sindirim kanalında bulunan fitatın fiziksel durumu veya çözünürlüğü, fP 'dan ne şekilde yararlanılabileceğini belirlemek açısından önemli olmaktadır. Kaynağı ne olursa olsun ince bağırsaklarda fitaz enzimi etkinliğinin bulunmadığı durumlarda, fitat-mineral bileşikleri üzerine hidrolitik etki oluşmaması nedeniyle fitat-mineral bileşikleri çökelti oluşturmakta ve sonuç olarak fitat molekülüne bağlı bulunan fP 'dan yararlanılamamaktadır. Sindirim kanalı boyunca içeriğin pH'sının artması sonucu fitat molekülü iyonize olmakta ve Zn^{+2} , Ca^{+2} , Mg^{+2} ve Fe^{+2} gibi divalent metal katyonlarla bileşik oluşturmaya hazır hale gelmektedir. Yüksek pH sonuç olarak fitat-mineral bileşiklerinin çözünürlüğünü azaltmakta ve fitaz etkinliğinin düşmesine yol açmaktadır (Maenz ve ark 1999).

1.1.2. Fitatın Bitkilerdeki Görevleri

Bitkilerde bulunan fitatların görevleri;

- 1- P deposu olarak görev yapmak,
- 2- Enerji deposu olarak görev yapmak,
- 3- Tohum metabolizmasının baskılandığı ve uyku döneminin başladığı olgunluk dönemi başlangıcında ATP için yarışmacı olarak görev yapmak,
- 4- Hücresel işleyişte denetimin sağlanması için divalent katyonların bağlayıcısı olarak görev yapmak, filizlenme başladığında bitkisel fitazların etkisiyle divalent katyonları serbest bırakmak,
- 5- Tohumdaki P düzenlenmesini sağlamak olarak sıralanabilir (Cosgrove ve Irving 1980).

1.1.3. Fitatın Bitkilerde Bulunuşu

Fitat başlıca bitki tohumlarında bulunmaktadır (Ravindran ve ark 1995). Bitki tohumlarında yer alan fitat, fitin olarak adlandırılan çoğunlukla Ca^{+2} , Mg^{+2} veya K^{+2} tuzları şeklindedir (Onyango ve ark 2005, Karimi 2006). Farklı bitki tohumlarında fitinin bulunduğu yerler farklılıklar göstermektedir. Mısır tanesinde bulunan fitinin %90'ı germ içerisinde, buğday ve pirinçte ise fitinin büyük kısmı aleuron tabakasında ve dış kısımda bulunan kepekte yer almaktadır (Rao ve Reddy 2007). Birçok yağlı tohumda ve baklagil tanelerinde ise fitin, proteine bağlı olarak globoid adı verilen subselüler inklüzyonların içerisinde yoğunlaşmış halde tüm tohuma dağılmış şekilde bulunur (Ravindran ve ark 1995).

Fitatın tane içerisinde bulunduğu kısım ve formu, fitat hidrolizi etkinliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bir hipoteze göre, tanenin ham selüloz içeriği yüksek olan dış çeperinde bulunan, çözünmeyen globoid kristal yapısındaki fitin, tanenin germ kısmında bulunan ve baskın olarak çözünebilen yapıda olan fitinle karşılaştırıldığında sindirilebilirliği nispeten düşüktür (Maenz 2001). Elektron mikroskobu altında fitin,

çoğunlukla protein yapıları içerisinde çözünmeyen globoid kristal yapılar şeklinde görünmektedir. Globoid kristallerin büyüklüğü protein yapıları üzerindeki divalent katyonlar:potasyum oranına bağlıdır. Bu oran divalent katyonlar lehine ise çözünmeyen kristaller daha büyük yapıdadır (Lott ve ark 1985). Soya fasulyesi gibi baklagil tanelerinde potasyum düzeyinin yüksek olmasına bağlı olarak daha küçük yapıda olan kristaller oluşmaktadır. Çünkü fitik asit baskın olarak potasyuma bağlanarak çözünebilen formda fitin oluşturmaktadır (Lott ve Ockenden 1986). Bu çözünebilen fitin, protein yapıları içerisinde serbest olarak dağılmış halde fitin-protein bileşiklerini oluşturur. Fitinin tohumda lokalize olduğu bölge ve diğer besin maddeleriyle yaptığı kimyasal bileşikler bu besin maddelerinden yararlanımı etkilemektedir.

1.1.4. Fitatın Etkileri

1.1.4.1. Mineral yararlanımı üzerine etkileri

Sindirilemeyen fitik asitin mineral yararlanımını azalttığı bilinmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, fitat multivalent katyonlarla bileşikler oluşturabilmekte ve bazik ortamlarda ve nötr pH'da çözünmeyen bileşikler oluşmaktadır. Bu bileşikler sindirim ve emilime karşı dirençli yapıdadır ve sonuç olarak rasyondaki mineral içeriği hayvan açısından yararlanılabilir olmaktan uzaklaşmaktadır (Maenz 2001).

Nielsen ve ark (1966)'a göre, şelasyon kapasitesine sahip bazı bileşiklerin bitkisel kökenli yemlerle beslenen hayvanların rasyonlarına katılmasının mineral yararlanımını artırdığı, EDTA gibi şelatör maddelerin Zn bakımından yetersiz rasyonlara katılmasının piliçlerde gelişmeyi artırıcı etki gösterdiği ve Zn yetersizliği belirtilerini önlediği bildirilmektedir. Yarışmalı şelasyon mekanizması mineral yararlanımını artırabilmektedir. Bu mekanizmada şelatörler serbest mineralleri bağlamakta ve böylece çözünmeyen fitat bileşiklerini oluşturabilecek mineral düzeyi azalmaktadır. Bu mineral-şelatör bileşikleri çözünebilen formdadırlar ve bağırsaklardan doğrudan emilebilmektedirler ya da

bağladıkları mineralleri serbest bırakarak ince bağırsaktaki villus epitellerinden emilimini sağlamaktadırlar (Maenz 2001).

1.1.4.2. Protein sindirimi üzerine etkileri

Fosfat gruplarıyla yüklü fitik asitler proteinlerin terminal amino gruplarıyla ya da protein moleküllerindeki lizin ve arjinin kalıntılarının serbest amino gruplarıyla elektrostatik bağlantılar oluşturabilmektedir. Buna ek olarak, fitat-mineral-protein bileşikleri multivalent katyonların, fitat molekülü üzerindeki fosfat grupları ile proteinlerin terminal karboksil grupları veya protein molekülündeki aspartat ve glutamat kalıntıları üzerindeki serbest karboksil grupları arasında köprü oluşturmalarıyla şekillenebilir (Rao ve Reddy 2007). Fitata bağlı protein, intestinal pasajda proteaz etkinliğinden daha az etkilenmektedir. Buna ek olarak sindirim kanalı içerisindeki fitata bağlı proteinler ve mineraller sindirim enzimlerinin etkinliğini bozucu etkiye sahiptir.

Yapılan birçok araştırma, fitik asitin *in vitro* protein sindirilebilirliğini düşürdüğünü bildirmektedir. Chitra ve ark (1995) soya fasulyesi türlerinde fitik asit içeriğiyle protein sindirilebilirliği arasında negatif korelasyon bulunduğunu bildirmiştir. Camovale ve ark (1998) baklagil tanelerinde fitik asit-protein etkileşimlerinin protein sindirilebilirliğini azalttığını belirtmiştir. Etlik piliçlerde tam defitinizasyon yapılmış mısır ve soya fasulyesi küspesine dayalı rasyonlarla beslemede sindirilen protein miktarının %12–29 oranında arttığı belirlenmiştir (Zyla ve ark 1995).

Bir hipoteze göre fitatın protein sindirilebilirliği üzerine olan etkisi, rasyondaki bitki türüne ve mineral düzeyine göre değişkenlik gösterebilmektedir. Açıkça görülmektedir ki, fitat ile mineral ve proteinler arasındaki etkileşimler ve bunların protein sindirimi üzerine olan etkileri oldukça karmaşıktır ve bu konuda daha birçok araştırma yapılması gerekmektedir (Maenz 2001).

1.1.4.3. Çevresel etkileri

Amerika Birleşik Devletleri'nde tarımsal uygulamalar, su kalitesi üzerine olumsuz etki yapan etmenler içerisinde başı çekmektedir (Parry 1998). Yaklaşık olarak nehirlerin %60'ı ve göllerin %50'sinin tarımsal uygulamalar tarafından olumsuz yönde etkilendiği bildirilmiştir. Tarımsal uygulamalarda gübre olarak kullanılan hayvan dışkıları P kirliliği oluşmasında birincil kaynaklardır (Daniel ve ark 1998). Entansif yetiştiricilik yapılan bölgelerde topraktaki P düzeyini artırmak amacıyla hayvan dışkısının gübre olarak kullanılması sonucu topraktaki ürünün gereksinim duyduğu P kapasitesinin üzerine çıkılabilmekte ve topraktaki gereksinim fazlası P yeraltı sularıyla göl ve nehirlere geçmektedir. Bu kirlenmenin temel nedenlerinden birisi de yoğun yetiştiricilik yapılan bölgeler ile temiz su kaynaklarının bulunduğu bölgelerin oldukça yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Hollanda'da N, P ve K kirliliklerinin oluşmasının nedeninin en az %80'inin hayvancılık olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle Hollanda'da gübre olarak hayvan dışkısı kullanılmasına yasal olarak sınırlamalar getirilmiştir (de Boer ve ark 1997).

Sindirilmeyen iP dışkıdaki birincil P kaynağıdır. Yapılan çalışmalar, rasyonlarda bulunan iP 'un düzeyinin azaltılmasının hayvansal atıklar yolu ile toprak ve su kaynaklarındaki P birikimini azaltmada etkili olabileceğini göstermektedir. Dahası, domuz dışkısındaki P düzeyinin azaltılması ve çevresel olarak duyarlı kabul edilmeyen yerlerde gübre olarak kullanılmasının ekonomik olarak yararlar sağlayabileceği bildirilmektedir (Maenz 2001). Bosch ve ark (1998) dışkıdaki P düzeyinin azaltılması ve ürünün gereksinim duyduğu P düzeyinde tarım alanlarında hayvansal gübre uygulanmasının ürün maliyetini düşürdüğünü bildirmiştir. Paik (2003) yaptığı araştırmada yP gereksiniminin 1 g/kg altında beslenen etlik piliçlerde rasyona 500 FTU/kg düzeyinde fitaz enzimi katılmasının dışkı yoluyla iP atılımını %29,6 oranında azalttığını ve etlik piliçlerde performans parametrelerinin etkilenmediğini ortaya koymuştur.

1.1.5. Kanatlı Rasyonlarında Kullanılan Bazı Yem Maddelerinde Bulunan iP , fP ve Fitaz Etkinliği Düzeyleri

Fitat düzeyi buğdaygil tanelerinde %0,06–2,22, buğdaygil yan ürünlerinde ve protein kaynağı yemlerde %0,08–6 arasında bulunmaktadır (Reddy 2002). Buğdaygil taneleri (mısır, arpa, buğday, yulaf) ve baklagil taneleri gibi rasyonlarda sık kullanılan yem maddelerinde fitat düzeyi oldukça benzerlik göstermektedir ve bu düzey yaklaşık olarak yem kuru maddesinin %0,25'i kadardır. Genellikle yağlı tohum küspelerinde fitat düzeyi daha yüksektir. Örneğin soya fasulyesi küspesinde %0,39, kolza küspesinde %0,70, pamuk tohumu küspesinde %0,84 ve ayçiçeği küspesinde %0,89'dur. Pirinç embriyo ve perikarpında fitat en yoğun düzeyde bulunmaktadır (Maenz 2001). Kahverengi pirinçte bulunan P'un en az %80'i ve işlenmiş pirinçte bulunan P'un en az %40'ı fP 'u şeklinde bağlıdır (Puminn 2003). Son araştırmalarda, Reddy (2002) parlatılmış pirincin tüm tahıllar içerisinde en az düzeyde (< %0,25) fitat içerdiğini bildirmiştir. Pirinç kepeği tüm tahıl kepekleri içerisinde en yüksek P düzeyine sahiptir ve bunun %90'ı fitat formundadır (Puminn 2003).

Fitat molekülü %28,2 oranında P kapsar ve tohum temeline dayalı kanatlı yemlerinin ana P kaynağıdır. Fitin, tohum şeklindeki yem maddelerinde bulunan P'un yaklaşık olarak %50–80'ini yapısında barındırmaktadır (Ravindran ve ark 1995). Bitkisel kaynaklı yem maddelerinden oluşturulan kanatlı rasyonlarında, eğer fP fitat molekülünden ayrılarak iP haline dönüşürse rasyondaki P düzeyi hayvanın gereksinimlerini karşılayabilmektedir. Genellikle, rasyonda bir takım değişiklikler yapılmazsa fP 'nin büyük bir kısmı değerlendirilememekte ve iP kaynaklarının rasyona katılmaması durumunda hayvanın gereksinim duyduğu P düzeyi karşılanamamaktadır. Bu nedenle fitin çoğunlukla antinutrisyonel faktör olarak değerlendirilmektedir. Çünkü fitatın yemlerde bulunan mineral katyonlarını bağlayıcı özelliği bulunmaktadır ve oluşan bu fitat-mineral bileşiğinin bir kısmı veya tamamı hayvanlar tarafından değerlendirilememektedir (Pallauf ve Rimbach 1997).

NRC (1994) tarafından yP gereksiniminin 0–3 haftalık etlik civcivlerde %0,45, 3–6 haftalık piliçlerde %0,35, 6–8 haftalık piliçlerde ise %0,30 düzeyinde olduğu

bildirilmektedir. Kanatlı rasyonlarında kullanılan bazı bitkisel kaynaklı yem maddelerinde bulunan tP ve fP düzeyleri ile fitaz etkinliği düzeyleri Çizelge 1’de görülmektedir.

Çizelge 1. Kanatlı rasyonlarında kullanılan bazı bitkisel kaynaklı yem maddelerinin tP , fP ve fitaz etkinliği düzeyleri (Eechout ve De Paepe 1994)

Yemler	tP (%)	fP (%)	tP (% tP)	Fitaz etkinliği (FTU/kg)
Tane Yemler				
Çavdar	0,36 0,35-0,36	0,22 0,20-0,23	61 56-66	5130 4132-6127
Tritikale	0,37 0,35-0,40	0,25 0,22-0,28	67 61-70	1688 1475-2039
Buğday	0,37 0,31-0,38	0,22 0,19-0,27	67 61-78	1193 915-1581
Arpa	0,37 0,34-0,39	0,22 0,20-0,24	60 55-62	582 408-882
Mısır	0,28 0,25-0,35	0,19 0,16-0,26	68 61-77	15 0-46
Yulaf	0,36 0,33-0,40	0,21 0,16-0,28	59 48-78	42 0-108
Sorgum	0,27 0,20-0,33	0,19 0,14-0,24	70 61-76	24 0-76
Bezelye	0,38 0,36-0,40	0,17 0,13-0,21	45 36-53	116 36-183
Soya fasulyesi (ısıtılmış işlem uygulanmış)	0,57 0,55-0,59	0,26 0,23-0,28	46 39-51	55 0-188
Yemlik bezelye (ısıtılmış işlem uygulanmış)	0,50	0,23	46	81
Lupen	0,25	0,05	20	0
Yan Ürünler				
Buğday kepeği (ince)	0,95 0,88-1,03	0,72 0,60-0,81	76 68-84	4601 3485-5345
Buğday kepeği (ince, pelet)	1,01 0,88-1,17	0,78 0,62-0,88	77 62-82	2573 1206-4230
Yemlik buğday unu	0,56 0,26-0,91	0,39 0,15-0,64	70 56-76	3350 1007-4708
Buğday kepeği (kaba)	1,16 1,03-1,36	0,97 0,77-1,27	84 75-93	2957 1180-5208
Malt çimi (pelet)	0,60 0,52-0,73	0,01 0-0,05	2 0-7	877 605-1174
Mısır kepeği	0,90 0,86-0,96	0,19 0,17-0,21	21 20-24	385 141-850
Pirinç kepeği	1,71 1,37-1,74	1,10 1,08-1,11	64 62-66	122 108-135
Mısır gluten yemi	0,87 0,63-1,10	0,47 0,35-0,54	54 44-62	48 0-177
Mısır gluten yemi (pelet)	0,89 0,75-0,99	0,52 0,40-0,60	58 53-61	5 0-15
Mısır embriyosu (ekstrakte)	0,65	0,42	65	16
Yemlik mısır unu	0,23 0,22-0,24	0,14 0,12-0,16	61 55-67	5 3-6
Yemlik mısır unu (ABD)	0,50 0,45-0,55	0,27 0,20-0,36	54 44-65	37 0-78
Yemlik pirinç unu	0,32	0,23	72	0
Pirinç kepeği (ekstrakte)	1,89 1,57-2,21	0,79 0,69-1,07	42 31-54	45 0-145
Buğday gluten yemi	0,78 0,71-0,87	0,56 0,44-0,69	71 39-90	25 0-150

Yemler	tP (%)	tP (%)	tP (% tP)	Fitaz etkinliği (FTU/kg)
Küspeler				
Yer fıstığı küspesi (ekstrakte, pelet)	0,68 0,65-0,70	0,32 0,30-0,34	47 46-49	3 0-8
Hindistan cevizi küspesi (ekspeller)	0,53 0,47-0,58	0,18 0,14-0,20	34 30-39	24 0-80
Keten tohumu küspesi (ekspeller)	0,75 0,73-0,78	0,42 0,39-0,43	55 52-58	5 0-12
Keten tohumu küspesi (ekstrakte)	0,82	0,47	57	41
Kolza küspesi (ekstrakte)	1,12 1,07-1,17	0,40 0,34-0,48	36 32-41	16 0-36
Hurma çekirdeği küspesi (ekspeller)	0,59 0,55-0,62	0,39 0,33-0,41	66 60-71	37 0-91
Ayçiçeği küspesi (ekstrakte, pelet)	1,00 0,86-1,28	0,44 0,32-0,51	44 35-47	62 0-185
Soya fasulyesi küspesi %44 HP (ekstrakte)	0,66 0,61-0,71	0,35 0,33-0,39	53 46-57	40 0-120
Soya fasulyesi küspesi %48 HP (ekstrakte)	0,61 0,59-0,62	0,32 0,28-0,33	52 46-56	8 0-20
Soya fasulyesi küspesi %50 HP (ekstrakte)	0,71 0,67-0,73	0,38 0,37-0,40	54 51-56	31 0-149

1.2. Fitaz Enzimi

1.2.1. Fitaz Enziminin Yapısı ve Etkinliği

Fitazlar (*myo-inositol heksakisfosfat hidrolazlar*) fosfat ester bağlarını hidrolize eden fosfataz enzimlerdir (Angel ve ark 2002). Glikoprotein yapısında olan bu enzimlerin molekül ağırlıkları $1,6-1,8 \times 10^5$ Da arasında değişmektedir (Alçiçek ve ark 1995). Fitazlar fitat molekülüne bağlı olan bir veya daha fazla fosfat grubunu hidrolize ederek iP ve daha düşük fosforik esterler açığa çıkarır (Harland ve Morris 1995, Ahmad ve ark 2000, Onyango ve ark 2005).

Fitat molekülündeki inositol halkası üzerinde farklı pozisyonlarda defosforilasyon gerçekleştirmesi ve daha düşük inositol fosfatlardan farklı izomerler oluşturması nedeniyle 3-fitazlar (*EC 3.1.3.8*) ve 6-fitazlar (*EC 3.1.3.26*) olmak üzere iki farklı tip fitazdan söz edilmektedir (Liu ve ark 1998, Selle ve Ravindran 2007). 3-fitazlar fitat molekülünün

üçüncü pozisyonundan defosforilasyon başlatmakta ve *1,2,4,5,6-pentakisfosfat* ve iP açığa çıkarmaktadır. 6-fitazlar ise fitat molekülünün altıncı pozisyonundan defosforilasyon başlatmakta ve *1,2,3,4,5-pentakisfosfat* ve iP açığa çıkarmaktadır. Fitatın fitaz enzimi ile hidrolizi sırasında fosfat grupları basamaklar halinde ayrılmakta ve bağırsaklardan emilime hazır hale gelmektedirler (Pointillart 1994). 3-fitazlar fitat molekülünü tam olarak defosforile edemezler fakat 6-fitazlar bu işlemi tam olarak gerçekleştirebilmektedirler (Wodzinski ve Ullah 1996).

Mikrobiyel fitazlar için uygun pH 2–6 arasına iken bitkisel fitazlar için uygun pH 5 civarındadır (Wodzinski ve Ullah 1996).

Fitaz etkinliğini tanımlamak amacıyla FTU, FYT, PU ve U olmak üzere kullanılan dört kısaltma bulunmaktadır. Bir ünite fitaz etkinliği, 37 °C’de pH 5,5’de 5,1 mmol Na-fitat solüsyonundan dakikada 1 μ mol iP açığa çıkaran miktar olarak tanımlanır (Kornegay 2001, Rao ve Reddy 2007, Selle ve Ravindran 2007).

Fitat molekülünün hidrolizi sonucu molekülün mineral bağlama kapasitesi zayıflamakta ve daha kolay çözünebilen bileşikler haline dönüşmektedir. Fitaz enziminin fitat molekülü üzerine olan etkileri sonucu rasyonla alınan minerallerin yararlanımı önemli ölçüde artmaktadır, bu nedenle fitaz enzimi beslenme açısından önem taşımaktadır (Maenz 2001).

1.2.2. Fitaz Enziminin Kaynakları

Hayvanlarda sindirim kanalında bulunan fitazların dört farklı kaynağı bulunmaktadır;

- 1- Yem maddeleri içerisinde bulunan bitkisel fitazlar,
- 2- Rasyona dışarıdan yem katkı maddesi olarak katılan mikrobiyel fitazlar,
- 3- Sindirim kanalı mikroflorası tarafından sentezlenen fitazlar,
- 4- Bağırsak mukozası tarafından sentezlenen intestinal fitazlar (Angel ve ark 2002).

3-fitazlar mikroorganizmalar tarafından sentezlenirken, 6-fitazlar bitkilerde bulunmaktadır (Angel ve ark 2002). Bununla birlikte bu genel görüşün tersi bilgiler de bulunmaktadır. Örneğin, soya fasulyesinde 3-fitaz enzimi, *Escherichia coli* ve *Peniophora lycii*'de 6-fitaz enziminin bulunduğu bildirilmektedir (Greiner ve ark 2000, Onyango ve ark 2005, Selle ve Ravindran 2007).

Ticari fitaz preparatları çeşitli mikroorganizmalardan elde edilmektedirler. Günümüzde ticari fitaz preparatlarına fitaz şifreli gen orijinli *Aspergillus niger*'den elde edilen fitaz enzimi temel oluşturmaktadır (Dvorakova 1998).

1.2.2.1. Bitkisel fitazlar

Yem maddelerinde bulunan bitkisel fitazlar kanatlılarda fitat fosforundan yararlanımı artırmaktadır (Palluf ve Rimbach 1997). Bitkilerdeki fitaz etkinliği bitki türlerine göre değişiklikler göstermektedir. Buğday, çavdar, tritikale ve arpada yüksek düzeylerde fitaz enzimi bulunmaktadır (Eeckhout ve De Paepe 1994, Viveros ve ark 2000, Selle ve Ravindran 2007) ve enzim özellikle tanenin kepek kısmında yoğunlaşmıştır (Alçiçek ve ark 1995, Pointillart 1994). Bu bitkilerin tanelerinin çeşitli varyetelerinde fitaz etkinliği geniş ölçüde çeşitlilik göstermektedir (Nys ve ark 1996). Mısır, pamuk tohumu ve soya fasulyesi küspesinde ise fitaz etkinliği düşük düzeydedir (Alçiçek ve ark 1995, Pointillart 1994, Eeckhout ve De Paepe 1994).

Bitkisel fitaz etkinliği için en uygun sıcaklık 47–55 °C, en uygun pH derecesi ise 4,0–6,0'dır (Alçiçek ve ark 1995, Pointillart 1994). Bitkisel kaynaklı fitazlar, yemlerin işlenmesi esnasında uygulanan sıcaklık (Wodzinski ve Ullah 1996), sindirim kanalının üst kısmında bulunan düşük pH ve mideden salgılanan pepsin enzimi etkisi ile etkisizleşebilmektedir (Phillippy 1999). Peletleme sıcaklığının 75 °C'nin üzerine olması fitaz etkinliğini düşürmektedir (Hughes ve Soares 1998). Fakat bu durum enzimin formu ve tipine bağlı olarak değişmektedir (Maenz 2001). Bitkisel kaynaklı fitazların çeşitliliği ve stabilitesinin düşük olması rasyonlarda güvenilir enzim kaynakları olarak kullanılmasını sınırlandırmaktadır (Angel ve ark 2002).

1.2.2.2. Mikrobiyel fitazlar

Fitik asit üzerine doğrudan hidrolitik etki gösteren enzimler çeşitli mikroorganizmalar tarafından üretilirler. Dvorakova (1998) 29 adet mantar, bakteri ve maya türünün fitaz enzimi üretimi gerçekleştirdiğini bildirmiştir. Listelenen bu 29 türün 21 tanesi ekstraselüler fitaz enzimi üretmektedir. Filamentöz mantar türlerinden olan *Aspergillus niger* yüksek düzeyde etkinliğe sahip ekstraselüler fitaz enzimi üretmektedir (Volfova ve ark 1994). Günümüzde ticari fitaz preparatlarının büyük bir çoğunluğu fitaz şifreli gen kaynaklı *Aspergillus niger*'den elde edilmektedir (Maenz 2001).

Aspergillus niger var. ficuum'dan elde edilen enzim, fitaz çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Van Hartingsveldt ve ark (1993) *Aspergillus niger var. ficuum*'da en uygun pH'sı 5,0 olan tek enzim etkinliğinin var olduğunu bildirmişlerdir. Fakat sonra yapılan bir araştırma ile belirlenen ikincil fitaz için en uygun pH'nın 2,5 olduğu, pH 5,0'de etkinlik göstermediği ortaya konulmuştur (Ullah ve Phillippy 1994). pH 5,0'de etkinlik gösteren enzim *phyA*, pH 2,5'te etkinlik gösteren enzim ise *phyB* olarak adlandırılmıştır (Maenz 2001, Angel ve ark 2002).

Mikrobiyel kaynaklı ekstraselüler fitaz enzimleri çoğunlukla termostabil özelliktedirler. *Aspergillus niger var. ficuum*'dan elde edilen *phyA*'nın aşamalı olarak ortam sıcaklığının yükseltilerek fitaz etkinliğinin incelendiği bir çalışmada *phyA* için en uygun koşullar olan pH 5,0'a ve ortam sıcaklığı 58 °C'ye kadar yükseldiğinde fitat hidrolizi düzeyinin aşamalı olarak artış gösterdiği ve saniyede her bir mol fitazın 216 mol P açığa çıkardığı ortaya konmuştur. Bununla birlikte ortam sıcaklığı daha da artırıldığında enzim etkinliğinde hızlı bir düşüş gözlenmiş, 68 °C'de hidrolitik aktivite tespit edilememiştir (Ullah ve Gibson 1987). Enzimin bu sıcaklığa gösterdiği duyarlılık nedeniyle yemlerin işlenmesi sırasında uygulanan ısı ile inaktive olmaması için rasyonlara bu enzimin katkısı ısı işlemlerden sonra yapılmalıdır (Maenz 2001).

Termostabil fitaz etkinliği *Bacillus sp. DS11* (Kim ve ark 1998) ve *Aspergillus fumigatus* (Pasamontes ve ark 1997) türlerinde tespit edilmiştir. *Aspergillus fumigatus*'tan elde edilen fitazın enzim etkinliği oldukça geniş pH aralığında etkinlik gösterebilmektedir

ve 100 °C'de 20 dk veya 90 °C'de 120 dk süresince hidrolitik etkinliğini koruyabilmektedir (Pasamontes ve ark 1997). *Aspergillus fumigatus*'tan elde edilen fitaz enzimi, peletleme sırasında hidrolitik etkinliğinin azalmaması nedeniyle ticari açıdan önem taşımaktadır (Maenz 2001).

Mikrobiyel enzimlerin gastrointestinal sistemde hidrolitik aktivite gösterebilmesi için uygun pH ortamı bulunduğu gibi gastrointestinal proteolitik enzimlere karşı dirençli olmaları nedeniyle mikrobiyel kaynaklı fitazların bitkisel kaynaklı fitazlara oranla rasyonlarda yem katkısı olarak kullanılması çok daha uygun olmaktadır (Angel ve ark 2002).

1.2.2.3. Sindirim kanalı mikroflorası tarafından sentezlenen fitazlar

Sindirim kanalı mikroflorasını oluşturan mikroorganizmaların fitat fosforundan yararlanma konusunda yetenekli oldukları bildirilmiştir. Fakat kanatlılarda bu yararlanımın etkisi üzerinde yeterli çalışma yapılabilmiş değildir. Araştırmacılar bu etkinin minimal düzeyde olduğunu belirtmektedirler (Angel ve ark 2002).

1.2.2.4. İntestinal fitaz

İnce bağırsak yüzey epitelinin mikrovillus (*brush-border*) membranı üzerinde bulunan intestinal fitazın hidrolitik etkinliği bitkisel ve mikrobiyel fitazlardan farklı şekilde gerçekleşmektedir. İntestinal fitaz enzimi, membranın üzerini saran sıvı katman içerisinde bağırsak mikroflorası ile birlikte hafif asidik ortamda (pH 6,0) bulunmaktadır (Lucas 1983). Sıvı katmanın pH'sı en uygun intestinal fitaz etkinliğine uygun durumdadır ve bu pH düzeyi fitaza dirençli fitat-mineral bileşikleri oluşması için gerekli pH düzeyinin altındadır. İntestinal fitat hidrolizinin etkinliğinin, sıvı katman içerisindeki enzimin düzeyine ve substrat üzerindeki bağlanma noktalarına enzim erişimine bağlı olduğu bildirilmektedir (Maenz 2001). Etlik piliçlerde ve yumurta tavuklarında mukozal fitaz

etkinliği en yüksek düzeyde duodenumda bulunmaktadır ve ince bağırsağın daha alt kısımlarına inildikçe enzim etkinliği baskılanarak azalmaktadır (Maenz ve Classen 1998).

1.2.3. Sindirim Kanalında Fitaz Etkinliğini Etkileyen Etmenler

1.2.3.1. Mineraller

Yapılan birçok araştırma P sindirilebilirliği üzerine rasyonda bulunan mineral içeriğinin etkili olduğunu göstermektedir. Yumurta tavuklarında yapılan bir araştırmada (Scheideler ve Sell 1987) rasyonda bulunan Ca miktarının artmasının P sindirilebilirliğini azalttığı bildirilmiştir. Muhtemelen Ca gibi multivalent katyonlarının yoğunluğunun artması fitaz hidrolizine dirençli fitin-mineral kristallerinin oluşumunu artırmaktadır (Maenz 2001). Mohammed ve ark (1991) etlik piliç rasyonundaki Ca düzeyinin %1'den %0,5'e düşürülmesinin P sindirilebilirliğini %15 oranında artırdığını belirlemişlerdir. Ballam ve ark (1984) benzer şekilde piliç rasyonunda Ca düzeyinin %1'den %0,85'e düşürülmesinin P sindirilebilirliği üzerine olumlu etki oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Hayvansal veya bitkisel kaynaklı yem maddelerinde bağlı bulunan mineraller endojen kaynaklı fitaz etkinliği üzerinde olumsuz etki yapabilmektedir. Genellikle, Ca:fitat oranının 2:1'den büyük olduğu durumlarda intestinal fitat sindirilebilirliğinin azaldığı bildirilmiştir (Wise 1983).

Yapılan *in vitro* alışmalar mikrobiyel fitazların fitat hidrolizi üzerine minerallerin olumsuz etki gösterdiğini ortaya çıkarmaktadır. Maenz ve ark (1999) nötr pH'da minerallerin mikrobiyel fitazların fitat hidrolizini baskılama düzeyine göre sırasıyla $\text{Zn} \gg \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Fe} > \text{Ca} > \text{Mg}$ şeklinde sıralandığını bildirmiştir. pH'nın düşmesi minerallerin fitat hidrolizini baskılama düzeylerini azaltmaktadır. pH'nın düşmesiyle fitat üzerinde bulunan zayıf asit fosfat gruplarındaki mineraller serbest kalmakta ve fitaza dirençli mineral-fitat bileşikleri fitaza karşı duyarlı hale dönüşmektedir (Maenz 2001).

Diğer *in vitro* çalışmalar minerallerin hayvansal fitaz etkinliği üzerine çeşitli etkileri olduğunu göstermektedir. Maenz ve Classen (1998) 25 mM MgCl₂ katılmasının piliçlerde intestinal fitaz etkinliğini iki katına çıkardığını bildirmişler ve Zn yoğunluğu 1 mM'un üzerinde olduğunda ise piliçlerde intestinal fitaz etkinliğinin önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir.

1.2.3.2. pH

Mide ile bağırsakların pH düzeyleri karşılaştırıldığında, midedeki ortamın asidik yapıda olması nedeniyle bitkisel veya mikrobiyel fitazların hidrolitik etkinliğinin midede gerçekleştiği düşünülmektedir (Selle ve Ravindran 2007). Tek mideli hayvanlarda midedeki düşük pH zayıf asidik fitat gruplarını protonlaştırmakta ve fitat molekülü fitaz etkinliğine daha duyarlı duruma gelmektedir. Yem alındıktan sonra fitatın kısmi protonlanmış hidrolize dirençli yapısı, mide veya kursakta hidrolize duyarlı hale gelmektedir. Fitaz etkinliği için uygun pH değeri yaklaşık olarak 5'tir ve bu pH düzeyi fitaz etkinliğine dirençli mineral-fitat bileşiği oluşması için gerekli düzeyin altındadır. İnce bağırsağın üst kısımlarında içeriğin pH'sı yükselmekte ve bu durum fitaz etkinliğine dirençli mineral-fitat bileşiklerinin yeniden oluşmasına uygun ortam hazırlamaktadır (Maenz 2001). *In vitro* olarak 0,5 M Ca pH 5,0'de mikrobiyel fitaz etkinliğini baskılayamamakta, ortamın pH'sı 7,5'e yükseltildiğinde ise 0,005 M Ca fitaz etkinliğini tamamen baskılamaktadır (Maenz ve ark 1999).

1.2.3.3. Sıcaklık, süre, nem ve içeriğin karışması

Enzimatik tepkimenin oranı sindirim kanalındaki içeriğin fiziksel durumundan etkilenmektedir. *In vitro* mikrobiyel fitaz etkinliği, enzimin en uygun sıcaklık düzeyi olan 55 °C'nin altında bulunan vücut ısısında yarıdan daha aza düşmektedir (Ullah ve Gibson 1987). Bitki tohumlarının ham selüloz içeriği yüksek kısımlarında bulunan çözünmeyen fitat-mineral bileşiklerinde enzim etkinliğinin gerçekleşebilmesi için içeriğin yüksek

düzeyde su ile uzun süre bulamaç halinde karışması gerekmektedir. Özellikle ince ve kalın bağırsaktaki içeriğin fiziksel durumu sindirim kanalındaki fitaz etkinliğini sınırlayıcı özelliğe sahiptir (Maenz 2001).

1.3. Etlik Piliç Rasyonlarına Fitaz Enzimi Katkısı

Günümüzde etlik piliç yetiştiriciliğinde rasyona fitaz katkısı ile ilgili yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda fitazın çeşitli verim parametreleri ve besin madde sindirilebilirlikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Brenes ve ark (2003), yaptıkları çalışmada farklı düzeylerde γ P kapsayan (2,5 ve 3,5 g/kg) etlik piliç rasyonlarına farklı düzeylerde (0, 200, 400 ve 600 FTU/kg) fitaz enzimi katkısının çeşitli verim parametreleri, tibia ve karaciğer ağırlıkları, tibiada ham kül düzeyi ile tibia ve plazmada P, Ca, Mg ve Zn yoğunluklarını araştırmışlardır. Fitaz katkısının canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, tibia normal ve görelî ağırlığı, karaciğer ağırlığı, tibia kül düzeyi, tibia P, Ca ve Zn yoğunlukları ile plazma P, Mg ve Zn yoğunluklarını istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0,001$) artırdığı belirlenmiştir.

Üç farklı düzeyde γ P içeren (%0,45, 0,38 ve 0,31) etlik piliç rasyonlarına fitaz katkısının (0, 500 FTU/kg) 0–50. günler arasında etkilerinin incelendiği bir çalışmada, bütün grupların 0–20. günler arasında verim parametrelerinin (canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı) fitaz enzimi katkısından etkilenmediği bildirilmiştir (Karimi 2006).

Mısır-soya fasulyesi küspesi temeline dayalı rasyonlarla beslenen 90 adet bir günlük etlik piliçler üzerinde 4 hafta süresince yapılan bir çalışmada (Ahmad ve ark 2000), γ P düzeyi yeterli (4,5 g/kg) ve yetersiz rasyonlar oluşturularak fitaz enzimi katkısının etkileri incelenmiştir. Canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve tibia kül düzeyinin γ P düzeyi yeterli ve fitaz enzimi kapsayan rasyonla beslenen hayvanlarda diğer gruplara nazaran daha yüksek

($P<0,05$) olduğu, fitaz enzimi katkısının tibia Ca ve P yoğunluklarını artırdığı ortaya konulmuştur.

Yu ve ark (2004) tarafından yapılan çalışmada, yetersiz düzeyde (%0,35) yP içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde fitaz enzimi katkısının (750 FTU/kg), fitaz katkısı yapılmayan ve yP bakımından yetersiz rasyonla beslenen etlik piliçlere göre canlı ağırlık artışı üzerinde önemli ($P<0,05$) düzeyde etkisi olduğu belirtilmiştir.

Onyango ve ark (2005) tarafından sekiz günlük etlik piliçler ile iki hafta yapılan (8–22. günler arası) yapılan çalışmada yeterli (7,7 g/kg) ve yetersiz (3,9 g/kg) düzeyde yP içeren rasyonlara farklı düzeylerde iP (0,75 ve 1,50 g/kg) ve fitaz enzimi (500 ve 1000 FTU/kg) katkısının etkileri incelenmiştir. Fitaz içeren ve içermeyen deneme grupları karşılaştırıldığında fitaz enzimi katılmasının her iki grup için canlı ağırlık ($P<0,05$), yem tüketimi ($P<0,01$) ve tibia ham kül düzeyi ($P<0,01$) üzerine artırıcı etkilerinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Etlik piliçlerde 21–42. günler arasında yürütülen bir çalışmada, mısır-soya fasulyesi küspesi temeline dayalı izokalorik ve izonitrojenik rasyonlara farklı düzeylerde fitaz enzimi katkısının (0, 0,5, 1,0, 1,5 g/kg) canlı ağırlık artışı ve yem tüketimini artırdığı ($P<0,01$), en yüksek sonuçların 1,5 g/kg fitaz enzimi katkısı yapılan grupta belirlendiği bildirilmiştir (Ahmed ve ark 2004).

Zanini ve Sazzad (1999) 0–3 haftalık etlik civcivlerde yaptıkları çalışmada, rasyona 500 FTU/kg fitaz enzimi katkısının canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranı ve yem tüketimini etkilemediğini, tibia da Ca ve Zn düzeylerini ise yükselttiğini ($P<0,05$) belirtmişlerdir.

Huff ve ark (1998) tarafından yapılan bir çalışmada yüksek düzeyde yararlanılabilir P içeren (HAPC: High Available Phosphorus Corn) mısıra dayalı rasyonla beslenen etlik piliçlerde fitaz katkısının etkinliği incelenmiştir. Rasyona katılan 500 FTU/kg fitaz enziminin deneme sonu (49. gün) canlı ağırlıklarını önemli düzeyde ($P<0,05$) artırdığı bildirilmiştir.

Dilger ve ark (2004) tarafından mikrobiyel fitaz etkinliğinin değerlendirilebilmesi için yapılan çalışmada iki ayrı deneme yürütülmüştür. Deneme 1’de 8–21. günler arasında erkek etlik civcivlerde yetersiz düzeyde yP içeren (1,2 g/kg) rasyonlara farklı düzeylerde (500 ve 1000 FTU/kg) fitaz enzimi katkısı yapılmış ve canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ile tibia kül düzeyinde önemli ($P<0,05$) derecede artış gözlenmiştir. Deneme 2’de ise 1–42. günler arasında erkek etlik piliçlerde farklı düzeylerde (500, 750 ve 1000 FTU/kg) ve farklı kaynaklardan elde edilen fitaz enzimi katkısının performans üzerine etkileri incelenmiş ve enzim katkısının canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve tibia kül düzeyi üzerine önemli ($P<0,05$) derecede etkisi olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre 750 FTU/kg düzeyinde fitaz enzimi katkısının incelenen parametreler üzerinde en etkili sonuçları verdiği ortaya konmuştur.

Yapılan bir çalışmada (Onyango ve ark 2004), rasyonda yeterli (7,7 g/kg), yetersiz (5,1 g/kg) ve aşırı yetersiz (4,0 g/kg) P kapsayan etlik piliç rasyonlarına farklı kaynaklardan elde edilen mikrobiyel fitaz enzimi katkısının (1000 FTU/kg) etkileri incelenmiş, farklı kaynaklardan elde edilen fitazlar arasında fark gözlenmeksizin kemik mineral düzeyinin ve serum P düzeyinin fitaz enzimi katılması ile önemli ($P<0,05$) ölçüde arttığı ortaya konmuştur.

Etlik piliç rasyonlarına mikrobiyel fitaz katkısının mineral yararlanımı üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Viveros ve ark 2002), farklı düzeylerde yetersiz yP içeren rasyonlar oluşturulmuş ve 500 FTU/kg düzeyinde fitaz enzimi katkısı yapılmıştır. Enzim katkısının deneme süresince canlı ağırlık artışını olumlu yönde ($P<0,05$) etkilediği, yem tüketim düzeyini ise çalışmanın ilk 3 haftasında artırdığı belirlenmiştir. Yemden yararlanma oranı ise fitaz enzimi katkısından etkilenmemiştir. Fitaz enzimi katkısı ile tibia ağırlığı, tibia ham kül, Mg ve Zn düzeylerinin arttığı ($P<0,05$), görelî karaciğer ağırlığının ise azaldığı ($P<0,05$) bildirilmiştir. Plazma P düzeyinin yükseldiği ($P<0,0001$), Ca ve Mg düzeyinin ise azaldığı ($P<0,0001$ ve $P<0,05$), Zn düzeyinin ise fitaz enzimi katkısından etkilenmediği ortaya konmuştur.

Pirinç kepeğinde bulunan iP ’dan yararlanımı ve verim özelliklerine etkisini ele alan bir çalışmada (Ukil 1999), rasyona fitaz enzimi katkısının pirinç kepeği kapsayan ve yP

düzeyi düşük rasyonla beslenen etlik piliçler ile yP düzeyi yeterli olan rasyonlarla beslenen hayvanlarda verim özelliklerinin benzer bulunduğu bildirilmiştir.

Conte ve ark (2003) yaptıkları çalışmada, pirinç kepeği kapsayan etlik piliç rasyonlarına farklı düzeyde fitaz enzimi (0, 400, 800, 1200 FTU/kg) katkısının performans ve kemik özelliklerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın 21. ve 42. günü elde edilen verilerde canlı ağırlık ve yem tüketimi değerleri fitaz enzimi katkısı ile önemli düzeyde arttığı, yemden yararlanma oranının ise etkilenmediği gözlenmiştir. Rasyondaki fitaz enzimi düzeyi ile kemik ham kül ve P düzeyinin doğrusal olarak artış gösterdiği, Zn, Fe, Mn ve Cu düzeylerinin ise etkilenmediği bildirilmiştir.

Adrızal ve Sell (1996) yağsız pirinç kepeği kapsayan etlik piliç rasyonlarına fitaz ve ksilanaz enzimlerinin katılmasının performans üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmada, %22,5 düzeyinde yağsız pirinç kepeği kapsayan etlik piliç rasyonuna 665 FTU/kg düzeyinde fitaz enzimi katılmasının tibia ham kül düzeyini etkilemediğini ortaya koymuşlar, bu düzeyde yağsız pirinç kepeğinin rasyona iP ve yağ katkısı ile sorunsuz şekilde kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Perney ve ark (1993) yaptıkları çalışmada farklı düzeylerde iP içeren etlik piliç rasyonlarına farklı düzeylerde fitaz enzimi katılmasının etkilerini araştırmışlardır. Canlı ağırlık artışı ve yem tüketiminde görülen artışın rasyonda bulunan iP düzeyine bağlı olduğunu ve fitaz enziminin etkisi olmadığını ortaya koymuşlardır. Fitaz katkısının tibia ham kül düzeyi ve plazma P düzeyini artırdığını ($P<0,01$) belirtmişlerdir.

Broz ve ark (1994) yaptıkları çalışmada, iP kaynağı içermeyen etlik piliç rasyonlarına farklı düzeylerde fitaz enzimi (125, 250 ve 500 FTU/kg) katılmasının etkisini incelemişler ve canlı ağırlık artışı ile yem tüketiminin fitaz enzimi katılan gruplarda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada rasyona fitaz enzimi katılmasıyla tibia ham kül düzeyi ve plazma iP düzeyleri yükselmiş, iP'undan yararlanımın artmasıyla dışkıyla atılan P düzeyi önemli ($P<0,05$) ölçüde azalmıştır.

Farklı Zn düzeyleri içeren ve yP düzeyi yetersiz etlik piliç rasyonlarına değişik düzeylerde fitaz enzimi (0, 500, 1000 ve 1500 FTU/kg) katılmasının incelendiği bir araştırmada, fitaz enzimi katkısının canlı ağırlık artışını ve yem tüketimini önemli ($P<0,05$) ölçüde artırdığı bildirilmiştir (Cufadar ve Bahtiyarca 2004).

Yüksek düzeyde (%10) pirinç kepeği kapsayan mısır-soya fasulyesi küspesine dayalı etlik piliç rasyonunda peletleme ve fitaz enzimi (280 FTU/kg) katılmasının etkilerinin incelendiği araştırmada, fitaz enzimi katılmasının canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranlarını önemli ($P<0,01$) düzeyde artırdığı, fitaz etkinliğinin peletleme işleminden (85 °C) etkilenmediği saptanmıştır (Ribeiro ve ark 2003).

Mısır kaynakları ve mısırın partikül büyüklüğünün rP üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Kasim ve Edwards 2000), partikül büyüklüğünün rP yararlanılabilirliği üzerine artırıcı ($P<0,05$) etkisinin olduğu, rasyona katılan fitaz enziminin (600 FTU/kg) ise rP yararlanımı üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Partikül büyüklüğü ile fitaz enziminin karşılıklı interaksiyon oluşturmadığı ortaya konmuştur.

Bu araştırmada mineral P kaynağı içermeyen etlik civciv rasyonuna fitaz enzimi katılmasının etlik civcivlerde performans (canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma ve ölüm oranları), karkas randımanı, bazı iç organ ağırlıkları, tibia ağırlığı ve ham kül düzeyi ile serumda ve tibiada P, Ca, Mg ve Zn yoğunlukları üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

Araştırmada mineral P kaynağı içermeyen etlik civciv rasyonuna (0–21. günler arası) fitaz enzimi katkısının canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, karkas randımanı, karaciğer, kalp, dalak ağırlıkları, serumda iP, Ca, Mg ve Zn düzeyleri ile tibia ağırlığı ile ham kül düzeyi, P, Ca, Mg ve Zn düzeyleri ve ölüm oranı üzerine olan etkileri incelendi.

2.1. Gereç

Araştırmada kullanılan hayvan ve yem gereçleri hakkında bilgiler aşağıda verilmektedir.

2.1.1. Hayvan

Araştırmada hayvan materyali olarak özel bir tavukçuluk işletmesinden alınan toplam 375 adet günlük Ross 308 erkek etlik civciv kullanıldı.

2.1.2. Yem

Araştırmada izelge 2’de verilen rasyonlar kullanıldı. Denemede kullanılan tüm rasyonlara P içeriği yüksek bir yem maddesi olan pirinç kepeği %14,79 oranında katılarak toplam P miktarının gereksinim düzeyinin üzerinde olması sağlandı.

yP gereksinimini (%0,45) sağlayabilmek için dikalsiyum fosfat katılan rasyon (+) **kontrol grubunu**, dikalsiyum fosfat katılmayan rasyon (-) **kontrol grubunu** ve dikalsiyum fosfat katılmayıp fitaz enzimi katkısı yapılan rasyon **deneme grubunu** oluşturdu.

Dikalsiyum fosfatın katılmadığı (-) kontrol ve deneme gruplarında gereksinim duyulan Ca düzeyi kireç taşının oranının artırılması ile sağlandı, enerji ve protein düzeyinin tüm rasyonlarda aynı olması için (-) kontrol ve deneme grubu rasyonlarına kum katıldı.

Deneme grubu rasyonuna **Kavimix® Natuphos 500 G** isimli ticari fitaz enzimi (500 FTU/kg rasyon) katıldı. Fitaz enzimi, etlik civcivlerin bir haftada tüketebilecekleri yeme azdan çoğa doğru n karışımlar yapılarak 0, 7 ve 14. günlerde karıştırıldı.

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan rasyonların bileşimi

Yem maddesi (%)	(+) Kontrol grubu	(-) Kontrol grubu	Deneme grubu
Mısır	42,39	42,39	42,39
Soya fasulyesi küspesi (%48 HP)	29,57	29,57	29,57
Pirinç kepeği	14,79	14,79	14,79
Mısır gluteni	4,93	4,93	4,93
Bitkisel yağ	4,53	4,53	4,53
Kireç taşı	1,42	2,55	2,55
Dikalsiyum fosfat	1,77	-	-
Kum	-	0,64	0,54
Metiyonin	0,15	0,15	0,15
Tuz	0,25	0,25	0,25
Vitamin-mineral karması ¹	0,20	0,20	0,20
Fitaz ²	-	-	0,10
Hesapla bulunan			
ME, kcal/kg	3050,00	3050,00	3050,00
HP (%)	22,78	22,78	22,78
Ca (%)	1,00	1,00	1,00
P (%)	0,89	0,57	0,57
P _y (%)	0,45	0,13	0,13
Metiyonin (%)	0,55	0,55	0,55
Lizin (%)	1,12	1,12	1,12
Metiyonin+sistin (%)	0,90	0,90	0,90

*⁽¹⁾“**Kavimix® VM Broiler**” ticari isimli vitamin-mineral karmasının 2,0 kg’ında, 15 000 000 IU A vitamini, 5 000 000 IU D₃ vitamini, 100 000 mg E vitamini, 5 000 mg K₃ vitamini, 3 000 mg B₁ vitamini, 6 000 mg B₂ vitamini, 5 000 mg B₆ vitamini, 30 mg B₁₂ vitamini, 25 000 mg niasin, 12 000 mg kalsiyum-D-pantotenat, 1 000 mg folik asit, 200 mg D-biotin, 100 000 mg C vitamini, 105 000 mg mangan, 84 000 mg demir, 84 000 mg çinko, 9 000 mg bakır, 1 000 mg iyot, 200 mg kobalt, 180 mg selenyum, 1 040 mg molibden bulunmaktadır.

*⁽²⁾“**Kavimix® Natuphos 500 G**” isimli ticari fitaz enzimi preparatında 500 000 FTU/kg fitaz enzimi bulunmaktadır.

2.2. Yöntem

Araştırmada kullanılan deneysel ünite ve yöntem hakkında bilgiler aşağıda verilmektedir.

2.2.1. Deneme Deseni ve Süresi

Deneme deseni Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Deneme deseni

Gruplar	Fitaz (FTU/kg)	P_v (%)
(+) Kontrol	0	0,45
(-) Kontrol	0	0,13
Deneme	500	0,13

Mineral P katkısı içermeyen etlik civciv rasyonuna fitaz enzimi katkısının ele alındığı denemede, her birinde 125 adet erkek etlik civciv bulunacak şekilde bir (+) kontrol, bir (-) kontrol ve bir deneme grubu oluşturuldu. Kontrol grupları ve deneme grubu için her birinde 25 adet civciv bulunan beşer alt grup düzenlendi. Deneme yerinde kontrol grupları ve deneme grubu için her üç gruptan birer alt grup bulunacak şekilde beş blok oluşturuldu. Kanat bandı takılarak numaralandırılan civcivler tek tek tartılarak gruplar arasında ağırlık farkı olmayacak şekilde alt gruplara rasgele dağıtıldı.

Araştırma Veteriner Fakültesi Kanatlı Araştırma Biriminde yürütüldü. Deneme 21 gün (0–21. günler arası) sürdürüldü.

2.2.2. Deneme Hayvanlarının Bakımı

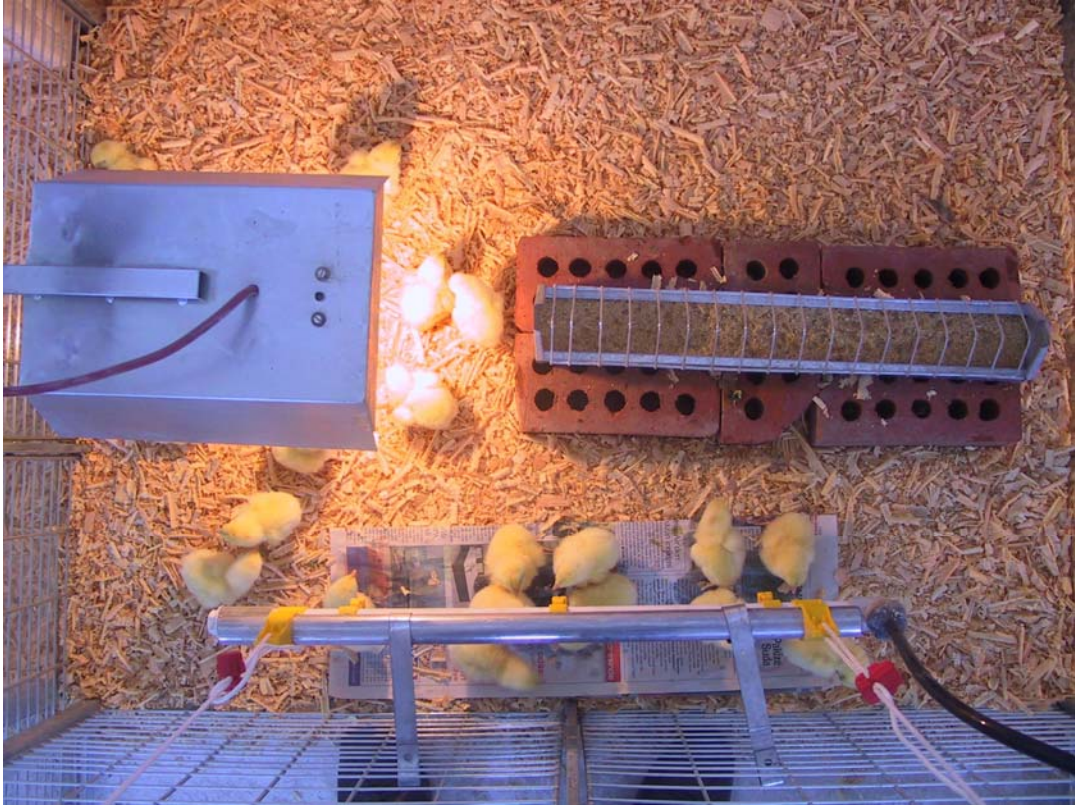
Civcivler her biri 150x110 cm ebatlarında olan ve içinde deneme süresince aynı konumda ve sayıda ısıtıcı, yemlik, suluk bulunan ve büyüme sürecine uygun olarak genişletilebilen altlıklı yer bölmeleri içinde barındırıldı (Resim 1 ve 2).

Araştırmada altlık olarak odun talaşı kullanıldı. Aydınlatma günde 24 saat devamlı olacak şekilde gündüz gün ışığı, gece ise normal ampullerle sağlandı. Ortamın ısıtılmasında termostatlı elektrikli ısıtıcılardan yararlanıldı. İlk hafta ortam sıcaklığının 33 ± 2 °C olmasına özen gösterildi ve ortam sıcaklığı her hafta 2 °C azaltılarak 29 ± 2 °C'ye düşürüldü. Kümeste gece ve gündüz arasında sıcaklık farkının oluşmamasına özen gösterildi.

Hayvanların yemleme işleminde 0–10. günler arasında oluklu metal civciv yemlikleri, 10–21. günler arasında ise askılı plastik yemlikler kullanıldı. Damlalıklı sulama sistemi ile günlük olarak taze su ad libitum verildi. Yemlikler ve suluklar büyüme periyoduna paralel olacak şekilde yükseltildi. Kullanılan su şehir şebekesinden karşılanarak su depolarına alınmış ve düzenli olarak klorlama işlemi yapıldı. Deneme süresince ölümler günlük olarak nedenleri ile kaydedildi.



Resim 1. Deneme ünitesinin görünümü



Resim 2. Grupların konulduğu bölmenin görünümü

2.2.3. Araştırma Rasyonlarının Hazırlanması

Araştırmada kullanılan karma yemler, yem hammaddelerinin özel bir yem fabrikasından temin edilmesinden sonra, Veteriner Fakóltesi Kanatlı Araştırma Biriminde hazırlandı. Denemede kullanılan yem katkı maddeleri hayvanlara birer haftalık gereksinimlerini karşılayacak miktardaki yeme azdan çoęa doğru ön karışımlar yapılarak elle karıştırıldı.

2.2.4. Karma Yemlerin Ham Besin Madde Miktarlarının Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan konsantre yem karmalarının ham besin madde miktarları Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakóltesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarında AOAC (1990)'de bildirilen metotlara göre belirlendi.

2.2.5. Canlı Ağırlık ve Ağırlık Artışlarının Belirlenmesi

Hayvanlar denemenin başlangıcında, 7, 14 ve 21. günlerde tek tek tartılarak canlı ağırlıkları belirlendi. Tartımlar 0,01 grama duyarlı terazi (Scaltec SBP 52, Germany) ile yapıldı. Tartımlar arasındaki farktan canlı ağırlık artışları hesaplandı.

2.2.6. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi

Araştırmanın 7, 14 ve 21. günlerinde yemliklerde kalan yem miktarı, o hafta içerisinde her alt gruba verilen toplam yem miktarından çıkartılarak her alt grubun bir hafta

içerisinde tükettiği yem miktarı bulundu. Bu miktar mevcut hayvan sayısına bölünerek hayvan başına yem tüketimleri, alt gruplar ve grupların ortalamaları olarak hesaplandı.

Hayvanların deneme başlangıcından itibaren iki tartım aralığında tükettikleri ortalama yem miktarı, yine bu iki tartım aralığında belirlenen ortalama canlı ağırlık artışına bölünerek yemden yararlanma oranları hesaplandı.

2.2.7. Kesim İşlemi

Denemenin 21. gününde tüm hayvanlar bireysel olarak tartılmış ve her gruptan 15 hayvan rasgele ayrıldı. Kesim işlemi için ayrılan hayvanlar kanat bant numaraları yazılarak tartıldı.

Kesim işlemi; piliçlerin başlarının kesilip ayrılması, makine ile tüylerinin yolunması, ayaklarının ayrılması, iç organların çıkartılması, yenilebilir iç organların ayrılması (dalak, karaciğer ve kalp) şeklinde tamamlandı.

2.2.8. Sıcak Karkas Randımanının Belirlenmesi

Karkaslar kesim işlemi tamamlandıktan hemen sonra tartılarak sıcak karkas ağırlığı belirlendi. Sıcak karkas ağırlığı kesim ağırlığına bölünerek sıcak karkas randımanı aşağıdaki eşitlikle hesaplandı:

$$\text{Sıcak karkas randımanı, \%} = \frac{\text{Sıcak karkas ağırlığı (g)}}{\text{Kesim ağırlığı (g)}} \times 100$$

2.2.9. Karaciğer, Kalp ve Dalak Ağırlıklarının Belirlenmesi

Her hayvana ait karaciğer, kalp ve dalak 0,01 grama duyarlı terazi ile tartılarak ağırlıkları belirlendi, 1000 g kesim ağırlığına oranlanarak görelî ağırlıkları hesaplandı.

2.2.10. Serumda iP , Ca, Mg ve Zn Düzeylerinin Belirlenmesi

Denemenin 21. gününde hayvanların kesimi esnasında her deneme grubundan 15 hayvandan kan alındıktan sonra kanlar santrifüj edilerek serumları ayrıldı. Serumlar analizler yapılana kadar $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de derin dondurucuda bekletildi. Kan serumlarında kit (Randox, iP :PH1016, Ca:CA590, Mg:MG531, Zn:ZN2341, Ardmore, United Kingdom) kullanılarak iP , Ca, Mg ve Zn düzeyleri spektrofotometrik (Shimadzu Corp. UV-1601, Australia) olarak belirlendi.

2.2.11. Tibiada Ağırlık ve Ham Kül Düzeylerinin Belirlenmesi

Kesim sırasında her gruptan rasgele alınan 15 hayvanın sol tibiası çıkartılarak çevre dokulardan temizlendikten sonra analizler yapılana kadar $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de bekletildi. Ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla tibialar kaynayan suda 30 dakika bekletildikten sonra kıkırdak dokuları ve kemik iliği uzaklaştırıldı. Daha sonra tibia örnekleri kurutma dolabında (Nüve FN 500, Türkiye) $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 12 saat bekletildi ve hassas terazide (0,0001 gram, Scaltec SBP 31, Germany) tartılarak ağırlıkları belirlendi.

Ham kül düzeylerinin belirlenmesinde ise kuru madde tayini yapılan tibialar değirmende öğütüldü, tartılarak porselen krozelere kondu, kül fırınında (Carbolite, England) $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de sekiz saat süreyle yakma işlemi uygulandıktan sonra hassas terazide tartıldı. Krozedeki kül miktarı yakma işlemi öncesi tartılan tibia ağırlıklarına oranlanarak ham kül düzeyleri hesaplandı.

2.2.12. Tibiada P, Ca, Mg ve Zn Düzeylerinin Belirlenmesi

Hayvanların kesimi esnasında her gruptan alınan 15 hayvanın sol tibiası çıkartılarak çevre dokularından temizlendikten sonra analizler yapılana kadar -20 °C'de bekletildi. Tibia örnekleri Şenel (1968)'in kemik külü tayini için bildirdiği yönteme göre hazırlandıktan sonra, elde edilen kemik küllerinde P ve Ca düzeyleri spektrofotometrik (Shimadzu Corp. UV-1601, Australia) olarak, Mg ve Zn düzeyleri ise atomik absorpsiyon spektrometrede (Varian SpectrAA 220 FS, Australia) belirlendi.

2.2.13. Ölüm Oranlarının Belirlenmesi

Çalışma süresince gerçekleşen ölümler kayıt edilerek haftalık olarak gruptaki toplam hayvan sayısına oranlandı.

2.2.14. İstatistik Analizler

İstatistik değerlendirmeler SPSS 11.5 (Inc., Chicago, II, USA) paket program kullanılarak yapıldı. Canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, karkas özellikleri, organ ağırlıkları, kan serumundaki P , Ca, Mg ve Zn düzeyleri, tibia ağırlığı ile tibiadaki kuru madde, ham kül ile P, Ca, Mg ve Zn düzeyleri bakımından grup ortalamaları arasındaki farklılıklar için Tek Yönlü Varyans Analizi, farkların önem kontrolü için Duncan Testi, ölüm oranı bakımından gruplar arası farklılık aranması için ise Ki-Kare Testi uygulandı (Duncan 1955, Özdamar 2004).

3. BULGULAR

Araştırmada kullanılan deneme rasyonlarının analiz yolu ile bulunan ham besin madde miktarları izelge 4’de verilmektedir.

Çizelge 4. Deneme rasyonlarının ham besin madde miktarları (%)

	(+) Kontrol grubu	(-) Kontrol grubu	Deneme grubu
Kuru madde	89,51	89,63	89,95
Ham protein	22,79	22,39	22,68
Ham yağ	9,36	9,34	9,48
Ham selüloz	3,96	4,07	3,88
Ham kül	6,54	6,79	6,11
Azotsuz z madde	46,86	47,04	47,80

Araştırma süresince gruplardan elde edilen ortalama canlı ağırlıklar izelge 5’de gösterilmektedir. 1., 2. ve 3. hafta sonunda canlı ağırlık değerleri (+) kontrol grubunda sırasıyla 121,53, 333,49 ve 656,35 g, (-) kontrol grubunda 93,74, 189,03 ve 323,86 g ve deneme grubunda 103,57, 242,58 ve 431,42 g olarak bulunmuş, her  haftada da grup ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P < 0,001$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Araştırma süresince gruplarda elde edilen ortalama canlı ağırlıklar (g)

Gruplar	tP (%)	yP (%)	Fitaz (FTU/kg)	n	Başlangıç $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	7. gün $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	14. gün $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	21. gün $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
(+) Kontrol	0,89	0,45	0	125	41,20±0,25	121,53±1,36 ^a	333,49±4,22 ^a	656,35±8,62 ^a
(-) Kontrol	0,57	0,13	0	125	41,28±0,26	93,74±0,94 ^c	189,03±3,53 ^c	323,86±11,11 ^c
Deneme	0,57	0,13	500	125	41,26±0,26	103,57±1,32 ^b	242,58±3,73 ^b	431,42±8,41 ^b
P					ÖD	***	***	***

ÖD: Önemli Değil

***: P<0,001

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05).

Grupların haftalara göre ortalama yem tüketimleri ve yemden yararlanma oranları Çizelge 6 ve 7’de verilmektedir. Deneme süresince (0–21. günler) ortalama yem tüketimi (+) kontrol grubunda 821,56 g, (–) kontrol grubunda 393,97 g ve deneme grubunda 562,56 g olarak belirlenmiş, her üç haftada da grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli (P<0,001) bulunmuştur. Bir kg canlı ağırlık artışı için tüketilen yem miktarı (+) kontrol grubunda 1,34 kg, (–) kontrol grubunda 1,50 kg ve deneme grubunda 1,44 kg olarak belirlenmiş, 0–7. ve 7–14. günler arasında yemden yararlanma oranları bakımından grup ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli (P<0,001) bulunmuş, 14–21. günler arasında ise grup ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir. Deneme süresince (0–21. gün) toplam yemden yararlanma oranları bakımından ise (+) kontrol grubu ile diğer gruplar arasında belirlenen farkın istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6. Grupların haftalara göre ortalama yem tüketimleri (g)

Gruplar	tP (%)	yP (%)	Fitaz (FTU/kg)	n	0–7. gün $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	7–14. gün $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	14–21. gün $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	0–21. gün $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
(+) Kontrol	0,89	0,45	0	5	98,46±1,00 ^a	295,45±0,77 ^a	427,65±3,08 ^a	821,56±3,41 ^a
(-) Kontrol	0,57	0,13	0	5	76,30±1,23 ^c	151,76±4,28 ^c	163,53±10,50 ^c	393,97±9,85 ^c
Deneme	0,57	0,13	500	5	84,73±0,62 ^b	211,67±5,56 ^b	267,30±17,39 ^b	562,56±21,56 ^b
P					***	***	***	***

ÖD: Önemli Değil

***: P<0,001

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05).

Çizelge 7. Grupların haftalara göre yemden yararlanma oranları (g yem / g canlı ağırlık)

Gruplar	ıP (%)	yP (%)	Fitaz (FTU/kg)	n	0–7. gün	7–14. gün	14–21. gün	0–21. gün
					$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$
(+) Kontrol	0,89	0,45	0	5	1,23±0,01 ^c	1,39±0,01 ^c	1,32±0,01	1,34±0,01 ^b
(–) Kontrol	0,57	0,13	0	5	1,46±0,03 ^a	1,78±0,06 ^a	1,29±0,07	1,50±0,03 ^a
Deneme	0,57	0,13	500	5	1,36±0,02 ^b	1,54±0,02 ^b	1,40±0,05	1,44±0,02 ^a
P					***	***	ÖD	**

ÖD: Önemli Değil

** : P<0,01

*** : P<0,001

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05).

Araştırmaya ait grupların ortalama karkas ağırlıkları ve karkas randımanları Çizelge 8’de verilmektedir. Elde edilen verilere göre her iki parametre için gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli (P<0,001) bulunmuştur. Karkas randımanı ise (+) kontrol, (–) kontrol ve deneme gruplarında sırası ile %61,45, 60,16 ve 60,19 olarak belirlenmiş ve grup ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önem taşımadığı belirlenmiştir.

Çizelge 8. Grupların ortalama kesim ve karkas ağırlıkları ile karkas randımanı değerleri

Gruplar	ıP (%)	yP (%)	Fitaz, (FTU/kg)	n	Kesim canlı	Sıcak karkas	Karkas
					ağırlığı (g)	ağırlığı (g)	randımanı (%)
					$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$
(+) Kontrol	0,89	0,45	0	15	704,60±15,64 ^a	433,31±11,16 ^a	61,45±0,42
(–) Kontrol	0,57	0,13	0	15	414,87±25,40 ^c	250,03±16,04 ^c	60,16±0,43
Deneme	0,57	0,13	500	15	493,73±19,92 ^b	297,78±13,31 ^b	60,19±0,65
P					***	***	ÖD

ÖD: Önemli Değil

*** : P<0,001

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05).

Araştırmanın sonunda (21. gün) değerlendirilen karaciğer, kalp ve dalak ağırlıkları ile bunların görece ağırlıkları (g/kg canlı ağırlık) Çizelge 9’da verilmektedir. Elde edilen bulgulara göre karaciğer ağırlıkları (+) kontrol, (–) kontrol ve deneme grubunda sırası ile 18,07, 11,71 ve 14,83 g olarak belirlenmiş ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önem (P<0,001) taşıdığı belirlenmiştir. Kalp ağırlıkları ise gruplarda sırası ile 4,99, 3,18 ve

3,92 g olarak belirlenmiş, gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Dalak ağırlıkları ise gruplarda sırası ile 0,59, 0,40 ve 0,51 g olarak belirlenmiş, gruplar arasında belirlenen farkın istatistiksel açıdan önem taşımadığı tespit edilmiştir.

Görelî karaciğer ağırlıkları (+) kontrol, (-) kontrol ve deneme gruplarında sırası ile 25,68, 28,92 ve 30,10 g olarak bulunmuş ve (+) kontrol grubu ile diğer grupların ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir. Kalp ve dalak görelî ağırlıklarında ise grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 9. Gruplardaki hayvanların ortalama karaciğer, kalp ve dalak ağırlıkları ile bunların görelî ağırlıkları

Gruplar	iP (%)	yP (%)	Fitaz, (FTU/kg)	n	21. gün (g)			21. gün (g/kg canlı ağırlık)		
					Karaciğer ağırlığı	Kalp ağırlığı	Dalak ağırlığı	Karaciğer ağırlığı	Kalp ağırlığı	Dalak ağırlığı
					$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
(+) Kontrol	0,89	0,45	0	15	18,07±0,46 ^a	4,99±0,17 ^a	0,59±0,05	25,68±0,46 ^b	7,07±0,15	0,83±0,06
(-) Kontrol	0,57	0,13	0	15	11,71±0,41 ^c	3,18±0,14 ^c	0,40±0,04	28,92±1,04 ^a	7,85±0,32	0,96±0,05
Deneme	0,57	0,13	500	15	14,83±0,75 ^b	3,92±0,29 ^b	0,51±0,09	30,10±1,05 ^a	7,83±0,30	1,01±0,13
P					***	***	ÖD	*	ÖD	ÖD

ÖD: Önemi Değil

*: $P<0,05$

***: $P<0,001$

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir ($P<0,05$).

Araştırmanın 21. gününde kesilen hayvanlardan alınan kan serumlarındaki iP, Ca, Mg ve Zn düzeyleri Çizelge 10'da verilmektedir. Serumdaki iP düzeyi bakımından (+) kontrol grubunda bulunan değerler daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve (+) kontrol grubu ile diğer grupların ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir. Serum Ca ve Mg düzeyleri ele alındığında (+) kontrol grubunda serum Ca ve Mg düzeylerinin diğer gruplardan daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiş ve (+) kontrol grubu ile (-) kontrol ve deneme grupları ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$ ve $P<0,01$) olduğu tespit edilmiştir. Serum Zn düzeyleri (+) kontrol grubunda 26,87 $\mu\text{mol/l}$, (-) kontrol grubunda 32,24 $\mu\text{mol/l}$ ve

deneme grubunda ise 27,96 $\mu\text{mol/l}$ olarak belirlenmiş, (+) kontrol ve (-) kontrol grupları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 10. Kan serumlarındaki $i\text{P}$, Ca, Mg ve Zn düzeyleri

Gruplar	$t\text{P}$	$y\text{P}$	Fitaz (FTU/kg)	n	$i\text{P}$ (mg/dl)	Ca (mg/dl)	Mg (mg/dl)	Zn ($\mu\text{mol/l}$)
	(%)	(%)			$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$
(+) Kontrol	0,89	0,45	0	15	9,91 \pm 0,37 ^a	8,73 \pm 0,25 ^b	2,27 \pm 0,10 ^b	26,87 \pm 1,05 ^b
(-) Kontrol	0,57	0,13	0	15	5,98 \pm 0,63 ^b	12,13 \pm 0,61 ^a	2,92 \pm 0,13 ^a	32,24 \pm 1,67 ^a
Deneme	0,57	0,13	500	15	5,80 \pm 0,46 ^b	11,69 \pm 0,55 ^a	3,06 \pm 0,24 ^a	27,96 \pm 1,74 ^{ab}
P					***	***	**	*

ÖD: Önemli Değil

*: $P<0,05$

** : $P<0,01$

***: $P<0,001$

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir ($P<0,05$).

Araştırmanın 21. gününde kesilen hayvanlardan alınan tibialara ilişkin bulgular Çizelge 11’de verilmektedir. Tibia ağırlıkları bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Tibia kuru madde düzeyi bakımından (+) kontrol grubunun diğer gruplardan daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve (+) kontrol grubu ile diğer gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önem ($P<0,01$) taşıdığı belirlenmiştir. Tibia ham kül düzeyleri bakımından ise gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) bulunmuştur.

Tibia kuru maddesindeki P, Ca, Mg ve Zn düzeyleri ele alındığında, P düzeyleri (+) kontrol grubunda %9,53, (-) kontrol grubunda %6,77 ve deneme grubunda %7,28 olarak belirlenmiş, (+) kontrol grubu ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) olarak değerlendirilmiştir. Ca ve Mg düzeylerinin (+) kontrol grubunda diğer gruplardan daha yüksek olduğu tespit edilmiş, (+) kontrol grubu ile diğer grupların ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir. Zn düzeyleri açısından gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önem taşımadığı belirlenmiştir.

Tibia ham külünde bulunan P, Ca, Mg düzeyleri ele alındığında, her üç mineral bakımından da gruplardan elde edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemsiz olarak değerlendirilmiştir. Zn düzeyleri (+) kontrol grubunda 692,64 ppm, (-) kontrol grubunda 930,26 ppm ve deneme grubunda 820,22 ppm olarak tespit edilmiş, gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P < 0,001$) bulunmuştur.

Çizelge 11. Tibialarda ağırlık, kuru madde, ham kül ve P, Ca, Mg, Zn düzeyleri

Gruplar	tP (%)	yP (%)	Fitaz, (FTU/kg)	n	Ağırlık (g)	Kuru madde (%)	Ham kül (%)	
					$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	
(+) Kontrol	0,89	0,45	0	15	1,39±0,05 ^a	95,07±0,10 ^a	53,29±0,67 ^a	
(-) Kontrol	0,57	0,13	0	15	0,70±0,04 ^c	94,45±0,21 ^b	39,13±1,03 ^c	
Deneme	0,57	0,13	500	15	0,88±0,04 ^b	94,19±0,23 ^b	42,31±1,19 ^b	
P					***	**	***	
Kuru maddede								
Gruplar	tP (%)	yP (%)	Fitaz, (FTU/kg)	n	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	Zn (ppm)
					$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$
(+) Kontrol	0,89	0,45	0	15	9,53±0,21 ^a	16,64±0,62 ^a	0,60±0,01 ^a	386,89±14,32
(-) Kontrol	0,57	0,13	0	15	6,77±0,31 ^b	13,15±0,49 ^b	0,48±0,02 ^b	383,23±12,21
Deneme	0,57	0,13	500	15	7,28±0,26 ^b	13,95±0,51 ^b	0,50±0,01 ^b	366,97±13,04
P					***	***	***	ÖD
Ham külde								
Gruplar	tP (%)	yP (%)	Fitaz, (FTU/kg)	n	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	Zn (ppm)
					$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$
(+) Kontrol	0,89	0,45	0	15	17,07±0,44	29,80±1,22	1,08±0,03	692,64±27,46 ^c
(-) Kontrol	0,57	0,13	0	15	16,31±0,55	31,75±0,99	1,16±0,03	930,26±31,93 ^a
Deneme	0,57	0,13	500	15	16,24±0,42	31,09±0,80	1,12±0,02	820,22±26,16 ^b
P					ÖD	ÖD	ÖD	***

ÖD: Önemli Değil

** : $P < 0,01$

*** : $P < 0,001$

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir ($P < 0,05$).

Araştırma süresince hayvanlarda herhangi bir hastalık belirtisi gözlenmemiştir. Araştırma süresince gruplardaki ölüm oranları Çizelge 12'de gösterilmektedir. 1., 2. ve 3. hafta sonunda ölüm oranları (+) kontrol grubunda sırasıyla %2,40, 0,00 ve 0,00, (-) kontrol grubunda %0,80, 15,30 ve 13,30 ve deneme grubunda %0,80, 0,00 ve 1,60 olarak tespit

edilmiştir. Gruplardaki toplam ölüm oranları ise (+) kontrol grubunda %2,40, (-) kontrol grubunda %27,20 ve deneme grubunda ise %2,40 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 12. Araştırma süresince gruplardaki ölüm oranları (%)

Gruplar	tP (%)	yP (%)	Fitaz (FTU/kg)	n	0-7. gün	n	7-14. gün	n	14-21. gün	n	0-21. gün
(+) Kontrol	0,89	0,45	0	125	2,40	122	0,00	122	0,00	125	2,40
(-) Kontrol	0,57	0,13	0	125	0,80	124	15,30	105	13,30	125	27,20
Deneme	0,57	0,13	500	125	0,80	124	0,00	124	1,60	125	2,40
χ^2					ÖD		***		***		***

ÖD: Önemli Değil
***: P<0,001

4. TARTIŞMA

4.1. Canlı Ağırlık

Araştırma süresince grupların 7., 14. ve 21. günlerinde yapılan tartımlarında elde edilen ortalama canlı ağırlık değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) bulunmuştur (Çizelge 5). Araştırma sonunda en yüksek canlı ağırlık ortalaması (+) kontrol grubunda saptanmış olup, bunu sırası ile deneme ve (-) kontrol grupları izlemiştir. Diğer bir anlatımla (+) kontrol grubuna göre canlı ağırlık ortalamaları deneme ve (-) kontrol gruplarında sırası ile %34,27 ve %50,66 oranında azalmıştır.

Elde edilen bulgulara göre gereksinim düzeyinin (%0,45) altında yP içeren rasyonlarla beslemenin canlı ağırlık üzerinde olumsuz etkisi olduğu ve yP düzeyi düşük rasyonlara fitaz enzimi katkısının canlı ağırlık üzerinde olumlu etki yaptığı saptanmıştır.

Cabahug ve ark (1999) farklı düzeylerde rP (2,9, 3,7 ve 4,4 g/kg) içeren, yeterli ve yetersiz düzeylerde yP (4,5 ve 2,3 g/kg) içeren rasyonlara 0, 400 ve 800 FTU/kg olacak şekilde fitaz enzimi katkısı yaptıkları çalışmada, fitaz enzimi katkısının canlı ağırlık üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) düzeyde olduğunu, bu etkinin yP düzeyi düşük rasyonlarda daha belirgin şekilde ortaya çıktığını bildirmişlerdir. İki farklı düzeyde yP (2,5 ve 3,5 g/kg) içeren rasyonlara farklı düzeylerde (0, 200, 400 ve 600 FTU/kg) fitaz enzimi katkısının etlik piliçlerde canlı ağırlık üzerine önemli ($P<0,001$) düzeyde olumlu etkisi olduğu ve bu etkinin 200 FTU/kg düzeyinde en belirgin şekilde ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Brenes ve ark 2003). Yu ve ark (2004) tarafından yapılan çalışmada, yP bakımından yetersiz etlik piliç rasyonuna 750 FTU/kg düzeyinde fitaz enzimi katılmasının,

fitaz enzimi katılmayan gruba göre canlı ağırlık üzerine önemli ($P<0,05$) düzeyde etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Midilli ve ark (2003) tarafından yapılan çalışmada rasyonlara 300, 500 ve 700 FTU/kg düzeyinde fitaz enzimi katkısı yapılmış ve canlı ağırlık bakımından tüm haftalarda ve deneme sonunda (42. gün) gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Tüm gruplar içerisinde en yüksek canlı ağırlık 500 FTU/kg fitaz enzimi katkısı yapılan gruptan elde edilmiştir. Benzeri şekilde, araştırmadan elde edilen bulgular bazı araştırmacıların (Broz ve ark 1994, Sebastian ve ark 1996, Cabahug ve ark 1999, Sohail ve Roland 1999, Ahmad ve ark 2000, Viveros ve ark 2002, Dilger ve ark 2004, Onyango ve ark 2005) yetersiz düzeyde γ P içeren rasyonlara fitaz enzimi katkısının canlı ağırlık üzerine olumlu etki yaptığını bildiren çalışmaları ile uyum içerisinde.

Bununla birlikte γ P bakımından yetersiz rasyonlara fitaz enzimi katkısının canlı ağırlık üzerine etkisi olmadığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Perney ve ark (1993) yaptıkları çalışmada, artan düzeylerde γ P (0,21, 0,29, 0,37 ve 0,44 g/kg) içeren rasyonlara fitaz enzimi katılmasının etkilerini incelemişlerdir. Rasyondaki γ P düzeyindeki artışın canlı ağırlık üzerine önemli ($P<0,05$) düzeyde etki gösterdiği, farklı düzeylerde fitaz enzimi katkısının (250, 500 ve 750 FTU/kg) ise canlı ağırlık üzerinde etkisi olmadığını araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. İki farklı enerji düzeyinde (11,72 ve 12,55 MJ ME/kg) ve 4 g/kg γ P içeren rasyonlara 500 FTU/kg düzeyinde yapılan fitaz enzimi katkısının canlı ağırlık üzerine etkisi olmadığı ortaya konmuştur (Zanini ve Sazzad 1999). Düşük γ P (3,4 g/kg civciv, 2,6 g/kg piliç rasyonunda) içeren rasyonlara farklı düzeylerde Zn (40, 100 ve 160 mg/kg) ve fitaz enzimi (0, 500, 1000 ve 1500 FTU/kg) katılmasının incelendiği bir çalışmada, fitaz enzimi katılmasının (1500 FTU/kg) canlı ağırlığı az da olsa artırdığı fakat bu artışın önemli düzeyde olmadığı ortaya konmuştur (Cufadar ve Bahtiyarca 2004).

4.2. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma

Araştırma süresince (0–21. günler) ortalama yem tüketimleri (+) kontrol grubunda 821,56 g, (–) kontrol grubunda 393,53 g ve deneme grubunda 562,56 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Ortalama yem tüketimleri bakımından grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Bir kg canlı ağırlık artışı için tüketilen yem miktarı (+) kontrol grubunda 1,34 kg, (–) kontrol grubunda 1,50 kg ve deneme grubunda 1,44 kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 7). Bir başka deyişle bir kg canlı ağırlık artışı için tüketilen yem miktarı (+) kontrol grubuna oranla deneme grubunda %7,46 ve (–) kontrol grubunda %11,94 oranında artmıştır. İlgili parametre açısından ilk iki haftada (0–14. günler) yemden yararlanma oranları fitaz katkısı ve rasyonda bulunan yP düzeyinden önemli ($P<0,001$) düzeyde etkilenmiş, üçüncü haftada (14– 21. günler) ise grup ortalamaları arasında farklılık gözlenmemiştir. Deneme süresince (0–21. günler) ortalama yemden yararlanma oranları bakımından ise (+) kontrol grubu ile diğer grupların ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre yetersiz düzeyde yP içeren rasyonlarla beslemenin yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı üzerinde olumsuz etkisi olduğu ve yP düzeyi düşük rasyonlara fitaz enzimi katkısının yem tüketimi üzerine olumlu etki yaptığı saptanmıştır.

Elde edilen bulgular bazı araştırmacıların bildirişleriyle uyum içerisindedir. Yapılan bir çalışmada (Karimi 2006) yP düzeyi yetersiz etlik piliç rasyonuna 500 FTU/kg fitaz enzimi katkısı yapılmasının 21–42. günler arasında yem tüketimini önemli ($P<0,05$) düzeyde artırdığı, deneme süresince yemden yararlanma oranının fitaz enzimi katkısından etkilenmediği tespit edilmiştir. Farklı düzeylerde fitaz enzimi katkısı (0, 200, 400 ve 600 FTU/kg) yapılan yP bakımından yetersiz rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde 0–21. günler arasında yem tüketiminin önemli ($P<0,01$) düzeyde arttığı, fakat yemden yararlanma oranının etkilemediği bildirilmiştir (Brenes ve ark 2003). Qian ve ark (1997) etlik civcivlerde 0–21. günler arasında yaptıkları çalışmada, değişik oranlarda Ca:P (1,1:1, 1,4:1, 1,7:1, 2,1:1) içeren rasyonlara farklı düzeylerde fitaz enzimi (0, 300, 600 ve 900 FTU/kg) ve D_3 vitamini (66, 660, 6600 $\mu\text{g}/\text{kg}$) katılmasının etkilerini incelemişler ve fitaz enzimi katkısının bütün Ca:P oranlarında ve D_3 vitamini düzeylerinde yem tüketimi

üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) düzeyde olduğunu, yemden yararlanma oranının ise etkilenmediğini ortaya koymuşlardır.

Buna karşın, rasyona fitaz enzimi katkısının yem tüketimini ve yemden yararlanma oranını artırdığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Dilger ve ark (2004) tarafından yapılan çalışmada, 0–14. günler arasında yP (1,2 g/kg) bakımından yetersiz rasyonlarla beslenen etlik civcivlerde rasyona fitaz enzimi katılmasının (500 ve 1000 FTU/kg) yem tüketimi ve yemden yararlanma oranlarını önemli ($P<0,01$) derecede artırdığı bildirilmiştir. Midilli ve ark (2003) 300, 500 ve 700 FTU/kg düzeyinde fitaz enzimi katkısının performans üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, grupların deneme sürecindeki yem tüketimleri incelendiklerinde en yüksek yem tüketimini rasyonlarına 500 FTU/kg ve 700 FTU/kg fitaz enzimi katılan deneme gruplarında ($P<0,01$, $P<0,001$) gözlemlemiştir. Aynı araştırmacılar 500 FTU/kg fitaz enzimi katılan deneme grubunda, her iki kontrol grubundan (pozitif kontrol ve negatif kontrol) daha iyi yemden yararlandığını saptamışlardır. Rasyonlarına ek olarak yP kaynağı katılan kontrol grubu ile fitaz enzimi katılan deneme gruplarının yemden yararlanma oranlarının, negatif kontrol grubundan istatistiksel olarak daha olumlu yönde etkilendiği ($P<0,001$) görülmüştür. Rasyonlarına fitaz enzimi katılan deneme grupları arasında ise yemden yararlanma oranları açısından önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. Simons ve ark (1990) mikrobiyel fitaz enzimi içeren yP düzeyi düşük rasyonla beslenen etlik piliçlerde büyüme hızı ve yemden yararlanmanın, kontrol rasyonu (düşük yP) tüketenlerden daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Yetersiz yP içeren rasyonlara üç farklı düzeyde (500, 1000, 1500 FTU/kg) fitaz enzimi katılmasının yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları bakımından kontrol grubuna göre etkisinin olumlu yönde ve önemli düzeyde ($P<0,01$) olduğu, fitaz enzimi katılan gruplar arasında ise fitaz enzimi düzeyine bağlı olarak artış şekillendiği, fakat bu artışın önemsiz düzeyde olduğu ortaya konulmuştur (Cufadar ve Bahtiyarca 2004). Ahmed ve ark (2004), rasyona 0,5, 1,0 ve 1,5 g/kg düzeyinde fitaz enzimi katkısının deneme sonunda (42. gün) elde edilen veriler bakımından yem tüketimini önemli düzeyde etkilediğini, yemden yararlanma oranındaki artışın ise 28. ve 35. günde yalnız 1,0 ve 1,5 g/kg fitaz enzimi katkısı yapılan gruplarda şekillendiğini, bu iki grup arasında belirtilen günlerde yemden yararlanma oranı açısından fark oluşmadığını bildirmişlerdir.

4.3. Karkas Randımanı

Araştırmaya ait grupların ortalama karkas ağırlıkları ve karkas randımanları Çizelge 8'de verilmektedir. Gruplardaki 21. gün kesim canlı ağırlıkları (+) kontrol, (-) kontrol ve deneme gruplarında sırası ile 704,60, 414,87 ve 493,73 g, karkas ağırlıkları ise 433,31, 250,03 ve 297,78 g olarak belirlenmiştir. Diğer bir deyişle (+) kontrol grubuna göre karkas ağırlıkları (-) kontrol grubunda %42,30 ve deneme grubunda %31,28 oranında azalmıştır. Buna göre her iki parametre için bütün gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P < 0,001$) bulunmuştur. Karkas randımanı ise (+) kontrol, (-) kontrol ve deneme gruplarında sırası ile %61,45, 60,16 ve 60,19 olarak belirlenmiş ve gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Araştırmadan elde edilen bulgular, yetersiz düzeyde yP içeren rasyonlara fitaz enzimi katkısının karkas randımanı üzerine etkisinin olmadığını bildiren çalışmalar (Huytgebaert 1996, Vetesi ve ark 1998, Scheideler ve Ferket 2000, Attia ve ark 2003) ile uyum içerisindedir. Puminn (2003) farklı düzeylerde pirinç kepeği (%0, 15 ve 25) kapsayan rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde normal koşullarda ve sıcak stresi altında fitaz enzimi katkısının (500 FTU/kg) etkilerini incelediği çalışmada karkas randımanı üzerine fitaz enzimi katkısının etkisi olmadığını bildirmiştir.

Diğer yandan yetersiz düzeyde yP içeren rasyonlara fitaz enzimi katkısının karkas randımanı üzerine olumlu etki yaptığını bildiren çalışmalar (Rutkowski ve ark 1997, Moshad 2001, Midilli ve ark 2003) da bulunmaktadır. Mineral P kaynağı içermeyen mısır-soya fasulyesi küspesine dayalı rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde fitaz ve asit fosfataz enzimlerinin birlikte kullanılmasının etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Zyla ve ark 2001), rasyona enzim katılmasının karkas randımanını %69,1'den %71,3'e yükselttiği bildirilmiştir. Ahmed ve ark (2004) farklı düzeylerde (0, 0,5, 1,0 ve 1,5 g/kg) fitaz enzimi katkısının etkilerini inceledikleri çalışmada, rasyona 1,0 ve 1,5 g/kg düzeyinde fitaz enzimi katılmasının karkas randımanını önemli ($P < 0,01$) düzeyde artırdığını ortaya koymuşlardır.

4.4. Karaciğer, Kalp ve Dalak Ağırlıkları

Araştırmanın sonunda (21. gün) belirlenen karaciğer, kalp ve dalak ağırlıkları ile bunların göreceli ağırlıkları (g/kg canlı ağırlık) Çizelge 9'da verilmektedir. Buna göre karaciğer ve kalp ağırlıkları bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Dalak ağırlıkları incelendiğinde elde edilen sonuçların benzer olduğu ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Göreceli organ ağırlıkları ele alındığında karaciğer ağırlıkları (+) kontrol, (-) kontrol ve deneme gruplarında sırası ile 25,68, 28,92 ve 30,10 g olarak tespit edilmiş ve (+) kontrol grubundaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir. Diğer bir deyişle deneme grubundan elde edilen göreceli karaciğer ağırlığı baz alındığında (-) kontrol grubunda göreceli karaciğer ağırlığının %3,92, (+) kontrol grubunda ise %14,68 oranında daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Göreceli kalp ve dalak ağırlıklarında ise gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Benzer olarak Ahmed ve ark (2004) tarafından yapılan çalışmada, rasyonda 1,0 g/kg ve üzerinde fitaz enzimi bulunmasının γ P bakımından yetersiz rasyonlarla beslenen etlik piliçlerin karaciğer ve kalp ağırlıkları üzerinde artırıcı etki yaptığı bildirilmiştir.

Diğer yandan Viveros ve ark (2002) farklı düzeylerde yetersiz γ P içeren etlik piliç rasyonlarına fitaz enzimi (500 FTU/kg) katılmasının etkilerini inceledikleri çalışmada, fitaz enzimi katkısı yapılan rasyonla beslenen hayvanlarda göreceli karaciğer ağırlığının kontrol grubuna oranla %6,30 oranında düşük bulunduğunu ve göreceli dalak ağırlığının ise fitaz enzimi katkısından etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Bununla birlikte yetersiz düzeyde γ P içeren rasyonla beslenen etlik piliçlerde 21. günde karaciğerin normal ve göreceli ağırlıklarının çeşitli fitaz enzimi düzeylerinden (0, 200, 400 ve 600 FTU/kg) etkilenmediği yapılan bir çalışma (Brenes ve ark 2003) ile ortaya konmuştur. Benzer şekilde Murai ve ark (2002) farklı ham protein düzeylerinde (120–180 g/kg) yeterli ve yetersiz γ P (1,6 ve 1,1 g/kg) düzeyindeki rasyonlara farklı fitaz kaynakları

katılmasının etkilerini inceledikleri çalışmada, kaynağı fark etmeksizin fitaz enzimi katılmasının karaciğer görelî ağırlığı üzerinde etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır.

4.5. Serum iP, Ca, Mg ve Zn Düzeyleri

Araştırmanın 21. gününde hayvanların kesimi esnasında alınan serumlardaki iP, Ca, Mg ve Zn düzeyleri Çizelge 10'da verilmektedir. (+) Kontrol grubundan elde edilen serumlarda iP düzeyi 9,91 mg/dl, (-) kontrol grubunda 5,98 mg/dl ve deneme grubunda ise 5,80 mg/dl olarak belirlenmiş, (+) kontrol grubunda tespit edilen değer diğer gruplar ile karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) düzeyde yüksek bulunmuştur. (+) Kontrol grubunda serum Ca düzeyinin diğer gruplara göre daha düşük olduğu belirlenmiş ve diğer gruplara göre aradaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. (-) Kontrol grubu ve deneme grubu arasında serum Ca düzeyleri bakımından fark gözlenmemiştir. Serum Mg düzeyleri incelendiğinde en düşük düzey (+) kontrol grubunda elde edilmiş, diğer gruplardaki değerler arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı, (+) kontrol grubu ile diğer grupların ortalamaları arasında oluşan farkın istatistiksel açıdan önem taşıdığı ($P<0,01$) tespit edilmiştir. Serum Zn düzeyleri bakımından ise (+) ve (-) kontrol grupları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,05$) bulunmuştur.

Benzer şekilde Perney ve ark (1993), plazma iP düzeyinin rasyonun yP oranının artmasına bağlı olarak yükseldiğini, fitaz enzimi katkısını artırmanın benzer etkiyi göstermediğini bildirmişlerdir. Brenes ve ark (2003) rasyonda yP düzeyinin azalmasının plazma Ca ve Zn düzeyini önemli ($P<0,001$ ve $P=0,033$) ölçüde artırdığını, plazma P düzeyinde ise önemli ölçüde ($P<0,001$) azalma meydana getirdiğini ve farklı olarak plazma Mg düzeyinin ise rasyondaki yP düzeyinden etkilenmediğini ortaya koymuşlardır. Aynı araştırmacılar rasyona (yP düzeyi %0,35 ve 0,25) fitaz enzimi katkısının plazma Ca düzeyini etkilemediği, P, Mg ve Zn düzeylerinin ise fitaz enzimi katkısı ile önemli ($P<0,001$) derecede arttığı sonucuna varmışlardır.

Buna karşın Viveros ve ark (2002) yetersiz düzeyde γ P içeren rasyonlara fitaz enzimi (500 FTU/kg) katılmasının etkilerini inceledikleri çalışmada, plazma γ P düzeyinin fitaz enzimi katılmasıyla önemli ($P<0,0001$) düzeyde artış gösterdiği, Ca ve Mg düzeylerinde ise önemli ($P<0,0001$ ve $P<0,005$) düzeyde düşüş şekillendiğini ortaya koymuşlardır. Plazma Zn düzeyinin ise fitaz enzimi katkısından etkilenmediği bildirilmiştir.

Diğer yandan, Shirley ve Edwards (2003) rasyona artan logaritmik düzeyde fitaz enzimi (0; 93,75, 187,5, 375, 750, 1500, 3000, 6000 ve 12000 FTU/kg) katılmasının etkilerini incelemişler ve artan fitaz enzimi düzeyinin plazma P düzeyi üzerinde artırıcı etkisinin önemli ($P<0,05$) derecede olduğunu, plazma Ca düzeyi üzerinde ise 3000 FTU/kg fitaz enzimi düzeyine kadar az da olsa bir artış şekillendiğini, bu düzeyin üzerine çıktığında ise ılımlı bir düşüş gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Rasyona farklı düzeylerde fitaz enzimi (0, 250, 500 ve 1000 FTU/kg) katkısının etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Lan ve ark 2002) plazma P düzeyinin fitaz enzimi katkısıyla önemli derecede artış gösterdiği, plazma Ca düzeyinin etkilenmediği, plazma Zn düzeyinin ise yalnız yüksek düzeyde (1000 FTU/kg) fitaz enzimi katılmasıyla arttığı bildirilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda (Broz ve ark 1994, Onyango ve ark 2004) fitaz enzimi katkısının serum γ P düzeyini önemli derecede yükselttiği ortaya konmuştur.

Yukarıda bildirilen bulgulardan farklı olara, farklı düzeylerde γ P içeren rasyonlara fitaz enzimi katkısının serum P, Ca ve Mg düzeylerini etkilemediği yapılan bir çalışma ile ortaya konmuştur. Midilli ve ark (2003) yaptıkları çalışmada 300, 500 ve 700 FTU/kg düzeylerinde fitaz enzimi katkısının etkilerini incelemişler ve fitaz enzimi katkısının serum P, Ca ve Mg düzeylerinin kontrol gruplarına göre yüksek bulunmasına rağmen gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir.

4.6. Tibia Ağırlığı ve Ham Kül Düzeyleri

Araştırmanın 21. gününde kesilen hayvanlardan alınan tibialara ilişkin bulgular Çizelge 11'de verilmektedir. Tibia ağırlıkları bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir. Tibia ham kül oranları

gruaplarda sırası ile %53,29, 39,13 ve 42,31 olarak belirlenmiş ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) olduğu ortaya konmuştur.

Elde edilen bulgulara göre gereksinim düzeyinin (%0,45) altında yP içeren rasyonlarla beslemenin tibia ağırlık ve ham kül düzeyi üzerinde olumsuz etkisi olduğu ve yP düzeyi düşük rasyonlara fitaz enzimi katkısının tibia ağırlığı ve ham kül düzeyini artırıcı etki yaptığı saptanmıştır.

Yapılan bu araştırmada elde edilen bulgular ile birçok araştırmacının (Perney ve ark 1993, Broz ve ark 1994, Zanini ve Sazzad 1999, Ahmad ve ark 2000, Conte ve ark 2003, Ribeiro ve ark 2003, Yan ve ark 2003, Dilger ve ark 2004, Onyango ve ark 2004, Onyango ve ark 2005) yetersiz düzeyde yP içeren rasyonlara fitaz enzimi katkısının tibia ham kül düzeyi üzerine olumlu etki yaptığını bildiren çalışmaları ile uyum içerisindedir. Brenes ve ark (2003) yaptıkları çalışmada, rasyonda yP düzeyinin azalmasının tibia ham kül düzeyi üzerine olumsuz etki yaptığını, yP düzeyinin 3,5 g/kg'dan 2,5 g/kg'a düşmesinin tibia ham kül düzeyini %1 oranında azalttığını ortaya koymuşlardır. Rasyona fitaz enzimi katılmasının tibia ham kül düzeyini artırdığını, bu artış düzeyinin %4 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada tibia ağırlığının fitaz enzimi katılması ile önemli düzeyde artış gösterdiği bildirmişlerdir. Benzeri şekilde Viveros ve ark (2002) rasyona fitaz enzimi katkısının tibia ağırlığı ($P<0,0019$) ve ham kül düzeyini önemli ($P<0,0021$) düzeyde artırdığını yaptıkları çalışmada ortaya koymuşlardır.

4.7. Tibia P, Ca, Mg ve Zn Düzeyleri

Tibia kuru maddesindeki P, Ca ve Mg düzeyleri incelendiğinde, (+) kontrol grubu rasyonu ile beslenen hayvanlardan alınan tibialardan elde edilen sonuçların diğer gruplara göre önemli ($P<0,001$) düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Zn düzeyleri bakımından ise gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir (Çizelge 11).

Tibia ham külünde bulunan P, Ca, Mg düzeyleri gruplarda benzer bulunmuş ve istatistiksel olarak farklılık gözlenmemiştir. Zn düzeyleri ele alındığında en yüksek Zn yoğunluğu (–) kontrol grubunda tespit edilmiş olup bunu sırasıyla deneme ve (+) kontrol grupları takip etmiştir. Zn düzeyleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) bulunmuştur (Çizelge 11).

Araştırmada elde edilen bulgular ile yapılan bazı çalışmalarda (Sebastian ve ark 1996, Conte ve ark 2003) elde edilen bulgular benzerlik göstermektedir. Normal (4,5 g/kg) ve düşük (3,6 g/kg) γ P içeriğine sahip etlik piliç rasyonlarına fitaz enzimi katkısının incelendiği bir çalışmada (Ahmad ve ark 2000) tibia Ca ve P düzeyleri kuru madde bazında fitaz enzimi katkısından önemli düzeyde etkilenirken ham kül bazında ele alındığında Ca ve P düzeylerinin fitaz enzimi katkısından etkilenmediği bildirilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada (Broz ve ark 1994), γ P bakımından yetersiz etlik piliç rasyonlarına fitaz enzimi katkısının tibia ham külünde Ca ve P düzeylerini etkilemediği ortaya konmuştur.

Buna karşın Viveros ve ark (2002) yaptıkları çalışmada, γ P düzeyi yetersiz (0–3. hafta 0,35 ve 0,22 g/kg, 3–6. hafta 0,27 ve 0,14 g/kg) rasyonlarla beslenen etlik piliçlerin tibia ham külünde Ca ve Zn düzeylerinin artış gösterdiğini, Mg düzeyinin ise azaldığını belirtmiştir. Aynı araştırmacılar, γ P düzeyi düşük olan rasyonlara fitaz enzimi (500 FTU/kg) katılmasının tibia ham külünde Mg ve Zn düzeyleri üzerinde önemli düzeyde artırıcı etki yaptığını bildirmişlerdir. Midilli ve ark (2003) γ P düzeyi düşük (0,30 g/kg) etlik piliç rasyonlarına farklı düzeylerde fitaz enzimi katkısının etkilerini incelemişler ve tibia ham külünde Ca, P ve Mg düzeylerinin önemli ($P<0,001$) derecede arttığını tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada (Zanini ve Sazzad 1999) fitaz enzimi katkısının tibia ham külünde Ca ve Zn düzeylerinde önemli ($P<0,05$) düzeyde artış meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

4.8. Ölüm Oranları

Araştırma süresince toplam ölüm oranı %10,7 olarak belirlenmiş ve bu oranın %85'i (–) kontrol grubunda şekillenmiştir (Çizelge 12). (–) Kontrol grubunda şekillenen yüksek

düzeydeki ölüm oranı, rasyondaki yP düzeyinin oldukça düşük (1,3 g/kg) olmasına bağlanabilir. yP yetersizliği sonucu bacak deformiteleri şekillenmekte, hareket güçlükleri oluşmakta, buna bağlı olarak yem ve suya erişebilmeleri mümkün olmamaktadır. Benzeri şekilde Ribeiro ve ark (2003) tarafından yapılan çalışmada farklı düzeylerde yP bakımından yetersiz (1,6, 2,4 ve 3,6 g/kg) rasyonlar oluşturulmuş, peletlemenin ve fitaz enzimi (270 FTU/kg) katılmasının etkileri incelenmiştir. Çalışmada toplam ölüm oranı %5 olarak tespit edilmiş ve bu oranın %80'inin en düşük düzeyde yP (1,6 g/kg) içeren ve fitaz enzimi katkısı yapılmamış grupta şekillendiği bildirilmiştir. Ölüm nedenlerinin ise yP yetersizliğine bağlı şekillenen bacak deformiteleri olabileceği belirtilmiştir.

5. SONUÇ

Araştırmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Araştırmada (+) kontrol, (-) kontrol ve deneme gruplarının sırasıyla canlı ağırlık değerleri 656,35, 323,86 ve 431,42 g, yem tüketimleri 821,56, 393,97 ve 562,56 g, yemden yararlanma oranları 1,34, 1,50 ve 1,44 olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonunda canlı ağırlık ve yem tüketimleri bakımından grup ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P<0,001$) olduğu belirlenmiş, yemden yararlanma oranları bakımından ise (+) kontrol grubu ile diğer grupların ortalamaları arasındaki farkın önemli ($P<0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma sonunda (21. gün) kesilen hayvanlardan elde edilen karkas randımanları bakımından gruplar arasında oluşan farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Karaciğer, kalp ve dalak ağırlıkları ile bunların görelî (g/kg canlı ağırlık) ağırlıkları ele alındığında, karaciğer ve kalp ağırlıkları bakımından grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir. En yüksek karaciğer ağırlığının (+) kontrol grubunda (18,07 g) olduğu, bunu sırasıyla deneme (14,83 g) ve (-) kontrol (11,71 g) gruplarının izlediği tespit edilmiştir. Benzer şekilde en yüksek kalp ağırlığı (+) kontrol grubunda (4,99 g) tespit edilmiş, azalan düzeyde deneme (3,92 g) ve (-) kontrol (3,18 g) gruplarının izlediği belirlenmiştir. Dalak ağırlığı bakımından grup ortalamaları arasında farklılık gözlenmemiştir. Görelî organ ağırlıkları ele alındığında sadece karaciğer ağırlığı bakımından (+) kontrol grubu için belirlenen değerin diğer

gruplara oranla önemli ($P<0,05$) derecede düşük olduğu, kalp ve dalak ağırlıkları bakımından ise gruplar arasında istatistiksel açıdan önem bulunmadığı ortaya konmuştur.

Araştırma sonunda kesilen hayvanlardan alınan kan serumundaki ;P düzeyleri incelendiğinde en yüksek ($P<0,001$) ;P değerinin (+) kontrol grubunda (9,91 mg/dl) olduğu tespit edilmiş, (-) kontrol grubu (5,98 mg/dl) ile deneme grubunda (5,80 mg/dl) bulunan hayvanlardan elde edilen değerlerin benzer olduğu ortaya konmuştur. Serum Ca ve Mg düzeyleri bakımından ise (+) kontrol grubundan elde edilen değerlerin diğer gruplara göre düşük ($P<0,001$ ve $P<0,01$) olduğu, (-) kontrol ve deneme gruplarında ise benzer değerler elde edildiği gözlenmiştir. Serum Zn düzeyleri bakımından (+) kontrol ve (-) kontrol grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) olduğu belirlenmiştir.

Tibia ağırlıkları bakımından gruplar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilmiş, en yüksek ağırlığın (+) kontrol grubunda olduğu, bunu sırasıyla deneme ve (-) kontrol grubunun izlediği belirlenmiştir. Tibia ham kül düzeylerinin de rasyondaki ;P düzeyi ve fitaz enzimi katkısından önemli ($P<0,001$) derecede etkilendiği ortaya konmuştur. Ham kül düzeyi en yüksek (+) kontrol grubunda (%53,29), azalan düzeylerde ise deneme (%42,31) ve (-) kontrol (%39,13) gruplarında tespit edilmiştir.

Tibia kuru maddesinde bulunan P, Ca ve Mg düzeyleri rasyonda bulunan ;P düzeyinden önemli ($P<0,001$) derecede etkilenmiş, fitaz enzimi katkısının ise bu mineral maddeler üzerine etkisi gözlenmemiştir. En yüksek P, Ca ve Mg düzeyleri (+) kontrol grubunda tespit edilmiştir. Zn düzeyleri bakımından gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.

Tibia ham külündeki P, Ca ve Mg düzeyleri rasyondaki ;P düzeyi ve fitaz enzimi katkısından etkilenmemiş, grup ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Zn düzeyleri ise (+) kontrol grubunda 692,64 ppm, (-) kontrol grubunda 930,26 ppm ve deneme grubunda 820,22 ppm olarak belirlenmiş ve grup ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilmiştir.

Gruplardaki toplam ölüm oranları (+) kontrol grubunda %2,40, (-) kontrol grubunda %27,20 ve deneme grubunda %2,40 olarak belirlenmiş, (-) kontrol grubunda şekillenen ölüm oranı diğer grupların ortalamalarıyla karşılaştırıldığında önemli ($P < 0,001$) düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda; canlı ağırlık, yem tüketimi ile tibia ham kül düzeyi üzerine olumlu etkileri nedeniyle yP bakımından yetersiz etlik civciv rasyonlarına fitaz enzimi katkısı yapılabileceği kanısına varılmıştır.

Yapılan bu çalışmada elde edilen bulgular ile farklı düzeylerde yetersiz yP içeren etlik civciv rasyonlarına değişik düzeylerde fitaz enzimi katkısı yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda elde edilen bulguların bazıları farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların değişik düzeylerde yP bakımından yetersiz rasyonlar oluşturulması, çeşitli düzeylerde fitaz enzimi katkısı yapılması ve farklı fitaz enzimi kaynakları kullanılması ile oluştuğu düşünülebilir.

Yapılan bu çalışmada yetersiz düzeyde (%0,13) yP içeren rasyonla beslenen grupta fitaz enzimi (500 FTU/kg) katkısının, gereksinim düzeyinde (%0,45) yP içeren rasyonla beslenen gruba göre performans parametreleri bakımından yeterli düzeye ulaşamaması, araştırmada hazırlanan deneme grubu rasyonunun oldukça düşük düzeyde yP içermesine veya deneme grubu rasyonunda ana P kaynağı olarak kullanılan pirinç kepeğindeki yP 'un yararlanılabilirlik oranının düşük olmasına bağlanabilir. Bundan sonra fitaz enzimi konusunda yapılacak çalışmalarda farklı yem ham maddeleri ile farklı düzeylerde yP bakımından yetersiz rasyonların oluşturulması, bunun yanı sıra farklı düzeylerde veya farklı kaynaklardan elde edilen fitaz enzimi katkısı yapılması ile daha aydınlatıcı sonuçlar ortaya konulabilecektir.

ÖZET

Mineral Fosfor Kaynağı İçermeyen Etlik Cıvciv Rasyonunda Fitaz Katkısı Etkinliğinin Belirlenmesi

Bu araştırma, mineral P kaynağı içermeyen etlik cıvciv rasyonuna fitaz enzimi katılmasının etlik cıvcivlerde performans (canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma), karkas randımanı, bazı iç organ ağırlıkları, tibia ağırlığı ve ham kül düzeyi ile serumda ve tibiada P, Ca, Mg ve Zn yoğunlukları üzerine olan etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Araştırmada toplam 375 adet Ross 308 erkek cıvciv kullanılmıştır. Cıvcivler (+) kontrol, (-) kontrol ve deneme gruplarına her birinde 125 adet cıvciv olacak şekilde rasgele dağıtılmıştır. (+) Kontrol, (-) kontrol ve deneme grupları için 25 adet cıvciv bulunan beşer alt grup düzenlenmiştir.

Araştırmada %22,78 ham protein ve 3050 kcal/kg metabolizlenebilir enerji içeren etlik cıvciv yemi kullanılmıştır. Yararlanılabilir fosfor gereksinimini (%0,45) sağlayabilmek için dikalsiyum fosfat katılan rasyon (+) kontrol grubunu, dikalsiyum fosfat katılmayan rasyon (-) kontrol grubunu ve dikalsiyum fosfat katılmayıp fitaz enzimi katkısı yapılan rasyon deneme grubunu oluşturmuştur. Deneme grubu rasyonunda 500 FTU/kg olacak şekilde ticari fitaz enzimi katkısı kullanılmıştır.

Mineral P kaynağı içermeyen etlik cıvciv rasyonuna fitaz enzimi katkısı canlı ağırlık ve yem tüketimini (-) kontrol grubuna göre artırmış ($P<0,001$), (+) kontrol grubuna göre ise bu değerler daha düşük ($P<0,001$) bulunmuştur. Yemden yararlanma oranları bakımından fitaz katkısının önemli düzeyde etki oluşturmadığı, (+) kontrol grubuna göre bu değerlerin daha düşük olduğu ($P<0,01$) belirlenmiştir.

Karkas randımanı fitaz enzimi katkısından etkilenmemiştir. Karaciğer ve kalp ağırlıkları bakımından gruplar arasında önemli ($P<0,001$) düzeyde farklılık belirlenmiş, dalak ağırlığı bakımından gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.

Serum iP , Ca ve Mg düzeyleri fitaz enzimi katkısından etkilenmemiş, iP düzeyi bakımından (+) kontrol grubunda bulunan değer diğer gruplardan daha yüksek ($P<0,001$), Ca ve Mg düzeyi bakımından ise daha düşük ($P<0,001$ ve $P<0,01$) olduğu belirlenmiştir. Serum Zn düzeyi bakımından (+) kontrol ve (-) kontrol grupları arasında farklılık ($P<0,05$) gözlenmiştir.

Tibia ağırlığı ve ham kül düzeyleri üzerine fitaz enzimi katkısı önemli düzeyde ($P<0,001$) etki göstermiştir. Tibia ham külünde bulunan P, Ca ve Mg düzeyleri fitaz enzimi katkısından etkilenmemiştir. Zn düzeyi bakımından ise gruplar arasında önemli ($P<0,001$) düzeyde farklılık olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Etlik civciv, fosfor, fitaz, performans, tibia.

SUMMARY

Determination of Effectiveness of Phytase Supplementation to Mineral Phosphorus Free Broiler Chick Diets

This study was carried out to evaluate performance (body weight, feed intake and feed conversion ratio), carcass yield, some organ weights (liver, heart and spleen), tibia weight, tibia ash level, serum and tibia P, Ca, Mg and Zn concentrations of broilers fed with phytase supplemented mineral P free diets.

A total of 375 Ross 308 male broilers were used in study. One-day-old chicks were randomly assigned into (+) control, (-) control and treatment groups consisted of five replications each containing 25 chicks.

A starter diet with 22,78% crude protein and 3050 kcal/kg metabolisable energy was used. Three dietary treatments were formed as followed: (1) (+) control group diet had 0,45% aP with dicalcium phosphate, (2) (-) control group diet had 0,13% aP without dicalcium phosphate, (3) (-) control diet + 500 FTU/kg phytase.

The results were indicated that average body weight and feed intake were significantly ($P<0,001$) influenced by phytase addition and dietary aP level. Feed conversion ratios were not influenced by phytase addition, (+) control group was higher than other treatment groups ($P<0,01$).

Carcass yield was not affected by dietary treatment. Liver and heart weights were affected ($P<0,001$) by phytase supplementation and dietary aP level. Spleen weight did not affected among treatment groups significantly.

Serum iP , Ca and Mg concentrations were not influenced by phytase addition, iP concentration in (+) control group was higher than other treatment groups ($P<0,001$). Ca and Mg concentration in (+) control group was lower than (-) control and treatment groups

($P < 0,001$ and $P < 0,01$). Serum Zn concentration in (+) control group was lower than (-) control group significantly ($P < 0,05$).

Tibia weight and ash level were affected by dietary treatment significantly ($P < 0,001$). P, Ca and Mg concentrations in tibia ash were not influenced. Zn concentration determined in ash was affected by dietary treatment significantly ($P < 0,001$).

Keywords: Broiler chick, phosphorus, phytase, performance, tibia.

KAYNAKLAR

Adrızal PEP, Sell JL (1996) *Utilization of defatted rice bran by broiler chickens*, Poultry Science, 75: 1012–1017.

Ahmad T, Rasool S, Sarwar M, Haq A, Zia-ul H (2000) *Effect of microbial phytase produced from a fungus Aspergillus niger on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chickens*, Animal Feed Science and Technology, 83, 103–114.

Ahmed F, Rahman MS, Ahmed SU, Miah MY (2004) *Performance of broiler on phytase supplemented soybean meal based diet*, International Journal of Poultry Science, 3: 266–271.

Alçıçek A, Ayhan V, Özdoğan M (1995) *Kanatlı karmalarında mikrobiyal fitaz enziminin kullanım imkanı*, Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, 24–27 Mayıs, s:173–182, İstanbul.

Angel R, Tamim NM, Applegate TJ, Dhandu AS, Ellestad LE (2002) *Phytic acid chemistry: influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy*, Journal of Applied Poultry Research, 11: 471–480.

AOAC (1990) *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 14th Ed., Virginia, USA.

Attia YA, Qota EMA, Aggoor FAM, Kies AK (2003) *Value for rice bran, its maximal utilisation and its upgrading by phytase and other enzymes and diet-formulation based on available amino acids in the diet for broilers*, Archiv für Geflügelkunde, 67: 157–166.

Ballam GC, Nelson TS, Kirby LK (1984) *Effect of fiber and phytate source and of calcium and phosphorus level on phytate hydrolysis in the chick*, Poultry Science, 63: 333–338.

Bosch DJ, Zhu M, Kornegay ET (1998) *Net returns from microbial phytase when crop applications of swine manure are limited by phosphorus*, Journal of Production Agriculture, 11: 157–213.

Brenes A, Viveros A, Arija I, Centeno C, Pizzaro M, Bravo C (2003) *The effect of citric acid and microbial phytase on mineral utilization in broiler chicks*, Animal Feed Science and Technology, 100: 201–219.

Broz J, Oldale P, Perrin-Voltz AH, Rychen G, Schulze J, Nunes CS (1994) *Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates*, British Poultry Science, 35: 273–280.

Cabahug S, Ravindran V, Selle PH, Bryden WL (1999) *Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus contents. I. Effects on bird performance and toe ash*, *British Poultry Science* 40: 660–666.

Camovale E, Lugaro E, Lombardi-Boccia G (1998) *Phytic acid in faba bean and pea: Effect on protein availability*, *Cereal Chemistry*, 65: 114–117.

Champagne ET, Fisher MS (1990) *Binding divergences of Zn(ii) and Cu(ii) ions with phytate*, *Journal of Inorganic Biochemistry*, 38: 217–223.

Champagne ET, Fisher MS, Hinojosa O (1990) *NMR and ESR studies of interactions among divalent cations, phytic acid, and N-acetyl-amino acids*, *Journal of Inorganic Biochemistry*, 38:199–215.

Cheryan M, Anderson FW, Grynspan F (1983) *Magnesium-phytate complexes: effect of pH and molar ratio on solubility characteristics*, *Cereal Chemistry*, 60: 235–237.

Chitra U, Vimala V, Singh U, Geervani P (1995) *Variability in phytic acid content and protein digestibility of grain legumes*, *Plant Foods for Human Nutrition*, 47: 163–172.

Conte AJ, Teixeira AS, Fialho ET (2003) *Effect of phytase and Xylanase on the performance and bone characteristics of broiler chicks fed diets with rice bran*, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32: 1147–1156.

Cosgrove DJ, Irving GCJ (1980) *In inositol phosphates: their chemistry, biochemistry and physiology*, Elsevier/North Holland, Inc., New York.

Costello AJR, Glonek T, Myers TC (1976) *³¹P-nuclear magnetic resonance-pH titrations of myo-inositol hexaphosphate*, *Carbohydrate Resource*, 46: 159–171.

Cufadar Y, Bahtiyarca Y (2004) *Effect of an addition of phytase to diets with variable zinc and low phosphorus content on performance, carcass characteristics and bone mineralization of broilers*, *Revue de Médecine Veterinaire*, 155: 355–361.

Daniel TC, Sharpley AN, Lemunyon JL (1998) *Agricultural phosphorus and eutrophication: a symposium overview*, *Journal of Environmental Quality*, 27: 251–257.

de Boer IJM, Peters HTA, Grossman M, Koops WJ (1997) *Nutrient flows in agriculture in the Netherlands with special emphasis on pig production*, *Journal of Animal Science*, 75: 2054–2063.

Dilger RN, Onyango EM, Sands JS, Adeola O (2004) *Evaluation of microbial phytase in broiler diets*, *Poultry Science*, 83: 962–970.

- Duncan DB** (1955) *Multiple range and multiple F-tests*, *Biometrics*, 11: 1–42.
- Dvorakova J** (1998) *Phytases: sources, preparation and exploitation*, *Folia Microbiology*, 43: 323–338.
- Eeckhout W, De Paepe M** (1994) *Total phosphorus, phytate-phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs*, *Animal Feed Science and Technology*, 47: 19–29.
- Greiner R, Carlsson NG, Alminger ML** (2000) *Stereospecificity of myo-inositol hexakisphosphate dephosphorylation by a phytate-degrading enzyme of Escherichia coli*, *Journal of Biotechnology*, 84: 53–62.
- Grynspan F, Cheryan M** (1983) *Calcium phytate: effect of pH and molar ratio on in vitro solubility*, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 60: 1761–1764.
- Harland BF, Morris ER** (1995) *Phytate: a good or bad food component?*, *Nutrition Research*, 15: 733–754.
- Huff WE, Moore Jr PA, Waldroup PW, Waldroup AL, Balog JM, Huff GR, Rath NC, Daniel TC, Raboys V** (1998) *Effect of dietary phytase and high available phosphorus corn on broiler chicken performance*, *Poultry Science*, 77: 1899–1904.
- Hughes KP, Soares Jr JH** (1998) *Efficacy of phytase on phosphorus utilization in practical diets fed to striped bass, Morone saxatilis*, *Aquaculture Nutrition*, 4: 133–140.
- Huyghebaert G** (1996) *The response of broiler chicks to phase feeding for P, Ca and phytase*, *Archiv für Geflügelkunde*, 60: 132–141.
- Karimi A** (2006) *Responses of broiler chicks to non-phytate phosphorus levels and phytase supplementation*, *International Journal of Poultry Science*, 5: 251–254.
- Kasim AB, Edwards Jr HM** (2000) *Effect of sources of maize and maize particle sizes on the utilization of phytate phosphorus in broiler chicks*, *Animal Feed Science and Technology*, 86: 15–26.
- Kim M, Atallah MT** (1993) *Intestinal solubility and absorption of ferrous iron in growing rats are affected by different dietary pectins*, *Journal of Nutrition*, 123: 117–124.
- Kim Y, Kim H, Bae KS, Yu JH, Oh TK** (1998) *Purification and properties of a thermostable phytase from Bacillus sp. DS 11*, *Enzyme and Microbial Technology*, 22: 2–7.

Kornegay ET (2001) *Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytates and factors influencing their activity*, Bedford MR, Partridge GG (eds), *Enzymes in Farm Animal Nutrition*, CABI Publishing, pp: 237–271, New York.

Lan GQ, Abdullah N, Jalaludin S, Ho YW (2002) *Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets*, *Poultry Science*, 81: 1522–1532.

Liu J, Bollinger DW, Ledoux DR, Veum TI (1998) *Lowering the dietary calcium to phosphorus ratio increases phosphorus utilization in low phosphorus corn soybean meal diets supplemented with microbial phytase for growing finishing pigs*, *Journal of Animal Science*, 76: 808–813.

Lott JNA, Ockenden I (1986) *The fine structure of phytate-rich particles in plants*, Graf E (ed), *Phytic Acid Chemistry and Applications*, Piatas Press, pp: 43-55, Minneapolis.

Lott JNA, Randall PJ, Goodchild DJ, Craig S (1985) *Occurrence of globoid crystals in cotyledonary protein bodies of *Pisum sativum* as influenced by experimentally induced changes in Mg, Ca and K contents of seeds*, *Australian Journal of Plant Physiology*, 12: 341–353.

Lucas M (1983) *Determination of acid surface pH in vivo in rat proximal jejunum*, *Gut*, 24: 734–739.

Maenz DD (2001) *Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animal feeds*, Bedford MR, Partridge GG (eds), *Enzymes in Farm Animal Nutrition*, CABI Publishing, pp: 61–84, New York.

Maenz DD, Classen HL (1998) *Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken*, *Poultry Science*, 77: 557–563.

Maenz DD, Engele-Schaan CM, Newkirk RM, Classen HL (1999) *The effect of minerals and mineral chelators on the formation of phytase-resistant and phytase-susceptible forms of phytic acid in solution and in a slurry of canola meal*, *Animal Feed Science and Technology*, 81: 177–192.

Midilli M, Muğlalı ÖH, Alp M, Kocabağlı N, Tanör MA, Toklu GS (2003) *Yeme katılan fitaz enziminin broylerlerde besi performansı ve mineral dengesi üzerine etkisi*, *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 27: 751–759.

Mohammed A, Gibney MJ, Taylor TG (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.

Moshad MA (2001) *Use of phytase and carbohydrase enzyme for better utilization of parboiled rice polish based diet in broilers*, MS Thesis, Department of Poultry Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh.

Murai A, Kobayashi T, Okada T, Okumura J (2002) *Improvement of growth and nutritive value in chicks with non-genetically modified phytase product from *Aspergillus niger**, *British Poultry Science*, 43: 687–695.

Nielsen FH, Sunde ML, Hoekstra WG (1966) *Effect of some dietary synthetic and natural chelating agents on the zinc-deficiency syndrome in the chick*, *Journal of Nutrition*, 89: 35–42.

NRC (1994) *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th Revised Edition, National Academy of Sciences, Washington, DC.

Nys Y, Frapin D, Pointillart P (1996) *Occurrence of phytase in plants, animals and microorganisms*, Coelho MB, Kornegay ET (eds), *Phytase in Animal Nutrition and Waste Management*, BASF Corporation, Mount Olive, pp: 213–240, New Jersey.

Onyango EM, Bedford MR, Adeola O (2004) *The yeast production system in which *Escherichia coli* phytase is expressed may affect growth performance, bone ash, and nutrient use in broiler chicks*, *Poultry Science*, 83: 421–427.

Onyango EM, Bedford MR, Adeola O (2005) *Efficacy of an evolved *Escherichia coli* phytase in diets of broiler chicks*, *Poultry Science*, 84: 248–255.

Özdamar K (2004) *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi*, 5. Baskı, Kaan Kitabevi, s:451–475, Eskişehir.

Paik I (2003) *Application of phytase, microbial or plant origin, to reduce phosphorus excretion in poultry production*, *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 16: 124–135.

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

Parry R (1998) *Agricultural phosphorus and water quality: US environmental protection agency perspective*, *Journal of Environmental Quality*, 27: 258–261.

Pasamontes L, Haiker M, Wyss M, Tessier M, Van Loon APGM (1997) *Gene cloning, purification and characterization of a heat-stable phytase from fungus *Aspergillus fumigatus**, *Applied and Environmental Microbiology*, 63: 1696–1700.

Perney KM, Cantor AH, Straw ML, Herkelman KL (1993) *The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks*, Poultry Science, 72: 2106–2114.

Phillippy BQ (1999) *Susceptibility of wheat and Aspergillus niger phytases to inactivation by gastrointestinal enzymes*, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 47: 1385–1388.

Pointillart A (1994) *The importance of cereal phytases*, Feed Mix, 2: 12–15.

Puminn O (2003) *Broiler performance and mineral utilization of enzyme-supplemented defatted rice bran diet during heat stress*, PhD Thesis, The University of Tennessee, Knoxville.

Qian H, Kornegay ET, Denbow DM (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.

Rao SVR, Reddy VR (2007) *Phytin phosphorus for eco-friendly products*, Erişim: [http://www.wattnet.com/Archives/Docs/901pi46.pdf?CFID=25710&CFTOKEN=74030876], Erişim Tarihi: 15.02.2007.

Ravindran V, Bryden WL, Kornegay ET (1995) *Phytates: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition*, Poultry and Avian Biology Reviews, 6: 125–143.

Reddy NR (2002) *Occurrence, distribution, content, and dietary intake of phytate*, Reddy NR, Sahte SK, (eds), *Food Phytates*, CRC Press LLC, pp: 25–51, Boca Raton, FL.

Ribeiro AML, Mireles AJ, Klasing KC (2003) *Interactions between dietary phosphorus level, phytase supplementation and pelleting on performance and bone parameters of broilers fed high levels of rice bran*, Animal Feed Science and Technology, 103: 155–161.

Rutkowski A, Sliminski B, Witaz M (1997) *The use phytase in broiler chicken diets containing maize and soyabean or rapeseed meal*, Journal of Animal and Feed Sciences, 6: 533–540.

Sathe SK, Reddy NR (2002) *Introduction*, Reddy NR, Sathe SK (eds), *Food Pyhtates*, pp: 1–5, Boca Raton.

Scheideler SE, Ferket PR (2000) *Phytase in broiler rations-effects on carcass yield and incidence of tibial dyschondroplasia*, Journal of Applied Poultry Science, 9: 468–475.

Scheideler SE, Sell JL (1987) *Utilization of phytate phosphorus in laying hens as influenced by dietary phosphorus and calcium*, Nutrition Reports International, 35: 1073–1081.

Sebastian S, Touchburn SP, Chavez ER, Lague PC (1996) *Efficacy of supplemental microbial phytase at different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens*, Poultry Science, 75: 1516–1523.

Selle PH, Ravindran V (2007) *Microbial phytase in poultry nutrition*, Animal Feed Science and Technology, 135: 1–41.

Shirley RB, Edwards Jr HM (2003) *Graded levels of phytase past industry standards improves broiler performance*, Poultry Science, 82: 671–680.

Simons PCM, Versteegh HAJ, Jongbloed AW, Kemme PA, Slump P, Bos KD, Wolters MGE, Beudeker RF, Verschoor GJ (1990) *Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs*, British Journal of Nutrition, 64: 525–540.

Simpson CJ, Wise A (1990) *Binding of zinc and calcium to inositol phosphates (phytate) in vitro*, British Journal of Nutrition, 64: 225–232.

Sohail SS, Roland DA (1999) *Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six weeks of age*, Poultry Science, 78: 550–555.

Şenel HS (1968) *Interrelationship and effects of calcium and vitamin D on growth, feed efficiency and bone ash of weanling rats*, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 15: 14–23.

Ukil MA (1999) *Effect of phytate phosphorus on the utilization of rice bran in broiler chicken*, Dissertation Thesis, Universiti Putra Malaysia.

Ullah AHJ, Gibson DM (1987) *Extracellular phytase (E.C. 3.1.3.8) from Aspergillus ficuum NRRL 3135: purification and characterization*, Preparative Biochemistry, 17: 63–91.

Ullah AHJ, Phillippy BQ (1994) *Substrate selectivity in Aspergillus ficuum phytase and acid phosphatase using myo-inositol phosphates*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42: 423–425.

Van Hartingsveldt W, van Zeijl CM, Hartevelde GM, Gorika RJ, Suykerbuyk ME, Luiten RG, van Paridon PA, Selten GC, Veenstra AE, van Gorcom RF (1993) *Cloning, characterization and over expression of the phytase-encoding gene (phyA) of Aspergillus niger*, Gene, 127: 87–94.

Vetesi M, Mezes M, Baskay G, Gelencser E (1998) *Effects of phytase supplementation on calcium and phosphorus output, production traits and mechanical stability of the tibia in broiler chickens*, *Acta Veterinaria Hungarica*, 46: 231–242.

Viveros A, Brenes A, Arija I, Centeno C (2002) *Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus*, *Poultry Science*, 81: 1172–1183.

Viveros A, Centeno C, Brenes A, Canales R, Lozano A (2000) *Phytase and acid phosphatase activities in plant feedstuffs*, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48: 4009–4013.

Volfova O, Dvorakova J, Hanzlikova A, Jandera A (1994) *Phytase from *Aspergillus niger**, *Folia Microbiology*, 39: 481–484.

Wise A (1983) *Dietary factors determining the biological activities of phytate*, *Nutrition Abstracts and Reviews*, 53: 791–806.

Wodzinski RJ, Ullah AHJ (1996) *Phytase*, *Advances in Applied Microbiology*, 42: 263–302.

Yan F, Kersey JH, Fritts CA, Waldroup PW (2003) *Phosphorus requirements of broiler chicks six to nine weeks of age as influenced by phytase supplementation*, *Poultry Science*, 82: 294–300.

Yu B, Jan YC, Chung TK, Lee TT, Chiou PWS (2004) *Exogenous phytase activity in the gastrointestinal tract of broiler chickens*, *Animal Feed Science and Technology*, 117: 295–303.

Zanini SF, Sazzad MH (1999) *Effects of microbial phytase on growth and mineral utilization in broilers fed on maize soyabean-based diets*, *British Poultry Science*, 40: 348–352.

Zyla K, Koreleski J, Swiatkiewicz S, Piironen J, Ledoux DR (2001) *Influence of supplemental enzymes on the performance and phosphorus excretion of broilers fed wheat-based diets to 6 weeks of age*, *Animal Feed Science and Technology*, 89: 13–118.

Zyla K, Ledoux DR, Veum TL (1995) *Complete enzymatic dephosphorylation of corn-soybean meal feed under simulated intestinal conditions of the turkey*, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 43: 288–294.

ÖZGEÇMİŞ

İzmir’de 1981 yılında doğdu. İlk ve orta öğrenimini İzmir’de tamamladıktan sonra 1998 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi’nde okumaya hak kazandı ve 2003 yılında mezun oldu. Mezuniyetinden sonra 2003 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Programını kazandı. 2005–2006 yılları içerisinde yüksek lisans öğrenci haklarını bir yıl için dondurup askerlik görevini yedek subay olarak tamamladı. 2006 yılında aynı anabilim dalına Araştırma Görevlisi olarak atandı ve halen bu kurumda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez çalışmamda ilgi ve yardımlarını hiç eksik etmeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL'a, her konuda katkılarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mustafa SARI'ya, araştırma ve analiz safhalarındaki katkılarından dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet DAŞKIRAN'a, istatistik analizlerin yapılmasındaki yardımlarından dolayı Sayın Prof. Dr. Ahmet NAZLIGÜL'e, deneme aşamasında eşsiz yardımlarını gördüğüm Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencileri Ömer SEVİM ve Meltem ÖZTÜRK'e, ayrıca Arş. Gör. Gökçe YILDIRIM ve Doktora Öğrencisi Hüseyin BİLGİÇ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmama VTF-05002 numaralı proje ile sağladığı maddi katkılardan dolayı Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na teşekkürü borç bilirim.

Bana her zaman sabır ve anlayış gösteren ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.