

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**ETLİK PİLİÇ YEMLERİNDE 6-FİTAZ ENZİMİ KULLANIM ETKİNLİĞİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**İsmail YAVAŞ**

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2019**

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

İsmail YAVAŞ tarafından hazırlanan “Etlik Piliç Yemlerinde 6-Fitaz Enzimi Kullanım Etkinliğinin Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması 21/10/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Necmettin CEYLAN

Ankara Üniversitesi Zootekni Anabilim Dalı

### Jüri Üyeleri

**Başkan:** Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Ankara Üniversitesi Zootekni Anabilim Dalı

**Üye:** Prof. Dr. Necmettin CEYLAN

Ankara Üniversitesi Zootekni Anabilim Dalı

**Üye:** Prof. Dr. Hatice BASMACIOĞLU MALAYOĞLU

Ege Üniversitesi Zootekni Anabilim Dalı

**Üye:** Doç. Dr. Şahin ÇADIRCI

Karabük Üniversitesi Eflani Bitkisel Üretim ve Hayvansal Üretim M.Y.O

**Üye:** Doç. Dr. Engin YENİCE

Ankara Üniversitesi Zootekni Anabilim Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım.**

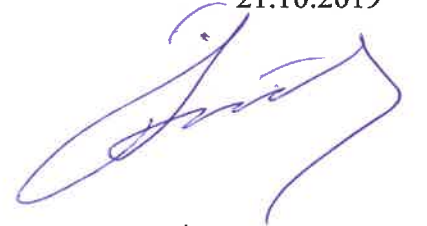
**Prof. Dr. Özlem YILDIRIM**

**Enstitü Müdürü**

## ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

21.10.2019



İsmail YAVAŞ

## ÖZET

Doktora Tezi

### ETLİK PİLİÇ YEMLERİNDE 6-FİTAZ ENZİMİ KULLANIM ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İsmail YAVAŞ

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Necmettin CEYLAN

Bu araştırma mısır- soya küspesi ağırlıklı etlik piliç yemlerinde 6-fitaz enzimi kullanılmasının performans ve tibia parametreleri üzerine etkilerinin incelenerek enzim etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 672 adet Ross 308 erkek etlik piliç, her grupta 6 tekerrür ve her tekerrürde 14 hayvan olacak şekilde 8 gruba tesadüfi olarak dağıtılmıştır. Bu amaçla deneme grupları; ihtiyaç doğrultusunda hazırlanan standart yem (PK-%0.80 Ca, % 0.40 yP) yanı sıra, yP ve Ca seviyesinin sırasıyla %0.15 e ve %0.65'e düşürülmesi ile düzenlenen negatif kontrol (NK0) ile NK0 yemi üzerine DCP ilavesi ile yP düzeyi %0.15 ve 0.25 düzeylerinde arttırılan gruplar (NK1 ve NK2) ve fitaz enziminin 4 farklı dozunun (NK0+250, NK0+500, NK0+750, NK0+1000 FTU kg/yem) NK0 yemine ilave edilmesiyle oluşturulmuştur.

Yapılan değerlendirmede yP ve Ca seviyesinin düşürülmesi performans, ölüm oranı ve tibia parametrelerini önemli derecede olumsuz etkilemiştir ( $P<0.05$ ). yP seviyesinin arttırılması veya fitaz enzim ilavesi performans parametrelerini olumlu etkilerken NK2 grubu düşük kalmasına karşın PK grubuna benzer performans değerlerini yakalamış, en yüksek doz (NK0+1000) fitaz enzim muamele grubu iyileşmeler sağlamasına karşın YDS hariç PK'dan önemli derecede düşük ( $P<0.05$ ), NK2 grubuna ise benzer performans ortalamaları göstermiştir. Performans bulgularına benzer şekilde yemlere en yüksek doz fitaz enzimi ilavesinin tibia kırılma mukavemeti, tibia kül ve fosfor oranlarını iyileştirdiği ancak kırılma mukavemeti hariç PK'e benzer değerleri yakalayamadığı belirlenmiştir. ( $P<0.05$ ).

Sonuç olarak etlik piliç yemlerinde kullanılan fitaz enzim kaynağının 750 ve 1000 FTU düzeyinde ilavesinin incelenen performans parametreleri bakımından iyileşmeler sağladığı ancak beklenen aktivitenin düşük kalması ve yP ve Ca seviyesinin düşürülmesinin beklenen etkinliği ve hayvan performansını sınırladığı değerlendirilmektedir.

**Ekim 2019, 74 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Etlik piliç, 6-fitaz, fosfor, performans, tibia kül ve fosfor

## ABSTRACT

Ph. D. Thesis

### EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF 6-PHYTASE ENZYME IN BROILERS FEED

İsmail YAVAŞ

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Necmettin CEYLAN

The aim of this study was to investigate the efficiency of 6-phytase enzyme by examining the performance and tibia parameters of broilers fed with corn -soybean meal based broiler diets. For this, 672 Ross 308 male broiler chickens were randomly distributed to 8 groups with 6 replicates in each group and 14 chicks in each replicate. To test efficiency, 8 dietary treatments including a recommended Ca and avP level positive control (PK- % 0.75 Ca, % 0.40 yP), negative control (%0.60 Ca, % 0.15 avP-NK0), NK0 plus avP groups (NK1-% 0.30 avP and NK2- %0.40 avP) and NK0 plus different level phytase supplementation groups (NK0+250, NK0+500, NK0+750, NK0+1000 FTU kg/feed) groups were used.

Reduction of avP and Ca level significantly decreased performance and tibia parameters in addition to significantly increased mortality compared to other groups ( $P<0.05$ ). Increasing the level of avP or the addition of phytase enzyme improved performance parameters. While birds fed NK2 treatment (numerically low) improved performance similar to birds fed PK treatment, birds fed high dose phytase (NK0+ 1000 FTU) didn't increase performance parameters as much as these of PK ( $P<0.05$ ) except for FCR, but similar performance parameters were determined compared to NK2. Similar to performance results, high dose phytase supplementation improved tibia breaking strength, tibia ash and tibia P compared to NK0 but not as much as PK except for tibia breaking strength.

It is concluded that the addition of phytase enzyme used in this trial at 750 and 1000 FTU level improves performance and tibia parameters. However, it was also considered that the expected activity of phytase supplement treatments remained low and reduction in the avP and Ca level limits phytase efficiency and animal performance.

**October 2019, 74 pages**

**Key Words:** Broiler, 6-phytase, phosphorus, performance, tibia ash and phosphorus

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmalarım süresince yakın ilgi, yardım ve tavsiyelerini esirgemeyen, hem bilimsel hem de manevi desteği ile yoluma ışık tutan, engin fikirleriyle yetişme ve gelişme katkıda bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Necmettin CEYLAN' a (Ankara Üniversitesi, Zootekni Anabilim Dalı) en içten şükranlarımı saygılarımla sunarım.

Her daim bilgilerinden faydalandığım, Sayın Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ (Ankara Üniversitesi, Zootekni Anabilim Dalı) hocama, tez izleme komitesi ve tez savunma jürisinde bulunarak değerli katkılar sunan Sayın Prof. Dr. Hatice B.MALAYOĞLU (Ege Üniversitesi, Zootekni Anabilim Dalı), Sayın Doç. Dr. Şahin ÇADIRCI (Karabük Üniversitesi, Eflani M.Y.O) ve Sayın Doç. Dr. Engin YENİCE (Ankara Üniversitesi, Zootekni Anabilim Dalı) hocalarıma, Anabilim Dalımızda görevli Dr. Neşe Nuray TOPRAK hocama, tez çalışmasında önemli katkıları olan değerli çalışma arkadaşlarım Araş. Gör. Ali Anıl ÇENESİZ' e (Ankara Üniversitesi, Zootekni Anabilim Dalı), Yüksek Ziraat Mühendisi Şevket ÖZLÜ'ye, Emre CEYLAN'a, Anabilim Dalımızın çok kıymetli idari personelleri Semra SEHTİYANCI ve Önder YALÇIN' a ve koşulsuz şartsız hep yanımda bulunarak maddi-manevi desteklerini hiç esirgemeyen biricik eşim Emine YAVAŞ'a oğlum Mustafa Erdem'e ve değerli aileme en derin duygularla teşekkürlerimi sunarım.

İsmail YAVAŞ

Ankara, Ekim 2019

## İÇİNDEKİLER

<b>TEZ ONAY SAYFASI</b>	
<b>ETİK</b> .....	<b>i</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iv</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>4</b>
2.1 Fitik Asit .....	4
2.2 Kanatlı Beslemede Kullanılan Eksojen Enzimler.....	7
2.3 Fitaz Enzimi .....	9
2.4 Fitaz Enzimi Kaynakları.....	9
2.4.1 Bitkisel fitazlar .....	11
2.4.2 Mikrobiyal fitazlar .....	12
2.4.3 Sindirim kanalı mikroflorası tarafından sentezlenen fitazlar .....	14
2.4.4 Bağırsak fitazları .....	14
2.5 Eksojen Fitaz Kullanımında Gelişmeler .....	14
2.6 Fitaz Enzimi Etkinliğini Etkileyen Etmenler.....	15
2.6.1 Yem kompozisyonu .....	16
2.6.2 Yemin mineral madde içeriği .....	16
2.6.3 Vitamin D <sub>3</sub> ve metabolitleri .....	17
2.6.4 Fitaz enzimi kaynağı .....	17
2.6.5 Sindirim sistemi özellikleri ve diğer enzimler .....	18
2.6.6 Hayvana bağlı etmenler .....	18
2.7 Etlik Piliçlerde Fitaz Enzim Etkinliği Üzerine Yapılan Güncel Çalışmalar.....	18
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	<b>29</b>
3.1 Materyal.....	29
3.1.1 Hayvan Materyali .....	29
3.1.2 Yem Materyali .....	29
3.2 Yöntem.....	30
3.2.1 Deneme düzeni, deneme yemleri ve hazırlanışı, deneme yemlerinde besin maddeleri analizleri.....	30
3.2.2 Denemenin düzenlenmesi ve yürütülmesi .....	38
3.2.3 Ölçümler ve analizler .....	38
3.2.3.1 Performans ölçümleri .....	38
3.2.3.2 Tibia yoğunluğu, kırılma mukavemeti, kül ve fosfor düzeylerinin belirlenmesi.....	39
3.2.4 İstatistiksel analizler .....	40
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	<b>41</b>
4.1 Performans .....	41
4.1.1 Canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı .....	41
4.1.2 Yem tüketimi ve yemden yararlanma .....	45

<b>4.2 Ölüm Oranı .....</b>	<b>48</b>
<b>4.3 Tibia Yoğunluğu ve Tibia Kırılma Mukavemeti .....</b>	<b>49</b>
<b>4.4 Tibia Ağırlığı, Külü ve Fosfor Düzeyleri .....</b>	<b>51</b>
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1 Performans .....</b>	<b>54</b>
<b>5.2 Ölüm Oranı .....</b>	<b>58</b>
<b>5.3 Tibia Parametreleri .....</b>	<b>59</b>
<b>6. SONUÇ .....</b>	<b>63</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>65</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>74</b>

## KISALTMALAR DİZİNİ

ADF	Asit deterjan fiber
Arg	Arjinin
ATK	Ayçiçeği tohumu küspesi
Baş	Başlatma dönemi
Bit	Bitirme dönemi
Büy	Büyütme dönemi
Ca	Kalsiyum
CA	Canlı ağırlık
CAA	Canlı ağırlık artışı
Cl	Klor
cm	Santimetre
Cys	Sistin
DCP	Dikalsiyum fosfat
FTU	Fitaz enzim aktivitesi
g	Gram
Ile	İzolösin
K	Potasyum
kg	Kilogram
KM	Kuru madde
Leu	Lösin
Lys	Lizin
ME	Metabolik enerji
Met	Metiyonin
mm	Milimetre
Mn	Mangan
N	Newton
Na	Sodyum
NaHCO <sub>3</sub>	Sodyum bikarbonat
NDF	Nötral deterjan fiber
P	Fosfor
Phe	Fenilalanin
Sind.	Sindirilebilir
SFK	Soya küspesi
Thr	Treonin
tP	Toplam fosfor
Trp	Triptofan
Val	Valin
YDS	Yem değerlendirme sayısı
yP	Yararlanılabilir fosfor
YT	Yem tüketimi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1	Fitik asit (miyo-inositol hekzafosfat) .....	4
Şekil 2.2	Fitik asitlerin protein, mineral ve nişasta ile oluşturduğu kompleks yapı .....	5
Şekil 2.3	Fitaz enziminin fitat fosforu parçalama etkisi.....	10
Şekil 2.4	Miyo-inositol hekza dihidrojen fosfatın (fitik asit) yıkımlanma aşamaları .....	11

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	Bitkisel yem hammaddelerinin fosfor içerikleri ve fitat fosfor oranları .....	6
Çizelge 2.2	Ticari olarak kullanılan yem enzimleri ve hedef substratları.....	8
Çizelge 2.3	Bitkisel hammaddelerin fitaz aktivitesi ve bazı özellikleri .....	12
Çizelge 2.4	Mikrobiyal fitazların kökeni ve bazı özellikleri .....	13
Çizelge 3.1	Araştırmada oluşturulan muamele grupları ve fosfor ile kalsiyum seviyeleri (6-24 gün).....	31
Çizelge 3.2	Araştırmada oluşturulan muamele grupları ve fosfor ile kalsiyum seviyeleri (25-39 gün) .....	32
Çizelge 3.3	Araştırmada kullanılan yem hammaddelerinin besin maddeleri içeriği.....	33
Çizelge 3.4	Denemede kullanılan bazal yemlerin ham madde kompozisyonları ve hesaplanmış besin maddesi içerikleri.....	35
Çizelge 3.5	Deneme yemlerinin gerçekleştirilen fitaz aktivitesi analiz sonuçları .....	36
Çizelge 3.6	Deneme yemlerinin analiz edilmiş besin maddesi içerikleri .....	37
Çizelge 4.1	Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz kullanılmasının canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı üzerine etkileri.....	44
Çizelge 4.2	Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz kullanılmasının yem Tüketimi (YT) ve yemden yararlanma (YDS) üzerine etkileri.....	47
Çizelge 4.3	Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz kullanılmasının ölüm oranı üzerine etkileri.....	48
Çizelge 4.4	Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz kullanılmasının tibia yoğunluğu ve kırılma mukavemeti üzerine etkileri.....	51
Çizelge 4.5	Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz kullanılmasının tibia ağırlığı, tibia kül oranı ve tibia fosfor oranı üzerine etkileri .....	53

## 1. GİRİŞ

Hayvan beslemede mineraller hayvanların sağlıklı biçimde gelişmeleri, büyümeleri, üremeleri ve verim verebilmeleri için gerekli olan temel besin madde unsurlarıdır. Enerji ve proteine kıyasla hayvan tarafından daha az miktarda ihtiyaç duyulan fakat organizmada önemli görevler üstlenen mineraller katı ve kristal halde bulunurlar ve olağan kimyasal reaksiyonlar ile dekompoze olmayan veya sentez edilemeyen bileşik olarak tanımlanmaktadır. Hayvanların yaşamlarını normal koşullarda devam ettirebilmesi için mineral maddelerin hayvanlara yem veya su ile sürekli dışarıdan sağlanması gereklidir (Okuyan ve Filya 2010).

Fosfor, makro mineraller sınıfında bulunan hayvanların beslenmesinde önemli derecede ihtiyaç duyulan, yemlerle hayvanlara sunulması gereken bir mineral maddedir. Fosfor vücudun her hücresinde bulunmakla birlikte vücuttaki toplam fosforun % 80'i kemiklerde ve kalanı yumuşak dokularda yer almaktadır. Vücutta birçok önemli görevi bulunan fosforun temel görevleri kemik ve diş oluşumuna katılma, hücre içerisindeki enerji transfer olaylarında yer alma, birçok enzimin ko-faktörü olarak rol alma, osmatik dengenin sağlanması, asit-baz dengesi sağlanması, karbonhidrat ve yağların emiliminde rol alması olarak sıralanabilmektedir. Birçok önemli görevde bulunan fosforun eksikliğinde ise özellikle kemik gelişimi problemleri ile karşılaşmakta ve kanatlı hayvanlarda kafes yorgunluğu, iştah azalması, canlı ağırlık artışında kötüleşme, karkas kalitesinde bozulma ve ölüm gibi olumsuzluklar görülmektedir (Okuyan ve Filya 2010).

Tüm çiftlik hayvanlarının beslenmesinde olduğu gibi kanatlı çiftlik hayvanların beslenmesinde de fosfor oldukça önemli bir role sahip olup, sürdürülebilir verim ve hayvan sağlığı için fosfor ihtiyaçlarının karşılanması gerekmektedir.

Kanatlı hayvanların fosfor ihtiyaçları; yem hammaddelerinin yapısında bulunan fosfor ve inorganik kökenli fosfor katkıları (dikalsiyum fosfat, mono kalsiyum fosfat vb.) ile karşılanmaktadır. Kanatlı beslemede kullanılan hammaddeler genel olarak bitkisel kökenli hammaddeler olup bu hammaddelerin yapısında bulunan toplam fosfor kanatlı

hayvanların ihtiyaçlarını karşılamak açısından yeterli olmakla birlikte önemli bir kısmı fitat fosfor formunda bulunmaktadır (Van Der Klis ve Versteegh 1999). Kanatlıların bu yapıdaki fosfordan yararlanma etkinliği ise ince bağırsak fitaz enzimi salgısının yetersiz olması nedeniyle çok dūřuktur. Bu yetersizlik nedeniyle kanatlıların ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için inorganik kaynakların kullanımını zorunlu hale getirmekte, bitkisel kökenli yem maddelerindeki fosforun önemli bir bölümünün yararlanılmadan atılması sonucunda da ciddi evre problemleri ortaya çıkmaktadır.

Hayvanların değerlendiremedikleri fitin fosforu yerine, fosfor ihtiyaının karşılanması amacıyla karma yemlere ilave edilen inorganik fosfor kaynakları genelde üretim maliyetlerini arttırmaktadır. Ayrıca bitkisel kökenli hammaddelerin yapısında bulunan fitatların sindirilebilirliğinin dūřuk olması; protein ve mineral gibi diğer besin maddeleriyle çözünmeyen bileşikler oluşturarak, farklı besin maddelerinin sindirimlerini de olumsuz etkilediği ve böylece performansı dūřürdüđu bilinmektedir.

Bu olumsuz etkilerine karşın, bitkisel kökenli hammaddelerin yapısında bulunan fitat fosfordan yararlanmayı arttırmak yönünde yapılan çalışmalar; uzun yıllardır kanatlı beslemede üzerinde durulan konulardan birisi olmuştur. Bu amaçla fitaz enzimi kanatlı beslenmesinde yaygın olarak kullanım alanına sahip olmuş ve uzun yıllardır başarıyla kullanılmaktadır.

Fitaz enzimi, bitkisel kökenli hammaddelerinin yapısında bulunan ve normal koşullarda kanatlılar tarafından sindirime uğratılıp değerlendirilemeyen fitat fosforun sindirimine katkıda bulunarak, bitkisel kökenli hammaddelerin yapısında bulunan fosfordan yararlanımı arttırmaktadır. Bu sayede fitat fosforun diğer besin maddeleri üzerinde oluşturduğu yapı parçalanarak sindirimi artmakta ve aynı zamanda dışkıdaki fosfor miktarının azalmasıyla fosfor kaynaklı evre kirliliği riskinin azaltılması sağlanmaktadır (Simons vd. 1990).

Kanatlı beslemede mikrobiyal fitazlar pratik şekilde yem katkı maddesi olarak başarılı şekilde kullanılmasına karşın, ticari şartlara bağlı olarak en iyi enzimin seçilmesi ve

etkin kullanım dozunun belirlenmesi geliştirilen her bir fitaz enzimi için büyük önem taşımaktadır. Ayrıca enzim etkinliği optimum çalışma pH'sı, sıcaklık stabilitesi, substrat yoğunluğu, üretim kalitesi gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir ve üretilen yönteme göre enzim aktivitesi çeşitlilik gösterebilmektedir. Bu sebeple, üretilen fitazların sıcaklık stabilitesinin artırılması, sindirim sisteminde çalışma koşullarının iyileştirilmesi, aktivitesinin yükseltilmesi üzerine ürün geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Fitaz enziminin kanatlı sektöründe kullanıldığı ilk yıllarda ekonomik olarak yaygın kullanılan aktivitelerle bitkisel fitat molekülünün % 40-50'si parçalanabilirken, günümüzde bu düzey neredeyse % 80'lere ulaşmıştır. O yıllarda 10.000 ünite aktivitenin fitattan ortaya çıkardığı fosfor miktarı son yıllarda 2000-3000 ünite fitaz ile başarılabilmek noktasına gelmiştir.

Fitaz enziminin kanatlı ve domuz üretiminde yaygın bir şekilde kullanım alanı bulması ve üzerinde çok fazla bilimsel araştırma yapılmasının sonucu ortaya çıkan bilgi ve tecrübe ile etkinliği daha yüksek enzimi ekonomik ve daha ucuza üretme yönünde önemli gelişmeler sağlanmıştır. Fitat molekülünün olumsuz etkisinin tamamıyla ortadan kaldırılması; önemli kazanımlar sağlayacağından, enzim üreticileri fitatı daha fazla parçalama etkinliğine sahip enzimler üzerine çalışmaktadırlar. Günümüz fitazlarının bu yöndeki etkinlikleri yanında, etkinliği artırılmış fitazlarda kanatlı beslemede kullanılacak uygun dozların da belirlenmesi ve güncellenmesi gerekliliği devam etmektedir.

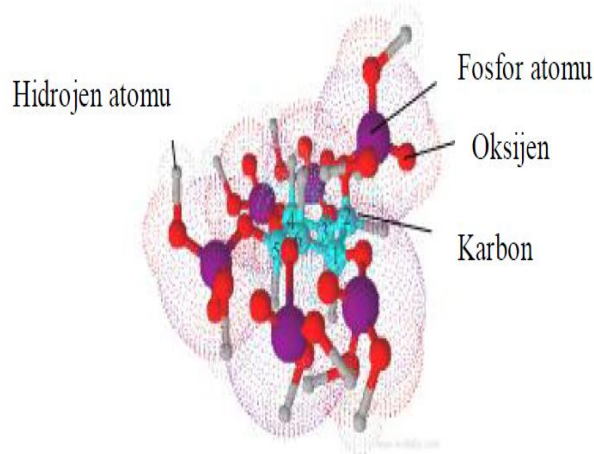
Bu kapsamda, tez projesinde mısır-soya küspesi esaslı beslenen etlik piliçlerde farklı aktivite düzeylerini de araştırarak şekilde yeni nesil bir mikrobiyal kökenli fitaz enzimi kullanımının performans, kemik gelişimi ve kemik dayanıklılığı üzerine etkilerinin değerlendirilerek etkinliğinin test edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tezin bu bölümünde; kanatlı beslemede kullanılan hammaddelerin yapısında bulunan fosforun formu, hayvanlar üzerine etkileri, olumsuz etkilerinin giderilmesi amacıyla kullanılan fitaz enzimlerinin sınıflandırılması ile yeni nesil üretilen fitazların etkinliği üzerine yapılan güncel literatür bilgileri özetlenmiştir.

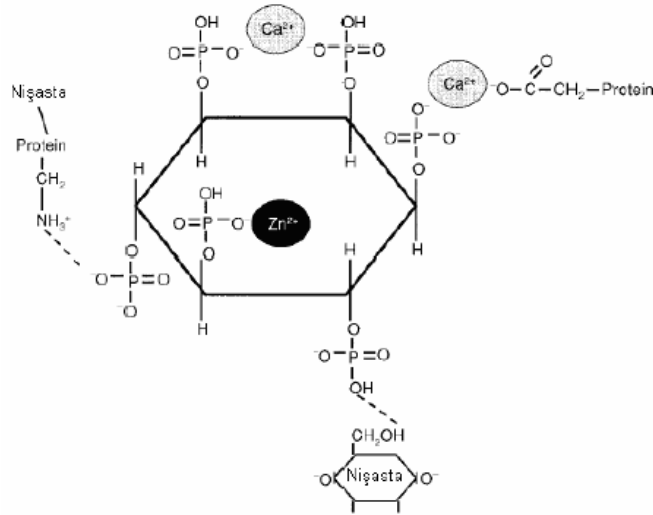
### 2.1 Fitik Asit

Fitik asit (miyo-inositol hekzafosfat), bitkisel kökenli hammaddelerde bitkinin çoğunlukla tohum kısmında yaygın olarak bulunan, fosfor deposu olarak görev gören bir bileşiktir (Şekil 2.1). Molekül ağırlığı  $660 \text{ g mol}^{-1}$  olup yüksek düzeyde fosfor içeriğine (%28.2) ve şelat yapma potansiyeline sahiptir. Negatif yüklü olması sebebiyle kalsiyum, potasyum, magnezyum, çinko, demir ve mangan gibi katyonlarla bileşik oluşturma eğilimindedir. Bu sebeple hammaddelerde bulunan fitik asit, hayvan beslemede belirtilen mineral maddelerin emilimini olumsuz etkileyebilmektedir (Tamim ve Angel 2003, Selle vd. 2009). Bir mol fitik asit, ince barsak pH koşullarında çözünmeyen fitat formunda ortalama olarak 3-6 mol kalsiyum ile bağ yapabilmekte ve fitik asitin çözünmeyen fitat formu kalsiyum ve fosforun her ikisini de yararlanılabilirliğini ortadan kaldırabilmektedir (Pointillart 1991).



Şekil 2.1 Fitik asit (miyo-inositol hekzafosfat) (Bohn vd. 2008)

Fitik asitler; protein yada mineral-protein kompleksini oluşturarak aminoasit ve protein yararlanımını azaltabildiği gibi nişasta ile kompleks oluşturarak nişasta sindirimini de olumsuz etkileyebilmektedir (Şekil 2.2) ve besin maddelerinden sağlanan enerji yararlanımını da düşürmektedir (Cowieson vd. 2004, Ravindran vd. 2006).



Şekil 2.2 Fitik asitlerin protein, mineral ve nişasta ile oluşturduğu kompleks yapı (Kornegay 2001)

Fitat terimi ise fitik asit ile benzer anlamda kullanılan bir terim olması ile birlikte fitik asidin farklı minerallerle yaptığı katyon tuzu (miyo-inositol hekza dihidrojen fosfat-IP<sub>6</sub>) şeklinde tanımlanabilmektedir. Fitat, kanatlı beslemede yaygın olarak kullanılan hammaddelerden mısırdaki embriyoda, buğday ve arpada alevron tabakasında bulunurken soya küspesinde protein bağlantılarında bulunmaktadır (Wyatt vd. 2004). Olgun bitkisel hammadde tohumlarında fitat; kalsiyum, magnezyum ve potasyuma bağlı kompleks tuz şeklinde veya protein ya da nişastaya bağlı olarak bulunmaktadır. Bu formdaki kompleks fitata bağlı fosfor kanatlı beslemede fitat fosfor ya da fitin fosfor şeklinde tanımlanırken fitata bağlı olmayan fosfor yararlanılabilir fosfor yada fitat yapısında olmayan fosfor şeklinde tanımlanmaktadır (Angel vd. 2002). Hammaddelerin yapısında bulunan fitat fosfor miktarları farklılık göstermektedir. Çizelge 2.1 'de kanatlı beslemede yaygın kullanılan yem hammaddelerin yapısında bulunan fitat fosfor içerikleri verilmiştir.

Çizelge 2.1 Bitkisel yem hammaddelerinin fosfor içerikleri ve fitat fosfor oranları (Ravindran vd. 1994, Humer ve Zebeli 2015)

Yem hammaddesi	Toplam fosfor, %	Fitat fosfor, %	Oran, %
Tahıllar			
Mısır	0.27 (0.23-0.32)	0.19 (0.17-0.22)	71 (57-85)
Yulaf	0.34 (0.29-0.37)	0.21 (0.17-0.25)	60 (56-67)
Pirinç	0.35 (0.34-0.36)	0.22 (0.20-0.24)	62 (59-67)
Buğday	0.35 (0.29-0.42)	0.23 (0.18-0.29)	68 (55-79)
Arpa	0.36 (0.31-0.42)	0.21 (0.19-0.26)	59 (54-63)
Sorgum	0.26 (0.20-0.31)	0.18 (0.15-0.21)	69 (65-75)
Yağlık tohum küspeleri			
Soya tohumu küspesi	0.67 (0.57-0.84)	0.38 (0.35-0.40)	57 (47-65)
Kolza tohumu küspesi	1.15 (1.05-1.34)	0.69 (0.40-0.84)	60 (36-72)
Ayçiçeği tohumu küspesi	0.96 (0.90-1.00)	0.77 (0.74-0.81)	79 (75-82)
Pamuk tohumu küspesi	1.10 (0.64-1.35)	0.70 (0.49-0.92)	66 (51-77)
Tahıl yan ürünleri			
Buğday kepeği	1.05 (0.88-1.16)	0.80 (0.57-0.97)	77 (50-96)
Pirinç kepeği	0.77 (0.58-0.96)	0.61 (0.49-0.73)	81 (76-85)

Fitatın tohumda bulunduğu yer ve diğer besin maddeleri ile kimyasal bağlantıları hayvanlar tarafından yararlanımını etkilemektedir. Özellikle ruminant olmayan tek mideli hayvanlarda (domuz ve kanatlı) fitat molekülünü parçalayacak enzim yeterli oranda bulunmamaktadır. Bu sebeple, kanatlı hayvanların beslenmesinde fosfor ihtiyacının karşılanması için inorganik fosfor kaynakları kullanılmaktadır. İnorganik fosfor kaynaklarının kullanımı sonucu hayvanlar tarafından değerlendirilmeyen inorganik fosfor ve hayvan tarafından sindirime uğratılmayan fitat fosfor dışkı ile atılmakta bu da kanatlı gübrelerinin fosforca zengin olmasına yol açmaktadır. Fosforca zengin kanatlı gübresinin çevresel olarak değerlendirildiğinde toprak kirliliğine ve topraktan fosforun yıkanması sonucu ile su kaynaklarında kirliliğe (ötrifikasyon) yol açabildiği bilinmektedir (Sharpley vd. 1994).

## 2.2 Kanatlı Beslemede Kullanılan Eksojen Enzimler

Enzimler, proteinlerin en büyük ve en çok özelleşmiş grubunu oluştururlar. Enzimler; canlı organizmalardaki kimyasal reaksiyonları hızlandıran ve hiçbir yan ürün oluşturmadan % 100'lük bir ürün verimi sağlayan biyolojik katalizörlerdir. Ayrıca enzimler, hücre içinde sentezlenip üretilmesine rağmen hücre dışı etki gösterebilmesiyle, endüstride önemli kullanıma sahiptir (Wolfson vd. 2008). Kanatlı hayvanların yemlerinde enzimler, besin madde yararlılığını arttırmak amacıyla uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu alanda ilk çalışmalar 1950'li yıllara kadar dayanmakta olup farklı türde hayvanların yemlerine proteaz ve amilaz gibi çeşitli enzimler ilave edilmiş ve besin madde yararlılığı üzerine olumlu etkiler gözlemlenmiştir (Ravindran 2013). Yararlı sonuçlar elde edilmesi ile birlikte, enzimler üzerine çok sayıda çalışma başlamış olup, günümüze kadar önemli gelişmeler gerçekleşmiştir. Bu gelişmeler ile birlikte enzim üretim sektörü günümüzde küresel ölçekte yaklaşık 1.5 milyar dolarlık bir pazar haline gelmiştir. Yem endüstrisi için kullanılan enzimler genellikle bakteri, mantar ya da mayalardan sıvı fermantasyonu veya katı form fermantasyonu ile elde edilmektedir. Her ne kadar net bir sınıflandırma yapılması mümkün olmasa da genel olarak yem katkı maddesi olarak yemlere ilave edilen eksojen enzimler; mikrobiyal fitazlar, arpa ve buğday gibi NOP içeriği yüksek tahılları hedef alan glukanaazlar, mısır ve sorgum gibi tahılları hedef alan enzimler ve tahıllar dışındaki yem hammaddeleri (soya küspesi vb.) için kullanılan enzimler şeklinde sınıflandırılabilir. Hayvan beslemede kullanılan ticari enzimler ve hedef substrat ile yem hammaddesi içerikleri Çizelge 2.2 'de verilmiştir. Söz konusu enzim pazarının yarısından fazlasını fitaz enzimi (%60) oluştururken, kalan miktarı karbonhidrazlar (%30), proteaz-lipaz ve diğer enzimler (%10) oluşturmaktadır (Adeola ve Cowieson 2011).

Çizelge 2.2 Ticari olarak kullanılan yem enzimleri ve hedef substratları (Ravindran 2013)

<b>Enzim</b>	<b>Hedef Substrat</b>	<b>Hedef Yem Hammadesi</b>
Amilaz	Nişasta	Tahıl ve Baklagil daneleri
$\alpha$ -Galaktozidazlar	Oligosakkaritler	Soya kúşpesi, baklagil daneleri
$\beta$ -Glukanazlar	$\beta$ -Glukan	Arpa, Yulaf, Çavdar
Fitaz	Fitik asit	Tüm bitkisel kaynaklı yem hammaddeleri
Ksilanazlar	Arabinoksilan	Buğday, arpa, çavdar, tritikale, lifli bitkisel materyaller
Lipazlar	Lipidler	Yem hammaddelerindeki lipidler
Mannanaz, selüloz, hemiselülozlar, pektinazlar	Lifli bileşenlerdeki hücre duvarı	Lifli bitkisel hammaddeler
Proteazlar	Proteinler	Tüm bitkisel protein kaynakları

Monogastrik hayvanlarda ekzojen enzim kullanımı ile yem değerinde artış sağlanması standart bir uygulama haline gelmiştir. Kanatlı yemlerinde ekzojen enzim ilavesinin amaçlarını aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür (Wu vd. 2004).

1. Endojen sindirim enzimleri tarafından genellikle yıkımlanamayan spesifik bağların yıkılması,
2. Besin maddelerinin yarıyışlılığını azaltan anti-besinsel faktörlerin yıkılması,
3. Besin maddelerini enkapsüle eden hücre duvarı polisakkaritlerinin yıkılarak besin maddelerinin endojen enzimlere daha açık hale getirilmesi,
4. Çözünmeyen nişasta olmayan polisakkaritlerin çözünmesini sağlayarak bağırsak fermentasyonunu daha etkin hale getirmek ve böylece genel enerji yararlanımını iyileştirmek,
5. Genç hayvanların enzim kapasitesine ilave yapılması.

### **2.3 Fitaz Enzimi**

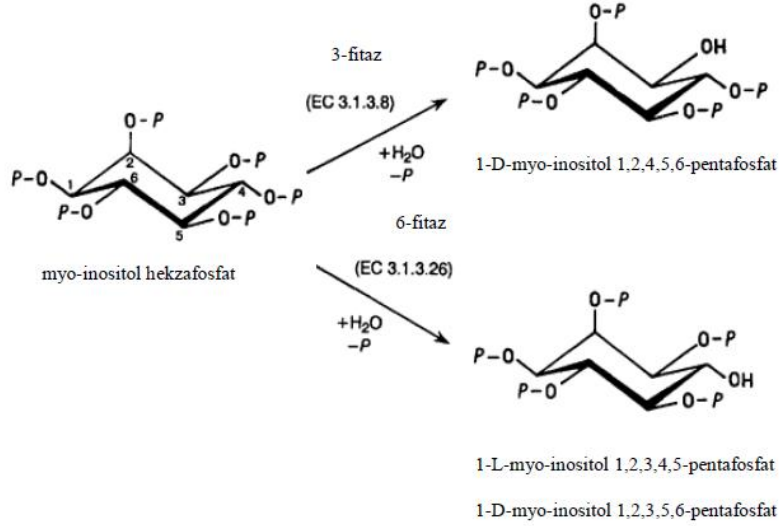
Günümüzde P yarıyışlılığını artırmada inorganik P kaynaklarına göre çok ekonomik olması ve fitatın anti-besinsel etkilerinin olumsuz sonuçlarını azaltma açısından kanatlı yemlerinin hemen hemen tamamında fitaz enzimi kullanımı standart bir uygulama haline gelmiştir. Kanatlı yemlerinin hazırlanmasında yem formülasyonları enzimlerle birlikte düzenlenerek aşırı besin maddesi sunulması yerine hedef hayvan ihtiyacına uygun besleme yapılmasına imkan tanımaktadır (Enshasy vd. 2018). Günümüzde kanatlı yemlerine yem katkı maddesi olarak mikrobiyal kökenli amilaz, ksilanaz, beta glukanaaz, proteaz ve fitaz ilaveleri sıklıkla kullanılmaktadır (Kandiyil vd. 2018). Fitaz enzimi kimyasal form olarak miyo inositol heksakisfosfat fosfohidraz adıyla bilinmekte olup 20. yüzyılın başlarından itibaren literatüre girmiştir ve monogastrik hayvanların beslemesinde uzun yıllardır yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Fitaz enziminin kanatlı beslemede yaygın olarak kullanılmasının sebebi bitkisel kökenli yem hammaddelerdeki fosfordan yararlanımın arttırılması ile inorganik fosfor kaynaklarının kullanımının azalmasını sağlanması, fitat fosforun oluşturduğu besin madde şelatlarının serbest hale gelmesinin sağlanmasıdır (Kavitha 2016).

Fitaz etkinliğini tanımlamak amacıyla FTU, FYT, PU ve U olmak üzere kullanılan dört tanımlama kullanılmaktadır. Fitaz aktivitesi ifadesi, genellikle 37°C ve pH 5.5 da 5.1 mmol sodyum fitattan 1 dakikada 1 µmol inorganik fosforu açığa çıkaran enzim miktarı, bir ünite fitaz aktivitesi olarak tanımlanmaktadır (Kornegay 2001, Selle ve Ravindran 2007).

### **2.4 Fitaz Enzimi Kaynakları**

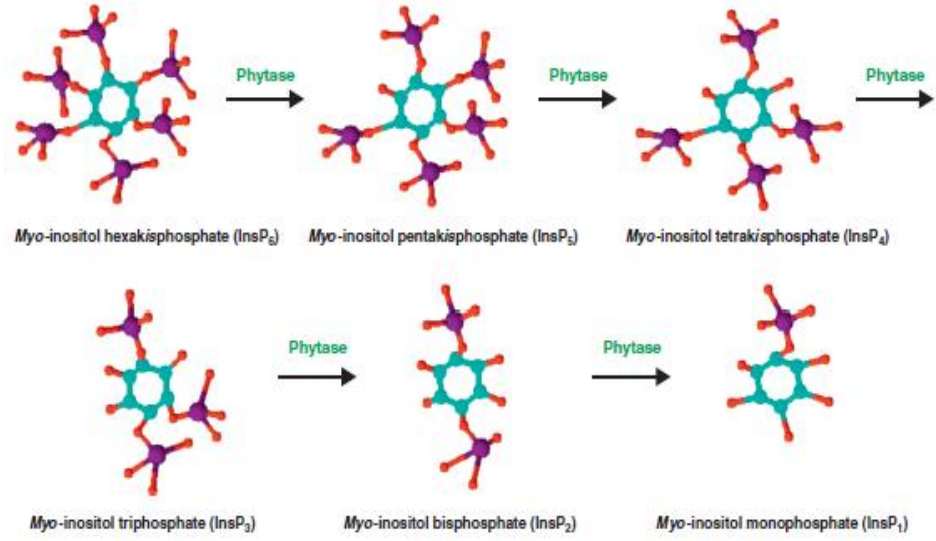
Fitaz enziminin tespiti 20. yüzyıl başlarına kadar dayanmasına karşın 1960'lı yıllardan itibaren üzerinde daha yoğun durulmuş ve ilk ticari fitaz enzimi katkısı 1991 yılında piyasaya sunulmuştur (Selle ve Ravindran 2007). Yemlik fitaz enzimleri fitat molekülünün parçalanma zicirine göre ikiye ayrılmaktadır. 3-Fitaz (EC 3.1.3.8), miyo-

inositol hekzafosfat halkasının üçüncü bağlantısını serbest hale geçirirken, 6-Fitaz (EC 3.1.3.26 ise altıncı zincirini hedef almaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Fitaz enziminin fitat fosforu parçalama etkisi (Sümengen 2011)

Fitat molekülü fitaz enzimi tarafından parçalanıp miyo-inositol hekza dihidrojen fosfat-IP<sub>6</sub>' dan sırasıyla penta- tetra- tri- di ve mono fosfata (IP<sub>5</sub> 'den IP<sub>1</sub> 'e) indirgenmekte her aşamada (Şekil 2.4) bir fosfat molekülü serbest hale gelmektedir (Greiner ve Konietzny 2011). Ayrıca özellikle IP<sub>6-3</sub> arası bağlı molekül antinutrisyonel olarak tanımlanmakta sindirim sisteminde diğer besin maddelerinin sindirimini etkilemektedir (Beeson vd. 2017).



Şekil 2.4 Miyo-inositol hekza dihidrojen fosfatın (fitik asit) yıkımlanma aşamaları (Kebreab vd. 2012)

Hayvan beslemede genel olarak fitazlar, yem hammaddelerinin yapısında bulunan bitkisel fitazlar, hayvanların sindirim sistemi tarafından (bağırsak mukozası) salgılanan intestinal fitazlar, hayvanların sindirim sisteminde bulunan mikroflora tarafından sentezlenen fitazlar ve yemlere dışarıdan yem katkı maddesi formunda ilave edilebilen mikrobiyal fitazlardan oluşmaktadır (Angel vd. 2002).

#### 2.4.1 Bitkisel fitazlar

Kanatlı hayvanların yemlerini oluşturan bitkisel kökenli yem hammaddelerin yapısında fitaz aktivitesi tespit edilmiş olup, fitaz etkinliğinin bitki türüne ve varyetesine göre değişiklik gösterdiği belirtilmektedir. Buğday, arpa, çavdar ve tritikale ile tahıllardan un elde edilmesi sırasında açığa çıkan tahıl yan ürünlerinde (buğday kepeği-pirinç kepeği) daha yüksek fitaz aktivitesi tespit edilirken mısır, soya küspesi ve pamuk tohumu küspesinde aktivite düşük bulunmuştur (Viveros vd. 2000). Bazı yem hammaddelerin yapısında bulunan fitaz aktivitesi ve bazı özellikleri Çizelge 2.3’de verilmiştir (Viveros vd. 2000, Sümengen 2011). Bitkisel kökenli fitazların etkinlik gösterebilmesi için optimum sıcaklığın 47-55 °C ve pH derecesinin 4.0-6.0 arasında olması gerektiği belirtilmiştir. Ancak yemlerin işlenmesi sırasında yem hammaddelerin yüksek sıcaklığa

maruz kalması, sindirim sisteminin ilk kısımlarında bulunan yüksek asidik ortam ve mideden salgılanan pepsin enzimi ile bu enzimlerin etkinliklerinin olumsuz etkilendiği belirtilmiştir (Alçiçek vd. 1995, Phillippy 1999, Angel vd. 2002). Fitaz çeşitliliğın değişken olması ve stabilite sorunu; yemlerde değerlendirilebilecek güvenli bir enzim kaynağı olarak bitkisel kökenli fitazların değerlendirilmesini olumsuz kılmaktadır (Angel vd. 2002).

Çizelge 2.3 Bitkisel hammaddelerin fitaz aktivitesi ve bazı özellikleri

Bitkisel fitaz kaynağı hammaddeler	Spesifik aktivitesi, U kg <sup>-1</sup>	Optimum pH	Optimum sıcaklık, °C
Buğday	1637	6.0	45
Arpa	1016	5.0	45
Mısır	70	4.8	55
Tritikale	1688	-	-
Buğday kepeği	4624	-	-
Mısır gluten unu	173	-	-
Ayçiçeği tohum küspesi	73	-	-
Soya küspesi	< 50	-	-
Kanola küspesi	< 50	-	-

#### 2.4.2 Mikrobiyal fitazlar

Mikrobiyal fitazlar, fitik asit üzerine doğrudan etki gösteren çeşitli mikroorganizma salgıları şeklinde tanımlanabilmektedir. Bu amaçla ilk olarak mayadan yapılan enzim üretimi, mantar ve bakterilerden elde edilen üretimlerle yaygınlaşmıştır. Bu amaçla 29 adet mantar, bakteri ve mayadan üretim yapılabildiği belirtilmiştir (Dvorakova 1998). Ticari olarak birçok türden üretim yapılabilmesine karşın yaygın olarak 3-fitaz olarak tanımlanan *Aspergillus niger* ile 6-fitaz olarak tanımlanan *Peniophora lycii* ve *Escherichia coli* den üretim yapılmaktadır (Selle ve Ravindran 2007). Farklı

mikroorganizmalardan elde edilen enzimler ve bu enzimlerin optimal çalışma koşulları Çizelge 2.4 'de verilmiştir.

Çizelge 2.4 Mikrobiyal fitazların kökeni ve bazı özellikleri (Greiner ve Konietzny 2006)

Fitaz kaynakları	Spesifik Fitaz Aktivitesi, U/mg-37°C	Optimum pH	Optimum Sıcaklık, °C
<i>Aspergillus caespitosus</i>	-	5.5	80
<i>Aspergillus fumigatus</i>	23-28	5.0-6.0	60
<i>Aspergillus niger</i>	50-103	5.0-5.5	55-58
<i>Aspergillus oryzae</i>	11	5.5	50
<i>Aspergillus terreus</i>	142-196	5.0-5.5	70
<i>Emericella nidulans</i>	29-33	6.5	-
<i>Myceliophthora thermophila</i>	42	5.5	-
<i>Saccharomyces castellii</i>	418	4.4	77
<i>Cladosporium</i>	909	3.5	40
<i>Penicillium lycii</i>	1080	5.5	58
<i>Thermomyces lanuginosus</i>	110	6.0	65
<i>Escherichia coli</i>	811-1800	4.5	55-60
<i>Klebsiella terrigena</i>	205	5.0	58
<i>Candida krusei</i>	1210	4.6	40
<i>Pichia anomala</i>	-	4.0	60

Fitaz üretimi için çalışma yapılan mikroorganizmalar içerisinde en yüksek miktarda üretimin ekstraselüler özellikli *Aspergillus niger* 'den elde edildiği belirtilirken, bu mantar türü ile bağlantılı iki tip fitaz enziminin olduğu birinci fitazın 5.5 ve 2.5 pH değerlerinde aktif olduğu, diğer fitazın ise 2.0 pH değerinde aktif olduğu belirtilmiştir (Wodzinski ve Ullah 1996, Pallauf ve Rimbach 1997). Fungal enzimlerle kıyaslandığında bakteriyel enzimler substrat spesifitesi, proteolizize karşı direnç göstermesi ve katalitik aktivitesi gibi özelliklerinden dolayı alternatif oluşturabilmekte ve rekombinant teknolojisi ile termal stabiliteyi iyileştirilebilmektedir (Rodriguez vd. 2000, Konietzny ve Greiner 2004). Elde edilen fitaz enzimleri kanatlı karma yemlerine

yem katkı maddesi olarak sıvı formda ya da kurutulularak toz veya granül formda ilave edilebilmektedir.

### **2.4.3 Sindirim kanalı mikroflorası tarafından sentezlenen fitazlar**

Sindirim sistemi boyunca bulunabilen bazı mikroorganizmaların fitat fosforundan yararlanabildiği belirtilmekle birlikte kanatlı hayvanlarda bu etkinin hayvan besleme açısından değerlendirilebilecek düzeyde yüksek olmadığı belirtilmektedir (Angel vd. 2002).

### **2.4.4 Bağırsak fitazları**

Kanatlı hayvanlarda özellikle ince bağırsakta bulunan yüzey epitelindeki mikrovillus membranından bağırsak fitaz enzimi salgılanabildiği belirtilmektedir (Maenz ve Classen 1998). Bu salgılanan fitaz enziminin etkinliğinin, sıvı katman içerisindeki enzimin düzeyine ve substrat üzerindeki bağlanma noktalarına enzimin erişebilmesine göre, değişkenlik gösterebildiği bildirilmektedir (Maenz 2001). Kanatlı hayvanlarda mukozal fitaz etkinliği en yüksek düzeyde duodenumda bulunmaktadır ve ince bağırsağın daha alt kısımlarına inildikçe enzim etkinliğinin azaldığı belirtilmiştir (Maenz ve Classen 1998).

## **2.5 Eksojen Fitaz Kullanımında Gelişmeler**

Etlik piliçlerde fitaz enziminin etkinliği hayvanın fizyolojik durumuna, fitaz enziminin kendi özelliklerine ve oluşturulan karma yemin içeriğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu bakımdan özellikle yeme bağlı olarak; yemin ve sindirim sistemi içeriğinin pH derecesi, yemin sindirim sisteminde kalış süresi, sindirim sisteminde metal iyonlarının varlığı, fitat substratı yoğunluğu ve karakteri, yeme katılan organik asitler, toksin bağlayıcılar, anti-bakteriyel yem katkıları, yemin Ca, toplam P ve vitamin D<sub>3</sub> içeriği ve Ca:P oranı fitaz etkinliği açısından önemlidir. Ayrıca enzime bağlı olarak;

3- veya 6-fitaz olması durumu, hayvana bağılı olarak; hayvanın yaşı, verim yönü gibi fizyolojik özellikleri enzim etkinliği açısından önemlidir (Çiftci 2017).

Kanatlı besleme endüstrisinde kullanılan fitaz enzimleri, yıllara bağılı olarak teknolojik gelişmelerle sağlanan ilerlemelerle birlikte önemli kazanımlar elde etmiştir. Fitaz enzimi yakın geçmiş diye tabir edebileceğimiz 90'lı yılların başında yemde % 0.1 yararlanılabilir fosfor katkısı sağlayabilecek şekilde kullanılırken 2000'li yılların sonunda sağlanması beklenen yararlanılabilir fosfor miktarı % 0.125 düzeyine yükselmiş ve 2010 yılından itibaren % 0.15- 0.18 yararlanılabilir P sağlayabilecek şekilde üretilebilmektedir. Güncel kullanımda olan son nesil fitazlar ile süper doz enzim uygulamaları gündeme gelmiş olup, yararlanılabilir fosfor açığa çıkarmasının yanı sıra fitat bileşiğinin anti-besinsel etkilerinin büyük oranda ortadan kalkmasıyla ve inozitolün serbest olarak açığa çıkmasıyla oluşan besin madde yararlanımındaki artış yanında, antibesisel özelliğinin yok olmasına bağılı olarak ortaya çıkan endojen besin madde tasarrufu nedeniyle performansın daha iyi olmasını sağlar duruma gelmiştir. Son teknoloji fitaz enzimleri, genelde bakteriyel 6-fitaz enzimleri olarak üretilmekte ve fitaz enzimlerindeki yıllara bağılı teknolojik gelişime bağılı olarak, çevre kirliliğine yol açan dışkıyla P atılımında da önemli azalmalar yakalanmıştır. Bunun yanı sıra, üretilen yeni nesil fitaz enzimlerinin ısıl işlem ve depolama stabilitesinde önemli gelişmeler sağlanmıştır (Çiftci 2017).

## **2.6 Fitaz Enziminin Etkinliğini Etkileyen Etmenler**

Etlik piliçlerin beslenmesinde yem katkı maddesi olarak yaygın şekilde kullanılan fitaz enziminin hayvanlar tarafından yararlanımı üzerine üç ana etmen etkili olmaktadır. Bu etmenler yeme bağılı etmenler, fitaz enzimine bağılı etmenler ve hayvana bağılı etmenler olarak sınıflandırılmaktadır (Ell-Hack vd. 2018). Tezin bu bölümünde fitaz yararışlılığı üzerine etkisi olan bu etmenler incelenmiştir.

### **2.6.1 Yem kompozisyonu**

Yem hammaddelerinin yapısında bulunan fitatın bulunduğu yer ve bulunduğu miktarın yanı sıra bazı yağlı tohumların ve tahılların yapısında bulunan fitazın mikrobiyal fitaz enzimi kullanımı üzerine katkı sunabilecek olması sebepleri ile karma yemlerde bitkisel kökenli hammadde kullanım çeşitliliğinin fitaz enziminin etkinliği üzerine etkili olabileceği belirtilmiştir (Akter vd. 2017). Yapılan değerlendirmede fitaz enziminin farklı hammaddelerden farklı oranlarda P çözebildiği bildirilmiştir. Fitaz enziminin farklı hammaddeler üzerine P çözünebilirliği üzerine etkisi mısır, soya küspesi, buğday, arpa, pirinç kepeği ve kanola küspesi için sırasıyla % 30.8- 59.0, % 34.9- 72.4, % 30.7- 46.8, % 32.2- 71.3, % 33.2- 48.0 ve % 36.7- 55.8 oranında değiştiği belirtilmiştir (Leske ve Coon 1999). Ayrıca hammaddelerin yapısında bulunan endojen fitaz enzimi etkinliğinin yem işleme sırasında uygulanan ısıl işleme bağlı değişiklikler gösterebileceği de bildirilmektedir (Cavalcanti ve Behnke 2004).

### **2.6.2 Yemin mineral madde içeriği**

Etlik piliç yemlerine ilave edilen enzimlerin etkinlikleri üzerine yemin mineral madde içeriğinin özellikle de Ca ve P düzeylerinin etkili olduğu belirtilmektedir (Sandberg vd. 1993). Yapılan değerlendirmede yemin kalsiyum içeriğindeki fazlalığın fitat ile çözünmesi güç kompleks yapılar oluşturarak, fitaz enzimi etkinliğini sınırlandırdığı bilinmektedir (Kahindi vd. 2017). Bunun yanı sıra yemde kullanılan kalsiyum kaynağının partikül boyutu fitaz enzimi etkinliğini etkileyebildiği belirtilmektedir (Manangi ve Coon 2007). Yapılan çalışmada (Plumstead vd. 2008) Ca düzeyinin % 0.47'den % 1.16'ya çıkarılması ile ileal fitat fosfor sindirimi %71 oranında azalmıştır. Bulunma miktarının yanı sıra Ca:P oranında gerçekleşen kalsiyum yönlü artışların fitaz aktivitesi üzerine olumsuz etki oluşturduğu belirtilirken yapılan çalışmada (Qian vd. 1996) yemde Ca:P oranının 2'den 1.2'ye indirilmesi ile fitaz aktivitesinin %16 artış gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca farklı fitat fosfor seviyelerinde % 0.10, % 0.28 ve % 0.24 en iyi P yararlanımı için Ca:yP düzeyleri 2.34, 2.53 ve 2.40 olarak bildirilmiştir

(Plumstead vd. 2008). Kalsiyum ve fosforun yanı sıra yemlerde yüksek demir düzeyinin fitaz enzimi etkinliğini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Akter vd. 2017).

### 2.6.3 Vitamin D<sub>3</sub> ve metabolitleri

Vücutta Ca ve P metabolizmasında düzenleyici rolü bulunan vitamin D'nin kemiklerin normal kalsifikasyonu için Ca ve P birlikte rol aldığı bilinmektedir. Kanatlı yemlerinde vitamin D<sub>3</sub> kaynağı olarak genellikle kolekalsiferol kullanılırken 1.25 dihidroksikolekalsiferol'ün kullanımı da gözlemlenebilmektedir (Applegate vd. 2003). Vitamin D<sub>3</sub> 'ün kanatlılarda tek başına fitat fosfor yararlanımını arttırabildiği gibi, fitaz enzimiyle birlikte kullanılmasının sinerjik bir etki oluşturarak fitat fosfor yararlanımını arttırarak katkı sağlayabileceği belirtilmektedir (Qian vd. 1997).

### 2.6.4 Fitaz enzimi kaynağı

Ticari olarak kullanılan enzimler bakteri ve mantar kökenli olup bakteriyel olarak *E. coli* kökenli enzimler, mantar kökenli olarak da *Aspergillus niger*, *Aspergillus ficum* ve *Peniphora lycii* kökenli enzimler kullanılmaktadır (Selle ve Ravindran 2007). Üretilen enzimlerin sindirim sistemi içerisinde dayanıklılık, termal stabilite, pH gibi çeşitli özelliklere göre farklı etkinlikler gösterdiği değerlendirilmektedir (Onyango vd. 2004). Bu değişiklikler sebebiyle farklı fitaz enzimlerinin diğer besin maddeleri üzerine etkileri değişebilmekte ve besleme pratiğinde uygulanan Ca, P, Mn, enerji, ham protein ve aminoasit matriksleri değişiklik gösterebilmektedir. Yapılan çalışmada *Citrobacter braakii* kökenli fitaz enziminde 500- 1000- 2000 FTU kullanımda inorganik P karşılığı sırasıyla %0.063, % 0.109 ve % 0.202 olarak belirlenirken *Escherichia coli* kökenli fitaz enziminde 250- 500 ve 1000 FTU kullanımda %0.076, % 0.131 ve % 0.240 inorganik P karşılığı değerleri bildirilmiştir (Ribeiro vd. 2016).

### **2.6.5 Sindirim sistemi özellikleri ve diğer enzimler**

Ticari olarak üretilen fitaz enzimlerinin sindirim sistemi içerisinde çalışma pH aralığının genelde 2.5-4.5 arasında olduğu belirtilmektedir. Bu pH aralığında *E. coli* fitazlarının fungal fitazlara göre daha aktif olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca aynı kökenli olmasına karşın aktivelerde farklılıklar olabileceği bunun da bakteriyel ekspresyon ve üretim teknolojisine bağlı değişebildiği belirtilmektedir (Dersjant-Li vd. 2015). Enzimlerin sindirim sistemi pH koşullarına göre belirlenen optimum çalışma pH değerleri bulunmaktadır. Geniş aralıklı sunulan pH değerleri sindirim sistemi koşullarında daha uzun süre çalışabilme kabiliyetine sahip olduğundan, etkinlik açısından daha avantajlı görünmektedir. Ayrıca üretilen enzimlerin protein kökenli olması sindirim sistemi proteolitik enzimlere karşı dayanıklı olmasını gerektirmektedir. Bu bakımdan *E.coli* kökenli fitazların sindirim sistemi proteaz salgılarına karşın daha etkili direnç gösterdiği belirtilmiştir (Augsburger vd. 2007).

### **2.6.6 Hayvana bağlı etmenler**

Kanatlı sindirim sisteminde en yüksek mikrobiyal fitaz aktivitesinin kursakta, bakteriyel fitaz aktivitesinin ilk olarak taşlıkta gerçekleştiği belirtilmektedir (Truong vd. 2017, Akter vd. 2017). Ayrıca yumurta tavuklarında fitazın P çözme etkinliğinin etlik piliçlere göre daha fazla olduğu, soya küspesinden enzim ilavesiz P çözme etkinliğinin yumurta tavuklarında daha fazla olduğu belirtilmektedir. Bu farklılıkların yumurta tavuklarının bağırsak mikrobiyal dengesinin yaşa bağlı olarak gelişmiş olması ve yemin sindirim sisteminde daha uzun süre kalması şeklinde açıklanmaktadır (Leske ve Coon 1999)

## **2.7 Etlik Piliçlerde Fitaz Enziminin Etkinliği Üzerine Yapılan Güncel Çalışmalar**

Etlik piliçlerde fitaz enzimi kullanımı uzun yıllardır yaygın bir uygulama şeklinde devam etmektedir. Ancak fitat fosfordan daha fazla yararlanabilme potansiyeli, yüksek doz enzim kullanımlarının fitat fosforun yanı sıra diğer besin maddelerinin sindirimleri üzerine olası etkilerin artması (ekstra fosforik etki) gibi talepler ile yeni nesil üretilen

fitaz enzimlerinin etkinliklerinin ortaya konması amacıyla yapılan çalışmalar literatürde son yıllarda yer almaktadır. Bu amaçla üretilen farklı kaynaklı enzimler, farklı düzeylerde *in vitro* ve *in vivo* şartlar altında denemelere tabi tutulmakta, aktiviteleri, çalışma kabiliyetleri ile etlik piliçler üzerinde performans, kemik gelişimi, besin madde sindirilebilirlikleri üzerine etkileri araştırılmaktadır. Tezin bu bölümünde fitaz enzimlerinin etkinliklerinin ortaya konması ve etlik piliçler üzerine etkilerinin değerlendirilmesini konu alan güncel literatür bildirişleri derlenmiştir.

Ceylan vd. (2012) tarafından yürütülen çalışmada etlik piliçlerin ihtiyaç fosfor seviyelerinde % 0.10 ve % 0.13 düşürme gerçekleştirilerek 500 FTU enzim ilavesi ile deneme grupları oluşturulmuş ve enzim etkinliği test edilmiştir. Yapılan değerlendirmede fosfor seviyesinin düşürülmesi performans ve yemden yararlanmayı kötüleştirirken, ayak kusurlarını ve ölüm oranını önemli derecede arttırmış, tibia P oranını düşürmüştür. Her iki seviyede fosfor içeriği düşürülmüş yemlere yapılan enzim ilavesinin performans ve yemden yararlanmayı iyileştirdiği, tibia P içeriğini arttırdığı belirtilirken, tibia P içeriğinin artmasının fitat fosfordan sağlanan P katkısının hayvanların kemik gelişim için P depolaması açısından gereksiniminin karşılanması ile ilişkilendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede 500 FTU enzim ilavesinin % 0.13 yP seviyesinde fosfor açığını kapatmada etkili olduğu değerlendirilmiştir.

Olukosi ve Fru Nji (2014) tarafından yapılan çalışmada, enerji, protein, kalsiyum ve fosfor içeriklerinin düşürülmesi (pozitif muamele, matriks değerine göre düzenlenmiş negatif muamele), iki farklı kalsiyum/toplam fosfor düzeyi (2, 2.5) ve üç doz *Citrobacter braakii* kökenli fitaz enzimi ilavesinin (0, 1000, 2000 FTU) performans, besin madde sindirilebilirliği ve kemik kül ve fosfor birikimi üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede negatif kontrol muamele grubunun performansı düşürdüğü, pozitif kontrol yemlerine yapılan yüksek doz fitaz enzimi ilavesinin performansı iyileştirdiği, fosfor limiti olmayan durumlara yüksek doz fitaz enzimi ilavesinin etkili olduğu, performansı iyileştirmesinin fosfor yararlanımını arttırmadan ziyade başka besin maddeleri ile olan etkileşimden kaynaklanabileceği fosfor dengeli durumlarda fitazdan olumlu etki gözlemleyebilmek için yüksek doz ilave yapılması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca kemik mineralizasyonu üzerine Ca:tP oranının

önemli olduğu, oranın artmasının yP seviyesinin düşük olduğu grupta daha şiddetli sıkıntıya yol açtığı, dengeli olan gruplarda fitaz etkinliğinin sınırlandığı, dengenin bozulduğu durumda yemlere daha fazla miktarda fitaz kullanımının gerektiği bildirilmiştir.

Farklı düzeylerde Ca:yP seviyeleri ve fitaz enzim ilavesinin etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmada (Amerah vd. 2014) (%0.28 yP ve % 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 seviyelerinde Ca) Ca:yP seviyesinin artmasının performansı olumsuz etkilediği, P yararlanımını düşürdüğü, kemik P birikimini olumsuz etkilediği değerlendirilirken her seviyede fitaz ilavesinin (1000 FTU) besin maddeleri sindiriminde oluşturduğu iyileşme ile olumlu katkı sunduğu belirtilmiştir. Ayrıca fitaz enziminin kalsiyum fitat tuzu üzerine etkisinin kullanılan enzime göre değişebileceği değerlendirilirken, bakteriyel kökenli fitazların nötre yakın pH değerinde daha etkin çalışabilmesi sebebiyle bağırsağın üst kesimlerinde bulunan nötre yakın pH değerinde fitatın kalsiyum ile bağırsağın ilerleyen kısımlarında ki tuz oluşturma etkinliğini düşürerek daha etkili çalışabildiği belirtilmiştir.

Kontrol grubuna kıyasla (%0.42 yP) 4 seviye yP içeriği düşürülmüş (% 0.32- % 0.26- % 0.20 - % 0.14) negatif kontrol grupları ile en düşük yP seviyesine sahip yemlere 500 ve 1000 FTU fitaz enzimi ilavesinin etkilerinin değerlendirildiği çalışmada (Vieira vd. 2015) elde edilen veriler incelendiğinde, yP seviyesinin düşürülmesi performans ve kemik kalitesini olumsuz etkilerken ölüm oranını da önemli derecede arttırmıştır. Düşük yP seviyesine yapılan enzim ilavesi ile performans iyileşme gösterirken 500 FTU ilave % 0.26 yP seviyesi ve altındaki seviyelerde yP içeren gruplara göre performansı iyileştirirken 1000 FTU ilave kontrol grubuna benzer performans değerleri yakalanmıştır. Kemik kül oranı değerlendirildiğinde 1000 FTU enzim ilavesinin kontrol grubunu yakalayamaması, fosforun sınırlayıcı olarak etki göstermeye devam ettiği ve negatif kontrol grubunun oldukça düşük yP içeriğine sahip olduğundan kaynaklandığı değerlendirilmesi yapılırken fazla miktarda yapılan yP seviyesinde ki düşüşün fitazın ekstra fosforik etkisini sınırlandırdığı belirtilmiştir. Gerçekleştirilen regresyon analizi ile fitaz enzimlerinin ortalama inorganik kaynaklı DCP eşdeğerlikleri 500 ve 1000 FTU fitaz enzimi içeriklerinde sırasıyla % 0.100 ve % 0.166 olarak belirlenmiştir. Yapılan

değerlendirmede eş değeri olarak fitaz enzimlerinin karşılığının verilip bunların yemlerde kullanılmasında hangi kritere göre karşılık değeri ölçüldüğü ile hangi inorganik kökenli P karşılığı değeri hesaplandığının dikkat edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Yararlanılabilir fosfor ve kalsiyum seviyelerinin düşürülerek (%40 ve % 17) farklı dozlarda (250, 500, 750, 1000, 2000 FTU) *Buttiauxella* spp. fitaz enzimi ilavesinin performans, besin madde sindirilebilirliği ve kemik külü üzerine etkilerinin değerlendirildiği çalışmada (Kiarie vd. 2015) kalsiyum ve fosfor düzeylerinin düşürülmesi canlı ağırlık ve tibia kül içeriklerini %13 kötüleştirdiği belirtilmiştir. Yapılan değerlendirmede fitaz enzimi ile birlikte performans ve kemik kül içerikleri önemli derecede artmış, fitaz enzimi ilavesinin yüksek doz ilavesinin aminoasit, enerji, kuru madde, azot ve mineral madde sindirilebilirliğini olumlu etkilediği belirtilmiştir. Fitazın aminoasit sindirimi için her aminoasitte benzer etki göstermediği, kimi aminoasitlerde fazla miktarda bulunan endojen bileşiklerin yıkımlanması üzerine kabiliyetinden kaynaklanabileceği ayrıca ME (metabolik enerji) üzerine 50-150 kcal/kg katkı sunabileceği değerlendirilmiştir.

Yararlanılabilir fosfor ve kalsiyum (negatif kontrol: % 0.23 yP, %0.70 Ca) matriksi yanı sıra ayrı ayrı ve birlikte aminoasit ve ME matriksleri ile birlikte 500 FTU fitaz enzimi ilavesinin etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada (De Sousa vd. 2015) en iyi performansın Ca ve yP matriksi verilerek düşürülen gruba enzim ilavesi ile gözlemlendiği, fitaz enzimi etkinliğinin Ca seviyesinin düşürülmesi ile arttığı bildirilmiştir. Farklı çalışmalarda enzim ilavesi ile beklenen olumlu etkinin gözlemlenmemesinin fitaz enzimi kaynağı ile bağlantılı olabileceği değerlendirilirken, çalışmada *E.coli* kökenli fitazla etkinlik sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca kalsiyumca dengeli beslemede kalsiyum seviyesinin yeterli olmasının yP düşürülmüş durumda mineral madde yararlanımını koruyabildiği, fitazdan beklenen etkinin ortaya çıkması için düşürülen yP düzeyine karşın kalsiyum seviyesinin toplam fosfor oranı korunarak düzenleme yapılması gerekliliği bildirilmiştir. Tibia kül içeriğinin mineral yararlanımının değerlendirilmesinde önemli bir kıstas olduğu vurgulanırken, 500 FTU

enzim ilavesi ile %0.15 yP ve %0.15 Ca seviyesinde matriks değeri uygulanabileceği belirtilmiştir.

Farhadi vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada, farklı seviyelerde yP seviyesine (pozitif kontrol: %0.42 negatif kontrol: % 0.27) sahip yemlerde farklı dozlarda (500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000 FTU) fitaz enzimi ilavesinin veya serbest inositol katkısının (%0.15) etkileri ile düşük yP seviyesine ek kontrole göre kalsiyum seviyesinin %0.87'den %0.56'ya düşürülmesinin etkileri incelenmiştir. Yapılan değerlendirmede yP seviyesinin düşürülmesinin tibia P, serum P ve ham protein sindirilebilirliğini düşürdüğü, 4000 FTU ve üstü fitaz enzimi ilavesinin besin madde sindirilebilirliğini artırarak performansta iyileşme sağladığı bildirilmiştir. Ayrıca negatif kontrol+ fitaz enzimi uygulamalarının pozitif kontrole kıyasla daha yüksek performans değeri göstermesinin ticari koşullarda kullanılan dozdan daha yüksek miktarlarda fitaz enzimi kullanılmasıyla fosfor açığa çıkarmasından öte daha fazla olumlu etkiler gözlemlenebildiği belirtilmiştir. Bunun yanı sıra pozitif kontrol ile yP ve Ca seviyesi düşürülen grup kıyaslaması yapıldığında incelenen kriterler üzerine olumsuz etki gözlemlenmemesine dayanılarak etlik piliçlerin Ca ihtiyacının belirtilen katalog değerinden daha az olabileceği değerlendirilmiştir.

Laboratuvar koşullarında geliştirilen deneysel *Aspergillus foetidus* kökenli fitaz enziminin etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada (Ajith vd. 2018) enzim ilavesi ile performans değerlerinde değişme olmaksızın fosfor birikimini olumlu etkilediği fakat yemlerdeki artan Ca düzeyinin taşlık pH derecesini artırarak P ile çözünmeyen bileşikler oluşturmaya yol açması ile fitaz etkinliğini sınırlandırdığı belirtilmiştir. Ayrıca fitaz ilaveli gruplarda gözlemlenen kuru madde sindirilebilirliğinde ki artışın fitat fosforun diğer besin maddeleri ile yaptığı bileşiklerin fitaz ile parçalanmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Etlik piliçlerde Ca ve yP seviyesi düşürülmüş yemlere (Büyütme: Ca %0.75'den 0.63 e, yP % 0.35'den 0.21'e) farklı miktarlarda kullanılan fitaz enzimi ilavesinin (1000, 2000, 3000 FTU) performans, kemik kalite kriterleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada

(Broch vd. 2018), fitaz enzimi ilavesi ile birlikte 21. gün ve 42. gün performans değerleri önemli oranda iyileşirken en iyi performans değerinin 2000 FTU enzim ilavesi ile gerçekleştiği belirtilmiştir. 21. gün kan Ca değeri fitaz enzimi ile birlikte düşerken tibia Ca içeriği fitaz enzimi ile birlikte artmıştır. Benzer şekilde besin maddesi sindirilebilirliği fitaz ilavesi ile birlikte önemli derecede artmıştır. Yapılan değerlendirmede regresyon analizi ile birlikte 1-21 günler en iyi canlı ağırlık artışının 2973 FTU ilavesi ile 21-42 en iyi canlı ağırlık artışının, yemden yararlanmanın 2051 ve 2101 FTU enzim ilavesi dozları ile gerçekleştiği bildirilmiştir.

Farklı seviyelerde kalsiyum (büyütme: %0.87 pozitif kontrol, %0.74, %0.71, % 0.64 muameleler) ve yararlanılabilir fosfor seviyesi (büyütme: %0.44 pozitif kontrol, % 0.29 ve % 0.26 muameleler) içeren yemlere *Buttiauxella sp.* kökenli enzimin iki doz ilavesinin (500 FTU %0.29 yP içeren gruba, 1000 FTU % 0.26 yP içeren gruba) etlik piliçlerde performans besin madde sindirilebilirliği ve tibia kül ve mineral madde içerikleri üzerine etkilerin incelendiği çalışmada (Dersjant-Li vd. 2018) muamele grupları ayrıca fitaz enzimi kaynaklı aminoasit ve enerji matriksi ile oluşturulmuştur. Yapılan değerlendirmede pozitif kontrole kıyasla yüksek doz fitaz ilaveli ve orta ya da şiddetli Ca sınırlanmış grupta yemden yararlanmanın iyileştiği belirtilirken tüm fitaz ilaveli grupların pozitif kontrole göre enerji etkinliğini arttırdığı belirtilmiştir. Ayrıca yapılan faktöriyel analiz değerlendirmesi ile başlatma ve büyütme dönemlerinde 1000 FTU fitaz enzimi ilavesinin 500 FTU enzim ilavesine göre daha iyi canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma sağladığı değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede orta veya şiddetli Ca seviyesindeki azalmanın 500-1000 FTU fitaz enzimi ilavesi ile tolere edebildiğini göstermektedir.

Benzer şekilde kontrol grubuna (%1 Ca, % 0.5 yP) ilaveten iki farklı Ca ve yP seviyesi (% 0.84 Ca, % 0.35 yP ve % 0.77 Ca, % 0.29 yP) içeren yemlere fitaz enzimi ilavesinin enzim etkinliği üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada (Gautier vd. 2018) fitaz enzimi ilavesinin canlı ağırlığı iyileştirdiği, tibia kül oranı ve fosfor oranı içeriklerini arttırdığı ve kontrol grubuna benzer değerler yakalayabildiği, yP açığının 1500 FTU enzim ilavesi ile giderilebildiği bildirilmiştir. Ca ve yP seviyelerinin düşürülmesi canlı ağırlık ve tibia kül oranını düşürürken enzim etkinliğinin düşük seviye Ca ve yP içeren

gruplarda daha fazla olduğu bildirilmiştir. Ayrıca tibia kül oranında meydana gelen artışın fosfordan ziyade diğer mineral maddelerden yararlılığın artması ile sağlanabileceği değerlendirilmiştir.

Farklı bir çalışmada (Freitas vd. 2018) fitaz enziminin olası Ca ve yP katkısı üzerinden hesaplanan matriks değerlerine göre oluşturulan 3 farklı negatif kontrol gruplarına (1: % 0.676 Ca, % 0.251 yP, 2: % 0.626 Ca, % 0.206 yP, 3: % 0.596 Ca, % 0.176 yP) farklı dozlarda fitaz enzimi ilavesinin etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde fitaz enzimi ilaveleri ile kontrol grubuna (% 0.841 Ca, %0.401 yP) benzer performans, tibia kül ve tibia fosfor oranlarının yakalandığı belirtilmiştir. Yapılan değerlendirmede aradaki mineral madde farklılıklarının fitaz enzimi ilaveleri ile kapatıldığı, en az düzey yP içeren grup baz alındığında 1500 FTU fitaz enzimi ile birlikte DCP kullanımının yemden kademeli veya tamamen kaldırılarak yem maliyetinde iyileştirme, P atımının azalması konularında iyileşmeler sağlanabileceği değerlendirilmiştir.

Kalsiyum miktarı ile birlikte yeme ilave edilen kalsiyum kaynağının partikül boyutunun fitaz etkinliği ve P sindirimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada (Kim vd. 2018) yemlerde kalsiyum seviyesinin artmasının P sindirilebilirliğini olumsuz etkilediği iri partiküllü kalsiyum sağlanmasının toz kalsiyum kaynağına göre P sindirilebilirliğini arttırdığı, fitaz enzimi ilavesinin taşlık pH derecesini etkilemediği ancak P sindirilebilirliğini iyileştirdiği belirtilmiştir. Kalsiyum kaynağının fitaz enzimi üzerine etkinliği değerlendirildiğinde toz kalsiyum kaynağı gruplarında Ca miktarının artması ile fitaz enzim etkinliği düşerken iri partikül formda Ca kaynağı ile beslemede Ca miktarının artması ile fitaz enzimi etkinliğinde düşme gözlemlenmemiştir. Yapılan değerlendirmede kullanılan Ca kaynaklarının aynı üretim dönemi ve bölgesi olmasına karşın partikül boyutuna göre çok çeşitlilik gösterebildiği, P ve Ca sindirimi üzerine etkileri değerlendirilerek rasyolarda kullanılmasının uygun olacağı belirtilmiştir.

Kalsiyum (büyütme: %0.88'den %0.672) ve yararlanılabilir fosfor (büyütme: %0.38'den %0.18'e) yanında ham protein (%0.23) ve metabolize olabilir enerjinin

(71.65 kcal/kg) matriks değeri olarak düşürülmesi ile oluşturulan negatif kontrol grubuna 1500 FTU fitaz enzimi ilavesinin etkilerinin incelendiği çalışmada (Van Emmenes vd. 2018) negatif kontrol grubuna yapılan enzim ilavesinin kontrol grubuna benzer performans değerleri sağladığı, su tüketimi, karkas kriterleri, et kalitesi üzerine etkili olmadığı belirtilirken, yapılan ince bağırsak histomorfolojisi değerlendirmesinde fitaz enzimi ilavesinin bir farklılık oluşturmadığı, bu sebeple fitaz enzimi ile sağlanan iyileşmelerin enzimin bağırsak morfolojisine etki göstermeden besin maddeleri üzerinde sindirim arttırıcı etkisinden ileri gelebileceği belirtilmiştir.

Üç farklı seviyede kalsiyum ve fosfor içeriklerine sahip yemlere (% 0.2 yP- %0.7 Ca, % 0.3 yP- % 0.8 Ca ve %0.4 yP-% 0.9 Ca) 4 farklı ticari fitaz enziminin tavsiye edilen standart doz veya süper doz şeklinde ilavesinin etkilerinin incelendiği çalışmada (Leyva-Jimenez vd. 2019) standart veya süper dozda fitaz enzimi uygulanmasının performansı iyileştirdiği tibia kül, tibia kırılma mukavemeti, kemik mineral madde içeriği ve kemik mineral yoğunluğunu arttırdığı belirtilmiştir. Yapılan değerlendirmede süper doz fitaz uygulamasının incelenen kriterler üzerine standart fitaz uygulamasından daha etkili olduğu, süper doz fitaz uygulamasının özellikle etlik piliçlerin ilk dönemlerinde performans üzerine etki yaratmasının değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca normal doz fitazın % 0.10 yP seviyesi eksikliği kapatılmasında yeterli olduğu, süper doz fitaz enzimi ilavesinin % 0.20 yP ve daha fazla olacak şekilde etki göstererek yP açığını kapatabileceği değerlendirilmiştir.

Farklı yaşlarda, farklı sürelerde yP seviyesi düşürülmüş ( %0.40'dan %0.20 'ye) yemle beslenen etlik piliçlerde farklı dozlarda fitaz enzimi ilavesinin (1000- 2000 FTU) etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmada (Babatunde vd. 2019) hayvanın yaşının ve yP seviyesi düşük yemin hayvana yedirilme süresinin fitaz etkinliği üzerine etkili olabileceği değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede, yP seviyesinin düşürülmesi performans kriterlerini olumsuz etkilerken fosfor yetersizliğine uzun süre maruz kalmanın performansı daha fazla kötüleştirdiği, fitaz enzimi ilavesinin yetersiz beslemeye maruz kalınan gün sayısına ve hayvan yaşına bakılmaksızın her şartta tibia kül oranını ve performansı iyileştirdiği bildirilmiştir. Ayrıca 48 saat ve üzeri yetersiz Ca ve yP ile beslemede hayvanların adaptasyon geliştirmesi ile mineral absorpsiyon

kapasitesini arttırabildiği, bu sebeple fitaz ilavesinin 2 gün yetmezlik sürecinde 5 veya 14 gün yetmezlik süreçlerine kıyasla daha etkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca 14 günlük yaştaki hayvanlara fitaz ilavesinin, 8 veya 22. günlerdeki ilavelere kıyasla daha fazla etkili olduğu belirtilmiştir. Hayvanın yaşına göre fitaz etkinliğin değişmesinin 8.günlük yaşta hayvanlarda sindirim sisteminin tam gelişmemesi sonucu yemin enzimle birlikte kursak ve mide+taşlık bölümlerinde yeterli sürede kalmaması ve 22. günlük yaşta bu yaşa kadar tüketilen dengeli yem tüketiminden sonra yapılan 2 günlük yetmezlik uygulamasının olumsuz etki gösterecek kadar etkili olmaması şeklinde belirtilmiştir. Fitaz ilavesi dozlarının performans üzerine etkisi değerlendirildiğinde 2000 FTU fitaz enzimi ilavesinin kontrol grubuna benzer veya daha iyi performans değerini yakaladığı belirtilmiştir.

Pozitif kontrol grubundan Ca ve yP seviyesi düşürülerek oluşturulan iki negatif kontrol yemine 2 farklı *Buttiauxella* sp. kökenli ya da *Citrobacter braakii* kökenli fitaz enzimlerinden iki farklı dozda (500 ve 1000 FTU) ilavesinin etkilerinin incelendiği çalışmada (Bello vd. 2019) negatif kontrol gruplarının mineral yoğunluğunu, kemik kül oranı ve kırılma mukavemetini düşürdüğü bildirilmiştir. Yapılan değerlendirmede kemikteki kortikol ve trebeküller dokulardaki kemik mineral yoğunluğu ve kemik mineral seviyesinin düşmüş olmasının Ca ve yP seviyesindeki azalmanın osteoklastik aktiviteyi teşvik etmesinden kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. Her iki kaynaktan fitaz ilavelerinin fitat miktarını kursak, mide+taşlık ve ileumun ön kısmında önemli derecede azalttığı, fosfor sindirilebilirliğini arttırdığı, kemik kalite kriterlerini olumlu etkilediği belirlenmiştir. Bu hususta yapılan değerlendirmede fitat miktarının ileumda az olması sebebiyle, bağırsak önü sindirim sistemi organlarında her iki fitazın fitat parçalanmasını artırarak bağırsak öncesi sindirim sistemi organlarında aktivite gösterdiği özellikle mide+taşlıkta en yoğun fitaz enzimi çalışma etkinliği olduğu belirtilmiştir. Fitaz kökeni ve miktarı değerlendirildiğinde ise fitaz kökenine göre farklılık oluşabildiği belirtilirken *Buttiauxella* sp. kökenli enzimin daha yüksek etkinlik gösterdiği ve 1000 FTU ilavenin 500 FTU ilaveye göre daha fazla etkinlik gösterdiği bildirilmiştir.

İki farklı kaynaktan üretilen enzimlerin (*Buttiauxella* sp fitazı ve *E.coli* fitazı) etkinliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada (Dersjant Li ve Kwakernaak 2019) muamele grupları, negatif kontrol (%0.18 yP, %0.65 Ca) ile bu gruba farklı düzeylerde iki fitaz enzim kaynağının farklı dozları (250, 500, 750, 1000 FTU) ve üç farklı DCP düzeyi (%0 0.6, 1.2, 1.8) ilavesi şeklinde oluşturulmuştur. yP seviyesinin düşürülmesi ile performans ve besin madde sindirilebilirliğinin kötüleştiği DCP ilavesi ve fitaz enzimi ilavesi ile iyileşmelerin gözlemlendiği, *Buttiauxella* sp fitazının *E.coli* fitazına göre etkinliğinin daha iyi olduğu belirtilmiştir. Yapılan değerlendirmede *Buttiauxella* sp fitazının benzer kullanım dozunda daha iyi aktivite göstermesinin ticari fitaz enzimlerin etkinliklerinin 5.5 pH değerinde gösterdiği aktivite ile ayarlama yapıldığı ancak enzimlerin özellikle sindirimin üst bölgelerindeki düşük pH'larda farklı çalışma etkinliği göstererek daha iyi aktivite sağlayabildiği belirtilmiştir.

Etlik piliç yemlerine 0-35. günler arasında kontrol grubuna kıyasla yP seviyesinin % 0.45'den % 0.30 indirilmesi ve bu yP seviyesi içeren yemlere 500 ve 1000 FTU fitaz enzimi ilavesinin etkilerinin incelendiği çalışmada (Srikanthithasan vd. 2019) fitaz enzimi ilavesinin kontrol grubuna kıyasla canlı ağırlık artışını iyileştirdiği, yüksek doz fitaz enzimi ilavesinin bunun yanı sıra yemden yararlanmayı iyileştirdiği, tibia kül içeriğinin muameleler arasında benzer olduğu bildirilmiştir. Ayrıca yapılan değerlendirmelerde fitaz enzimi ilavesinin karkas kriterleri (karkas randımanı, bağıt ve göğüs ağırlıkları) ve et kalitesi kriterleri (su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, pH ve et rengi) üzerine önemli bir etkisi olmadığı değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra fitaz enzimi kullanılması ile birlikte dışkı P atımında azalma olduğu belirtilmiştir. Yapılan değerlendirme de DCP içermeyen ve yP içeriği % 0.15 düzeyine düşürülmüş yemlere 500 FTU enzim ilavesinin yaşanabilecek olumsuz etkileri gidermede yeterli olduğu değerlendirilmiştir.

Etlik piliçlerde 0-28. günler arasında farklı düzeylerde fitaz enzimi ilavesinin performans, aminoasit sindirilebilirliği, tibia mineral madde birikimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada (Walters vd. 2019) pozitif kontrol grubuna karşılık (büyütme dönemi: % 0.39 yP, % 0.78 Ca) yP ve Ca içerikleri düşürülmüş negatif kontrol grubu (Büyütme dönemi: %0.23 yP, %0.75 Ca) ve bu gruba ilaveten 6 doz fitaz (250, 500,

750, 1000, 2000 ve 3000/1000 FTU) ilavesi ile fitaz etkinliği denemeye tabi tutulmuştur. Denemeden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde yP ve Ca seviyesinin dűşürölmesinin performans kriterlerinde kötölüşmeye yol açtığı, fitaz ilavesi ile birlikte iyileşmenin başladığı, canlı ağırlığın ve yemden yararlanmanın 2000 FTU enzim ilavesinde pozitif kontrol grubuna benzer performans gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca benzer şekilde negatif kontrol grubunda tibia kül, fosfor içerikleri önemli derecede azalmış, fitaz ilavesi ile birlikte artış başlamış, 2000 FTU enzim ilavesi pozitif kontrol grubuna benzer değerleri sağladığı belirtilmiştir. Yapılan değerlendirmede fitatın sindirim sisteminde iştahı baskıladığı yem tüketimini dűşürdüđü, ölüm oranını arttırdığı ve performansta kötölüşmeye yol açtığı bildirilirken süper doz fitaz kullanımının yem tüketimini arttırarak besin madde yararlanımını iyileştirdiği bu sayede performans değerlerini yükselttiği belirtilmiştir.

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1 Materyal**

##### **3.1.1 Hayvan materyali**

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü'ne ait deneme kümeslerinden çevre denetimli kapalı kümeste yürütülen araştırmada, hayvan materyali olarak toplam 672 adet günlük yaşta Ross 308 erkek etlik civciv kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan hayvanların deney materyali olarak kullanılması izni Ankara Üniversitesi Etik Kurul Komitesi'nin 2018-15-93 protokol numaralı kurul kararı ile onaylanmıştır.

##### **3.1.2 Yem Materyali**

Araştırmada kullanılan deneme yemlerinin oluşturulmasında yem hammaddesi olarak mısır, soya küspesi (SFK), ayçiçeği tohum küspesi (ATK), soya yağı, yem katkı maddesi olarak dikalsiyum fosfat, kireç taşı, tuz, sodyum bikarbonat, vitamin ön karma, mineral ön karma, lizin sülfat, DL-metiyonin, L-treonin kullanılmıştır. Söz konusu hammaddeler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden temin edilerek besin maddesi analizleri yapılmış, üretici firma katalog değerleri gözetilerek (Aviagen 2014) hayvanların besin madde gereksinimleri dikkate alınarak deneme gruplarına ait yem karmaları oluşturulmuştur. Başlangıç dönemi yemi olarak (0-5 gün) tüm hayvanlara ortak yem hazırlanmış olup daha sonra büyütme dönemi (6-24. gün) ve bitirme (25-39. gün) dönemi muamele yemleri toz formda hayvanlara sunulmuştur. Araştırmada kullanılan fitaz enzimi kaynağı *E.coli* kökenli bir mikrobiyal 6-fitaz olup ticari bir yem katkı maddeleri satış firmasından temin edilmiştir.

## 3.2 Yöntem

Denemede kullanılan yem hammaddelerinin besin madde analizleri, yem karmalarının formülasyonu, yemlerin hazırlanması, yemlerde besin madde analizleri, fitazaktivite analizi, denemenin yürütülmesi, denemede toplanan örneklerde gerçekleştirilen analizlerin metodları ve istatistiki yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

### 3.2.1 Deneme düzeni, deneme yemleri ve hazırlanışı, deneme yemlerinde besin maddeleri analizleri

Araştırma, etlik piliç yemlerine farklı düzeylerde ilave edilen fitaz enzimi ilavesinin etkinliğinin test edilmesi amacıyla düzenlenmiştir. Etlik piliçlerin fosfor ve kalsiyum hariç besin maddesi ihtiyaçları Ross 308 piliçler için üretici firma önerilerini karşılayacak şekilde düzenlenmiştir (Anonymous 2014). Denemede ilk 5 gün tüm civcivler standart etlik piliç başlatma yemi ile beslenmişler ve deneme 6. günden itibaren başlatılmıştır.

Araştırma farklı yP seviyesi veya fitaz enzimi ilavesine sahip toplam 8 besleme grubundan oluşturulmuştur. Ross 308 kataloğundaki besin maddeleri gereksinimleri doğrultusunda hazırlanan standart yem pozitif kontrol grubu olarak (yP ve Ca sırasıyla %0.40 ve %0.80) ve bu kontrol yemindeki yP ve Ca seviyesinin sırasıyla % 0.15 e ve % 0.65'e düşürülmesi ile negatif kontrol grubu oluşturulmuştur. Fitaz enziminin etkinliğini değerlendirmek amacıyla negatif kontrol-NK0 yemi üzerine DCP ilavesi ile inorganik fosfor eşdeğerliği % 0.15 ve % 0.25 düzeylerinde artırılan 2 farklı test grubu hazırlanmıştır. Fitaz enziminin 4 farklı dozunun (250-500-750-1000 FTU/kg yem) NK0 yemine ilavesi ile de 4 farklı muamele grubu hazırlanmış ve böylece araştırma toplam 8 gruplu olarak yürütülmüştür. Araştırmada oluşturulan deneme grupları ve kalsiyum ile fosfor içerikleri büyütme dönemi (6-24 gün) için Çizelge 3.1 'de, bitirme dönemi (25-39 gün) için Çizelge 3.2 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Araştırmada oluşturulan muamele grupları ve fosfor ile-kalsiyum seviyeleri (6-24 gün)

Muamele grupları	Hammaddelerden sağlanan yP, %	DCP kaynaklı yP, %	Toplam yP, %	Toplam P*, %	Ca, %
<b>1-</b> Pozitif kontrol (PK)	0.15	0.25	0.40	0.68	0.80
<b>2-</b> Negatif kontrol 0 (NK0)	0.15	-	0.15	0.40	0.65
<b>3-</b> Negatif kontrol 1 (NK1)	0.15	0.15	0.30	0.57	0.65
<b>4-</b> Negatif kontrol 2 (NK2)	0.15	0.25	0.40	0.68	0.65
<b>Fitaz ilaveleri</b>					
<b>5-</b> NK0+ <b>250 FTU</b> /kg fitaz (NK0+250)	0.15	-	0.15	0.40	0.65
<b>6-</b> NK0+ <b>500 FTU</b> /kg fitaz (NK0+500)	0.15	-	0.15	0.40	0.65
<b>7-</b> NK0+ <b>750 FTU</b> /kg fitaz (NK0+750)	0.15	-	0.15	0.40	0.65
<b>8-</b> NK0+ <b>1000 FTU</b> /kg fitaz (NK0+1000)	0.15	-	0.15	0.40	0.65

\*Yem hammaddelerinden gelen fitat fosfor % 0.25 düzeyinde olup, DCP ilaveleri hedeflenen düzeyde yP eşdeğeri sağlayacak oranda yapılmıştır.

Çizelge 3.2 Araştırmada oluşturulan muamele grupları ve fosfor-ile kalsiyum seviyeleri (25-39 gün)

Muamele grupları	Hammaddelerden sağlanan yP, %	DCP kaynaklı yP, %	Toplam yP, %	Toplam P*, %	Ca, %
1- Pozitif kontrol (PK)	0.13	0.22	0.35	0.64	0.75
2- Negatif kontrol 0 (NK0)	0.13	-	0.13	0.38	0.60
3- Negatif kontrol 1 (NK1)	0.13	0.12	0.25	0.51	0.60
4- Negatif kontrol 2 (NK2)	0.13	0.22	0.35	0.64	0.60
Fitaz ilaveleri					
5-NK0+ <b>250 FTU/kg</b> fitaz (NK0+250)	0.13	-	0.13	0.38	0.60
6-NK0+ <b>500 FTU/kg</b> fitaz (NK0+500)	0.13	-	0.13	0.38	0.60
7-NK0+ <b>750 FTU/kg</b> fitaz (NK0+750)	0.13	-	0.13	0.38	0.60
8-NK0 <b>1000 FTU/kg</b> fitaz (NK0+1000)	0.13	-	0.13	0.38	0.60

\*Yem hammaddelerinden gelen fitat fosfor % 0.25 düzeyinde olup, DCP ilaveleri hedeflenen düzeyde yP eşdeğerliği sağlayacak oranda yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan mısır, ayçiçeği tohumu küspesi ve soya küspesinden alınan örneklerde ham besin madde analizleri, aminoasit analizleri ile toplam fosfor analizleri (NIR yöntemi ile) gerçekleştirilmiş (Çizelge 3.3), elde edilen sonuçlara göre deneme yemleri formüle edilmiştir.

Çizelge 3.3 Araştırmada kullanılan yem hammaddelerinin besin maddeleri içeriği

Besin Madde İçeriği	Analiz değerleri		
	Mısır	ATK	SFK
Kuru Madde, %	86.34	90.90	87.47
Ham protein, %	7.20	36.22	48.90
Ham yağ, %	3.4	1.9	1.4
Ham kül, %	1.2	7.5	6.7
Ham selüloz, %	1.8	17.4	3.1
NDF, %	10.3	30.3	7.2
ADF, %	2.3	21.1	5.0
Nişasta, %	64.0	0.5	0.6
Şeker, %	1.6	6.2	8.7
Toplam P, %	0.252	1.060	0.615
yP (Hesaplanmış), %	0.086	0.243	0.233
ME(Hesaplanmış), kcal/kg	3259	1650	2360
Metiyonin, %	0.147	0.805	0.660
Sind. metiyonin, %	0.139	0.740	0.590
Metiyonin+sistin, %	0.30	1.38	1.39
Sind. Metiyonin+sistin, %	0.28	1.20	1.17
Lizin, %	0.215	1.283	3.040
Sind. lizin, %	0.195	1.116	2.710
Treonin, %	0.255	1.296	1.919
Sind. Treonin, %	0.227	1.06	1.590
Triptofan, %	0.056	0.490	0.673
Sind. Triptofan, %	0.047	0.427	0.590
Arjinin, %	0.328	2.940	3.660
Sind. arjinin, %	0.292	2.730	3.360
İzolösin, %	0.245	1.460	2.290
Sind. izolösin, %	0.240	1.300	1.990
Lösin, %	0.863	2.24	3.8
Sind. Lösin, %	0.8	1.97	3.34
Valin, %	0.338	1.77	2.36
Sind. Valin, %	0.32	1.54	2.06

Çizelge 3.3 Araştırmada kullanılan yem hammaddelerinin besin maddeleri içeriği (devam)

Histidin, %	0.207	0.85	1.266
Sind. Histidin, %	0.2	0.75	1.13
Fenilalanin, %	0.347	1.62	2.55
Sind. fenilalanin, %	0.32	1.459	2.27
Glisin, %	0.27	2.08	2.09
Serin, %	0.34	1.49	2.49
Prolin, %	0.638	1.52	2.51
Alanin, %	0.523	1.51	2.13
Aspartik Asit, %	0.48	3.2	5.69
Glutamik Asit, %	1.28	6.8	8.98

Deneme yemlerinin hazırlanması Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliği'nde gerçekleştirilmiştir. Tüm gruplara 0-5 günlük civciv döneminde ortak etlik piliç başlatma yemi verilmiştir (3020 kcal/kg ME, %23.66 HP, %0.90 Ca, %0.45 yP). Araştırmanın 6-24. günleri arasında ise Çizelge 3.4 'de belirtildiği gibi farklı Ca ve yP seviyeleri içeren büyütme dönemi deneme yemleri, 25. gününden itibaren kesim yaşına kadar ise bitirme dönemi yemleri hayvanlara sunulmuştur (Büyütme: 3085 kcal/kg ME, %21 HP, Bitirme: 3200kcal/kg ME, %19.30 HP). Fitaz enzimi ise gerçekleştirilen aktivite testinden sonra NK0+250, NK0+500, NK0+750, NK0+1000 muamele gruplarında sırasıyla 275, 550, 825 ve 1100 FTU/kg aktivite oluşturacak şekilde 41.04, 82.90, 123.13 ve 164.18 g/kg ilave edilmiştir.

Çizelge 3.4 Denemede kullanılan bazal yemlerin ham madde kompozisyonları ve hesaplanmış besin maddesi içerikleri

Hammaddeler	Baş.	Büyütme dönemi				Bitirme dönemi			
		PK	NK0	NK1	NK2	PK	NK0	NK1	NK2
Mısır	508.20	558.44	577.63	570.69	566.08	584.64	601.92	596.42	587.08
SFK	362.90	275.17	272.29	273.33	274.02	238.75	236.71	237.36	238.46
ATK	40.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Bitkisel yağ	47.10	52.49	46.13	48.43	49.96	66.07	60.21	62.07	65.24
DCP	18.58	16.06	1.04	10.04	16.04	13.46	0.00	7.43	13.45
Kireçtaşı	8.26	7.23	12.22	6.85	3.27	7.64	11.69	7.26	6.32
Lizin	2.77	3.84	3.92	3.89	3.87	3.36	3.40	3.39	3.37
DL-Met.	3.41	3.07	3.05	3.06	3.06	2.72	2.69	2.70	2.71
Tuz	2.57	2.84	2.83	2.84	2.84	2.87	2.87	2.87	2.87
Mineral Premiks	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
L-Treonin	1.27	1.28	1.28	1.28	1.28	0.99	0.99	0.99	0.99
NaHCO <sub>3</sub>	1.32	0.98	1.01	0.99	0.98	0.96	0.99	0.98	0.97
Vitamin Premiks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Kolin klorid	0.62	0.60	0.60	0.60	0.60	0.54	0.53	0.53	0.54
<b>Toplam İçerik</b>	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
	<b>Hesaplanan değerler, %</b>								
Ham Protein	23.66	21.00	21.00	21.00	21.00	19.30	19.30	19.30	19.30
ME, kcal/kg	3020	3085	3085	3085	3085	3200	3200	3200	3200
Ham yağ	6.97	7.62	7.05	7.26	7.39	9.00	8.48	8.64	8.78
Ham selüloz	2.74	3.16	3.19	3.18	3.17	3.10	3.12	3.11	3.10
Ham kül	6.11	5.53	4.72	4.98	5.16	5.14	4.38	4.60	4.77
<b>Ca</b>	<b>0.90</b>	<b>0.80</b>	<b>0.65</b>	<b>0.65</b>	<b>0.65</b>	<b>0.75</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>
<b>yP</b>	<b>0.45</b>	<b>0.40</b>	<b>0.15</b>	<b>0.30</b>	<b>0.40</b>	<b>0.35</b>	<b>0.13</b>	<b>0.25</b>	<b>0.35</b>
<b>Toplam P</b>	<b>0.73</b>	<b>0.68</b>	<b>0.41</b>	<b>0.57</b>	<b>0.68</b>	<b>0.64</b>	<b>0.38</b>	<b>0.51</b>	<b>0.64</b>
Na	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
K	0.99	0.86	0.86	0.86	0.86	0.80	0.80	0.80	0.80
Cl	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
SID Met.	0.64	0.60	0.60	0.60	0.60	0.54	0.54	0.54	0.54
SID Lys	1.28	1.15	1.15	1.15	1.15	1.03	1.03	1.03	1.03
SID Met +Cys	0.95	0.87	0.87	0.87	0.87	0.80	0.80	0.80	0.80
SID Cys	0.30	0.27	0.27	0.27	0.27	0.25	0.25	0.25	0.25
SID Arg	1.48	1.29	1.29	1.29	1.29	1.17	1.17	1.17	1.17
SID Thr.	0.86	0.77	0.77	0.77	0.77	0.69	0.69	0.69	0.69
SID Leu	1.69	1.51	1.51	1.51	1.51	1.41	1.42	1.41	1.41
SID Ile.	0.89	0.77	0.77	0.77	0.77	0.71	0.71	0.71	0.71
SIDVal	0.97	0.86	0.86	0.86	0.86	0.79	0.79	0.79	0.79
SID Trp.	0.25	0.22	0.22	0.22	0.22	0.20	0.20	0.20	0.20
SID Phe.	1.04	0.91	0.91	0.91	0.91	0.83	0.83	0.83	0.83
Elektrolit denge, mEq	256.0	214.0	214.0	214.0	214.0	200.0	200.0	200.0	200.0

SID:Sindirilebilir

Araştırma yemlerinin hazırlanışı, formülasyon hazırlandıktan sonra, gruplara ait yem formülasyonlarında yer alan mısır, soya küspesi, ayçiçeği tohum küspesi, kireç taşı ve bitkisel yağı dışındaki unsurlar Ankara Üniversitesi, Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı'nda yer alan 3 kg kapasiteli Lödige marka M5R MK model (Almanya) mikserde ön karışım olarak hazırlanmıştır. Gruplara ait araştırma yemleri ise daha sonra ön karışımların diğer ana bileşenler ile Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde bulunan 250 kg kapasiteli mikserde 3 dakika karıştırılması ile tamamlanmıştır. Her bir gruba ait deneme yeminin üretimini takiben 1 kg örnek alınarak söz konusu örneklerde besin madde analizleri yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan temel hammaddelerin ve deneme yemlerinin ham besin madde analizleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı Laboratuvarlarında Anonymous (2005)'de bildirilen metotlara göre yapılmıştır. Üretilen yemlerin fitaz aktiviteleri üretici firma tarafından aktivite testine tabi tutulmuş (Gizzi vd. 2008) tespit edilen aktivite değerleri Çizelge 3.5'de ve besin madde içerikleri ise Çizelge 3.6' da verilmiştir.

Çizelge 3.5 Deneme yemlerinin gerçekleştirilen fitaz aktivitesi analiz sonuçları

<b>Muameleler</b>	Beklenen aktivite, FTU/kg	Analiz edilen fitaz aktivitesi, FTU/kg yem	
		Büyütme dönemi	Bitirme dönemi
<b>PK</b>	0	-	-
<b>NK0</b>	0	-	-
<b>NK1</b>	0	<100	<100
<b>NK2</b>	0	-	-
<b>NK0+250</b>	250	210	190
<b>NK0+500</b>	500	390	350
<b>NK0+750</b>	750	540	570
<b>NK0+1000</b>	1000	650	720

Çizelge 3.6 Deneme yemlerinin analiz edilmiş besin maddesi içerikleri

Besin maddeleri	Başlatma dönemi	Muameleler							
		PK	NK0	NK1	NK2	NK0+250	NK0+500	NK0+750	NK0+1000
		Büyütme dönemi							
HK %	6.11	5.41	4.67	4.95	5.03	4.77	4.77	4.78	4.64
HY %	6.36	7.33	7.07	7.18	7.39	6.94	6.90	6.89	7.29
HP %	21.99	20.10	21.02	21.03	21.09	21.00	20.85	20.96	20.95
HS %	2.68	2.77	3.07	3.19	2.95	3.02	3.16	3.05	2.98
		Bitirme dönemi							
HK %		5.08	4.27	4.53	4.80	4.20	4.36	4.5	4.3
HY %		9.22	8.47	8.70	8.72	8.41	8.56	8.72	8.5
HP %		19.37	19.28	18.77	18.74	18.52	18.62	18.74	18.55
HS %		2.96	2.92	2.98	2.89	2.87	3.01	2.93	2.84

PK: Pozitif kontrol grubu (Büy: 0.40 yP-0.80 Ca, Bit: 0.35 yP- 0.75 Ca), NK0: DCP ilavesi yapılmamış (Büy:0.15 yP- 0.65 Ca, Bit:0.13 yP- 0.60 Ca) grup, NK1:DCP ilaveli (Büy: 0.30 yP-0.65 Ca Bit:0.25 yP-0.60 Ca) grup, NK2: DCP ilaveli (Büy: 0.40 yP-0.65 Ca, Bit: 0.35 yP-0.60 Ca) grup, NK0+250: DCP kullanılmamış NK grubuna ilaveten 250 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+500: DCP kullanılmamış NK grubuna ilaveten 500 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+750: DCP kullanılmamış NK grubuna ilaveten 750 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+1000: DCP kullanılmamış NK grubuna ilaveten 1000 FTU/kg fitaz ilaveli grup

HK: Ham kül, HY: Ham yağ, HP: Ham protein, HS: Ham selüloz

### 3.2.2 Denemenin düzenlenmesi ve yürütülmesi

Araştırmanın 5. gününde civcivler tartılarak ağırlık gruplarına ayrılmış ve ağırlık grupları içerisinde civcivler tüm gruplara tesadüfi olarak eşit şekilde dağıtılmıştır. Araştırma Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümüne ait Etlik Piliç Deneme Kümesinde yürütülmüştür. Araştırmanın gerçekleştirildiği kümes batarya tipi 3 katlı kafes bölmelerinden oluşmakta olup, deneme tesadüf blokları düzeninde yürütülmüştür. 672 adet Ross 308 etlik piliç 8 grup, 6 tekerrür olacak şekilde toplam 48 kafes gözüne (90\*85 cm) her gözde 14 hayvan olacak şekilde yerleştirme yapılmıştır. Denemenin 24. gününde her alt gruptan ortalamayı bozmayacak şekilde 3 adet piliç kemik analizleri yapılmak üzere ayrıldığından, 25 günden itibaren bitirme dönemi boyunca deneme 10 adet piliç ile devam etmiştir. Civcivlere günlük tüketebilecekleri miktarda yem sürekli olarak önlerinde olacak şekilde *ad libitum* yemleme yapılmış, su aynı şekilde her kafeste bulunan iki adet nipelli suluk ile *ad libitum* olarak sağlanmış ve deneme 39 gün (6 Temmuz-14 Ağustos 2018) sürmüştür. Etlik piliçlerin bakım idare koşulları üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda düzenlenmiştir (Anonymus 2018). Bu amaçla kümesin ısıtılması radyan ısıtıcılar vasıtasıyla, soğutulması ise ped soğutucu ve vantilatörler yardımı ile sağlanmıştır. Kümes içi sıcaklık Ross 308 civcivler için önerilen değerler esas alınarak ilk 2 gün 33°C- 34°C olacak şekilde ayarlanmış daha sonra kademeli olarak düşürülerek 24°C olacak şekilde tutulmuştur.

### 3.2.3 Ölçümler ve analizler

#### 3.2.3.1 Performans ölçümleri

Araştırmada etlik piliçler 5, 24 ve 39. günlerde tekerrür bazında tartılıp canlı ağırlıkları belirlenmiştir. Önceki tartımlar arasındaki farktan yararlanılarak canlı ağırlık artışları hesaplanmıştır. Ölen civcivlerin ağırlıkları ölüm anına en yakın zamanda tartılarak tespit edilmiş ve ilgili dönem dikkate alınarak toplam canlı ağırlıktan çıkarılmak suretiyle net canlı ağırlık artışları her bir tekerrür için hesaplanmıştır.

Canlı ağırlık tartımlarının gerçekleştirildiği günlerde her tekerrürdeki hayvanlara ait yemliklerde kalan yemler tespit edilerek, yem ilaveleri yapılmış aradaki farktan ilgili döneme ait yem tüketimleri tespit edilmiştir. Yem tüketimleri, ölüm olması durumunda ölen hayvan ağırlığı esas alınarak düzeltilmiş olup, dönemlik her alt gruba ait net yem tüketimi verileri elde edilmiştir. Tekerrürlerdeki hayvanlara ait yemliklere, deneme başında ve her yem dönemi değişimi ile yemlikler boşaldıkça yiyebilecekleri kadar yem tartılarak ilave edilmiştir. Her tekerrüre ait kapaklı kovalara dönemsel tüketilebilecek yem tartılarak konulmuş ve yem ilaveleri bu kovalardan gerçekleştirilmiştir.

Yem değerlendirme sayısı hesaplamasında, ölümler günlük olarak hayvan ağırlığı tartılarak kaydedilmiş, yem değerlendirme sayısı bir büyütme dönemi için yem tüketimi ve canlı ağırlık artışlarındaki kayıtlar dikkate alınarak; yem tüketiminin tekerrür bazında canlı ağırlık artışına bölünmesi ile tespit edilmiştir.

### **3.2.3.2 Tibia yoğunluğu, kırılma mukavemeti, kül ve fosfor düzeylerinin belirlenmesi**

Araştırmanın 24. gününde her tekerrürden tekerrür ortalama canlı ağırlığına yakın seçilen 3 hayvan kesilmiş kemik analizlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla sol ayak tibia kemikleri ayrılmıştır. Örnekler analizden önce -20°C’de saklanmış analizler öncesi 4°C’de çözdürülmüştür.

Her tekerrüre ait kemiklerde Arşimet yöntemi ile kemik yoğunluğu (dansite g/cm<sup>3</sup>) belirlenmiştir (Hempe vd. 1988). Bu amaçla kemikler öncelikle havada ağırlık belirlemek amacıyla tartılmış daha sonra oda sıcaklığında suyun içersinde tartım işlemi gerçekleştirilmiştir. Tartım işlemlerinden sonra tibia yoğunluğu kuru tibia ağırlığı/ (kuru tibia ağırlığı- suda tibia ağırlığı) eşitliği ile saptanmıştır.

Tibia örneklerinin kemik kırılma mukavemeti analizleri Lloyd TG 18 tipi A26129204 seri numaralı üç nokta eğilme aparatı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Aparatın sabit mesnetleri arası tüm kemiklere uygun olacak sabit bir değer olan 35.9 mm’ye

ayarlanarak tüm kemik örneklerinde ölçümler kemiğin orta noktasından olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca cihazın kuvvet uygulama hızı 5 mm/dakika olarak ayarlanmıştır (Crenshaw 1981).

Kırılan kemikler kül ve fosfor analizlerini gerçekleştirmek amacıyla önce 48 saat boyunca 55 °C’ de bekletilmiş sonra da 3 saat boyunca di-etil eterde bekletilmiştir. Yağ içeriğinden tamamen ayrılan örnekler 100 °C’ de 16 saat boyunca kurutulmuştur. Kuru örnekler üç kemik bir örnek olacak şekilde birleştirilerek 600 °C’de 24 saat yakılarak kül içerikleri belirlenmiş daha sonra fosfor içerikleri AOAC (2005)’ e göre (metot 965.17) belirlenmiştir.

#### **3.2.4 İstatistiksel analizler**

Araştırmadan elde edilen veriler 8 grup 6 tekerrür şeklinde tesadüf blokları deneme tertibine göre genel doğrusal modelleme (GLM) prosedüründe, SAS istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur (Anonymus 2002). Gruplar arasındaki farklılıklarda önemlilik tespit edildiğinde ( $P<0.05$ ) ortalamalar arası farklılıklar Tukey HSD testine tabi tutularak belirlenmiştir. Ölüm oranı arasındaki farklılıklar Ki-kare testiyle belirlenmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz enzimi kullanım etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen performans (canlı ağırlık (CA), canlı ağırlık artışı (CAA), yem tüketimi (YT), yem değerlendirme sayısı (YDS)), ölüm oranı, tibia yoğunluğu ile kırılma mukavemeti ve tibia kül ile fosfor içerik bulguları tezin bu kısmında özetlenmiştir.

### 4.1 Performans

#### 4.1.1 Canlı ağırlık ve Canlı ağırlık artışı

Araştırmanın 5., 24. ve 39. günlerinde tespit edilen canlı ağırlıklar ile ilgili dönemlere ait canlı ağırlık artış (5-24.günler arası, 24-39. günler arası, 5-39. günler arası) sonuçları Çizelge 4.1 'de verilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde deneme başı ortalama civciv ağırlıklarının birbirine yakın olması ( $P=1.000$ ) denemenin üzerinde durulan faktörler bakımından aynı koşullarda başlatıldığını göstermektedir.

Çizelge 4.1'de de gösterildiği üzere canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı bakımından muamelelerin etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). 24. ve 39. günlerde hemen hemen hiç (büyütme yeminde % 0.1 civarı, bitirme yeminde ise %0) inorganik fosfor kaynağı di kalsiyum fosfat (DCP) ilavesi olmaksızın oluşturulan düşük yP'li negatif kontrol yemi (NK0) ile beslenen piliçler sırasıyla 634.75 g ve 1610.60 g ortalama canlı ağırlık değeri ile en düşük canlı ağırlığa sahip olmuştur. NK0 muamele grubuna ait piliçlerin beklendiği şekilde büyüme performansı yönünden geri kalması araştırma kurgusu ve uygulamasının güvenilirliği noktasında önemli bir bulgu olarak değerlendirilmiştir. Aynı dönemlerde Ross-308 yP öneri düzeyi ile beslenen piliçler (pozitif kontrol, PK) en yüksek canlı ağırlığa ulaşmışlardır ( $P<0.05$ ). PK grubu 24.gün canlı ağırlığı bakımından DCP ilaveli gruplar hariç diğer tüm gruplara göre daha yüksek canlı ağırlığa sahipken, ( $P<0.05$ ), 39. gün dikkate alındığında, NK2 grubu hariç diğer tüm gruplara kıyasla önemli düzeyde daha yüksek ağırlığa ulaşmışlardır ( $P<0.05$ ). 24.

günde NK1 ve NK2 muamele grupları pozitif kontrol grubuna sırasıyla 990.82 g ve 1032.20 g ile benzer canlı ağırlık düzeyine ulaşırken, pozitif kontrol grubunda 1055.70 g canlı ağırlık ortalaması belirlenmiştir. 39. günde ise benzer şekilde yP seviyesinin artması ile NK0 grubuna kıyasla iyileşme sağlanmış, NK2 grubu 2429.95 g canlı ağırlık ortalaması ile pozitif kontrol grubuna (2548.81 g) benzer canlı ağırlık göstermiştir. Yemde yP seviyesinin %0.15 ve 0.25 artırılması 24 ve 39 gün canlı ağırlığının NK0 grubuna göre önemli düzeyde iyileşmesine yol açmış (P<0.05) ancak %0.15 ve 0,25 düzeyleri arasında istatistik olarak önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır (P>0.05). Ancak her 2 dönem sonunda da %0.25 yP verilen piliçler sayısal olarak daha yüksek canlı ağırlığa sahip olmuşlardır. Fitaz enzim seviyelerinin canlı ağırlık üzerine olan etkileri ele alındığında; 250 ve 500 FTU enzim ilavelerinin her ikisi de NK0 grubuna göre 24 ve 39. günlerde canlı ağırlığı önemli düzeyde iyileştirmiş (P<0.05), ancak yP düzeyi %0.15 artırılmış yemlerle beslenen NK1 grubuna göre düşük ağırlıkta kalmışlardır (P<0.05). 500 FTU fitaz ilavesi 250 FTU'ya göre canlı ağırlığı önemli düzeyde artırmıştır (P<0.05). 750 ve 1000 FTU fitaz ilaveleri 24. gün canlı ağırlığının 250 ve 500 FTU'ya kıyasla daha fazla iyileşmesine yol açmış (P<0.05), ancak NK grubuna kıyasla önemli miktarda düşük canlı ağırlığa sahip olmuşlardır (P<0.05). Fitaz aktivitesi etkinliğini ortaya koymak açısından önemli bir karşılaştırma kriteri olan DCP ilavesi ile yP düzeyi yükseltilmiş NK1 ve NK2 yemleri ile beslenen piliçlerin 24 ve 39.gün canlı ağırlığı ile kıyaslandığında 250 ve 500 FTU seviyeleri NK1 seviyesine ulaşamazken ve önemli derecede düşük ağırlığa sahip olurlarken (P<0.05), 750 ve 1000 FTU dozlarının her ikisi ile de sayısal olarak düşük olmakla birlikte 24. ve 39. günde NK1 ve NK2 seviyesinde benzer canlı ağırlığa ulaşılmıştır (P>0.05). 750 FTU/kg ve 1000 FTU/kg enzim ilaveleri 24 ve 39. günlerde sırası ile 966.49 g- 971.18 g ve 2293.64 g- 2338.33 g ortalama canlı ağırlığa ulaşırlarken NK1 ve NK2 gruplarının aynı dönemlerdeki canlı ağırlıkları sırasıyla 990.82 ve 1032.20 ile 2353.52 ve 2429.95 olarak gerçekleşmiştir (P>0.05).

Canlı ağırlıkta gözlemlenen bulgulara benzer şekilde yemde yP seviyesinin düşürülmesi incelenen tüm dönemlerde canlı ağırlık artışını düşürürken gerek fitaz ilavesi gerekse yP seviyesinin artması (25-39. günler arası NK0+250 ve NK0+500 hariç) ile canlı ağırlık artışında önemli derecede iyileşmeler gözlemlenmiştir (P<0.05). Dönemler arası (5-24

ve 25-39) ve tüm dönemlerde (5-39) en kötü canlı ağırlık artışı performansı NK0 grubunda gözlemlenirken DCP seviyesinin arttırılması ile iyileşmeler sağlanmış tüm dönemlerde NK2 muamele grubu pozitif kontrol grubuna benzer canlı ağırlık artışı performansını yakalamıştır. Fitaz ilavesi ise 25-39. günler arası hariç, en düşük dozla birlikte canlı ağırlık artışını iyileştirmeye başlamış, 750 FTU/kg ve 1000 FTU/kg enzim ilaveleri tüm dönemde pozitif kontrol seviyesini yakalamamasına rağmen performansı NK2 düzeyine kadar iyileştirmiştir.

Çizelge 4.1 Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz kullanılmasının canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı üzerine etkileri\*

Muameleler	5. gün CA,g	24. gün CA,g	39. gün CA,g	5-24 günler CAA,g	25-39 günler CAA,g	5-39 günler CAA,g
<b>PK</b>	87.98±2.18	1055.70±13.69a	2548.81±32.91a	967.72±15.01a	1493.10±36.55a	2460.82±34.38a
<b>NK0</b>	87.83±2.04	634.75±16.15e	1610.60±21.20e	546.93±15.75f	975.85±26.36c	1522.78±22.90e
<b>NK1</b>	87.85±2.32	990.82±15.76ab	2353.52±40.94b	902.96±14.71bc	1362.70±28.77ab	2265.67±40.34b
<b>NK2</b>	87.65±2.46	1032.20±18.13ab	2429.95±44.80ab	944.56±16.51ab	1397.75±31.45ab	2342.31±43.13ab
<b>NK0+250</b>	87.99±2.53	832.45±9.80d	1857.41±35.39d	744.47±8.46e	1024.95±38.06c	1769.43±34.28d
<b>NK0+500</b>	87.66±1.84	922.27±7.18c	2028.01±9.98c	834.61±6.75d	1105.74±14.80c	1940.35±9.36c
<b>NK0+750</b>	88.03±2.29	966.49±20.64bc	2293.64±55.81b	878.45±18.83cd	1327.15±43.79b	2205.60±55.32b
<b>NK0+1000</b>	87.67±2.28	971.18±13.21bc	2338.33±41.28b	883.51±12.22bcd	1367.15±30.51ab	2250.66±40.09b
<b>P değeri</b>	1.000	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

PK: Pozitif kontrol grubu (Büy: 0.40 yP-0.80 Ca, Bit: 0.35 yP- 0.75 Ca), NK0: DCP ilavesi yapılmamış (Büy:0.15 yP- 0.65 Ca, Bit:0.13 yP- 0.60 Ca) grup, NK1:DCP ilaveli (Büy: 0.30 yP-0.65 Ca Bit:0.25 yP-0.60 Ca) grup, NK2: DCP ilaveli (Büy: 0.40 yP-0.65 Ca, Bit: 0.35 yP-0.60 Ca) grup, NK0+250: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 250 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+500: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 500 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+750: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 750 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+1000: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 1000 FTU/kg fitaz ilaveli grup.

\* Her muamele büyüme döneminde 6 tekrürde 14 hayvan ile yürütülmüş, 24. günde tibia örneklerinin alınması sonucunda bitirme döneminde 9-10 hayvanla devam etmiştir.

<sup>a-f</sup> Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

#### 4.1.2 Yem tüketimi ve yemden yararlanma

Etlik piliç yemlerinde DCP ile karşılaştırmalı olarak farklı dozlarda 6-fitaz enzimi kullanım etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada yem tüketimi (YT) ve yemden yararlanma (YDS) ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.2 'de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde büyütme ve bitirme dönemleri (5-24 ve 25-39 günler) ve tüm deneme periyodu (5-39 günler) YT ve YDS verilerinin muamelelerden önemli düzeyde etkilendiği tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Büyütme dönemi (5-24. günler) incelendiğinde en düşük yem tüketimi NK0 grubunda tespit edilmiş (868.49 g) ve DCP ilave etmeksizin hazırlanan yetersiz yP seviyesine sahip yemin yem tüketiminde önemli miktarda azalmaya yol açtığı bulunmuştur ( $P<0.05$ ). yP seviyesinin NK0 yemine ilave olarak %0.15 ve %0.25 oranında artırılması ile yem tüketimi önemli oranda artmış, NK1 ve NK2 gruplarında sırasıyla 1218.01g ve 1214.64 g ile PK grubu YT'ne (1242.87 g) yakın bulunmuştur ( $P<0.05$ ). NK0 yemine fitaz enziminin farklı dozlarda katıldığı gruplarda da yem tüketimi olumlu etkilenmiş ve fitaz enzim dozundaki artışa bağlı olarak yükselmiştir. 250 FTU fitaz enzimi ilavesi (1045.43 g) NK0 grubuna göre yem tüketimini önemli düzeyde artırırken, 750 ve 1000 FTU fitaz ile beslenen piliçlerin yem tüketimi pozitif kontrol grubuna benzer (1169.94 g ve 1170.80 g) düzeye ulaşmıştır ( $P<0.05$ ). Bitirme döneminde ise (25-39. günler) 250 FTU fitaz enzimi içeren yemle beslenen piliçler en az miktarda yem tüketirken (1912.05 g) beklendiği şekilde en fazla yem tüketimi pozitif kontrol grubunda (2402.94 g) bu gruba kıyasla önemli derecede yüksek gerçekleşmiştir ( $P<0.05$ ). 500 FTU fitaz ilavesi ile PK grubuna göre önemli düzeyde daha düşük yem tüketimi gerçekleşirken, 750 ve 1000 FTU fitaz ilave edilmiş yemlerle beslenen piliçlerde yem tüketimi yükselerek PK grubuna benzer düzey ulaşmıştır ( $P>0.05$ ). Tüm deneme dönemi verileri değerlendirildiğinde NK0 ve NK0+250 gruplarının en az yem tükettikleri (2922.58 g- 2957.48 g) belirlenirken ( $P<0.05$ ) daha yüksek dozda fitaz ilavesi ile birlikte YT artmış NK0+750 ve NK0+1000 muamele grupları (3450.23 g- 3410.77 g) ve NK1 ve NK2 grupları (3562.64 g- 3546.39 g) ile birlikte PK grubuna benzer (3645.81) yem tüketim değerleri elde etmiştir.

Çizelge 4.2.'de yer alan yemden yararlanma sonuçları ise yetersiz yP ile beslemenin (NK0) gerek büyütme ve bitirme gerekse tüm araştırma dönemi boyunca önemli

depresyona yol açtığını göstermektedir ( $P<0.05$ ). Yetersiz yP içeren yemle beslenen etlik piliçlerde belirtilen dönemler için YDS 1.586, 2.088 ve 1.915 olarak gerçekleşirken, Ross önerilerine göre hazırlanmış yeterli yP içeren yemle beslenen piliçlerde YDS sırasıyla 1.285, 1.611 ve 1.482 olarak gerçekleşmiştir ( $P<0.05$ ). Yem yP seviyesinin DCP ilavesi yapılarak %0.15 ve 0.25 oranında artırıldığı, NK1 ve NK2 gruplarında büyütme döneminde PK ile eşdeğer bir YDS elde edilirken ( $P>0.05$ ), bitirme ve tüm deneme periyodu dikkate alındığında DCP ilavesi ile yP oranı % 0.25 yükseltile yemle beslenen piliçlerde yemden yararlanma PK ile benzer olmuştur ( $P>0.05$ ). Yemde, yP seviyesi yetersiz gruba göre %0.15 artırılan NK1 grubunda ise yemden yararlanmanın bu dönemlerde kontrol grubundan önemli oranda daha kötü olduğu bulunmuştur( $P<0.05$ ). Fitazın doza bağlı etkinliği yönünden etkisi açısından muameleler değerlendirildiğinde; yetersiz yP içeren yeme ilk adım fitaz ilavesinden başlayarak yemden yararlanmada her 3 dönemde de önemli düzeyde iyileşme olduğu bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Bununla beraber bu iyileşme PK ile kıyaslandığında önemli oranda geride kalmıştır ( $P<0.05$ ). Fitaz uygulamalarından sadece 1000 FTU dozunda önemli oranda iyileşme olmuş ve PK ile her 3 fazda da benzer YDS değerine ulaşılabilmiştir ( $P>0.05$ ). 1000 FTU ve PK grupları için başlatma, büyütme ve tüm deneme dönemi YDS verileri sırasıyla 1.325, 1.285; 1.641,1.611 ve 1.517, 1.482 olarak bulunmuştur ( $P>0.05$ ). 750 FTU fitaz dozu ise sadece büyütme döneminde PK ya benzer yemden yararlanma ile sonuçlanmış ( $P>0.05$ ), diğer dönemlerde PK'den daha kötü bir yemden yararlanma vermiştir. Fitaz dozlarının etkinliğini değerlendirmek açısından yararlı olan DCP katılarak yP seviyesi %0.15 ve 0.25 artırılan NK1 ve NK2 grupları ile fitaz dozları karşılaştırmalı olarak ele alındığında; büyütme döneminde ilk adım olan 250 FTU ile %0.15 yP ilavesi seviyesinde yemden yararlanmaya ulaşılabilirdiği ( $P>0.05$ ) tespit edilirken, bitirme ve tüm deneme periyodu açısından %0.15 artırılmış yP seviyesine ancak 750 FTU düzeyi ve sonrasında erişilebilmiştir ( $P>0.05$ ). Yetersiz yP içeren yem grubunun DCP'den %0.25 yP sağlanarak artırıldığı NK2 grubunda elde edilen yemden yararlanma düzeyine benzer yemden yararlanma ise yemlere 1000 FTU 6-fitaz katılması ile sağlanmış ve 2 grup arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ( $P>0.05$ )

Çizelge 4.2 Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz kullanılmasının yem tüketimi (YT) ve yemden yararlanma (YDS) üzerine etkileri\*

<b>Muameleler</b>	<b>YT,g 5-24 günler</b>	<b>YT,g 25-39 günler</b>	<b>YT,g 5-39 günler</b>	<b>YDS,g:g 5-24 günler</b>	<b>YDS,g:g 25-39 günler</b>	<b>YDS,g:g 5-39 günler</b>
<b>PK</b>	1242.87±16.12a	2402.94±70.17a	3645.81±66.74a	1.285±0.009d	1.611±0.045d	1.482±0.026d
<b>NK0</b>	868.49±32.91d	2054.09±186.61abc	2922.58±166.95c	1.586±0.023a	2.088±0.133a	1.915±0.087a
<b>NK1</b>	1218.01±12.71ab	2344.63±12.63ab	3562.64±22.89a	1.350±0.017bcd	1.725±0.004c	1.575±0.028c
<b>NK2</b>	1214.64±21.48ab	2331.74±38.29ab	3546.39±49.26a	1.286±0.006d	1.671±0.036dc	1.516±0.023d
<b>NK0+250</b>	1045.43±23.59c	1912.05±31.72c	2957.48±34.13c	1.404±0.024b	1.880±0.083b	1.675±0.043b
<b>NK0+500</b>	1134.42±8.60bc	2045.11±51.62bc	3179.53±55.55bc	1.359±0.011bc	1.849±0.037b	1.638±0.023bc
<b>NK0+750</b>	1169.94±24.81ab	2280.29±23.90ab	3450.23±40.62ab	1.332±0.015cd	1.729±0.067c	1.569±0.043c
<b>NK0+ 1000</b>	1170.80±18.67ab	2239.97±38.49abc	3410.77±54.98ab	1.325±0.006cd	1.641±0.035d	1.517±0.021d
<b>P değeri</b>	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

PK: Pozitif kontrol grubu (Büy: 0.40 yP-0.80 Ca, Bit: 0.35 yP- 0.75 Ca), NK0: DCP ilavesi yapılmamış (Büy:0.15 yP- 0.65 Ca, Bit:0.13 yP- 0.60 Ca) grup, NK1:DCP ilaveli (Büy: 0.30 yP-0.65 Ca Bit:0.25 yP-0.60 Ca) grup, NK2: DCP ilaveli (Büy: 0.40 yP-0.65 Ca, Bit: 0.35 yP-0.60 Ca) grup, NK0+250: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 250 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+500: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 500 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+750: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 750 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+1000: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 1000 FTU/kg fitaz ilaveli grup.

\* Her muamele büyüme döneminde 6 tekrürde 14 hayvan ile yürütülmüş, 24. günde tibia örneklerinin alınması sonucunda bitirme döneminde 9-10 hayvanla devam etmiştir.

<sup>a-d</sup> Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

## 4.2 Ölüm Oranı

Etlik piliç yemlerinde 6-fitaz enzim kullanım etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada muamelelerin ölüm oranı üzerine etkileri Çizelge 4.3 'de verilmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde muamelelerin ölüm oranı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Elde edilen verilere göre büyütme, bitirme ve tüm dönem incelemelerinde yP seviyesinin etlik piliçlerin ihtiyacını karşılamaktan uzak olan NK0 grubunda diğer tüm gruplara kıyasla önemli derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ).

Gerek DCP ilavesi ile yemlerde yP seviyelerinin yükseltilmesi ve gerekse her bir adım fitaz ilavesi dozlarında, broyler piliçlerin ölüm oranı önemli oranda düşmüş ve PK grubu dahil birbirlerine benzer bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Çizelge 4.3 Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz kullanılmasının ölüm oranı üzerine etkileri\*

Muameleler	Ölüm oranı 5-24. günler, %	Ölüm oranı 25-39. günler, %	Ölüm oranı 5-39. günler, %
<b>PK</b>	1.28±1.28b	3.66±1.64b	4.94±2.53b
<b>NK0</b>	20.24±2.19a	13.10±3.88a	33.33±3.98a
<b>NK1</b>	1.19±1.19b	1.28±1.28b	2.47±1.56b
<b>NK2</b>	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
<b>NK0+250</b>	4.76±2.38b	2.38±1.51b	7.14±3.19b
<b>NK0+500</b>	0.00±0.00b	4.76±1.51ab	4.76±1.51b
<b>NK0+750</b>	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
<b>NK0+ 1000</b>	0.00±0.00b	3.57±2.44b	3.57±2.44b
<b>P değeri</b>	< 0.001	0.001	< 0.001

PK: Pozitif kontrol grubu (Büy: 0.40 yP-0.80 Ca, Bit: 0.35 yP- 0.75 Ca), NK0: DCP ilavesi yapılmamış (Büy:0.15 yP- 0.65 Ca, Bit:0.13 yP- 0.60 Ca) grup, NK1:DCP ilaveli (Büy: 0.30 yP-0.65 Ca Bit:0.25 yP-0.60 Ca) grup, NK2: DCP ilaveli (Büy: 0.40 yP-0.65 Ca, Bit: 0.35 yP-0.60 Ca) grup, NK0+250: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 250 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+500: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 500 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+750: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 750 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+1000: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 1000 FTU/kg fitaz ilaveli grup.

\* Her muamele büyütme döneminde 6 tekrürde 14 hayvan ile yürütülmüş, 24. günde tibia örneklerinin alınması sonucunda bitirme döneminde 9-10 hayvanla devam etmiştir.

<sup>a-b</sup> Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir ( $P<0.05$ ).

### 4.3 Tibia Yoğunluğu ve Tibia Kırılma Mukavemeti

Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz enzimi kullanımının tibia yoğunluğu ile tibia kırılma mukavemeti üzerine etkileri Çizelge 4.4 'de verilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde muamelelerin tibia yoğunluğu ve tibia kırılma mukavemeti değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Tibia yoğunluğu yem yP seviyesinin önemli miktarda yetmezlik düzeyine indirildiği NK0 grubu yemi tüketen piliçlerde, PK yemini tüketen piliçlere göre önemli oranda olumsuz etkilenmiş ve 1.163'den 1.081'e düşmüştür ( $P<0.05$ ). Yemde yP seviyesinin DCP ilavesi ile yükseltildiği gruplarda tibia yoğunluğu yetersiz yP ile beslenen piliçlere göre önemli derecede iyileşerek NK1 ve NK2 gruplarında sırasıyla 1.135 ve 1.158'e yükselmiştir ( $P<0.05$ ), ancak sadece NK2 grubunda PK'e benzer seviyeye yükselebilmıştır ( $P>0.05$ ). Benzer şekilde NK grubuna her bir adım fitaz ilavesi ile birlikte tibia yoğunluğu önemli derecede artmaya başlamış NK0+250, NK0+500, NK0+750, NK0+1000 enzim ilavesi gruplarında sırasıyla 1.119, 1.126, 1.139 ve 1.144'e yükselmiştir ve NK0 grubundan önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Bununla birlikte kemik yoğunluğu hiçbir fitaz ilave dozunda PK seviyesine yükselememiştir ( $P<0.05$ ). Fitaz dozları DCP ilave düzeyleri karşılaştırması yapıldığında ise 500 FTU ve üzeri dozlarda DCP ilavesi ile yP %0.15 artırılmış grup seviyesine benzer sonuç elde edilebilirken, %0.25 yP artış dozuna benzer sonuçlar ancak 1000 FTU aktivitesi ile elde edilebilmiştir ( $P>0.05$ ).

Benzer şekilde tibia kırılma mukavemeti yönünden de en yüksek dayanıklılık PK grubu piliçlerden elde edilirken (242.62 N), en düşük değer çok yetersiz yP ile beslenen NK0 grubuna ait piliçlerden (102.22 N) elde edilmiştir ( $P<0.05$ ). Fosfor seviyesinin DCP ile artırıldığı her iki adımda da kırılma mukavemeti NK0 a göre önemli düzeyde yükselmiş ( $P<0.05$ ), bununla birlikte PK ile benzer seviyeye ancak yP düzeyi % 0.25 oranında artırılmış yemle besleme ile (235.16 N) ile ulaşılabilmıştır ( $P>0.05$ ).

Farklı doz 6-Fitaz enzimi uygulamasının kemik mukavemeti üzerine olan etkisi ele alındığında; 250 FTU dahil araştırmada denenen tüm enzim düzeylerinde kırılma mukavemeti NK0'a kıyasla önemli oranda iyileşmiş ve yüksek derecede yetmezlik

seviyesinde beslenen piliçlere göre (102.22 N) daha yüksek kırılma mukavemetine sahip olmuşlardır ( $P<0.05$ ). 250, 500, 750 ve 1000 FTU fitaz ilaveli yemlerle beslenen piliçlerde kemik kırılma mukavemeti sırasıyla 135.98, 176.18 192.91 ve 220.18 N olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte kırılma mukavemetinde fitaz ilavesi ile elde edilen iyileşme PK düzeyine ulaşmamış ve fitaz ilaveli tüm gruplarda önemli düzeyde daha düşük kalmıştır ( $P<0.05$ ). Fitaz dozlarının etkinlik düzeyi açısından test kriteri olan DCP ilaveli NK1 ve NK2 grupları ile karşılaştırıldığında % 0.15 yP ilave seviyesinde elde edilen kırılma mukavemetine benzer sonuç ancak 1000 FTU fitaz kullanılması durumunda gerçekleşmiştir ( $P>0.05$ ). 1000 FTU fitaz ile beslemede elde edilen tibia dayanıklılığı (220.18 N) aynı zamanda NK2 grubu piliçlerden elde edilen sonuçlarla (235.16 N) benzer bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Tibia örneklerinin kırılmaya karşı bükülme mesafeleri değerlendirildiğinde en uzun mesafenin yP düşük ve düşük seviye fitaz ilaveli muamele gruplarında olduğu belirlenmiştir. Uzama değeri NK0+250 fitaz ilavesi grubunda ve NK0 muamele grubunda sırasıyla 4.036 mm ve 3.974 mm olarak bulunmuştur. yP seviyesinin arttırılması veya fitaz enzimi seviyesinin arttırılması ise bükülme mesafelerini ise bu iki gruba kıyasla önemli derecede azaltmıştır ( $P<0.05$ ). Kırılmaya karşı bükülme mesafeleri PK grubunda 2.650 mm, NK1 grubunda 2.367 mm, NK2 grubunda 2.260 mm olarak tespit edilirken NK0+500 fitaz ilaveli grupta 3.046 mm, NK0+750 fitaz ilavesi grubunda 2.803 mm ve NK0+1000 fitaz ilavesi grubunda 2.629 mm olarak gerçekleşmiştir.

Muamelelerin tibia kemiklerinin kırılması için gerek duyulan enerji miktarı üzerine etkileri değerlendirildiğinde NK0 grubunun diğer tüm muamelelere kıyasla gerekli olan enerji miktarında önemli derecede düşük olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). yP seviyesinin arttırılması veya enzim ilave edilmesi kırılma için gereksinim duyulan enerji miktarını arttırmıştır.

Çizelge 4.4 Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz kullanılması tibia yoğunluğu ve kırılma mukavemeti üzerine etkileri

Muameleler	Tibia yoğunluğu, g/cm <sup>3</sup>	Tibia Kırılma Test Sonuçları		
		Tibia Kırılma Mukavemeti, F max-Newton	Eğilme, mm	Enerji, Joule
<b>PK</b>	1.163±0.003a	242.62±8.51a	2.650±0.077bc	0.359±0.016a
<b>NK0</b>	1.081±0.008f	102.22±7.04g	3.974±0.256a	0.241±0.021b
<b>NK1</b>	1.135±0.004cd	218.23±6.51b	2.367±0.057c	0.328±0.015a
<b>NK2</b>	1.158±0.003ab	235.16±11.35ab	2.260±0.079c	0.348±0.024a
<b>NK0+250</b>	1.119±0.003e	135.98±7.49f	4.036±0.259a	0.334±0.020a
<b>NK0+500</b>	1.126±0.003de	176.18±6.84de	3.046±0.156b	0.339±0.021a
<b>NK0+750</b>	1.139±0.003c	192.91±6.67d	2.803±0.124b	0.344±0.022a
<b>NK0+1000</b>	1.144±0.003bc	220.18±8.74b	2.629±0.082bc	0.355±0.020a
<b>P değeri</b>	<0.001	<0.001	<0.001	0.001

PK: Pozitif kontrol grubu (Büy: 0.40 yP-0.80 Ca, Bit: 0.35 yP- 0.75 Ca), NK0: DCP ilavesi yapılmamış (Büy:0.15 yP- 0.65 Ca, Bit:0.13 yP- 0.60 Ca) grup, NK1:DCP ilaveli (Büy: 0.30 yP-0.65 Ca Bit:0.25 yP-0.60 Ca) grup, NK2: DCP ilaveli (Büy: 0.40 yP-0.65 Ca, Bit: 0.35 yP-0.60 Ca) grup, NK0+250: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 250 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+500: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 500 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+750: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 750 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+1000: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 1000 FTU/kg fitaz ilaveli grup.

<sup>a-f</sup> Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

#### 4.4 Tibia Ağırlığı, Külü ve Fosfor Düzeyleri

Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz enzimi kullanımının tibia ağırlığı, tibia külü ve tibia fosfor içerikleri üzerine etkileri Çizelge 4.5 'de gösterilmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde tibia ağırlığı, tibia külü ve tibia fosfor içeriklerinin araştırmada üzerinde durulan yP seviyesi ve fitaz dozlarına bağlı olarak önemli düzeyde değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (P<0.05). Muamelelerin yağı alınmış tibia ağırlığı üzerine etkileri değerlendirildiğinde yP seviyesinin düşürülmesi (NK0) yağı alınmış tibia ağırlığını pozitif kontrol grubuna göre 3.513 g'dan 2.034 g'a önemli derecede düşürmüştür (P<0.05). Yemde yP seviyesinin inorganik fosfor kaynağı kullanılarak yükseltilmesi ile tibia ağırlıkları NK0 grubuna kıyasla önemli derecede artmış (P<0.05) NK1 muamele grubunda 3.254 g'a NK2 muamele grubunda ise 3.322 g'a yükselmiştir, ancak PK muamele grubundan önemli derecede düşük kalmıştır (P<0.05). Fitaz enzimi

ilavelerinin tüm dozları ise benzer şekilde tibia ağırlıklarını yetersiz yP içerikli negatif kontrol grubuna göre (NK0) önemli derecede iyileştirmiş, 250, 500, 750 ve 1000 FTU enzim ilave edilen gruplar için sırasıyla 2.750 g, 3.032 g, 3.253 g ve 3.337 g olarak tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Tibia ağırlığı yönünden 750 FTU ve altındaki dozlar PK'e göre önemli düzeyde daha düşük ağırlığa sahip olurken ( $P<0.05$ ), 1000 FTU fitaz ilaveli yemle beslenen grupta tibia ağırlığı PK ile benzer ağırlığa sahip olmuştur ( $P>0.05$ ). Deneme gruplarının tibia külü üzerine etkileri değerlendirildiğinde; tibia kül oranı yP seviyesinin düşürülmesi ile NK0 grubunda PK muamele grubuna göre %43.39'dan %36.03'e önemli oranda düşmüştür ( $P<0.05$ ). Tibia kül oranı yP seviyesinin inorganik fosfor kaynağı DCP kullanılarak artırılması ile önemli oranda iyileşmiş ( $P<0.05$ ) ve NK2 muamele grubunda (%43.46) pozitif kontrol grubu ile benzer seviyeye ulaşmıştır ( $P>0.05$ ). Tibia külünde NK0 grubuna kıyasla iyileşme 500 FTU ve üzerindeki dozlarda şekillenmiştir ( $P<0.05$ ). Bununla beraber 1000 FTU dahil tüm fitaz dozlarını alan gruplarda tibia kül oranı PK ve DCP ilaveli yP oranı artırılmış her iki gruba göre de önemli düzeyde aşağıda kalmıştır ( $P<0.05$ ).

Muamelelerin tibia P içeriği üzerine etkileri değerlendirildiğinde, yemde yP seviyesinin yüksek oranda yetmezlik düzeyine düşürülmesi (NK0) tibia P içeriğini pozitif kontrol grubuna kıyasla %7.716'dan %6.304'e önemli derecede azalmasına yol açmıştır ( $P<0.05$ ). Yemde yP seviyesinin DCP ilavesi yapılarak yükseltilmesi ile birlikte NK0 grubuna kıyasla tibia P içerikleri önemli derecede artış göstermiş ( $P<0.05$ ), NK1 muamele grubunda % 7.361'e NK2 muamele grubunda ise % 7.751'e yükselerek PK grubuna benzer bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Yemde artan fitaz dozlarının tibia fosfor içeriğine etkisi ise NK0 grubuna kıyasla 750 FTU ve üzerindeki dozlarda iyileşme ile sonuçlanmıştır ( $P<0.05$ ). Tibia P içerikleri 250, 500, 750 ve 1000 FTU ilaveli gruplarda sırasıyla % 6.295, % 6.510, % 6.606 ve % 6.811 olarak gerçekleşmiş ve PK, NK1 ve NK2 gruplarına göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Çizelge 4.5 Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-fitaz kullanılmasının tibia ağırlığı, tibia kül oranı ve tibia fosfor oranı üzerine etkileri

Muameleler	Tibia ağırlığı, yağı alınmış kuru, g	Tibia kül, %KM	Tibia P, % yağsızKM
<b>PK</b>	3.513±0.051 <b>a</b>	43.39±0.36 <b>a</b>	7.716±0.064 <b>a</b>
<b>NK0</b>	2.034±0.072 <b>e</b>	36.03±0.61 <b>e</b>	6.304±0.011 <b>e</b>
<b>NK1</b>	3.254±0.075 <b>b</b>	41.61±0.40 <b>b</b>	7.361±0.083 <b>b</b>
<b>NK2</b>	3.322±0.053 <b>b</b>	43.46±0.34 <b>a</b>	7.751±0.086 <b>a</b>
<b>NK0+250</b>	2.750±0.090 <b>d</b>	36.12±0.69 <b>e</b>	6.295±0.137 <b>e</b>
<b>NK0+500</b>	3.032±0.052 <b>c</b>	37.24±0.43 <b>d</b>	6.510±0.108 <b>de</b>
<b>NK0+750</b>	3.253±0.074 <b>b</b>	37.92±0.34 <b>cd</b>	6.606±0.058 <b>cd</b>
<b>NK0+1000</b>	3.337±0.051 <b>ab</b>	38.68±0.32 <b>c</b>	6.811±0.062 <b>c</b>
<b>P değeri</b>	< 0.001	< 0.001	< 0.001

PK: Pozitif kontrol grubu (Büy: 0.40 yP-0.80 Ca, Bit: 0.35 yP- 0.75 Ca), NK0: DCP ilavesi yapılmamış (Büy:0.15 yP- 0.65 Ca, Bit:0.13 yP- 0.60 Ca) grup, NK1:DCP ilaveli (Büy: 0.30 yP-0.65 Ca Bit:0.25 yP-0.60 Ca) grup, NK2: DCP ilaveli (Büy: 0.40 yP-0.65 Ca, Bit: 0.35 yP-0.60 Ca) grup, NK0+250: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 250 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+500: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 500 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+750: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 750 FTU/kg fitaz ilaveli grup, NK0+1000: DCP kullanılmamış NK0 grubuna ilaveten 1000 FTU/kg fitaz ilaveli grup.

<sup>a-e</sup> Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

## 5. TARTIŞMA

### 5.1 Performans

Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-Fitaz enzimi kullanım etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla yürütülen çalışmada muamelelerin performans özellikleri üzerine etkisi Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2 'de verilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde etlik piliç yemlerinde yP seviyesinin düşürülmesi canlı ağırlık ortalamasını pozitif kontrol grubuna kıyasla 24. ve 39. günlerde sırasıyla yaklaşık % 40 ve % 37 oranında azaltmıştır. yP seviyesinin artması ile birlikte canlı ağırlık ortalamaları artmaya başlamış ve NK1 grubunda NK0 grubuna kıyasla 24. ve 39. günlerde sırasıyla yaklaşık % 56 ve % 46 oranında iyileşmiştir. Benzer şekilde NK2 grubu ise NK0'a kıyasla sırasıyla % 62 ve % 51 iyileşme göstererek PK grubuna benzer ortalama canlı ağırlık sağlamıştır. Negatif kontrol grubuna yapılan enzim ilaveleri artan dozla birlikte canlı ağırlık üzerine önemli derecede artışlar sağlamıştır. Fitaz enzimi ilaveleri ile NK0+250, NK0+500, NK0+750 ve NK0+1000 muamele gruplarında 24. gün ve 39. günlerde sırasıyla yaklaşık % 34, % 45, % 52 ve % 53 ile % 15, % 26, % 42 ve % 45 oranında iyileşme sağlanırken, NK0+1000 grubu bile pozitif kontrole benzer canlı ağırlık değerini yakalayamamıştır. Canlı ağırlık bulgularına paralel şekilde NK0 muamele grubu incelenen dönemlerde CAA'nı olumsuz etkilerken NK1 ve NK2 grupları ve fitaz ilaveleri negatif kontrole göre önemli derecede artışlar tespit edilmiştir. NK2 grubu incelenen dönemlerde sayısal olarak düşük olmasına karşın PK grubuna benzer CAA sağlarken, fitaz ilavesi NK0 grubuna göre iyileşme sağlamış ancak en yüksek dozda bile tüm dönemlerde PK grubundan düşük CAA tespit edilmiştir.

Muamelelerin yem tüketimi ve yemden yararlanma üzerine etkilerinin sunulduğu Çizelge 4.2 incelendiğinde muamelelerin YT ve YDS üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Yapılan değerlendirmede NK0 ve NK0+250 muamele gruplarının tüm dönem en düşük YT değerine sahip olduğu belirlenirken diğer kontrol grupları ve NK0+750 ve NK0+1000 muamele grupları benzer YT ortalama değerleri göstermiştir. Canlı ağırlık artışı ve yem tüketim değerlerine paralel olarak YDS, yP seviyesinin % 0.25 düşürülmesi ile kötüleşmiş yP seviyesinin arttırılması ile iyileşme göstermiş ve NK2

muamele grubunda iyileşme devam etmiş ve pozitif kontrol grubuna benzer YDS değeri yakalanmıştır. Benzer şekilde NK0 muamele grubu üzerine yapılan fitaz enzimi ilaveleri ile birlikte YDS iyileşmiş, NK0+1000 muamele grubunda pozitif kontrol grubuna benzer iyileşme sağlanabilmiştir.

Etlik piliç yemlerinde fitaz enzimi ilavesinin enzim etkinliği üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde fitaz enziminin etkinliğinin değerlendirilmesi için yemde yP seviyelerinde kısıtlamalar yapıldığı ve bazal deneme yemi olarak belirlenen bu negatif gruba farklı dozlarda fitaz ilavesinin gerçekleştirildiği görülmektedir. Yapılan değerlendirmelerde hayvanın ihtiyacından fazla yapılan bu kısıtlamalarda performans değerleri beklenen şekilde olumsuz etkilendiği ve yetersiz P beslenmesine maruz kalma süresi arttıkça kötüleşmenin derinleştiği bildirilirken çalışmamızda oluşturulan NK0 grubunda gözlemlenen performans kötüleşmesinin fitaz enzimi etkinliği üzerine kurgulanan çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir (Vieira vd. 2015, Babatunde vd. 2019).

Yukarıda değinilen çalışmalarda fitaz enzim etkinliğinin ise kullanılan fitazın dozuna, kaynağına, fitaz enzimi yapılan bazal yemin Ca ve yP seviyesi üzerine yapılan kısıtlama düzeyine bağlı değişiklik gösterebileceği değerlendirilmektedir. Bu sebeple literatürde kullanılan fitaz enzimlerinin etkinliklerinin kontrol yemleri ile karşılaştırılmasında yukarıda belirtilen etmenler ile kıyaslama gerekliliği görülmektedir. Broch vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada % 0.12 Ca ve % 0.14 yP seviyesinin düşürülmesi ile oluşturulan bazal yeme yapılan *A. Oryzae* kökenli 6-fitaz enzimi ilavesinin tüm dönemde yapılan regresyon değerlendirmesi ile yaklaşık 2000 FTU enzim ilavesi ile en yüksek CAA ve YDS ortalamalarını yakaladığı, 2000 FTU fitaz ilavesi ile % 0.14'den fazla yP katkısı alındığı belirtilmiştir. Freitas vd. (2018) yürüttüğü çalışmada *E.coli* kökenli fitaz ilavesinin %0.165 Ca ve % 0.15 yP sınırlamada 500 FTU, % 0.215 Ca ve % 0.195 yP sınırlamada 1000 FTU, % 0.245 Ca ve % 0.225 yP sınırlamada 1500 FTU fitaz ilavesi ile kontrol grubuna benzer performans elde edilebildiği belirtilmiştir. Literatürde fitaz enziminin P yarayırlılığını iyileştirmenin yanı sıra kullanım dozuna bağlı olarak ekstra fosforik etki göstermesi ile mineral, nişasta, aminoasit yararlanımını arttırması yoluyla standart Ca ve yP katkısının yanı sıra olumlu etkiler sunabildiği bildirilmiştir.

Srinkathasan vd. (2019) tarafından yürütülen çalışmada % 0.15 düzeyinde yapılan yP seviyesi azaltılması üzerine 500 FTU fitaz ilavesinin kontrol grubuna benzer CAA ve YDS ortalamalarını yakladığı, 1000 FTU fitaz ilavesinin ise kontrol grubuna kıyasla CAA ve YDS' ni iyileştirdiği bildirilmiştir. Benzer kurguda yP seviyesinin % 0.16 oranında azaltıldığı bazal rasyona *Buttiauxella spp.* kökenli 6-fitaz enziminin artan dozlarla birlikte performans kriterlerini iyileştirdiği 750 FTU enzim ilavesinin kontrol grubuna benzer CAA ve YDS ortalamalarını yakaladığı, 2000 FTU enzim ilavesinin ise fark olmaksızın daha iyi ortalmalar gösterdiği bildirilmiştir. yP seviyesinin % 0.15 oranında düşürüldüğü ve iki farklı kökende fitaz ilavesinin etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada (Dersjant-Li ve Kwarknelal 2019) *Buttiauxella sp.* fitazının *E.coli* fitazına göre aynı dozda kullanıldığında daha etkili olduğu değerlendirilirken, *E.coli* fitazının artan dozlarda etkinliğinin arttığı, 1505 FTU fitaz ilavesinin %0.10 yP seviyesi arttırılmış muamele grubuna benzer CAA ortalamasında yakaladığı, 442 FTU fitaz ilavesinin YDS'ni % 0.15 yP düşürülmesini telafi edecek kadar iyileştirdiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada 1046 FTU *Buttiauxella sp.* fitazı ilavesinin ekstra fosforik etkiye bağlı olarak kontrole göre YDS'ni iyileştirdiği bildirilmiştir. Standart tavsiye dozu ve süper doz fitaz enzimi ilavelerinin performans etkilerinin değerlendirildiği çalışmada (Leyva-Jimenez vd. 2019) ise her iki kurguda enzim ilavesinin performans arttırıcı etkisi olduğu değerlendirilirken süper doz enzim kullanımının (1000 FTU ve üzeri) kontrol grubuna kıyasla yüksek performans değerleri yakalayabildiği bildirilmiştir.

Ekspresyon teknolojisi ile üretilen yeni nesil fitazlardan beklenen özelliklerin, fitat fosfor yıkımlanma etkinliğinin fazla olması, daha geniş pH aralıklarında çalışabilmesi, daha iyi termostabilite, sindirim sisteminde proteolitik enzimlere ve asite karşı daha fazla direnç, sıcaklıklara karşı daha fazla dayanma kabiliyeti olduğu belirtilmiştir (Lei vd. 2013).

Yapılan çalışmada enzim etkinliğinin test edilmesinde, DCP'den sağlanan yararlanılabilir fosfor ile kıyaslama yapıldığında 1000 FTU fitaz ilavesinin, performans parametreleri yönünden NK1 grubuna ulaşabildiği ancak NK2 grubundan YDS hariç

sayısal olarak geri kaldığı, benzer şekilde PK grubundan YDS hariç geride kaldığı görülmektedir.

Literatürdeki güncel fitaz ilaveleri çalışmalarında, yP eşdeğerliliği bakımından 1000-1500 FTU enzim ilavesi ile % 0.15 ila % 0.22 yP katkısı alınabildiği görülmektedir. Mevcut çalışmada 1000 FTU aktivite beklenen muamele grubunda büyütme döneminde 650 ve bitirme döneminde 720 FTU aktivite tespit edilmesi dolayısıyla literatürde belirtildiği gibi süper doz düzeyinde bir ilave gerçekleştirilmemiş olmasına karşın, en yüksek doz olan ortalama 685 FTU fitaz ilavesinin minimum % 0.15 yP katkısı sunabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca P eksikliğinin özellikle genç yaşta hayvanlarda sıkıntı oluşturduğu bu dönem enzim ilavesinin önemli olduğu belirtilirken (Farhadi vd. 2017, Broch vd. 2018, Leyva-Jimenez vd. 2019) mevcut çalışmada büyütme dönemi performans kötüşmelerinin daha fazla olduğu ve fitaz enzimi ilavelerinin daha yüksek iyileştirme oranı yakalamasının bu bulguları desteklediği değerlendirilmektedir.

Fitaz ilavesi ile birlikte gözlemlenen performans iyileşmelerine karşın PK grubuna kıyasla düşük kalmasının, NKO muamele grubunda Ross-308 hayvanlar için öngürülen Ca ve yP ihtiyaçlarının büyümenin en hızlı olduğu dönemde hayvana düşük oranda sunulmasının performans parametrelerini baskılaması şeklinde olabileceği değerlendirilmektedir. Aviagen (2014) tarafından yapılan Ca ve yP ihtiyaç gereksinimleri sırasıyla başlatma dönemi için % 0.90 -% 0.48 büyütme dönemi için % 0.87- %0.435 seviyesi öngörülmektedir. Ancak mevcut çalışmada NKO grubu için başlatma ve büyütme dönemini kapsayan 6-24. günler arasında Ca % 0.65, yP % 0.15 düzeyinde yem oluşturularak fitaz ilaveleri gerçekleştirilmiştir. Vieira vd. (2015) tarafından yapılan değerlendirmede, fitaz ilavesine karşın beklenen performans iyileşmelerinin sağlanmamasının fosforun sınırlayıcı etkisinin devam etmesi ve fitaz enzim ilavesinin doz olarak yetersiz kalması ve yP miktarında yüksek oranda düşürülmesinden kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. Driver vd. (2005) ise Ca ihtiyacı tavsiye seviyesinin özellikle etlik piliçlerin gelişme döneminde (0-16 gün) % 1 düzeyinde sağlanmasının, dengeli büyüme ve kemik mineralizasyonu için uygun olduğu, ilerleyen dönem de (19-42 gün) % 0.9 düzeyinin fazla olabileceğini

belirtmişlerdir. Benzer şekilde Hamdi vd. (2018) tarafından etlik piliçlerde özellikle büyümenin hızlı olduğu ilk haftada kalsiyumun ihtiyaç düzeylerine yakın düzeylerde sunulması gerektiğini belirtilmiştir. Ayrıca mevcut çalışmada PK grubu ile NK2 grubu arasında Ca seviyesinin düşürülmesi ile YDS hariç performanstaki sayısal kötüleşmenin yemdeki Ca düzeyinin düşürülmesi ile performansın olumsuz etkilenmeye başladığı gözlemlenmesi bu bulguyu destekler niteliktedir.

Etlik piliçlerin beslenmesinde düşük yP ile beslemenin iştahı baskıladığı, bu yüzden YT' nin olumsuz etkilendiği ve performans düşüklüğü ve ölüm oranlarında artışa neden olabildiği bildirilmiştir (Ceylan vd. 2012, Gautier vd. 2018, Dersjant-Li ve Kwarknelal 2019). Mevcut çalışmada literatürde verilen bulgulara uygun olarak YT, yP seviyesinin düşmesi ile düşmüş, enzim ilaveleri (500 FTU ile birlikte) ya da yP seviyesinde artışla birlikte yetersiz P beslemesinin etkileri azalmaya başlamış ve YT artmaya başlamıştır. Fitaz enzimi ile birlikte iyileşmeye başlayan YDS, 1000 FTU enzim ilavesi dozunda PK benzer iyileşmeyi yakalayabilmiştir. Literatürde yapılan değerlendirmede 500 FTU ve üzeri fitaz ilavesinin inositolü serbest hale getirmede etkili olduğu ve fitat fosforun IP<sub>6</sub> ve IP<sub>5</sub> formlarının taşlıktaki konsantrasyonlarının YDS ile pozitif korelasyona sahip olduğu belirtilmiştir. Yapılan değerlendirmede IP<sub>6</sub> ve IP<sub>5</sub>'in taşlıkta miktar olarak fazla bulunmalarının YDS'ni olumsuz etkilediği bildirilirken, fitaz enziminin mevcut çalışmada ortalama 685 FTU ilavesinin literatürde belirtilen 500 FTU üstü fitaz kullanımında gözlemlenen IP<sub>6</sub>'nın inositole yıkımını sağlayarak YDS'ni iyileştirdiği söylenebilir (Walk vd. 2013, Walk vd. 2014).

## **5.2 Ölüm Oranı**

Muamelelerin ölüm oranı üzerine etkileri Çizelge 4.3'de sunulmuştur. Çizelge 4.3 incelendiğinde ara dönemlerde ve tüm dönemde muamelelerin ölüm oranına etkisi önemli (P<0.05) bulunurken NK0 muamele grubunda incelenen her dönemde diğer gruplara göre daha fazla ölüm gerçekleşmiştir. İlgili grupta tüm dönem ölüm oranı %33.33 olarak tespit edilmiştir ve fitaz enzimi ilavesiyle ölüm oranı azalmıştır. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Waldroup (1999) yetersiz P beslemenin

etlik piliçlerde kemik gelişimi üzerine oluşturduğu olumsuzluk sonucunda hareket kabiliyetinin kısıtlandığını bunun yeme ve suya ulaşmada kısıtlamalara yol açtığını değerlendirirken bu sebeplerden performansın azaldığı ve ölüm oranının fazla miktarda arttığını belirtmiştir. Benzer şekilde Ceylan vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada yP seviyesinin düşürülmesi ile ölüm oranı önemli olarak artarken (ölüm oranı % 20), aynı grupta ayak problemleri yüksek bulunmuş ve fitaz enzimi ilavesinin ayak kusuru oluşumunu önlediği belirtilmiştir. Ayrıca Vieira vd. (2015) yetersiz P beslemenin (%0.14- %0.20 yP) diğer gruplara kıyasla (P yeterli) ölüm oranını önemli derecede arttırdığını ve fitaz enzimi ilavelerinin ölüm oranını azalttığını bildirmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen veriler literatür bulguları ile değerlendirildiğinde düşük yP seviyesi ile beslenen grupta yukarıda değerlendirilen sebeplerden dolayı artan ölüm oranının beklenen bir sonuç olduğu, fitaz enzimi ile birlikte P yararlanımındaki artış sağlanmasının yetersiz yP beslemesini telafi ederek ölüm oranını önemli derecede düşürmesi yönündeki bulgular literatür bilgileri ile uyumludur.

### **5.3 Tibia Parametreleri**

Etlik piliçlerde kemik parametreleri hayvanların yemlerindeki mineral madde beslemesine ilişkin durumunun belirlenmesinde değerlendirilen bir kriter olarak ön plana çıkmaktadır. Kemik mineral içeriğini şekillendiren başlıca mineraller kalsiyum, fosfor ve magnezyumdur. Kemik mineralizasyonunun derecesi ve yeterli düzeyde sağlanması kemiğin dayanıklılığını etkilemektedir ve zayıf mineralizasyon sonucu kemik kırıklarının artışı ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca zayıf kemikler kanatlı etlerinin işlenmesi sırasında kırılmalara neden olabileceği değerlendirilmelidir. Aynı zamanda yeterli gelişim sağlanmamış zayıf iskelet sistemi yem tüketiminde azalmaya neden olarak performans kayıplarına neden olabilmektedir (Onyango vd. 2003).

Etlik piliç yemlerinde farklı dozlarda 6-Fitaz enzimi kullanım etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, muamelelerin tibia parametreleri üzerine etkisi Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5 'de verilmiştir. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde tibia yoğunluğu NK0 grubunda pozitif kontrol grubuna kıyasla

önemli derecede azalırken, yP seviyesinin artması veya fitaz enzimi ilavesi ile önemli derecede yükseltmiştir. Fitaz enzimi ilavesi artan dozla birlikte kemik yoğunluğunu arttırırken en yüksek fitaz ilave dozu pozitif kontrol grubunu yakalayamamıştır. NK2 muamele grubunda ise kemik yoğunluğu PK grubu ile benzer bulunmuştur. Tibia yoğunluğuna benzer şekilde NK0 muamele grubu tibia kırılma mukavemetini önemli oranda düşürürken fitaz enzim ilaveleri artan dozla birlikte tibia kırılma mukavemetini arttırmıştır. Benzer şekilde DCP ilavesi ile yP seviyesinin NK0' a göre arttırılması iyileşme sağlarken NK2 muamele grubu PK grubu ile benzer kırılma mukavemeti değeri göstermiştir. Kırılma için harcanan enerji değerlendirildiğinde NK0 grubu diğer gruplara kıyasla önemli derecede düşüşe yol açarken, kırılmaya karşı kemik bükülme değerleri NK0 ve NK0+250 grupları kırılmaya karşı bükülme değerini önemli derecede arttırmıştır.

Çizelge 4.5 incelendiğinde muamelelerin yağı alınmış kuru tibia ağırlığı, tibia külü ve tibia P içerikleri üzerine etkileri önemli bulunmuştur. NK0 muamele grubu tibia ağırlıklarını önemli derecede azaltırken yP ilavesi veya fitaz enzimi ilavesi ile birlikte tibia ağırlığı artmıştır. En yüksek doz fitaz ilavesi pozitif kontrol grubuna benzer ağırlık değerini yakalamıştır. Ayrıca tibia kül ve fosfor değerleri NK0 muamele grubunda önemli derecede azalmış, fitaz enzimi artan dozlarla birlikte incelenen kriterleri iyileştirmiş, ancak pozitif kontrol düzeyini yakalayamamıştır. NK2 muamele grubu ise PK grubuna benzer ortalamaları yakalamıştır.

Elde edilen bulgular literatür bilgileri ile kıyaslandığında, Shaw vd. (2011) % 0.22 yP seviyesi içeren yeme 500, 1000 ve 2000 FTU fitaz ilavesinin kırılma mukavemetini iyileştirdiği, 500 ve 1000 FTU ilavenin kontrol grubunu yakalayamadığı ancak 2000 FTU ilave ile kontrole benzer kemik kırılma mukavemeti sağlanabildiği, Chang'a vd. (2019) kontrol düzeyi üzerine yapılan fitaz ilavesinin bile mineralizasyonu arttırarak kırılma mukavemetini sayısal olarak iyileştirdiği belirtilmiştir. Bu iyileşmenin fitaz ilavesi ile birlikte kemiklerin yapısını oluşturan temel mineral maddelerinin sindirim sisteminde fitat ile bileşik oluşturulmaması ile sindirimlerinin artması vasıtasıyla kemikte mineralizasyonun artması şeklinde gerçekleştiği belirtilmiştir (Shaw vd. 2011). Ancak bu etkinin, fitaz enzimi etkinliği ile kullanım dozuna bağlı olarak değişebileceği

değerlendirilmektedir. Levya-Jimenez vd. (2019) yP seviyesinin % 0.20 seviyesine düşürülmesi ile yapılan fitaz ilavelerinde ticari 500 FTU fitaz ilavesinin kırılma mukavemetini iyileştirdiği ancak kontrole kıyasla düşük kaldığı değerlendirilirken süper doz konseptinde 1500 FTU fitaz ilavesinin mineralizasyonun devam etmesini sağlayarak kontrole kıyasla yüksek kırılma direnci yakalanmaında etkili olduğu değerlendirilmiştir. Mevcut çalışmada 1000 FTU aktivite öngörüsü ile yapılan en yüksek doz enzim ilavesinin ortalama 685 FTU gerçekleşen aktivite ile sayısal olarak NK1 grubundan yüksek NK2 grubundan düşük ancak benzer kemik kırılma derecesini yakalamıştır. Bu bakımdan ilave edilen bu dozun mineralizasyonu artırıcı etki gösterdiği, tibia fosfor birikimini arttırdığı bu sayede literatürde belirtildiği gibi mineralizasyonda iyileşme sağlayarak kemik kırılma mukavemetini artırdığı ancak doza bağlı olarak etkinliğin pozitif kontrol grubuna kıyasla düşük kaldığı değerlendirilmektedir.

Tibia kırılma mukavemetindeki gözlemlenen bulguya destekleyici unsur olarak, tibia yoğunluğu, kemik kırılması için harcanan enerji değerleri ve kırılma esnasındaki eğilme mesafeleri düşük yP seviyesi üzerine yapılan fitaz ilaveleri ile birlikte iyileşme göstermiştir. Yapılan değerlendirmede yetersiz besleme ile oluşan düşük mineralizasyonun sonucu olarak gözlemlenen kemik yoğunluğunun azalması, kırılma için düşük enerji harcanması ve kırılmaya karşı eğilme mesafesindeki artışın, fitaz ilaveleri ile birlikte iyileştiği görülmektedir.

Etlik piliç yemlerine fitaz ilavesinin tibia kül ve fosfor içerikleri üzerine yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde yP seviyesinin düşürülmesi beklenen bir bulgu olarak mevcut çalışma da görüldüğü gibi önemli derecede kül ve fosfor seviyelerinde azalmaya yol açmıştır (Leyva-Jimenez vd. 2019, Walter vd. 2019, Dersjant-Li ve Kwarknelal 2019). Literatürde yapılan çalışmalarda fitaz ilavesinin yeterince aktivite göstermesi durumunda tibia kül ve fosfor oranlarının arttığı değerlendirilmiştir. Freitas vd. (2019), yP seviyesinin % 0.225 oranında düşürülmesi üzerine 1500 FTU fitaz ilavesi ile Ceylan vd. (2012), yP seviyesinin % 0.13 oranında düşürülmesi üzerine 500 FTU fitaz ilavesi ile Srinkathasan vd. (2019), yP seviyesinin % 0.15 oranında düşürülmesi üzerine 500 ve 1000 FTU fitaz ilavelerinde, Walters vd. (2019), yP seviyesinin % 0.15 oranında

düşürülmesi üzerine 2000 FTU fitaz ilavesi ile Gautier vd. (2018) % 0.21 oranında yP seviyesinde yapılan düşüş üzerine 1500 FTU fitaz ilavesi ile incelenen çalışmalardaki kontrol düzeyi tibia kül ve fosfor oranlarının yakalanabildiği belirtilmiştir. Hamdi vd. (2018) ise % 0.15 yP seviyesi düşürülmesinin üzerine yapılan 250 ve 500 FTU enzim ilavelerinin tibia ağırlığı ve kül miktarını kontrol seviyesi kadar iyileştirmediği, 1000 FTU ilave ile kontrol grubuna benzer değerler yakalandığı belirtilmiştir. Dersjant-Li ve Kwarknelal (2019) ise tibia kül ve fosfor oranlarının % 0.15 düzeyinde yP seviyesinin inorganik kaynakla artırıldığı gruba benzer değerleri yakalanması için *Buttiauxella* kökenli enzimden 1000 FTU, *E.coli* kökenli enzimden ise 1811 FTU kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Yapılan değerlendirmede tibia P oranındaki artışın sindirim sisteminde P yararlanımının artması ile birlikte kemiklerde depolanmasının artması ile ilişkilendirildiği kemik kül oranının da benzer şekilde artış sağlamasının bu veriyi desteklediği belirtilmiştir (Walters vd. 2019). Bunun yanı sıra kemik kül oranının artmasının fitatın diğer minerallerle oluşturduğu komplekslerin yıkımlanabilmesi ile artış gösterdiği değerlendirilmektedir. Bu sayede fitaz enziminin düşük yP seviyelerinde kemik gelişimini sürdürülebilir kıldığı değerlendirilmektedir. Ayrıca beklenen aktivite üzerine kullanılan dozun yanı sıra enzimin kökeninde etkili olabildiği değerlendirilirken, *E.coli* kökenli fitaz ile % 0.21 yP düşürülmesi üzerine telafi edici mineralizasyonun 1500 FTU üzeri ilave ile gerçekleştiği (Dersjant-Li ve Kwarknelal 2019) ortaya konmuştur. Mevcut çalışmada özellikle yüksek yP ve Ca sınırlaması yapıldığı durumda en yüksek doz fitaz ilavesi 685 FTU olarak gerçekleşmiş ve kemik mineralizasyonunun doza bağlı olarak düşük gerçekleşmiş olabileceği değerlendirilerek pozitif kontrol grubunun yakalanamadığı değerlendirilmektedir. Ayrıca fitaz enzimi ilavesinin performans parametreleri kadar tibia kül ve P birikimi üzerine etki oluşturmamasının, enzimin sağladığı fosforun öncelikle büyüme ve kas dokularına aktarılması üzerine kullanılması, sonra depolamaya aktarmasından kaynaklanabileceği şeklinde belirtilmiştir (Freitas vd. 2018).

## 6. SONUÇ

- Etlik piliç yemlerinde büyütme döneminde yararlanılabilir fosfor seviyesinin % 0.40'dan % 0.15'e ve kalsiyum seviyesinin % 0.80'den % 0.65'e düşürülmesi sonucunda incelenen performans ve tibia parametreleri önemli derecede kötüleşmiş, ölüm oranını önemli oranda artırmıştır.
- DCP ilavesi ile yararlanılabilir fosfor seviyesinin % 0.15 oranında artırılması, incelenen parametrelerde iyileşmeler sağlamış ancak etlik piliçlerin ihtiyaç duydukları yP düzeyi bu seviye ilave ile tam sağlanamadığından incelenen kriterleri telafi edici düzeyde iyileşme sağlanamamıştır.
- DCP ilavesi ile yararlanılabilir fosfor seviyesinin % 0.25 oranında arttırılması incelenen parametrede önemli iyileşmeleri sağlamış sayısal olarak düşük kalmasına karşın kontrol grubuna benzer ortalamaları yakalayabildiği belirlenmiştir.
- Yemlere ilave edilen fitaz enzimi artan dozlarla birlikte hem performans parametrelerinde hem de tibia parametrelerinde iyileşmeler sağlamıştır.
- Fitaz ilavesi ile birlikte pozitif kontrol grubuna kıyasla düşük performans ve tibia parametre değerlerinin elde edilmesi, fitaz enziminin beklenen aktivite değerinden daha düşük aktivite tespit edilmesinin yanı sıra yararlanabilir fosfor ve kalsiyum seviyelerinde gerçekleştirilen düşüşün etlik piliçlerin performansını baskılamasından kaynaklanabileceği şeklinde değerlendirilmektedir.
- En yüksek doz 1000 FTU enzim ilavesi (ölçülen aktivite büyütme:650 FTU, bitirme: 720 FTU) incelenen performans parametrelerde, % 0.15 yararlanılabilir fosfor karşılığı DCP ilavesinin yapıldığı negatif kontrol grubu ile benzer değerler göstermesi ışığında tespit edilen aktivite değerinde fitaz enzim

ilavesinin yaklaşık % 0.15 yararlanılabilir fosfor karşılığı sağlayabildiği söylenebilmektedir.

- Sonuç olarak araştırmanın kaynağını oluşturan *E.coli* kökenli 6-fitaz enziminin etlik piliç yemlerinde yararlanılabilir fosfor seviyesinin düşürülmesi sonucu oluşan negatif etkilerin giderilmesinde etkili olduğu, araştırmada belirlenen dozlarda kullanılmasının iyileşmeler sağlamasına karşın pozitif kontrol grubuna kıyasla yeterli etki göstermediği değerlendirilirken, özellikle etlik piliçlerin gelişme döneminde kalsiyum seviyelerinde yüksek düşüşler yapılmasının performansı olumsuz etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adeola O. and Cowieson A.J. 2011. Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *Journal of Animal Science* 89(10), 3189-3218.
- Ajith, S., Shet, D., Ghosh, J., Awachat, V. B., Bhat, K., Pal, D. and Elangovan, A. V. 2018. Effect of immobilized fungal phytase on growth performance and bone traits of broilers fed with low dietary calcium and phosphorus. *Veterinary World*, 11(6), 758.
- Akter, M., Iji, P.A. and Graham, H. 2017. Increasing zinc levels in phytase-supplemented diets improves the performance and nutrient utilization of broiler chickens. *South African Journal of Animal Science*, 47(5), 648-660.
- Alçiçek, A., Ayhan, V. ve Özdoğan, M. 1995. Kanatlı Karmalarında Mikrobiyal Fitaz Enziminin Kullanım İmkani. Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı. 24-27 Mayıs, s:173-182, İstanbul.
- Amerah, A. M., Plumstead, P. W., Barnard, L. P. and Kumar, A. 2014. Effect of calcium level and phytase addition on ileal phytate degradation and amino acid digestibility of broilers fed corn-based diets. *Poultry Science*, 93(4), 906-915.
- Angel, R., Tamim, N.M., Applegate, T.J., Dhandu, A.S. and Ellestad, L.E. 2002. Phytic Acid Chemistry: Influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. *Journal of Applied Poultry Research* 11(4), 471-480.
- Anjum, M. I., Javaid, S. and Nadeem, M. A. 2018. Effect of Supplementing Microbial Phytase on Broiler Chicks Fed Low Di-calcium Phosphate Diets. *Pakistan Journal of Zoology*, 50(1), 347-351.
- Anonymous. 2002. SAS user s Guide. Statistics. 2002 ed. Version 9.00. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Anonymous, 2005. Association of Official Analytical Chemist, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Washington, DC.
- Anonymous, 2014. Ross 308 broiler nutrition specification. Newbridge, Midlothian, EH28 8SZ, Aviagen Inc., Scotland, UK.
- Anonymous, 2018. Ross Broiler Management Handbook, Newbridge, Midlothian, EH28 8SZ, Aviagen Inc., Scotland, UK.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 2005. Official Methods of Analysis, 18 th ed. 2nd revision 2007. AOAC-Int., Arlington, VA.

- Applegate, T. J., Webel, D. M. and Lei, X. G. 2003. Efficacy of a phytase derived from *Escherichia coli* and expressed in yeast on phosphorus utilization and bone mineralization in turkey poults. *Poultry Science*, 82(11), 1726-1732.
- Augsburger, N. R., Webel, D. M. and Baker, D. H. 2007. An *Escherichia coli* phytase expressed in yeast effectively replaces inorganic phosphorus for finishing pigs and laying hens. *Journal of Animal Science*, 85(5), 1192-1198.
- Babatunde, O. O., Cowieson, A. J., Wilson, J. W. and Adeola, O. 2019. Influence of age and duration of feeding low-phosphorus diet on phytase efficacy in broiler chickens during the starter phase. *Poultry Science*, 98(6), 2588-2597.
- Beeson, L. A., Walk, C.L., Bedford, M.R. and Olukosi, O.A. 2017. Hydrolysis of phytate to its lower esters can influence the growth performance and nutrient utilization of broilers with regular or super doses of phytase. *Poultry Science*, 96(7), 2243–2253.
- Bello, A., Dersjant-Li, Y. and Korver, D. R. 2019. The efficacy of 2 phytases on inositol phosphate degradation in different segments of the gastrointestinal tract, calcium and phosphorus digestibility, and bone quality of broilers. *Poultry Science*, 98(11), 5789-5800.
- Bohn, L., Meyer, A.S. and Rasmussen, S.K. 2008. Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding. *Journal of Zhejiang University Science B- Biomedicine & Biotechnology*, 9(3), 165-191.
- Broch, J., Nunes, R. V., Eyng, C., Pesti, G. M., de Souza, C., Sangalli, G. G. and Teixeira, L. 2018. High levels of dietary phytase improves broiler performance. *Animal Feed Science and Technology*, 244, 56-65.
- Cavalcanti, W. B. and Behnke, K. C. 2004. Effect of wheat bran phytase subjected to different conditioning temperatures on phosphorus utilization by broiler chicks based on body weight and toe ash measurements. *International Journal of Poultry Science* 3(30), 215-219.
- Ceylan, N., Cangir, S., Corduk, M., Grigorov, A. and Adabi, S. G. 2012. The effects of phytase supplementation and dietary phosphorus level on performance and on tibia ash and phosphorus contents in broilers fed maize-soya-based diets. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 21(4), 696-704.
- Chang'a, E. P., Abdallah, M. E., Ahiwe, E. U., Al-Qahtani, M., Mbaga, S. and Iji, P. A. 2019. Energy utilization, nutrient digestibility and bone quality of broiler chickens fed Tanzania-type diets in different forms with enzymes. *Journal of Animal Science and Technology*, 61(4), 192-203.
- Cowieson, A.J., Acamovic, T. and Bedford M.R. 2004. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. *British Poultry Science*, 45 (1),101-108.

- Crenshaw, T.D., Peo, Jr. E.R., Lewis, A.J. Moser, B.D. and Olson, D.G.1981. Influence of age, sex and calcium and phosphorus levels on the mechanical properties of various bones in swine. *Journal of Animal Science*, 52; 1319-1329.
- Çiftci, İ. 2017. Broyler yemlerinde enzim uygulama tecrübeleri ve pratik uygulama stratejileri, 4. Uluslararası Beyaz Et Kongresi, 26-30 Nisan, Bildiri Tam Metinleri Kitabı, DK08, 140-144, Antalya.
- De Sousa, J. P. L., Albino, L. F. T., Vaz, R. G. M. V., Rodrigues, K. F., Da Silva, G. F., Renno, L. N. and Kaneko, I. N. 2015. The effect of dietary phytase on broiler performance and digestive, bone, and blood biochemistry characteristics. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17(1), 69-76.
- Dersjant- Li, Y., Awati, A., Schulze, H. and Partridge, G. 2015. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(5), 878-896.
- Dersjant-Li, Y., Evans, C. and Kumar, A. 2018. Effect of phytase dose and reduction in dietary calcium on performance, nutrient digestibility, bone ash and mineralization in broilers fed corn-soybean meal-based diets with reduced nutrient density. *Animal Feed Science and Technology*, 242, 95-110.
- Dersjant-Li, Y. and Kwakernaak, C. 2019. Comparative effects of two phytases versus increasing the inorganic phosphorus content of the diet, on nutrient and amino acid digestibility in boilers. *Animal Feed Science and Technology*, 256, 166-180.
- Driver, J. P., Pesti, G. M., Bakalli, R. I. and Edwards Jr, H. M. 2005. Calcium requirements of the modern broiler chicken as influenced by dietary protein and age. *Poultry Science*, 84(10), 1629-1639.
- Dvorakova, J. 1998. Phytases: Sources, Preparation and Exploitation. *Folia Microbiology*, 43(4), 323-338.
- El-Hack, M. E. A., Alagawany, M., Arif, M., Emam, M., Saeed, M., Arain, M. A. and Khan, R. U. 2018. The uses of microbial phytase as a feed additive in poultry nutrition—a review. *Annals of Animal Science*, 18(3), 639-658.
- Enshasy, H.E., Dailin, D.J., Manas, N.H.A., Azlee, N.I.W., Eyahmalay,J., Yahaya, S. A. and Sukmawati, D. 2018. Current and Future Applications of Phytases in Poultry Industry: A Critical Review. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 3(3), 65-74.

- Farhadi, D., Karimi, A., Sadeghi, G., Rostamzadeh, J. and Bedford, M. R. 2017. Effects of a high dose of microbial phytase and myo-inositol supplementation on growth performance, tibia mineralization, nutrient digestibility, litter moisture content, and foot problems in broiler chickens fed phosphorus-deficient diets. *Poultry Science*, 96(10), 3664-3675.
- Freitas, H. B. D., Nascimento, K. M. R. D. S., Kiefer, C., Gomes, G. A., Santos, T. T. D., Garcia, E. R. M. and Berno, P. R. 2018. Graded levels of phytase on performance, bone mineralization and carcass traits, when supplemented to broiler diets reduced on dicalcium phosphate. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(5), 691-700.
- Gautier, A. E., Walk, C. L. and Dilger, R. N. 2018. Effects of a high level of phytase on broiler performance, bone ash, phosphorus utilization, and phytate dephosphorylation to inositol. *Poultry Science*, 97(1), 211-218.
- Gizzi G., Thyregod P., Von Holst C., Bertin G., Vogel K., Faurschou-Isaksen M., Betz R., Murphy R. and Andersen B.B. 2008. Determination of phytase activity in feed: interlaboratory study. *J. AOAC Int.* 91, 259-267.
- Greiner, R. and Konietzny, U. 2006. Phytase for food application. *Food Technology and Biotechnology*, 44(2), 125–140.
- Greiner, R. and Konietzny, U. 2011. Phytase: biochemistry, enzymology and characteristics relevant to animal feed use. Pages 96– 128 in *Enzymes in Farm Animal Nutrition*, 2nd edn. M. R. Bedford, and G. G. Partridge, ed. CAB International, London, UK.
- Hamdi, M., Perez, J. F., Létourneau-Montminy, M. P., Franco-Rosselló, R., Aligue, R. and Sola-Oriol, D. 2018. The effects of microbial phytases and dietary calcium and phosphorus levels on the productive performance and bone mineralization of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 243, 41-51.
- Hempe, J. M., Lauxen, R. C. and Savage, J. E. 1988. Rapid determination of egg weight and specific gravity using a computerized data collection system. *Poultry Science*, 67(6), 902-907.
- Humer, E. and Zebeli, Q. 2015. Phytate in feed ingredients and potentials for improving the utilization of phosphorus in ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 209, 1-15.
- Kahindi, R. K., Thacker, P. A., Lee, S. I., Kim, I. H. and Nyachoti, C. M. 2017. Performance and Phosphorus utilization of broiler chickens fed low Phytate barley and Pea based diets with graded levels of inorganic Phosphorus. *Annals of Animal Science*, 17(1), 205-215.

- Kandiyil, S., Abdul Malek, R., Aziz, R. and El Enshasy, H.A. 2018. Development of an industrial feasible medium for enhanced production of extremely thermophilic recombinant Endo-1,4- $\beta$  Xylanase by *Escherichia coli*. *Journal of Scientific Industrial Research* 77 (1), 41-49.
- Kavitha, R. 2016. Phytate and Phytase in Broilers- A Review. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 5 (4), 2652-2657.
- Kebreab, E., Hansen, A. V. and Strathe, A. B. 2012. Animal production for efficient phosphate utilization: from optimized feed to high efficiency livestock. *Current Opinion in Biotechnology*, 23(6), 872-877.
- Kiarie, E., Woyengo, T. and Nyachoti, C. M. 2015. Efficacy of new 6-phytase from *Buttiauxella* spp. on growth performance and nutrient retention in broiler chickens fed corn soybean meal-based diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(10), 1479-1487.
- Kim, S. W., Li, W., Angel, R. and Proszkowiec-Weglarz, M. 2018. Effects of limestone particle size and dietary Ca concentration on apparent P and Ca digestibility in the presence or absence of phytase. *Poultry Science*, 97(12), 4306-4314.
- Konietzny, U. and Greiner, R. 2004. Bacterial phytase: Potential application, in vivo function and regulation of its synthesis. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35(1-2), 11-18.
- Kornegay, E.T. 2001. Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity. *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. Eds., Bedford, M.R., Partridge, G.G., CAB International Publishing, UK. pp: 237-272.
- Lei, X. G., Weaver, J. D., Mullaney, E., Ullah, A. H. and Azain, M. J. 2013. Phytase, a new life for an “old” enzyme. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1(1), 283-309.
- Leske, K. L. and Coon, C. N. 1999. A bioassay to determine the effect of phytase on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens. *Poultry Science*, 78(8), 1151-1157.
- Leyva-Jimenez, H., Alsadwi, A. M., Gardner, K., Voltura, E. and Bailey, C. A. 2019. Evaluation of high dietary phytase supplementation on performance, bone mineralization, and apparent ileal digestible energy of growing broilers. *Poultry Science*, 98(2), 811-819.
- Maenz, D.D. and Classen, H.L. 1998. Phytase Activity in the Small Intestinal Brush Border Membrane of the Chicken. *Poultry Science*, 77(4), 557-563.
- Maenz, D.D. 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.

- Manangi, M. K. and Coon, C. N. 2007. The effect of calcium carbonate particle size and solubility on the utilization of phosphorus from phytase for broilers. *International Journal of Poultry Science*, 6(2), 85-90.
- Nagata, A. K., Rodrigues, P. B., Alvarenga, R. R., Zangeronimo, M. G., Donato, D. C. Z. and Silva, J. H. V. D. 2011. Carcass characteristics of broilers at 42 days receiving diets with phytase in different energy and crude protein levels. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(3), 575-581.
- Okuyan, M.R. ve Filya İ. 2010. Hayvan Besleme Biyokimyası. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 94, 290, Bursa.
- Olukosi, O. A., Kong, C., Fru-Nji, F., Ajuwon, K. M. and Adeola, O. 2013. Assessment of a bacterial 6-phytase in the diets of broiler chickens. *Poultry Science*, 92(8), 2101-2108.
- Olukosi, O. A. and Fru-Nji, F. 2014. The interplay of dietary nutrient specification and varying calcium to total phosphorus ratio on efficacy of a bacterial phytase: 1. Growth performance and tibia mineralization. *Poultry Science*, 93(12), 3037-3043.
- Onyango, E.M., Hester, P.Y., Stroshine, R. and Adeola, O. 2003. Bone densitometry as an indicator of percentage tibia ash in broiler chicks fed varying dietary calcium and phosphorus levels. *Poultry Science*, 82; 1787–1791.
- Onyango, E. M., Asem, E. K., Sands, J. S. and Adeola, O. 2004. Dietary phytates increase endogenous losses in ducks and chickens. In *Journal Of Dairy Science* (Vol. 87, Pp. 149-150). 360 Park Ave South, New York, Ny 10010-1710 USA: Elsevier Science Inc.
- Pallauf, J. and Rimbach, G. 1997. Nutritional Significance of Phytic Acid and Phytase. *Archives of Animal Nutrition*, 50(4), 301-319.
- Phillippy, B.Q. 1999. Susceptibility of Wheat and *Aspergillus niger* Phytases to Inactivation by Gastrointestinal Enzymes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47 (4), 1385-1388.
- Plumstead, P. W., Leytem, A. B., Maguire, R. O., Spears, J. W., Kwanyuen, P. and Brake, J. 2008. Interaction of calcium and phytate in broiler diets. 1. Effects on apparent prececal digestibility and retention of phosphorus. *Poultry Science*, 87(3), 449-458.
- Pointillart, A. 1991. Enhancement of Phosphorus Utilization in Growing Pigs Fed Phytate-Rich Diets by Using Rye Bran. *Journal of Animal Science*, 69 (3), 1109-1115.

- Qian, H., Kornegay, E. T. and Veit, H. P. 1996. Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological, mechanical and chemical traits of tibia and performance of turkeys fed on soyabean-meal-based semi-purified diets high in phytate phosphorus. *British Journal of Nutrition*, 76(2), 263-272.
- Qian, H., Kornegay, E. T. and Denbow, D. M. 1997. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. *Poultry Science*, 76(1), 37-46.
- Ravindran, V., Ravindran, G. and Sivalogan, S. 1994. Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant origin. *Food Chemistry*, 50(2), 133-136.
- Ravindran, V., Morel, P.C.H., Partridge, G.G., Hruby, M. and Sands. J.S. 2006. Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. *Poultry Science* 85(1), 82-89.
- Ravindran, V. 2013. Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. *Journal of Applied Poultry Research*, 22 (3), 628-636.
- Ribeiro Jr, V., Salguero, S. C., Gomes, G., Barros, V. R. S. M., Silva, D. L., Barreto, S. L. T. and Albino, L. F. T. 2016. Efficacy and phosphorus equivalency values of two bacterial phytases (*Escherichia coli* and *Citrobacter braakii*) allow the partial reduction of dicalcium phosphate added to the diets of broiler chickens from 1 to 21 days of age. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 226-233.
- Rodriguez, E., Mullaney, E. and Lei, X.G. 2000. Expression of the *Aspergillus fumigatus* gene in *Pichia pastoris* and characterization of the recombinant enzyme. *Biochemical and Biophysical Research Commity*, 268(2), 373-378.
- Sandberg, A. S., Larsen, T. and Sandström, B. 1993. High dietary calcium level decreases colonic phytate degradation in pigs fed a rapeseed diet. *The Journal of nutrition*, 123(3), 559-566.
- Scholey, D. V., Morgan, N. K., Riemensperger, A., Hardy, R. and Burton, E. J. 2018. Effect of supplementation of phytase to diets low in inorganic phosphorus on growth performance and mineralization of broilers. *Poultry Science*, 97(7), 2435-2440.
- Selle, P. H. and Ravindran, V. 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal feed science and technology*, 135(1-2), 1-41.
- Selle, P.H., Cowieson, A.J. ve Ravindran, V. 2009. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livestock Science*, 124 (1-3), 126-141.

- Sharpley, A.N., Chapra, S.C., Wedepohl, R., Sims, J.T., Daniel, T.C. and Reddy, K.R. 1994. Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: Issues and options. *Journal of Environmental Quality*, 23 (3), 437–451.
- Shaw, A. L., Hess, J. B., Blake, J. P. and Ward, N. E. 2011. Assessment of an experimental phytase enzyme product on live performance, bone mineralization, and phosphorus excretion in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 20(4), 561-566.
- Simons, P.C.M., Versteegh, H.A.J., Jongbloed, A.W., Kemme, P.A., Slump, P., Bos, K.D., Wolters, M.G.E., Beudeker, R.F. and Verschoor, G.J. 1990. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. *British Journal of Nutrition*, 64 (2), 525–540.
- Srikanthithasan, K., Macelline, S. P., Wickramasuriya, S. S., Tharangani, H., Jayasena, D. D. and Heo, J. M. 2019. Effects of Adding Phytase from *Aspergillus niger* to a Low Phosphorus Diet on Growth Performance, Tibia Characteristics, Phosphorus Excretion, and Meat Quality of Broilers 35 days after hatching. *The Journal of Poultry Science*, doi: 10.2141/jpsa.0180143.
- Sümengen, M. 2011. Laktik Asit Bakterilerinden Fitaz Üretimi ve Endüstriyel Kullanım Olanakları. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 140, Adana.
- Tamim, N.M. and Angel, R. 2003. Phytate phosphorus hydrolysis as influenced by dietary calcium and macro-mineral source in broiler diets. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51 (16), 4687–4693.
- Truong, H. H., Moss, A. F., Liu, S. Y. and Selle, P. H. 2017. Pre-and post-pellet whole grain inclusions enhance feed conversion efficiency, energy utilisation and gut integrity in broiler chickens offered wheat-based diets. *Animal feed science and technology*, 224, 115-123.
- Van Emmenes, L., Pieterse, E. and Hoffman, L. C. 2018. Performance, water intake, carcass characteristics and intestinal histomorphology of broilers supplemented with phytase. *South African Journal of Animal Science*, 48(4), 734-742.
- Van der Klis, J.D. and Versteegh, H.A.J. 1999. Phosphorus nutrition of poultry. In *Recent Developments in Poultry Nutrition 2*; Garnsworthy, P.C., Wiseman, J., Eds.; Nottingham University Press: Nottingham, UK, pp. 309–320.
- Vieira, S. L., Anschau, D. L., Serafini, N. C., Kindlein, L., Cowieson, A. J. and Sorbara, J. O. B. 2015. Phosphorus equivalency of a *Citrobacter braakii* phytase in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 24(3), 335-342.

- Viveros, A., Centeno, C., Brenes, A., Canales, R. and Lozano, A. 2000. Phytase and Acid Phosphatase Activities in Plant Feedstuffs. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48(9), 4009-4013.
- Waldroup, P. W. 1999. Nutritional approaches to reducing phosphorus excretion by poultry. *Poultry Science*, 78(5), 683-691.
- Walk, C. L., Bedford, M. R., Santos, T. S., Paiva, D., Bradley, J. R., Wladecki, H. and McElroy, A. P. 2013. Extra-phosphoric effects of superdoses of a novel microbial phytase. *Poultry Science*, 92(3), 719-725.
- Walk, C. L., Santos, T. T. and Bedford, M. R. 2014. Influence of superdoses of a novel microbial phytase on growth performance, tibia ash, and gizzard phytate and inositol in young broilers. *Poultry science*, 93(5), 1172-1177.
- Walters, H. G., Coelho, M., Coufal, C. D. and Lee, J. T. 2019. Effects of Increasing Phytase Inclusion Levels on Broiler Performance, Nutrient Digestibility, and Bone Mineralization in Low-Phosphorus Diets. *The Journal of Applied Poultry Research*, 0: 1-16. doi.org/10.3382/japr/pfz087
- Wolfson, D., Olmstead, S., Meiss, D., and Ralston, J., 2008. Making sense of digestive enzymes, KLAIRE LABSTM™. A division of ProTheraR, Inc.
- Wodzinski, R. J. and Ullah, A.H.J. 1996. Phytase. Pages 263–302 in *Advances in Applied Microbiology*. Vol. 42. Academic Press, Inc., New York.
- Wu YB, Ravindran V. and Hendriks WH. 2004. Influence of exogenous enzyme supplementation on energy utilization and nutrient digestibility of cereals for broilers. *Journal of Science Food Agriculture*, 84 (14), 1817–1822.
- Wyatt, C.L., Miloud, A. and Bedford, M. 2004. Current advances in feed enzymes for corn-soya based poultry and swine diets: emphasis on cell wall and phytate. Proc. from 65<sup>th</sup> Minnesota Nutrition Conference. Non- ruminant session. September 21-22, 2004.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : İsmail YAVAŞ

**Doğum Yeri** : Denizli

**Doğum Tarihi** : 14.04.1988

**Medeni Hali** : Evli

**Yabancı Dili** : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

**Lise** :Türk Eğitim Vakfı Anadolu Lisesi (2006)

**Lisans** :Ege Üniveristesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü  
(Eylül 2006 – Haziran 2010)

**Yüksek Lisans** :Ege Üniveristesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni A.B.D.  
(Eylül 2010- Eylül 2013)

**Doktora** :Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni A.B.D.  
(Kasım 2013 - Ekim 2019)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi 2012-

### Yayınları (Ulusal ve Uluslararası Hakemli Dergi)

**Yavaş, İ.**, Ceylan, N., 2015. Farklı İz Mineral Kaynakları Üretiminde Gelişmeler ve Ruminant Beslemede Kullanımları. Yem Magazin Dergisi. 73:35-42.

Toprak, N.N., **Yavaş, İ.**, 2017. Ruminant Yemleri Üretiminde Ekspander Teknolojisi Kullanımı ve Etkileri-2 Besin Maddeleri ve Süt İnekleri Üzerine Etkileri. Yem Magazin Dergisi. 79:37-41.

Toprak, N.N., **Yavaş, İ.**, Bilgel, C., 2018. Arpa ve İşlenmiş Mısırın Besi Sığırlarında Performans, Bazı Biyokimyasal Parametreler ile Serum Laktat ve Bikarbonat Düzeyi Üzerine Etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi- 22(2): 275-283.

**Yavaş, İ.**, Basmacıoğlu-Malayoğlu, H., 2019. Effects of olive leaf (oleuropein) supplementation on Quality of Breast Meat in Broilers. Journal of Agricultural Sciences- (basım aşamasında)

**Yavaş, İ.**, Çenesiz, A.A., Ceylan, N., 2020. Effects of Herbal Vitamin D<sub>3</sub> and Phytase Supplementation to Broiler Feed on Performance, Bone Development and Serum Parameters of Broilers. Journal of Agricultural Sciences- (basım aşamasında)