T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI
VHB–DR–2015–0001

İNORGANİK veya ORGANİK ÇİNKO KAPSAYAN ETLİK PİLİÇ RASYONLARINA TANNİK ASİT KATILMASININ PERFORMANS ve SİNDİRİLEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ

Onur TATLI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL

AYDIN – 2015

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI
VHB–DR–2015–0001

İNORGANİK veya ORGANİK ÇİNKO KAPSAYAN ETLİK PİLİÇ RASYONLARINA TANNİK ASİT KATILMASININ PERFORMANS ve SİNDİRİLEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ

Onur TATLI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL

AYDIN – 2015

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

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Onur TATLI tarafından hazırlanan "İnorganik veya Organik Çinko Kapsayan Etlik Piliç Rasyonlarına Tannik Asit Katılmasının Performans ve Sindirilebilirlik Üzerine Etkisi" başlıklı tez, 06.02.2015 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Unvanı, Adı ve Soyadı	**Üniversitesi**	**İmzası**
Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL	Adnan Menderes Üniversitesi	.....
Prof. Dr. M. Kemal KÜÇÜKERSAN	Ankara Üniversitesi	.....
Prof. Dr. Ahmet NAZLIGÜL	Adnan Menderes Üniversitesi	.....
Prof. Dr. H. Erbay BARDAKÇIOĞLU	Adnan Menderes Üniversitesi	.....
Doç. Dr. Özcan CENGİZ	Adnan Menderes Üniversitesi	.....

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

Prof. Dr. Ahmet CEYLAN

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Organizmada fizyolojik veya biyokimyasal işlevlerin aksamadan sürdürülmesinde esansiyel nitelik taşıyan besin maddelerinden olan iz minerallerin gereksinim düzeyinde alınması, başka bir deyişle organizmaya girişinin sağlanması, hayvanların verimli ve sağlıklı olabilmesi için yeterli ve dengeli beslemede dikkate alınması gereken temel ölçütlerden biridir. Bir iz mineralin hayvanın metabolizmasına katılmasına kadar geçen süreçte, hatta metabolizmadaki sürecinde yararlılığını veya işlevselliğini etkileyen açıklığa kavuşturulamamış birçok etmen ve birçok karmaşık biyolojik işleyiş bulunmaktadır. Bu nedenle hayvan beslemede iz mineraller konusundaki çalışmalar güncelliğini halen sürdürmektedir.

İz minerallerden biri olan çinko, organizmada çok sayıda enzim ve hormonun yapısında bulunması, hücre içi bileşenler ve membranların moleküler yapılarının dengeleyicisi olarak görev yapması, karbonhidratlar, yağlar, proteinler ve nükleik asitlerin sentezi ve yıkımlanması gibi temel işlevleri olan bir iz elementtir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda, gen ekspresyonu sürecinde polinükleotid transkripsiyonu ve dönüştürülmesinde çinkonun önemli düzeyde rol oynadığı belirtilmektedir. Sıralanan bu işlevlerinden dolayı çinko, tüm canlılar için oldukça önemli bir yere sahiptir.

Veriminden yararlanılan hayvanların yeterli düzeyde çinko tüketmeleri ve tüketilen çinkonun olabildiğince yüksek düzeylerinin organizmada tutulması, gerek yaşamsal işlevlerin sürdürülebilmesi ve istenen düzeyde verim elde edilebilmesi, gerekse dışkı ile atılan çinkonun çevre açısından oluşturduğu olumsuz etkilerin en az düzeye indirilebilmesi için önem taşımaktadır. Diğer yandan, çinko ticari etlik piliç rasyonlarına NRC (1994)'nin önerdiği düzeylerin 2-2,5 kat daha fazlası olacak şekilde katılmaktadır. Kanatlı yetiştiriciliğinde sürekli artan genetik potansiyel ve yüksek miktardaki üretim, çevresel kaygıları beraberinde getirmektedir. Bu çevresel kaygılar, araştırıcıları yemin hayvansal ürüne dönüşüm etkinliğinin daha da artırılması ve buna bağlı olarak oluşan atıkların en az düzeye indirilmesi arayışlarına yönlendirmiştir. Bu arayışlar içinde mineraller ile ilgili yapılan araştırmalar, iz minerallerin organik formlarının kullanılmasının bu hedeflere ulaşabilmede uygun bir seçenek olabileceği izlenimini uyandırmaktadır.

Türkiye'de 2000 yılından günümüze piliç eti üretimi %270 oranında büyüme sağlamış, 2013 yılında 1 791 000 ton piliç eti üretimi (Besd-Bir 2014), bu düzeydeki et üretimini sağlamak için 4 083 687 ton etlik piliç yemi üretimi (GKGM 2014) gerçekleştirilmiştir. Bu rakamlar çerçevesinde çinko sindirilebilirliğinde sağlanabilecek her %1'lik artışla sadece Türkiye'de bile çevreye yılda yaklaşık 4 ton daha az çinko atılımı olacağı, diğer yandan daha pahalı olan organik çinko kaynaklarının kullanım miktarındaki azalmanın rasyon maliyeti üzerine olumlu etki edeceği açıktır.

İkincil bitki metabolitleri olarak isimlendirilen ve bitkilerin doğal yapısında bulunan tanenler, fitik asit ve okzalik asit gibi maddeler minerallerin sindirilebilirliği ve dışkı ile atılan miktarları üzerine oldukça etkilidir. Bitkilerin içerdikleri tanen miktarı hayvanlar için yararlı olabilecek düzeylerden zehirlenme ve ölüme yol açabilecek düzeylere kadar değişiklik göstermektedir. Yüksek düzeyde tanen içeren yemlerin lezzetsiz olması kanatlıların yem tüketimini baskılamaktadır. Ayrıca tanen düzeyinin artması yemlerin bileşiminde bulunan özellikle proteinleri ve bazı mineralleri bağlayarak veya çöktürerek tüketilen rasyonun sindirilebilirliği/besleyici değeri üzerinde istenmeyen bir etkiye neden olmaktadır. Bunlara bağlı olarak da kanatlılarda verim düzeyi olumsuz yönde etkilenmektedir.

Belirtilen noktalardan hareketle araştırmada inorganik veya organik çinko katılan etlik piliç rasyonlarının antinutrisyonel bir madde olan tannik asit yokluğunda veya varlığında performans ve çinko sindirilebilirliği üzerine etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından VTF-12023 kod numarası ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL ve ONAY	i
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER	vi
ŞEKİLLER	vii
RESİMLER	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çinko	1
1.1.1. Tarihçe	2
1.1.2. Çinko metabolizması	2
1.1.2.1. Emilim	2
1.1.2.2. Taşınma ve dokularda birikim	4
1.1.2.3. Depolanma	7
1.1.2.4. Atılım	8
1.1.3. Çinkonun fizyolojik görevleri	9
1.1.3.1. Enzimler ve proteinler	9
1.1.3.2. Hormonlar ve üreme	11
1.1.3.3. Büyüme oranı	12
1.1.3.4. Deri, tüy ve yara iyileşmesi	12
1.1.3.5. İmmun yanıt	13
1.1.3.6. Su ve katyon dengesi	13
1.1.3.7. Ek işlevler	14
1.1.4. Etlik piliçlerde gereksinim duyulan çinko düzeyleri	15
1.1.5. Çinko kaynakları	17
1.1.6. Çinko yetersizliği	19
1.1.7. Etlik piliç rasyonlarında kullanılan çinko çeşidi ve düzeyinin etkilerine ilişkin yapılan çalışmalar	20
1.2. Organik İz Mineraller	23
1.2.1. Organik iz mineral çeşitleri	24
1.2.1.1. Metal-amino asit kompleksi	24
1.2.1.2. Metal-spesifik amino asit kompleksi	25
1.2.1.3. Metal-proteinat	26
1.2.1.4. Metal-amino asit şelatı	26
1.2.1.5. Metal-polisakkarit kompleksi	27
1.2.1.6. Metal-propiyonat	28
1.2.2. Organik iz minerallerin sindirim kanalından emilimi	28
1.2.3. Organik iz minerallerin kullanım avantajları	30
1.2.4. Organik iz mineral kaynakları	31
1.2.5. Organik çinko kaynakları	32
1.2.6. Etlik piliç rasyonlarında inorganik veya organik çinko kaynakları kullanımının karşılaştırıldığı çalışmalar	32
1.3. Etlik Piliçlerin Beslenmesinde Kullanılan Yemlerdeki Antinutrisyonel Maddeler	34
1.3.1. Tanenler	35
1.3.1.1. Tanenlerin yapısı ve çeşitleri	36
1.3.1.2. Etlik piliçlerin beslenmesinde kullanılan yem maddelerinde tanenler	37
1.3.1.3. Etlik piliç rasyonlarında tanen düzeyinin etkilerine ilişkin çalışmalar	38
1.4. Amaç	40

	Sayfa
2. GEREÇ ve YÖNTEM	41
2.1. Gereç	41
2.1.1. Hayvan	41
2.1.2. Yem	41
2.1.3. Araştırma rasyonlarına katılan tannik asit düzeyinin belirlenmesi	42
2.2. Yöntem	44
2.2.1. Deneme deseni	44
2.2.2. Deneme hayvanlarının bakımı	44
2.2.3. Canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışının belirlenmesi	46
2.2.4. Yem tüketimi ve yemden yararlanma oranının belirlenmesi	46
2.2.5. Yaşama gücünün belirlenmesi	47
2.2.6. Kesim işlemi	47
2.2.7. Sıcak karkas randımanının belirlenmesi	47
2.2.8. Göreli karaciğer ağırlığının belirlenmesi	47
2.2.9. Göğüs eti renginin belirlenmesi	48
2.2.10. Çinko sindirilebilirliğinin belirlenmesi	48
2.2.11. Serum çinko düzeyinin belirlenmesi	48
2.2.12. Dışkı, yem, tibia, karaciğer ve tüy çinko düzeylerinin belirlenmesi	49
2.2.13. İnce bağırsak içeriği viskozitesinin belirlenmesi	49
2.2.14. Tüy skorunun belirlenmesi	50
2.2.15. İstatistik analizler	51
3. BULGULAR	52
3.1. Canlı Ağırlık	52
3.2. Canlı Ağırlık Artışı	56
3.3. Yem Tüketimi	60
3.4. Yemden Yararlanma Oranı	65
3.5. Yaşama Gücü	69
3.6. Karkas Özellikleri	69
3.7. Çinko Sindirilebilirliği	72
3.8. Serum, Tibia, Karaciğer ve Tüy Çinko Düzeyleri	74
3.9. İnce Bağırsak İçeriği Viskozitesi	76
3.10. Tüy Skoru	78
4. TARTIŞMA	80
4.1. Canlı Ağırlık	80
4.2. Canlı Ağırlık Artışı	81
4.3. Yem Tüketimi	83
4.4. Yemden Yararlanma Oranı	84
4.5. Yaşama Gücü	85
4.6. Karkas Özellikleri	86
4.7. Çinko Sindirilebilirliği	87
4.8. Serum, Tibia, Karaciğer ve Tüy Çinko Düzeyleri	88
4.9. İnce Bağırsak İçeriği Viskozitesi ve Tüy Skoru	90
4.10. Araştırma Bulguları Arasındaki Farklılıklara Genel Yaklaşım	90
5. SONUÇ	91
ÖZET	94
SUMMARY	96
KAYNAKLAR	98
ÖZGEÇMİŞ	109
TEŞEKKÜR	110

ÇİZELGELER

	Sayfa
Çizelge 1.1. Etlik piliç yemlerinde sıklıkla kullanılan yem hammaddelerindeki çinko düzeyleri	18
Çizelge 2.1. Yapılan ön denemede belirlenen canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı düzeyleri	42
Çizelge 2.2. Araştırmada kullanılan rasyonların bileşimi	43
Çizelge 2.3. Deneme deseni	44
Çizelge 3.1. Grupların 0-3 haftalık yaş dönemindeki canlı ağırlık ortalamaları	53
Çizelge 3.1 (devam). Grupların 4-6 haftalık yaş dönemindeki canlı ağırlık ortalamaları	54
Çizelge 3.2. Canlı ağırlık üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları	55
Çizelge 3.3. Grupların 1-3 haftalık yaş dönemindeki canlı ağırlık artışları	57
Çizelge 3.3 (devam). Grupların 4-6 haftalık yaş döneminde ve deneme süresince toplam canlı ağırlık artışları	58
Çizelge 3.4. Canlı ağırlık artışı üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları	59
Çizelge 3.5. Grupların 1-3 haftalık yaş dönemindeki haftalık yem tüketimleri	62
Çizelge 3.5 (devam). Grupların 4-6 haftalık yaş dönemindeki ve deneme süresince toplam yem tüketimleri	63
Çizelge 3.6. Yem tüketimi üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları	64
Çizelge 3.7. Grupların 1-3 haftalık yaş dönemindeki yemden yararlanma oranları	66
Çizelge 3.7 (devam). Grupların 4-6 haftalık yaş döneminde ve toplam yemden yararlanma oranları	67
Çizelge 3.8. Yemden yararlanma oranı üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları	68
Çizelge 3.9. Grupların yaşama gücü düzeyleri	69
Çizelge 3.10. Grupların sıcak karkas randımanı, göreli karaciğer ağırlığı ve göğüs eti rengi değerleri	70
Çizelge 3.11. Karkas randımanı, göreli karaciğer ağırlığı ve göğüs eti rengi üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları	71
Çizelge 3.12. Gruplarda çinko sindirilebilirliği düzeyleri	73
Çizelge 3.13. Çinko sindirilebilirliği üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları	73
Çizelge 3.14. Grupların serum, tibia, karaciğer ve tüy çinko düzeyleri	75
Çizelge 3.15. Serum, tibia, karaciğer ve tüy çinko düzeyleri üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları	76
Çizelge 3.16. Grupların ince bağırsak içeriği viskozite düzeyleri	77
Çizelge 3.17. İnce bağırsak içeriği viskozite düzeyi üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları	77
Çizelge 3.18. Grupların sırt tüyü ve telek skorları	78
Çizelge 3.19. Sırt tüyü ve telek skorları üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları	79

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 1.1. ZnT çinko taşıyıcısının temel yapısı	6
Şekil 1.2. Çinko taşıyıcı ZnT 1-4 ailesinin öngörülen konumları ve doku özgünlükleri	7
Şekil 1.3. C2H2 çinko parmağın yapısı	10
Şekil 1.4. Organik iz mineralin yapısı	24
Şekil 1.5. Metal-amino asit kompleksi	25
Şekil 1.6. Metal-spesifik amino asit kompleksi	25
Şekil 1.7. Metal-proteinat	26
Şekil 1.8. Metal-amino asit şelatı	27
Şekil 1.9. Metal-polisakkarit kompleksi	28
Şekil 1.10. Metal-propiyonik asit	28
Şekil 1.11. Sindirim kanalı ve metabolizmada mineraller arasındaki potansiyel etkileşimler	30
Şekil 1.12. Gallotanenler (I-gallik asit ve II-m-digallik asit) ile ellajiktanenlerin (III-hekzahidroksidifenik asit) molekül yapıları	36
Şekil 1.13. Kondanse tanenlerin (flavan-3-ol) molekül yapısı	37

RESİMLER

	Sayfa
Resim 2.1. Deneme ünitesinin görünümü	45
Resim 2.2. Grupların konduğu bölmenin görünümü	45
Resim 2.3. Sırt tüylerinin skorlanmasında hayvanlarda tutuş pozisyonu	50
Resim 2.4. Teleklerin skorlanmasında hayvanlarda tutuş pozisyonu	50

1. GİRİŞ

Türkiye'de ve dünya üzerinde birçok bölgede hayvanlar için esansiyel özellik gösteren çok sayıda iz mineral toprakta ve buna ilişkin olarak yem bitkilerinde yetersiz düzeylerde bulunmaktadır. Ayrıca rasyonun bileşiminde bulunan miktarlarına bağlı olarak mineral maddeler arasında şekillenen antagonistik etkileşimler ve yem maddelerinin yapısında bulunan tanenler, fitik asit veya okzalik asit gibi maddeler iz mineral sindirilebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenlerle özellikle çinko, bakır, selenyum, molibden ve kobalt gibi iz mineral yetersizlikleri, verimi için yetiştirilen çiftlik hayvanlarında sıklıkla oluşmaktadır (Greger ve Lyle 1988, Jongbloed ve ark 2002, Soetan ve Oyewole 2009).

Mineral yetersizliklerini önlemek amacı ile yem endüstrisinde inorganik veya organik iz minerallerin ya da mineral ön karışımlarının karma yemlere katılması vazgeçilmez bir uygulamadır (Burrell ve ark 2004). İnorganik iz mineral kaynaklarının sindirilebilirliklerinin düşük olması, özellikle de mısır-soya fasulyesi küspesine dayalı kanatlı karma yemlerinde fazla miktarda bulunan fitik asitin inorganik iz minerallerle çözünmeyen bileşikler oluşturması ve sindirilebilirliklerini daha da azaltması olumsuz özelliklerinden birkaçı olarak sıralanmaktadır. Organik iz mineral kaynakları ise sıralanan bu olumsuz özelliklere sahip değildir. Bu yüzden bazı inorganik iz mineraller yerine bunların organik iz mineral kaynaklarının kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır (Świątkiewicz ve ark 2001, Ayaşan 2007).

1.1. Çinko

Birçok ülkede toprakta çinko bakımından yetersizlik gösteren geniş alanlar bulunduğu için, çinko içeren gübre kullanımı ile mera ve ürün veriminde önemli yanıtlar alınmaktadır. Hayvan türleri üzerinde yapılan çalışmalara bakıldığında çinko yetersizliği sonucu iştahın azalması, büyümenin baskılanması, deride anormallikler ve buna ek olarak sıklıkla üreme üzerine olumsuz etkiler gözlendiği bildirilmektedir (McDowell 2003).

1.1.1. Tarihçe

Çinko iki bin yıldan bu yana insanlar tarafından çeşitli yararlı amaçlarla kullanılmaktadır (McDowell 2003). Yüzyıllar önce metalik formu keşfedilen çinkonun, pirinç ve çinko bileşikleri yapımında kullanılmasının yanı sıra, yara iyileşmesi ve göz ağrılarında kullanıldığı bilinmektedir (Anonim 2014a). Çinkonun Mısırlılar da dâhil olmak üzere birçok eski toplumda deri lezyonlarında merhem olarak kullanıldığı iddia edilmektedir. Yüz yılı aşkın süredir, bir mantar olan *Aspergillus niger*'in gelişimi için gerekli olduğu bilinmektedir. Daha sonraları yapılan araştırmalar ile birçok bitki ve hayvan dokusunda çinko varlığı belirlenmiştir. Çinkonun beslenme bakımından gerekliliği ilk olarak 1934 yılında Bertrand ve Bhattacherjee tarafından farelerde yapılan bir çalışmayla belirlenmiş, aynı yıl içerisinde Todd ve ark tarafından ratlarda ortaya konmuştur. 1940 yılında Keilin ve Mann karbonik anhidraz enzimini izole etmiş ve saflaştırmış, bunun bir metalloenzim olduğunu ve molekülün parçası olarak %0,33 düzeyinde çinko içerdiği belirlenmiştir (Anonim 2003, McDowell 2003, Suttle 2010). İzleyen süreçte çiftlik hayvanlarında deneysel çinko yetersizliği çalışmaları yapılmış, yetersizlik bulguları 1956 yılında Stevenson ve Earle tarafından domuzlarda, 1957 yılında O'Dell ve Savage tarafından piliçlerde, daha sonra Ott ve ark tarafından 1964 yılında kuzularda ve 1967 yılında Mills ve ark tarafından buzağılarda ortaya konmuştur (Suttle 2010).

1.1.2. Çinko metabolizması

Çinkonun vücuttaki emilimi, taşınması, dokularda birikimi, depolanması ve atılımı ile ilgili bilgiler aşağıda verilmektedir.

1.1.2.1. Emilim

Rasyondaki çinkonun emilim aralığının %15-60 arasında olduğu bilinmektedir. Çinko, monogastrik hayvanlarda öncelikli olarak serbest çinko iyonları veya amino asitler ile kompleks oluşturarak ince bağırsak boyunca emilmektedir, piliçlerde kursakta sınırlı ölçüde emilim bulunmaktadır (McDowell 2003, Berger 2006). Cousins (1996), çinko açısından duodenumda yüksek emilim kapasitesine sahip monogastrik hayvanların ince bağırsaklarının diğer kısımlarında emilimin sınırlı olduğu kanısına varmıştır. Kalın

bağırsaklarda çinko emilimi neredeyse hiç gerçekleşmemektedir (Özçelik ve ark 2002). Emilimin ilk aşamasında bağırsak lumenindeki çinko mukoza hücresi içerisine geçmektedir. Çinkonun villus sınırını (brush border) geçmesi, şelat formdaki çinko ile etkileşimi içeren taşıyıcı aracılı bir süreç gibi görünmektedir (Solomons ve Cousins 1984, Cousins 1996).

Ligand, sitrat, pikolinat, etilendiamintetraasetik asit (EDTA), histidin ve glutamik asit gibi amino asitler dahil olmak üzere çok sayıda düşük molekül ağırlıklı bağlayıcının deneysel koşullar altında çinkonun mukozal alımını ve emilimini artırdığı bildirilmektedir (Hambidge ve ark 1986, McDowell 2003). Görünüşe göre, çinkonun bağırsak mukozal hücreleri içerisine transferi karaciğer tarafından üretilen ve metal bağlama proteini olan metallotionein tarafından düzenlenmektedir. Metallotionein, yüksek yoğunluklarda mevcut olan metal iyonlarını tutarak inorganik maddelerin hücresel detoksifikasyonunda önemli bir rol oynadığı düşünülen, sistein bakımından zengin küçük bir proteindir (Suhy ve ark 1999, Huang ve ark 2007). Metallotioneinin mukozal tetiklemesi, yüksek düzeyde alımlarda çinko emilimini sınırlamaktadır (Cousins 1996). Çinko emilimi, çinkonun metallotionein tarafından mukozal bağlanmasını arttıran bakır ve kadmiyum gibi elementler tarafından baskılanmaktadır (Bremner 1993, Kaur ve ark 2014). Metallotionein sentezi, hem rasyonla alınan çinko düzeyinden hem de plazma çinko yoğunluğundan etkilenmektedir ve vücuda alınan çinko miktarını düzenleyerek çinko homeostazında önemli bir rol oynamaktadır (Cousins 1996). Bakır ve kadmiyuma ek olarak, rasyondaki diğer bileşenlerden fitat, kalsiyum artı fitat, ham selüloz, fosfor ve krom da çinko emilimini azaltabilmektedir. Bu bileşenlerin en etkilisi çinko ile çözünmeyen bileşikler oluşturan fitattır (Suttle 2010). Pika gösteren hayvanlar tarafından tüketilen kil ve olası diğer maddeler de intestinal emilim için çinkonun elverişliliğini önleyebilmektedir. Çinko emilimi; kazein, karaciğer ekstraktı ve kurutulmuş distile tahıl çözünürleri, mısır yağı, kan unu ve spesifik lif dahil bazı yem maddeleri tarafından artırılmaktadır (McDowell 2003).

Emilimi etkileyen en önemli etmen rasyonun çinko içeriğidir. Yapılan bir çalışmada çinko yetersizliği oluşturulan ratların bağırsak lumeninden çinko emiliminin yetersizlik oluşturulmayanlara göre önemli ölçüde daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum mukozal emilimin homeostatik çinko regülasyonu için major bölge olarak davrandığını düşündürmüştür (Chesters 1997).

1.1.2.2. Taşınma ve dokularda birikim

Genel olarak emilen metal iyonları proteinlerle birleşir, protein döngüsü (bozulma ve resentez) esnasında açığa çıkar ve derhal hücre içinde yeniden kullanılabilir (Brody 1999). Emilimi takiben, plazmadaki çinko iki ana fraksiyon arasında dağıtılmaktadır. Plazmadaki çinkonun yaklaşık üçte ikisi zayıf şekilde albumine ve kalanın çoğu sıkı şekilde yüksek molekül ağırlıklı proteinlere bağlanmaktadır (Chesters 1997). Çinko, protein dışı ligandlar olarak amino asitler veya EDTA gibi bileşikler ile bir metalo-ligand kompleksi halinde de aktarılabilmektedir. Emilimden sonra metabolizma ilgili ligandlardan etkilenebilmektedir. Albumin ile kompleks oluşturan çinko kolayca dokular tarafından alınır, bununla birlikte doku alım mekanizması karakterize edilememiştir (McDowell 2003).

Çinko karaciğere ulaştığında, çinko tarafından karaciğer metallotionein sentezinin uyarılmasında, plazmadan çinkonun uzaklaştırılmasında ve çeşitli yollar arasında bölümlenmesinde anahtar rol oynamaktadır (Bremner 1993). Hepatik venöz beslemeye giren çinkonun yaklaşık %30-40'ı karaciğer tarafından atılmakta, geri kalan kısmı ise kana geri salınmaktadır. Dolaşımdaki çinko, farklı oranlarda çinko dönüşüm oranına sahip olan çeşitli ekstrahepatik dokular içerisine girmektedir (Hambidge ve ark 1986). Göreceli olarak çinko alımı merkezi sinir sistemi ve kemik dokuda yavaştır ve bu dokularda çinko uzun süre sıkıca bağlı kalmaktadır. Kemikteki çinkonun metabolik kullanım için yararlanılabilirliği düşüktür. Kıllarda bulunan çinko da dokular için kullanılamaz hale gelmektedir. Dokularda tutulan çinkonun en hızlı birikimi ve dönüşümü pankreas, karaciğer, böbrek ve dalakta olmaktadır (McDowell 2003).

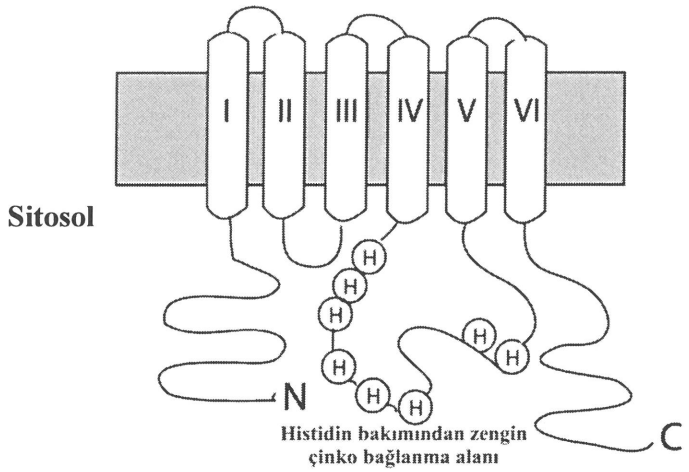
Çinko gibi esansiyel iz mineraller, bir seri taşıyıcı proteinler veya diğer taşıyıcılar ile hücre içine ve dışına hareket etmektedir. Bu taşıyıcıların görevleri çevre dokulardan çinko sağlamak, hücreleri çinko toksisitesine karşı korumak ve metabolik işlevler için yüksek düzeylerde çinko kaynağı sağlamaktır. Çinkoyu serbest bırakan veya hücre içerisinde çinkoyu kompleks haline getiren (sekesterleştiren) ZnT ailesi ve çinkoyu hücre içerisine alan ZIP ailesi olmak üzere bilinen iki çinko taşıyıcı aile bulunmaktadır (Harris 2002).

Tüm omurgalı canlılarda çinko homeostazı, çinko iyonlarının hızlı bir şekilde hücre zarı üzerinde depolaması veya kataliz bölgelerine hareket ettirilmesi şeklinde meydana gelmektedir. İki aşamalı olarak gerçekleşen homeostaz işleminde bir yandan çinko absorbsiyonu, diğer yandan da çinko toksisitesine karşı koruyucu bir önlem olarak

absorbtif hücrelerden çinko salınımı gerçekleşmektedir. Moleküler düzeyde gerçekleşen bu olayların mekanizmalarının ortaya konmasının oldukça güç olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar genellikle çinkoyu hücre zarı üzerindeki taşınma alanına getiren kandaki taşıyıcı proteinler üzerine odaklanmış, hücre zarına proteinin sabitlenmesi için altı transmembran alanı bulunduğu ve transport için hedeflenmiş çinko ile eşleşmek üzere hücrenin sitozolüne uzanan histidin bakımından zengin bir döngü olduğu kanısına varılmıştır (Şekil 1.1). Komşu taşıyıcı proteinler arasındaki lateral interaksiyon, çinko iyonlarının hücre dışına veya hücre içi veziküllere geçebileceği hücre zarı üzerindeki porları açmaktadır. ZnT ailesi üzerine yapılan araştırmalar, çinko iyonlarını temel olarak hücre dışına veya sitozolik kompartmanlara çıkardığını, böylece serbest çinko birikimi kontrol ederek hücre için çinkonun potansiyel toksik etkilerini ortadan kaldırdığını göstermektedir (Harris 2002). Çinkonun atılımı ve ilgili kısımlara dağıtımı için taşıyıcılara gereksinim duyması konusunda yapılan bir araştırmada Liuzzi ve ark (2001), dört taşıyıcının biyolojik olarak farklı özelliklere bağlı olması varsayımı üzerinde durulmuş, ZnT ailesinin dört üyesinin üçü olan ZnT-1, ZnT-2 ve ZnT-4 hedeflenerek taşıyıcıların mRNA'larının göreli ekspresyonu ve çinkoya yanıtlarını belirlemek için 15 farklı doku incelemiştir. Çinko içermeyen rasyon ile beslenen ratlarda plazma çinko düzeyinin, normal düzeyde çinko kapsayan rasyonla beslenenlerin yaklaşık olarak %75'ine ve metallotionein mRNA düzeyinin tespit edilemeyecek düzeylere düştüğünü gözlemlemişlerdir. Araştırmada elde edilen bulgular sonucunda ZnT-1 ve ZnT-2'nin rasyondaki çinko düzeyinden etkilendiği sonucuna varılmıştır.

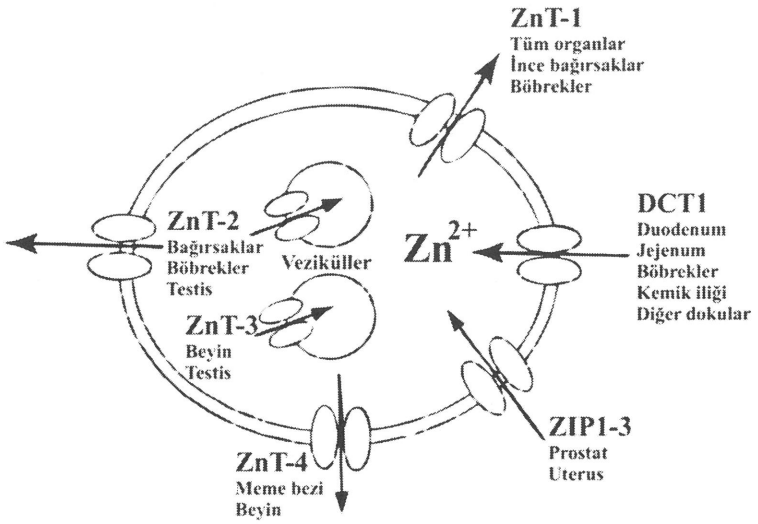
ZnT ailesinin üyelerinin işlevleri Şekil 1.2'de gösterilmektedir. Çinko tarafından regüle edilen ZnT-1'in böbrek dokusunda yüksek düzeyde bulunduğu, çinkonun geri emilimi ve atılımında rol sahibi olduğu düşünülmektedir. İnce bağırsak ve böbrekte yüksek düzeyde bulunmasına karşın kolondaki düşük düzeyinden dolayı ZnT-1'in kılcal damarlarda veya böbreğin renal tubullerinde hücre zarından emilen çinkoyu serbest bırakmak için yapılandırılan absorbtif hücrelerin bazolateral yüzeyinde bulunabileceği öne sürülmektedir. Bağırsak, böbrek ve plasentada daha yoğun düzeylerde bulunan ve rasyondaki çinko düzeyi değişikliklerine en güçlü yanıt veren ZnT-2 proteinin hücre içi vezüküllerin yüzeyinde olduğu düşünülmektedir. Bu taşıyıcı proteinin, çinkonun hücre içinden safra içerisine atılması için hücre zarı hareketine yardım ederek hücreleri çinkonun toksik etkilerine karşı koruyor olabileceği varsayılmaktadır. Vezikülün taşıyıcı işlevinin ZnT-3 ile ilgili olabileceği, ancak öncelikli olarak testis ve beyin dokularında sınırlı olduğu

belirtilmektedir (Wenzel ve ark 1997). Bağırsak, karaciğer ve böbrekteki ZnT-4 düzeyinin rasyon çinko düzeyinden etkilenmediği, düzenlenme kapasitesinin aksine bu taşıyıcının muhtemelen bir kurucu olarak işlev gördüğü düşünülmektedir (Huang ve Gitschier 1997).



Şekil 1.1. ZnT çinko taşıyıcısının temel yapısı.
Proteinlerin zara bağlandığı ve çinko iyonlarının geçmesi için çift katman boyunca porların şekillendiği transmembran alanlar (I-VI) gösterilmektedir. Histidin bakımından zengin bir döngü sitosol içerisinde uzanır. Çinko iyonlarının taşınmadan önce histidin kalıntılarına bağlandığı düşünülmektedir. Protein, sitosol dışına doğru tek yönlü bir hareket sağlamak için konumlanmıştır (Harris 2002).

Diğer bir aile olan ZIP ailesi, çinkonun hücre içerisine akış kısmında rol almaktadır. Başlangıçta demir taşıyıcıları olarak belirlenmiş olmasına rağmen, ZIP ailesi hücrelere ZnT ailesinin akış işlevini tamamlayan çinko ile mangan ve kadmiyum gibi diğer iki değerlikli katyonları taşımaktadır. Üç genin - *hZIP1, hZIP2,* ve *hZIP3* - insanlarda metal iyonu taşıyıcılarını kodladığı düşünülmektedir (Gaither ve Eide 2000).



Şekil 1.2. Çinko taşıyıcı ZnT 1-4 ailesinin öngörülen konumları ve doku özgünlükleri. Her bir taşıyıcı, çinko iyonlarını sitosolden veziküllere veya hücre dışı alana uzaklaştırmak için vektörel olarak konumlanmıştır. ZIP ve DCT1 çinkonun hücre içi taşıyıcıları olarak gösterilmiştir (McMahon ve Cousins 1998).

Gaither ve Eide (2000), hZIP2'nin çinko taşıyıcı rolünü ortaya koymak için hZIP2 transkript ihtiva eden vektörler ile çinkonun hücre içi alımını incelemiştir. Araştırma sonunda transfekte edilmiş hücrelerin iki kat daha fazla çinko alımı yapabilme kapasitesine sahip olduğu, bu taşıma bileşenlerinin sayısının hücre içerisine alma oranını sınırlamadığı ortaya konmuştur. Floresan antikorlar ile hZIP2'nin plazma zarında lokalize olduğu, ancak hücre içi başka bir yerde görülmediği ortaya konmuştur (Gaither ve Eide 2001). Başka bir keşif, transportun ortamda bulunan HCO_3^- tarafından uyarıldığı olmuştur (Grider ve Mouat 1998). Yapılan araştırmalar ışığında ZIP ailesi ve DCT-1'in hücre içerisine çinko getiren taşıyıcılar için en iyi adaylar olduğu bildirilmektedir (Harris 2002).

Hücre içi çinko, %10-20 düzeyinde ham nükleer fraksiyonda ve daha küçük miktarlarda mikrozomal ve mitokondriyal fraksiyonlarda olmak üzere büyük oranda sitozolde (%60-80) bulunmaktadır (Saylor ve Leach 1980).

1.1.2.3. Depolanma

Çinko tüm vücuda yaygın şekilde dağılmaktadır, bununla birlikte hayvanlar yetersizlik bulgularını önleyebilmek ve hızlı şekilde metabolize olabilecek formda çinko depolayabilmek için sınırlı bir kapasiteye sahiptir (Underwood 1977). Genel olarak, kolay

ulaşılabilir çinko depoları oldukça azdır, öyle ki çinko bakımından çok yetersiz rasyonla beslemeye geçildikten sonra 24 saat içinde plazma çinko değeri eksiklik aralığına düşmektedir. Metallotionein, çinkonun vücutta ana depo formu gibi davranmaktadır ve çoğu dokuda bulunmaktadır. Metallotionein fetus ve yeni doğanlarda yüksek yoğunlukta olmakla birlikte özellikle karaciğer, böbrek, pankreas ve bağırsakta yoğunlaşmaktadır (Chesters 1997). Metallotionein doku yoğunluğu çinko kaynağına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir, çinko yetersizliği olan hayvanlarda neredeyse hiç tespit edilemediği gözlenmiştir. Metallotioneinin, özellikle element gereksinimlerin üzerinde miktarda bulunduğu zaman çinko için geçici bir depo olarak davrandığı görülmektedir. Çinko metallotioneinin yanı sıra, karaciğerdeki süperoksit dismutaz fraksiyonu da hayvan vücudunda bir tür çinko depolama biçimi olarak değerlendirilmektedir. Diğer iz minerallerde olduğu gibi, çinko çeşitli bezsel organlarda yüksek yoğunluklarda bulunmaktadır (McDowell 2003). Kanatlılarda rasyonda yüksek düzeyde bulunan çinkoya oluşan en büyük yanıt, kemik çinko yoğunluğunun artmasıdır (Wedekind ve ark 1992). Bunun yanı sıra, yapılan bazı çalışmalar erkek hayvanlarda testisler ve eklenti bezlerinin yüksek yoğunluklarda çinko içerdiğini; sindirim kanalı salgılarının çinko yoğunluğunun da nispeten yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Dokuların lipid kısmında az miktarda bulunmakla birlikte, çinko birincil olarak protein ve iskelet dokuları ile ilişkilidir. Çinkonun biyokimyasal özelliklerinden birisi de proteinlerin yan zincirleri ile kompleksler oluşturma yeteneğidir (McDowell 2003).

1.1.2.4. Atılım

Çinko atılımının temel yolu oral veya parenteral alımı fark etmeksizin dışkı aracılığıyla olmaktadır. Çinko az miktarlarda idrarla da atılmaktadır (Anonim 2003, McDowell 2003, Suttle 2010). Endojen fekal çinko ise gastrointestinal, pankreatik ve bilier salgılardan gelmektedir. Bağırsak içerisine bu salgılar ve mukozal hücre dökülmeleri endojen kaybın ana bileşenini oluşturmaktadır (Chesters 1997). Tek mideli türlerde salgılarla atılan çinkonun yeniden emiliminin fitat tarafından kısıtlanıyor olması olasıdır (Underwood ve Suttle 1999). EDTA gibi şelatlayıcı maddeler, mineral elementler ile kombine halde verildiğinde çinkonun ve çoğu diğer metalin üriner atılımı artmaktadır. Üriner çinko, rasyon değişiklikleri ile önemli farklılıklar göstermese de fekal endojen çinko, alım miktarındaki artış ile birlikte yükselmektedir. Dışkı ile atılan endojen çinko

miktarı, emilimde olduğu gibi, hayvanın gereksinimlerinden etkilenmektedir. Bu yolla olan kayıplar aynı zamanda çinko bakımından yetersiz rasyonla beslemede ya da hayvan tarafından artan bir gereksinim olduğunda azalmaktadır (McDowell 2003).

1.1.3. Çinkonun fizyolojik görevleri

Çinko iki binin üzerindeki transkripsiyon etmeniyle yapısal ve işlevsel bütünlük için gerekli bir iz elementtir, neredeyse her uyarım ve metabolik yol bir veya birden fazla çinko kapsayan proteine bağımlıdır (Beattie ve Kwun 2004, Cousins ve ark 2006). Çinko yetersizliğinde veya çinko metabolizması bozukluğunda sağlık üzerine olumsuz etkiler oluşturan ve verim bakımından sınırlayıcı olan fizyolojik işlevleri, çinkonun verim hayvanları bakımından en önemli görevleri olarak kabul edilir (Suttle 2010). Birçok doku ve sistemde çeşitli görevlerde bulunan çinkonun görevleri aşağıda sıralanmıştır.

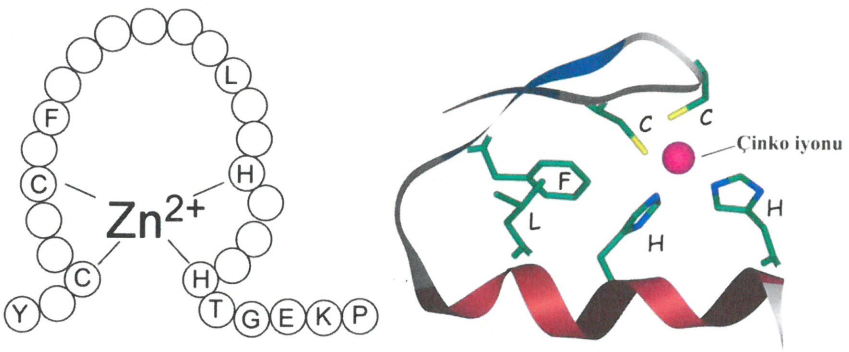
1.1.3.1. Enzimler ve proteinler

Vücutta çinkonun öncelikli rolü, hem molekülün bir parçası olarak hem de bir aktivatör olarak enzimler ve proteinlerle ilişkisidir. Çinko ile ilişki içerisinde olduğu bilinen binden fazla protein bulunmaktadır (Proharska ve King 2002). Memeliler üzerinde en kapsamlı çalışılan çinko metalloenzimleri; karbonik anhidraz, karboksipeptidaz A ve ilgili peptidazlar, alkalen fosfataz, alkol dehidrojenaz ve sitosolik süperoksit dismutazdır. Çinkonun bir metalloenzimin bileşeni olarak görüldüğü ilk örnek, 1939 yılında yaklaşık %0,3 düzeyinde çinko içeren karbonik anhidraz enzimidir. Günümüzde birçok çinko proteini bilinmektedir ve çinko için hücre çoğalması ve farklılaşması ile ilgili olanlar da dahil olmak üzere çeşitli biyolojik rolleri açıklığa kavuşturulmuştur (Hambidge ve ark 1986). Şiddetli çinko eksikliğinde, plazma alkalen fosfataz, karaciğer, retina ve testiküler alkol dehidrojenaz, bağ dokusu ve fötal timidin kinaz, pankreatik karboksipeptidaz A ve karaciğer nükleer DNA bağımlı RNA polimeraz etkinlikleri baskılanmaktadır (McDowell 2003).

Çinko, enzim sistemlerinin işleyişi, büyük oranda nükleik asit metabolizması, protein sentezi ve karbonhidrat metabolizmasında yer almaktadır. Hızlı gelişen dokularda çinko eksikliği büyük ölçüde DNA, RNA ve protein sentezini azaltır ve bu nedenle hücre

bölünmesi, büyüme ve onarımı bozulur. Çinko eksikliği DNA hasarını uyarmakta ve bu hasarı onarmak için hücrenin rejenerasyon yeteneğini aksatmaktadır (Proharska ve King 2002). Çinkonun apoptoz (hücre ölümü) başlattığı bilinmektedir ki bu durum kanserli ve prekanserli hücreleri imha anlamına gelebilmektedir (McDowell 2003).

Çinko, genellikle sistein ve histidin aracılığıyla proteinlerine bağlanmaktadır. Çinko iyonu bazen yapısal bazen de yıkımsal bir rol oynamaktadır. Yapısal rolde çinko çoğunlukla enzimlerin kuartener yapısını stabilize etmektedir. Sıkıca bağlanmış çinkonun önemli miktarı RNA, DNA ve ribozom yapılarını da stabilize etmektedir (Prask ve Plocke 1971). Çinko proteinleri genetik materyalin transkripsiyonu ve translasyonuna dahil olduğu için tüm canlılar için esansiyel niteliktedir (Vallee 1988). Sistein ve histidin kalıntıları içeren özel bir amino asit sekansı, bir dizi DNA bağlayıcı proteinde (transkripsiyon etmenleri) ve DNA metabolizmasında rol oynayan bazı enzimlerde tespit edilmiştir (Brody 1999). Bu sekans, proteinin yüzeyinde sosis ya da parmağa benzer şekilde sarmal yapı olarak tanımlanmıştır. Bir çinko atomunu sıkıca bağlamak için yaklaşık 30 amino asit uzunluğunda bir amino asit sekansı bulunmaktadır. Bu yapı "çinko parmak" olarak adlandırılmaktadır (Şekil 1.3). Çinko atomu DNA'ya proteinin bağlanması için gereklidir. "Çinko parmaklar" ile DNA bağlayıcı proteinlerin rolü, genetik ekspresyonu düzenlemektir. Oksidatif stres çinkonun sistein ve histidin kalıntıları ile tetrahidral koordinasyonu sonucu oluşan çinko parmak içerisindeki çinkonun kararsızlığını arttırabilmektedir (Berg 1990, Webster ve ark 2001).



Şekil 1.3. C2H2 çinko parmağın yapısı (C, sistein; H, histidin) (Anonim 2014b)

1.1.3.2. Hormonlar ve üreme

Çinkonun hormonlar ile biyolojik olarak önemli birçok etkileşimi bulunmaktadır. Hormonların üretimi, depolanması ve salgılaması, diğer yandan reseptör bölgeler ve hedef organ yanıt etkinliğinde önemli rol oynamaktadır. Hormon üretimi ve salgılanması üzerindeki çinko eksikliğinin en önemli etkileri arasında testosteron, insülin ve adrenal kortikosteroidler ile ilgili olanlar bulunmaktadır. Cinsiyet steroid hormonları (androjen ve östrojen) çinko parmak içeren transkripsiyon etmenlerine bağlanarak işlev göstermektedir. Hormon ve transkripsiyon etmeni kompleksi, genom boyunca özel karşılık elementleri ve düzenlenmiş hormona duyarlı genlere bağlanmaktadır (Brody 1999). Retinoik asit (RAR, RXR) ve D vitamini (VDR) için olduğu gibi çinko parmak ihtiva eden DNA bağlayıcı proteinler, ilgili hormonlar ve reseptörlerine bağlanan transkripsiyon etmenlerini içermektedir (McDowell 2000).

Erkeklerde spermatogenezis, birincil ve ikincil eşeysel organların gelişimi ile dişilerde östrustan doğum ve emzirmeye kadar üreme sürecinin tüm aşamaları çinko eksikliğinden olumsuz şekilde etkilenebilmektedir. Erkeklerde çinko yetersizliğine bağlı majör anormallik hem spermatogenezis hem de Leydig hücreleri tarafından testosteron üretimini etkileyen testiküler hipofonksiyondur. Gebe olmayan dişilerde cinsiyet hormonları üzerinde çinko eksikliği ile ilgili çok az bilgi bulunmaktadır (McDowell 2003).

Çinko, pankreasta insülin ile ilişkilidir ve rasyondaki eksikliği ile pankreatik yoğunluğu belirgin şekilde azalmaktadır. Çinko eksikliği olan ratlarda, plazmada insülin yoğunluğu daha düşüktür ve immunoreaktif insülin salınımı daha düşük bir pankreasa sahiptir. İnsülinin her molekülü, sadece yavaşça su içinde çözünebilir bir kompleks içerisinde 2-4 çinko atomu ile ilişki halinde bulunmaktadır (Brody 1999). Çinko-insülin kompleksinin kan dolaşımına salgılandıktan sonra insülinin yavaş bir şekilde "zamana bağlı salınımına" izin verdiği düşünülmektedir. Bir kez dolaşıma girdikten sonra insülin yavaş yavaş kompleksinin dışında çözülmektedir. Yetersiz çinko alımı durumunda adrenokortikotropik hormonun (ACTH) kortikosteroid sentezini stimule etmediği belirtilmiştir. Bu durum ACTH'nin işlevsel olarak çinkoya bağlı olduğuna işaret etmektedir. Yine yapılan bir dizi çalışma, çinko eksikliği olan rat, fare ve domuzlarda adrenal hipertrofi oluştuğunu göstermektedir (McDowell 2003).

1.1.3.3. Büyüme oranı

Çinko eksikliğinde genel olarak büyüme geriliği ve yem tüketiminde azalma görülmektedir. Genç ratlarda, çinko bakımından şiddetli yetersizlik oluşturacak rasyonla beslemede beş gün içerisinde büyümenin neredeyse durduğu ve yem tüketiminin normal düzeyin yaklaşık %60'ına kadar düştüğü bildirilmiştir (Chesters 1997). Birçok araştırmacı büyüme hızının yavaşlamasının nedenini nükleik asit biyosentezi miktarının düşmesine bağlamıştır. Çinko eksikliğinin amino asit kullanımında ya da hayvanlar tarafından protein sentezinde bozulma ile sonuçlandığı yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir (McDowell 2003).

İştah azalması çinko eksikliğinin ilk belirtilerinden biridir. Genç hayvanlarda, çinko bakımından yetersiz rasyonla beslenmeye başlanmasını takiben hızlı şekilde büyüme oranı düşer, bu durum hafif düzeyde bir yetersizliğin tek belirtisi olabilmektedir (McDowell 2003). Çinko bakımından şiddetli düzeyde yetersiz rasyonla beslenen ratlarda istekli yem tüketiminde, aynı zamanda su tüketiminde de önemli azalma ile birlikte *ad libitum* beslenen hayvanlara göre yem tüketiminin üçte biri kadar azaldığı bildirilmiştir (Essatara ve ark 1984). Yem tüketiminin azalmasının bir gerekçesi olarak, çinkonun tat duyusundaki rolü ile ilgili olabileceği bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada yetersizliğin başlangıcı ve anoreksiyi takiben tat duyusunda azalma olduğu ortaya konmuştur (Komai ve ark 2000).

İskelet bozuklukları da çinko eksikliğinin önemli bir özelliğidir. Tavuk kemikleri üzerinde yapılan histolojik gözlemler epifiz kıkırdak genişliğinde azalma ve daha az hücre bölünmesi olduğunu göstermiştir. Çinko eksikliğinde kemik kollajen sentezi ve döngüsü, bir çinko metalloenzim olan tibial kollajenaz aktivitesinin azalması ile birlikte belirgin şekilde azalmaktadır (Starcher ve ark 1980).

1.1.3.4. Deri, tüy ve yara iyileşmesi

Özellikle çinko yönünden zengin olan deri, parakeratotik lezyonlar olarak adlandırılan karakteristik yetersizlik belirtileri göstermektedir. Parakeratozis tam olarak çekidek dejenerasyonunun gelişememesi ile birlikte derinin epitel hücrelerinin kalınlaşması ya da hiperkeratinizasyonudur. Daha ciddi düzeyde çinko yetersizliğinde tavuklarda tüy kaybı ve dermatite ek olarak, derin yarıklar ile birlikte ayaklarda pullanma ve çatlaklar

gelişir. Yapılan çalışmalar, çinkonun deri nükleik asit ve kollajen sentezinde rol oynadığı kanısına yol açmıştır (McDowell 2003).

1.1.3.5. İmmun yanıt

Çinko bağışıklık sistemi için gerekli bir iz elementtir. Yüksek miktarda çoğalan bir hücre sistemi olan bağışıklık sistemi, çinko varlığına kesin olarak bağımlıdır. Eksiklik, çeşitli T hücresi işlevleri üzerinde baskın etkisi olan timusun hızlı atrofisine neden olmaktadır. Granülositler sadece yüksek düzeyde çinko bulunması veya şiddetli çinko eksikliğinden etkilenirken, dakikalık çinko düzeyi değişiklikleri dahi T hücresi işlevleri kadar T hücresi gelişimini de etkilemektedir (Proharska ve King 2002). Hücrelerin işlevleri, özellikle sitokin üretimi çinko ile modüle edilmektedir. Bağırsak nematodları ile enfekte ve neredeyse çinko içermeyen bir rasyonla beslenen farelerde T ve B hücrelerinden sitokin üretiminin düştüğü kanıtlanmıştır (Shi ve ark 1998). Çinko yararlanımının bozulması ile karakterize kalıtsal bir hastalık olan akrodermatitis enteropatika bulunan hastalarda timus, bademcikler, lenf düğümleri dahil lenfoid dokuların hemen hemen tamamen kaybolduğu rapor edilmiştir. Timus bütünlüğünün korunmasında yer alan bir peptid hormonu olan timulinin fizyolojik aktivitesi için çinko gerekmektedir ve çinko eksikliği bulunan ratlar ve insanlarda daha düşük miktarda mevcut olduğu bildirilmiştir (Chesters 1997). Çinko eksikliğinin bir sonucu olarak immunokompetans üzerindeki etkilerin çeşitliliği; timus hormon üretim ve aktivitesi, lenfosit işlevi, doğal öldürücü işlevi, antikora bağımlı hücre-aracılı sitotoksisite, immunolojik ontogeni, nötrofil işlevi ve lenfokin üretimi ile ilgili olmaktadır (Hambidge ve ark 1986, Chesters 1997, Fraker ve King 1998).

1.1.3.6. Su ve katyon dengesi

Türlerin çoğunda çinko eksikliğinin erken dönemde fark edilen belirtileri dehidre görünüm, yüksek hematokrit düzeyi ve ishaldir (Howell 1981). Tavuklarda toplam sıvıda değişim gözlenmez, ancak sıvının belirgin şekilde hücre dışından hücre içerisine doğru yer değişikliği mevcuttur. Çinko eksikliğinde, hücre dışı sıvının vücut ağırlığının %29,4'ünden %19,6'sına ve plazma hacminin %6,0'dan %3,4'e düştüğü gözlenmiştir. Elektrolit

dengesinde de bozulmaya rastlanmıştır. Sodyumun dokular içerisine doğru yer değiştirmesi, major dokuların hücre içinde yüksek su yoğunluğu ile açıklanabilmektedir. Dokularda bozuk sodyum/potasyum yoğunlukları membran geçirgenliğinde bir değişikliğe (sızdıran membranlar) veya bozuk sodyum pompasına neden olmaktadır (McDowell 2003).

1.1.3.7. Ek işlevler

Meydani ve Dupont (1982), Hambidge ve ark (1986), Cunnane (1988), Koh ve ark (1996), Chesters (1997), Kudo ve ark (2000), McDowell (2000), Sandstead ve ark (2000), Shinjini ve ark (2001), Proharska ve King (2002), Şahin ve ark (2009) ile Kaur ve ark (2014) tarafından çinkoya atfedilen ek işlevler aşağıdaki gibidir.

a. A vitamini ile ilişkisi: Çinko, plazmadaki A vitamini normal yoğunluklarını koruyarak A vitamini metabolizmasında yer almaktadır ve ovaryum epitelinin normal işleyişi için gereklidir. Çinko eksikliğinde kanda A vitamini taşıyıcısı olan retinol bağlayıcı protein sentezi azalmakta ve bu durum karaciğerden yetersiz vitamin mobilizasyonu ile sonuçlanmaktadır. Buna neden olan mekanizma net olarak ortaya konabilmiş değildir. Timidin kinaz ve DNA'ya bağlı RNA polimeraz, etkinlikleri için çinkoya bağlıdır ve protein sentezi için oldukça önemlidir. Bu nedenle retinol bağlayıcı protein sentezini bu durumun aksatabileceği kanısına varılmıştır. Normal görüş için gerekli bir süreç olan vitamin A alkolün (retinol) vitamin A aldehite (retinal) interkonversiyonu için gerekli olan alkol dehidrojenaz, bilinen bir çinko metalloenzimdir.

b. Davranış ve öğrenme kapasitesi: Bilme yetisi; algı, düşünme, hafıza, öğrenme ve dikkat becerileri ile sağlanan bilginin bireysel olarak işlenmeleriyle ortaya çıkan düşünce sürecinin bir koludur. Çinko eksikliği; dikkat, aktivite, nöropsikolojik davranış ve motor gelişiminde değişikliklere neden olarak bilme yetisini etkileyebilmektedir. Çinko nörogenezis yani nöronal göç ve sinaptogenezis için esansiyeldir ve eksikliğinde sinir iletisi ve bunu takiben nöropsikolojik davranışlar olumsuz etkilenebilmektedir.

c. Membranların korunması: Çinko, membranlarda bulunan sülfhidril gruplarını koruyucu bir antioksidan etkiye sahiptir.

d. Prostaglandin metabolizması: Çinko prostaglandin sentezi için güçlü bir uyarıcı role sahiptir. Vücutta prostaglandin sentezi için gerekli olan metabolitler çinko eksikliğinden olumsuz yönde etkilenmektedir.

e. Lipid metabolizması: Çinko, bazı mekanizmaları açık bir şekilde ortaya konulabilmiş olmamasına rağmen enzimler aracılığı ile lipid metabolizmasını birçok açıdan etkilemektedir. Çinko eksikliği olan hayvanlarda yağ asitlerine glukoz katılması önemli ölçüde azalmaktadır.

f. Mikrobiyal gelişme: Rumendeki mikroorganizmalar dahil olmak üzere, çeşitli organizmaların gelişmesi için çinko gerekmektedir.

g. Beyin işlevi: Bu rolün doğası tam olarak net olmamasına rağmen, serbest çinko iyonları beyinde sinir iletiminde rol oynamaktadır. Akut çinko eksikliği, deney hayvanlarında ve insanlarda beyin işlevlerini bozmaktadır. Erken beyin gelişimi sırasında deney hayvanlarında çinko eksikliği malformasyonlara neden olup daha sonraki dönem beyin gelişimi sırasında eksiklik mikroskobik anormalliklere neden olmakta ve daha sonraki işlevlerini bozmaktadır.

h. Kalp gelişimi: Kalp defektleri, tüm doğum kusurlarının yaklaşık üçte birini oluşturarak, kongenital malformasyonların en sık rastlanan tipini temsil etmektedir. Malformasyonların büyük bir kısmı çinko noksanlığından nöral krest hücre metabolizmasının etkilenmiş olabileceğini işaret etmiştir.

i. Koku alma işlevi: Çinko eksikliği olan ratlarda koku epiteli dejenerasyonu olduğu gözlenmiştir.

1.1.4. Etlik piliçlerde gereksinim duyulan çinko düzeyleri

Çoğu genç kanatlı ve memelilerin gereksinimlerini karşılamak için rasyonda bulunması gereken çinko miktarı yaklaşık olarak 40-100 mg/kg arasındadır. Çinko gereksinimi yaş, fizyolojik dönem, çevresel etmenler ve hayvanın sağlığına bağlı olarak değişmektedir. Çinko emilimi, yaş arttıkça ve büyüme hızı azaldıkça düştüğü için gereksinimler yaş ve büyüme oranına göre değişkenlik göstermektedir. Protein depozisyonu hızlı olan gençler veya hızlı şekilde büyüyen hayvanların gereksinimleri, daha

yaşlılardan veya daha yavaş büyüyenlerden daha fazla olmaktadır (McDowell 2003). Etlik piliçler için gereksinim duyulan çinko düzeylerini karşılamak amacıyla rasyonda bulunması gereken düzeyin 40-50 mg/kg olduğu bildirilmektedir (NRC 1994).

Çinko gereksinimi, çinkoyu değerlendirmekte kullanılan kriterlerle bağlı olarak da değişkenlik göstermektedir. Genç tavuklarda normal tüy gelişimi ve yüksek büyüme oranını sağlamak için normalden daha yüksek bir çinko gereksinimi vardır (O'Dell 1979). Günümüzde yetiştirilen ticari etlik piliç hibritleri yüksek büyüme hızı, iskelet gelişimi ve immun yanıt bağlamında mineral gereksinimlerinin yeniden değerlendirilmesini gerektiren önemli düzeyde genetik dönüşüm geçirmiştir (Shyam Sunder ve ark 2013). Ticari hibrit üreticilerinin performans kataloglarına bakıldığında hayvanların hızlı gelişimlerine bağlı olarak rasyonlarda bulunması gereken çinko düzeylerinin yüksek olduğu görülmektedir. Örneğin Ross 308 ve Cobb 500 ticari hibritleri için başlangıç, geliştirme ve bitirme dönemi olmak üzere her üç dönemde de rasyonda 100 mg/kg düzeyinde çinko önerilmektedir (Aviagen 2007, Cobb-Vantress 2013). Ross 308 ticari hibritlerinin beslenme özelliklerine ilişkin 2014 yılında çıkan son katalogta ise çinko gereksinimini karşılamak için rasyonda 110 mg/kg çinko bulunması gerektiği belirtilmektedir (Aviagen 2014).

Çinko gereksinimi, paraziter infestasyon ve beraberinde kan kayıpları gibi alışılmışın dışında büyük kayıplardan da etkilenmektedir. Koksidiyoz gibi hastalık durumlarının tavuklarda çinko gereksinimini artırdığı bildirilmiştir (Southern ve Baker 1983).

Çinko katkısı yapılmadan formüle edilmiş çoğu rasyon gereksinim düzeyinde çinko içerir. Fakat yem hammaddelerindeki çinkodan hayvanlar düşük düzeylerde yararlanabilir. Çinko gereksinimi etkileyen etmenlerden en göze çarpanı farklı rasyon bileşenlerinin emilim oranındaki değişkenliktir. Hayvan tarafından çinko emilimini azaltan veya kullanımını olumsuz yönde etkileyen çeşitli etmenler mevcuttur. Çinko metabolizması, Cd, Ca, Cu, Fe, Se, Mn benzeri diğer elementler ile etkileşimden, yanı sıra histidin ve proteinin tipi ve düzeyinden etkilenebilmektedir (NRC 1994). Özellikle kalsiyum tek mideli hayvanların rasyonlarında bulunması gereken çinko düzeyini etkilemektedir (McDowell 2003).

Şelatlayıcı maddelerin varlığı, fitik asit ve birçok bilinmeyen etmen de tek mideli hayvanlarda çinko emilimini etkilemektedir. Tüm bitki tohumları ve birçok kök ve yumrularda bulunan fitat (myo-inositol heksafosfat), çinkonun bağırsak emiliminde

etkileşime ilişkin en büyük etkiye sahip olduğu görülen bir antinutrisyonel etmendir. Bu nedenle, tavuklarda büyüme için rasyondaki en az çinko düzeyi, protein kaynağı olarak fitat içeren soya fasulyesi küspesi kullanılan rasyonlar için 35-40 mg/kg ve hayvansal kökenli protein kapsayan rasyonlar için 25-30 mg/kg olarak verilmektedir (McDowell 2003).

1.1.5. Çinko kaynakları

Bir dizi genel etmen doğal yemlerin çinko içeriğini etkilemektedir. Topraktaki kötü drenaj, yemdeki çinko düzeyini artırmakta fakat aynı zamanda artan toprak pH'sı bitki için çinko kullanılabilirliğini ve alımını azaltmaktadır. Çoğu durumda bitkiler olgunlaştıkça çinko düzeyi azalmaktadır (McDowell 1997). Soğuk ve yağışlı mevsimlerde çinko eksikliğinin yaygınlığı, topraktaki çinkonun çözünebilirliğinde azalma ile ilişkilendirildiği için iklimin bitki çinko düzeyini etkileyebildiği belirtilmektedir (McDowell 2003). Endüstriyel kontaminasyon ve su, çinko kaynağı olarak düşünülebilmektedir. Endüstriyel kaynaklara maruz kalan tarımsal alanlardan elde edilen yemlerden 5-50 kat yüksek çinko düzeyleri elde edildiği bildirilmiştir (Mills ve Dalgarno 1972). Endüstriyel kirlilik suda yüksek çinko yoğunluğuna da neden olabilmektedir. Su ve yem için galvanize borular ve diğer ekipman kullanıldığında, hayvanların çinko alımına büyük ölçüde katkıda bulunabilmektedir (Miles ve Henry 2000).

Toprağın gübrelenmesi bitkilerde bu elementi artırmaktadır. Çinko kapsayan gübre yardımıyla yetiştirilen buğdayda çinko düzeyinin, çinko uygulaması olmadan aynı topraklarda yetiştirilen buğdaydan yaklaşık iki katı olduğu yapılan bir araştırmada ortaya konmuştur (Hambidge ve ark 1986). Ayrıca süperfosfatta bulunan çinko gibi ticari NPK gübrelerindeki bazı katkı maddeleri, aynı şekilde bitkilerde bu elementi önemli miktarlarda artırmaktadır (McDowell 2003).

Tam tahıl taneleri toplam çinko bakımından oldukça zengindir. Çinkonun çoğu kepek ve tohum bölümleri içinde bulunur ve bu nedenle toplam çinkonun önemli bir kısmı öğütme işleminde kaybolmaktadır. Bitki kökenli (örneğin soya fasulyesi küspesi) protein kaynağı yemler iyi bir çinko kaynağı olarak düşünülebilir. Bununla birlikte, soya fasulyesi küspesi içerisindeki çinkonun biyolojik yararlanılabilirliği yüksek fitat içeriğinden dolayı net bir şekilde düşüktür. Genel olarak, tek mideli hayvanlara yedirilen tüm bitkisel kökenli

rasyonlar çinko düzeyi ve yararlanılabilirliği bakımından düşük veya yetersiz olmaktadır. Et, süt ve süt ürünlerindeki çinkonun ortalama göreli biyoyararlanılabilirliği ile karşılaştırıldığında, mısırdan elde edilen çinkonun ortalama göreli biyoyararlanılabilirliği yaklaşık olarak %45'dir (Baker ve Ammerman 1995). Hayvansal ürünler, et ve bazı deniz ürünleri de zengin çinko kaynaklarıdır (McDowell 2003). Etlik piliç yemlerinde sıklıkla kullanılan yem hammaddelerindeki çinko düzeyleri Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Etlik piliç yemlerinde sıklıkla kullanılan yem hammaddelerindeki çinko düzeyleri (Dale ve Batal 2005)

Yem hammaddesi	Çinko düzeyi (mg/kg)	Yem hammaddesi	Çinko düzeyi (mg/kg)
Buğdaygil taneleri		***Endüstri artığı bitkisel yemler***	
Mısır18		Mısır grizi	80,0
-Sarı	15,0	Mısır gluten unu	41,0
-Yüksek yağlı	19,0	Mısır DDGS	85,0
Buğday		Pirinç kepeği	30,0
-Sert	34,0	Buğday kepeği	95,0
-Yumuşak	28,0	Bonkalit	100,0
Arpa	30,0	***Hayvansal kökenli yemler***	
Yulaf	38,0	Kan unu	300,0
Çavdar	30,5	Tüy unu	55,0
Darı	13,9	Et unu	100,0
Sorgum	13,7	Et-kemik unu	90,0
Pirinç	10,0	Balık unu	
Protein kaynağı bitkisel yemler		-AAFCO	100,0
Kanola küspesi	65,0	-Herring	100,0
Kolza küspesi	65,5	-Menhaden	92,0
Pamuk tohumu küspesi	62,0	-Anchovy	100,0
Soya fasulyesi küspesi		-Kırmızı balık	88,0
-Ekspeller ekstraksiyon	59,0	-Sardalya	105,0
-Solvent ekstraksiyon	60,0	-Tuna	240,0
Ayçiçeği küspesi	100,0	-Beyaz	80,0
Tam yağlı soya	35,0	-Tatlı su	100,0

Hayvanların gereksinim duydukları çinko düzeyini karşılayabilmek amacıyla rasyona katılan inorganik çinko kaynakları genellikle çinko oksit, çinko sülfat, çinko klorid ve çinko karbonattır (Berger 2006). Etlik piliçlerde saflaştırılmış veya ticari rasyonlar kullanılarak çinko biyoyararlanımı üzerine yapılan çalışmalarda, rasyona katılan çinko oksitin çinko sülfata göre %44-78, çinko karbonatın %93 ve çinko kloritin %107 düzeyinde biyoyararlanıma sahip olduğu bildirilmektedir (Wedekind ve ark 1992, Sandoval ve ark 1997, Jongbloed ve ark 2002, Park ve ark 2004).

1.1.6. Çinko yetersizliği

Çinko eksikliği tavuk, hindi ve diğer kümes hayvanlarının beslenmesinde oldukça yaygın olarak görülmektedir. Hayvanın yaşı, rasyonda bulunması gereken çinko miktarı ve yararlanılabilirliği, rasyonda bulunan antagonist maddeler (örneğin fitatlar ve kalsiyum) ve yararlanılabilir çevresel çinko (örneğin galvanize çinko kaplı kafesler) etmenlerinin tamamı çinko yetersizliği olasılığı üzerine etkili olmaktadır. Çinko yetersizliğinin gençlerde, özellikle de çinko yetersizliği olan damızlıklardan elde edilenlerde görülme sıklığı daha fazla olmaktadır. Genellikle kanatlılarda çinko yetersizliği çok şiddetli değildir, bununla birlikte orta şiddette eksiklik bile büyüme oranını, yemden yararlanma oranını ve yumurta üretimini azaltmaktadır. Çinko yetersizliği gelişme geriliğine neden olabilir ve ibik rengini etkileyebilir (McDowell 2003). Emmert ve Baker (1995) çinko yetersizliğinin başlangıç belirtisinin, önceki süreçte beslenme ve hayvanın çinko rezervlerinden büyük ölçüde etkileneceğini öne sürmüştür. Önceki süreçte yetersiz düzeyde çinko ile beslenen hayvanlarda yetersizlik belirtileri beş gün içinde görülürken, öncesinde daha fazla çinko katkısı ile beslenen civcivlerde aynı bulguların ortaya çıkmasının en az sekiz gün sürdüğünü bildirmişlerdir.

Genç tavuklarda çinko eksikliğinin klinik bulguları arasında büyüme geriliği, kısalık, bacak kemiklerinde kalınlaşma ve diz eklemlerinde genişleme, deride, özellikle ayaklar üzerinde pullanma, taban yastığı lezyonları, çok zayıf tüylenme, yemden yararlanma oranında azalma, iştah azalması bulunmakta, şiddetli vakalarda ölüm gözlenmektedir (Hess ve ark 2001).

Uzun kemiklerin normal gelişiminde gerileme, gelişmekte olan embriyo dahil büyüyen hayvanlarda çinko eksikliğinin göze çarpan bir özelliğidir. Tibia ve tarso-metatarsus'un kısalması ve kalınlaşması, yanı sıra diz ekleminin genişlemesi civciv, sülün ve Japon bıldırcınlarında gözlenmiştir (O'Dell 1979). Çinko yetersizliği ile embriyonik gelişim belirgin şekilde etkilenmektedir. Çinko yetersizliği bulunan embriyolarda omurgada eğrilme şekillenmiş; kısalmış, kaynaşmış torakal ve lumbal vertebralar ortaya çıkmıştır. Genellikle ayak parmakları eksik gelişmiş ve ekstrem vakalarda embriyoların alt iskelet veya uzuvları gelişmemiştir (Blamberg ve ark 1960, Kienholz ve ark 1961). Çinko yetersizliğinin daha az şiddetli vakalarında civcivler yumurtadan çıkmaktadır, fakat ayakta durmak, yemek veya içmek için çok zayıf oldukları gözlenmiştir (O'Dell, 1979). Çinko yetersizliği olan civcivlerde anormal kemik ve eklem yapısı ile ilişkili olarak anormal

duruş ve yürüme meydana gelmektedir. Tutuk yürüme ve hareket etmekte isteksizlik, eklemlerde insanlardaki artritise benzer bir ağrı meydana geldiğini düşündürmektedir (McDowell 2003).

Yeni yumurtadan çıkmış kümes hayvanları için kemik anormalliklerine ek olarak, daha ağır çinko kısıtlaması tam reprodüktif bozulma ile sonuçlanmaktadır. Blamberg ve ark (1960) çinko bakımından yetersiz rasyon (3-5 mg/kg) ile beslenen piliçlerde yumurtadan çıkış gücünün iki ay içerisinde sıfıra yaklaşan hızla düştüğünü gözlemlemiştir. Kuluçka randımanının azalması embriyonik anomalilerin görülme sıklığındaki artış ve kuluçkadan çıkan civcivlerdeki zayıflık ile ilişkilendirilmiştir.

Piliçlerde çinko yetersizliği, ayak, bacak ve gaga çevresinde bir dermatit ile birlikte şiddetli deri lezyonlarına neden olmaktadır. Deride hiperkeratoz ve hafif epidermis kalınlaşması meydana gelmektedir. Değişiklikler, keratin tabakasının kalınlığının artması ile birlikte en belirgin şekilde bacaklar ve ayaklar üzerinde görülmektedir. Keratinizasyon, folikülün atrofi ve fibrozisine neden olacak şekilde tüy folikülünün içine doğru uzanmaktadır (O'Dell 1979).

Kanatlı türlerinde çinko yetersizliği hemen hemen her zaman kıvırcık görünümlü tüyden folikülden tüy çıkmamasına kadar değişen tüy bozukluğu ile sonuçlanmaktadır. Sunde (1972) 3-4 haftalık yaştaki hayvanların birincil ve ikincil kanat tüylerinde yıpranma rapor etmiştir. Bazı vakalarda, gövde üzerinde bir "kabarcık" gelişmiş ve daha sonra tüyler bu noktada kırılmıştır. Yine 3-4 cm büyümeden sonra görülen bazı tüy anormallikleri oluşmuştur. Başka bir çalışmada, 44 mg/kg çinko kapsayan mısır ve soya fasulyesi küspesine dayalı rasyon beslenen civcivlerde sadece ilk iki gün boyunca 104 mg/kg çinko katkısı yapıldığında yıpranma insidansının %40,6'dan %5,2'ye düştüğü gözlenmiştir (Sunde 1978).

1.1.7. Etlik piliç rasyonlarında kullanılan çinko çeşidi ve düzeyinin etkilerine ilişkin yapılan çalışmalar

Bu bölümde rasyonlara farklı düzeylerde ve/veya farklı inorganik çinko kaynakları katılmasının etlik piliçler üzerine olan etkilerinin incelendiği özellikle son yıllarda yapılan çeşitli araştırmalar kısaca ele alınmıştır.

Farklı düzeyle (0, 50, 75, 100 ve 125 mg/kg) çinko sülfat katkısı yapılan rasyonlarla beslemenin etlik piliçlerde performans üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, 100 ve 125 mg/kg çinko katkısı yapılan gruplarda daha fazla ($P<0,05$) canlı ağırlık artışı sağlanırken aynı gruplarda yem tüketimi önemli düzeyde düşük ($P<0,05$) bulunmuştur (Ezzati ve ark 2013).

Farklı düzeylerde ve farklı çinko kaynakları kullanılarak erkek etlik piliçlerde performans ve doku mineralizasyon durumlarının incelendiği iki aşamalı bir çalışmada (Ao ve ark 2011), inorganik çinko kaynağı olarak ilk denemede 0, 12 ve 40 mg/kg çinko düzeyinde çinko sülfat katılan rasyonla beslenen gruplar oluşturulmuş, deneme sonunda yem tüketimi bakımından 40 mg/kg çinko kapsayan grubun diğer gruplara göre daha fazla düzeyde ($P<0,05$) yem tüketimi ve canlı ağırlık artışı gösterdiği belirlenmiştir. İkinci denemede ise 0, 40 ve 80 mg/kg çinko düzeyinde çinko sülfat içeren rasyonlar ile besleme sonucunda ise performans parametreleri bakımından herhangi bir fark gözlenmediği, tibia çinko düzeyinin ise çinko sülfat katkısı yapılması ile her iki katkı yapılan grupta önemli düzeyde ($P<0,05$) artış gösterdiği ortaya konmuştur.

Jehanian ve ark (2008) tarafından etlik piliçlerde 1-42. günler arasında değişik çinko kaynaklarının (çinko oksit ve çinko sülfat) farklı düzeylerde (0, 40, 80 ve 120 mg/kg çinko) kullanılması ile yapılan bir araştırmada, bu iki inorganik çinko kaynağı karşılaştırıldığında deneme sonunda yem tüketimleri bakımından çinko oksit kullanılan gruplarda çinko sülfat kullanılan gruplara göre daha yüksek ($P<0,001$) düzeyde yem tüketimi şekillendiği belirlenmiştir. Rasyondaki çinko düzeyi bakımından ele alındığında ise 80 ve 120 mg/kg düzeyinde çinko katkısı yapılan gruplarda diğer gruplara göre yem tüketiminin baskılandığı ($P<0.01$) belirtilmiştir.

Bao ve ark (2007) tarafından etlik piliçlerde 29 gün (0-29. günler arası yaşta) süresince yapılan bir araştırmada, iz minerallerin (çinko, bakır, demir ve mangan) farklı kaynaklarının performans, iz minerallerin dokularda birikim düzeyleri ve atılım miktarları ele alınmış, herhangi bir çinko katkısı yapılmayan gruba göre 50 mg/kg çinko düzeyinde çinko sülfat katkısı yapılan grupta canlı ağırlık artışı ve yem tüketiminin önemli düzeyde ($P<0,05$) yüksek olduğu, yemden yararlanma oranında da önemli düzeyde ($P<0,05$) iyileşme gözlendiği bildirilmiştir. Çinko katkısı yapılan grupta, dışkı ile atılan çinko miktarının belirgin biçimde yüksek ($P<0,05$) olduğu, karaciğer çinko düzeyinin rasyondaki

artan çinko düzeyinden olumsuz yönde etkilendiği ($P<0,05$), plazma çinko düzeyinin ise herhangi bir değişim göstermediği belirlenmiştir.

Rasyona farklı düzeylerde çinko oksit (40, 100 ve 160 mg/kg çinko) katılmasının etlik piliçlerde plazma ve pankreas çinko düzeyi üzerine herhangi bir etki göstermediği, ancak karaciğer çinko düzeyinin 160 mg/kg çinko düzeyini sağlayacak şekilde çinko oksit katılan grupta önemli düzeyde arttığı, parmak çinko düzeyinin ise 100 ve 160 mg/kg düzeyde çinko kapsayan gruplarda önemli düzeyde yüksek ($P<0,01$) bulunduğu yapılan bir araştırma ile ortaya konmuştur (Çufadar ve Bahtiyarca 2007).

Mısır-soya küspesine dayalı rasyonlarla beslenen etlik piliçlerin rasyonlarında bulunması gereken optimal çinko düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada (Huang ve ark 2007), yem kaynaklı olarak 28,32 mg/kg çinko içeren rasyona 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 ve 140 mg/kg çinko olacak şekilde çinko sülfat katkısı yapılarak çeşitli parametreler ele alınmıştır. Canlı ağırlık ve yem tüketimi bakımından çinko katkısının tüm gruplarda önemli düzeyde ($P<0,05$) iyileşmeye neden olduğu, ancak artan çinko miktarının performans parametreleri üzerinde herhangi bir etkiye yol açmadığı bildirilmiştir. Kemik çinko düzeyi ise çinko katkısının artan düzeyinden dereceli olarak olumlu ($P<0,05$) yönde etkilenmiştir. Pankreas çinko düzeyi ele alındığında en düşük düzey kontrol grubunda tespit edilmiş, 20 mg/kg çinko katkısı yapılan grupta kontrol grubuna göre daha yüksek, diğer tüm gruplarda ise 20 mg/kg çinko katkısı yapılan gruba göre önemli düzeyde ($P<0,05$) yüksek olduğu ortaya konmuştur. Aynı araştırıcılar tarafından yapılan başka bir araştırmada (Huang ve ark 2009), etlik piliç rasyonlarına çinko kaynağı olarak çinko sülfat kullanılarak 0, 30, 60 ve 90 mg/kg çinko katkısı olacak şekilde rasyonlar hazırlanmış, denemenin sonlandırıldığı 14. günde büyüme performansları bakımından gruplar arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Bunun yanında çinko katkısının yükselmesi, kemik ve pankreas çinko düzeylerinde artış ($P<0,001$) meydana getirmiştir.

Etlik piliçlerde rasyona farklı düzeylerde bakır ve çinko katılmasının performans ve bazı dokulardaki düzeylerine olan etkilerinin incelendiği bir çalışmada, karaciğer dokusunda en yüksek düzeyde çinko katılan (120 mg/kg) grupta 14. ve 30. günlerde, böbrek dokusunda ise 42. günde çinko değerlerinin en yüksek düzeye çıktığı saptanmıştır. Yaşa bağlı olarak bursa fabricius dokusu çinko düzeyinde 30. ve 42. günlerde artış belirlenmiştir. Rasyona bakır, çinko ve her ikisinin birlikte katılmasının etlik piliçlerde

performans (canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranı) üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği sonucuna varılmıştır (Çınar ve Nizamlıoğlu 2004).

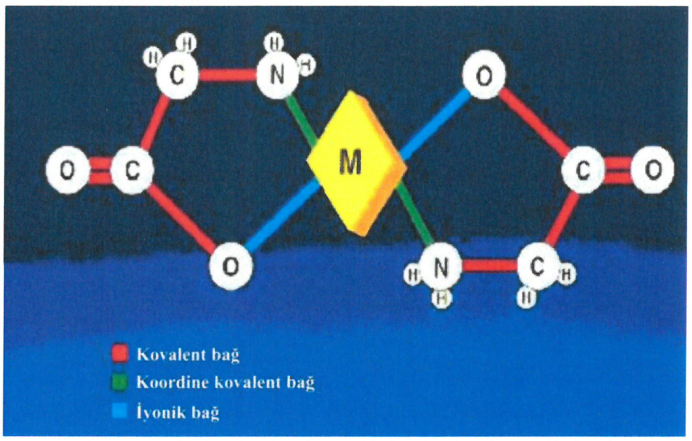
Rasyona çinko katılmasının etlik piliçlerde performans üzerine etkilerinin ve dışkı ile azot atılımının ele alındığı bir çalışmada (Kim ve Patterson 2004); 0, 500, 1000 ve 1500 mg/kg düzeyde çinko kapsayacak şekilde çinko oksit ve çinko sülfat kullanılan rasyonlar oluşturularak denemenin 6-18. günleri arasında hayvanlara verilmiştir. Deneme sonunda canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma bakımından çinko sülfat katkısı kullanılarak 1500 mg/kg düzeyinde çinko kapsayan grupta önemli düzeyde ($P<0,05$) düşük düzeyler elde edilmiştir. Yüksek düzeyde çinko oksit katkısı ise olumsuz etki göstermemiştir. Dışkı kaynaklı azot kaybı bakımından ise rasyona çinko katılması azot atılımını kontrol grubuna göre önemli derecede ($P<0,05$) azaltmış, çinko oksit kaynaklı 1500 mg/kg çinko kapsayan rasyonla beslenen hayvanlarda azot atılımının en düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

1.2. Organik İz Mineraller

Beslenme uzmanları, veteriner hekimler ile sürü ve kümes hayvanı üreticilerinin hayvansal üretime, sağlık ve kârlılığa katkıda bulunan etmenler hakkında edindikleri daha fazla bilgi, dikkatleri iz mineral beslenmesi üzerine çevirmektedir. Ancak araştırıcılar bu konuda yeni bilgiler edindikçe, bütün iz minerallerin benzer olmadığı ortaya çıkmaktadır. Örneğin herhangi bir besin maddesinin emilim ve metabolizma için uygun olmasına bağlı olarak farklı sınıflarda bulunan mineraller farklı düzeylerde biyoyararlanıma sahiptir. Bir iz mineral emilmeden önce mutlaka bir organik moleküle bağlanmış veya eşlik ediyor olmalıdır. Bu işlem bağırsak duvarından iz mineralin geçmesine izin verir, buradan da doku ve organlarda kullanılmak üzere kana geçer. Eğer bir iz mineral sindirim kanalı içerisinde herhangi bir organik moleküle bağlanmazsa bağırsaklardan emilimi gerçekleşmez. Bu durum, genellikle rasyona inorganik iz mineral takviyesi yapılması sonucu görülmektedir (Anonim 2004).

Organik iz mineral, basit olarak amino asitler, proteinler, polisakkaritler, maya ya da organik asitler gibi bir organik ligand ile bir metal iyonunun kombinasyonu olarak tanımlanabilir. Özellikle, organik liganda birden fazla bağ (iyonik veya kovalent olarak) ile bağlı merkezi pozisyonda yer alan bir metal iyonu şeklindedir. Organik mineral oluşumu

sırasında heterosiklik halka yapısı oluşurken metal iyonu ve ligand karşılıklı olarak elektron alıcısı (metal iyonu) ve elektron vericisi (ligand) olarak görev yapar. Genellikle metal iyonu ligand üzerindeki elektronegatif alanlara (iki veya daha fazla) bağlanır (Şekil 1.4) (Vieira 2008, Hess ve ark 2014).



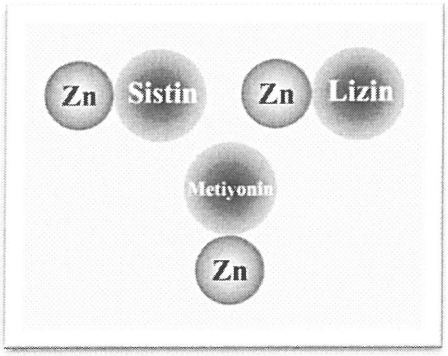
Şekil 1.4. Organik iz mineralin yapısı (Hardy 2003)

1.2.1. Organik iz mineral çeşitleri

Amerikan Yem Kontrol Görevlileri Derneği (AAFCO) tarafından tanımlanan altı organik iz mineral ürün alt grubu bulunmaktadır. Aşağıda bazı ek gözlemlerle birlikte bu alt grupların farklılıkları tanımlanmıştır (Cheng ve ark 2005, Barton 2010).

1.2.1.1. Metal-amino asit kompleksi

Metal amino asit kompleksleri, bir amino asit ile (örneğin çinko, bakır, manganez vb) belirli bir çözünebilir metal kompleks tuzunun birleşmesi sonucu oluşur (Şekil 1.5) (Anonim 2004, Vieira 2008).

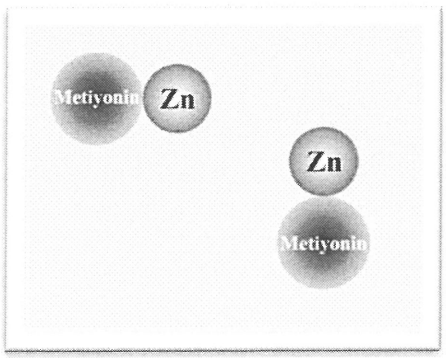


Şekil 1.5. Metal-amino asit kompleksi (Anonim 2004)

Bu metal-amino asit kompleksleri, yeni patentli bir "amino asit ekstre etme işlemi" kullanılarak ve ara madde olarak saf bir protein kaynağı parçalanarak üretilmektedir; dipeptidler, tripeptidler ya da daha büyük protein parçaları olmaksızın tek serbest amino asitler içeren ürünlerdir. Serbest amino asitler, bir metal iyonuna bire bir oranda bağlanarak kompleks oluşturmaktadır (Anonim 2004).

1.2.1.2. Metal-spesifik amino asit kompleksi

Metal spesifik amino asit kompleksleri bir çözünebilir metal tuzu ile spesifik bir amino asitin birleştirilmesi sonucu oluşturulur (Şekil 1.6) (Anonim 2004, Vieira 2008).



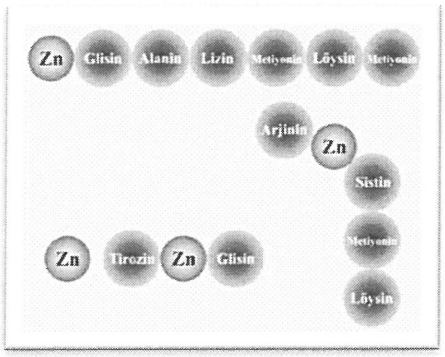
Şekil 1.6. Metal-spesifik amino asit kompleksi (Anonim 2004)

Metal spesifik amino asit kompleksi çinko metiyonin örneğinde de olduğu gibi bilinen bir amino asit ile bir metal iyonunun birleşmesi sonucu özel bir kimyasal yapıya

sahiptir. Örneğin oluşan son ürün bir metal çinko iyonu ve bir molekül metiyonin kapsar (Anonim 2004).

1.2.1.3. Metal-proteinat

Metal proteinatlar çözünebilir tuzların amino asitlerle veya kısmen hidrolize olmuş proteinlerle şelasyonu sonucu oluşur (Şekil 1.7) (Anonim 2004, Vieira 2008).



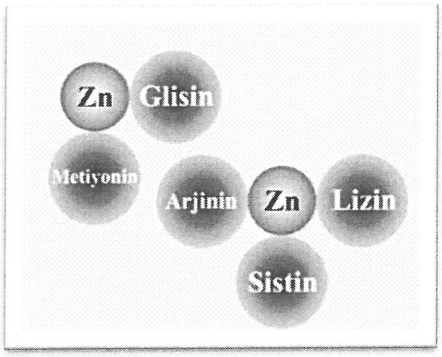
Şekil 1.7. Metal-proteinat (Anonim 2004)

Oluşan son ürün tek amino asitler, dipeptidler, tripeptidler veya diğer protein derivatlarını içerebilir. Yapılan bazı araştırmalar, oluşturulan proteinatların rasyondaki diğer besin maddeleri ile etkileşimde bulunması sonucu emiliminin gerçekleşmediğini ve bunun sonucu olarak da hayvan tarafından daha az biyoyararlanımı olduğunu göstermektedir. Sıklıkla, elde edilen son üründeki bağların sindirim kanalı ortamında dayanıklılığı oldukça düşüktür. Metal proteinatlarda tanımlanmış bir kimyasal yapı söz konusu değildir. Bu gruptaki ürünler üreticiye bağlı olarak oldukça değişim göstermektedir (Anonim 2004).

1.2.1.4. Metal-amino asit şelatı

Şelatlar, çözünebilir metal tuzlarından gelen metal iyonu ile bir, iki veya üç (çoğunlukla iki) mol amino asitin koordinat kovalent bağlarla bağlanma reaksiyonu sonucu oluşur. Basit bir anlatımla, şelasyon bir spesifik mineralin iki veya daha fazla amino asit

tarafından çevrelenmesi ve bağlanmasını ifade eder (Şekil 1.8) (Anonim 2004, Vieira 2008).

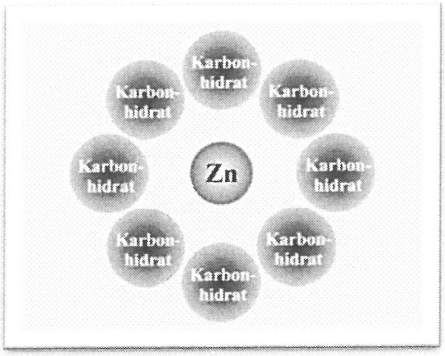


Şekil 1.8. Metal-amino asit şelatı (Anonim 2004)

Piyasada metal şelatı olduğu öne sürülen birçok ürün bulunmaktadır. "Gerçek" şelatlar sadece metal ve amino asitler arasında sadece koordinat kovalent bağlardan oluşur. Bununla birlikte, amino asitleri tanımlamada yetersizlik ve ne kadarının şelatlandığının bilinmemesi nedeniyle bu işlem yetersiz olmaktadır (Anonim 2004).

1.2.1.5. Metal-polisakkarit kompleksi

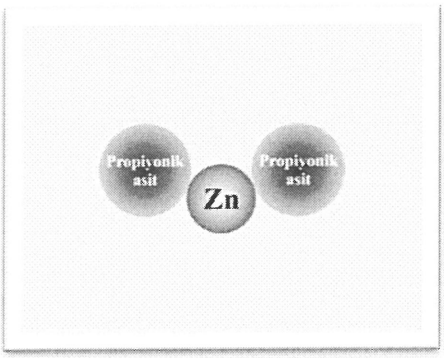
Metal polisakkarit kompleksleri bir çözünebilir mineral tuzu ile spesifik metal kompleksi bileşeni olarak adlandırılan bir polisakkarit çözeltisinin birleştirilmesi ile oluşur. Metal polisakkarit komplekslerinin kullanımı ile ilgili sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Dahası oluşturulan ürün, mineral ve polisakkarit arasında herhangi bir kimyasal bağ bulunmayan, daha çok bir organik mineral matriksidir (Şekil 1.9) (Anonim 2004, Vieira 2008).



Şekil 1.9. Metal-polisakkarit kompleksi (Anonim 2004)

1.2.1.6. Metal-propiyonat

Yem endüstrisi için yeni olmamasına rağmen metal propiyonat konusunda yapılan araştırmalar sınırlıdır. Çözünebilir metaller ile çözünebilir organik asitlerin birleştirilmesi ile oluşturulan metal propiyonatlar, ilk olarak 1891 yılında tanımlanmıştır. Ortaya çıkarılan ürünler çözelti içerisinde metaller ile organik asitler birbirlerinden bağımsız ve genellikle yüksek düzeyde çözünmüş halde bulunur (Şekil 1.10) (Anonim 2004).



Şekil 1.10. Metal-propiyonik asit (Anonim 2004)

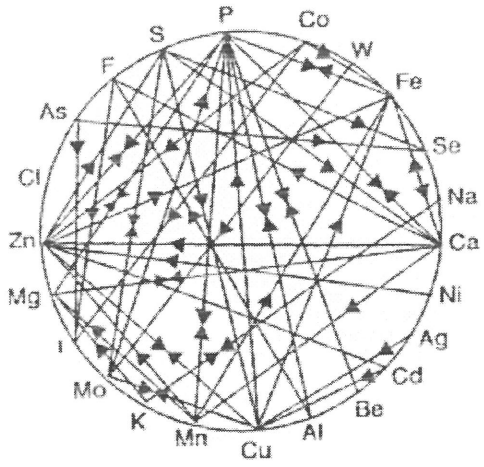
1.2.2. Organik iz minerallerin sindirim kanalından emilimi

Organik mineraller ince bağırsakta, mineral iyonlarının sindirim yollarından daha çok, peptid ve amino asitler gibi bağlı bulundukları organik bileşiğin sindirilme yolları ile vücut içerisine alınırlar. Organik mineral formlarının taşınması ve bağırsakta emilimlerinin yüksek olması nedeniyle biyoyararlanılabilirliği inorganik formlara göre daha yüksektir.

Sindirim kanalında daha istikrarlı oldukları için iz minerallerin emilimlerini olumsuz etkileyen bazı rasyon bileşenleriyle oluşabilecek olumsuz etkilerden de biyokimyasal olarak korunurlar (Rutz ve ark 2004, Garrett 2011).

Bitkisel yemlerin yapısında bulunan fitik asit, oksalik asit ve fosforik asit gibi maddeler serbest metal iyonları ile bağlanarak çözünmeyen tuzlar oluşturmaktadır, bunun sonucu olarak da bu metallerin sindirim kanalından emilimi mümkün olmamaktadır. Yemlerde bulunan tetrasiklin türevi antibiyotikler de serbest metal iyonlarını bağlamakta ve emilimi engelleyebilmektedir. Organik iz mineraller ise özel yapılar oluşturmaları nedeniyle çok daha iyi bir kimyasal kararlılığa ve bunun sonucu olarak da inorganik minerallere göre çok daha iyi bir emilim oranına sahiptir (Anonim 2014c).

Demir ile çinko ve manganez arasında veya bakır ile molibden arasında olduğu gibi birçok iz mineral arasında emilim ve metabolizmalarını olumsuz yönde etkileyen karmaşık bir antagonistik ilişki bulunmaktadır (Sandström 1992, Vieira 2008, Anonim 2014c). Minerallerin birbirleri arasındaki etkileşimler Şekil 1.11'de gösterilmektedir. Diğer yandan yem katkı maddelerinde taşıyıcı veya seyreltici olarak kullanılan mermer tozunun rasyona katılmasıyla rasyondaki kalsiyum iyonu düzeyi artmaktadır. Kalsiyum iyonunun bakır ve çinko başta olmak üzere birçok iz mineral üzerine antagonistik etki gösterdiği bilinmektedir (Lowe ve ark 1994, Wedekind ve ark 1994, Anonim 2014c). Bunun yanı sıra, üretim, taşınma veya depolanma esnasında yemin içeriğinde bulunan iki değerlikli demir iyonu okside olarak üç değerlikli hale dönüşebilmekte, iki değerlikli bakır iyonu da indirgenerek tek değerlikli hale gelebilmektedir. Oluşan bu etkileşimler yemin bileşimindeki minerallerden yararlanımı olumsuz yönde etkilemektedir. Organik iz minerallerde ise mineraller arasındaki antagonistik etki inhibe edilerek yukarıda sıralanan olumsuzluklar ortadan kalkmaktadır. Öte yandan, inorganik mineraller sindirim kanalı pH değerini etkilemekte, organik mineraller ise sindirim kanalında tampon işlevi görerek metabolizmanın uyarılmasını azaltmaktadır (Anonim 2014c).



Şekil 1.11. Sindirim kanalı ve metabolizmada mineraller arasındaki potansiyel etkileşimler (Vieira 2008)

İnorganik metal iyonları, hücre zarını geçtikten sonra organizmaya alınmaktadır. Metal iyonları öncelikle hücre dışında yağda çözünebilir bileşikler ile sarılı olarak, bir taşıyıcı aracılığı ile hücre zarından geçebilmektedir. Beş veya altı üyeli bir halkanın merkezinde bulunan metal iyonu bağırsak villuslarından pasif difüzyon veya aktif transport yolu ile geçebilmekte ve amino asit veya peptid şelatı şeklinde absorbe edilmektedir (Vieira 2008, Anonim 2014c). Eğer iz mineral amino asit veya peptid ile şelatlanmış ise doğrudan emilmektedir. Bu şekilde şelatlanmış iz minerallerin emiliminde herhangi bir şart veya kısıtlama bulunmamaktadır. Molekül ağırlığı 1000 u'nun (u= atomik kütle birimi, Da) altında olan tüm şelatlar hücre zarı tarafından kolaylıkla absorbe edilmektedir. Bazı özel dönemlerde (örneğin yeni doğanlarda) ise 100 000 u'nun üzerindeki moleküller pinositoz yolu ile hücre içerisine alınmaktadır. Amino asit şelatlı iz minerallerin bu benzersiz emilme yolları nedeniyle biyoyararlanımı oldukça yüksek düzeydedir (Hardy 2003, Anonim 2014c).

1.2.3. Organik iz minerallerin kullanım avantajları

Amino asitler ile şelatlanmış iz mineraller absorbe edildiğinde, hayvan muhtemel yetersizliği görülen iki besin maddesini birden almış olmaktadır. Amino asit şelatları hayvanlarda stres önleyici olarak oldukça etkindir. Aynı zamanda antimikrobiyel yeteneği geliştirmek, bağışıklık sistemini güçlendirmek ve enzim aktivitesini artırmak gibi ek yararlara sahip olduğu bildirilmektedir (Ayaşan 2007, Anonim 2014c).

Organik iz mineraller, inorganik minerallerde olduğu gibi yemde koku meydana getirmemektedir. Bu da bir ölçüde yemin lezzetini artırmaktadır (Anonim 2014c).

İnorganik iz minerallerin aşırı düzeyde tüketilmesi sonucu zehirlenmeler meydana gelmektedir ve yemle yüksek düzeyde alınan inorganik iz mineraller diğer büyümeyi uyaran bileşiklerle inorganik tuzlar şeklinde çökeltiler oluşturabilmektedir. Organik iz minerallerin özel yapıya sahip olmaları nedeniyle yüksek düzeyde alınmaları sonucu bu tip olumsuz etkiler oldukça düşük düzeyde gözlenmektedir (Anonim 2014c, Świątkiewicz 2014).

1.2.4. Organik iz mineral kaynakları

Organik iz mineraller doğal ve sentetik olmak üzere iki kategori altında sınıflandırılabilir. Doğal mineral kompleksleri organizmada normal sindirim, emilim ve metabolizma sırasında meydana gelir. Sentetik mineral kompleksleri ise genellikle yem katkı maddesi olarak mineral yararlanım etkinliğini artırmak için kullanılır. Sindirim sırasında, alınan minerallerin yararlanılabilirliğini artıran veya azaltan çeşitli doğal organik mineral kompleksleri meydana gelir (Hess ve ark 2014). Herrick (1993) doğal organik mineralleri biyolojik sistemlerdeki işlevlerine göre üç grup altında ele almıştır. Bu gruplar metal iyonlarını taşıma ve depolamada görev alanlar, fizyolojik aktiviteler için esansiyel olanlar ve metal iyonu kullanımı ile etkileşimde olanlar olarak sınıflandırılabilir. Amino asitler, EDTA ve diğer sentetik ligandlar metal iyonlarının sindirim kanalı lümeninden mukoza hücrelerine geçişinin artırılması için sindirim kanalında metal bağlama ve taşıma ajanı olarak önemlidir. Örneğin transferrin demirin bağırsaklardan emilimi, taşınması ve depolanması için gereklidir. Ayrıca, metal kompleksleri bazı yapıların fizyolojik aktivitesini sağlamak için biyolojik sistemlerde oluşturulabilmektedir. Buna örnek olarak hemoglobinin demir taşıması ve B_{12} vitamininin merkezi bir kobalt atomuna sahip olması gösterilebilir (Hess ve ark 2014).

Sentetik organik iz mineraller rasyona katılan iz minerallerin yararlanımını artırmak amacıyla üretilmektedir. Burada amaç organik ligandlar ile çeşitli metal iyonlarını kompleksleştirmek suretiyle bağırsak mukozası boyunca mineral emilimini artırmaktır. Sentetik mineral kompleksler ile mineral yararlanılabilirliğinin artırılması amaçlanırken, oluşturulan kompleksin sindirim kanalı içerisindeki kararlılık sabiti ve molekül büyüklüğü

göz önünde bulundurulmalıdır. Kararlılık sabiti bir metal iyonu ile bir ligand arasındaki afinitenin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır (Nelson 1988). Kararlılık sabitinin, metal-ligand kompleksinin emilimi esnasında dayanıklı olabilecek kadar yüksek ve metabolik kullanım noktasında metal iyonunun serbest kalmasına olanak verecek düzeyde düşük olması gerekir. Buna ek olarak, ligand-metal kompleksinin tam olarak emilmesine olanak sağlamak için molekül ağırlığı yeterince düşük olmalıdır (Hess ve ark 2014).

1.2.5. Organik çinko kaynakları

Ticari olarak üretilen ve yem katkı maddesi olarak kullanılan çeşitli organik çinko kaynakları bulunmaktadır. Günümüzde, etlik piliçlerin beslenmesinde çinko proteinat, çinko metiyonin, çinko lizin, çinko-amino asit kompleksleri, çinko-peptid kompleksleri, çinko-amino asit-peptid kompleksleri, çinko asetat, çinko pikolinat ve çinko-maya hücre duvarı bileşenleri gibi çeşitli formlarda organik çinko kaynakları temin edilebilmektedir (Ayaşan 2007, Vieira 2008, Barton 2010).

1.2.6. Etlik piliç rasyonlarında inorganik veya organik çinko kaynakları kullanımının karşılaştırıldığı çalışmalar

Bu bölümde etlik piliçlerin beslenmesinde rasyona çinko kaynağı olarak organik çinko katılmasının çinko biyoyararlanılabilirliği, performans ve diğer bazı parametreler üzerine etkilerinin araştırıldığı özellikle son yıllarda yapılan çeşitli çalışmalar kısaca ele alınmıştır.

Mısır-soya proteini ve dekstroz ile hazırlanan yarı saflaştırılmış etlik piliç rasyonuna çinko propiyonat katılmasının çinko biyoyararlanımı ile yüksek düzeyde ilişkili olduğu yapılan bir çalışma (Brooks ve ark 2013) ile ortaya konmuştur. Rasyonda çinko kaynağı olarak çinko propiyonat bulunması çinko sülfat ile karşılaştırıldığında, göreli canlı ağırlık artışının %119 ve göreli tibia çinko düzeyinin %116 düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

Mısır-soya fasulyesi küspesine dayalı rasyonla beslenen 8-28 günlük etlik civcivlere artan oranda (100, 150 ve 200 mg/kg) çinko sülfat ve çinko-amino asit-peptid kompleksi katılmasının çinko biyoyararlanımı üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Sahraei

ve ark 2013), organik çinko biyoyararlanımının inorganik çinkoya göre %147-200 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Diğer yandan, Yogesh ve ark (2013) etlik piliçlerde 0-6. haftalar arasında yaptıkları çalışmada, rasyona farklı çinko kaynakları (çinko propiyonat, çinko oksit ve çinko sülfat) ve bu çinko kaynaklarının farklı düzeylerde (40, 60, 80, 100 mg/kg çinko) katılmasının canlı ağırlık artışı üzerine etki göstermediğini, buna karşın organik çinko katkısı yapılan gruplarda yem tüketiminde azalma ($P<0,05$) ve yemden yararlanma oranında da iyileşme ($P<0,05$) meydana geldiğini bildirmiştir.

Star ve ark (2012), çinko sülfat ile amino asit kompleksi formundaki organik çinkonun biyoyararlanımını belirlemeye yönelik yaptıkları bir çalışmada, 0-21. günler arasında 33,5 mg/kg düzeyde çinko kapsayan mısır-soya fasulyesi küspesine dayalı etlik piliç rasyonlarına artan düzeylerde (5, 10, 15, 20 ve 40 mg/kg) çinko sülfat ve organik çinko (5, 10 ve 15 mg/kg) katmışlardır. Araştırma sonucunda kaynağı fark etmeksizin artan çinko düzeyinin tibia çinko düzeyini artırdığını ($P<0,05$), organik çinkonun biyoyararlanımının çinko sülfata göre %164 daha fazla olduğunu ($P<0,05$) ortaya koymuşlardır. Yem tüketimi ve canlı ağırlık artışları bakımından ise herhangi bir farklılık gözlenmemiştir.

Yapılan bazı çalışmalardan elde edilen bulgular, etlik piliç rasyonlarına organik çinko katılmasının performans parametreleri üzerine herhangi bir etki yapmadığını göstermektedir. Salim ve ark (2012), etlik piliç rasyonuna 40 mg/kg çinko düzeyini sağlayacak şekilde çinko proteinat katılmasının herhangi bir çinko katkısı yapılmamasına göre 31 günlük yaşta performans parametreleri bakımından (canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yaşama gücü) herhangi bir etkisi olmadığı sonucuna varmıştır. Benzer şekilde Yalçınkaya ve ark (2012), rasyona 80 mg/kg düzeyde çinko proteinat katılmasının rasyona herhangi bir çinko katkısı yapılmamasına göre 42 günlük etlik piliçlerde yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve canlı ağırlık artışı bakımından herhangi bir değişim oluşturmadığını bildirmiştir. Artan düzeylerde (0, 20, 40 ve 60 mg/kg çinko) çinko metiyonin katkısı yapılan rasyonlar ile 21-42. günler arasında beslenen etlik piliçlerde canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı bakımından herhangi bir olumlu etki oluşmadığı yapılan başka bir çalışma ile (Bun ve ark 2011) ortaya konmuştur.

Świątkiewicz ve ark (2001), 4-28 günlük yaş aralığındaki etlik civcivlerin rasyonlarına artan düzeylerde (0, 10, 20 ve 40 mg/kg) çinko sülfat yerine çinko-amino asit kompleksi katılmasının etkilerini inceledikleri araştırmada, organik çinko katılmasının canlı ağırlık artışını göreli olarak %121, yemden yararlanma oranını %116 ve tibia çinko düzeyini %139 düzeyinde artırdığını ortaya koymuştur.

1.3. Etlik Piliçlerin Beslenmesinde Kullanılan Yemlerdeki Antinutrisyonel Maddeler

Özellikle yem hammaddesi olarak kullanılan bitkilerde bulunan biyolojik etkin maddeler çeşitlilik açısından oldukça geniş bir dağılım göstermektedir. Beslenme ve sağlık açısından olumlu ve olumsuz etkilerin her ikisini de barındırabilen bu bileşiklerin çeşitli biyolojik sistemlerdeki fizyolojik etkilerinin ortaya konması için yapılan birçok araştırma bulunmaktadır. Bitkilerin içerdikleri antinutrisyonel maddeler; gübrelerden, pestisitlerden ve bitki bünyesinde doğal olarak meydana gelen kimyasal bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Bu kimyasallardan bazıları "ikincil metabolitler" olarak adlandırılmaktadır ve bazıları uygun miktarlarda alındıklarında hayvan sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturmakta, ancak birçoğu yemlerle fazla miktarda alındıklarında veya farmakolojik etkin ajanlar olarak verildiklerinde sağlık bakımından oldukça zararlı yanıtlar ortaya çıkarmaktadır (Sugano ve ark 1993, Soetan ve Oyewole 2009).

Bitkilerde bulunan antinutrisyonel etmenler kimyasal yapı, oluşturdukları spesifik etki veya biyosentetik kökeni temel alınarak sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma, tüm antinutrisyonel etmenleri kapsamamasına rağmen insan gıdaları ve hayvan yemlerinde sıklıkla bulunan antinutrisyonel maddeleri içermektedir. Antinutrisyonel etmenler başlıca iki ana grup altında ele alınabilir. Bunlardan ilki normal işlem sıcaklıklarına karşı hassas olan (lektin ve proteaz inhibitörleri gibi) proteinler, diğeri ise kararlı veya bu sıcaklık uygulamalarına karşı dirençli olan polifenolik bileşikler (özellikle kondanse tanenler), protein niteliğinde olmayan amino asitler, galaktomannan zamklar ve diğer maddeler olarak sıralanabilir. Çoğunlukla yapısında antinutrisyonel madde barındıran bitkiler genellikle iki veya daha fazla sayıda toksik bileşiği içermektedir, yukarıda söz edilen her iki grubu birden içeren bitkilerde bu bileşikleri zararsız hale getirmek daha da zorlaşmaktadır (Soetan ve Oyewole 2009). Aletor (1993)'a göre hayvan yemlerinde bulunan bazı antinutrisyonel etmenler; (1) enzim inhibitörleri (tripsin ve kemotripsin

inhibitörleri, plazmin inhibitörleri elastaz inhibitörleri), (2) hemaglütininler (konkanavalin A, risin), (3) bitki enzimleri (üreaz, lipoksigenaz), (4) siyanojenik glikozidler (fazeolunatin, dhurrin, linamarin, lutaustralin), (5) guatrojenler (pro-guatrinler ve glukosinolatlar), (6) östrojenler (flavonlar ve genistein), (7) saponinler (soya sapogenin), (8) gossipol (pamuk gibi *Gossipium* türlerinde bulunan), (9) tanenler (kondanse ve hidrolize olabilen tanenler), (10) amino asit analogları (BOAA, DAP, mimozine, N-metil-1-alanin), (11) alkaloidler (solanin ve cakonin), (12) anti mineraller (fitatlar ve okzalatlar), (13) antivitaminler (antivitamin A, D, E, B_1 ve B_{12}) ve (14) favizme yol açan bileşikler olarak gruplandırılabilir.

Bu kısımda etlik piliçlerin beslenmesinde kullanılan yemlerdeki antinutrisyonel maddeler ayrı ayrı ele alınmayacak, sadece tanenlere değinilecektir.

1.3.1. Tanenler

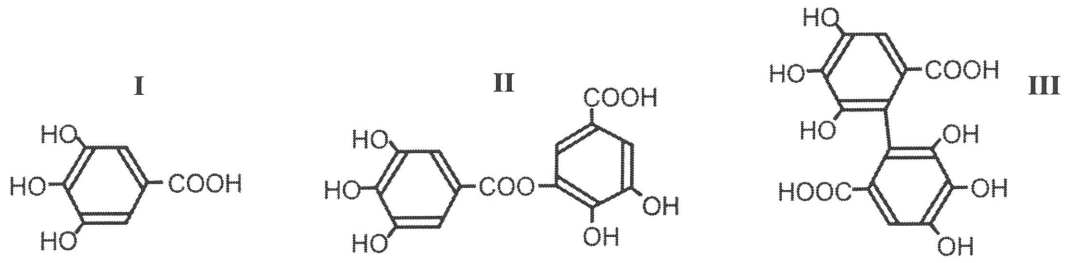
Tanenler, bitkilerde bulunan ve molekül ağırlıkları 500-30 000 Da arasında değişen azotsuz fenolik bileşiklerdir (Jansman 1993, Bravo 1998). Tanenlerin sağlık alanında büzüştürücü, hemostatik, antiseptik, yatıştırıcı, bağışıklık sistemini kuvvetlendirici, ateş düşürücü, peklik yapıcı, antiromatizmal etkileri ile bakır, kurşun ve alkaloid zehirlenmelerinde antidot olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Aydın ve Üstün 2007). Tanenlerin sağlık alanı dışında kullanımı da oldukça geniştir. Deri ve boya endüstrisinde, ayrıca şarap ve biranın berraklaştırılmasında da tanenler kullanılmaktadır (Aydın ve Üstün 2007, Ünver ve ark 2014).

Tanenler proteinleri, karbonhidratları, demir ve kalsiyum başta olmak üzere mineralleri, ayrıca B_{12} vitaminini bağlama ve çöktürme özelliğine sahiptirler. Proteinlere olan eğilimleri karbonhidrat ve metallerden daha fazladır (Kumar ve Singh 1984, Kaya ve Yavuz 1993, Champ 2002). Tanenlerin proteinlere bağlanarak oluşturdukları yapılar pH 3,5-7,0 arasında yıkımlanmadan sabit kalır (Getachew ve ark 2000). Proteinlerden daha düşük düzeyde polisakkaritlere ve metal iyonlarına da bağlanıp kompleks yapı oluşturmaktadırlar (Aydın ve Üstün 2007).

1.3.1.1. Tanenlerin yapısı ve çeşitleri

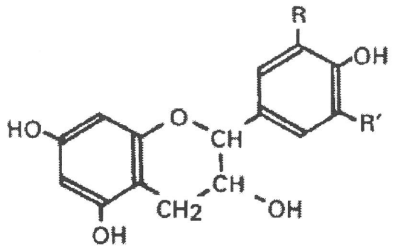
Tanenler hidrolize olabilen ve hidrolize olmayan (kondanse) tanenler olmak üzere iki grup altında ele alınmaktadır (Mangan 1988, Bravo 1998, Kaya ve Pirinçci 2002, Bele ve ark 2010).

a. Hidrolize olabilen tanenler: Hidrolize olabilen tanenler zayıf asitler ve bazlar, sıcak su, gastrointestinal esterazlar ile bakteri, maya ve mantarlar tarafından salgılanan enzimlerce hidrolize olarak gallik asit, pirokateşik asit ve şeker gibi suda çözünebilen bileşikler verir (Aydın ve Üstün 2007). Bu grubun en önemli temsilcisi tannik asittir (Mangan 1988). Hidrolize olabilen tanenler alkol, aseton, gliserol ve suda çözünürken, benzen, etil eter ve kloroformda çözünmezler. Hidrolize olabilen tanenler hidroliz ürünlerine göre gallotanenler ve ellajiktanenler diye iki gruba ayrılmaktadır (Şekil 1.12) (Kaya ve Pirinçci 2002, Bele ve ark 2010). Hidrolize olabilen tanenlerin toksik etkileri, kendilerinin ya da yıkım sonucu oluşan ürünlerinin sindirim kanalı mukozasından emilmeleri sonucunda görülmektedir. Hidrolize olabilen tanenlerin karaciğer, böbrek ve dalak gibi organlarda hasar oluşturdukları, mukozalar üzerine büzüştürücü etki göstererek salgıları azalttıkları, çok miktarda alındıklarında iştahı azalttıkları, aşırı miktarlarının ise mide ve bağırsak yangısına neden olabildikleri bildirilmektedir (Aydın ve Üstün 2007).



Şekil 1.12. Gallotanenler (I-gallik asit ve II-m-digallik asit) ile ellajiktanenlerin (III-hekzahidroksidifenik asit) molekül yapıları (Mangan 1988)

b. Hidrolize olmayan (kondanse) tanenler: Kondanse tanenler, hidrolizle parçalanmaya dayanıklı flavonoid ünitelerin oligomer veya polimerleri olduğu için flavonlar diye adlandırılır (Şekil 1.13). Hidrolitik ajanlarla muamele edilmeleri sonucu veya vücutta enzimatik olarak parçalanmazlar (Aydın ve Üstün 2007). Şiddetli asit ve alkali ortamlarda kateşin ve antosiyanidinlere parçalanırlar. Hidrolize olduklarında gallik asit yerine ellajik asit ve glikoz yerine kuinik asit açığa çıkar (Chung ve ark 1998).



Şekil 1.13. Kondanse tanenlerin (flavan-3-ol) molekül yapısı (Mangan 1988)

1.3.1.2. Etlik piliçlerin beslenmesinde kullanılan yem maddelerinde tanenler

Bazı bitkiler tanen bakımından zengindirler. Bitkilerdeki tanen miktarı; (a) bitkinin türüne, (b) vejetasyon dönemine ve (c) kısımlarına (tohum, yaprak, filiz, kabuk gibi) göre farklılık gösterdiği gibi (d) yetiştiği bölgeye ve (e) iklime göre de değişmektedir (Ünver ve ark 2014).

Etlik piliçlerin beslenmesinde kullanılan buğdaygil tanelerinden sorgumda (*Sorghum spp.*) yüksek düzeyde tanen bulunmaktadır. Kateşin eşdeğerliği olarak sorgum tanesinde tanen düzeyinin %2,7-10,2 aralığında olduğu yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda ortaya konmuştur (Harris ve Burns 1970, Harris ve ark 1970, Jambunathan ve ark 1986). Sorgumda bulunan tanen düzeyi tanenin perikarp rengi ile ilişki içerisindedir. Tanenin testa tabakası polifenolik bileşikleri kapsamaktadır. Arpa (*Hordeum vulgare* L.) ve darı (*Panicum miliaceum*) da polifenolik bileşikleri kapsayan diğer buğdaygil tane yemleridir. Arpada bulunan polifenolik bileşiklerin miktarı %0,55-1,23 arasında değişiklik göstermektedir (Jansman 1993).

Baklagil tanelerinden fasulye (*Phaseolus vulgaris),* bezelye *(Pisum sativum),* nohut *(Cicer arietinum* L.), bakla (*Vicia faba L.*), börülce (*Vigna unguiculata* L.) ve mercimekte (*Lens culinaris)* tanenler bulunmaktadır. Baklagil tanelerinin yapısında bulunan tanenler kondanse tanenler şeklindedir ve miktarı %0,15-18,70 arasında değişmektedir (Salunkhe ve ark 1990). Kondanse tanenler, kanatlı beslenmesinde kullanılan yem maddelerinden en çok tapioka (*Manihot esculenta*) bitkisinde bulunmaktadır (Reed ve ark 1982).

Etlik piliç rasyonlarında temel bileşen olarak kullanılan mısır ve soya fasulyesi küspesi, düşük düzeylerde de olsa tanen kapsamaktadır (Anonim 2015a). Yapılan bir çalışmada, 17 farklı etlik piliç yemi örneğinde tanen düzeylerinin %0,25-1,20; dört farklı mısır örneğinde de tanen düzeylerinin %0,10-0,80 aralığında olduğu bildirilmiştir (Akar ve

ark 1994). Chisowa ve ark (2013) yaptıkları araştırmada, işlenmemiş soya fasulyesinde %0,327; ısıl işlem görmüş soya fasulyesinde ise %0,719 düzeyinde tanen bulunduğunu ortaya koymuştur.

1.3.1.3. Etlik piliç rasyonlarında tanen düzeyinin etkilerine ilişkin çalışmalar

Bu bölümde etlik piliçlerin rasyonlarında tannik asit bulunmasının sindirilebilirlik, performans ve çeşitli parametreler üzerine etkilerinin araştırıldığı çeşitli araştırmalar kısaca ele alınmıştır.

Etlik piliç rasyonlarında mısır yerine düşük tanen içeriğine sahip sorgumun ikâme edilmesinin araştırıldığı bir çalışmada (Kwari ve ark 2012), mısır yerine artan düzeylerde (%0, 25, 50, 75 ve 100) sorgum katılan rasyonlarla dokuz hafta süresince beslenen etlik piliçlerde; canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı bakımından 28. günde en yüksek değerler mısır yerine %50 ve %75 düzeyinde sorgum ikâme edilen gruplarda elde edilmiş ($P<0,05$), deneme sonunda ise canlı ağırlıklar bakımından gruplar arasında önemli düzeyde bir farklılık gözlenmemiştir. Günlük ortalama yem tüketimleri sorgum kapsayan rasyonlarla beslenen hayvanlarda sadece mısır kapsayan rasyonla beslenen hayvanlara göre daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Yemden yararlanma oranları bakımından 28. günde %0, %50 ve %75 düzeyde sorgum ikâme edilen gruplarda en düşük değerler ($P<0,05$) elde edilmiş, deneme sonu yemden yararlanma oranları bakımından gruplar arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Göreli karaciğer ağırlıkları bakımından gruplarda elde edilen değerlerin benzer olduğu belirtilmiştir. Benzer bir çalışma (Medugu ve ark 2010), etlik piliç rasyonlarına mısır yerine darı, düşük ve yüksek tanen içerikli sorgum varyetelerinin ikâme edilme olanaklarını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Mısırın tamamı yerine darı ve sorgum varyeteleri katılarak hazırlanan rasyonların yedi hafta süresince verildiği çalışmada canlı ağırlık, karkas randımanı ve karaciğer ağırlıkları bakımından gruplar arasında herhangi bir farklılığın meydana gelmediği, sonuç olarak bu yem hammaddelerinin rasyona mısır yerine ikâme edilebileceği bildirilmiştir.

Moyle ve ark (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, yüksek tanen içeriğine sahip bir baklagil türü olan *Sericea lespedeza*'nın kurutulmuş yapraklarının etlik piliç rasyonuna farklı düzeylerde katılmasının (%0, 5, 10 ve 20) tüketilebilirlik, performans parametreleri ve organ ağırlıkları üzerine olan etkileri incelenmiştir. Deneme sonunda (6. hafta) en

yüksek (P<0,05) canlı ağırlık değerleri kontrol ve %5 düzeyinde *Sericea lespedeza* katılan gruplarda elde edilmiş, artan *Sericea lespedeza* düzeyinin canlı ağırlığı olumsuz yönde (P<0,05) etkilediği ortaya konmuştur. Yem tüketimleri bakımından deneme grupları arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Yemden yararlanma oranı bakımından %20 düzeyinde *Sericea lespedeza* kapsayan rasyonla beslenen gruptan elde edilen değerler diğer gruplara göre yüksek (P<0,05) bulunmuştur. Benzer şekilde göreli karaciğer ağırlığı bakımından da %20 düzeyinde *Sericea lespedeza* kapsayan rasyonla beslenen gruptan elde edilen değerin diğer gruplara göre yüksek (P<0,05) olduğu bildirilmiştir.

Farklı sorgum varyeteleri ile hazırlanan ve farklı düzeylerde tanen kapsayan (2.48, 1,68; 0,20; 0,07 ve 0.00 A_{550nm}/g KM) rasyonlar ile sekiz hafta süresince beslenen Cobb erkek etlik piliçlerde intestinal gelişim ve performans parametrelerinin ele alındığı bir araştırmada (Nyamambi ve ark 2007), deneme sonu canlı ağırlıklar bakımından en düşük (P<0,01) düzey 2,48 A_{550nm}/g KM düzeyinde tanen kapsayan rasyonla beslenen grupta gözlenmiştir. Deneme süresince günlük ortalama canlı ağırlık artışı ve günlük ortalama yem tüketimleri bakımından gruplar arasında herhangi bir farklılık şekillenmemiş, yemden yararlanma oranı bakımından ise sadece 21-42. günler arasında artan tanen düzeyinin olumsuz etki (P<0,01) gösterdiği ortaya konmuştur.

Garcia ve ark (2004) yaptıkları çalışmada, farklı çevre sıcaklıklarında barındırılan (14, 25 ve 32 °C) 30-40 günlük yaşlar arasındaki Ross 308 erkek etlik piliçlerde mısır yerine yüksek ve düşük düzeyde tanen kapsayan sorgum varyeteleri ile hazırlanan rasyonlarla beslemenin, mısır kapsayan rasyonla beslenenlere göre besin madde sindirilebilirliği üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonunda kuru madde, ham protein, ham selüloz, NDF, ham yağ ve azotsuz öz madde sindirilebilirlikleri bakımından gruplar arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiş, ham protein, ADF ve mineral madde sindirilebilirlikleri bakımından ise rasyona mısır yerine sorgum katılmasının her iki varyetede de düşüşe yol açtığı (P<0,05) belirlenmiştir. Diğer yandan sıcak ortamda (32 °C) barındırılan hayvanlardan elde edilen kuru madde, ham protein, NDF, ADF, NÖM ve mineral madde sindirilebilirlikleri daha yüksek (P<0,05) bulunmuştur.

Yapılan başka bir çalışmada (Hassan ve ark 2003), iki farklı sorgum (%2,8 ve %13,8 kateşin eşdeğeri tanen) varyetesi ile hazırlanan ve %75 düzeyde sorgum kapsayan

rasyonlar ile beslenen Lohmann etlik piliçlerde 6. hafta sonunda performans parametreleri (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı) bakımından düşük düzeyde tanen kapsayan sorgum içeren rasyonla beslenen piliçlerde daha iyi sonuçlar ($P<0,01$) elde edildiği ortaya konmuştur. Çinko sindirilebilirliği ise düşük düzeyde tanen kapsayan rasyonda %76,8; yüksek düzeyde tanen kapsayan rasyonda %72,9 olarak belirlenmiş, rasyondaki artan tanen miktarının çinko sindirilebilirliği üzerine olumsuz etki ($P<0.01$) gösterdiği bildirilmiştir.

Rasyona mısır yerine sorgum katılmasının performans parametreleri ile organ ağırlıkları üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Nyachoti ve ark 1996), erkek etlik civcivler 0-9 ve 9-21. günler arasında iki farklı rasyon ile beslenecek şekilde dört deneme grubu (1. grupta 0-9 ve 9-21. günler arasında mısır, 2. grupta 0-9. günler arasında sorgum ve 9-21. günler arasında mısır, 3. grupta 0-9. günler arasında mısır ve 9-21. günler arasında sorgum ve 4. grupta 0-9. ve 9-21. günler arasında sorgum) oluşturulmuştur. Denemenin 21. gününde en düşük yem tüketimi 1. grupta belirlenmiş ($P<0,05$), canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranları bakımından ise gruplar arasında herhangi bir farklılığın oluşmadığı belirtilmiştir. Karaciğer ağırlıkları bakımından da gruplar arasında farklılık görülmemiştir.

1.4. Amaç

Son yıllarda hayvan besleme alanında ele alınan güncel konulardan biri olan organik mineraller ile bunların hayvan beslemede kullanımları ve inorganik/organik minerallerin karşılaştırmalı olarak sindirilebilirliklerinin belirlenmesi amacını taşıyan pek çok araştırma bulunmaktadır. Bununla birlikte herhangi bir antinutrisyonel madde varlığında organik minerallerin sindirilebilirliğinin etkilenip etkilenmediğine ilişkin yapılmış olan araştırmaların çok az sayıda olduğu görülmektedir. Bu noktadan hareketle, etlik piliçlerin beslenmesinde kullanılan yem hammaddelerinin bileşiminde yaygın olarak ve değişken düzeylerde bulunan tannik asitin ve rasyona inorganik veya organik çinko kaynağı katılmasının etlik piliçlerde performans (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı), karkas özellikleri (sıcak karkas randımanı, göreli karaciğer ağırlığı ve göğüs eti rengi), çinko sindirilebilirliği, serum, tibia, karaciğer ve tüy çinko düzeyleri ile ince bağırsak içeriği viskozitesi ve tüy skoru üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

Farklı çinko kaynakları kapsayan etlik piliç rasyonlarına tannik asit katılmasının performans ve sindirilebilirlik üzerine etkisini incelemek amacı ile yapılan çalışmada kullanılan gereç ve yönteme bu bölümde yer verilmiştir.

2.1. Gereç

Araştırmada kullanılan hayvan ve yem gereçleri hakkında bilgiler aşağıda verilmektedir.

2.1.1. Hayvan

Araştırmada hayvan materyali olarak özel bir tavukçuluk işletmesinden alınan toplam 480 adet Ross 308 ticari hibrit erkek etlik civciv kullanıldı.

2.1.2. Yem

Araştırmada Çizelge 2.2'de verilen rasyonlar kullanıldı. Araştırmada hayvanlara ilk 10 gün 3010 Mcal/kg ME ve %24 HP içeren etlik piliç başlangıç, 11-28. günler arasında 3175 Mcal/kg ME ve %22 HP içeren etlik piliç geliştirme, 28-42. günler ile 42-46. günler arasında yapılan sindirim denemesinde ise 3225 Mcal/kg ME ve %20 HP içeren etlik piliç bitirme rasyonları verildi. Çalışmada kullanılan rasyonlar, hayvanların birer haftalık gereksinimlerini karşılayacak miktarda azdan çoğa doğru ön karışımlar yapılarak hazırlandı. Rasyonları oluşturan yem hammaddeleri özel bir yem fabrikasından temin edildi.

Mısır ve soya fasulyesi küspesi temeline dayalı olarak hazırlanan rasyonlara Ross 308 Ticari Hibrit Besleme Özellikleri Kataloğu'nda (Aviagen 2007) verilen gereksinim düzeyini (100 ppm) sağlayacak şekilde inorganik çinko kaynağı olarak %72 düzeyinde

elementer çinko kapsayan çinko oksit veya organik yapıda olan ve %15 düzeyinde elementer çinko kapsayan "Bioplex® Zn" ticari isimli çinko proteinat katkısı yapılmasıyla çinko kaynağı bakımından iki farklı rasyon oluşturuldu. Oluşturulan bu rasyonlara %75 tannik asit kapsayan "Silvafeed ENC®" isimli ticari katkı maddesinden %1 düzeyinde katılması veya katılmaması ile deneme gruplarında kullanılacak olan dört farklı rasyon hazırlandı. Deneme gruplarında kullanılan rasyonlar arasında enerji ve besin maddeleri bileşimleri bakımından farklılık oluşmaması için tannik asit katkısı yapılmayan rasyonlara %1 düzeyinde elenmiş ve yıkanmış kum katıldı. Rasyonlara katılan mineral karması, çinko içermeyecek şekilde yem katkı maddeleri üreten bir firmada özel olarak hazırlatıldı.

2.1.3. Araştırma rasyonlarına katılan tannik asit düzeyinin belirlenmesi

Çalışmada kullanılan tannik asit katkısının kullanım düzeyinin belirlenmesi amacıyla araştırma öncesinde rasyonlarına farklı düzeylerde (%0, 0,5, 1 ve 1,5) tannik asit katkısı yapılan toplam 32 adet etlik piliç (her grupta 8 adet hayvan) 42 gün süresince beslenerek haftalık olarak canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları tespit edildi. Yapılan ön deneme sonucunda performans parametreleri açısından belirgin düzeyde düşüş gösteren grupların %1 ve %1,5 düzeyde tannik asit katkısı yapılan gruplar olduğu belirlendi. Deneme rasyonlarını oluşturan yem hammaddelerinin konu ile ilgili kaynaklarda verilen içerdikleri tanen düzeyi aralıkları da dikkate alınarak, araştırmada rasyona %1 düzeyde tannik asit katkısı yapılmasına karar verildi (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Yapılan ön denemede belirlenen canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı düzeyleri

Tannik asit (%)	Canlı Ağırlık (g)				Toplam yem tüketimi (g)	Yemden yararlanma oranı (g yem/ g canlı ağırlık)
	0. gün	10. gün	28. gün	42. gün		
0	41,63	223,63^{a}	1230,50^{a}	2472,50^{a}	4458	1,83
0,5	41,88	171,86^{b}	1092,57^{ab}	2279,14^{a}	4512	2,02
1	42,13	171,50^{b}	986,63^{b}	2121,75^{a}	4261	2,05
1,5	43,38	145,25^{b}	647,88^{c}	1523,63^{b}	3680	2,48
P	ÖD	***	***	***		

ÖD: Önemli Değil; ***:P<0,001

Çizelge 2.2. Araştırmada kullanılan rasyonların bileşimi

Yem maddesi (%)	Deneme Grupları											
	.....1. Grup.....			.....2. Grup.....			.....3. Grup.....			.....4. Grup.....		
	Başlangıç	Geliştirme	Bitirme	Başlangıç	Geliştirme	Bitirme	Başlangıç	Geliştirme	Bitirme	Başlangıç	Geliştirme	Bitirme
Mısır	49,41	53,80	55,94	49,40	53,74	55,90	49,41	53,80	55,94	49,40	53,74	55,90
Soya fasulyesi küspesi (%46 HP)	41,54	36,68	34,30	41,51	36,68	34,30	41,54	36,68	34,30	41,51	36,68	34,30
Bitkisel yağ	3,66	4,76	5,20	3,67	4,78	5,20	3,66	4,76	5,20	3,67	4,78	5,20
Kireç taşı	1,47	1,20	1,16	1,47	1,20	1,16	1,47	1,20	1,16	1,47	1,20	1,16
Dikalsiyum fosfat	2,05	1,81	1,68	2,05	1,81	1,68	2,05	1,81	1,68	2,05	1,81	1,68
Tannik asit[1]	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kum	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-
DL-metiyonin	0,15	0,11	0,08	0,14	0,11	0,08	0,15	0,11	0,08	0,14	0,11	0,08
L-lizin	0,08	-	-	0,08	-	-	0,08	-	-	0,08	-	-
Tuz	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Vitamin karması[2]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Mineral karması[3]	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
İnorganik çinko[4]	0,0094	0,0098	0,0099	-	-	-	0,0094	0,0098	0,0099	-	-	-
Organik çinko[5]	-	-		0,045	0,047	0,048	-	-		0,045	0,047	0,048
Hesapla bulunan												
ME (kcal/kg)	3025,19	3150,53	3202,89	3024,99	3150,26	3201,54	3025,19	3150,53	3202,89	3024,99	3150,26	3201,54
HP (%)	23,26	21,28	20,05	23,23	21,27	20,04	23,26	21,28	20,05	23,23	21,27	20,04
Ca (%)	1,05	0,90	0,85	1,05	0,90	0,85	1,05	0,90	0,85	1,05	0,90	0,85
P (%)	0,76	0,70	0,67	0,76	0,70	0,67	0,76	0,70	0,67	0,76	0,70	0,67
P_y (%)	0,50	0,45	0,42	0,50	0,45	0,42	0,50	0,45	0,42	0,50	0,45	0,42
Metiyonin (%)	0,51	0,45	0,41	0,51	0,45	0,41	0,51	0,45	0,41	0,51	0,45	0,41
Lizin (%)	1,43	1,24	1,17	1,43	1,24	1,17	1,43	1,24	1,17	1,43	1,24	1,17
Zn (mg/kg)	100,02	100,64	100,25	99,82	100,57	100,97	100,02	100,64	100,25	99,82	100,57	100,97
Analizle bulunan												
Zn (mg/kg)	102,78	104,00	102,16	101,31	106,33	106,26	104,23	102,27	103,48	102,82	106,34	103,10

[1]**"Silvafeed ENC®"** ticari isimli yem katkı maddesinde en az %75 düzeyinde tannik asit bulunmaktadır.

[2]**"Kavimix® 204"** ticari isimli vitamin karmasının 2,5 kg'ında, 12 000 000 IU A vitamini, 1 500 000 IU D_3 vitamini, 30 000 mg E vitamini, 5 000 mg K_3 vitamini, 3 000 mg B_1 vitamini, 6 000 mg B_2 vitamini, 5 000 mg B_6 vitamini, 30 mg B_{12} vitamini, 40 000 mg niasin, 10 000 mg kalsiyum-D-pantotenat, 750 mg folik asit, 75 mg D-biotin, 375 000 mg kolin klorid ve 10 000 mg antioksidan bulunmaktadır.

[3]**Mineral karmasının** 0,3 kg'da 80 000 mg mangan, 40 000 mg demir, 5 000 mg bakır, 400 mg iyot, 100 mg kobalt ve 150 mg selenyum bulunmaktadır.

[4]**Çinko oksit**te %72 elementer çinko bulunmaktadır.

[5]**"Bioplex® Zn"** ticari isimli çinko proteinat yapıda olan organik çinko katkısında %15 düzeyinde elementer çinko bulunmaktadır.

2.2. Yöntem

Araştırmada kullanılan deneysel ünite ve yöntem hakkında bilgiler aşağıda verilmiştir.

2.2.1. Deneme deseni

Araştırmada 2x2 faktöriyel deneme deseni kullanılmıştır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Deneme deseni

Gruplar	Çinko kaynağı	Tannik asit katkısı
1. Grup	İnorganik	Yok
2. Grup	Organik	Yok
3. Grup	İnorganik	Var
4. Grup	Organik	Var

Tannik asit varlığında veya yokluğunda etlik piliç rasyonlarına inorganik veya organik çinko katılmasının ele alındığı denemenin 0-42. günleri arasında yapılan performans denemesinde her birinde 120 adet erkek etlik civciv bulunacak şekilde dört deneme grubu oluşturuldu. Deneme gruplarının her birinde 15 adet civciv bulunan sekizer alt grup düzenlendi. Denemenin yapıldığı birimde deneme grupları için her dört gruptan birer alt grup bulunacak şekilde sekiz blok oluşturuldu. Deneme başında civcivler tek tek tartılarak gruplar ve alt gruplar arasında ağırlık farkı olmayacak şekilde rasgele dağıtıldı.

Denemenin 42-46. günleri arasında yapılan sindirim denemesi için 1. deneme grubunun her alt grubundan sekizer hayvan rasgele seçilip tartıldı, bireysel kafeslere konularak her bir deneme grubunda 16 hayvan olacak şekilde dört deneme grubu yeniden oluşturuldu.

2.2.2. Deneme hayvanlarının bakımı

Araştırma Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Kanatlı Araştırma Birimi'nde yürütüldü. Civcivler araştırmanın ilk 42 günü boyunca her biri 150x110 cm ebatlarında olan ve içinde deneme süresince aynı konumda ve sayıda ısıtıcı, yemlik, suluk bulunan ve büyüme sürecine uygun olarak genişletilebilen altlıklı yer bölmeleri içinde (10

hayvan/m^2) barındırıldı (Resim 2.1 ve 2.2). Denemenin 42-46. günlerinde yapılan sindirim denemesinde hayvanlar her birinde yemlik, suluk ve metal tabla bulunan bireysel kafeslere alındı.



Resim 2.1. Deneme ünitesinin görünümü



Resim 2.2. Grupların konduğu bölmenin görünümü
(Soldaki resim denemenin 1. günü, sağdaki resim denemenin 11. günü)

Araştırmanın ilk 42 gününde altlık olarak odun talaşı kullanıldı. Aydınlatma günde 24 saat devamlı olacak şekilde gündüz gün ışığı, gece ise normal ampullerle sağlandı. Ortamın ısıtılmasında termostatlı elektrikli ısıtıcılardan yararlanıldı. İlk hafta ortam sıcaklığının 33±2 °C olmasına dikkat edildi ve ortam sıcaklığı her hafta 2 °C azaltılarak 6. haftada 21±2 °C'ye düşürüldü.

Hayvanların yemleme işleminde 0–10. günler arasında oluklu uzun metal civciv yemlikleri, 10–42. günler arasında ise askılı yuvarlak plastik yemlikler, 42-46. günler arasında oluklu piliç yemlikleri kullanıldı. Yemler ve damlalıklı sulama sistemi ile taze su *ad libitum* olarak verildi. Yemlikler ve suluklar büyüme periyoduna paralel olacak şekilde yükseltildi.

2.2.3. Canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışının belirlenmesi

Hayvanlar denemenin başlangıcında, 7, 14, 21, 28, 35 ve 42. günlerde bireysel olarak tartılarak canlı ağırlıkları belirlendi. Tartımlar denemenin başlangıcında ve 7. gününde 0,01 grama duyarlı terazi (Scaltec SBP 52, Germany), diğer günlerde ise 1 grama duyarlı terazi (UWE HGM-20K, Türkiye) ile yapıldı. Tartımlar arasındaki farktan haftalık canlı ağırlık artışları hesaplandı.

2.2.4. Yem tüketimi ve yemden yararlanma oranının belirlenmesi

Araştırmanın 7, 14, 21, 28, 35 ve 42. günlerinde yemliklerde kalan yem miktarı, o hafta içerisinde her alt gruba verilen toplam yem miktarından çıkartılarak her alt grubun bir hafta içerisinde tükettiği yem miktarı bulundu. Bu miktar mevcut hayvan sayısına bölünerek hayvan başına yem tüketimleri, alt gruplar ve grupların ortalamaları olarak hesaplandı.

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

2.2.5. Yaşama gücünün belirlenmesi

Performans denemesi süresince gerçekleşen ölümler kayıt edilerek deneme sonunda (42. gün) grupların yaşama gücü oranları belirlendi.

2.2.6. Kesim işlemi

Denemenin 42. gününde tüm hayvanlar bireysel olarak tartıldı ve her alt gruptan üç hayvan olacak şekilde her gruptan 24 hayvan rasgele ayrıldı. Kesim işlemi için ayrılan hayvanlar numaralandırılarak yeniden tartıldı.

Kesim işlemi; piliçlerin başlarının kesilip ayrılması, makine ile tüylerinin yolunması, ayaklarının ve kanat uç kısımlarının ayrılması ile iç organların çıkartılması şeklinde tamamlandı.

2.2.7. Sıcak karkas randımanının belirlenmesi

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

$$\text{Sıcak karkas randımanı, \%} = \frac{\text{Sıcak karkas ağırlığı (g)}}{\text{Kesim ağırlığı (g)}} \text{ x100}$$

2.2.8. Göreli karaciğer ağırlığının belirlenmesi

Kesim sonrasında her hayvana ait karaciğer 0,1 grama duyarlı terazi ile tartılarak ağırlıkları belirlendi, 1000 g kesim ağırlığına oranlanarak göreli karaciğer ağırlıkları hesaplandı.

2.2.9. Göğüs eti renginin belirlenmesi

Hayvanların kesimi sırasında sıcak karkas ağırlıklarının belirlenmesinden hemen sonra göğüs etinde renk yoğunlukları kolorimetre cihazı ile (Minolta CR-200, Japonya) L*, a* ve b* değerleri temel alınarak (L*=0 siyah, L*=100 beyaz; a*=+60 kırmızı, a*=-60 yeşil ve b*=+60 sarı, b*=-60 mavi) tespit edildi.

2.2.10. Çinko sindirilebilirliğinin belirlenmesi

Araştırmanın 42. gününde inorganik çinko kapsayan ve tannik asit katılmayan rasyonla beslenen gruptan (1. grup) rastgele seçilen 64 hayvan, denemede kullanılan rasyonlara göre her bir grupta 16 hayvan olacak şekilde yeniden gruplandırılarak bireysel kafeslerde 12 saat ön açlık – 3 gün yemleme – 12 saat son açlık uygulamasına tabi tutuldu (Lessire 1990). Bu süreçte tüketilen toplam yemdeki ve atılan toplam dışkıdaki çinko miktarları arasındaki farkın aşağıdaki formülde gösterildiği şekilde hesaplanmasıyla çinko sindirilebilirlikleri belirlendi (McDowell 2003).

$$\text{Çinko sindirilebilirliği, \%} = \frac{\text{Yemle alınan çinko (g)} - \text{Dışkıyla atılan çinko (g)}}{\text{Yemle alınan çinko (g)}}$$

2.2.11. Serum çinko düzeyinin belirlenmesi

Serum çinko düzeyinin belirlenmesi amacıyla kesim işlemi esnasında alınan kanlar 4000 rpm hızda 10 dakika boyunca santrifüj (Nüve NF 200,Türkiye) edildi ve analiz gerçekleştirilene kadar -20 °C'de bekletildi. Elde edilen kan serumundan 2 mL alınarak üzerine 5 mL nitrik asit ve 2 mL sodyum hidroksit eklenmesiyle mikrodalga sindirim (CEM MARS 6, United States) işlemine tabi tutuldu. Soğutulan örnekler 25 ml'lik balon jojelerde deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlanarak seyreltildi ve analiz için hazır hale getirilerek atomik absorbsiyon spektrometrede (Varian SpectrAA 220 FS, Australia) çinko düzeyleri belirlendi.

2.2.12. Dışkı, yem, karaciğer, tibia ve tüy çinko düzeylerinin belirlenmesi

Sindirim denemesi süresince hayvanlardan elde edilen dışkılar günlük olarak toplandı ve kurutma dolabında (Nüve FN 500, Türkiye) 70 °C'de sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar tutularak ön kurutma işlemi tamamlandı. Kurutulan dışkılar öğütülerek kuru madde, ham kül ve çinko düzeyinin belirlenmesine hazır hale getirildi. Öğütülen dışkı örnekleri hassas terazide (0,0001 gram, Denver Instrument TP 214, Germany) tartılarak kurutma dolabında (Nüve FN 500, Türkiye) 105 °C'de 12 saat bekletildi ve tekrar tartılarak oluşan ağırlık değişiminden kuru madde düzeyi belirlendi. Dışkıdaki çinko düzeylerinin belirlenmesi amacıyla öğütülen dışkı örneğinden 0,3 g alınarak üzerine 5 mL nitrik asit (%65'lik) ve 2 mL hidroklorik asit (%45'lik) eklenmesiyle mikrodalga sindirim işlemine (CEM MARS 6, United States) tabi tutuldu, alınan örnekler 400 kat deiyonize su ile seyreltilerek analize hazır hale getirildi.

Sindirim denemesinde kullanılan yem örnekleri ile 42. günde kesimi gerçekleştirilen hayvanlardan alınan tüm karaciğer, yumuşak dokularından arındırılmış sol tibia ve göğüs bölgesinden alınan tüy örneklerinin kuru madde düzeyinin belirlenmesinde dışkı örnekleri ile aynı işlemler uygulandı. Yem örneklerindeki çinko düzeyinin belirlenmesinde dışkı örnekleri ile benzer işlemler uygulandı ve deiyonize su ile 80 kat seyreltildi. Karaciğer, tibia ve tüy örneklerinde çinko düzeylerinin belirlenmesi amacıyla 1 g örnek tartılarak üzerine 10 mL nitrik asit eklenmesiyle hazırlanan örnekler mikrodalga sindirim işlemine (CEM MARS 6, United States) tabi tutularak deiyonize su ile 125 kat seyreltildi.

Çinko düzeyleri atomik absorbsiyon spektrometrede (Varian SpectrAA 220 FS, Australia) belirlendi.

2.2.13. İnce bağırsak içeriği viskozitesinin belirlenmesi

Denemenin 42. gününde gerçekleştirilen kesim esnasında her bir hayvanın duodenum başlangıcı ile Meckel divertuculumu arasında kalan bağırsak segmentinden alınan içerik 1.5 mL'lik Eppendorf tüplerine konularak 12 000 rpm devirde santrifüj (Hettich Micro 120, Germany) işlemine tabi tutuldu. Santrifüj işlemi sonucu elde edilen süpernatanttan 0,5 mL alınıp LVDV II Brookfield Digital Viscometer (Japonya) cihazı kullanılarak ince bağırsak içeriği viskozite (bir akışkanın, yüzey gerilimi altında deforme

olmaya karşı gösterdiği direncin ölçüsü) düzeyleri cP (centipoise: 1 kg·m−1·s−1'in %1'lik birimi) olarak belirlendi.

2.2.14. Tüy skorunun belirlenmesi

Araştırmanın 42. gününde kesim işlemi gerçekleştirilecek hayvanların kesim öncesinde sırt ve kanat tüylerinin skorlaması yapıldı. Hayvanların kesimden önce Resim 2.3 ve 2.4'de gösterildiği şekilde sırt ve kanat tüylerinin aynı pozisyon ve uzaklıktan olacak şekilde fotoğrafları çekildi. Lai ve ark (2010)'ın belirttiği biçimde sırt tüylerinde 1'den 5'e, teleklerde 0'dan 2'ye olacak şekilde skorlama işlemi gerçekleştirildi. Sırt tüylerinde %25'den az düzeyde tüylenme 1, %25-50 arasında tüylenme 2, %50-75 arası tüylenme 3, %75'in üzerinde tüylenme 4 ve tam tüylenme 5 olarak skorlandı. Teleklerde bozukluk olmaması 0, teleklerde hafif bozukluk ve yırtıklar 1, foliküllerde kabarcıklar, kırık telekler ve hatalı gelişen telekler ise 2 olarak skorlandı.



Resim 2.3. Sırt tüylerinin skorlanmasında hayvanlarda tutuş pozisyonu



Resim 2.4. Teleklerin skorlanmasında hayvanlarda tutuş pozisyonu

2.2.15. İstatistik analizler

Araştırmada elde edilen canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, sıcak karkas randımanı, göreli karaciğer ağırlığı, göğüs eti rengi, çinko sindirilebilirliği, serum, tibia, karaciğer, tüy çinko düzeyleri, ince bağırsak içeriği viskozitesi ile tüy skoru parametreleri için GLM (General Linear Model) prosedürü, yaşama gücü düzeyleri için Yates düzeltmeli Ki-Kare testi, araştırmada kullanılacak tannik asit düzeyini belirlemek için yapılan ön denemede canlı ağırlık değerleri için tek yönlü varyans analizi (gruplar arasındaki farklılıkların önem kontrolünde Tukey çoklu karşılaştırma testi) kullanılarak SPSS 15.0 (Inc., Chicago, II, USA) paket programı ile istatistik analizler yapıldı (Özdamar 2004).

3. BULGULAR

Bu bölümde; araştırmada elde edilen canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, karkas özellikleri (sıcak karkas randımanı, göreli karaciğer ağırlığı ve göğüs eti rengi), yaşama gücü, çinko sindirilebilirliği, serum, tibia, karaciğer ve tüy çinko düzeyleri, ince bağırsak içeriği viskozitesi ve tüy skoruna ilişkin bulgular ilgili çizelgelerde sırasıyla sunulmuştur.

3.1. Canlı Ağırlık

Rasyonda tannik asit katkısı yapılıp yapılmaması ile rasyonda farklı çinko kaynakları kullanımının 0-6 haftalık yaş dönemindeki etlik piliçlerin canlı ağırlıkları üzerine olan etkilerine ilişkin haftalık canlı ağırlık ortalamaları Çizelge 3.1'de, canlı ağırlık üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları ise Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Rasyona tannik asit katılmasının canlı ağırlık ortalamasına etkisi tüm haftalarda istatistiksel olarak önemli ($P<0,001$) çıkmış olup, tannik asit katkısı yapılmış olan gruplardaki etlik piliçlerin canlı ağırlık ortalamasının tannik asit katkısı yapılmamış gruplardaki etlik piliçlerin ortalamasından daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Rasyondaki çinko kaynaklarının canlı ağırlık ortalaması üzerine olan etkisi ele alındığında, denemenin 2., 4., 5. ve 6. haftalarında canlı ağırlık ortalamaları üzerine herhangi önemli bir etki göstermediği belirlenmiştir. Araştırmanın birinci ve üçüncü haftalarında ise canlı ağırlık ortalamasının organik çinko katkısı ile önemli düzeyde ($P<0,01$) arttığı tespit edilmiştir.

Tannik asit x çinko kaynağı interaksiyonu bakımından, birinci ve ikinci haftada tannik asit katkısı yapılmayan ve organik çinko kapsayan grupta canlı ağırlık diğer gruplara göre önemli düzeyde yüksek ($P<0,01$ ve $P<0,05$), bunun yanı sıra ikinci haftada tannik asit katılan gruplarda diğer gruplara göre canlı ağırlık düzeyleri önemli derecede düşük ($P<0,05$) bulunmuştur. Diğer haftalarda ise önemli düzeyde bir interaksiyon gözlenmemiştir.

Çizelge 3.1. Grupların 0-3 haftalık yaş dönemindeki canlı ağırlık ortalamaları (g)

Faktörler	Başlangıç			1. hafta			2. hafta			3. hafta		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	480	45,93	0,173	480	144,25	0,773	478	400,87	2,085	475	836,06	4,418
Tannik asit		ÖD			***			***			***	
%0	240	45,93	0,245	240	148,30	1,093	239	418,94	2,949	239	880,78	6,229
%1	240	45,93	0,245	240	140,20	1,093	239	382,81	2,949	236	791,34	6,268
Çinko kaynağı		ÖD			**			ÖD			**	
İnorganik	240	45,93	0,245	240	141,86	1,093	238	397,11	2,955	237	824,70	6,255
Organik	240	45,93	0,245	240	146,65	1,093	240	404,63	2,943	238	847,42	6,242
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD			**			*			ÖD	
%0 – İnorganik	120	45,92	0,347	120	$143,45^{b}$	1,546	119	$410,30^{b}$	4,179	119	866,54	8,827
%0 – Organik	120	45,94	0,347	120	$153,16^{a}$	1,546	120	$427,57^{a}$	4,162	120	895,03	8,790
%1 – İnorganik	120	45,94	0,347	120	$140,27^{b}$	1,546	119	$383,82^{c}$	4,179	118	782,86	8,865
%1 – Organik	120	45,93	0,347	120	$140,13^{b}$	1,546	120	$381,70^{c}$	4,162	118	799,81	8,865
R^2		-0,006			0,085			0,145			0,184	

ÖD: Önemli değil; *: P<0,05; **:P<0,01; ***:P<0,001; a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05).

Çizelge 3.1 (devam). Grupların 4-6 haftalık yaş dönemindeki canlı ağırlık ortalamaları (g)

Faktörler	4. hafta			5. hafta			6. hafta		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	473	1389,49	7,120	472	1958,87	9,933	469	2521,40	11,849
Tannik asit		***			***			***	
%0	238	1445,56	10,037	238	2049,98	13,988	236	2593,66	16,704
%1	235	1333,42	10,101	234	1867,76	14,107	233	2449,15	16,809
Çinko kaynağı		ÖD			ÖD			ÖD	
İnorganik	236	1377,19	10,079	235	1950,72	14,077	232	2518,59	16,845
Organik	237	1401,79	10,059	237	1967,02	14,018	237	2524,22	16,668
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD			ÖD			ÖD	
%0 – İnorganik	118	1434,44	14,254	118	2045,43	19,865	116	2599,03	23,823
%0 – Organik	120	1456,68	14,135	120	2054,53	19,699	120	2588,30	23,423
%1 – İnorganik	118	1319,94	14,254	117	1856,00	19,950	116	2438,16	23,823
%1 – Organik	117	1346,90	14,315	117	1879,51	19,950	117	2460,15	23,721
R^2		0,116			0,148			0,069	

ÖD: Önemli değil; ***:P<0,001

Çizelge 3.2. Canlı ağırlık (g) üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları

Faktörler	1. hafta		2. hafta		3. hafta		4. hafta		5. hafta		6. hafta	
	n	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı
Beklenen ortalama	480	144,25	478	400,87	475	836,06	473	1389,49	472	1958,87	469	2521,40
Tannik asit												
%0	240	+4,05	239	+18,06	239	+44,72	238	+56,07	238	+91,11	236	+72,26
%1	240	-4,05	239	-18,06	236	-44,72	235	-56,07	234	-91,11	233	-72,26
Çinko kaynağı												
İnorganik	240	-2,39	238	-3,76	237	-11,36	236	-12,30	235	-8,15	232	-2,82
Organik	240	+2,39	240	+3,76	238	+11,36	237	+12,30	237	+8,15	237	+2,82

Rasyona tannik asit katılmasının canlı ağırlık ortalamaları üzerine olan etki payları değerlendirildiğinde, tannik asit katkısının denemede süresince tüm haftalarda etkisinin olumsuz yönde olduğu belirlenmiştir. Rasyona çinko kaynağı olarak organik çinko katılması ise inorganik çinko katılmasına göre olumlu etki göstermiştir.

3.2. Canlı Ağırlık Artışı

Araştırmada kullanılan etlik piliçlerin haftalık canlı ağırlık artışları ve canlı ağırlık artışları üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4'de sunulmuştur.

Rasyona tannik asit katılmasının canlı ağırlık artışına etkisi tüm haftalarda önemli ($P<0,05$ ve $P<0,001$) olarak bulunmuştur. Altıncı hafta hariç olmak üzere tüm haftalarda tannik asit katkısı yapılmayan gruplarda canlı ağırlık artışı daha fazla olarak elde edilmiştir.

Rasyona katılan çinko kaynağının canlı ağırlık artışı üzerine olan etkisine bakıldığında, birinci ve üçüncü haftalarda rasyonda çinko kaynağı olarak organik çinko bulunmasının canlı ağırlık artışı üzerine olumlu etki ($P<0,05$) gösterdiği, deneme sonu toplam canlı ağırlık artışı bakımından ise önemli düzeyde farklılık olmadığı ortaya konmuştur.

Tannik asit x çinko kaynağı interaksiyonunun ise sadece birinci haftada önemlilik gösterdiği, tannik asit katılmayan ve organik çinko katılan grupta elde edilen canlı ağırlık artışının diğer gruplara göre önemli düzeyde yüksek ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.3. Grupların 1-3 haftalık yaş dönemindeki canlı ağırlık artışları (g)

Faktörler	1. hafta			2. hafta			3. hafta		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	32	98,32	1,118	32	255,77	1,999	32	433,29	2,981
Tannik asit		***			***			***	
%0	16	102,37	1,581	16	269,50	2,826	16	462,78	4,216
%1	16	94,27	1,581	16	242,04	2,826	16	403,80	4,216
Çinko kaynağı		*			ÖD			*	
İnorganik	16	95,93	1,581	16	253,55	2,826	16	427,10	4,216
Organik	16	100,71	1,581	16	257,99	2,826	16	439,47	4,216
Tannik asit x çinko kaynağı		*			ÖD			ÖD	
%0 – İnorganik	8	97,53[b]	2,236	8	264,59	3,997	8	458,09	5,962
%0 – Organik	8	107,22[a]	2,236	8	274,41	3,997	8	467,46	5,962
%1 – İnorganik	8	94,33[b]	2,236	8	242,51	3,997	8	396,12	5,962
%1 – Organik	8	94,21[b]	2,236	8	241,57	3,997	8	411,47	5,962
R^2		0,387			0,604			0,762	

ÖD: Önemli değil; *: P<0,05; ***:P<0,001; a, b: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05).

Çizelge 3.3 (devam). Grupların 4-6 haftalık yaş döneminde ve deneme süresince toplam canlı ağırlık artışları (g)

Faktörler	4. hafta			5. hafta			6. hafta			Toplam		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	32	553,95	4,624	32	572,29	8,275	32	563,58	7,961	32	2477,19	13,213
Tannik asit		*			***			*			***	
%0	16	563,66	6,539	16	605,96	11,703	16	543,15	11,259	16	2547,42	18,687
%1	16	544,24	6,539	16	538,61	11,703	16	584,01	11,259	16	2406,97	18,687
Çinko kaynağı		ÖD			ÖD			ÖD			ÖD	
İnorganik	16	553,83	6,539	16	574,62	11,703	16	568,93	11,259	16	2473,96	18,687
Organik	16	554,07	6,539	16	569,95	11,703	16	558,23	11,259	16	2480,42	18,687
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD			ÖD			ÖD			ÖD	
%0 – İnorganik	8	565,67	9,248	8	614,06	16,550	8	552,53	15,922	8	2552,47	26,427
%0 – Organik	8	561,66	9,248	8	597,85	16,550	8	533,77	15,922	8	2542,36	26,427
%1 – İnorganik	8	541,99	9,248	8	535,18	16,550	8	585,33	15,922	8	2395,46	26,427
%1 – Organik	8	546,49	9,248	8	542,05	16,550	8	582,70	15,922	8	2418,48	26,427
R^2		0,050			0,313			0,122			0,453	

ÖD: Önemli değil; *: P<0,05; ***:P<0,001

Çizelge 3.4. Canlı ağırlık artışı (g) üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları

Faktörler	1. hafta		2. hafta		3. hafta		4. hafta		5. hafta		6. hafta		Toplam	
	n	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı
Beklenen ortalama	32	98,32	32	255,77	32	433,29	32	553,95	32	572,29	32	563,58	32	2477,19
Tannik asit														
%0	16	+4,05	16	+13,73	16	+29,49	16	+9,71	16	+33,67	16	-20,43	16	+70,22
%1	16	-4,05	16	-13,73	16	-29,49	16	-9,71	16	-33,67	16	+20,43	16	-70,22
Çinko kaynağı														
İnorganik	16	-2,39	16	-2,22	16	-6,18	16	-0,12	16	+2,34	16	+5,35	16	-3,23
Organik	16	+2,39	16	+2,22	16	+6,18	16	+0,12	16	-2,34	16	-5,35	16	+3,23

Canlı ağırlık artışları üzerine olan etki payları ele alındığında, tannik asit katkısının ilk beş hafta süresince olumsuz, 6. hafta ise olumlu etki gösterdiği, rasyona çinko kaynağı olarak organik çinko katılmasının inorganik çinko katılmasına göre etkisinin ise ilk dört hafta olumlu, son iki hafta olumsuz olduğu belirlenmiştir. Toplam canlı ağırlık artışı bakımından rasyonda organik çinko bulunmasının olumlu yönde etki oluşturduğu ortaya konmuştur.

Canlı ağırlık artışları bakımından elde edilen bulgular canlı ağırlık bulguları ile benzer şekildedir. Rasyonda tannik asit bulunmasının canlı ağırlık artışı üzerine olumsuz etkisinin olduğu, deneme sonu canlı ağırlık artışları arasında bir farklılık gözlenmemesi nedeniyle farklı çinko kaynakları kullanılmasının ise canlı ağırlık artışı üzerine herhangi bir etki göstermediği sonucuna ulaşılmıştır.

3.3. Yem Tüketimi

İncelenen faktörlerin etlik piliçlerin haftalık yem tüketimleri üzerine etkisine ilişkin veriler Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Araştırmanın 2, 3, 4 ve 5. haftalarında haftalık bireysel yem tüketim ortalamaları rasyona tannik asit katkısı yapılmasından etkilenmiş, tannik asit katkısı yapılan gruplardaki yem tüketim ortalamaları ile katkı yapılmayan grupların ortalamaları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli (3 ve 5. haftalarda $P<0,001$; 4. haftada $P<0,01$ ve 2. haftada $P<0,05$) bulunmuştur. Deneme süresince toplam yem tüketim değerleri ele alındığında, tannik asit katkısının toplam yem tüketim düzeyi üzerinde önemli derecede ($P<0,001$) azalma meydana getirdiği ortaya konmuştur.

Yem tüketimi üzerine çinko kaynağının etkisi ele alındığında, 3. hafta yem tüketimi bakımından organik çinko katkısı yapılan gruplarda yem tüketimi önemli düzeyde artış ($P<0,05$) göstermiş, bunun tersi olarak 6. haftada ise inorganik çinko katkısı yapılan gruplardan elde edilen değerler organik çinko katkısı yapılan gruplardan elde edilen değerler ile karşılaştırıldığında oluşan fark önemli düzeyde yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Denemede süresince toplam yem tüketimi üzerine çinko kaynağının herhangi bir etki oluşturmadığı sonucuna varılmıştır.

İkinci haftadaki yem tüketimleri denemede ele alınan faktörlerin interaksiyonu bakımından önemlilik ($P<0,05$) gözlenmiş olup, en yüksek değer tannik asit katılmayan ve organik çinko kapsayan grupta, en düşek değer ise tannik asit katılan ve inorganik çinko kapsayan gruplarda elde edilmiştir. Diğer haftalardaki ve toplam yem tüketiminde interaksiyon bakımından istatistiksel anlamda herhangi bir önemlilik gözlenmemiştir.

Rasyona tannik asit katılmasının altı hafta süresince yem tüketimi üzerine olumsuz yönde etkisinin olduğu, rasyona çinko kaynağı olarak organik çinko katılmasının inorganik çinko katılmasına göre 1, 2, 3 ve 5. haftalarda olumlu, 4 ve 6. hafta ile toplam yem tüketimi bakımından ise olumsuz etki gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda deneme gruplarındaki toplam yem tüketimleri göz önüne alındığında rasyonda tannik asit bulunmasının yem tüketimi üzerine olumsuz etkiye yol açtığı, gereksinim düzeyinde katılan çinkonun farklı formlarının (inorganik/organik) ise yem tüketimi üzerine herhangi bir etkiye yol açmadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 3.5. Grupların 1-3 haftalık yaş dönemindeki haftalık yem tüketimleri (g)

Faktörler	1. hafta			2. hafta			3. hafta		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	32	116,56	1,706	32	342,81	2,452	32	600,57	3,058
Tannik asit		ÖD			**			***	
%0	16	116,94	2,412	16	349,68	3,468	16	617,78	4,325
%1	16	116,18	2,412	16	335,95	3,468	16	583,36	4,325
Çinko kaynağı		ÖD			ÖD			*	
İnorganik	16	115,64	2,412	16	342,50	3,468	16	593,77	4,325
Organik	16	117,48	2,412	16	343,12	3,468	16	607,38	4,325
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD			*			ÖD	
%0 – İnorganik	8	110,80	3,411	8	342,33^{ab}	4,905	8	609,64	6,116
%0 – Organik	8	123,08	3,411	8	357,03^{a}	4,905	8	625,93	6,116
%1 – İnorganik	8	120,48	3,411	8	342,68^{ab}	4,905	8	577,90	6,116
%1 – Organik	8	111,87	3,411	8	329,22^{b}	4,905	8	588,83	6,116
R^2		0,178			0,297			0,522	

ÖD: Önemli değil; *: P<0,05; **:P<0,01; ***:P<0,001; a, b: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05).

Çizelge 3.5 (devam). Grupların 4-6 haftalık yaş dönemindeki ve deneme süresince toplam yem tüketimleri (g)

Faktörler	4. hafta			5. hafta			6. hafta			Toplam		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	32	940,09	4,849	32	1039,80	7,476	32	1151,72	8,865	32	4191,54	18,039
Tannik asit		**			***			ÖD			***	
%0	16	957,00	6,858	16	1081,84	10,572	16	1162,33	12,537	16	4285,56	25,511
%1	16	923,17	6,858	16	997,76	10,572	16	1141,10	12,537	16	4097,52	25,511
Çinko kaynağı		ÖD			ÖD			*			ÖD	
İnorganik	16	943,04	6,858	16	1037,09	10,572	16	1172,12	12,537	16	4204,16	25,511
Organik	16	937,13	6,858	16	1042,50	10,572	16	1131,31	12,537	16	4178,92	25,511
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD			ÖD			ÖD			ÖD	
%0 – İnorganik	8	957,00	9,699	8	1089,10	14,951	8	1189,52	17,730	8	4298,38	36,078
%0 – Organik	8	957,00	9,699	8	1074,57	14,951	8	1135,14	17,730	8	4272,74	36,078
%1 – İnorganik	8	929,08	9,699	8	985,09	14,951	8	1154,72	17,730	8	4109,94	36,078
%1 – Organik	8	917,27	9,699	8	1010,43	14,951	8	1127,49	17,730	8	4085,09	36,078
R^2		0,242			0,496			0,122			0,443	

ÖD: Önemli değil; *: P<0,05; **:P<0,01; ***:P<0,001

Çizelge 3.6. Yem tüketimi (g) üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları

Faktörler	1. hafta		2. hafta		3. hafta		4. hafta		5. hafta		6. hafta		Toplam	
	n	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı
Beklenen ortalama	32	116,56	32	342,81	32	600,57	32	940,09	32	1039,80	32	1151,72	32	4191,54
Tannik asit														
%0	16	+0,38	16	+6,86	16	+17,21	16	+16,91	16	+42,04	16	+10,61	16	+94,02
%1	16	-0,38	16	-6,86	16	-17,21	16	-16,91	16	-42,04	16	-10,61	16	-94,02
Çinko kaynağı														
İnorganik	16	-0,92	16	-0,31	16	-6,80	16	+2,95	16	-2,71	16	+20,40	16	+12,62
Organik	16	+0,92	16	+0,31	16	+6,80	16	-2,95	16	+2,71	16	-20,40	16	-12,62

3.4. Yemden Yararlanma Oranı

Araştırmada kullanılan etlik piliçlerin haftalık ve toplam yemden yararlanma oranlarına ait değerler Çizelge 3.7'de, haftalık yemden yararlanma oranları üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları Çizelge 3.8'de sunulmuştur.

Denemenin ilk üç haftasında rasyona tannik asit katkısı yapılması yemden yararlanma oranı üzerine olumsuz etki ($P<0,001$) göstermiştir. Denemenin altıncı haftasında ise tannik asit katkısı yapılan gruptan yapılmayan gruba göre daha iyi bir yemden yararlanma oranı ($P<0,01$) elde edilmiştir. Araştırma sürecinde toplam yemden yararlanma oranı bakımından tannik asit katkısının yemden yararlanma oranı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Yemden yararlanma oranı bakımından rasyona katılan tannik asit x çinko kaynağı interaksiyonu istatistik bakımdan önemsiz çıkmıştır.

Rasyona tannik asit katılmasının etki payı ele alındığında denemenin altıncı haftası hariç tüm haftalarda ve toplam yemden yararlanma oranı üzerinde etki payının olumlu yönde olduğu belirlenmiştir. Çinko kaynağı bakımından ise rasyonda inorganik çinko kullanılması denemenin beşinci haftası hariç diğer tüm haftalarda ve toplam yemden yararlanma oranı üzerinde olumlu etki göstermiştir.

Deneme sonunda (42. gün) gruplardan elde edilen yemden yararlanma oranları göz önüne alındığında, araştırmada ele alınan faktörlerin yemden yararlanma oranı üzerine etkisinin önemsiz olduğu ortaya konmuştur.

Çizelge 3.7. Grupların 1-3 haftalık yaş dönemindeki yemden yararlanma oranları (g yem/ g canlı ağırlık artışı)

Faktörler	1. hafta			2. hafta			3. hafta		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	32	1,19	0,013	32	1,34	0,010	32	1,39	0,008
Tannik asit		***			***			***	
%0	16	1,14	0,018	16	1,30	0,015	16	1,34	0,012
%1	16	1,23	0,018	16	1,39	0,015	16	1,45	0,012
Çinko kaynağı		ÖD			ÖD			ÖD	
İnorganik	16	1,21	0,018	16	1,35	0,015	16	1,40	0,012
Organik	16	1,17	0,018	16	1,33	0,015	16	1,39	0,012
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD			ÖD			ÖD	
%0 – İnorganik	8	1,14	0,025	8	1,29	0,021	8	1,33	0,016
%0 – Organik	8	1,15	0,025	8	1,30	0,021	8	1,34	0,016
%1 – İnorganik	8	1,28	0,025	8	1,42	0,021	8	1,46	0,016
%1 – Organik	8	1,19	0,025	8	1,36	0,021	8	1,43	0,016
R^2		0,343			0,392			0,582	

ÖD: Önemli değil; ***:P<0,001

Çizelge 3.7 (devam). Grupların 4-6 haftalık yaş döneminde ve toplam yemden yararlanma oranları (g yem/ g canlı ağırlık artışı)

Faktörler	4. hafta			5. hafta			6. hafta			Toplam		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	32	1,70	0,010	32	1,83	0,019	32	2,06	0,032	32	1,69	0,006
Tannik asit		ÖD			ÖD			**			ÖD	
%0	16	1,70	0,015	16	1,79	0,026	16	2,15	0,045	16	1,68	0,009
%1	16	1,70	0,015	16	1,86	0,026	16	1,96	0,045	16	1,70	0,009
Çinko kaynağı		ÖD			ÖD			ÖD			ÖD	
İnorganik	16	1,71	0,015	16	1,81	0,026	16	2,07	0,045	16	1,70	0,009
Organik	16	1,69	0,015	16	1,84	0,026	16	2,04	0,045	16	1,68	0,009
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD			ÖD			ÖD			ÖD	
%0 – İnorganik	8	1,69	0,021	8	1,78	0,037	8	2,17	0,064	8	1,69	0,013
%0 – Organik	8	1,70	0,021	8	1,80	0,037	8	2,14	0,064	8	1,68	0,013
%1 – İnorganik	8	1,72	0,021	8	1,85	0,037	8	1,98	0,064	8	1,72	0,013
%1 – Organik	8	1,68	0,021	8	1,87	0,037	8	1,95	0,064	8	1,69	0,013
R^2		-0,057			0,035			0,165			0,060	

ÖD: Önemli değil; **:P<0,01

Çizelge 3.8. Yemden yararlanma oranı (g yem/ g canlı ağırlık artışı) üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları

Faktörler	1. hafta		2. hafta		3. hafta		4. hafta		5. hafta		6. hafta		Toplam	
	n	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı
Beklenen ortalama	32	1,19	32	1,34	32	1,39	32	1,70	32	1,83	32	2,06	32	1,69
Tannik asit														
%0	16	-0,045	16	-0,046	16	-0,055	16	-0,001	16	-0,036	16	+0,096	16	-0,010
%1	16	+0,045	16	+0,046	16	+0,055	16	+0,001	16	+0,036	16	-0,096	16	+0,010
Çinko kaynağı														
İnorganik	16	+0,019	16	+0,012	16	+0,005	16	+0,006	16	-0,011	16	+0,015	16	+0,008
Organik	16	-0,019	16	-0,012	16	-0,005	16	-0,006	16	+0,011	16	-0,015	16	-0,008

3.5. Yaşama Gücü

Denemede ele alınan faktörlerin (tannik asit katkısı ve çinko kaynağı) yaşama gücü üzerine önemli düzeyde bir etkisi olmadığı Çizelge 3.9'da görülmektedir.

Çizelge 3.9. Grupların yaşama gücü düzeyleri

Faktörler	Başlangıçtaki hayvan sayısı	Deneme sonu hayvan sayısı	Yaşama gücü, %	X^2	Önemlilik
Tannik asit					
%0	240	236	98,3	0,372	ÖD
%1	240	233	97,1		
Çinko kaynağı					
İnorganik	240	232	96,7	1,489	ÖD
Organik	240	237	98,8		
Genel	480	469	97,7		

ÖD: Önemli değil

3.6. Karkas Özellikleri

Araştırmanın 42. gününde kesilen etlik piliçlerde sıcak karkas randımanı, göreli karaciğer ağırlığı ve göğüs eti rengine ilişkin değerler Çizelge 3.10'da, tannik asit katkısı yapılmasının ve farklı çinko kaynaklarının etki payları Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Rasyonda tannik asit bulunması sıcak karkas randımanı üzerinde olumsuz ($P<0,001$) etkiye neden olmuştur. Göreli karaciğer ağırlığı ve göğüs eti rengi tannik asit katılmasından etkilenmemiştir. Rasyonda farklı çinko kaynakları bulunması ve tannik asit x çinko kaynağı interaksiyonları ise incelenen karkas özellikleri açısından gruplar arasında bir farklılık oluşturmamıştır.

Deneme faktörlerinin etki payları incelendiğinde, rasyonda tannik asit bulunmasının sıcak karkas randımanı, göreli karaciğer ağırlığı ile L* ve b* renk değerleri üzerine olumsuz etki gösterdiği, a* renk değeri üzerine ise olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir. Rasyona organik çinko katkısı yapılmasının sıcak karkas randımanı üzerine olumlu, göreli karaciğer ağırlığı ve göğüs eti rengi değerlerinin tümü üzerine olumsuz etkisinin olduğu ortaya konmuştur.

Çizelge 3.10. Grupların sıcak karkas randımanı, göreli karaciğer ağırlığı ve göğüs eti rengi değerleri

Faktörler	Sıcak karkas randımanı, %			Göreli karaciğer ağırlığı, g/kg CA			Göğüs eti rengi								
							L*			a*			b*		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	96	69,93	0,18	96	16,03	0,19	96	48,23	0,34	96	3,91	0,07	96	0,71	0,17
Tannik asit		***			ÖD			ÖD			ÖD			ÖD	
%0	48	70,54	0,25	48	16,29	0,27	48	48,84	0,48	48	3,82	0,10	48	0,79	0,24
%1	48	69,33	0,25	48	15,77	0,27	48	47,62	0,48	48	4,00	0,10	48	0,63	0,24
Çinko kaynağı		ÖD			ÖD			ÖD			ÖD			ÖD	
İnorganik	48	69,83	0,25	48	16,18	0,27	48	48,39	0,48	48	3,93	0,10	48	0,81	0,24
Organik	48	70,04	0,25	48	15,88	0,27	48	48,06	0,48	48	3,89	0,10	48	0,62	0,24
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD			ÖD			ÖD			ÖD			ÖD	
%0 – İnorganik	24	70,26	0,35	24	16,59	0,38	24	49,50	0,68	24	3,88	0,14	24	0,78	0,35
%0 – Organik	24	70,82	0,35	24	15,99	0,38	24	48,18	0,68	24	3,75	0,14	24	0,80	0,35
%1 – İnorganik	24	69,39	0,35	24	15,77	0,38	24	47,28	0,68	24	3,96	0,14	24	0,83	0,35
%1 – Organik	24	69,26	0,35	24	15,76	0,38	24	47,95	0,68	24	4,02	0,14	24	0,43	0,35
R^2		0,100			0,001			0,027			-0,009			-0,023	

ÖD: Önemli değil; ***:P<0,001

Çizelge 3.11. Sıcak karkas randımanı (%), göreli karaciğer ağırlığı (g/kg CA) ve göğüs eti rengi (L*, a*, b*) üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları

Faktörler	Sıcak karkas randımanı		Göreli karaciğer ağırlığı		Göğüs eti rengi					
					L*		a*		b*	
	n	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı
Beklenen ortalama	96	69,93	96	16,03	96	48,23	96	3,91	96	0,71
Tannik asit										
%0	48	+0,61	48	+0,26	48	+0,61	48	-0,09	48	+0,08
%1	48	-0,61	48	-0,26	48	-0,61	48	+0,09	48	-0,08
Çinko kaynağı										
İnorganik	48	-0,11	48	+0,15	48	+0,16	48	+0,02	48	+0,09
Organik	48	+0,11	48	-0,15	48	-0,16	48	-0,02	48	-0,09

3.7. Çinko Sindirilebilirliği

Araştırmada kullanılan rasyonlardaki çinko sindirilebilirlikleri ve çinko sindirilebilirliği üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları Çizelge 3.12 ve Çizelge 3.13'de sunulmuştur.

Denemede, rasyona tannik asit katkısı yapılmasının çinko sindirilebilirliği bakımından yaklaşık olarak %6 düzeyinde bir düşüş meydana getirdiği ve grup ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel bakımdan önem ($P<0,05$) taşıdığı belirlenmiştir.

Rasyona katılan çinko kaynağı ise çinko sindirilebilirliği açısından gruplardan elde edilen değerler arasında önemli düzeyde bir farklılık oluşturmamıştır.

İnteraksiyon bakımından ele alındığında, çinko sindirilebilirliği bakımından tannik asit x çinko kaynağı interaksiyonunda önemli düzeyde bir farklılık tespit edilmemiştir.

Rasyona tannik asit ve organik çinko katılmasının çinko sindirilebilirliği üzerine olan etki payları olumsuz olarak belirlenmiştir.

Çinko sindirilebilirlikleri bakımından elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; rasyonda tannik asit bulunmasının çinko sindirilebilirliği üzerine olumsuz etkisinin olduğu, farklı çinko kaynakları arasında ise çinko sindirilebilirliği açısından bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.12. Gruplarda çinko sindirilebilirliği düzeyleri (%)

Faktör	Çinko sindirilebilirliği		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	56	38,33	1,22
Tannik asit		*	
%0	28	41,27	1,72
%1	28	35,40	1,72
Çinko kaynağı		ÖD	
İnorganik	28	39,07	1,72
Organik	28	37,59	1,72
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD	
%0 – İnorganik	14	42,76	2,43
%0 – Organik	14	39,77	2,43
%1 – İnorganik	14	35,38	2,43
%1 – Organik	14	35,42	2,43
R^2		0,061	

ÖD: Önemli değil; *: P<0,05

Çizelge 3.13. Çinko sindirilebilirliği (%) üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları

Faktör	Çinko sindirilebilirliği	
	n	Etki payı
Beklenen ortalama	56	38,33
Tannik asit		
%0	28	+2,93
%1	28	-2,93
Çinko kaynağı		
İnorganik	28	+0,74
Organik	28	-0,74

3.8. Serum, Tibia, Karaciğer ve Tüy Çinko Düzeyleri

Rasyonda tannik asit ve farklı çinko kaynakları bulunmasının altı haftalık yaştaki etlik piliçlerin serum, tibia, karaciğer ve tüy çinko düzeyleri üzerine etkilerine ilişkin veriler Çizelge 3.14'de, yukarıda sıralanan faktörlerin etki payları Çizelge 3.15'de verilmiştir.

Rasyona tannik asit katkısı yapılması ile tibia çinko düzeyinde önemli artış şekillendiği, karaciğer çinko düzeyinin ise tannik asit katkısı yapılması sonucu azaldığı belirlenmiştir. Belirtilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$ ve $P<0,001$) bulunmuştur. Serum ve tüy çinko düzeyleri ise rasyona yapılan tannik asit katkısından etkilenmemiştir.

Çinko kaynağı olarak rasyona organik çinko katılması, inorganik çinko katılmasına göre serum çinko düzeyinde istatistiksel bakımdan önemli derecede azalma ($P<0,001$) meydana getirmiştir. Çinko kaynağındaki farklılık tibia, karaciğer ve tüy çinko düzeyleri üzerinde bir etkiye neden olmamıştır.

Tibia çinko düzeyi bakımından tannik asit x çinko interaksiyonunun etki meydana getirdiği, tannik asit bulunmayan ve inorganik çinko kapsayan gruptan elde edilen çinko düzeyinin diğer gruplara göre önemli düzeyde düşük ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir. Karaciğer çinko düzeyi bakımından ise tannik asit katkısı yapılan ve inorganik çinko kapsayan gruptan elde edilen değer, diğer gruplara göre önemli düzeyde düşük ($P<0,01$) bulunmuştur. Serum ve tüy çinko düzeyleri açısından ise önemli derecede interaksiyon belirlenmemiştir.

Etki payları bakımından, rasyonda tannik asit bulunmasının serum ve karaciğer çinko düzeyi üzerine olumsuz, tibia ve tüy çinko düzeyi üzerine olumlu etkisinin olduğu görülmüştür. Rasyonda çinko kaynağı olarak organik çinko bulunması ise serum ve tüy çinko düzeyi üzerine olumsuz, tibia ve karaciğer çinko düzeyi üzerine olumlu etki göstermiştir.

Çizelge 3.14. Grupların serum, tibia, karaciğer ve tüy çinko düzeyleri

Faktörler	Serum, mg/L			Tibia, mg/kg			Karaciğer, mg/kg			Tüy, mg/kg		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	96	2,86	0,05	96	209,15	2,79	96	155,44	2,64	96	119,93	3,04
Tannik asit		ÖD			**			***			ÖD	
%0	48	2,88	0,07	48	200,57	3,95	48	167,24	3,73	48	115,50	4,30
%1	48	2,84	0,07	48	217,74	3,95	48	143,64	3,73	48	124,35	4,30
Çinko kaynağı		***			ÖD			ÖD			ÖD	
İnorganik	48	3,05	0,07	48	205,53	3,95	48	150,42	3,73	48	125,02	4,30
Organik	48	2,68	0,07	48	212,78	3,95	48	160,46	3,73	48	114,83	4,30
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD			***			**			ÖD	
%0 – İnorganik	24	3,08	0,10	24	185,75^{b}	5,59	24	169,33^{a}	5,28	24	118,30	6,09
%0 – Organik	24	2,69	0,10	24	215,39^{a}	5,59	24	165,15^{a}	5,28	24	112,70	6,09
%1 – İnorganik	24	3,02	0,10	24	225,31^{a}	5,59	24	131,51^{b}	5,28	24	131,74	6,09
%1 – Organik	24	2,67	0,10	24	210,17^{a}	5,59	24	155,76^{a}	5,28	24	116,96	6,09
R^2		0,104			0,203			0,227			0,026	

ÖD: Önemli değil; **:P<0,01; ***:P<0,001; a, b: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0,05).

Çizelge 3.15. Serum (mg/L), tibia, karaciğer ve tüy (mg/kg) çinko düzeyleri üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları

Faktörler	Serum		Tibia		Karaciğer		Tüy	
	n	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı	*n*	Etki payı
Beklenen ortalama	96	2,86	96	209,15	96	155,44	96	119,93
Tannik asit								
%0	48	+0,02	48	-8,59	48	+11,81	48	-4,43
%1	48	-0,02	48	+8,59	48	-11,81	48	+4,43
Çinko kaynağı								
İnorganik	48	+0,18	48	-3,63	48	-5,02	48	+5,09
Organik	48	-0,18	48	+3,63	48	+5,02	48	-5,09

3.9. İnce Bağırsak İçeriği Viskozitesi

Rasyona tannik asit katkısı ve organik çinko kaynağı katkısı yapılmasının ve bu iki faktörün interaksiyonunun ince bağırsak içeriği viskozitesi üzerine önemli düzeyde bir etki göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 3.16). Çizelge 3.17'de sunulan etki payları incelendiğinde ince bağırsak içeriği viskozitesi üzerine rasyona tannik asit katılmasının olumsuz, çinko kaynağı olarak inorganik çinko kullanılmasının olumlu etki gösterdiği ortaya konmuştur.

Çizelge 3.16. Grupların ince bağırsak içeriği viskozite düzeyleri (cP)

Faktör	İnce bağırsak içeriği viskozitesi		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	80	1,24	0,03
Tannik asit		ÖD	
%0	40	1,26	0,04
%1	40	1,21	0,04
Çinko kaynağı		ÖD	
İnorganik	37	1,25	0,04
Organik	43	1,23	0,03
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD	
%0 – İnorganik	19	1,29	0,05
%0 – Organik	21	1,24	0,05
%1 – İnorganik	18	1,20	0,05
%1 – Organik	22	1,23	0,05
$\mathbf{R^2}$		-0,016	

ÖD: Önemli değil

Çizelge 3.17. İnce bağırsak içeriği viskozite düzeyi (cP) üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları

Faktör	İnce bağırsak içeriği viskozitesi	
	n	Etki payı
Beklenen ortalama	80	1,24
Tannik asit		
%0	40	+0,03
%1	40	-0,03
Çinko kaynağı		
İnorganik	37	+0,01
Organik	43	-0,01

3.10. Tüy Skoru

Araştırmada, rasyona tannik asit katkısı yapılmasının ve çinko kaynağı olarak inorganik veya organik çinko kullanılmasının sırt tüyü ve telek skoru üzerine olan etkileri incelendiğinde, deneme faktörlerinin ve faktörler arası interaksiyonların her iki skor üzerine olumlu ya da olumsuz bir etki oluşturmadığı sonucuna varılmıştır (Çizelge 3.18).

Etki payları bakımından, rasyonda tannik asit bulunmasının her iki tüy skoru için de olumsuz yönde etki oluşturduğu gözlenmiştir. Rasyonda çinko kaynağı olarak organik çinko bulunmasının sırt tüyü skoru üzerinde olumlu etki oluşturduğu, farklı çinko kaynağı kullanılmasının ise telek skoru üzerine etki göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 3.19).

Çizelge 3.18. Grupların sırt tüyü ve telek skorları **(U Testi)**

Faktörler	Sırt tüyü skoru (1-5)			Telek skoru (0-2)		
	n	$\bar{x}$	$S_{\bar{x}}$	*n*	$\bar{x}$	$S_{\bar{x}}$
Beklenen ortalama	96	4,67	0,07	96	0,29	0,05
Tannik asit		ÖD			ÖD	
%0	48	4,69	0,09	48	0,31	0,07
%1	48	4,65	0,09	48	0,27	0,07
Çinko kaynağı		ÖD			ÖD	
İnorganik	48	4,54	0,09	48	0,29	0,07
Organik	48	4,79	0,09	48	0,29	0,07
Tannik asit x çinko kaynağı		ÖD			ÖD	
%0 – İnorganik	24	4,50	0,13	24	0,38	0,09
%0 – Organik	24	4,88	0,13	24	0,25	0,09
%1 – İnorganik	24	4,58	0,13	24	0,21	0,09
%1 – Organik	24	4,71	0,13	24	0,33	0,09
R^2		0,018			-0,011	

ÖD: Önemli değil

Çizelge 3.19. Sırt tüyü (1-5) ve telek (0-2) skorları üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları

Faktörler	Sırt tüyü skoru		Telek skoru	
	n	Etki payı	*n*	Etki payı
Beklenen ortalama	96	4,67	96	0,29
Tannik asit				
%0	48	+0,02	48	+0,02
%1	48	-0,02	48	-0,02
Çinko kaynağı				
İnorganik	48	-0,13	48	0,00
Organik	48	+0,13	48	0,00

4. TARTIŞMA

4.1. Canlı Ağırlık

Araştırma gruplarından elde edilen canlı ağırlık değerleri ele alındığında, rasyona tannik asit katılmasının deneme sonu canlı ağırlığında %5,5 düzeyinde bir azalma ($P<0,001$) meydana getirdiği, rasyonda farklı çinko kaynakları kullanılmasının ise canlı ağırlık üzerine herhangi bir etki göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

Rasyonda bulunan tanen miktarındaki artışın etlik piliçlerde canlı ağırlık üzerine olumsuz etki gösterdiği yapılan bazı araştırmalar ile ortaya konmuştur. Rasyonda mısır (%50) yerine sorgumun artan düzeylerde (mısırın yerine 1/3, 2/3 ve 3/3 oranlarında) ikâme edilme olanaklarının ele alındığı bir çalışmada, artan tanen düzeyinin (0; 441,7; 888,3 ve 1325 mg/kg) etlik piliçlerin deneme sonu canlı ağırlığını (43. gün) olumsuz yönde etkilediği (%6,04-13,40 azalma) belirlenmiştir (Tandiang ve ark 2014). Hassan ve ark (2003), rasyonda enerji kaynağı olarak yüksek ve düşük tanen (%13,8 ve %2,8 kateşin eşdeğeri) içerikli sorgum varyetelerinin etlik piliçlerde büyüme ve mineral emilimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, 0-42. günler arasında yüksek tanen içerikli sorgum kapsayan rasyonla beslenen etlik piliçlerin canlı ağırlıklarının önemli düzeyde ($P<0,01$; %4) düşük olduğunu bildirmiştir. Deneme süresince (7-49. günler) rasyona mısır yerine aynı miktarda (%58) yüksek tanen (%0,09) kapsayan sorgum ikâme edilmesinin deneme sonu canlı ağırlık ortalamasını önemli derecede (%5,2, $P<0,001$) azalttığı belirtilmiştir (Pour-Reza ve Edriss 1997). Yüksek düzeyde tanen içeren *Sericea lespedeza* yaprağından elde edilen unun artan düzeylerde (%0, 5, 10 ve 20) rasyona katılmasının etlik piliçlerin canlı ağırlığı üzerinde artan oranda (%1,87; 3,77 ve 23,78 düzeyinde azalma) olumsuz etki gösterdiği belirlenmiştir (Moyle ve ark 2012). Farklı düzeylerde tanen (0,07; 0,20; 1,24; 1,68 ve 2,48 A_{550nm}/g KM) içeriğine sahip sorgum varyeteleri ile hazırlanan rasyonlarla sekiz hafta süresince beslenen erkek etlik piliçlerde, rasyonda artan tanen düzeyinin 6. ve 8. hafta canlı ağırlıkları üzerine doğrusal olarak olumsuz etkisinin olduğu yapılan bir başka araştırmada (Nyamambi ve ark 2007) ortaya konmuştur.

Diğer yandan canlı ağırlığın rasyondaki tanen düzeyinden etkilenmediğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Medugu ve ark (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, 14-49. günler arasında yüksek tanen içerikli sorgum kapsayan rasyonla beslenen etlik

piliçlerin canlı ağırlık ortalamalarının mısır kapsayan rasyonla beslenenlerle benzer olduğu belirlenmiştir. Schiavone ve ark (2008), etlik piliç rasyonlarına farklı düzeylerde (%0; 0,10; 0,15; 0,20 ve 0,25) kestane kabuğu ekstraktı katılmasının etkilerini araştırdıkları çalışmada, yüksek düzeyde (%0,25) katkı yapılan gruptan elde edilen canlı ağırlık değeri ile katkı yapılmayan gruptan elde edilen değerler arasında farklılık gözlenmediğini, en yüksek canlı ağırlık değerinin ise %0,20 düzeyinde katkı yapılan grupta elde edildiğini ($P<0,05$) belirlemiştir. Benzer bir çalışmada, kestane kabuğu ekstraktının %1 düzeyine kadar etlik piliç rasyonuna katılmasının deneme sonu canlı ağırlık değerlerini etkilemediği ortaya koyulmuştur (Jamroz ve ark 2009).

Rasyona inorganik çinko yerine organik çinko katılmasının deneme sonu canlı ağırlıkları üzerine olan etkilerinin incelendiği bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlar araştırmada elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Aksu ve ark (2011a), 1-42. günler arasında etlik piliç rasyonuna 40 mg/kg çinko kapsayan çinko sülfat yerine aynı düzeyde çinko kapsayacak şekilde çinko proteinat kattıkları çalışmada, deneme sonu canlı ağırlıkları bakımından gruplar arasında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Rasyona çinko sülfat (45mg/kg çinko) yerine daha düşük düzeyde çinko proteinat (10 mg/kg çinko) katılarak 39 gün sürdürülen diğer bir çalışmada, etlik piliçlerin deneme sonu canlı ağırlıkları bakımından iki grup arasında herhangi bir farklılık gözlenmediği ortaya konmuştur (Nollet ve ark 2007). Buna karşın, Tronina ve ark (2007), rasyonda çinko oksit yerine aynı düzeyde çinko glisin bulunmasının deneme sonu (42. gün) canlı ağırlığını önemli düzeyde ($P<0,05$) düşürdüğünü (%3,18) bildirmiştir.

4.2. Canlı Ağırlık Artışı

Çalışmada elde edilen haftalık ve toplam canlı ağırlık artışı değerleri Çizelge 3.3'de sunulmuştur. Rasyona yapılan tannik asit katkısının toplam canlı ağırlık artışı üzerine 140 g (%5,5) düzeyinde olumsuz etki ($P<0,001$) oluşturduğu, rasyonda bulunan çinko kaynağının ise toplam canlı ağırlık artışı üzerine deneme süresince etki göstermediği tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada tannik asit katkısının canlı ağırlık artışı değişiminde oluşturduğu olumsuz etki, Hassan ve ark (2003) tarafından rasyondaki tanen düzeyinin artmasının canlı ağırlık artışı üzerine yaklaşık %4 düzeyinde olumsuz etki oluşturduğu yönündeki bildirişi

ile uyum içerisindedir. Erkek etlik piliçlerde rasyona tanen içeriği yüksek olan *Shorea robusta* küspesi katılarak yapılan bir diğer çalışmada, 2-4. haftalar arasında *Shorea robusta* küspesi kapsayan rasyonla besleme sonucunda canlı ağırlık artışının önemli düzeyde (%68) azaldığı belirlenmiştir (Mahmood ve Smithard 1993). Diğer yandan, rasyondaki tanen düzeyinin canlı ağırlık artışı üzerine etki göstermediği yapılan bazı çalışmalarda bildirilmektedir. Konieczka ve ark (2014), rasyona %0,1 düzeyinde tanen kapsayan bezelye katılmasının (%0, 10, 15, 20, 25 ve 30 düzeyinde) canlı ağırlık artışını etkilemediğini belirtmiştir. Nyachoti ve ark (1996) rasyona mısır yerine yüksek düzeyde tanen içeriğine sahip sorgum katılmasının erkek etlik piliçlerde 0-21. günler arasındaki canlı ağırlık artışları bakımından gruplar arasında farklılık oluşturmadığını ortaya koymuştur. Benzer sonuçlar yapılan bazı diğer araştırmalarda da bildirilmiştir (Kumar ve ark 2005, Nyannor ve ark 2007, Schiavone ve ark 2008, Jamroz ve ark 2009, Torres ve ark 2013).

Farklı çinko kaynaklarının etlik piliçlerde canlı ağırlık artışı düzeyi üzerine etkilerinin incelendiği araştırmalar genel olarak ele alındığında, yapılan çalışmaların büyük bir kısmında canlı ağırlık artışı üzerine herhangi bir etki oluşmadığı ortaya konmuştur. Ao ve ark (2006) yaptıkları çalışmada, etlik civciv rasyonunda organik çinko kaynağı olarak çinko proteinat kullanılmasının çinko sülfata göre 0-21. günler arasında etkilerini incelemişler, her iki çinko kaynağı için de rasyona 10, 20 ve 40 mg/kg düzeylerinde katılan çinkonun canlı ağırlık artışı üzerine herhangi bir etki oluşturmadığını belirlemiştir. Aynı araştırmacılar diğer bir çalışmada, erkek etlik damızlık civcivlerde rasyona 21 gün süresince 20 mg/kg düzeyinde katılan çinko proteinatın çinko sülfat ile benzer canlı ağırlık artışı değerleri verdiğini belirlemiştir (Ao ve ark 2009). Liu ve ark (2011), farklı düzeylerde (60, 120 ve 180 mg/kg çinko) ve farklı çinko kaynaklarının (çinko sülfat, çinko amino asit ve iki farklı çinko proteinat) kullanımının erkek etlik piliçlerde 0-21 ve 21-42. günler arasındaki ortalama canlı ağırlık artışı değerleri üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığını ortaya koymuştur. Benzer sonuçlar, yapılan birçok araştırma (Świątkiewicz ve ark 2001, Bao ve ark 2005, Şahin ve ark 2005, Bao ve ark 2006, 2007, Huang ve ark 2009, Owens ve ark 2009, Bao ve ark 2010, Aksu ve ark 2011a, Anil kumar ve ark 2012, Star ve ark 2012, Brooks ve ark 2013, Sahraei ve ark 2013, Yogesh ve ark 2013) sonucunda elde edilmiştir. Diğer yandan, rasyona 100 mg/kg çinko düzeyini sağlayan çinko oksit yerine çinko proteinat katılmasının dişi etlik piliçlerde 35 günlük besleme dönemi sonunda canlı ağırlık artışını olumlu yönde etkilediği yapılan bir araştırma ile ortaya konmuştur (El-

Husseiny ve ark 2012). Organik çinko kaynaklarının kullanımına ilişkin benzer sonuç, Jehanian ve ark (2008) tarafından farklı inorganik (çinko sülfat ve çinko oksit) ve organik (çinko asetat, çinko metiyonin ve çinko lizin) çinko kaynaklarının etlik piliçlerde etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada da belirlenmiştir.

4.3. Yem Tüketimi

Araştırmada, rasyona tannik asit katılmasının yem tüketimi üzerine olumsuz etki gösterdiği, tannik asit katkısı yapılan gruplardaki hayvan başına toplam yem tüketimi miktarının katkı yapılmayan gruplara göre 188 g (%4,39) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çinko kaynağındaki farklılık ise yem tüketimi üzerinde bir değişiklik meydana getirmemiştir (Çizelge 3.5).

Çalışmadan elde edilen sonuçlar ile benzer şekilde, rasyonda tanen düzeyindeki artışın yem tüketimi üzerine olumsuz etkisinin olduğu Hassan ve ark (2003) tarafından da belirlenmiştir. Hassan ve ark (2003), yüksek düzeyde tanen kapsayan sorgumla beslenen etlik piliçlerin deneme sonu (42. gün) toplam yem tüketim miktarında, düşük düzeyde tanen kapsayan gruba göre %1,25'lik bir azalma şekillendiğini bildirmiştir. Diğer yandan rasyondaki tanen düzeyindeki artışın yem tüketimini artırdığını bildiren araştırmalar da bulunmaktadır. Mısır yerine tanen içeriği daha yüksek olan sorgum ikâme edilerek hazırlanmış rasyon ile 42 gün sürdürülen bir çalışmada, deneme boyunca hayvan başına toplam yem tüketimi mısır içeren rasyon verilenlere göre sorgum içeren rasyon verilen etlik piliçlerde 322 g (%11,60) daha yüksek bulunmuştur (Kumar ve ark 2005). Benzer şekilde; rasyona mısır yerine sorgum ikâme edilerek yapılan başka bir çalışmada (Nyachoti ve ark 1996), deneme sonu (21. gün) toplam yem tüketimleri mısır kapsayan rasyonla beslenen etlik civcivlerde 775 gram, sorgum kapsayan rasyon ile beslenenlerde 893 gram olarak belirlenmiştir. Bunlar yanında, farklı düzeylerde tanen kapsayan rasyonlar ile beslemenin yem tüketimi üzerine etkisinin olmadığı yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda bildirilmiştir. Moyle ve ark (2012), rasyona artan düzeylerde (%5, 10 ve 20) *Sericea lespedeza* unu katılmasının -canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranı üzerine olumsuz etki göstermesine karşın- yem tüketimi üzerine etki göstermediğini ortaya koymuştur. Benzer sonuçlar Nyamambi ve ark (2007), Nyannor ve ark (2007), Schiavone ve ark (2008),

Jamroz ve ark (2009), Torres ve ark (2013) ve Konieczka ve ark (2014) tarafından yapılan araştırmalarda da elde edilmiştir.

Rasyonda inorganik çinko kaynağı yerine organik çinko kaynaklarının kullanılmasının araştırıldığı çalışmalardan elde edilen sonuçlar irdelendiğinde kullanılan çinko kaynağının yem tüketim düzeyi üzerine etkisi olmadığı (Świątkiewicz ve ark 2001, Ao ve ark 2006, Bao ve ark 2006, 2007, Nollet ve ark 2007, Ao ve ark 2009, Huang ve ark 2009, Owens ve ark 2009, Bao ve ark 2010, Aksu ve ark 2011a, Liu ve ark 2011, Anil kumar ve ark 2012, Star ve ark 2012, Brooks ve ark 2013, Sahraei ve ark 2013, Yogesh ve ark 2013) görülmektedir. Diğer yandan, rasyona çinko oksit yerine aynı düzeyde çinko proteinat (100 mg/kg çinko) katılmasının yem tüketimini azalttığı yapılan bir çalışmada bildirilmiştir (El-Husseiny ve ark 2012).

4.4. Yemden Yararlanma Oranı

Yapılan çalışmada, denemenin ilk üç haftasında rasyona tannik asit katılmasının yemden yararlanma oranı üzerine olumsuz etki gösterdiği, 4. ve 5. haftalarda etki oluşturmadığı, 6. haftada ise yemden yararlanma oranı üzerine olumlu etki gösterdiği, deneme süresince toplam yemden yararlanma oranı üzerine tannik asitin etki oluşturmadığı tespit edilmiştir. Rasyonda kullanılan farklı çinko kaynaklarının ise ne haftalara göre ne de tüm deneme süresi için belirlenen yemden yararlanma oranı üzerine etki göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 3.7).

Kestaneden elde edilen tanen ekstraktının rasyona farklı düzeylerde (0, 250, 500 ve 1000 mg/kg) katılmasının etlik piliçlerde yemden yararlanma oranı üzerine etki göstermediği bildirilmiştir (Jamroz ve ark 2009). Torres ve ark (2013) rasyona mısır yerine düşük düzeyde tanen içeren sorgum ikâme etme olanaklarını araştırdıkları çalışmada, mısır yerine %100 düzeyinde ikâme edilen sorgumun etlik piliçlerde yemden yararlanma oranı üzerine etkisi olmadığını ortaya koymuştur. Etlik piliç rasyonlarında kestane kabuğu ekstraktı kullanım düzeyini belirlemeyi amaçlayan bir çalışmada, rasyona %0,15; 0,20 ve 0,25 düzeyinde katılan ekstraktın yemden yararlanma oranı üzerinde herhangi bir olumsuz etki oluşturmadığı tespit edilmiştir (Schiavone ve ark 2008). Benzer sonuçlara yapılan başka çalışmalarda da (Nyachoti ve ark 1996, Nyamambi ve ark 2007) ulaşılmıştır. Buna karşın rasyondaki tanen düzeyindeki artışın yemden yararlanma oranını olumsuz yönde

etkilediğini bildiren çalışmalar (Mahmood ve Smithard 1993, Hassan ve ark 2003, Kumar ve ark 2005, Nyannor ve ark 2007, Moyle ve ark 2012) da bulunmaktadır.

Farklı kaynaklardan (çinko sülfat, çinko oksit, çinko asetat, çinko metiyonin ve çinko lizin) ve farklı düzeylerde (40, 80 ve 120 mg/kg) çinko kapsayan rasyonlarla 42 gün süresince beslenen etlik piliçlerde kullanılan çinko kaynağının ve düzeyinin yemden yararlanma oranı üzerine etki göstermediği belirlenmiştir (Jehanian ve ark 2008). Tronina ve ark (2007) çinko kaynağı olarak çinko oksit ve çinko glisin kattıkları etlik piliç rasyonları ile besleme sonucunda yemden yararlanma oranı üzerinde farklılık gözlenmediğini bildirmiştir. Rasyonda kullanılan çinko kaynağının yemden yararlanma oranı üzerine etki göstermediği yapılan diğer birçok çalışma (Nollet ve ark 2007, Ao ve ark 2009, Owens ve ark 2009, Bao ve ark 2010, Aksu ve ark 2011a, Liu ve ark 2011, Star ve ark 2012, Brooks ve ark 2013, Sahraei ve ark 2013) ile ortaya konmuştur. Diğer yandan Yogesh ve ark (2013), 42 gün süresince (1-42. günler) farklı düzeylerde (40, 60, 80 ve 100 mg/kg çinko) ve farklı çinko kaynakları (çinko propiyonat, çinko oksit ve çinko sülfat) kullanarak üç farklı rasyon oluşturmuş, deneme sonunda çinko oksit katılarak hazırlanan rasyonla beslenen etlik piliçlerde yemden yararlanma oranının olumsuz yönde etkilendiğini belirtmiştir. Etlik piliç rasyonuna çinko oksit yerine çinko proteinat katılarak yapılan bir diğer çalışmada (El-Husseiny ve ark 2012), aynı düzeyde çinko (100 mg/kg) kapsayacak şekilde rasyonlar hazırlanmış ve beş hafta sonunda organik çinko katkısı yapılan grupta daha iyi yemden yararlanma oranı elde edildiği bildirilmiştir.

4.5. Yaşama Gücü

Araştırmada, rasyonuna tannik asit katkısı yapılan gruplarda yaşama gücü %97,1; yapılmayan gruplarda ise %98,3 olarak belirlenmiştir. Diğer yandan, rasyonuna organik çinko katkısı yapılan gruplarda yaşama gücünün %98,8; inorganik çinko katkısı yapılan gruplarda ise %96,7 olduğu tespit edilmiştir. Her iki faktör (tannik asit ve çinko kaynağı) bakımından da gruplar arasında yaşama gücü açısından önemli düzeyde farklılık şekillenmemiştir (Çizelge 3.9)

Yapılan çalışmalarda bildirilen sonuçlara genel olarak bakıldığında elde edilen bulgular ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Jamroz ve ark (2009), etlik piliç rasyonuna %0, 0,25; 0,50 ve 1 düzeyinde tanen katılmasının ölüm oranında değişikliğe

neden olmadığını bildirmiştir. İki farklı düzeyde tanen kapsayan sorgum varyetesi ile beslenen etlik piliçlerde deneme süresince gruplarda ölen hayvan sayısının benzer olduğu yapılan başka bir çalışmada bildirilmiştir (Hassan ve ark 2003). Farklı çinko kaynaklarının karşılaştırıldığı araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Burrell ve ark 2004, Nollet ve ark 2007, Tronina ve ark 2007, Bao ve ark 2010).

4.5. Karkas Özellikleri

Araştırmanın 42. gününde hayvanların kesimi sonrası incelenen karkas özelliklerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 3.10'da verilmiştir. Rasyona tannik asit katılması sonucu sıcak karkas randımanı önemli düzeyde ($P<0,001$, %1,21) düşüş göstermiş, rasyona katılan çinko kaynağındaki farklılık ise sıcak karkas randımanı üzerine etki göstermemiştir.

Jamroz ve ark (2009) tarafından kestane ekstraktının etlik piliç rasyonuna %1 düzeyinde katılmasının karkas randımanını %75,4'den %74,1'e düşürdüğü yönündeki bildirişi çalışma ile uyum göstermektedir. Diğer bazı çalışmalar irdelendiğinde (Kumar ve ark 2005, Tandiang ve ark 2014), rasyondaki tanen düzeyindeki artışın karkas randımanı üzerinde etkisi olmadığı yönünde bildirişlere rastlanmaktadır. Rasyona mısır yerine sorgumun ikâme edilmesiyle hazırlanan rasyonla beslenen etlik piliçlerde deneme sonunda (49. gün) karkas randımanının %75,92'den %73,52'ye düştüğü, ancak aradaki farkın istatistiksel açıdan önem taşımadığı yapılan başka bir araştırmada (Medugu ve ark 2010) bildirilmektedir. Ele alınan bu çalışmalarda gruplardaki sıcak karkas ağırlığı değerleri arasında tanen düzeyi nedeniyle bir farklılık gözlenmemiştir. Çalışmada elde edilen sıcak karkas ağırlığı bulguları ile bu çalışmalardaki bulgular arasındaki farklılığın, deneme sonu canlı ağırlıkları açısından gruplar arasında farklılık olup olmaması ile ilişkili olabileceği kanısına varılmıştır. Yapılan birçok çalışmada yer alan rasyonda inorganik çinko kaynakları yerine organik çinko kaynaklarının kullanılmasının sıcak karkas randımanı üzerinde etkisi olmadığı yönündeki bildirişlerin (Tronina ve ark 2007, Jehanian ve ark 2008, Liu ve ark 2011, El-Husseiny ve ark 2012) yapılan çalışma ile benzer olduğu görülmektedir.

Çalışmada ele alınan faktörlerin göreli karaciğer ağırlıkları üzerine herhangi bir etki oluşturmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, rasyondaki artan tanen düzeyinin (Mahmood ve Smithard 1993, Nyachoti ve ark 1996, Kumar ve ark 2005, Jamroz ve ark 2009,

Medugu ve ark 2010) ve çinko kaynağındaki farklılığın (Jehanian ve ark 2008) göreli karaciğer ağırlığı üzerine etki göstermediği yapılan birçok çalışmada bildirilmektedir. Diğer yandan, yapılan bir çalışmada (Moyle ve ark 2012) rasyonda tanen düzeyindeki artışın göreli karaciğer ağırlığını düşürdüğü ortaya konmuştur. Bunun aksine, Belal ve ark (2012), rasyondaki tanen düzeyinin yükselmesinin göreli karaciğer ağırlığını artırdığını bildirmiştir.

Göğüs eti renk değerlerinin (L*, a*, b*) de rasyona yapılan tannik asit katkısından veya çinko kaynağındaki değişiklikten etkilenmediği gözlenmiştir. Konu ile ilgili Liu ve ark (2011) tarafından etlik piliç rasyonlarına çinko sülfat ile iki farklı çinko proteinat veya çinko amino asit katılmasının karşılaştırmalı olarak ele alındığı bir çalışmada, göğüs eti renk değerlerinin her üçünün de çinko kaynağından etkilenmediği belirlenmiştir. Bir diğer çalışmada ise etlik piliç rasyonuna aynı düzeyde (40 mg/kg çinko) katılan çinko sülfat ile çinko proteinatın et kalitesi üzerine olan etkileri araştırılmış, organik çinko katılması ile parlaklık (L*) düzeyinin arttığı, kırmızılık (a*) düzeyinin azaldığı, sarılık (b*) düzeyinin ise rasyondaki değişikliklerden etkilenmediği belirtilmiştir (Aksu ve ark 2011b).

4.6. Çinko Sindirilebilirliği

Çinko sindirilebilirlikleri bakımından elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; rasyonda tannik asit bulunmasının çinko sindirilebilirliğini önemli düzeyde ($P<0,05$, %41,27'den %35,40'a) düşürdüğü, sindirilebilirlik düzeyleri (inorganik çinko için %39,07; organik çinko için %37,59) arasında önemli bir farklılık gözlenmemesi nedeniyle farklı çinko kaynakları kullanılmasının çinko sindirilebilirliği üzerine herhangi bir etki göstermediği sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 3.12).

Yapılan literatür taramasında, rasyondaki tanen düzeyinin çinko sindirilebilirliği üzerine olan etkilerinin incelendiği özellikle son yıllarda yapılmış yeterli sayıda araştırmaya ulaşılamamıştır. Ulaşılan bir çalışmada (Hassan ve ark 2003), düşük düzeyde (%0,28 kateşin eşdeğeri) tanen içeren sorgum katılan rasyonla beslenen altı haftalık yaştaki etlik piliçlerde çinko sindirilebilirliği %76,8, yüksek düzeyde tanen (%1,36 kateşin eşdeğeri) içeren sorgum katılan rasyonla beslenenlerde ise %72,9 olarak belirlenmiş ve rasyondaki tanen düzeyindeki artışın çinko sindirilebilirliği üzerinde önemli düzeyde olumsuz etkiye neden olduğu bildirilmiştir.

Rasyondaki çinko kaynağının çinko sindirilebilirliği üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Aksu ve ark 2011a), inorganik (sülfat) veya organik (proteinat) çinko katılan rasyonlarla (40 mg/kg çinko) beslenen etlik piliçlerde denemenin 26. günündeki çinko atılımının benzer olduğu (30,82 ve 33,03 µg/g/hayvan) belirlenmiştir. Benzer şekilde, Yogesh ve ark (2013), etlik piliçlerde farklı çinko kaynakları (çinko proteinat, çinko sülfat ve çinko oksit) etkilerini araştırdıkları çalışmanın 38-40. günleri arasında yaptıkları sindirim denemesinde, çinko kaynağındaki farklılığın çinko tutulumu üzerine etki göstermediğini, değerlerin sırasıyla %33,81; %31,80 ve %32,20 olduğunu belirtmiştir. Diğer yandan, rasyonda organik çinko bulunmasının çinko sindirilebilirliği üzerine olumlu etki gösterdiği Bao ve ark (2010) tarafından 35 günlük yaştaki etlik piliçler üzerinde yapılan bir araştırmada ortaya konmuştur. Araştırmada rasyona 30 mg/kg çinko sağlayacak düzeyde katılan çinko proteinatın, aynı düzeyde çinko sağlayan çinko sülfata göre ileumdaki sindirilebilirliğinin önemli düzeyde yüksek ($P<0,001$) olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Aynı araştırmacılar, çinko sülfat kapsayan (50 mg/kg çinko) rasyonla beslemeye göre çinko proteinat kapsayan (40 mg/kg çinko) rasyonla beslemede çinko atılımının önemli düzeyde ($P<0,05$; 11,05 mg/hayvan/günden 6,47 mg/hayvan/güne) azaldığını, çinko proteinattan sağlanan çinko düzeyinin 80 mg/kg rasyona yükseltilmesi sonucunda ise inorganik çinko ile benzer atılım düzeyi şekillendiğini yaptıkları iki farklı araştırmada ortaya koymuştur (Bao ve ark 2005, 2006).

4.7. Serum, Tibia, Karaciğer ve Tüy Çinko Düzeyleri

Elde edilen çalışma sonuçlarına göre tannik asit katkısı tibia çinko düzeyinde önemli derecede artışa ($P<0,01$), karaciğer çinko düzeyinde ise önemli derecede azalmaya ($P<0,001$) neden olmuştur. Diğer yandan, rasyonda organik çinko bulunması serum çinko düzeyinde azalma ($P<0,001$) meydana getirmiştir. Tibia, karaciğer ve tüy çinko düzeyleri ise çinko kaynağından etkilenmemiştir (Çizelge 3.14).

Rasyondaki tanen miktarındaki değişimin serum, tibia, karaciğer ve tüy çinko düzeyleri üzerine etkisini inceleyen herhangi bir araştırmaya ulaşılamamıştır. Tannik asit katılması ile tibia çinko düzeyinin artması (Çizelge 3.14) beklenmeyen bir değişiklik olup, gruplardan elde edilen değerlerin birbirlerine yakın olduğu, diğer yandan denemedeki faktörlerin belirlilik katsayısının (R^2) düşük olması da dikkate alınarak tibia çinko

düzeyindeki artışın tannik asit ile ilişkili olmayabileceği düşünülebilir. Elde edilen çinko sindirilebilirliği değerleri (Çizelge 3.12) göz önüne alındığında; karaciğer çinko düzeyindeki azalmanın tannik asite bağlı çinko sindirilebilirliğindeki azalma sonucunda meydana geldiği söylenebilir.

Çinko kaynağının serum çinko düzeyi üzerine etkisinin incelendiği araştırmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Anil kumar ve ark (2012) tarafından yapılan çalışmada, rasyona 80 mg/kg çinko sağlanacak düzeyde katılan çinko proteinatın aynı düzeyde katılan çinko sülfata göre plazma çinko düzeyini azalttığı yönündeki bildirişi araştırma bulguları ile uyum içerisindedir. Ancak, çinko kaynağının plazma çinko düzeyini etkilemediği (Tronina ve ark 2007, Ao ve ark 2009) veya organik çinko kaynaklarının plazma çinko düzeyini artırdığı (Sarıpınar Aksu ve ark 2010) yapılan çeşitli araştırmalarda bildirilmiştir.

Çinko kaynağının tibia çinko düzeyi üzerine etki göstermediğini bildiren birçok araştırma bulunmaktadır (Świątkiewicz ve ark 2001, Ao ve ark 2006, Huang ve ark 2009, Bao ve ark 2010, Zhao ve ark 2010, Aksu ve ark 2011a, Anil kumar ve ark 2012, El-Husseiny ve ark 2012, Brooks ve ark 2013). Diğer yandan Ao ve ark (2009), 0-3. haftalar arasında temel rasyonda 20 mg/kg çinko olacak şekilde proteinat formda çinko katılmasının erkek damızlık civcivlerde sülfat formuna göre tibia çinko düzeyini artırdığını ($P<0,05$) bildirmiştir.

Çinko kaynaklarının karaciğer çinko düzeyi üzerine etkilerinin ele alındığı araştırmalarda elde edilen sonuçlar arasında değişkenlik olduğu görülmektedir. Araştırmada elde edilen sonuçlar ile uyumlu şekilde, farklı çinko kaynaklarının (çinko sülfat ve çinko proteinat) karaciğer çinko düzeyi üzerine etkisinin olmadığı yapılan bir araştırmada (Ao ve ark 2006) ortaya konmuştur. Organik çinko kaynağının (çinko proteinat) karaciğer çinko düzeyini düşürdüğü (El-Husseiny ve ark 2012), diğer yandan ise rasyona organik çinko (çinko glisin) katılmasının karaciğer çinko düzeyinde artış (%14,24) meydana getirdiği yönünde bildirişler (Tronina ve ark 2007) de bulunmaktadır.

Çinko kaynağının tüy çinko düzeyine etkisine ilişkin ulaşılabilen tek araştırmada, rasyonda inorganik çinkonun (çinko sülfat) düzeyindeki artışın (20, 40, 60 ve 80 mg/kg çinko) tüy çinko düzeyinde azalma ($P<0,05$) meydana getirdiği, bunun aksine rasyondaki organik çinko düzeyindeki benzer artışın ise tüy çinko düzeyini yükselttiği ($P<0,05$) bildirilmektedir (Anil kumar ve ark 2012).

4.8. İnce Bağırsak İçeriği Viskozitesi ve Tüy Skoru

Çalışmaya ait ince bağırsak içeriği viskozitesi ve tüy skoru verileri sırasıyla Çizelge 3.16 ve 3.18'de sunulmuştur. Araştırmada ele alınan faktörlerin (tannik asit düzeyi ve çinko kaynağı) her iki parametre üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Rasyondaki tanen düzeyinin veya çinko kaynağının ince bağırsak içeriği viskozitesi üzerine olan etkisinin ele alındığı herhangi bir çalışmaya yapılan literatür taramasında rastlanamamıştır. Diğer yandan, yapılan bir araştırmada etlik piliçlerde farklı çinko kaynaklarının (kontrol, 22,2 ve 111 mg/kg çinko oksit, 88,8 mg/kg çinko proteinat ve 160 mg/kg çinko şelat) jejenum içeriği viskozitesi üzerine etkisi incelenmiş, çinko proteinat katkısı yapılan grupta viskozite düzeyi diğer gruplardan yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Ancak araştırıcılar gözlemledikleri bu farklılığa herhangi bir açıklama getirememiştir (Owens ve ark 2009).

Yapılan araştırmada incelenen faktörlerin tüy skoru üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmaya da rastlanamamıştır. Yapılan bu çalışmada, çinko gereksiniminin rasyon ile en üst düzeyde (100 mg/kg) ve her grupta aynı düzeyde karşılanmasının tüy skoru açısından gruplar arasında farklılık oluşmamasında etkili olabileceği düşünülebilir. Rasyonda çinko düzeyindeki değişimin tüy skoru üzerine ekilerinin incelendiği bir çalışmada (Lai ve ark 2010), 44 mg/kg çinko kapsayan bazal rasyona 40 mg/kg çinko (rasyonda 84 mg/kg çinko) katılmasının sırt tüyü skorunda artış ($P<0,001$) ve telek skorunda düşme ($P<0,05$), 60 mg/kg çinko (rasyonda 104 mg/kg çinko) katılmasının ise sırt tüyü ($P<0,001$) ve telek ($P<0,05$) skorunda düşme meydana getirdiğini bildirmiştir.

4.9. Araştırma Bulguları Arasındaki Farklılıklara Genel Yaklaşım

Tartışma başlığı altında, yapılan bu araştırmada elde edilen bulgular ile benzer yaklaşımdaki diğer araştırmalardaki bulgular karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Bazı araştırmaların bulguları ile şekillenen uyumsuzlukların (a) rasyonlardaki tanen düzeyi ve bileşimindeki farklılık, (b) rasyonlardaki çinko düzeyi ve çeşidi ile bunlara karşı sindirim kanalında şekillenen tepki, (c) denemede kullanılan hayvanların farklı genotipik yapıları, yetiştirme şekli ve süresi ile (d) çevresel etmenler gibi değişkenlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir.

5. SONUÇ

Antinutrisyonel bir bileşik olan tannik asit varlığında etlik piliç rasyonlarında çinko kaynağı olarak inorganik (çinko oksit) veya organik (çinko proteinat) çinko kullanılmasının performans parametreleri, bazı karkas özellikleri, çinko sindirilebilirliği, serum, tibia, karaciğer, tüy çinko düzeyleri, ince bağırsak içeriği viskozitesi ile tüy skoru üzerine olan etkileri incelendiği araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Rasyonda tannik asit bulunmasının canlı ağırlık üzerine olumsuz ($P<0,001$) etki oluşturduğu, tannik asit katkısı yapılmayan gruba göre %5,5 düzeyinde (2593,66 g'dan 2449,15 g'a) düşüş şekillendiği belirlenmiştir. Farklı çinko kaynakları kullanılmasının ise deneme sonu canlı ağırlık değerleri (2518,59 g inorganik ve 2524,22 g organik) üzerine herhangi bir etki göstermediği tespit edilmiştir.

Canlı ağırlık artışı düzeyleri de canlı ağırlık değerleri ile benzer şekilde rasyona tannik asit katkısı yapılması sonucu yem tüketimindeki azalmaya bağlı olarak 140,45 g (2547,42 g'dan 2406,97 g'a) düşüş ($P<0,001$) göstermiştir. Rasyonda çinko kaynağı olarak inorganik çinko (2473,96 g) veya organik çinko (2480,42 g) bulunmasının canlı ağırlık artışı üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Araştırmanın 2-5. haftaları arasındaki süreçte rasyona tannik asit katılması ile yem tüketimi baskılanmış, bunun sonucu olarak da deneme süresince toplam yem tüketimi tannik asit katılmasından olumsuz yönde ($P<0,001$; 188,06 g daha az yem tüketimi) etkilenmiştir. Rasyona organik çinko katılması 3. hafta ($P<0,05$), inorganik çinko katılması ise 6. hafta ($P<0,05$) yem tüketimini artırmış, deneme süresince toplam yem tüketiminin ise çinko kaynağındaki farklılıktan etkilenmediği ortaya konmuştur.

Yemden yararlanma oranı denemenin ilk üç haftasında tannik asit katkısı yapılmasına bağlı olarak yükselme ($P<0,001$) göstermiş, 4. ve 5. haftalarda gruplar arasında farklılık gözlenmemiş ve 6. haftada tannik asit katkısı yapılan grupta yemden yararlanma oranı bakımından daha düşük ($P<0,01$) değerler elde edilmiştir. Deneme süresince toplam yemden yararlanma oranı bakımından ise son haftalarda gözlenen tolerans ve telâfi sonucunda gruplar arasında farklılık ortadan kalkmıştır.

Denemede ele alınan faktörlerin (tannik asit katkısı ve çinko kaynağı) yaşama gücü üzerine herhangi bir etki oluşturmadığı belirlenmiştir. Tannik asit katkısı yapılan grupta yaşama gücü %97,1; yapılmayan grupta %98,8; inorganik çinko katılan grupta %96,7 ve organik çinko katılan grupta %98,8 olarak belirlenmiştir.

Mısır ve soya fasulyesi küspesine dayalı ve 100 mg/kg çinko içeren rasyona %0,75 tannik asit katılmasının çinko sindirilebilirliğini %41,27'den %35,40'a düşürdüğü ($P<0,05$), çinko kaynağındaki farklılığın ise çinko sindirilebilirliği (%39,07 inorganik, %37,59 organik) üzerinde değişiklik oluşturmadığı ortaya konmuştur.

Rasyona tannik asit katkısı tibia çinko düzeyinde artışa ($P<0,01$), karaciğer çinko düzeyinde ise azalmaya ($P<0,001$) neden olmuştur. Serum ve tüy çinko düzeyleri tannik asit katkısından etkilenmemiştir. Diğer yandan, rasyonda organik çinko bulunması serum çinko düzeyini azaltırken ($P<0,001$), karaciğer çinko düzeyinde artış ($P<0,05$) meydana getirmiştir. Tibia ve tüy çinko düzeylerinin ise çinko kaynağından etkilenmediği tespit edilmiştir.

Sıcak karkas randımanının rasyona tannik asit katılması sonucu %70,54'den %69,33'e düştüğü ($P<0,001$), rasyona katılan çinko kaynağındaki farklılığın ise sıcak karkas randımanı üzerine etki göstermediği belirlenmiştir.

Göreli karaciğer ağırlıklarının hem tannik asit katkısı hem de çinko kaynağından etkilenmediği; benzer şekilde göğüs eti rengi, ince bağırsak içeriği viskozitesi ve tüy skoru üzerine de deneme faktörlerinin etkisinin olmadığı ortaya konmuştur.

Denemeden elde edilen verilere dayanarak; rasyona %0,75 düzeyinde tannik asit katkısı yapılmasının performans parametreleri üzerine genel olarak olumsuz etki gösterdiği belirlenmiştir. Tannik asitin, inorganik çinko emilimini olduğu kadar organik çinko emilimini de baskıladığı yapılan araştırmada ortaya konmuştur. Diğer yandan, rasyona inorganik çinko yerine aynı düzeyde organik çinko katılmasının performans parametreleri ve çinko sindirilebilirliği üzerinde herhangi bir olumlu etki meydana getirmediği görülmüştür.

Yapılan araştırmada;

- Belirli bir düzeyin üzerinde bulunduğunda performans parametreleri üzerine olumsuz etkiler oluşturduğu için rasyon hazırlanırken tannik asit düzeyinin göz önüne alınması gerektiği,
- Gereksinimi karşılayacak düzeyde kullanıldığında rasyonda inorganik veya organik çinko kaynakları kullanımı arasında fark olmadığı ve bu durumun rasyon maliyeti açısından da dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan hareketle ileriye dönük olarak;

- Farklı antinutrisyonel maddeler (tanen, fitat gibi) ve bunların farklı düzeylerini kapsayan rasyonlarla beslemede farklı düzeylerdeki organik ve/veya inorganik çinko kaynaklarının sindirilebilirliğinin karşılaştırılacağı,
- Belirtilen faktörlere ilişkin etlik piliçlerin farklı yaş dönemlerinde şekillenebilecek değişimlerin (tolerans ve telâfi yeteneği) belirleneceği,
- Çinko sindirilebilirliğinin yanı sıra protein ve/veya amino asit sindirilebilirliklerinin de ortaya konulacağı çalışmalar yapılması konu ile ilgili daha aydınlatıcı bilgiler ve yaklaşımlar ortaya koyulmasını sağlayacaktır.

ÖZET

İnorganik veya Organik Çinko Kapsayan Etlik Piliç Rasyonlarına Tannik Asit Katılmasının Performans ve Sindirilebilirlik Üzerine Etkisi

Bu araştırma, inorganik veya organik çinko kapsayan etlik piliç rasyonuna tannik asit katılmasının etlik piliçlerde performans (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı, yaşama gücü), karkas özellikleri (sıcak karkas randımanı, göreli karaciğer ağırlığı ve göğüs eti rengi), çinko sindirilebilirliği, serum, tibia, karaciğer ve tüyde çinko düzeyleri ile ince bağırsak içeriği viskozitesi ve tüy skoru üzerine olan etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Araştırmada toplam 480 adet Ross 308 ticari hibrit erkek etlik civciv kullanılmıştır. Araştırma 2x2 faktöriyel deneme desenine göre oluşturulan dört deneme grubu (1. grup; tannik asit katkısı yapılmamış ve inorganik çinko kapsayan, 2. grup; tannik asit katkısı yapılmamış ve organik çinko kapsayan, 3. grup; tannik asit katkısı yapılmış ve inorganik çinko kapsayan, 4. grup; tannik asit katkısı yapılmış ve organik çinko kapsayan) ile yürütülmüştür. Civcivler her bir deneme grubuna (120 adet) rasgele dağıtılmış ve her bir deneme grubu için sekiz alt grup (15 civciv) düzenlenmiştir.

Araştırmanın ilk 10 gününde 3010 Mcal/kg ME ve %24 HP içeren etlik piliç başlangıç, 11-28. günlerinde 3175 Mcal/kg ME ve %22 HP içeren etlik piliç geliştirme, 28-42. günler ile 42. günden sonra yapılan sindirim denemesinde ise 3225 Mcal/kg ME ve %20 HP içeren etlik piliç bitirme rasyonları kullanılmıştır. Deneme yemleri hayvanlara *ad libitum* verilmiştir.

Rasyonlarda çinko sindirilebilirliğini belirlemek için denemenin 42. gününde 1. deneme grubundaki hayvanlar rasgele seçilip tartılmış ve sindirim denemesi için her bir deneme grubunda 16 hayvan olacak şekilde bireysel kafeslere konularak dört deneme grubu yeniden oluşturulmuştur. Sindirim denemesi birbirini izleyen 12 saat ön açlık, 3 gün yemleme ve 12 saat son açlık süreçlerini içerecek şekilde yürütülmüştür.

Rasyona tannik asit katkısı yapılmasıyla araştırma sonu canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı ve yem tüketimi değerlerinde önemli ($P<0,001$) düzeyde azalma şekillendiği, yemden yararlanma oranı üzerinde ise tannik asit katkısının etki göstermediği belirlenmiştir. Çinko

kaynağının ise performans parametreleri üzerine herhangi bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Çinko sindirilebilirliği üzerine tannik asit katkısının olumsuz etki (%5,87 azalma, $P<0,05$) gösterdiği, kullanılan farklı çinko kaynaklarının ise benzer sindirilebilirlik düzeylerine (inorganik çinko %39,07; organik çinko %37,59) sahip olduğu ortaya konmuştur.

Serum ve tüy çinko düzeyleri rasyona tannik asit katkısı yapılmasından etkilenmemiş, tibia çinko düzeyinde önemli derecede ($P<0,001$) artış ve karaciğer çinko düzeyinde önemli ($P<0,001$) derecede azalma şekillenmiştir. Rasyonda organik çinko bulunmasıyla serum çinko düzeyinde azalma ($P<0,001$), karaciğer çinko düzeyinde ise artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Tibia ve tüy çinko düzeyleri rasyondaki çinko kaynağından etkilenmemiştir.

Rasyona tannik asit katılması karkas özelliklerinden sıcak karkas randımanı üzerine olumsuz etki ($P<0,001$) göstermiş, göreli karaciğer ağırlığı ve göğüs eti rengini etkilememiştir. Denemede kullanılan çinko kaynakları ise karkas özellikleri üzerine etki göstermemiştir.

Araştırmada ele alınan faktörlerin (tannik asit katkısı ve farklı çinko kaynağı) yaşama gücü, ince bağırsak içeriği viskozitesi ve tüy skoru üzerine etki göstermediği ortaya konmuştur.

Çalışmada elde edilen verilerin ışığı altında genel bir değerlendirme yapıldığında; performans parametrelerini olumsuz yönde etkilemesi nedeniyle hazırlanacak olan etlik piliç rasyonlarında gereksinim düzeylerinin karşılanmasının yanı sıra tannik asit düzeyi bakımından da değerlendirme yapılması gerektiği, rasyonda gereksinim düzeyinde inorganik ve organik çinko kaynakları kullanıldığında benzer derecede sindirilebilirliğe sahip oldukları için rasyonda kullanılacak çinko kaynağı belirlenirken maliyetin göz önünde bulundurulmasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Etlik piliç, organik çinko, tannik asit, sindirilebilirlik, performans

SUMMARY

The Effect of Tannic Acid Supplementation to the Broiler Diets Containing Inorganic or Organic Zinc on Performance and Digestibility

This study was conducted to investigate the effect of dietary tannic acid supplementation to broiler diets containing inorganic or organic zinc on performance (body weight, weight gain, feed intake and feed conversion ratio, vitality), carcass characteristics (hot carcass yield, relative liver weight and breast meat colour), zinc digestibility, zinc levels in serum, tibia, liver, and feather, viscosity of small intestinal contents and feather score.

A total of 480 Ross 308 commercial hybrid male broiler chicks were used. The research was conducted with four experimental groups designed by 2x2 factorial arrangement (Group 1, supplementation of inorganic zinc without tannic acid; Group 2, supplementation of organic zinc without tannic acid; Group 3, supplementation of inorganic zinc with tannic acid; Group 4, supplementation of organic zinc with tannic acid). Chicks were randomly distributed into each treatment (120 to per group) with each containing 15 chicks per pen.

Starter diet with 3010 Mcal/kg ME and 24% CP for 10 days, grower diet with 3175 Mcal/kg ME and 22% CP at days 11-28, and finisher diet with 3225 Mcal/kg ME and %20 CP at days 29-42 and digestion trial after day 42 were offered. Experimental diets were given *ad libitum.*

To determine the zinc digestibility of the ration, randomly selected eight birds from each repetation of the first experimental group were weighed and were placed in individual cages thus, four treatment groups containing 16 animals were re-formed on the 42nd day of trial. Digestion trial was carried out as to include successive 12 hours pre-fasting period, 3 days feeding, and 12 hours last-fasting.

Mean values of body weight, body weight gain and feed consumption at the end of the research were significantly ($P<0,001$) decreased by dietary addition of tannic acid but feed conversion ratio was not affected. Also, source of zinc did not show any significant effect on performance parameters.

It was demonstrated that dietary tannic acid supplementation has negative impact on zinc digestibility (5.87% decrease, P<0,05) and different sources of zinc have similar digestibility levels (39.07% inorganic zinc; 37.59% organic zinc).

Serum and feather zinc levels were not affected by addition of tannic acid to diets but a significant increase in tibia zinc level (P<0,001) and a significant decrease in liver zinc level (P<0.001) were observed. Dietary supplementation of organic zinc decreased serum zinc (P<0,001) and increased liver zinc (P<0,001). Zinc in tibia and feather was not affected by source of the zinc.

Dietary addition of tannic acid showed negative effect on carcass yield (P<0,001) but did not affect relative liver weight and breast meat colour. Zinc source had no significant effect on carcass characteristics.

It was demonstrated that the factors investigated in the present study (addition of tannic acid and different zinc source) had no significant effect on intestinal content viscosity and feather score.

In respect to present data; in addition to provide nutritional requirements of birds with diet, an additional attention must be given to concentration of tannic acid in diets considering its depressive effect on broiler performance. The cost of zinc addition should be taken into consideration when will be selected according to its source, because supplementation of inorganic either organic zinc sources at the requirement level have similar digestibility values.

Keywords: Broiler, organic zinc, tannic acid, digestibility, performance

KAYNAKLAR

Akar F, Kaya S, Filazi A, Yarsan E. Yem ve yem hammaddelerinde bulunan bazı doğal olumsuzluk faktörleri: I. tanen ve siyanür düzeyleri. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 1994; 41(1): 119-131.

Aksu T, Aksu Mİ, Yörük MA, Karaoğlu M. Effects of organically-complexed minerals on meat quality in chickens. British Poultry Science 2011b; 52(5): 558-563.

Aksu T, Özsoy B, Sarıpınar Aksu D, Yörük MA, Gül M. The effects of lower levels of organically complexed zinc, copper and manganese in broiler diets on performance, mineral concentration of tibia and mineral excretion. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2011a; 17(1): 141-146.

Aletor VA. Allelochemicals in plant foods and feeding stuffs. part I. nutritional, biochemical and physiopathological aspects in animal production. Veterinary and Human Toxicology 1993; 35(1): 57-67.

Anil kumar C, Ramana, JV, Rama Prasad J, Sudheer SD, Sudhakar RP, Shakeela S. Dietary supplementation of zinc sulphate and zinc-methionine: changes in levels of mineral composition (copper, zinc, iron and manganese) in various organs of broilers. Journal of Animal Production Advances 2012; 2(9): 409-419.

Anonim 2003. Opinion of the scientific committee for animal nutrition on the use of zinc in feedingstuffs, European Commission Health and Consumer Protection Directorate-General, 14 Mart 2003.

Anonim 2004. Organic trace minerals. Avitech Technical Bulletin. http://www.avitechnutrition.com/pdf/technical-bulletin/2004/Organic%20Trace%20 Minerals.pdf, Erişim Tarihi: 07 Kasım 2013.

Anonim 2014a. History of zinc, http://www.zinc.org/basics/history_of_zinc, Erişim Tarihi: 15 Şubat 2014.

Anonim 2014b. Clarification of the 3D structure of the interspersed nuclear localization signal in zinc finger domain, http://www.med.nagasaki-u.ac.jp/phrmch1/lcn /interspersed_NLS.htm, Erişim Tarihi: 21 Ekim 2014.

Anonim 2014c. http://www.farmkemi.com/technical/details.asp?id=979, Erişim Tarihi: 23 Ekim 2014.

Anonim 2015a. Tannin. http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/tannin.html, Erişim Tarihi: 05.01.2015.

Ao T, Pierce JL, Pescatore AJ, Cantor AH, Dawson KA, Ford MJ, Paul M. Effects of feeding different concentration and forms of zinc on the performance and tissue mineral status of broiler chicks. British Poultry Science 2011; 52(4): 466-471.

Ao T, Pierce JL, Power R, Dawson KA, Pescatore AJ, Cantor AH, Ford MJ. Evaluation of Bioplex Zn® as an organic zinc source for chicks. International Journal of Poultry Science 2006; 5(9): 808-811.

Ao T, Pierce JL, Power R, Dawson KA, Pescatore AJ, Cantor AH, Ford MJ. Effects of feeding different forms of zinc and copper on the performance and tissue mineral content of chicks. Poultry Science 2009; 88(10): 2171-2175.

Aviagen. Ross 308 Broiler Nutrition Specification June 2007. Newbridge, Midlothian, Scotland, UK. 2007.

Aviagen. Ross 308 Nutrition Specifications 2014. http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross308BroilerNutritionSpecs2014-EN.pdf, Erişim Tarihi: 15.01.2015.

Ayaşan T. Hayvan beslemede organik iz mineraller. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2007; 22(1): 21-28.

Aydın SA, Üstün F. Tanenler 1. kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2007; 33(1): 21-31.

Baker DH, Ammerman CB. Zinc bioavailability. In: Ammerman CB, Baker DH, Lewis AJ (Eds). Bioavailability of Nutrients of Animals. San Diego, USA: Academic Press, 1995. p. 367-398.

Bao YM, Choct M, Bruerton K. The digestibility of organic trace minerals along the small intestine in broiler chickens. Asian-Australian Journal of Animal Science 2010; 23(1): 90-97.

Bao YM, Choct M, Iji PA Bruerton K. Effect of organically–complexed Cu, Fe, Mn and Zn on broiler performance and excretion of minerals. Recent Advances in Animal Nutrition in Australia 2005; 15: 2A.

Bao YM, Choct M, Iji PA, Bruerton K. Broiler chickens could benefit from organically-complexed copper, iron, manganese and zinc. Australian Poultry Science Symposium. 20-22 February, Sydney, New South Wales; 2006. p. 222-225.

Bao YM, Choct M, Iji PA, Bruerton K. Effect of organically complexed copper, iron, manganese, and zinc on broiler performance, mineral excretion, and accumulation in tissues. Journal of Applied Poultry Research 2007; 16(3): 448-455.

Barton B. OTM characterization. Feedstuffs 2010; 20 September: 14.

Beattie JH, Kwun IS. Horizons in nutritional science: is zinc deficiency a risk factor for atherosclerosis? British Journal of Nutrition 2004; 91(2): 177-181.

Belal NG, Abdelati KA, Albala S, Elawad S. Effect of dietary processed cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds on broiler performance and internal organ weights. Research Journal of Animal and Veterinary Sciences, 2011; 6(1): 6-11.

Bele AA, Jadhav VM, Kadam VJ. Potential of tanins: a review. Asian Journal of Plant Sciences 2010; 9(4): 209-214.

Berg JM. Zinc fingers and other metal-binding domains: elements for interactions between molecules. Journal of Biological Chemistry 1990; 265(12): 6513-6516.

Berger LL. Salt and Trace Minerals for Livestock, Poultry and Other Animals (printable version). Alexandria, Virginia, USA: Salt Institute; 2006. p. 58-64.

Besd-Bir. Türkiye Kanatlı Eti Üretimi 1990-2013. http://besd-bir.org/assets/documents/tyrkiye_kanatl_eti_yretimi.pdf, Erişim tarihi: 12.12.2014.

Blamberg DL, Blackwood UB, Suplee WC, Combs GF. Effect of zinc deficiency in hens on hatchability and embryonic development. Experimental Biololgy and Medicine 1960; 104(2): 217-220.

Bravo L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutrition Reviews 1998; 56(11): 317-333.

Bremner I. Metallothionein in copper deficiency and toxicity. In: Anke M, Meissner D, Mills CF (Eds), Proceedings of the 8th International Symposium on Trace Elements in Man and Animals (TEMA-8). Gersdorf, Germany: Verlag Media Touristik; 1993. p. 507-515.

Brody T. Nutritional Biochemistry. New York, USA: Academic Press; 1999. p. 803.

Brooks MA, Grimes JL, Lloyd KE, Verissimo S, Spears JW. Bioavailability in chicks of zinc from zinc propionate. Journal of Applied Poultry Research 2013; 22(2): 153-159.

Bun SD, Guo YM, Guo FC, Ji FJ, Cao H. Influence of organic zinc supplementation on the antioxidant status and immune responses of broilers challenged with *Eimeria tenella*. Poultry Science 2011; 90(6): 1220-1226.

Burrell AL, Dozier III WA, Davis AJ, Compton MM, Freeman ME, Vendrell PF, Ward TL. Responses of broilers to dietary zinc concentrations and sources in relation to environmental implications. British Poultry Science 2004; 45(2): 255-263.

Cheng T, Fakler T, Rapp C, Ward T. Organic versus inorganic trace minerals in poultry: the zinc experience. 32nd Annual Carolina Poultry Nutrition Conference. 26-27 October, Sheraton Imperial Hotel, RTP, NC., Carolina; 2005. p. 101-106.

Chesters, JK. Zinc. In: O'Dell BL, Sunde RA (Eds), Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements. New York, USA: Marcel Dekker, Inc; 1997. p. 185-230.

Chisowa DM, Mtimuni JP, Phoya RKD, Chagunda MGG. Effect of open fire roasting on reducing tannin content in soybean (*Glycine max*), cowpea (*Vigna unguiculata*) and pigeon pea (*Cajanus cajan*). European Academic Research 2013; 1(7): 1549-1560.

Champ MMJ. Non-nutrient bioactive substances of pulses. British Journal of Nutrition 2002; 88(S3): 307-319.

Chung KT, Wong TY, Huang YW, Lin Y. Tannins and human health: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 1998; 38(6): 421-464.

Cousins RJ, Liuzzi JP, Lichten LA. Mammalian zinc transport, trafficking, and signals. Journal of Biological Chemistry 2006; 281(34): 24085-24089.

Cousins RJ. Zinc. In: Filer LJ, Ziegler EE (Eds), Present Knowledge in Nutrition, 7th Edition. Washington, USA: International Life Science Institute-Nutrition Foundation; 1996. p. 293-306.

Cunnane SC. Role of zinc in lipid and fatty acid metabolism and in membranes. Progress in Food and Nutrition Science 1988; 12(2): 151-188.

Çınar M, Nizamlıoğlu M. Broylerlerde rasyona bakır ve çinko ilavelerinin performans ile bazı doku bakır ve çinko konsantrasyonlarına etkileri. Veteriner Bilimleri Dergisi 2004; 20(2): 37-45.

Çufadar Y, Bahtiyarca Y. Etlik piliç rasyonlarına farklı seviyelerde çinko ve fitaz ilavesinin bazı dokularda mineral birikimine etkisi. Tavukçuluk Araştırma Dergisi 2007; 7(1): 31-37.

Dale D, Batal A. Feedstuff ingredient analysis table. Feedstuffs Reference Issue and Buyers Guide 2005; 76(38): 2-11.

El-Husseiny OM, Hashish SM, Ali RA, Arafa SA, Abd El-Samee LD,. Olemy AA. Effects of feeding organic zinc, manganese and copper on broiler growth, carcass characteristics, bone quality and mineral content in bone, liver and excreta. International Journal of Poultry Science 2012; 11(6): 368-377.

Emmert JL, Baker DH. Zinc stores in chickens delay the onset of zinc deficiency symptoms. Poultry Science 1995; 74(6): 1011-1021.

Essatara MB, Levine AS, Morley JE. Zinc deficiency and anorexia in rats: the effect of central administration of norepinephrine, muscimol and bromerogocryptine. Physiology and Behavior 1984; 32(3): 479-482.

Ezzati MS, Bozorgmehrifard MH, Bijanzad P, Rasoulinezhad S, Moomivand H, Faramarzi S, Ghaedi A, Ghabel H, Stabraghi E. Effects of different levels of zinc supplementation on broilers performance and immunity response to Newcastle disease vaccine. European Journal of Experimental Biology 2013; 3(5): 497-501.

Fraker P, King L. Changes in regulation of lymphopoiesis and myelopoiesis in the zinc-deficient mouse. Nutrition Reviews 1998; 56(1): 65-69.

Gaither LA, Eide DJ. Functional expression of the human hZIP2 zinc transporter. Journal of Biological Chemistry 2000; 275(8): 5560-5564.

Gaither LA, Eide DJ. The human ZIPI transporter mediates zinc uptake in human K562 erythroleukemia cells. Journal of Biological Chemistry 2001; 276(25): 22258-22264.

Garcia RG, Mendes AA, Sartori JR, Paz ICLA, Takahashi SE, Pelícia K, Komiyama CM, Quinteiro RR. Digestibility of feeds containing sorghum, with and without tannin, for broiler chickens submitted to three room temperatures. Brazilian Journal of Poultry Science 2004; 6(1): 55-60.

Garrett J. Organic minerals allow for greater absorbtion. Feedstuffs, 2011; 11 July: 1-2.

Getachew G, Makkar HPS, Becker K. Effect of polyethylene glycol on *in vitro* degradability of nitrogen and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. British Journal of Nutrition 2000; 84(1): 73-83.

GKGM. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü 2014 Yılı Gıda ve Kontrol Verileri. http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/GKGM.pdf, Erişim Tarihi: 26 Ocak 2015.

Grider A, Mouat MF. The *Acrodermatitis enteropathica* mutation affects protein expression in human fibroblasts: analysis by two-dimensional gel electrophoresis. Journal of Nutrition 1998; 128(8): 1311-1314.

Hambidge KM, Casey CE, Krebs NF. Zinc. In: W. Mertz (Ed), Trace Elements in Human and Animal Nutrition, Vol. 2. New York, USA: Academic Press; 1986. p. 1-137.

Hardy B. Sow minerals – a window of opportunity. Pig International 2003; 33(1): 7-10.

Harris ED. Cellular transporters for zinc. Nutrition Reviews 2002; 60(4): 121-124.

Harris HB, Burns RE. Influence of tannin content on preharvest seed germination in sorghum. Agronomy Journal 1970; 62(6): 835-836.

Harris HB, Cummins DG, Burns RE. Tannin content and digestibility of sorghum grain as influenced by bagging. Agronomy Journal 1970; 62(5): 633-635.

Hassan IAG, Elzubeir EA, El Tinay AH. Growth and apparent absorbtion of minerals in broiler chicks fed diets with low or high tanin contents. Tropical Animal Health and Production 2003; 35(2): 189-196.

Herrick JB. The roles of amino acid chelates in animal nutrition. In: Ashmead HD (Ed). Minerals in Animal Health. Park Ridge, New Jersey: Noyes Publications; 1993. p. 3-20.

Hess JB, Downs KM, Macklin KS, Norton RA, Bilgili SF. Organic trace minerals for broilers and breeders. http://shuresolutions.com/media/11-19-2009_Hess_Organic_Trace_Minerals.pdf, Erişim tarihi: 10 Ekim 2014.

Hess, JB, Bilgili SF, Parson AM, Downs KM. Influence of complexed zinc products on live performance and carcass grade of broilers. Journal of Applied Animal Research 2001; 19(1): 49-60.

Howell JMC, Gawthorne JM, White CL. Proceedings Trace Element Metabolism in Man and Animals (TEMA-4). Canberra, Australia: Australian Academy of Science; 1981. p. 319.

Huang L, Gitschier J. A novel gene involved in zinc transport is deficient in the lethal milk mouse. Nature Genetics 1997; 17(3): 292-297.

Huang YL, Lu L, Li SF, Luo XG, Liu B. Relative bioavailabilities of organic zinc sources with different chelation strengths for broilers fed a conventional corn-soybean meal diet. Journal of Animal Science 2009; 87(6): 2038-2046.

Huang YL, Lu L, Luo XG, Liu B. An optimal dietary zinc level of broiler chicks fed a corn-soybean meal diet. Poultry Science 2007; 86(12): 2582-2589.

Jambunathan R, Butler LG, Bandyopadhyay R, Mughogho LK. Polyphenol concentration in grain, leaf, and callus tissues of mold-susceptible and mold-resistant sorghum cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry 1986; 34(3): 425 429.

Jamroz D, Wiliczkiewicz A, Skorupińska J, Orda J, Kuryszko J, Tschirch H. Effect of sweet chestnut tannin (SCT) on the performance, microbial status of intestine and histological characteristics of intestine wall in chickens. British Poultry Science 2009; 50(6): 687-699.

Jansman AJM. Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. Nutrition Research Reviews 1993; 6(1): 209-236.

Jehanian R, Moghaddam HN, Rezaei A. Improved broiler chick performance by dietary supplementation of organic zinc sources. Asian-Australian Journal of Animal Science 2008; 21(9): 1348-1354.

Jongbloed AW, Kemme PA, De Groote G, Lippens M, Meschy F. Bioavailability of Major and Trace Minerals. Brussels: EMFEMA International Association of the European (EU) Manufacturers of Major, Trace and Specific Feed Mineral Materials; 2002. p. 103.

Kaur K, Gupta R, Saraf SA, Saraf SK. Zinc: the metal of life. Compherensive Reviews in Food Science and Food Safety 2014; 13(4): 358-376.

Kaya S, Pirinçci İ. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Ankara: Medisan Yayın Serisi: 53, 2002. p. 334–336.

Kaya S, Yavuz H. Yem ve yem hammaddelerinde bulunan olumsuzluk faktörleri ve hayvanlara yönelik etkileri: 1: organik nitelikli olumsuzluk faktörleri. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 1993; 40(4): 586-614.

Kienholz EW, Türk DE, Sunde ML, Hoekstra WG. Effects of zinc deficiency in the diets of hens. Journal of Nutrition 1961; 75(2): 211-221.

Kim WK, Patterson PH. Effects of dietary zinc supplementation on broiler performance and nitrogen loss from manure. Poultry Science 2004; 83(1): 34-38.

Koh JY, Suh SW, Gwag BJ, He YY, Hsu CY, Choi DW. The role of zinc in selective neuronal death after transient global cerebral ischemia. Science 1996; 272(5264): 1013-1016.

Komai M, Goto T, Suzuki H, Takeda T, Takeda T, Furukawa Y. Zinc deficiency and taste dysfunction; contribution of carbonic anhydrase, a zinc-metalloenzyme, to normal taste sensation. Biofactors 2000; 12(1): 65-70.

Konieczka P, Smulikowska S, Czerwiński J,Mieczkowska A. Raw vs extruded coloured-flower pea as an ingredient in broiler diets: effects on performance, ileal digestibility, gut morphology, and intestinal microbiota activity. Journal of Animal and Feed Sciences, 2014; 23(3): 244-252.

Kudo H, Doi Y, Nishino T, Nara S, Hamasaki K, Fujimoto S. Dietary zinc deficiency decreases glutathione S-transferase expression in the rat olfactory epithelium. Journal of Nutrition 2000; 130(1): 38-44.

Kumar R, Singh M. Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. Journal of Agricultural and Food Chemistry 1984; 32(3): 447-453.

Kumar V, Elangovan AV, Mandal AB. Utilization of reconstituted high-tannin sorghum in the diets of broiler chickens. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 2005; 18(4): 538-544.

Kwari ID, Diarra SS, Igwebuike JU, Nkama I, Issa S, Hamaker BR, Hancock JD, Jauro M, Seriki OA, Murphy I. Replacement value of low tannin sorghum (*Sorghum bicolor*) for maize in broiler chickens' diets in the semi-arid zone of Nigeria. International Journal of Poultry Science 2012; 11(5): 333-337.

Lai PW, Liang JB, Hsia LC, Loh TC, Ho YW. Effects of varying dietary zinc levels and environmental temperatures on the growth performance, feathering score and feather mineral concentrations of broiler chicks. Asian-Australian Journal of Animal Science 2010; 23(7): 937-945.

Lessire M. Effect of feeding technique, *ad libitum*, dry or wet force feeding on the metabolisable energy values of raw materials for poultry. British Poultry Science 1990; 31(4): 785-793.

Liu ZH, Lu L, Li SF, Zhang LY, Xi L, Zhang KY, Luo XG. Effects of supplemental zinc source and level on growth performance, carcass traits, and meat quality of broilers. Poultry Science 2011; 90(8): 1782-1790.

Liuzzi JP, Blanchard RK, Cousins RJ. Differential regulation of zinc transporter 1, 2 and 4 mRNA expression by dietary zinc in rats. Journal of Nutrition 2001; 131(1): 46-52.

Lowe JA, Wiseman J, Cole DJA. Absorption and retention of zinc when] administered as an amino-acid chelate in the dog. Journal of Nutrition 1994; 124(S12): 2572-2574.

Mahmood S, Smithard R. A comparison of effects of body weight and feed intake on digestion in broiler cockerels with effects of tannins. British Journal of Nutrition 1993; 70(3): 701-709.

Mangan JL. Nutritional effects of tannins in animal feeds. Nutrition Research Reviews 1988; 1(1): 209-231.

McDowell LR. Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Regions. Extension Bulletin, 3rd edition. Department of Animal Science, Center for Tropical Agriculture, University of Florida, Gainesville, USA; 1997.

McDowell LR. Minerals in Animals and Human Nutrition, 2nd edition. BV Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science; 2003. p.357-395.

McDowell LR. Vitamins in Animal and Human Nutrition, 2nd edition, USA: Iowa State University, Ames; 2000. p.91.

McMahon RJ, Cousins RJ. Mammalian zinc transporters. Journal of Nutrition 1998; 128(4): 667-670.

Medugu CI, Kwari ID, Igwebuike J, Nkama I, Mohammed ID, Hamaker B. Carcass and blood components of broiler chickens fed sorghum or millet as replacement for maize in the semi arid zone of Nigeria. Agriculture and Biology Journal of North America 2010; 1(3): 326-329.

Meydani SN, Dupont J. Effect of zinc deficiency on prostaglandin synthesis in different organs of the rat. Journal of Nutrition 1982; 112(6): 1098-1104.

Miles RD, Henry PR. Relative trace mineral bioavailability. Ciência Animal Brasileira 2000; 1(2): 73-93.

Mills CF, Dalgarno AC. Copper and zinc status of ewes and lambs receiving increased dietary concentrations of cadmium. Nature 1972; 239(5368): 171-173.

Moyle JR, Burke JM, Fanatico A, Mosjidis JA, Spencer T, Arsi K, Reyes-Herrera I, Woo-Ming A, Donoghue DJ, Donoghue AM. Palatability of tannin-rich *Sericea lespedeza* fed to broilers. Journal of Applied Poultry Research 2012; 21(4): 891-896.

Nelson J. Review of trace mineral chelates and complexes available to the feed industry. Proceedings Western Nutrition Conference, 14-15 September, Winnipeg, Canada; 1988. p. 2-36.

Nollet L,van der Klis JD, Lensing M, Spring P. The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. Journal of Applied Poultry Research 2007; 16(4): 592-597.

NRC. Nutrient Requirements of Poultry, 9th edition. Washington, USA: National Academy of Sciences - National Research Council. 1994.

Nyachoti CM, Atkinson JL, Leeson S. Response of broilerch chicks fed a high-tannin sorghum diet. Journal of Applied Poultry Research 1996; 5(3): 239-245.

Nyamambi B, Ndlovu LR, Naik YS, Kock ND. Intestinal growth and function of broiler chicks fed sorghum based diets differing in condensed tannin levels. South African Journal of Animal Science 2007; 37(3): 202-214.

Nyannor EKD, Adedokun SA, Hamaker BR, Ejeta G, Adeola O. Nutritional evaluation of high-digestible sorghum for pigs and broiler chicks. Journal of Animal Science 2007; 85(1): 196-203.

O'Dell BL, Miller WJ, Miller ER. NFIA literature review on copper and zinc in poultry, swine and ruminant nutrition. Wisconsin – Madison University, USA: Literature Review Committee, National Feed Ingredients Association. 1979.

Owens B, McCann MEE, Preston C. The effect of substitution of inorganic zinc with proteinated or chelated zinc on broiler chick performance. Journal of Applied Poultry Research 2009; 18(4): 789-794.

Özçelik D, Dursun Ş, Kahraman R, Kocabağlı N, Alp M, Öztekin GE. The effect of dietary supplementation of zinc at toxic level on the performance and the zinc concentrations of some tissues in broilers. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2002; 28(1): 105-112.

Özdamar K. Paket Programlama ile İstatistiksel Veri Analizi, 2. Basım. Eskişehir: Kaan Kitabevi. 2004.

Park SY, Birkhold SG, Kubena LF, Nisbet DJ, Ricke SC. Review on the role of dietary zinc in poultry nutrition, immunity, and reproduction. Biological Trace Element Research 2004; 101(2): 147-163.

Pour-Reza J, Edriss MA. Effects of dietary sorghum of different tannin concentrations and tallow supplementation on the performance of broiler chicks. British Poultry Science 1997; 38(5): 512-517.

Prask JA, Plocke DJ (1971). A role for zinc in the structural integrity of the cytoplasmic ribosomes of *Euglena gacilis.* Plant Physiology 1971; 48(2): 150.

Prohaska JR, King JC. Trace Elements in Man and Animals (TEMA-11). California, USA: University of California, Berkeley; 2002. p. 28, 30, 89, 102.

Reed JD, McDowell RE, Van Soest PJ, Horvath PJ. 1982. Condensed tannins: a factor limiting the use of cassava forage. Journal of Science of Food and Agriculture 1982; 33(3): 213-220.

Rutz F, Anciuti MA, Rech JL, Rossi P. The impact of organic minerals on performance of poultry. Proceedings Australian Poultry Science Symposium 9-11 February, Sydney, New South Wales, Australia; 2004. p. 71-74.

Sahraei M, Janmmohamadi H, Taghizadeh A, Moghadam GA, Rafat SA. Estimation of the relative bioavailability of several zinc sources for broilers fed a conventional corn-soybean meal diet. Japan Poultry Science 2013; 50(1): 53-59.

Salim HM, Lee HR, Jo C, Lee SK, Lee BD. Effect of dietary zinc proteinate supplementation on growth performance, and skin and meat quality of male and female broiler chicks. British Poultry Science 2012; 53(1): 116-124.

Salunkhe DK, Chavan JK, Kadam SS. Dietary Tannins: Consequences and Remedies. Boca Raton, FL: CRC Press. 1990.

Sandoval M, Henry PR, Ammerman CB, Miles RD, Littel RC. Relative bioavailability of supplemental inorganic zinc sources for chicks. Journal of Animal Science 1997; 75(12): 3195-3205.

Sandstead HH, Frederickson CJ, Penland JG. History of zinc as related to brain function. Journal of Nutrition 2000; 130(S2): 496-502.

Sandström, B. Dose dependence of zinc and manganese absorption in man. Proceedings of the Nutrition Society 1992; 51(2): 211-218.

Sarıpınar Aksu D, Aksu T, Özsoy B. The Effects of lower supplementation levels of organically complexed minerals (zinc, copper and manganese) versus inorganic forms on hematological and biochemical parameters in broilers. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2010; 16(4): 553-559.

Saylor W, Leach Jr RM. Intracellular distribution of copper and zinc in sheep: effect of age and dietary levels of the metals. Journal of Nutrition 1980; 110(3): 448-459.

Schiavone A, Guo K, Tassone S, Gasco L, Hernandez E, Denti R, Zoccarato I. Effects of a natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits, and nitrogen balance of broiler chicks. Poultry Science 2008; 87(3): 521-527.

Shi HN, Scott ME, Stevenson MM, Koski KG. Energy restriction and zinc deficiency impair the functions of murine T cells and antigen-presenting cells during gastrointestinal nematode infection. Journal of Nutrition 1998; 128(1): 20-27.

Shinjini G, Sunita T, Bhatnagar S, Taneja S, Bhan MK, Sommerfelt H, Black RE, Sandstrom B, Bhandari N, Bahl R. Zinc and cognitive development. British Journal of Nutrition 2001; 85(S2): 139-145.

Shyam Sunder G, Vijay Kumar Ch, Panda AK, Raju MVLN, Rama Rao SV. Effect of supplemental organic Zn and Mn on broiler performance, bone measures, tissue mineral uptake and immune response at 35 days of age. Current Research in Poultry Science 2013; 3(1): 1-11.

Soetan KO, Oyewole OE. The need for adequate processing to reduce the antinutritional factors in plants used as human foods and animal feeds: a review. African Journal of Food Science 2009; 3(9): 223-232.

Solomons NW, Cousins RJ. Zinc. In: Solomons NW, Rosenberg IH (Eds), Absorption and Malabsorption of Mineral Nutrients. New York, USA: Alan R. Liss, Inc; 1984. p. 125-197.

Southern LL, Baker DH. *Eimeria acervulina* infection in chicks fed deficient or excess levels of manganese. Journal of Nutrition 1983; 113(1): 172-177.

Star L, van der Klis JD, Rapp C, Ward TL. Bioavailability of organic and inorganic zinc sources in male broilers. Poultry Science 2012(12); 91: 3115-3120.

Stracher BC, Glauber JG, Madaras JG. Zinc absorbtion and its relationship to intestinal metallothionein. Journal of Nutrition 1980; 110(7): 1391-1397.

Sugano M, Goto S, Yaoshida K, Hashimoto Y, Matsno T, Kimoto M. Cholesterol-lowering activity of various undigested fractions of soybean protein in rats. Journal of Nutrition 1993; 120(9): 977-985.

Suhy, DA, Simon KD, LinzerDI, O'Halloran TV. Metallothionein is part of a zinc-scavenging mechanism for cell survival under conditions of extreme zinc deprivation. Journal of Biology Chemistry 1999; 274(14): 9183-9192.

Sunde ML. Effectiveness of early zinc supplementation to chicks from five commercial egg strains. Proceedings XVI World Poultry Congress Vol. IV, 5-9 August, Rio de Janeiro, Brazil; 1978. p. 574.

Sunde ML. Zinc requirement for normal feathering of commercial leghorn-type pullets. Poultry Science 1972; 51(4): 1316-1322.

Suttle NF. Mineral Nutrition of Livestock, 4th edition. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI; 2010. p. 426-459.

Świątkiewicz S, Arczewska-Włosek A, Józefiak D. The efficacy of organic minerals in poultry nutrition: review and implications of recent studies. World's Poultry Science Journal 2014; 70(3): 475-486.

Świątkiewicz S, Koreleski J, QiuZhong D. Bioavailability of zinc from inorganic and organic sources in broiler chickens as affected by phytase addition. Journal of Animal and Feed Sciences 2001; 10(2): 317-328.

Şahin K, Smith MO, Önderci M, Şahin N, Gürsu MF, Küçük O. Supplementation of zinc from organic or inorganic source improves performance and antioxidant status of heat-distressed quail. Poultry Science 2005; 84(6): 882-887.

Şahin K, Şahin N, Küçük O, Hayırlı A, Prasad AS. Role of dietary zinc in heat-stressed poultry: a review. Poultry Scence 2009; 88(10): 2176-2183.

Tandiang DM, Diop MT, Dieng A, Yoda GML, Cisse N, Nassim M. Effect of corn substitution by sorghum grain with low tannin content on broilers production: animal performance, nutrient digestibility and carcass characteristics. International Journal of Poultry Science 2014; 13(10): 568-574.

Torres KAA, Pizauro Jr JM, Soares CP, Silva TGA, Nogueira WCL, Campos DMB, Furlan RL, Macari M. Effects of corn replacement by sorghum in broiler diets on performance and intestinal mucosa integrity. Poultry Science 2013; 92(6): 1564-1571.

Tronina W, Kinal S, Lubojemska B. Effect of various forms of zinc applied in concentrate mixtures for broiler chickens on its bioavailability as well as meat composition and quality. Polish Journal of Food and Nutrition Science 2007; 57(4): 577-581.

Underwood EJ, Suttle NF. The Mineral Nutrition of Livestock, 3rd edition. UK: Midlothian; 1999.

Underwood EJ. Trace Elements in Human and Animal Nutrition. New York, USA: Academic Press; 1977.

Ünver E, Ağma Okur A, Tahtabiçen E, Kara B, Şamlı HE. Tanenler ve hayvan besleme üzerine etkileri. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 2014; 2(6): 263-267.

Vallee BL. Zinc: biochemistry, physiology, toxicology and clinical pathology. Biofactors 1988; 1(1): 31-36.

Vieira SL. Chelated minerals for poultry. Brazilian Journal of Poultry Science 2008; 10(2): 73-79.

Webster KA, Prentice H, Bishopric NH. Oxidation of zinc finger transcription factors: physiological consequences. Antioxidants and Redox Signalling 2001; 3(4): 535-548.

Wedekind KJ, Hortin AE, Baker DH. Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate, and zinc oxide. Journal of Animal Science 1992; 70(1): 178-187.

Wedekind KJ, Lewis AJ, Giesmann MA, Miller PS. Bioavailability of zinc from inorganic and organic sources for pigs fed corn-soybean meal diets. Journal of Animal Science 1994; 72(10): 2681-2689.

Wenzel HJ, Cole TB, Born DE. Ultrastructural localization of zinc transporter-3 (ZnT-3) to synaptic vesicle membranes within mossy fiber boutons in the hippocampus of mouse and monkey. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 1997; 94(23): 12676-12681.

Yalçınkaya İ, Çınar M, Yıldırım E, Erat S, Başalan M, Güngör T. The effect of prebiotic and organic zinc alone and in combination in broiler diets on the performance and some blood parameters. Italian Journal of Animal Science 2012; 11(55): 298-302.

Yogesh K, Deo C, Shrivastava HP, Mandal AB, Wadhwa A, Singh I. Growth performance, carcass yield, and immune competence of broiler chickens as influenced by dietary supplemental zinc sources and levels. Agricultural Research 2013; 2(3): 270-274.

Zhao J, Shirley RB, Vazquez-Anon M, Dibner JJ, Richards JD, Fisher P, Hampton T, Christensen KD, Allard JP, Giesen AF. Effects of chelated trace minerals on growth performance, breast meat yield, and footpad health in commercial meat broilers. Journal of Applied Poultry Research 2010; 19(4): 365-372.

ÖZGEÇMİŞ

İzmir'de 1981 yılında doğdu. İlk ve orta öğrenimini İzmir'de tamamladıktan sonra 1998 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde okumaya hak kazandı ve 2003 yılında mezun oldu. Mezuniyetinden sonra 2003 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Programını kazandı. Yüksek lisans eğitimine bir yıl ara verip 2005–2006 yılları içerisinde askerlik görevini yedek subay olarak tamamladı. Aynı anabilim dalına 2006 yılında Araştırma Görevlisi olarak atandı. Yüksek lisans programından 2007 yılında mezun oldu ve aynı yıl Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. Halen aynı kurumda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince ilgi ve yardımlarını hiç eksik etmeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL'a, doktora tez çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ahmet NAZLIGÜL'e, Doç. Dr. Özcan CENGİZ'e ve Yrd. Doç. Dr. B. Hakan KÖKSAL'a, deneme aşamasındaki özverilerinden dolayı Arş. Gör. Dr. Ömer SEVİM'e, laboratuvar ve istatistik analizlerin yapılmasında yardımlarını gördüğüm Zootekni Anabilim Dalı Arş. Gör. Solmaz KARAARSLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmama VTF–12023 numaralı proje ile sağladığı maddi katkılardan dolayı Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na teşekkürü borç bilirim.

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