

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORGANİK ÇİNKO KAYNAKLARININ JAPON
BILDIRCINLARINDA (*Coturnix coturnix japonica*)
NİSPİ BİYOLOJİK KULLANILABİLİRLİĞİ
KONUSUNDA BİR ARAŞTIRMA

ANAKIZ KOLAŞ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
KONYA, 2007

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORGANİK ÇİNKO KAYNAKLARININ
JAPON BILDIRCINLARINDA (*Coturnix coturnix*
japonica) NİSPİ BİYOLOJİK KULLANILABİLİRLİĞİ
KONUSUNDA BİR ARAŞTIRMA

Anakız KOLAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

KONYA,2007

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORGANİK ÇİNKO KAYNAKLARININ
JAPON BILDIRCINLARINDA (*Coturnix coturnix*
japonica) NİSPİ BİYOLOJİK KULLANILABİLİRLİĞİ
KONUSUNDA BİR ARAŞTIRMA

Anakız KOLAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

Bu tez 01/05/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof . Dr.
Yılmaz BAHTİYARCA.
(Danışman)

Prof. Dr.
Oktay YAZGAN
(Üye)

Doç. Dr.
Alp Önder YILDIZ
(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORGANİK ÇİNKO KAYNAKLARININ
JAPON BILDIRCINLARINDA (*Coturnix coturnix*
japonica) NİSPİ BİYOLOJİK KULLANILABİLİRLİĞİ
KONUSUNDA BİR ARAŞTIRMA

Anakız KOLAŞ

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yılmaz BAHTİYARCA

2007, 60 sayfa

Jüri:

Prof. Dr. Oktay YAZGAN

Prof. Dr. Yılmaz BAHTİYARCA

Doç. Dr. Alp Önder YILDIZ

Organik çinko (Zn) kaynaklarının nispi biyolojik kullanılabilirliğini (NBK) tespit etmek için, günlük yaşta, karışık cinsiyette, 800 adet Japon bildircini ile bir araştırma yapılmıştır. Araştırmada mısır-soya küspesine dayalı Zn seviyesi düşük bir bazal (ana) rasyona 0, 40, 80 ve 120 mg/kg Zn sağlayacak şekilde çinko asetat (ZnAs), çinko lisin (ZnL),

çinko metionin (ZnM), çinko biopleks (ZnBp) ve çinko Avila (ZnAv) formunda Zn katılmıştır. Araştırmada toplam 16 rasyon (ana rasyon + 5 Zn kaynağı x 3 Zn seviyesinden oluşan 15 rasyon) kullanılmıştır. Üç hafta süren araştırmada yem ve su serbest miktarlarda verilmiş ve ZnAs standart olarak alınmıştır.

Bıldırcınların 21 günlük yaştaki CA ve CAA değerleri rasyon organik Zn kaynaklarından önemli derecede etkilenmiş ve bu parametrelerin her ikisi de (sırasıyla, $P=0.060$ ve 0.054) ZnM verilen bıldırcınlarda, ZnL ve ZnBp verilen bıldırcınlardan daha yüksek bulunmuştur. Bıldırcınların yem tüketimleri ve yem değerlendirme katsayıları (yem/CAA) bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar bulunmuş olup, muamelelerin (interaksiyonların) bu özelliklere etkisi denemenin farklı dönemlerinde farklı şekilde olmuştur.

Bıldırcın kemiklerinin, kemik kalınlığı (çap), ortalama kemik duvarı kalınlığı, kemik kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisi gibi kemik biyomekanik özellikleri bakımından muameleler arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bıldırcınların kemik külü de (g ve %) muamelelerden önemli olarak etkilenmemiş ise de interaksiyonların kül Ca, P ve S muhtevalarına (ZnAs-80 mg/kg ilave Zn verilen grup hariç) etkisi önemli olmuş ve ZnAs formunda 40 mg/kg ilave Zn verilen bıldırcınlarda, diğer Zn kaynakları ile beslenen bıldırcınlardan önemli derecede ($P<0.01-0.05$) yüksek bulunmuştur. Ana faktör olarak rasyon Zn kaynakları kemik külü Zn ve bor (B) seviyelerini de önemli olarak etkilemiş ve ZnAs ile beslenen bıldırcınlarda her iki elementin miktarı, diğer Zn kaynakları ile beslenen bıldırcınlardan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur.

Mevcut çalışmada rasyona ilave edilen Zn seviyesi ile ölçülen performans veya kemik özellikleri arasında (kemik kesme kuvveti hariç) doğrusal ve doğrusal olmayan bir ilişki bulunamadığı için sadece üç Zn kaynağı için nispi biyolojik kullanılabilirlik değerleri hesaplanmıştır. ZnAs standart olarak alındığında (% 100), kemik kesme kuvvetine ait çoklu regresyon denkleminde katsayıların oranından hesaplanan nispi biyolojik kullanılabilirlik değerleri ZnBp ve ZnAv için sırasıyla, % 92.79 ve 90.04 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bıldırcın, biyolojik kullanılabilirlik, çinko, kemik, performans.

ABSTRACT
Master Thesis

A RESEARCH ABOUT RELATIVE BIOAVAILABILITY OF
ZINC FROM ORGANIC SOURCES IN JAPANESE QUAILS
(*Coturnix coturnix japonica*)

Anakız KOLAŞ

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Animal Science

Supervisor: Prof Dr. Yılmaz BAHTİYARCA

2007, 60 Pages

Jury:

Prof. Dr. Oktay YAZGAN

Prof. Dr. Yılmaz BAHTİYARCA

Assoc. Prof. Dr. Alp Önder YILDIZ

An experiment, with a total of 800, 1-day-old unsexed Japanese quails, was conducted to determine the relative bioavailability (RBV) of organic Zinc (Zn) sources. In the experiment, basal maize – soya bean meal diet having low Zn content supplemented with 0, 40, 80, and 120 mg/kg added Zn as zinc acetate (ZnAs), zinc lysine (ZnL), zinc methionine (ZnM), zinc bioplex (ZnBp) and zinc avila (ZnAv). A total of 16 diets (one basal diet +15 diets consisting of five Zn sources and three Zn levels) was used in the experiment. Feed and water supplied as adlibitum and ZnAs was used as the standart in the experiment which was lasted three weeks.

Body weights and body weight gains of quails at 21 days of age were effected by dietary organic Zn sources and both of these parameters ($P=0.060$ and 0.054 respectively) were greater in quails given ZnM than that of quails given ZnL and ZnBp. There was a significant differences ($P<0.01-0.05$) in the feed consumption and feed conversion ratio (feed

/ body weight gain) and the treatments differently affected these parameters during the different age periods of the experiment.

There were no detectable difference in biomechanical characteristics of quail bone (tibia) as the bone diameter, average wall thickness, ultimate shear force, shear stress and fracture energy. Bone ash (g or %) of quails was not changed by treatments, but interactive effects of dietary Zn sources and Zn levels on Ca, P and S(except ZnAs-80) content of bone ash was significant with quails receiving 40 mg/kg supplemental Zn from ZnAs had significantly higher ($P<0.01-0.05$) than other treatment groups. Dietary Zn sources as the main factor significantly affected Zn and B content of tibia ash and in quails fed ZnAs, these elements were significantly higher ($P<0.01$) than in quails fed other Zn sources.

Because of linear or nonlinear relation for all Zn sources between the concentration of Zn added to diet and measured performance or bone characteristics (except bone shear force) of quails in the present experiment did not find, relative bioavailability values were estimated for only three Zn source.

Using multiple regression slope-ratios with ZnAs set at 100 %, estimated relative bioavailability values based on bone shear force were 92.79 and 90.04 % for ZnBp and ZnAv.

Key words: Bioavailability, bone, performance, quail, zinc.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitiminin başından sonuna kadar her türlü yardımını esirgemeyen, çok değerli bilgi ve tecrübelerini aktaran ve bana her konuda destek olan, beni motive eden, yardımlarını benden esirgemeyen çok Saygıdeğer Danışman Hocam Sayın Prof. Dr.Yılmaz BAHTİYARCA'ya en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Araştırma süresince Bildircinların bakım ve beslemesi konusunda bana yardımcı olan mesleki bilgilerinden yararlandığım sevgili Eniştem Ziraat Mühendisi Zafer AKKUŞ'a sonsuz teşekkür ederim.

Araştırma süresince her aşamada bizzat yardımlarımı gördüğüm kıymetli arkadaşım Zootečni Bölümü Doktora Öğrencisi Muhammet Ali KARA'ya, laboratuvar çalışmalarım esnasında yardımını esirgemeyen Toprak Bölümü Araş. Gör. Fatma GÖKMEN hanıma, can'ı gönülden teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimimin başından sonuna kadar yakın destek ve ilgilerini esirgemeyen, hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, sevgili Babam Ziraat Yük. Mühendisi Cezmi KOLAŞ ve Annem Nurten KOLAŞ'a maddi ve manevi desteklerinden, dolayı sonsuz şükran sevgilerimi sunarım.

16/04/2007

Anakız KOLAŞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1 Biyolojik Kullanılabilirlik	4
2.1.1 Biyolojik kullanılabilirliği etkileyen faktörler	4
2.1.2. Biyolojik kullanılabilirliği tayinde kullanılan metotlar	5
2.2. Çinko İhtiyacı, Kaynakları, Metabolik Fonksiyonları, Absorbsiyonu, Taşınması, Yetersizliği ve Toksisitesi	7
2.2.1. Çinko İhtiyacı.....	7
2.2.2. Çinkonun kaynakları.....	7
2.2.3. Çinkonun metabolik fonksiyonları.....	8
2.2.4. Çinkonun absorbsiyonu, ve taşınması.....	10
2.2.5. Çinkonun taşınması ve boşaltımı.....	10
2.2.6. Çinkonun yetersizliği ve toksisitesi.....	11
2.3 Besleme Çalışmaları	11
3. MATERYAL VE METOT	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Hayvan materyali.....	20
3.1.2. Yem materyali.....	20
3.1.3. Çinko kaynakları.....	21
3.2. Metot	21
3.2.1. Deneme gruplarının oluşturulması, rasyonlarının hazırlanması ve verilerin toplanması	21
3.2.2. Kimyasak analizler.....	23
3.2.3. Kemığın biyomekanik özellikleri.....	23
3.2.4. İstatistik metot.....	24

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	26
4.1. Canlı Ağırlık (CA).....	26
4.2 Canlı Ağırlık Artışı (CAA).....	28
4.3. Yem Tüketimi.....	30
4.4. Yem Değerlendirme Katsayısı.....	33
4.5. Kemik Parametreleri.....	36
4.5.1. Kemiğin biyomekanik özellikleri	36
4.5.2. Kemik külü ve bazı mineral muhtevası.....	39
4.6. Organik Çinko Kaynaklarının Biyolojik Kullanılabilirliği	43
5. TARTIŞMA.....	44
6. SONUÇ.....	46
7. KAYNAKLAR.....	50
8. EKLER.....	55

KISALTMALAR**SİMGELER**

B	: Bor
Ca	: Kalsiyum
CAA	: Canlı ağırlık artışı
CA	: Canlı ağırlık, g
DCP	: Dikalsiyum fosfat
Hf	: Hafta
ME	: Metabolik enerji, kcal/kg
NBK	: Nispi biyolojik kullanılabilirlik
P	: Fosfor
RBV	: Relative bioavailability value
S	: Kükürt
SK	: Soya küspesi
YDK	: Yem değerlendirme katsayısı; yem,g/yumurta kitlesi,g
YT	: Yem tüketimi, g
Zn	: Çinko
ZnAA	: Çinko-amino asit şelatı
ZnProt	: Çinko proteinat
ZnPoly	: Çinko polisakkarit
ZnSO₄	: Çinko sülfat

1. GİRİŞ

Kümes hayvanları ve diğer çiftlik hayvanlarında etkin veya verimli bir üretimin yapılabilmesi için besin madde ihtiyaçlarının ve bu besin maddelerinin biyolojik kullanılabilirliğinin bilinmesi gerekir. Hayvan beslemede yaygın olarak kullanılan yem materyalleri ile hazırlanan rasyonlar çoğu kez muayyen veya belirli besin maddelerince yetersizdir. Bu yüzden bu besin maddelerinin etkin bir üretim yapılabilmesi için rasyona katılması gerekir. Uzun yıllardan beri çinkonun (Zn) hayvanlar için esansiyel bir element olduğu bilinmektedir ve vücutta bir çok biyokimyasal olayın gerçekleşmesi için Zn'ye ihtiyaç duyulur. Çinko, bütün hücrelerde bulunan 60'dan fazla enzimin yapısında yer almaktadır (Yazgan, 1990). Pratik rasyonlarda Zn genellikle marjinal seviyelerde veya limit miktarlarda bulunur ve bu yüzden de genellikle rasyonlara inorganik formlarda ek yem şeklinde katılır. Günümüzde sadece Zn'nin değil birçok iz elementin sülfat veya bilhassa oksit formundaki inorganik tuzları yem endüstrisinde kullanılmaktadır. Bununla beraber inorganik Zn kaynaklarının biyolojik kullanılabilirliği geniş sınırlar arasında değişir. Mesela civcivlerde çinko oksitin biyolojik kullanılabilirliği, çinko sülfata nispetle çok düşük olup, çinko sülfatın biyolojik kullanılabilirliğinin % 38'i kadar bulunmuştur (Sandoval, 1992). Bu durum rasyonda ihtiyaç duyulan Zn miktarının artmasına ve sonuçta da gübre ile atılan Zn miktarının artmasına sebep olmaktadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, bazı minerallerin (mesela Zn, Cr, Fe ve Se) organik formlarının inorganik formlarından daha iyi kullanıldığını (Cao, 1998; Liu, 2003) ve bazen de verimde büyük artışa sebep olduklarını (Anonymous, 2004) göstermiştir. Bununla beraber Cu ve Zn gibi minerallerin hangi formlarının daha iyi kullanıldığı tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır. Mesela Zn ve Cu'nun organik formlarının biyolojik kullanılabilirliğinin daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalar olduğu gibi böyle bir etkinin gösterilemediği çalışmalarda mevcuttur (Rodebush ve Wedekind, 2002). Dolayısıyla iz minerallerin organik formlarının, inorganik formlarına nazaran kullanılabilirliğinin daha yüksek olduğu konusunda bazı şüpheler mevcuttur. Minerallerin organik formlarının rasyon, şartlar ve hayvanın fizyolojik durumunun mineral kullanımını kısıtladığı durumlarda (zamanlarda) daha çok faydalı olabileceği bildirilmiştir ki bu şartlar şunlardır (Rodebush ve Weedekind, 2002).:

a) Rasyonda fitat ve selüloz gibi antinutrisyonel faktörlerin mevcudiyeti ve diğer elementlerin dengesizlik veya fazlalığının sebep olduğu mineral antagonizmi,

b) Hızlı büyüme- hızlı canlı ağırlık artışı, üreme ve bağışıklık sistemi gibi olaylar için ihtiyacın artması. Erginlikteki yaşama payı ihtiyaçları ile karşılaştırıldığında üreme ve

büyüme hızına bağlı olarak belli bir minerale olan talep artar. Dolayısıyla böyle durumlarda, organik ve inorganik mineral kaynaklarının biyolojik kullanılabilirlikleri arasındaki farklılıklar abartılmış olabilir. Ayrıca organik Zn kaynaklarının etkinliğinin hayvan erginleştikçe azaldığını gösteren çalışmalarda mevcuttur. Bu araştırmacılar ZnM ve ZnSO₄ formunda Zn verilen ergin köpeklerde kaynaklar arasında performans bakımından farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Organik iz element veya organik mineral demek o iz element veya mineralin karbon (C) içeren bir bileşikle (mesela amino asitlerle) birleşmiş olması anlamına gelmektedir. Bir elementin kendisini daha sonra ince bağırsakta iyon formunda serbest bırakarak kolayca absorbe edilebilecek bir organik bileşik ile birleşerek oluşturduğu komplekse şelat, organik bileşiklerin metallerle birleşmeden önceki hallerine ise ligand denilmektedir (Scott ve ark., 1982). İz minerallerin biyolojik kullanılabilirliğini arttırmak için kimyasal şelat kavramı 1950'li yıllarda kullanılmaya başlanmış ve iz mineraller ile amino asitlerin şelatı veya kompleksi 1970'li yılların başında kullanılmıştır. Şayet iz mineraller amino asitler ile bileşik veya kompleks oluşturur ve bu bileşik veya kompleksler ince bağırsaklardan olduğu gibi absorbe edilirse, bu elementlerin biyolojik kullanılabilirliği artırabileceği fikri organik minerallerin oluşumunu sağlamıştır. Metiyonin amino asidi kanatlı rasyonlarında birinci derecede kısıtlayıcı amino asit olduğu için Zn-Metiyonin katkı maddesi olarak geliştirilen ilk komplekslerden birisi olmuştur (Hill, 1986).

Elementlerin biyolojik kullanılabilirliğini etkileyen, tür, ırk, yaş, cinsiyet, büyüme hızı, verim safhası, stres, mineralin kimyasal formu, çözünürlüğü, rasyonun durumu (besin madde dengesi, fitat, selüloz Ca seviyesi) ve mineraller arası interaksyonlar gibi birçok faktör mevcuttur. Her ne kadar laboratuvar analizleri mineral kaynakları hakkında faydalı bilgiler verirse de nihai değerlendirme hayvanlarda yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre yapılır.

Bu çalışmanın amacı gelişmekte olan Japon bıldırcınlarında çeşitli organik Zn kaynakları ve onların farklı seviyelerinin performans, kemik mineralizasyonuna etkilerini ve özellikle de biyolojik kullanılabilirliği tespit etmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Biyolojik Kullanılabilirlik

Bir yem materyali, gıda veya rasyondaki bir besin maddesinin biyolojik kullanılabilirliği, o besin maddesinin absorbe edilen ve vücutta kullanılan kısmı olarak tarif edildiği (O'Dell, 1985) gibi normal vücut fonksiyonlarında kullanılan kısmı olarak da (Fairweather-Tait, 1992) tanımlanmıştır. Jackson (1997) ise biyolojik kullanılabilirliği bir besin maddesini tüketilen miktarının, normal fizyolojik fonksiyonlarda kullanılan ve vücut dokularında depo edilen miktarı şeklinde tanımlamıştır.

Ammerman ve ark. (1995) ise biyolojik kullanılabilirliği, belli bir kaynaktan tüketilen besin maddesinin hayvan vücudunda metabolizmada kullanılabilecek formda absorbe edilme derecesi şeklinde tanımlamışlardır.

Biyolojik kullanılabilirlik değerleri genellikle standart bir referans materyalden elde edilen tepkiye nispetle ifade edilmektedir. Biyolojik kullanılabilirlik çalışmalarında kullanılacak referans standart, ilgili besin maddesi bakımından yüksek derecede kullanılabilirliğe sahip bir kaynak olmalıdır.

Bununla beraber bazı çalışmalarda, referans standart olarak alınan kaynakların ilgili besin maddesi bakımından kullanılabilirliğinin yeteri kadar yüksek olmadığı görülmüştür (Ammerman ve ark., 1995).

2.1.1. Biyolojik kullanılabilirliği etkileyen faktörler

Besin maddelerinin biyolojik kullanılabilirliğini etkileyen birçok faktör mevcut olup, bu faktörler hayvanla ilgili (dahili-iç) ve rasyonla ilgili (harici-dış) faktörler olmak üzere ikiye ayrılabilir (O'Dell, 1983).

Hayvanla ilgili faktörler, tür, genotip, yaş, fizyolojik durum veya verim safhası, önceki besin madde tüketimi, fizyolojik stres, ince bağırsak mikroorganizmaları ve hastalıklardır. Rasyonla ilgili faktörler ise rasyon besin madde-element seviyesi, rasyonun tabiatı, antinutrisyonel faktörlerin mevcudiyeti, kaynağın kimyasal formu-çözünübilirliği, diğer elementlerle olan ilişkilerdir (Stuart ve ark., 1986 , Shafey ve ark., 1991, Ammerman ve ark., 1995).

Genelde rasyonla ilgili veya dış faktörler, hayvanla ilgili faktörlerden daha önemli olup, kontrol edilebilen faktörlerdir. Son 25 yılda insan gıdası olarak tüketilen materyallerin içerdikleri besin maddelerinin biyolojik kullanılabilirliğini tespit için birçok çalışma yapılmıştır.

Bununla beraber hayvanlarda yapılan çalışmalar bir elementin farklı formları ve kullanılan biyolojik kritere göre biyolojik kullanılabilirliğin önemli derecede farklı olabileceğini göstermiştir (Ammerman ve Miller, 1972).

2.1.2. Biyolojik kullanılabilirliği tayinde kullanılan metotlar

Kavram olarak biyolojik kullanılabilirlik basit gibi gözükse de biyolojik kullanılabilirliğinin tespiti oldukça güçtür. İz elementlerin biyolojik kullanılabilirliğini tespit etmek için birçok metot kullanılmaktadır ve çoğu kez de biyolojik kullanılabilirlik ile absorbe edilen miktarlar arasında uyumsuzluk bulunmuştur. Yani bileşik yüksek etkinlikte absorbe edilmekte fakat absorbe edilen form vücutta çözünmediği için (şelatlar) atılmakta ve biyolojik kullanılabilirliği düşük bulunmaktadır (Sandström, 1997).

Biyolojik kullanılabilirliği tespit etmek için kullanılacak en iyi yol, elementin standart kaynağı ile sağlanan tepkinin (absorbsiyon ve kullanımının) diğer kaynaklarla elde edilen tepki ile karşılaştırılmasıdır (O'Dell, 1983). Biyolojik kullanılabilirlik hayvanda fizyolojik fonksiyonların ana veya asıl kantitatif ölçüsü olan parametreler ölçülerek tespit edilebilir. Mesela büyüme (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, cidoga yüksekliği vb.) iskelet gelişmesi (kemik boyutları, kemiğin yapısı, mineral muhtevası, mekanik özellikleri), iş yapma kabiliyeti ölçülebilir (Fox ve ark., 1981, O'Dell, 1983). Bu karakterler aynı zamanda hayvanın sağlık durumunun da bir göstergesidir. Belirli şartlarda yukarıda belirtilen ana parametrelerle yakından ilgili olan fakat hayvanın sağlık durumunun direk ölçüsü olmayan kantitatif olarak tespit edilebilen parametreler de mevcuttur. Mesela elementin vücutta tutulan miktarı veya dokuda, vücut sıvıları veya boşaltım ürünlerinde inorganik elementlerin, metabolitlerin, enzim veya hormonların seviyelerinin tespiti gibi (Fox ve ark., 1981).

Biyolojik kullanılabilirliğin tespitinde bilhassa iz mineraller ile ilgili olarak yaygın kullanılan metotlar ve/veya incelenen karakterler şunlardır:

a) Kemik küllü veya kemiğin kırılma mukavemeti gibi mekanik özellikleri.

b) Esansiyel bileşikler veya enzimler. Mesela selenyum elementi için glutasyon peroksidaz, bakır için sitokrom C oksidaz aktivitesi, demir için hemoglobin, çinko için vücut

sıvıları ve dokularında çinko içeren metaloenzimlerin aktiviteleri ve metalotionein-MT (metal bağlayan protein) seviyesi gibi.

c) Hayvanlarda büyüme veya belli bir dokuda depolanan mineral miktarı. Bunun için genç civcivler ideal hayvanlardır, çünkü kuluçkadan çıktıklarında besin madde depoları sınırlı miktarda olup, hızlı büyüme kabiliyetine sahiptirler ve bu yüzden de besin madde ihtiyaçları yüksektir. Birçok makro ve mikro elementin biyolojik kullanılabilirliğini tespitte büyüme ve doku mineral konsantrasyonu ana kriter olarak alınmaktadır (Ammerman ve ark., 1995).

d) Absorbsiyon ve kimyasal denge. Bir elementin hayvan tarafından absorbe edilen miktarı, o elementin biyolojik kullanılabilirliğini tahmin etmek için kullanılabilir. Ancak elementin absorbe edilen miktarı her zaman biyolojik kullanılabilirliğe eşit olmayabilir.

e) Hayvanlar belli bir süre bir elementi içermeyen rasyonla beslenerek vücut rezervleri tüketilir. Daha sonra hayvanlar o elementin farklı kaynakları ile beslenerek vücut dokularındaki konsantrasyonlara tekrar ulaşır. Vücudun kaybettiği elementi, o elementlerce zengin rasyonlarla besleme sonucu tekrar depolama hızı biyolojik kullanılabilirliğin bir ölçüsü olarak kullanılabilir. Bu testlere ilaveten *in vitro* testler, eğim oranları testi (Finney, 1978) gibi testlerde kullanılmaktadır.

Birçok elementin nispi biyolojik kullanılabilirliğini tespitte yaygın uygulama, hayvanları ilgili elementi yüksek seviyede içeren rasyonla kısa süre yemlemek ve çeşitli dokulardaki konsantrasyonunu tespit etmektir (Sandoval, 1992). Bu metot, klasik metotlarla karşılaştırıldığında bazı avantajlara sahiptir. Mesela bu metotta sentetik rasyonlar yerine daha ucuz olan pratik rasyonlar kullanılır, ilgili element bakımından yetersiz saf veya sentetik rasyonlara nazaran daha kolay hazırlanırlar ve bu da hayvanların maksimum seviyede büyümelerine imkân sağlar. Elementin rasyonda yüksek seviyede kullanılması, su vb. yollarla olabilecek kontaminasyonların etkilerini büyük ölçüde azaltacağı gibi kaynaklar arasında istatistik bakımdan önemli olabilecek farklılıkları tespit edebilmek için daha az hayvana ihtiyaç duyulur (Henry ve ark., 1986).

2.2. Çinko İhtiyacı, Kaynakları, Metabolik Fonksiyonları, Absorbsiyonu, Taşınması, Yetersizliği ve Toksitesi

2.2.1 Zn ihtiyacı:

Mineral ihtiyacı, hayvanlarda normal büyüme, üretim, üreme, sağlık ve diğer ilgili kriterler göz önüne alınarak tespit edilen minimum yeterli miktar olarak tarif edilir. Hayvanların mineral ihtiyacı, bu arada çinko ihtiyacı da, hayvanın türü ve ırkı, yaşı, cinsiyeti, büyüme hızı, verim yönü ve seviyesi, mineralin kimyasal formu ve tüketim hızı, rasyonun genel dengesi ve yeterliliği, hayvan dokularında hormonal ve diğer fizyolojik aktiviteler, iklim ve diğer çevre faktörleri ve ihtiyacın belirlenmesinde esas kabul edilen yeterlilik kriterine (maksimum büyüme, maksimum kemik mineralizasyonu gibi) bağlı olarak değişmektedir (Yazgan, 1990). Minerallerin yemlerdeki farklı kimyasal formları, onların fiziksel ve kimyasal analizle tespit edilen miktarlarını etkilemezlerse de, rasyonda ihtiyaç duyulan miktarlarını önemli ölçüde etkilemektedir.

Protein kaynağı olarak kazein ve jelatin içeren sentetik rasyonlarla beslenen civcivlerde maksimum büyüme için çinko ihtiyacının 20 mg/kg rasyondan daha fazla olmadığı ve soya fasulyesi küspesi (SFK) içeren pratik rasyonlarda çinko ihtiyacının 40 mg/kg seviyesine kadar çıkabileceği bildirilmiştir (Scott, 1986). NRC (1994) tarafından 0-6 haftalık yaştaki broylerler için çinko ihtiyacı rasyonda 40 mg/kg olarak verilmiştir.

2.2.2 Zn' nun kaynakları:

Hayvanların mineral ihtiyaçlarının büyük bir kısmı jeolojik ve endüstriyel orjinli inorganik bileşiklerden temin edilirler. Bu yüzden yemlerin ve tohumların mineral muhtevalarını etkileyen her türlü faktör hayvanların mineral beslenmesinde önemli etkiye sahiptirler. Yazgan (1990), minerallerin bitkideki seviyelerinin birbirinden bağımsız 4 faktörce önemli ölçüde etkilendiğini bildirmiştir. Bunlar bitkinin türü, çeşidi veya varyetesi, bitkinin üzerinde büyüdüğü toprağın tabiatı, büyüme esnasında mevsim şartları ve bitki olgunluk devresidir. Ayrıca genetik yapının mineral kompozisyonuna etkisinin vejetatif kısımlarda tohumlarkinden daha fazla olduğu, dane yemlerde çinko seviyesi bakımından türler arasında farklılığın önemsiz olduğu ve bu farklılığın daha ziyade topraktaki farklılıklardan ileri geldiği bildirilmiştir (Underwood ve Suttle, 1999).

Kanatlı rasyonlarında yaygın olarak kullanılan dane yemlerin Zn seviyesi, çinko bakımından fakir topraklar hariç, genellikle 10 ppm' in üzerindedir. Arpa, mısır, buğday, yulaf, çavdar ve tritikalenin Zn muhtevaları sırasıyla 15, 10, 28, 31 ve 32 ppm (NRC, 1984) olup yağlı tohum küspeleri ve değirmencilik yan ürünleri daha yüksek seviyelerde Zn içerirler. Soya küspesi (SK, %44 HP), susam küspesi, buğday kepeğinin Zn seviyeleri sırasıyla 60, 100 ve 90 ppm' dir (Scott, 1986). Dane yemlerin kabuk kısmı Zn'ca iç kısımlarından daha zengin olduğu için kepeğin Zn içeriği elde edildiği buğdayın 2-3 katı olabilmektedir. Bununla beraber bitkisel materyaldeki bilhassa küspeler ve kepektaki Zn' nun kanatlılar ve diğer basit mideli hayvanlar için kullanılabilirliği, fitatların Zn' yu bağlaması sebebiyle, çok düşük (% 30 veya daha az) olmaktadır (Scott, 1986; Underwood ve Suttle, 1999).

Kanatlı rasyonlarında kullanılan yem materyalleri içinde çinkoca en zengin kaynaklar hayvansal kaynaklı yem materyalleridir. Kaynağa bağlı olarak balık unu 103-147 ppm Zn içerirken hidrolize tüy unu 69 ppm, et-kemik unu (%50 HP) 95 ppm Zn içerir. Hayvansal orjinli yem materyallerinin ihtiva ettikleri Zn' nun kullanılabilirliği genellikle %80 civarında olmaktadır (Scott, 1986).

Kanatlı rasyonlarında dane yemler, rasyonun %50 veya daha fazla bir kısmını oluştururlar. Bu yüzden, rasyonda hayvansal orijinli yem materyallerinin mevcut olup olmamasına da bağlı olarak Zn ihtiyacı karşılanamaz. Dolayısıyla kanatlıların iz mineral ihtiyaçlarını karşılamak için rasyona iz mineral karması katılır. Bu iz mineral karmalarında çinkonun oksit, sülfat, karbonat gibi formları en çok kullanılan inorganik kaynaklardır.

2.2.3. Metabolik fonksiyonları:

Hayvanlarda iskelet gelişimi, büyüme, deri ve diğer epitel dokuların gelişmesi, yaraların iyileşmesi, yeterli immunolojik güç, iştah, üreme ve birçok biyokimyasal fonksiyonların yerine getirilmesi (metalloenzimlerin sentezi, protein asentezi, DNA ve RNA' nın kompozisyonu ve zarların stabilizasyonu) için çinkoya ihtiyaç vardır (Mc Naughton, 1991; Yazgan, 1990).

Yaşayan hücrelerde proteinler ve iz minerallerin bir çoğu arasında gayet spesifik interaksiyonlar mevcut olup metalloproteinlerde, proteinler ve mineraller birleşmiştir. Bu proteinlerde, bir protein molekülünde belli sayıda mineral atomu bulunmakta ve enzimin aktivitesi metal muhtevasına bağlı olmaktadır (Yazgan, 1990). Günümüzde ise çinko içeren metalloenzim olarak veya aktivasyonu için Zn' ya ihtiyaç duyulan 60 farklı enzim

bilinmektedir. Bunların önemlileri karbonik anhidraz, karboksipepsidaz A ve B, dehidrojenaz enzimlerinin çoğu, alkalen fosfataz, DNA polimeraz ve ribonükleazdır (Underwood ve Suttle, 1999; Scott, 1986). Karbonik anhidraz enzimi % 0.33 Zn içerir ve özellikle eritrositlerde yüksek seviyede bulunur. Enzim periferik kılcal damarlarda CO₂'in suyla birleşerek kan yoluyla akciğerlere taşınmasını ve buradaki pulmoner kılcal damarlarda ise CO₂'in hızlı bir şekilde alveollerden serbest bırakılmasını sağlar (Guyton, 1986).

Çinkonun tat, koku alma ve iştahı etkileyen mekanizmalar için gerekli olduğu (bilhassa tuzlu tadın algılanmasında) tespit edilmiş olup, çinko merkezi sinir sistemini etkileyerek hayvanların iştahlarını etkilediği gibi büyüme hormonunun üretimini de etkilemektedir. Anterior pituiter bezinin büyüme hormonu salgılayan granüllerinde yüksek konsantrasyonda Zn bulunmuştur. Zn yetersizliğinde büyüme hormonu metabolizması olumsuz yönde etkilenmektedir. Büyüme hormonu yetersizliğinde ağızdan Zn verilmesi ile büyüme hızının arttığı görülmüştür (Brandae- Neto ve ark.,1995). Ayrıca çinko, tiroid hormonunun fonksiyonlarında, folik asidin serbest olarak hücre içine girmesinde, lipidlerin ve esansiyel yağ asitlerinin kanda taşınmasında, karaciğerde depolanan A vitamininin serbest bırakılmasında, bağışıklık sisteminde ve fetüs gelişiminde esansiyel bir elementtir (Ceylan ve ark.,1998).

İnsan dahil bir çok hayvan türünde Zn yetersizliği, cinsel gelişme bozukluklarına sebep olur. Başlangıçta bunun daha çok genç hayvanlarda ortaya çıktığı bildirilmişse de daha sonra 5 hafta müddetle Zn bakımından yetersiz rasyonlarla beslenen ergin hayvanlarda üreme hücrelerinin gelişiminin yetersiz olduğu gözlenmiştir. Testislerin olgunlaşması ve fertilite ile ilgili bir metalloenzim olan ‘‘Angiotensin-Converting Enzyme (ACE)’’ in yapısında Zn bulunmaktadır. Bu enzim, hayvan ergenlik çağına ulaşana kadar bulunmaz ve cinsel organlar olgunluğa ulaştıkça ACE'in aktivitesi de artmaktadır.

Kemiklerin bileşiminde yüksek miktarda Zn bulunması iskelet sisteminin gelişmesinde chondrocyte, osteoblast ve fibroblast hücrelerinin büyümesinde ve farklılaşmasında Zn'nun önemli rol oynadığına işaretir. Zn, osteblastlar tarafından etkilenen kemik diafizal dokusunda birikir. Çinko yetersizliğinde alkalın fosfataz seviyesi düşer ve Zn, tüketiminden sonra bu enzimin seviyesi tekrar yükselir. Bu sonuçlar normal kemik gelişimi için Zn' nun gerekli olduğunu göstermektedir (Rothbaum ve ark., 1982; Kourtou ve ark., 1995).

2.2.4. Çinkonun absorpsiyonu ve taşınması:

Minerallerin absorpsiyonu ve taşınması, tüketilen minerallerin miktarına, ihtiyaç duyulan miktara ve mineralin tüketildiği kimyasal forma bağlı olup, bu olaylar üzerinde etkili diğer faktörler ise rasyonda bulunan minerallerin miktarının diğer minerallere ve rasyon unsurlarına oranı ve çevre faktörleri olmaktadır (Yazgan, 1990). Çinko büyük ölçüde duodenumdan absorbe edilmektedir (Scott ve ark., 1982). Çinkonun absorpsiyonunu ve kullanılabilirliğini etkileyen birçok faktör olup, en önemlileri rasyon fitat, Ca seviyesi, kıl gibi adsorbe kabiliyeti olan bazı ajanlar, bazı serbest amino asitlerin katyonları gibi faydalı şelat oluşturan ajanlardır.

Çinkoca yetersiz rasyonlarla absorpsiyon çok yüksek olup, Zn statüsü yeterli hayvanlarda (yeterli Zn vücut deposu olan) absorpsiyon engellenmektedir (Zeigler ve ark., 1964). Zn' ca yetersiz veya yeterli rasyonlarla beslenen 4 haftalık erkek piliçlerde yapılan bir çalışmada (Zeigler ve ark., 1964), Zn'ca yetersiz rasyonlarla beslenen piliçlerin bütün dokularında tutulan Zn miktarı, Zn' ca yeterli rasyonla beslenen piliçlerden çok daha fazla olmuştur.

Çinko hem basit difüzyon, hem de bilinmeyen bir taşıyıcı aracı madde yardımıyla aktif transportla ince bağırsaktan absorbe edilmektedir (Bhagavan, 1992). Çinko bağırsak duvarlarından hücrelere girdikten sonra, ya bu hücreler Zn' yu kendi metabolizmalarında kullanır yada kana geçerek karaciğer ve pankreas başta olmak üzere vücudun diğer bölgelerine taşınırlar. Absorbe olan Zn bağırsak hücrelerinde bulunan spesifik bir bağlayıcı protein ile hücrede tutulmakta ve vücudun ihtiyaçlarına göre az veya çok Zn' nun absorbe edilmesini sağlamaktadır (Whithey ve ark., 1990).

2.2.5. Taşınması ve boşaltımı:

Normal bir hayvan vücudunda yaklaşık 30 ppm civarında (ergin bir hayvanda total Zn miktarı 2.2 g kadardır) çinko bulunmaktadır. Vücut çinkosunun önemli bir kısmı kemiklerde bulunmakta ve kolayca serbest hale geçirilememektedir. Plazma çinkosunun %66'sı albuminlere, %30'u alfa makro globulinklere bağlı iken %2'si amino asitlerin şelatları şeklinde taşınırlar. Bazı amino asitlerin bilhassa sistin ve histidinin metalleri bağlama kabiliyetleri yüksek olup minerallerin taşınma ve depolanmasında görev yapmaktadırlar (Scott ve ark., 1982).

2.2.6. Yetersizliği ve Toksisite:

Çinko yetersizliğinde büyümede gerileme, gonadlarda atrofi, Zn' ca yetersiz rasyonlarla beslenmiş tavuklardan elde edilen kuluçkalık yumurtaların embriyolarında beyin, sırt, göğüs ve başta önemli yapısal bozukluklar meydana geldiği, bazen gelişmekte olan embriyolarda bacak ve kanatların hiç mevcut olmadığı görülmüştür (Scott, 1986). Çinko yetersizliğinde hayvanların plazma veya serum Zn seviyeleri genellikle düşmektedir. Çinko yetersizliği geliştikçe yumuşak dokuların Zn seviyelerinde küçük miktarda, karaciğer ve pankreas Zn seviyelerinde daha fazla olabilirse de asıl düşme kemik ve tüylerde (kıl ve yapağıda) olmaktadır (Underwood ve Suttle, 1999).

Broyler ve yumurta tavuklarının rasyonda 1-2 g/kg KM seviyesine kadar Zn' ya tolerans gösterebildikleri, 4 g/kg KM seviyesinde ise büyüme ve iştahta azalma olduğu bildirilmiştir (Underwood ve Suttle, 1999).

2.3 Besleme Çalışmaları:

Son yıllarda kümes hayvanları ve diğer çiftlik hayvanlarının iz mineral ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla piyasaya çeşitli organik iz mineral kaynakları (bileşikleri) sürülmüştür. Amerika Birleşik Devletleri yem kontrol birliği tarafından altı farklı organik iz mineral ürünü tanımlanmıştır. Bunlar: a- Metal-amino asit şelatı, b- Metal-amino asit kompleksi, c- Metal (spesifik amino asit) kompleksi, d- Metal-propiyonat, e- Metal-polisakkarit kompleksi, f- Metal-spesifik organik asit kompleksidir (Ferket ve Kidd, 1997). Bu ürünlerin ihtiva ettikleri Zn'nin kullanılabilirliği veya hayvanların performans ve sağlıklarına etkisi muhtemelen farklı olmaktadır. Çünkü bu kompleks veya şelat bileşiklerin stabilite katsayıları moleküler büyüklükleri, toksisite dereceleri, belli bir vücut fonksiyonu için kullanılabilirliği ve vücuttan atılma yolu farklılık gösterebilmektedir. Bu faktörler aynı zamanda mineral şelat veya kompleksinin faydalılığını da etkileyen faktörlerdir (Hill, 1986). Ayrıca piyasada bulunan bütün organik iz mineral bileşiklerinin daha önceden ilmi araştırmalarla testleri yapılmamış ve güvenilirlikleri tespit edilmemiştir.

Waibel ve ark (1974), ZnM kompleksinin kümes hayvanlarında kullanımı konusunda ilk çalışma yapan araştırmacılar olup, damızlık hindi palazı rasyonlarına ZnM formunda Zn ilavesiyle canlı ağırlık artışının olumlu yönde etkilendiğini fakat yemden yararlanma katsayısının etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Deyhim ve ark. (1991), tarafından yapılan bir çalışmada, termonötral çevre sıcaklığında (24 °C) ve sıcaklık stresine maruz bırakılan (24-35 °C) 1440 adet erkek broyler civciv, çinko-metionin (ZnM), mangan-metionin (MnM), bakır-lisin (CuL) ve üçünün kombinasyonlarını (COM) ihtiva eden mısır-soya küspesine dayalı rasyonlar ile yemlenmiştir. Denemede canlı ağırlık artışı (CAA), yem değerlendirme katsayısı (canlı ağırlık / yem tüketimi, YDK), karkas randımanı (KR) ve vücut yağı yüzdesi (VYY) gibi parametrelere muamelelerin etkisi incelenmiştir. Deneme sonunda sıcaklık stresine maruz kalan grupta CAA'da %12, YDK'da %9'luk bir azalma meydana gelirken, KR ve VYY gibi parametrelere muamelelerin etkisi olumlu yönde olmuştur. Bununla beraber, termonötral ve sıcaklık stresine maruz bırakılan hayvanlarda muamelelerin sözü edilen parametrelere etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Buna göre kontrol (K), ZnM, CuL ve COM muamele grupları için elde edilen değerler, CAA için sırasıyla, 1222, 1201, 1237, 1215 ve 1207 g; YDK için 0.44, 0.43, 0.45, 0.45 ve 0.44; DYYK için 0.49, 0.49, 0.50, 0.50 ve 0.51; KR için % 70, 70, 70, 71 ve 71; VYY için % 12, 12, 12, 12 ve 12 olarak bulunmuştur.

McNaughton ve Schugel (1991), yaptıkları bir çalışmada organik-kompleks ve inorganik formdaki iz minerallerin broylerlerde performans, kemik külü ve göğüs eti miktarına etkisini araştırmışlardır. Bu maksatla çinko-metionin (ZnM, 60 ppm Zn), mangan-metionin (MnM, 35 ppm Mn), bu iki kompleks formun kombinasyonu, ve inorganik iz mineral kaynakları broylerlerde devamlı (1-46 günler) ve sadece başlatma yemine ilave edilerek üç deneme yürütülmüştür. Denemede, başlatma ve büyütme yemleri olarak, 3190 ve 3225 kcal/Kg ME ihtiva eden mısır-soya tipi pratik broyler yemleri kullanılmıştır. ZnM ve MnM komplekslerinin kombinasyonları ile yemlenen grupta, hem 21 hemde 46 günlük yemleme sonunda, performans ve kemik külü miktarları ZnM, MnM komplekslerinin yalnız yemlendiği gruplardan ve inorganik iz mineral kaynakları ile yemlenen gruplardan daha yüksek olmuştur. Çinko-metiyonin ve MnM'in sadece başlatma rasyonuna ilavesi maksimum performans için yeterli olmamıştır. Bir-46 günler arasında ZnM ve MnM komplekslerinin kombinasyonu ile yemlenen grupta göğüs eti miktarı, bu bileşikleri yalnız ihtiva eden, mineralleri inorganik formda ihtiva eden veya ZnM ve MnM komplekslerinin kombinasyonunu sadece başlatma rasyonlarında ihtiva eden gruplardan daha yüksek bulunmuştur. Araştırma sonuçları organik mineral komplekslerinin kombinasyonunu sadece broylerlerin performansını iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda broylerler de verimin en hassas ölçüsü olan göğüs eti miktarını da artırmıştır.

Çinko oksit ve çinko metionin kompleksindeki Zn'nin biyolojik kullanılabilirliğini tespit etmek için Pimental ve ark. (1991) tarafından etlik piliçlerde 7 hafta süren iki deneme yapılmıştır. Birinci denemede piliçler her iki kaynaktan 8 (ana rasyon), 18, 28, 38, 48 ve 58 mg/kg Zn içeren yarı sentetik rasyonlarla, ikinci denemede ise mısır-soya küspesine dayalı 28, 38, 48, 58, 68, 78 ve 88 mg/kg Zn içeren rasyonlarla beslenmişlerdir. Araştırmacılar rasyonda kullanılan Zn kaynaklarının büyüme, kemik (tibia) ve karaciğer Zn konsantrasyonunu önemli olarak etkilemediğini fakat pankreas Zn konsantrasyonunun Zn-metionin verilen piliçlerde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bununla beraber rasyon Zn seviyesi (Zn tüketimi) büyüme, kemik ve pankreas Zn seviyelerini ve kemik Cu muhtevasını etkilemiştir. Birinci denemede 3, 5 ve 7 haftalık yaşlarda maksimum büyüme sırasıyla 28, 38 ve 28 mg/kg Zn seviyeleri ile elde edilirken, ana rasyonla beslenen civcivlerin CAA'nın düşük olduğu bulunmuştur. İkinci denemede bütün rasyonlar en azından 28 mg/kg ilave Zn içerdiği için pratik rasyona Zn ilavesinin CA ve YT'ye etkisi küçük olmuştur. Rasyonda artan Zn seviyesi ile kemik Zn muhtevası her iki kaynak ile de doğrusal bir şekilde artmış ve 48 mg/kg Zn içeren rasyonlarla maksimum seviyeye ulaşmıştır. Kemik Zn muhtevası, Zn tüketimine karşı çok hassas olmasına rağmen Zn kaynaklarından etkilenmemiştir.

Wedekind ve ark. (1992) tarafından broyler civcivlerle 8-22 günlük dönemde yapılan bir dizi çalışmada, ZnM'nin standart olarak alınan çinko sülfata nispetle biyolojik kullanılabilirliği ve rasyon tabiatının Zn'nin biyolojik kullanılabilirliği üzerindeki etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla sentetik amino asit + dekstroza dayalı sentetik bir rasyon, isole soya + dekstroz içeren yarı sentetik bir rasyon ve mısır-soya küspesine dayalı (45 mg/kg Zn içeren) pratik bir rasyon kullanılmıştır. Araştırmacılar kriter olarak kemik Zn muhtevası alındığında ZnM kompleksindeki Zn'nin biyolojik kullanılabilirliğinin sentetik amino asit içeren rasyonla % 117, Zn'ce yetersiz yarı sentetik isole soya içeren rasyonla % 177 ve mısır-soya küspesine dayalı rasyonla % 206 olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar çeşitli Zn kaynaklarındaki Zn'nin biyolojik kullanılabilirliğinin rasyon ve hayvanla ilgili bir çok faktör tarafından etkilendiğini fakat pratikte daha stabil kaynaklara ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalarda civcivler 0-7 günlük dönemde Zn'ce yetersiz isole soya içeren rasyonla yemlenerek vücut Zn depolarının kullanılması sağlanmıştır. Çinko bakımından yetersiz sentetik ve yarı sentetik rasyonlara çinko sülfat ve ZnM formunda sırasıyla, 0, 3, 6, 9 mg/kg ve 0, 7.5 ve 15 mg/kg seviyesinde Zn ilavesiyle, CAA ve tibia Zn muhtevası (total ve %) doğrusal bir şekilde artmıştır. Orta seviyede Zn içeren rasyonlarla civcivlerin yem tüketimleri ve dolayısıyla Zn tüketimleri daha fazla olmuştur.

Başka bir çalışmada (Aoyagi ve Baker, 1993), 13 mg/kg Zn içeren yarı sentetik bir rasyona (bazal) yemlik Zn-sülfat veya ZnL formunda 8 mg/kg'a kadar tedricen artan seviyelerde Zn ilave edilmiştir. Kriter olarak civcivlerin kemik Zn konsantrasyonu alındığında ZnL kompleksinin nispi biyolojik kullanılabilirliği % 111 olarak bulunmuştur. Müteakip bir çalışmada rasyon Zn konsantrasyonunun Zn kaynaklarının biyolojik kullanılabilirliğe etkisi incelenmiş ve kaynak olarak ZnM kompleksi ve Zn-sülfat kullanılmıştır. Wedekind ve ark. (1994). Yüzde 0.60 ve 0.74 kalsiyum içeren civciv rasyonlarına 0.5 veya 10 ppm Zn katılmıştır. Biyolojik kullanılabilirliğin ölçüsü olarak tibia kemiği Zn konsantrasyonunun alındığı çalışmada ZnM'in biyolojik kullanılabilirliği, Zn sülfat için 100 kabul edildiğinde, rasyon Ca seviyesi % 0.60 ve 0.74 için sırasıyla, 166 ve 292 olarak bulunmuştur.

Civcivlerin Zn-sülfat, Zn-amino asit şelatı veya Zn-proteinat formunda 0, 200, 400 veya 600 ppm Zn ilave edilerek yemlendiği çalışmada (Cao ve ark., 1997), Üç haftalık yaştaki civcivlerde mukoza Zn muhtevası kriter alındığında, Zn'nin sülfat, amino asit şelat ve proteinat formlarının nispi biyolojik kullanılabilirliği sırasıyla, 100, 76 ve 133 olarak bulunmuştur.

Organik Zn kaynaklarının biyolojik kullanılabilirliğini tespit etmek için yapılan kısa süreli bir çalışmada (Cao ve ark., 2002), 432 adet günlük yaşta broyler civciv 3, 6 veya 9 gün boyunca ZnProt, ZnM ve ZnAs formunda Zn içeren rasyonlarla yemlenmiştir. Bu çalışmada mısır-soya küspesine dayalı ana rasyona (24 mg/kg KM), ZnAs formunda 0, 30, 60 veya 90 mg/kg seviyesinde ve ZnM veya ZnProt formunda 30 ve 60 mg/kg seviyesinde Zn ilave edilmiştir. ZnProt ile yemlenen civcivlerin kemik Zn muhtevası ve YT'leri, diğer Zn kaynakları verilen gruplardan önemli derecede ($P<0.001$ ve 0.05) yüksek bulunduğu gibi rasyon artan Zn seviyesi ve artan yaş ilede önemli derecede ($P<0.001$) artmıştır. Rasyon Zn seviyesi civcivlerin CAA ve YT'lerini önemli olarak etkilememiş isede kemik Zn muhtevası rasyonda artan Zn muhtevası ile artmıştır ($P<0.001$). Araştırmacılar ZnAs standart olarak alındığında kemik Zn konsantrasyonu için ZnProteinattaki Zn'nin 3, 6 ve 9 günlük yaştaki nispi biyolojik kullanılabilirliğini sırasıyla, % 110, 124 ve 116 olarak, ZnM'deki Zn'nin biyolojik kullanılabilirliğini aynı yaşlar için % 88, 91 ve 78 olarak bildirmişlerdir.

Broylerlerde çeşitli Zn kaynaklarının biyolojik kullanılabilirliğini tespit etmek maksadıyla ile bir çalışma yapılmıştır. İlave Zn ihtiva etmeyen rasyonun kontrol rasyonu olarak kullanıldığı denemede farklı seviyede, $ZnSO_4$ (5,10, 20, 40 mg/kg), ZnM (5, 10, 20 mg/kg) ve ZnAv (5, 10, 20 mg/kg) kullanılarak 11 deneme grubu oluşturulmuştur. Hayvanlar

21 günlük yaştayken bütün deneme hayvanlarından kan örnekleri ve sağ tibia'lar alınarak Zn muhtevalarının tespiti için muhafaza edilmiştir. Deneme sonunda vücut ağırlığı, yem değerlendirme, plazma Zn ve kemik külü Zn konsantrasyonları ölçülmüştür. Araştırma sonunda, ZnSO₄ (100 olarak kabul edildiğinde) ZnM ve ZnAv için vücut ağırlığı sırasıyla, % 100, 141.86 ve 149.30, yem değerlendirme, % 100, 139.61 ve 140.44; plazma Zn konsantrasyonu % 100, 124.43 ve 127.57; kemik Zn konsantrasyonu % 100, 121.4 ve 128.90; kül Zn konsantrasyonu % 100, 133.18 ve 137.74 olarak tespit edilmiştir. ZnM ile yemlenen grupta, ZnSO₄ ile yemlenen gruba göre ele alınan bütün parametreler bakımından daha iyi sonuçlar elde edilmiştir (P<0.05). ZnM ve ZnAv ile beslenen gruplar arasında istatistik bakımdan herhangi bir fark gözlenmemiştir. ZnM ve ZnAv ile yemlenen gruplarda Zn'nun biyolojik kullanılabilirliği, ZnSO₄ ile yemlenen gruba göre % 35 daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca rasyonda artan Zn seviyesine bağlı olarak performans özelliklerinde arttığı görülmüştür (Anonymous, 1997a).

Koksidiyoza maruz kalmış broylerlerde performans ve mide-barsak lezyonları üzerine Zn kaynaklarının etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bu maksatla kontrol (K), ZnM, ZnPlex (ZnM+ZnL) ve ZnAv kullanılmıştır. Denemeden elde edilen sonuçlara göre, K, ZnM, ZnPleks ve ZnAv grupları için vücut ağırlığı sırasıyla, 2.548, 2.548, 2.592 ve 2.595 kg; yemden yararlanma katsayısı 1.990, 1.983, 1.991 ve 1.956; ölüm oranı % 10.82, 9.88, 8.51 ve 7.65; göğüs eti ağırlığı 0.35, 0.37, 0.38 ve 0.37 kg; karkas ağırlığının %'si olarak göğüs eti verimi 20.69, 21.18, 20.94 ve 20.82, ortalama koksidiyozis lezyon sayısı 2.00, 1.92, 1.86 ve 1.66 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları organik iz element komplekslerinin, iz element kaynağı olarak broyler rasyonlarına katılmalarının performansta artışa, ölüm oranı, deri ve sindirim sistemi lezyonlarında azalmaya sebep olduğunu göstermiştir. Yine bu çalışmanın sonuçları broyler üretiminde, üretim stresi artmağa devam ettiği müddetçe bu hayvanlar için rasyon hazırlamada besin maddelerinin biyolojik kullanılabilirliğinin mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymuştur (Anonymous, 1997b).

Organik formda farklı seviyelerde Zn içeren rasyonların etlik piliçlerde performansa etkisinin incelendiği bir çalışmada (Yıldız ve Yazgan, 2000), piliçler 6 hafta boyunca ZnM ve ZnL formunda 0, 20, 40 ve 60 mg/kg ilave Zn içeren rasyonlarla beslenmişlerdir. Araştırmada 4 farklı ZnM ve ZnL seviyesinin oluşturduğu 16 rasyonun performans, karkas özellikleri ile karaciğer ve plazma Zn konsantrasyonuna etkisi incelenmiştir. Araştırmada hiçbir

muamelenin (interaksiyonların) piliçlerin CA ve 5. hafta hariç CAA'ları, YT'leri ile ortalama karkas randımanı, kanat ve but ağırlıkları ve karaciğer Zn konsantrasyonuna önemli bir etkisi olmamış isede, ana faktör olarak rasyon ZnL seviyeleri piliçlerin 3. ve 4. haftalar ile 0-6 haftalık kümülatif YT'lerini önemli olarak ($P<0.05$) etkilemiştir. ZnL formunda 40 mg/kg ilave Zn verilen rasyonla beslenen piliçlerin kümülatif yem tüketimi, 20 mg/kg ilave Zn içeren rasyonla beslenen gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur. Deneme rasyonları piliçlerin 0-6 haftalık kümülatif YDK'larını önemli olarak etkilememiştir. Ancak rasyon ZnL seviyeleri 5. haftadaki YDK'yı ve karın yağı ağırlıklarını ve plazma Zn konsantrasyonunu, interaksiyonları, 3. haftadaki YDK'yı ve göğüs ağırlıklarını önemli olarak etkilerken rasyon ZnM seviyeleri piliçlerin karkas, göğüs, sırt ve karın yağı ağırlıklarında önemli farklılıklara ($P<0.05$) sebep olmuştur.

Organik Zn kaynaklarının kınalı kekliklerde performans, karkas özellikleri ile serum, karaciğer ve pankreas Zn konsantrasyonuna etkisini tespit etmek için iki çalışma yapılmıştır. Birinci çalışmada (Yıldız ve ark., 2005) keklikler Zn-proteinat formunda 0, 25, 50, 75 ve 100 mg/kg ilave Zn içeren rasyonlarla 16 hafta müddetle beslenmişlerdir. İlave Zn içeren rasyonlarla beslenen kekliklerin 8. haftadaki CA'ları ile 0-8 haftalık dönemde CAA'ları ve ortalama karaciğer Zn konsantrasyonu kontrol grubundan önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunurken, 75 mg/kg ilave Zn içeren rasyonla beslenen kekliklerin 0-8 ve 0-16 haftalık dönemlerdeki kümülatif YT'leri diğer bütün gruplardan önemli derecede ($P<0.05$) düşük bulunmuştur. Ayrıca 75 mg/kg ilave Zn içeren rasyonla beslenen kekliklerin 0-8 haftalık dönemdeki yem değerlendirme katsayısı (yem/CAA), ilave Zn içermeyen rasyonla (kontrol) beslenen kekliklerden ve 50 mg/kg ilave Zn verilen gruptan önemli derecede ($P<0.05$) düşük bulunmuştur. Muamelelerin, kekliklerin karkas, karaciğer ve pankreas ağırlıkları ise serum ve pankreas Zn muhtevasına önemli bir etkisi olmamıştır.

Erkek kınalı kekliklerin 9-16 haftalık dönemde mısır-soya küspesine dayalı rasyona (25,24 mg/kg Zn içeren) ZnBp formunda 0, 25, 50, 75 ve 100 mg/kg ilave Zn katılarak yemlendiği 2. çalışmada (Yıldız, 2004), muamelelerin, kekliklerin denemenin çeşitli dönemlerindeki ve 9-16 haftalık kümülatif yem tüketimine önemli bir etkisi olmamış isede ilave Zn içeren rasyonlarla, kontrol grubuna nispetle kekliklerin 14. ve 16. haftalardaki CA'ları, 10-12 haftalık dönem hariç denemenin diğer peryotlarındaki ve 9-16 haftalık dönemdeki toplam CAA önemli derecede ($P<0.05$) artarken, denemenin çeşitli peryotlarındaki ve kümülatif YDK önemli derecede düşmüştür.

Etlik piliçlerle iki ve kuzularla yapılan bir çalışmada (Cao ve ark., 2000), çeşitli organik Zn kaynaklarının inorganik $ZnSO_4$ 'a nispetle biyolojik kullanılabilirliği karşılaştırmıştır. Birinci çalışmada civcivler mısır-soya küspesine dayalı $ZnSO_4$ formunda 0, 200, 400 veya 600 mg/kg ilave Zn içeren rasyonlarla veya Zn-amino asit şelatı (ZnAA) veya Zn-proteinat (ZnProt) formunda 200 ve 400 mg/kg ilave Zn içeren rasyonlarla beslenmiştir. Organik Zn kaynaklarının piliçlerin yem tüketimi ve CAA'larına önemli bir etkisi olmamış isede organik Zn içeren rasyonlarla beslenen piliçlerde bu her iki özellikte inorganik Zn verilen piliçlerden daha yüksek bulunmuştur. Kemik Zn konsantrasyonu kriter olarak alınarak hesaplanan nispi biyolojik kullanılabilirlik değerleri $ZnSO_4$ standart alındığında, ZnAA ve ZnProt için 1. haftada sırasıyla, % 104 ve 116; 2. haftada % 100 ve 135 ve 3. haftada % 83 ve 139 olarak bulunmuştur. İkinci çalışmada mısır-soya küspesine dayalı rasyona $ZnSO_4$ formunda 0, 200 veya 400 mg/kg ilave Zn ve ZnPoly formunda ZnProt formunda (iki ayrı ZnProt), 200 mg/kg ilave Zn katılmıştır. Bu çalışmada ZnPoly iki farklı ZnProt bileşiğinin nispi biyolojik kullanılabilirlik değerleri, $ZnSO_4$ 'a nispetle sırasıyla, %94, 99 ve 108 olarak bulunmuştur. Kuzularla yürütülen 3. çalışmada ise organik Zn kaynağı olarak ZnProt, ZnAA ve ZnM kullanılmış ve $ZnSO_4$ 'a nispetle nispi biyolojik kullanılabilirlik değerleri ZnProt, ZnAA ve ZnM için sırasıyla, % 130, 110 ve 113 olarak bulundu. Bu araştırmaların sonuçları genel olarak ZnProt formundaki Zn'nin ruminant ve kümes hayvanları için, $ZnSO_4$ 'taki Zn'dan çok kullanılabilir olduğunu göstermiştir.

Köpeklerde yapılan 3 ayrı çalışmada da (Lowe ve ark., 1994 a,b Lowe ve Wiseman, 1998) yukarıda zikredilen çalışmaya benzer sonuçlar alınmış ve Zn-oksit veya Zn-polisakkarit ile yemlenen köpeklerle karşılaştırıldığında ZnAA şelatı ile yemlenen köpeklerde ince bağırsaklardan absorbe edilen ve vücutta tutulan Zn miktarı ile kıl büyümesi ve kıl Zn muhtevasının daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çinko-proteinat (ZnProt), bir molekül Zn ve molekül propiyonik asitin birleşmesinden oluşan bir kompleks Zn ürünüdür (Anonymous, 1995). Bu bileşiğin civcivlerle yapılan çalışma ile biyolojik kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada, civcivler 21 gün boyunca sadece mısır-soya küspesine dayalı rasyonla (kontrol) veya bu rasyona ZnM veya ZnProt formunda 10 ve 20 mg/kg ilave Zn katılmış rasyonlar ile veya $ZnSO_4$ formunda 10, 20 ve 30 mg/kg ilave Zn katılarak yemlenmişlerdir. ZnProt ve ZnM formunda 20 mg/kg ilave Zn verilen civcivler, $ZnSO_4$ formunda 20 mg/kg ilave Zn verilen civcivlerden çok daha fazla CAA yapmışlar isede muamele grupları arasında YDK bakımından farklılık olmamıştır. ZnProt ve ZnM formunda 20 mg/kg ilave Zn verilen civcivlerin plasma Zn konsantrasyonu $ZnSO_4$ ile yemlenen civcivlerden daha yüksek bulunurken tibia kül muhtevası, rasyonda

kullanılan Zn kaynaklarından etkilenmemiştir. Bununla beraber araştırmacılar daha uzun süre devam edecek çalışmalarda kül bakımından farklılıkların daha bariz bir şekilde görülebileceğini bildirmişlerdir. Performans özellikleri ve plasma ve tibia Zn konsantrasyonuna dayanarak hesaplanan nispi biyolojik kullanılabilirlik değerleri $ZnSO_4$ ile karşılaştırıldığında ZnProt için % 100.3 ila 128.3 arasında değişmiştir.

Wedekind ve Baker (1990); İnorganik Zn tuzlarının biyolojik değerlerini tespit etmek maksadıyla iki deneme yürütmüşler; birinci denemede 13 mg/kg Zn ihtiva eden temel rasyona 0, 2.5, 5, 10, 15, 20, 40 ve 100 mg/kg seviyelerinde Zn sağlayacak şekilde $ZnSO_4$ ilave edilmiştir. Cıvcıvlar kuluçka çıkışından itibaren 7-22 günler arasında bu rasyonla yemlenmişlerdir. Gruplarda canlı ağırlık kazancı 20 mg/kg ilave $ZnSO_4$ seviyesine kadar artan Zn seviyelerine paralel olarak doğrusal bir şekilde artmıştır. Plazma ve kemik Zn konsantrasyonları ise, rasyonda 40 mg/kg Zn seviyesine kadar doğrusal bir artış göstermiştir. İkinci denemede ise, yine temel rasyona 7.5 ve 15 mg/kg Zn temin edecek miktarda $ZnSO_4$ ve ZnO ilave edilmiştir. Deneme sonunda cıvcıvlerin canlı ağırlık artışları ve tibia Zn konsantrasyonu rasyon Zn muhtevasına paralel olarak doğrusal bir artış göstermiştir. Plazma Zn konsantrasyonundaki artış ise sadece Zn'nun SO_4 formu ile doğrusal artış göstermiştir. Canlı ağırlık kazancı ölçü alındığında ve SO_4 formu için biyolojik değer % 100 kabul edildiğinde oksitformu için bu değer % 61.2 olarak bulunmuştur.

Collins ve Moran (1999a), broylerlerle mısır-soya fasulyesi küspesine dayalı rasyona farklı seviyelerde Mn ve Zn ilavesinin performansa ve karkas özelliklerine etkisini belirlemek maksadıyla bir çalışma yapmışlardır. Deneme 49 gün sürmüş ve rasyona 0:0, 60:50, 120:100 ve 180:150 ppm oranlarında inorganik Mn:Zn ilave edilmiştir. Deneme sonunda genel olarak rasyona Mn ve Zn ilavesinin performansa etkisi önemsiz olmuştur. Ölüm oranı rasyonun Zn ve Mn seviyesinden etkilenmemiş ve ayak ve bacak problemlerine rastlanmamıştır. Rasyona Mn ve Zn ilavesiyle karkas ağırlığı, abdominal yağ miktarı, karkas randımanı ve kemik külü miktarını önemli seviyede etkilememiştir.

Collins ve Moran (1999b), iki farklı (Ave B) broyler hattı ile farklı seviyelerde Mn ve Zn ilave edilen mısır-soya fasulyesi küspesine dayalı rasyonlarla yemlemenin performansa ve karkas kalitesine etkisini tespit etmek maksadıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada ana rasyona 0:0, 0:150, 180:0, ve 180:150 ppm oranlarında Mn:Zn ilave edilmiştir. Deneme 49 gün sürmüş ve deneme sonunda rasyona Mn ve Zn ilavesinin broylerlerin canlı ağırlık, yemden yararlanma ve yaşama gücüne etkisi önemli olmamıştır. Rasyona yalnızca Mn ilave edildiğinde A hattında ascites'den dolayı ölümler azalırken B hattında artmıştır. Rasyona Mn

ve Zn ilavesinin bacak kusurlarını azalttığı ve karkas kalitesini arttırdığını bildirmişlerdir. Broylerlerin karkas ağırlığı, abdominal yağ miktarı ve randıman rasyona Mn ve Zn ilavesiyle önemli seviyede değişmemiş, ayrıca tibia ve femur'un toplam uzunlukları ve kemik külü miktarına rasyona ilave edilen Mn ve Zn'nin etkisi önemsiz olmuştur.

Thiel ve Weigand (1992), broyler civciv rasyonlarına Zn ilavesinin performans, Zn'nin vücutta tutulan miktarı ve vücuttan atılan Zn miktarına etkisini tespit etmek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Denemede, mısır-soya fasulyesi küspesine dayalı rasyona (27 mg/kg, Zn içeren) 45 ve 60 mg/kg seviyelerinde Zn katılmıştır. Deneme sonunda muamelenin canlı ağırlık ve yemden yararlanma kabiliyetine bir etkisi olmamıştır. Bazal rasyona Zn ilavesiyle taze karkasta Zn konsantrasyonu bekletilen karkastan önemli seviyede fazla olmuştur. Rasyon Zn seviyesindeki artışla vücuttan atılan Zn miktarında artış gözlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Araştırma, S.Ü. Ziraat Fakültesinin Orhan DÜZGÜNEŞ Araştırma ve Uygulama Çiftliğindeki bıldırcın kümesinde yürütülmüştür. Denemede kullanılan bıldırcınlar her biri 5 katlı ve her katında 4 gözü bulunan elektrik ile ısıtılan termostatl, yerli imalat 4 adet büyütme kafesinde yetiştirilmişlerdir.

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan Materyali

Araştırmada günlük yaşta, karışık cinsiyette 800 adet Japon bıldırcını (*Coturnix coturnix japonica*) kullanılmıştır. Bıldırcınlar, Fakültemiz Çiftliğinde bıldırcın kümesinde yetiştirilen damızlık bıldırcınlardan toplanmış yeterli sayıda yumurtanın kuluçka makinasından çıkartılması sonucu sağlanmıştır. Kuluçkadan yeni çıkan civcivler, 10'arlı gruplar halinde tartılarak canlı ağırlıkları (CA) kaydedildikten sonra büyütme kafeslerindeki gözlere (toplam 80 göz) şansa bağlı olarak dağıtılmışlardır. Daha sonra alt grupların kafes gözlerine tahsisi kura usulu ile yapılmıştır. Alt gruplardaki bıldırcınların CA'ları bakımından homojen olması sağlanmıştır.

3.1.2. Yem Materyali

Deneme rasyonlarının hazırlanmasında kullanılan yem materyalleri ticari bir yem fabrikasından satın alınmıştır. Deneme rasyonları çiftlikte bulunan yem hazırlama ünitesinde hazırlanmıştır. Deneme rasyonlarında hammadde olarak arpa, mısır, soya küspesi (% 42 HP), ayçiçeği küspesi (%36 HP), balık unu (%69 HP), bitkisel yağ (ayçiçeği yağı), mermer tozu (%37,7 Ca), dikalsiyum fosfat-DCP (%22 Ca, %18 P), tuz, vitamin premiksi, iz mineral karması (Zn içermeyen), L-lisin ve DL-metionin kullanılmıştır. Zn içermeyen iz mineral karması Eryaş Tarım ve Hayvancılık Sanayi ve Ticaret Ltd. Şirketine sipariş verilerek hazırlattırılmıştır.

3.1.3. Çinko kaynakları

Araştırmada 5 farklı Zn kaynağı kullanılmıştır. Bunlar: çinko asetat ($(CH_3COO)_2Zn \cdot 2H_2O$, çinko asetat dihidrat, Merck,% 29.79 Zn), çinko lisin (% 10 Zn), çinko metiyonin (% 10 Zn), çinko biopleks (% 15 Zn) ve çinko avila'dır (% 10 Zn). ZnL, ZnM, ZnBP bu ürünleri üreten Alltech Firması (Kentucky, US) tarafından, ZnAv ise yine üretici firmadan temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme rasyonlarının hazırlanması, deneme gruplarının oluşturulması ve verilerin toplanması

Araştırmada hammadde ve besin maddesi kompozisyonu Çizelge 3.1'de verilen bazal (ana) rasyon kullanılmıştır. Bu rasyonda Zn içermeyen iz mineral karması kullanıldığı için rasyon ilave Zn içermemektedir. Bu ana rasyona 5 farklı kaynaktan (ZnAs, ZnL, ZnM, ZnBP, ve ZnAv) 40,80 ve 120 ppm (mg/kg) yem seviyesinde Zn sağlayacak şekilde Zn ilave edilmiştir. Zn kaynakları ana rasyonda mısırın yerine ikame edilmiştir. Böylece denemede bir ana rasyon + 5 Zn kaynağı x 3 Zn seviyesinin oluşturduğu toplam 16 rasyon veya muamelenin etkisi, 5 tekerrürlü olarak toplam 80 alt grupta tespit edilmiştir. Her bir alt gruba karışık cinsiyette 10 adet bıldırcın konulmuştur.

Tesadüf parselleri deneme planına uygun olarak yürütülen çalışmada alt grupların kafes gözlerine dağıtımı kura usulu ile yapılmıştır. Üç hafta süren araştırma boyunca civcivlere yem ve su serbest miktarda (ad libitum) verilmiştir ve günde 24 saat boyunca sürekli aydınlatma uygulanmıştır.

Ana rasyon Amerikan Milli Araştırma Konseyi tarafından (NRC,1994) gelişmekte olan Japon bıldırcınları için tavsiye edilen seviyelerde veya biraz daha fazla besin maddesi (Zn hariç) içerecek şekilde hazırlanmıştır.

Civcivlerin haftalık CA' ları ve yem tüketimleri (YT) grup şeklinde 0.1 grama hassas terazide tartılarak tespit edilmiş ve kaydedilmiştir. Civcivlerin canlı ağırlık artışları (CAA) ve yem değerlendirme katsayıları (yem tüketimi, g/CAA,g) bu verilerden hesaplanmıştır.

Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Bazal (ana) Rasyonun Hammadde ve Hesaplanmış Besin Maddesi kompozisyonu

Hammaddeler	Rasyondaki Miktarı, %
Arpa	8.0
Mısır	38.8
Soya Küspesi (%42 HP)	39.8
Ayçiçek Küspesi (%36 HP)	3.2
Balık Unu (%69 HP)	2.6
Bitkisel Yağ	4.9
Mermer Tozu	1.3
DCP	0.5
Tuz	0.35
L-lisin	0.05
DL-Metionin	0.10
Treonin	0.05
Vitamin premiksi ¹	0.25
İz Mineral Karması ²	0.10
TOPLAM	100.0
Hesaplanmış Besin Maddeleri	
Ham Protein, %	24.13
ME, k cal/kg	2907.00
Kalsiyum, %	0.974
Kullanılabilir Fosfor, %	0.314
Lisin, %	1.33
Metionin, %	0.53
Metionin + sistin, %	0.908
Treonin, %	0.926
Çinko, ³ mg/kg	34.83

¹ Vitamin premiksi rasyonun 1 kg'ında : Vitamin A, 15000 IU; vitamin D₃ 2000 IU; vitamin E, 40 mg; vitamin K, 5,0 mg; vitamin B₁, 3,0 mg; vitamin B₂, 6,0 mg; vitamin B₆, 5,0 mg; vitamin B₁₂, 0,03 mg; niasin, 30,0 mg; biotin, 0,1 mg; kalsiyum-D-pantotenat, 12mg; folik asit, 1,0 mg kolin klorit, 400 mg temin eder.

² İz mineral karması rasyonun 1 kg'ında: manganez, 80 mg; demir, 35 mg; çinko, 5 mg; bakır, 5 mg; iyot, 2 mg; kobalt, 0,4 mg; selenyum, 0,15 mg temin eder.

³ Rasyon çinko muhtevası, kimyasal analizle tespit edilmiştir.

3.2.2. Kimyasal Analizler

Deneme sonunda her alt gruptan 2 erkek ve 2 dişi olmak üzere toplam 4 bıldırcın rasgele seçilerek kesilmiş ve temizlendikten sonra her bir karkastan sağ ve sol tibia kemikleri alınmış ve küçük, ağzı kilitli poşetlere konularak kemik kül, mineral analizi ve mekanik özellikleri tespit etmek amacıyla analiz yapılacak güne kadar derin dondurucuda (-25°C) saklanmıştır.

Tibia kül muhtevası (g ve % olarak) sağ tibia örneklerinde tespit edilmiştir. Analiz günü, sol tibialar derin dondurucudan çıkartılmış, buzları çözöldükten sonra yumuşak dokuları ve bağ doku uzaklaştırılmış ve 105°C 'lik etüvde bütün gece kurutulmuştur. Ertesi gün kuru tibia örnekleri, küçük parçalara bölündükten sonra kül fırınında 600°C 'de bütün gece yakılmıştır. Kayıtlardan tibia % kül muhtevası hesaplanmıştır.

Tibia Zn ve diğer bazı element muhtevası, sağ tibia örneklerinde kemiğin mekanik özellikleri ölçöldükten sonra tespit edilmiştir. Kırılmış yaş tibia örnekleri yukarda belirtildiği şekilde kurutulduktan sonra mikrodalga fırınında yakılmış ve ICP'de (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry, ICP-AES, Varian Vista Model) okunmuştur.

3.2.3. Kemiğin Biyomekanik Özellikleri:

Kemik boyutlarına ait ölçömler ve kemiğin mekanik özelliklerine (kemik kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisi) ait testler sol yaş tibia kemiğinde tespit edilmiştir. Dipfrizden çıkarılan kemikler oda sıcaklığında donu çözölüp yumuşadıktan sonra iki dakika müddetle kaynar suda bekletilmiş ve müteakiben yumuşak dokuları sıyrılıp bekletilmeden küçük poşetlere konulmuştur. Wilson ve Mason (1992) tavuklarda kemiklerin önce dondurulup sonrada oda sıcaklığında çözölünceye kadar bekletilmesiyle kemiğin biyomekanik özelliklerinin etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Kemiklerin mekanik özelliklerini tespit etmek için ANSI/ASAE'nin S459 DEC 01 nolu standardına göre hazırlanmış bir kalıp yaptırılmıştır. Kemik dış çapı (tibia kalınlığı), kemik gövdesinin orta kısmında kemik döndürölerek dar ve geniş kısımlardaki kalınlık dijital kumpas ile ölçölmüş ve bu iki değerin ortalaması kalınlık olarak alınmıştır. Kalınlıkları ölçölen kemiklerin kesme kuvveti, yukarda belirtilen standarda göre hazırlanan kalıp yardımıyla çekme deney cihazında tespit edilmiştir. Çekme deney cihazında yükleme hızı 5 mm/dk olarak ayarlanmış ve kalıp çekme tezgahına yerleştirilerek test başlatılmıştır. Kesme kuvveti kemiğin ortasında 5.64 mm'lik bir kısmında gerçekleştirilmiştir ve kesme kuvvetleri

ile kesme kuvvet-deformasyon diyagramları dataları ile birlikte elde edilmiştir. Elde edilen data'lardan faydalanılarak kırılma enerjileri hesaplanmıştır.

Kemikler kırıldıktan sonra, kırılan veya kesilen kısımların içleri temizlendikten sonra kemik duvarı kalınlıkları (kemik et kalınlığı) dijital kumpas ile ölçülerek tespit edilmiştir. Kemiğin kesit alanının daire şeklinde olduğu kabul edilerek tibia kalınlığı (dış çap) ve et kalınlıklarında kemik kesit alanı hesaplanmıştır. Kemik kesme kuvveti, kesit alanına bölünerek kesme gerilmesi hesaplanmıştır.

3.2.4. İstatistiki Metot

Tesadüf parselleri deneme planına uygun olarak yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar, Minitab İstatistik paket programının General Linear Model (GLM) işlemleri izlenerek 2 yönlü varyans analizine (two-way ANOVA) tabi tutularak muamelelerin etkilerinin önemli olup olmadığı tespit edilmiştir. Bu modelde Zn kaynağı ve rasyon Zn seviyeleri ana etkiler olarak ve bunların müşterek etkileri veya kombinasyonları interaksiyon etkileri olarak alınmıştır. Denemede GLM işlemleri kullanılmıştır, çünkü istatistik programın GLM işlemleri dengesiz (unbalanced) deneme planları için uygundur. Denemede sadece standart olarak alınan ZnAs'ın sıfır seviyesi kullanıldığı ve diğer çinko kaynaklarının sıfır (0) seviyesi test edilmediği veya kullanılmadığı için mevcut çalışma dengesiz planda olup, GLM seçilmiştir.

Denemede rasyon Zn seviyesi ile bıldırcınların CAA, kemik kül muhtevası, kemik Zn muhtevası arasında doğrusal (linear) veya doğrusal olmayan (nonlinear) bir ilişki bulunmadığı için Zn kaynaklarının nispi biyolojik kullanılabilirliği kemik (tibia) kesme kuvvetlerinden hesaplanmıştır. Bunun için önce rasyon Zn seviyesi ile kemik kesme kuvveti arasındaki regresyon ilişkisi tespit edilmiş ve nisbi biyolojik değer bulunan bu regrasyon denklemlerinde katsayıların karşılaştırılması ile hesaplanmıştır. Rasyon elementlerinin biyolojik kullanılabilirliğini tespitte kullanılan bu metot "slope ratio: eğim veya katsayı oranları" metodu olarak bilinmektedir (Finney,1978; Littell ve ark. 1995).

Denemenin matematik modeli aşağıda verildiği gibidir.

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

Formüldeki terimlerin manası şöyledir:

μ = Genel ortalama

α_i = i. çinko kaynağının etkisi

β_j =j. çinko seviyesinin etkisi

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

e_{ijk} =Hata (tesadüfi etkiler)

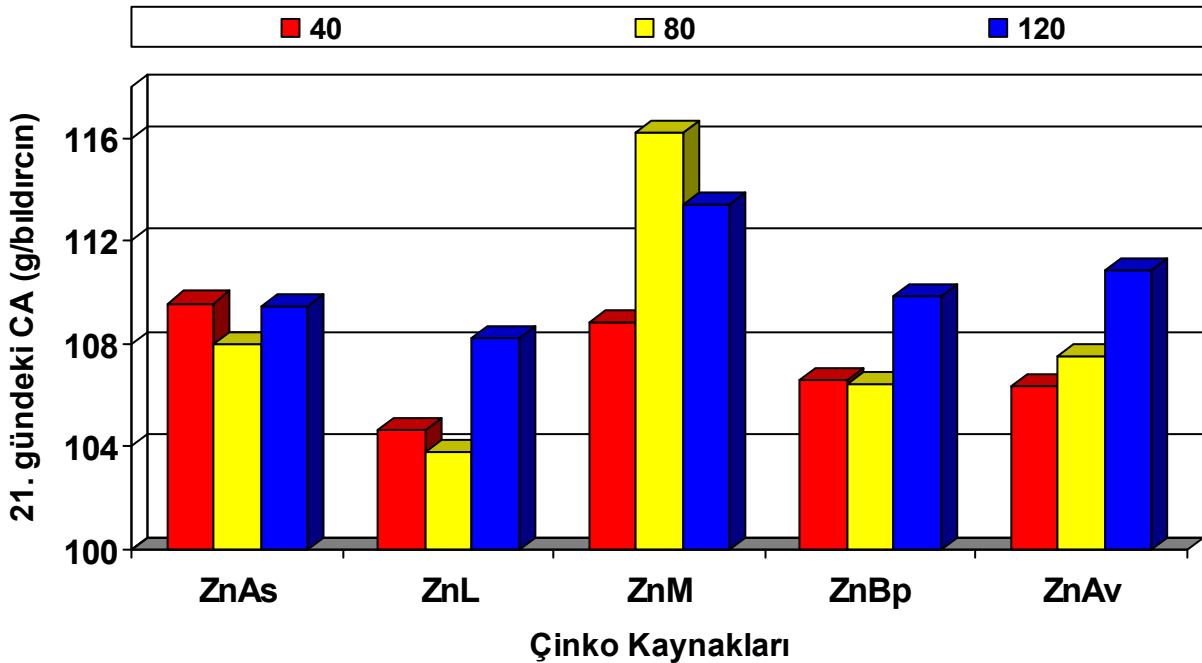
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Aşağıda farklı seviyelerde çeşitli organik Zn kaynaklarını içeren rasyonların genç bıldırcınların performansına, kemik mineralizasyonu ve biyomekanik özelliklerine etkilerine ait sonuçlarla, bazı karakterlere ait regresyon denklemleri ve bu denklemlerden farklı Zn kaynakları için hesaplanmış biyolojik değer sonuçları takdim edilmiş ve tartışılmıştır.

4.1. Canlı ağırlık (CA)

Bıldırcınların deneme başlangıcındaki CA'ları ile denemenin 1., 2. ve 3. haftalarındaki CA ortalamaları ve ortalama standart hataları Çizelge 4.1' de, muamelelerin bu parametrelere etkilerine ait varyans analizi sonuçları ise Ek Çizelge 1'de verilmiştir.

Rasyonda kullanılan çeşitli organik Zn kaynakları (K) ile onların farklı seviyelerinin (S) oluşturduğu hiçbir muamele (KxS interaksyonu) bıldırcınların tartım yapılan haftalardaki CA' larını önemli olarak etkilememiş ise de Zn kaynakları bıldırcınların deneme sonu CA' larını rasyon Zn seviyeleride 2. hafta CA' larını önemli olarak ($P<0.05$) etkilemiştir (Çizelge 4.1). ZnAs, ZnL, ZnM, ZnBP ve ZnAv katılan rasyonlarla beslenen bıldırcınların 3. haftadaki CA' ları sırasıyla, 109.01, 105.57, 112.81, 107.64 ve 108.24 g olup ZnM verilen grubun CA'sı, ZnL ve ZnBP verilen gruplardan önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).



Şekil 1) Çeşitli organik Zn kaynaklarının bıldırcınların 21. günde ki canlı ağırlıklarına etkisi

Çizelge 4.1. Rasyon da kullanılan organik Çinko Kaynakları ve Çinko Seviyelerinin genç bıldırcınların Canlı Ağırlığına (CA) Etkisi

Çinko Kaynakları	İlave Edilen Çinko Seviyesi (mg/kg)	Başlangıç CA (g)	1. Hafta CA (g)	2. Hafta CA (g)	3. Hafta CA (g)
İnteraksiyon (alt muamele) Etkileri					
Bazal Rasyon	0	8.08	29.20	63.00	108.72
Çinko-Asetat	40	8.28	30.98	65.94	109.58
Çinko-Asetat	80	8.30	30.48	64.24	107.98
Çinko-Asetat	120	8.34	30.96	67.36	109.48
Çinko-Lisin	40	8.30	30.96	64.70	104.68
Çinko-Lisin	80	8.44	30.78	64.70	103.78
Çinko-Lisin	120	8.20	30.52	66.14	108.24
Çinko-Metionin	40	8.30	30.34	63.36	108.82
Çinko-Metionin	80	8.24	30.86	66.20	116.20
Çinko-Metionin	120	8.40	32.22	70.84	113.42
Biopleks-Çinko	40	8.30	31.54	65.48	106.60
Biopleks-Çinko	80	7.88	28.98	64.04	106.46
Biopleks-Çinko	120	8.26	30.52	66.08	109.86
Avila-Çinko	40	8.44	30.80	65.42	106.38
Avila-Çinko	80	8.38	30.88	65.94	107.50
Avila-Çinko	120	8.42	31.16	68.76	110.84
Standart Hata	-	0.18	0.65	1.07	2.97

	Kaynakların Etkileri				
Bazal Rasyon		8.08	29.20	63.00	108.72
Çinko-Asetat		8.31	30.81	65.85	109,01 ^{ab}
Çinko-Lisin		8.31	30.75	65.18	105,57 ^b
Çinko-Metionin		8.31	31.14	66.80	112.81 ^a
Biopleks-Çinko		8.15	30.35	65.20	107.64 ^b
Avila-Çinko		8.41	30.95	66.71	108.24 ^{ab}

	Çinko Seviyeleri				
-	0	8.08	29.20	63.00	108.72
-	40	8.32	30.92	64.98 ^b	107.21
-	80	8.25	30.40	65.02 ^b	108.38
-	120	8.32	31.08	67.84 ^a	110.37

Anova	P Değeri				
Kaynaklar (K)		0.526	0.655	0.635	0.060
Çinko Seviyeleri (S)		0.755	0.229	0.013	0.243
K X S		0.858	0.280	0.670	0.871

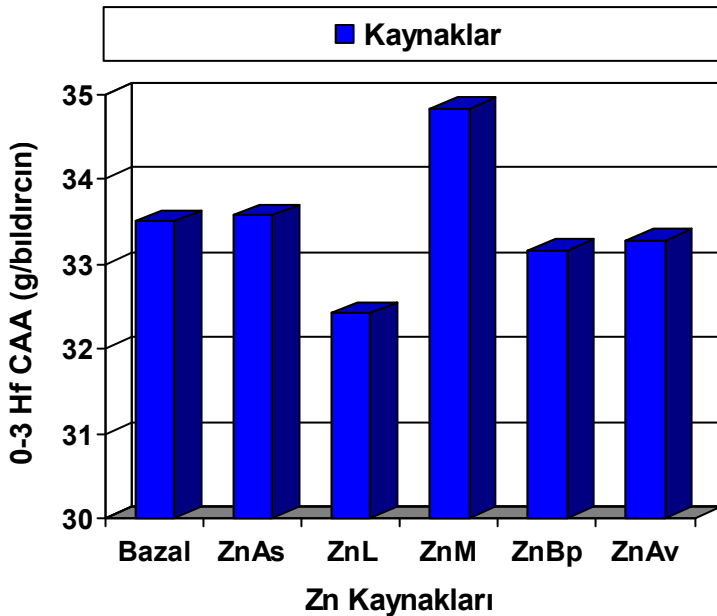
a-b: Aynı sütunda farklı üstle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (P<0.05).

Bütün haftalarda en yüksek CA değerleri yüksek seviyede Zn içeren (120 mg/kg) rasyonla beslenen bıldırcınlarda elde edilmiş olup, 0, 40 ve 80 mg/kg Zn içeren rasyonlarla beslenen grupların CA'ları birbirine çok yakın bulunmuştur. Denemenin 2. haftasında 120 mg/kg Zn içeren rasyon verilen grubun CA'sı (67.84g), 40 ve 80 mg/kg Zn içeren rasyon verilen gruplardan (sırasıyla, 64.98 ve 65.02 g) önemli derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.1).

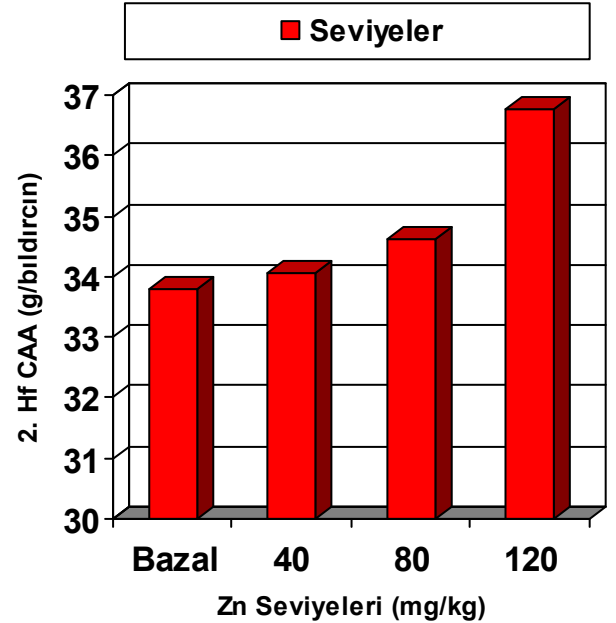
Deneme gruplarının başlangıç CA değerleri arasında önemli farklılığın olmaması, bıldırcınların muamele gruplarına uygun bir şekilde veya gerektiği şekilde dağıtıldığının bir göstergesi olabilir.

4.2. Canlı Ağırlık Artışı (CAA)

Deneme gruplarının haftalık ve 0-3 haftalık dönemdeki CAA ortalamaları ve ortalama standart hataları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Rasyonda kullanılan organik Zn kaynakları ve onların farklı seviyelerinin oluşturduğu hiçbir muamele bıldırcınların haftalık veya 0-3 haftalık CAA ortalamalarını önemli olarak etkilememiştir (Çizelge 4.2.). Bununla beraber ortalama CA değerlerinde olduğu gibi Zn kaynaklarının 0-3 haftalık CAA ($P<0.05$) ile rasyon Zn seviyesinin 2. haftadaki CAA ($P<0.01$) etkisi önemli bulunmuştur (Ek Çizelge 2).



Şekil 2-a) Rasyon organik Zn kaynaklarının bıldırcınların 0-3 Hf CAA'ya etkisi



Şekil 2-b) Rasyon Zn Seviyesinin bıldırcınların 2. Hf CAA'ya (g/bıldırcın) etkisi

Çizelge 4. 2. Rasyonda kullanılan Organik Çinko Kaynakları ve Çinko Seviyelerinin Genç bıldırcınların Canlı Ağırlık Artışına (CAA) Etkisi

Çinko Kaynakları	İlave Edilen Çinko Seviyesi (mg/kg)	1. Hafta CAA (g)	2. Hafta CAA (g)	3. Hafta CAA (g)	0-3 Haftalık CAA (g)
İnteraksiyon (alt muamele) Etkileri					
Bazal Rasyon	0	21.12	33.80	45.72	33.55
Çinko-Asetat	40	22.70	34.96	43.64	33.77
Çinko-Asetat	80	22.18	33.76	43.74	33.23
Çinko-Asetat	120	22.62	36.40	42.12	33.71
Çinko-Lisin	40	22.66	33.74	39.98	32.13
Çinko-Lisin	80	22.34	33.92	39.08	31.78
Çinko-Lisin	120	22.32	35.62	42.10	33.35
Çinko-Metionin	40	22.04	33.02	45.46	33.51
Çinko-Metionin	80	22.62	35.34	50.00	35.99
Çinko-Metionin	120	23.82	38.62	42.58	35.01
Biopleks-Çinko	40	23.24	33.94	41.12	32.77
Biopleks-Çinko	80	21.10	35.06	42.42	32.86
Biopleks-Çinko	120	22.26	35.56	43.78	33.87
Avila-Çinko	40	22.36	34.62	40.96	32.65
Avila-Çinko	80	22.50	35.06	41.56	33.04
Avila-Çinko	120	22.74	37.60	42.08	34.14
Standart Hata	-	0.57	1.36	2.74	0.97

	Kaynakların Etkileri				
Bazal Rasyon	-	21.12	33.80	45.72	33.55
Çinko-Asetat		22.50	35.04	43.17	33.57 ^{ab}
Çinko-Lisin		22.44	34.43	40.39	32.42 ^b
Çinko-Metionin		22.83	35.66	46.01	34.83 ^a
Biopleks-Çinko		22.20	34.85	42.44	33.16 ^b
Avila-Çinko		22.53	35.76	41.53	33.28 ^{ab}

	Çinko Seviyeleri				
-	0	21.12	33.80	45.72	33.55
-	40	22.60	34.06 ^B	42.23	32.96
-	80	22.15	34.63 ^{AB}	43.36	33.38
-	120	22.75	36.76 ^A	42.53	34.01

Anova	P Değeri				
Kaynaklar (K)		0.763	0.729	0.141	0.054
Çinko Seviyeleri (S)		0.229	0.006	0.797	0.235
K X S		0.289	0.835	0.785	0.850

a-b: Aynı sutunda farklı üstle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (P<0.05).

A-B: Aynı sutunda farklı üstle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (P<0.01).

ZnAs, ZnL, ZnM, ZnBP ve ZnAv ilave edilen rasyonlarla beslenen bıldırcınların deneme süresince (0-3 hafta) kazandıkları ortalama CAA değerleri sırasıyla, 33.57, 32.42, 34.83, 33.16 ve 33.28 g/bıldırcın olup, bıldırcınların deneme sonu CA değerlerinde olduğu

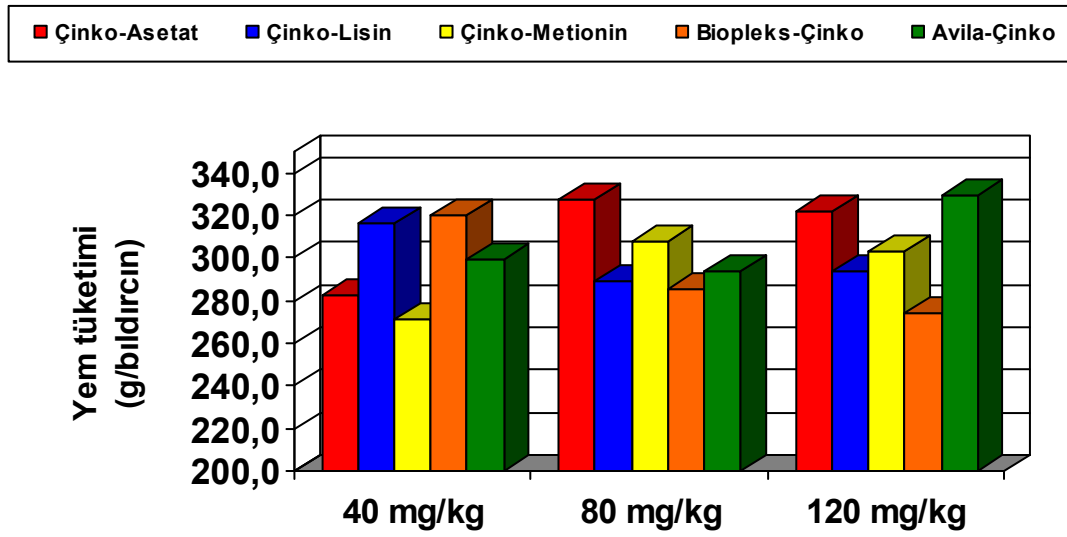
gibi ZnM ilave edilen rasyonla beslenen grubun ortalama CAA, ZnL ve ZnBP içeren veya verilen rasyonla beslenen bıldırcınlardan önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2, Şekil 4.2). Rasyonda artan Zn seviyesinin 2. hafta hariç haftalık ve 0-3 haftalık CAA'ya etkisi önemli olmamış ve grupların CAA ortalamaları birbirine yakın bulunmuştur. Bununla beraber 2. haftadaki CAA, bu haftadaki CA değerlerine benzer şekilde, 120 mg/kg Zn içeren rasyonla en yüksek olmuştur. Bu grubun CAA, 40 mg/kg ilave Zn verilen gruptan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 2, Şekil 3).

4.3. Yem Tüketimi (YT)

Muamele gruplarının haftalık ve 0-3 haftalık kümülatif yem tüketimleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Çeşitli Zn kaynakları ile onların farklı seviyelerinin kombinasyonundan oluşan (interaksiyonlar) muameleler bıldırcınların 1. ve 3. hafta ile 0-3 haftalık kümülatif yem tüketimlerini önemli olarak etkilemiştir (Ek Çizelge 3). Rasyona ZnAs formunda artan seviyede Zn ilavesi bıldırcınların 1. haftadaki YT lerini önemli olarak etkilememiş ise de ZnL-120 mg/kg ilave Zn içeren grubun YT'si, aynı formda 80 mg/kg ilave Zn içeren gruptan önemli derecede düşük bulunmuştur. Ayrıca ZnM formunda 120 mg/kg Zn ilave edilen grubun YT'si, aynı formda 40 ve 80 mg/kg Zn ilave edilen gruplar ile ZnAs-120 mg/kg, ZnL-120 mg/kg; ZnBP-80 ve 120 mg/kg Zn ilave edilen gruplardan ve ZnAv'nin bütün seviyelerinden önemli derecede ($P<0,01$) daha yüksek bulunmuştur. ZnBP formunda 80 mg/kg Zn verilen grubun YT'si, aynı formda 40 ve 80 mg/kg Zn verilen gruplar ile ZnAv-40 ve 80 mg/kg hariç diğer bütün gruplardan önemli derecede daha düşük bulunmuştur. Bütün gruplar içinde bu haftadaki YT'si en düşük olan grup ZnAv formunda 80 mg/kg ilave Zn verilen grup (38.18 g) olup, bu grubun YT'si ZnAv-40 mg/kg ve ZnBP-80 mg/kg ilave Zn verilen gruplar hariç diğer bütün gruplardan önemli derecede ($P<0.01$) düşük olmuştur (Çizelge 4.3).

Üçüncü haftada, ZnAs formunda 40 mg/kg ilave Zn verilen grubun YT'si aynı formda 80 mg/kg Zn verilen gruptan önemli derecede ($P<0.01$) düşük bulunmuştur. Buna karşılık ZnL, ZnM, ZnBP ve ZnAv formunda 40, 80 veya 120 mg/kg ilave Zn verilen grupların bu haftadaki YT'leri arasında önemli bir farklılık olmamıştır. Fakat bütün gruplar içinde ortalama YT'si en düşük olan 3 grup sırasıyla, ZnM-40 mg/kg (148.7 g), ZnAs-40 mg/kg ve ZnBP-120 mg/kg ilave Zn verilen gruplar olup, bu grupların ortalama YT'leri ZnAs-80 mg/kg, ZnL-40 mg/kg ve ZnAv-120 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan önemli derecede düşük ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Sıfır-3 haftalık kümülatif YT, bütün kaynaklarda (ZnBP hariç) rasyona artan seviyede Zn ilavesiyle önemli olarak etkilenmezken ZnBP formunda 120 mg/kg ilave Zn verilen grubun kümülatif YT'si aynı formda 40 mg/kg Zn verilen gruptan önemli derecede düşük ($P<0.01$) bulunmuştur. Bütün gruplar içinde 0-3 haftalık kümülatif YT'si en düşük olan iki grup sırasıyla, ZnM-40 ve ZnBP-120 mg/kg ilave Zn verilen gruplar olup bu grupların kümülatif YT'leri ZnAs-40 ve 80 mg/kg, ZnBP-40 mg/kg ve ZnAv-120 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur (Çizelge 4.3 ve Şekil 3).



Şekil 3) Rasyon organik Zn kaynakları ve seviyelerinin bıldırcınların 0-3 Hf yem tüketimine etkisi

Ana faktör olarak organik Zn kaynaklarının 1. ve 2. haftalardaki YT'lere etkisi önemli bulunmuştur. ZnAs, ZnL ve ZnM formunda Zn verilen grupların 1. haftadaki YT'leri ZnBP ve ZnAv verilen gruplardan, ZnAs ve ZnAv formunda Zn verilen grupların 2. haftadaki YT'leri ise ZnL ve ZnM verilen gruplardan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. 0-3 haftalık kümülatif yem tüketimi ZnAs, ZnL, ZnM, ZnBP ve ZnAv ile beslenen gruplarda sırasıyla, 310.9, 300.0, 294.0, 293.2 ve 307.7 g/bıldırcın olmuştur. Rasyon Zn kaynaklarının 0-3 haftalık kümülatif YT'ye önemli bir etkisi olmamıştır (Ek Çizelge 3).

Çizelge 4.3. Rasyon Organik Çinko Kaynaklarının ve Çinko Seviyelerinin Genç Bildircinlarda Yem Tüketimine (YT) Etkisi

Çinko Kaynakları	İlave Edilen Çinko Seviyesi (mg/kg)	1. Hafta YT	2. Hafta YT	3. Hafta YT	0-3 Haftalık YT
İnteraksiyon (alt muamele) Etkileri					
Bazal Rasyon	0	43.28	90.45	200.0	333.7
Çinko-Asetat	40	47.08 ^{AB}	86.52	149.3 ^B	282.9 ^{BC}
Çinko-Asetat	80	45.58 ^{ABCD}	83.58	198.5 ^A	327.6 ^{AB}
Çinko-Asetat	120	44.50 ^{BCD}	92.10	185.7 ^{AB}	322.3 ^{AB}
Çinko-Lisin	40	45.48 ^{ABCD}	76.06	194.9 ^A	316.5 ^{ABC}
Çinko-Lisin	80	46.85 ^{AB}	82.08	160.6 ^{AB}	289.5 ^{ABC}
Çinko-Lisin	120	42.58 ^{DE}	80.42	171.1 ^{AB}	294.1 ^{ABC}
Çinko-Metionin	40	44.26 ^{BCD}	78.28	148.7 ^B	271.3 ^C
Çinko-Metionin	80	44.98 ^{BCD}	77.28	185.8 ^{AB}	308.1 ^{ABC}
Çinko-Metionin	120	48.81 ^A	82.65	171.3 ^{AB}	302.8 ^{ABC}
Biopleks-Çinko	40	46.58 ^{ABC}	87.09	186.4 ^{AB}	320.1 ^{AB}
Biopleks-Çinko	80	38.89 ^{FG}	83.97	162.2 ^{AB}	285.0 ^{ABC}
Biopleks-Çinko	120	42.06 ^{DEF}	80.40	151.9 ^B	274.4 ^C
Avila-Çinko	40	40.42 ^{EFG}	87.30	171.9 ^{AB}	299.6 ^{ABC}
Avila-Çinko	80	38.18 ^G	86.93	169.0 ^{AB}	294.1 ^{ABC}
Avila-Çinko	120	43.17 ^{CDE}	92.08	194.3 ^A	329.5 ^A
Standart Hata		0.97	2.82	10.77	12.08

	Kaynakların Etkileri				
Bazal Rasyon	-	43.28	90.45	200.0	333.7
Çinko-Asetat		45.72 ^A	87.40 ^A	177.8	310.9
Çinko-Lisin		44.97 ^A	79.52 ^B	175.5	300.0
Çinko-Metionin		46.02 ^A	79.40 ^B	168.6	294.0
Biopleks-Çinko		42.51 ^B	83.82 ^{AB}	166.8	293.2
Avila-Çinko		40.59 ^B	88.77 ^A	178.4	307.7

	Çinko Seviyeleri				
-	0	43.28	90.45	200.0	333.7
-	40	44.76 ^a	83.05	170.3	298.1
-	80	42.90 ^b	82.77	175.2	300.9
-	120	44.23 ^a	85.53	174.9	304.6

Anova	P Değeri				
Kaynaklar (K)		0.001	0.001	0.568	0.277
Çinko Seviyeleri (S)		0.011	0.242	0.721	0.692
K X S		0.001	0.217	0.001	0.002

a-b: Aynı sutunda farklı üstle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (P<0.05).

A-G: Aynı sutunda farklı üstle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (P<0.01).

Diğer bir ana faktör olan rasyon Zn seviyesi bildiricilerinin sadece 1. haftadaki YT'lerini önemli olarak etkilemiş (Ek Çizelge 3) olup, bu haftada 80 mg/kg ilave Zn verilen grubun YT'si, 40 ve 120 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu haftada 40, 80, 120 mg/kg ilave Zn verilen grupların YT'leri sırasıyla, 44.76, 42.90 ve 44.23 g/bildircin olmuştur. Aynı Zn seviyeleri için bildiricilerinin 0-3 haftalık kümülatif YT'leri ise sırasıyla, 298.1, 300.9 ve 304.6 g olup, gruplar arasında istatistiki olarak önemli bir fark gözlenmemiştir.

4.4. Yem Değerlendirme Katsayısı

Deneme hayvanlarının haftalık ve 0-3 haftalık YDK'ları ve ortalama standart hataları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Muamelelerin etkilerinin önemli olup olmadığını tespit için yapılan varyans analizi sonuçları bildiricilerinin yem, g/CAA, g şeklinde ifade edilen YDK'larının muamelelerden önemli olarak etkilendiğini göstermiştir (Ek Çizelge 4).

ZnAs ve ZnM formunda Zn içeren rasyonlarla, rasyonda artan Zn seviyesi ile bildiricilerinin 1. haftadaki YDK, önemli olarak etkilenmemiş ise de ZnAs-120 mg/kg ve ZnM-80 mg/kg ilave Zn içeren rasyonlarla YDK azalmıştır. Ancak bu grupların YDK'ları ile aynı formda fakat farklı seviyede Zn içeren rasyonla beslenen gruplar arasındaki farklılıklar rakamsal olup, istatistik bakımından önemli bulunmamıştır. Bununla beraber ZnL formunda 80 mg/kg ilave Zn içeren rasyon verilen grubun YDK'sı aynı formda 120 mg/kg Zn verilen grup ile ZnBP-80 ve 120 mg/kg ilave Zn verilen ve ZnAv verilen her 3 gruptan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Ayrıca ZnAv formunda 40 ve 80 mg/kg ilave Zn verilen grupların YDK'sı, 120 mg/kg ilave Zn verilen gruptan önemli derecede ($P<0.01$) düşük bulunmuştur. Bütün gruplar içinde YDK'sı en düşük olan grup ZnAv formunda 80 mg/kg ilave Zn verilen grup (1.72) olup, bu grubun YDK'sı, ZnAv-40 (1.81) ve ZnBP-80 mg/kg (1.83) grupları hariç diğer bütün gruplardan önemli derecede ($P<0.01$) düşüktür. ZnAv formunda 40 mg/kg ilave Zn verilen grubun YDK'sı ise, ZnAs-40 ve 80, ZnL-40 ve 80, ZnM 40, 80 ve 120 ve ZnBP-40 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan önemli derecede düşüktür ($P<0.05$) (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Rasyon Organik Çinko Kaynakları ve Çinko Seviyesinin Bildiricilerinin Yem Değerlendirme Katsayısına (YDK) Etkisi

Çinko Kaynakları	İlave Edilen Çinko Seviyesi (mg/kg)	1. Hafta YDK	2. Hafta YDK	3. Hafta YDK	0-3 Haftalık YDK
İnteraksiyon (alt muamele) Etkileri					
Bazal Rasyon	0	2.06	2.69	3.47	3.33
Çinko-Asetat	40	2.08 ^{ab}	2.50	3.44 ^c	2.67 ^{cde}
Çinko-Asetat	80	2.06 ^{abc}	2.49	4.59 ^{ab}	3.04 ^a
Çinko-Asetat	120	1.97 ^{abcde}	2.54	4.43 ^{ab}	2.98 ^{abc}
Çinko-Lisin	40	2.01 ^{abc}	2.29	4.89 ^a	3.06 ^a
Çinko-Lisin	80	2.10 ^a	2.42	4.02 ^{abc}	2.85 ^{abcde}
Çinko-Lisin	120	1.91 ^{bcde}	2.26	4.07 ^{abc}	2.75 ^{abcde}
Çinko-Metionin	40	2.01 ^{abc}	2.38	3.50 ^c	2.63 ^{de}
Çinko-Metionin	80	1.99 ^{abcd}	2.21	3.82 ^{bc}	2.67 ^{cde}
Çinko-Metionin	120	2.08 ^{ab}	2.19	3.81 ^{bc}	2.69 ^{bcde}
Biopleks-Çinko	40	2.02 ^{abc}	2.59	4.46 ^{ab}	3.02 ^{ab}
Biopleks-Çinko	80	1.83 ^{def}	2.41	4.04 ^{abc}	2.76 ^{abcde}
Biopleks-Çinko	120	1.90 ^{cde}	2.26	3.48 ^c	2.55 ^e
Avila-Çinko	40	1.81 ^{ef}	2.57	3.93 ^{bc}	2.77 ^{abcde}
Avila-Çinko	80	1.72 ^f	2.49	3.99 ^{abc}	2.73 ^{abcde}
Avila-Çinko	120	1.91 ^{bcde}	2.49	4.44 ^{ab}	2.95 ^{abcd}
Standart Hata		0.06	0.12	0.33	0.12

	Kaynakların Etkileri				
Bazal Rasyon	-	2.06	2.69	3.47	3.33
Çinko-Asetat		2.04 ^A	2.51 ^{ab}	4.15	2.90
Çinko-Lisin		2.01 ^A	2.32 ^{bc}	4.33	2.89
Çinko-Metionin		2.03 ^A	2.26 ^c	3.71	2.67
Biopleks-Çinko		1.92 ^{AB}	2.42 ^{abc}	3.99	2.78
Avila-Çinko		1.81 ^B	2.56 ^a	4.12	2.82

	Çinko Seviyeleri				
-	0	2.06	2.69	3.47	3.33
-	40	1.99	2.47	4.05	2.83
-	80	1.94	2.40	4.09	2.81
-	120	1.96	2.35	4.05	2.78

Anova	P Değeri				
Kaynaklar (K)		0.001	0.046	0.215	0.117
Çinko Seviyeleri (S)		0.461	0.324	0.969	0.800
K X S		0.060	0.833	0.032	0.024

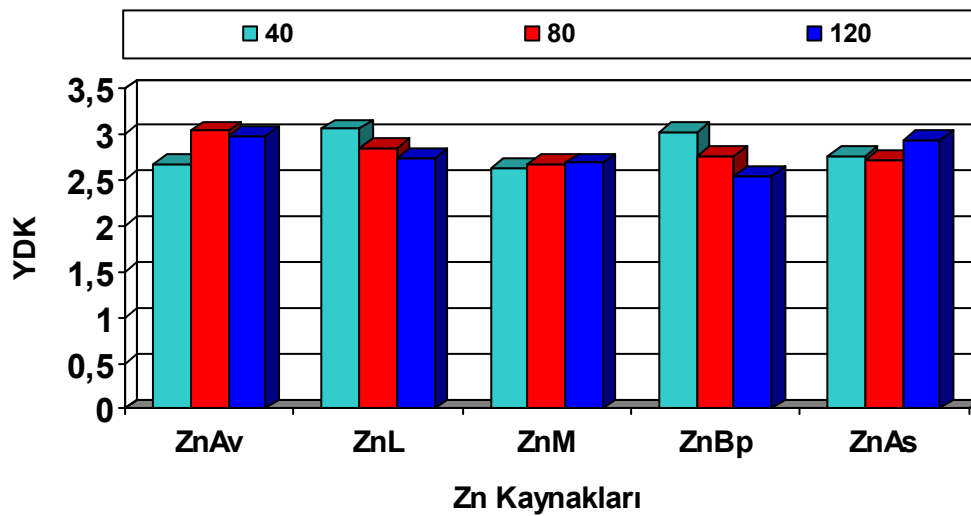
a-e: Aynı sütunda farklı üstle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (P<0.05).

A-B: Aynı sütunda farklı üstle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (P<0.01).

Üçüncü haftada, ZnAs formunda 40 mg/kg Zn verilen grubun YDK'sı, ZnAs-80 ve 120 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan önemli derecede (P<0.05) düşük bulunmuştur. ZnL, ZnM ve ZnAv formunda farklı seviyelerde ilave Zn verilen grupların Zn seviyeleri arasında

YDK'lar bakımından önemli bir farklılık olmamış ise de ZnBP formunda Zn içeren rasyonlara artan seviyelerde Zn ilavesiyle YDK azalmış ve aynı formda 120 mg/kg ilave Zn içeren rasyonla beslenen grubun YDK'sı (3.48), 40 mg/kg ilave Zn verilen gruptan (4.46) önemli derecede düşük bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu haftada YDK' sı en düşük olan 3 grup sırasıyla, ZnAs-40, ZnBP-120 ve ZnM-40 mg/kg ilave Zn verilen gruplar olup, bu grupların YDK' ları sırasıyla, 3.44, 3.48 ve 3.50'dir (Çizelge 4.4).

Sıfır-3 haftalık YDK, farklı Zn kaynakları ve Zn seviyeleri için 1. ve 3. haftalarda olduğu gibi değişik olmuştur. ZnAs formunda 40 mg/kg Zn verilen grubun YDK'sı (2.67), aynı formda 80 mg/kg ilave Zn verilen gruptan (3.04) önemli derecede düşük ($P<0.05$) bulunurken, aynı formda 80 ve 120 mg/kg (2.98) ilave Zn verilen grupların YDK' ları arasındaki farklılıklar rakamsal olmuştur. ZnL, ZnM ve ZnAv formunda Zn içeren rasyonlarla beslenen grupların aynı formda ilave Zn seviyeleri arasında önemli farklılıklar olmamış ise de ZnBP formunda Zn içeren rasyonlarla beslenen gruplarda 120 mg/kg ilave Zn verilen grubun YDK'sı (2.55) aynı formda 40 mg/kg ilave Zn verilen gruptan (3.02) önemli derecede düşük ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.4, Şekil 4). Bu dönemde YDK' nın en düşük olduğu grup, ZnBP formunda 120 mg/kg ilave Zn verilen grup (2.55) olup, bu grubun YDK' sı, ZnAs-80 ve 120 mg/kg, ZnL-40 mg/kg, ZnBP-40 mg/kg ve ZnAv-120 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan önemli derecede ($P<0.05$) düşük bulunmuştur. Bütün gruplar içinde YDK' sı en yüksek olan grup ZnL formunda 40 mg/kg ilave Zn verilen grup (3.06) olup, bu grubun YDK'sı ZnAs-40 mg/kg, ZnM'nin bütün seviyelerinden ve ZnBP-120 mg/kg Zn seviyelerinden önemli derecede yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.4 ve Şekil 4).



Şekil 4) Rasyonda kullanılan Zn kaynaklarının ve Zn seviyelerinin (interaksiyonlarının) 0-3 haftalık kümülatif YDK'ya etkileri

Ana faktör olarak rasyon Zn seviyesinin bıldırcınların haftalık ve 0-3 haftalık YDK'larına önemli bir etkisi olmamış ise de 120 mg/kg Zn seviyesi ile 1. haftadaki ve 0-3 haftalık dönemdeki YDK düşme eğilimi göstermiştir. Rasyon organik Zn kaynaklarının bıldırcınların 1. ve 2. haftalardaki YDK'larına etkisi önemli olmuştur (Ek Çizelge 4). Birinci haftada ZnAv ile beslenen bıldırcınların YDK'ları (1.81), ZnAs, ZnL ve ZnM ile beslenen grupların (sırasıyla, 2.04, 2.01 ve 2.03) YDK'larından önemli derecede düşük ($P<0.01$) bulunurken ZnBP ile beslenen grupla (1.92) birbirine yakın bulunmuştur. İkinci haftada ZnAv ile beslenen grupların YDK'sı (2.56) ZnL ve ZnM ile beslenen gruplardan önceki haftanın tersine önemli derecede yüksek ($p<0.05$) bulunurken, ZnM verilen grupların YDK'sı (2.56), ZnAs ve ZnAv verilen gruplardan önemli derecede ($P<0.05$) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.4).

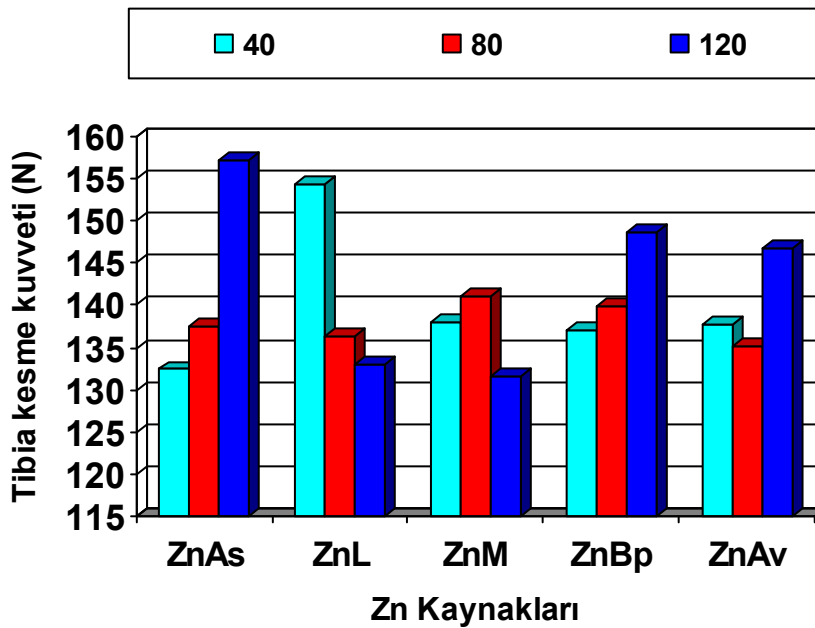
4.5. Kemik Parametreleri

4.5.1. Kemiğin Biyomekanik Özellikleri

Deneme rasyonlarında kullanılan organik çinko kaynakları ve onların farklı seviyelerinin kemik (Tibia) kalınlığı (dış çap), kemik duvarı kalınlığı (et kalınlığı), kemik kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisi gibi kemiğin biyomekanik özelliklerine etkilerine ait ortalama değerler ve standart hataları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Deneme rasyonlarının kemiğin biyomekanik özelliklerine ait bu çalışmada ölçülen hiçbir parametreyi önemli olarak etkilemediği (Ek Çizelge 5) görülmüştür. Bununla beraber ana faktör olarak ZnAs' nin tibianın kesme kuvveti (142,3 N), kesme gerilmesi ($51,55 \text{ N/mm}^2$) ve kesme enerjisine (77,5 N-mm) etkisi diğer Zn kaynaklarından önemli olmamakla beraber daha yüksek bulunurken, bu parametrelerin en yüksek olduğu rasyon Zn seviyesi ise 120 mg/kg Zn verilen gruplar olmuştur. Ancak rasyonda kullanılan organik Zn kaynaklarının ve rasyon Zn seviyelerinin kemiğin bu özelliklerine etkisi bakımından gruplar arasında görülen farklılıklar birbirine yakın olup, önemli bulunmamıştır (Ek Çizelge 5).

Bütün muamele grupları içinde (interaksiyon) tibia kesme kuvveti, gerilmesi ve enerjisi bakımından en yüksek olan grup, ZnAs formunda 120 mg/kg Zn ilave edilen gruptur. Bu grupta belirtilen özellikler sırasıyla, 157,2 N, $57,78 \text{ N/mm}^2$ ve 84,6 N-mm'dir. Bütün gruplar içinde kesme kuvveti, gerilmesi ve enerjisi en düşük olan gruplar ise sırasıyla ZnM-120 mg/kg Zn, ZnAs-40 mg/kg Zn ve ZnAv-40 mg/kg ilave Zn verilen gruplar olmuştur.

Organik Zn kaynakları içinde kemik kalınlığı (dış çap) en yüksek olan grup ZnL verilen grup (2,301 mm) olup, ana rasyona ZnL formunda 40,80 ve 120 mg/kg Zn (sırasıyla, 2.348, 2.282 2.272 mm) kemik kalınlığı azalmıştır ($P>0,05$). Benzer durum ZnAs ve ZnBp verilen gruplardada görülmüştür. Tibianın duvar (et) kalınlığında rasyonda artan Zn seviyesinden menfi yönde etkilenmiş ve ZnL, ZnM ve ZnBp formunda Zn verilen gruplarda, rasyonda artan Zn seviyesi ile tibia duvar kalınlığı tedricen azalmıştır (Çizelge 4.5). Ancak muameleler arasındaki bu farklılıklar önemli bulunmamıştır (Ek Çizelge 5).



Şekil 5) Rasyonda kullanılan organik Zn kaynaklarının farklı seviyelerinin Tibia kesme kuvvetine etkisi (N)

Çizelge 4. 5. Rasyonda kullanılan Organik Çinko Kaynakları ve Çinko Seviyelerinin Kemığın (tibia) bazı Biyomekanik Özelliklerine Etkisi

Çinko Kaynakları	İlave Edilen Çinko Seviyesi (mg/kg)	Dış Çap (mm)	Kemik Et Kalınlığı (mm)	Kesme Kuvveti (N)	Kesme Gerilmesi (N/mm ²)	Kesme Enerjisi (N-mm)
İnteraksiyon (alt muamele) Etkileri						
Bazal Rasyon	0	2.218	0.508	137.1	50.36	70.7
Çinko-Asetat	40	2.294	0.508	132.4	46.58	77.6
Çinko-Asetat	80	2.244	0.502	137.4	50.28	70.4
Çinko-Asetat	120	2.226	0.510	157.2	57.78	84.6
Çinko-Lisin	40	2.348	0.576	154.3	49.88	73.1
Çinko-Lisin	80	2.282	0.516	136.4	47.94	70.0
Çinko-Lisin	120	2.272	0.464	133.1	50.97	68.7
Çinko-Metionin	40	2.212	0.508	137.9	51.11	70.5
Çinko-Metionin	80	2.324	0.502	141.1	49.34	78.9
Çinko-Metionin	120	2.344	0.482	131.5	46.97	75.9
Biopleks-Çinko	40	2.292	0.498	137.1	48.61	73.3
Biopleks-Çinko	80	2.286	0.496	139.8	50.29	73.6
Biopleks-Çinko	120	2.236	0.484	148.6	56.02	80.2
Avila-Çinko	40	2.206	0.516	137.7	50.92	68.6
Avila-Çinko	80	2.214	0.528	135.2	48.61	75.6
Avila-Çinko	120	2.254	0.508	146.8	52.78	76.3
Standart Hata	-	0.040	0.020	7.83	2.92	4.42

	Kaynakların Etkileri					
Bazal Rasyon	-	2.218	0.508	137.1	50.36	70.7
Çinko-Asetat		2.255	0.507	142.3	51.55	77.5
Çinko-Lisin		2.301	0.519	141.3	49.59	70.6
Çinko-Metionin		2.293	0.497	136.8	49.14	75.1
Biopleks-Çinko		2.271	0.493	141.9	51.64	75.7
Avila-Çinko		2.225	0.517	139.9	50.77	73.5

	Çinko Seviyeleri					
-	0	2.218	0.508	137.1	50.36	70.7
-	40	2.270	0.521	139.9	49.42	72.6
-	80	2.270	0.509	138.0	49.29	73.7
-	120	2.266	0.490	143.4	52.90	77.1

Anova	P Değeri					
Kaynaklar (K)		0.081	0.539	0.915	0.770	0.393
Çinko Seviyeleri (S)		0.981	0.095	0.537	0.093	0.252
K X S		0.085	0.388	0.185	0.370	0.440

4.5.2 Kemik Külü ve Bazı Mineral Muhtevası

Muamele gruplarının ortalama kemik, kül muhtevası (g/%) ile kemik külündeki bazı elementlerin (Zn, P, S, Ca ve B) ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 6'da verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçları (Ek Çizelge 6), muamelelerin kemik külü (g/%) hariç yukarıda zikredilen elementlerden Ca, P ve S'nin küldeki konsantrasyonlarını önemli olarak (Ca ve P için $P<0.01$, S için ise $P=0.066$) etkilediğini göstermiştir.

Bütün muamele grupları içinde kemik kül muhtevası en yüksek olan grup ZnL-40 mg/kg ilave Zn verilen grup (0,429 g) olup, % kül muhtevası en yüksek olan grup ZnM-120 mg/kg ilave Zn verilen gruptur (%49,08).

Rasyonda kullanılan Organik Zn kaynakları ile onların farklı seviyelerinin kombinasyonundan oluşan muamelelerin (interaksiyonların) tibia Zn ve B seviyelerine önemli bir etkisi olmamış isede (Çizelge 6) Organik Zn kaynağı olarak ZnAs verilen grubun kül Zn ve B muhtevası (sırasıyla, 240.0, ve 55.5 mg/kg Zn) diğer kaynaklardan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. ZnAs dışında diğer Zn kaynakları verilen grupların Kül B muhtevaları (sırasıyla 32.4, 21.7, 24.5 ve 18.8 mg/kg) arasında önemli bir farklılık bulunmamış isede ZnAv verilen grubun kül Zn muhtevası (99.9 mg/kg), ZnAs (240 mg Zn/kg) ve ZnL (170.4 mg Zn/kg) formunda Zn verilen gruplardan önemli derecede düşük ($P<0.01$) bulunmuştur. Ana faktör olarak rasyonda artan Zn seviyesi ile küldeki Zn muhtevası doğrusal bir şekilde azalırken, B muhtevası doğrusal bir şekilde artmış isede bu farklılıklar istatistik bakımından önemli bulunmamıştır.

İnteraksiyonun kül Ca, P ve S muhtevasına etkisi önemli bulunmuştur (Ek Çizelge 6). Rasyonda organik Zn kaynağı olarak ZnAs kullanıldığında, ZnAs'nin rasyondaki artan seviyesi ile Ca muhtevası azalmış ve 40 mg/kg Zn içeren rasyonla Ca muhtevası (112573 mg/kg), 80 ve 120 mg/kg Zn verilen gruplardan (sırasıyla, 92412 ve 85973 mg/kg) ve diğer bütün muamelelerden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Ayrıca son iki grubun kül Ca muhtevası ZnL formunda 40 mg/kg Zn verilen grup hariç diğer bütün gruplardan önemli derecede yüksek ($P < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge4.6).

Rasyon ZnL formunda Zn ilave edildiğinde ZnL'nin rasyonda artan miktarı ile Ca muhtevası önemli ölçüde azalmıştır. Çinko-lisin formunda 40, 80 ve 120 mg/kg ilave Zn verilen grupların kül Ca muhtevaları sırasıyla, 90707, 65085 ve 54515 mg/kg olup, her üç grubunda Ca seviyeleri birbirinden önemli derecede ($P<0.01$) farklı bulunmuştur. Bununla beraber rasyonda ZnM formunda artan seviyelerde Zn ilavesiyle kül Ca muhtevası azalmış

isede gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Rasyonda ZnBp formunda Zn kullanıldığında da benzer bir durum görülmüş isede ilave Zn seviyeleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Çinko-biopleks formunda 40 mg/kg ilave Zn verilen grubun kül Ca muhtevası (34029 mg/kg), 80 ve 120 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan (sırasıyla, 20650 ve 23023 mg/kg) önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Çinko-avila verilen gruplarda ise diğer Zn kaynaklarının aksine rasyonda artan Zn seviyesi ile kül Ca muhtevası artmıştır. ZnAv formunda 40, 80, ve 120 mg/kg ilave Zn verilen grupların kül Ca seviyeleri sırasıyla 22064, 23798 ve 30291 mg/kg olup, 120 mg/kg ilave rasyon verilen grubun kül Ca muhtevası aynı formda 40 mg/kg ilave Zn verilen gruptan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Genel olarak ZnBp ve ZnAv formunda ilave Zn verilen gruplarla kül Ca muhtevası ZnAs, ZnL ve ZnM verilen gruplardan daha düşük bulunmuştur. Bu yüzden ana faktör olarak rasyonda kullanılan Zn kaynaklarının kemik kül Ca muhtevasına etkisi önemli bulunmuş ve ZnA, ZnL ve ZnM verilen grupların kül Ca muhtevası, ZnBp ve ZnAv verilen gruplardan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Ayrıca ZnAs verilen grubun kül Ca muhtevası ise ZnM verilen gruptan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Rasyonda Zn kaynağı olarak ZnAs kullanıldığında, tibia külü P seviyesi Ca değerlerinde olduğu gibi, rasyona ilave edilen Zn seviyesi arttıkça azalmış ve 40 mg/kg ilave Zn verilen grubun kül P muhtevası (69445 mg/kg), 80 ve 120 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan (sırasıyla 55575 ve 53135 mg/kg) ve diğer bütün muamelelerden önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Ayrıca ZnAs formunda 80 ve 120 mg/kg ilave Zn verilen grupların kül P muhtevaları ZnL-40 mg/kg ilave Zn verilen grup hariç, kül Ca değerlerinde olduğu gibi diğer bütün gruplardan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur.

Rasyona ZnL formunda Zn ilavesiyle kül P muhtevasında azalmış ve 40 mg/kg ilave Zn verilen grubun kül P muhtevası, 80 ve 120 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Çinko-lisin formunda 40 mg/kg ilave Zn verilen grubun kül P muhtevası aynı zamanda diğer bütün muamelelerden önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Çinko-metionin formunda ilave Zn içeren rasyonlarla tibia külü P muhtevası önemli olarak etkilenmemiş isede, ZnBp formunda 120 mg/kg ilave Zn içeren rasyonla kül P muhtevası azalmış ve aynı formda 40 ve 80 mg/kg ilave Zn içeren rasyonlara nispetle önemli ölçüde ($P<0.01$) düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Rasyon Çinko Kaynaklarının ve Seviyelerinin Tibia Kül Muhtevası ve Bazı Element Seviyelerine Etkisi

Çinko Kaynakları	İlave Edilen Çinko Seviyesi (mg/kg)	Kül (g)	Kül (%)	Tibia Külü Element Muhtevası (mg/kg)				
				Zn	P	S	Ca	B
İnteraksiyon (alt muamele) Etkileri								
Bazal Rasyon	0	0.342	47.50	69.7	22504.7	2099.7	28752.8	12.3
Çinko-Asetat	40	0.361	48.55	249.3	69445. ^A	5470. ^a	112573. ^A	43.5
Çinko-Asetat	80	0.390	47.58	230.2	55575. ^B	4745. ^{ab}	92412. ^B	67.9
Çinko-Asetat	120	0.334	46.75	240.5	53135. ^B	4256. ^{bc}	85973. ^B	55.2
Çinko-Lisin	40	0.429	47.34	189.6	55028. ^B	4336. ^{bc}	90707. ^B	31.1
Çinko-Lisin	80	0.382	47.70	199.6	42357. ^C	3763. ^{bcd}	65085. ^C	40.6
Çinko-Lisin	120	0.354	47.80	121.9	37026. ^{CDE}	3142. ^{de}	54515. ^D	25.4
Çinko-Metionin	40	0.386	46.62	114.6	31557. ^{DEF}	2873. ^{de}	46212. ^E	17.3
Çinko-Metionin	80	0.399	47.20	132.0	30071. ^{DEFG}	2631. ^{ef}	43730. ^E	11.7
Çinko-Metionin	120	0.342	49.08	148.4	38520. ^{CD}	3596. ^{cde}	41587. ^{EF}	36.0
Biopleks-Çinko	40	0.401	48.01	128.3	36938. ^{CDEF}	3754. ^{bcd}	34029. ^{FG}	26.7
Biopleks-Çinko	80	0.388	48.10	132.9	33893. ^{CDEF}	3622. ^{cde}	20650. ^I	23.5
Biopleks-Çinko	120	0.356	48.47	136.6	26511. ^{FG}	2881. ^{de}	23023. ^{HI}	23.3
Avila-Çinko	40	0.368	48.00	130.4	27714. ^{EFG}	2928. ^{de}	22064. ^I	26.1
Avila-Çinko	80	0.371	47.52	79.6	20416. ^G	1821. ^f	23798. ^{HI}	9.8
Avila-Çinko	120	0.395	48.40	89.8	30221. ^{DEFG}	2624. ^{ef}	30291. ^{GH}	20.4
Standart Hata		0.026	0.78	26.0	2776.3	356.3	2012.96	9.19

	Kaynakların Etkisi							
Bazal Rasyon	-	0.342	47.50	69.7	22504.7	2099.7	28752.8	12.3
Çinko-Asetat		0.362	47.63	240.0 ^A	59385. ^A	4824. ^A	96986. ^A	55.5 ^A
Çinko-Lisin		0.388	47.61	170.4 ^B	44804. ^B	3747. ^B	70102. ^B	32.4 ^B
Çinko-Metionin		0.376	47.63	131.7 ^{BC}	33383. ^C	3034. ^{BC}	43843. ^C	21.7 ^B
Biopleks-Çinko		0.382	48.19	132.6 ^{BC}	32447. ^C	3419. ^B	25901. ^D	24.5 ^B
Avila-Çinko		0.378	47.97	99.9 ^C	26117. ^D	2457. ^C	25384. ^D	18.8 ^B

	Çinko Seviyeleri							
-	0	0.342	47.50	69.7	22504.7	2099.7	28752.8	12.3
-	40	0.389	47.70	162.4	44137. ^A	3872. ^a	61117. ^A	28.9
-	80	0.386	47.62	154.9	36462. ^B	3316. ^b	49135. ^B	30.7
-	120	0.356	48.10	147.4	37083. ^B	3300. ^b	47078. ^B	32.1

Anova	P Değeri							
Kaynaklar (K)		0.790	0.850	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Çinko Seviyeleri (S)		0.104	0.584	0.661	0.001	0.020	0.001	0.864
K X S		0.604	0.439	0.467	0.001	0.066	0.001	0.276

a-d: Aynı sütunda farklı üstle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır.

A-I: Aynı sütunda farklı üstle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır.

Bütün gruplar için kül P muhtevası en düşük olan grup ZnBp formunda 120 mg/kg ilave Zn verilen grup iken, kül Ca seviyesinin en düşük olduğu grup aynı formda 80 mg/kg ilave Zn verilen gruptur (Çizelge 4.6). Çinko-Avila formunda farklı seviyelerde Zn içeren rasyonlarında kül P muhtevasına önemli bir etkisi olmamış isede en düşük kül P değerleri, ZnBp-120 mg/kg ilave Zn verilen grup hariç bu kaynakla beslenen gruplarda görülmüştür. Rasyonda kullanılan Organik Zn kaynakları ana faktör olarak kül P muhtevalarını önemli derecede ($P<0.01$) etkilemiş olup, ZnAs verilen grupların kül P muhtevası, diğer kaynaklardan, ZnL verilen grupların ise diğer üç kaynaktan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Çinko-metionin ve ZnBp verilen grupların kül P muhtevaları arasında önemli bir farklılık bulunmamış ise de bu iki grubun kül P değerleri ZnAv verilen gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuştur.

Tibia külü Ca ve P muhtevalarında olduğu gibi S muhtevasında muamelelerden önemli olarak etkilenmiştir. ZnAs formunda 40 mg/kg ilave Zn verilen gruptan (4256 mg/kg) önemli derecede yüksek bulunmuştur. Çinko-asetat formunda 80 ve 120 mg/kg ilave Zn içeren rasyonların kül S muhtevaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bununla beraber ZnAs formunda Zn verilen grupların kül S muhtevaları diğer birçok gruptan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Çinko-lisin formunda 120 mg/kg ilave Zn içeren rasyonla kül S muhtevası önemli derecede azalmış ve aynı formda 40 mg/kg ilave Zn içeren rasyonla beslenen gruptan önemli derecede düşük ($P<0.01$) bulunmuştur. Çinko-metionin ve ZnBp içeren rasyonla beslenen gruplarda, rasyonda artan Zn seviyesi kül S muhtevasını önemli olarak etkilememiş isede ZnBp içeren rasyonlarda, rasyon Zn seviyesi arttıkça kül S muhtevasında azalmıştır ($P>0.05$). bütün gruplar içinde kül S muhtevası en düşük olan grup ZnAv formunda 80 mg/kg ilave Zn verilen gruptur. Bu grubun kül S muhtevası aynı formda 40 mg/kg ilave Zn verilen gruptan ve ZnAv-120 ile ZnM-80 mg/kg rasyonları verilen gruplar hariç diğer bütün gruplardan önemli derecede ($P<0.01$) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Rasyon Zn seviyesinin kül Ca, P ve S muhtevasına etkiside önemli bulunmuş olup rasyonda artan Zn seviyesi ile her üç elementinde küldeki konsantrasyonları azalmıştır. İlave Zn içeren rasyonlarla kül Ca muhtevası sırasıyla 61117, 49135 ve 47078 mg/kg, kül P muhtevası sırasıyla 44137, 36462, 37083 mg/kg, S muhtevası sırasıyla 3872, 3316, 3300 olup 40 mg/kg ilave Zn içeren rasyonlarla bu elementlerin küldeki seviyeleri 80 ve 120 mg/kg ilave Zn içeren rasyonlardan önemli derecede yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur.

4.6. Organik Çinko Kaynaklarının Biyolojik Kullanılabilirliği

Biyolojik kullanılabilirliği hesaplamada kullanılan istatistik metotların önemli bir kısmı regrasyon metotlarını kullanarak hesaplama yapar. Bunun için bağımlı ve bağımsız değişkenlerin tespit edilmesi gerekir. Genellikle bağımsız değişken olarak rasyona ilave edilen besin maddesi konsantrasyonu (bu çalışmada Zn) alınır. Bağımlı değişken olarak CAA, YDK, yumurta verimi veya yumurta kitlesi gibi değişkenler olabilir. Mineraller için ise kemik külü veya kemik element konsantrasyonu seçilebilir (Littell ve ark., 1995). Bununla beraber mevcut çalışmada rasyonda kullanılan Zn kaynakları ile rasyona ilave edilen Zn seviyelerine tepki olarak elde edilen CAA, YDK, kemik külü veya kül Zn konsantrasyonu bakımından doğrusal veya doğrusal olmayan bir ilişki tespit edilmemiştir. Biyolojik kullanılabilirliğin hesaplanabilmesi için farklı kaynaklardan rasyona ilave edilen ilgili besin maddesi konsantrasyonuna bağlı olarak ölçülen parametrenin (mesela CAA'nın) doğrusal veya doğrusal olmayan bir ilişki göstermesi gerekir. Mevcut çalışmada böyle bir ilişki sadece ZnAs, ZnBp ve ZnAv kaynakları ile ve kemik kesme kuvvetinde elde edilmiştir.

Rasyonda kullanılan Zn kaynaklarından ZnAs standart olarak alındığında, yani nispi biyolojik değeri 100 olarak kabul edildiğinde, rasyon Zn seviyelerine tepki olarak tibia kesme kuvveti kullanıldığında, farklı Zn kaynaklarının hesaplanmış nispi biyolojik kullanılabilirlik değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Rasyon Zn konsantrasyonuna tepki olarak tibia kesme kuvveti alındığında farklı Zn kaynaklarının çoklu regresyon denklemleri ile hesaplanmış nisbi biyolojik kullanılabilirliği

Zn Kaynakları	Çoklu regresyon denkleminin eğimi $\pm$ standart hata ^a	Biyolojik kullanılabilirlik % ve standart hata ^b
Çinko-asetat	0.0563 $\pm$ 0.0348	100.0
Çinko-biopleks	0.0523 $\pm$ 0.0345	92.79 $\pm$ 0.0510
Çinko-avila	0.0507 $\pm$ 0.0342	90.04 $\pm$ 0.0648

^a Regrasyon denklemi, rasyon Zn seviyesine (mg/kg) bağlı olarak tibia'da ölçülen kesme kuvvetine (N) aittir.

^b Farklı Zn kaynaklarındaki Zn'nin biyolojik kullanılabilirliği eğim oranları metodu (slope ratio) ile hesaplanmıştır.

Rasyon Zn seviyesine tepki olarak tibia kesme kuvveti alındığında elde edilen çoklu regresyon denklemi aşağıda verilmiştir.

$$Y = 135.6 + 0.0251 * (1 + \exp(0.0563 * X_1 + 0.0523 * X_4 + 0.0507 * X_5))$$

$$(r^2 = 0.9998, P < 0.01, X_1 = \text{ZnAs}, X_4 = \text{ZnBp}, X_5 = \text{ZnAv})$$

Rasyon Zn seviyesine tepki olarak tibia kesme kuvveti alındığında farklı Zn kaynakları için hesaplanmış nisbi biyolojik kullanılabilirlik değerleri ZnAs, ZnBp ve ZnAv için sırasıyla, %100.0, 92.79 ve 90.04 olarak bulunmuştur.

İz elementlerin biyolojik kullanılabilirliğini tespit etmek için yapılan çalışmalarda, tepki olarak alınan parametreye bağlı olarak ilgili elementin kaynaklarının nisbi biyolojik kullanılabilirlik değerleri farklı farklı olmaktadır. Geçmişte selenyum, bakır ve Zn gibi iz elementlerin farklı kaynaklarının biyolojik kullanılabilirliğini tespit için yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar alınmıştır (Sandoval, 1992).

5. TARTIŞMA

Literatürde çeşitli organik Zn kaynaklarının farklı kriterlere dayanarak hesaplanan nispi biyolojik kullanılabilirlik değerlerinde büyük varyasyonlar mevcuttur. Mesela Wedekind ve ark. (1992), 0-7 günlük dönemde Zn'ce yetersiz rasyonlarla beslenen broyler civcivlerde, 8-22 günlük dönemde ZnM'deki Zn'nin biyolojik kullanılabilirliğini $ZnSO_4$ 'a nispetle, mısır-soya küspesine dayalı rasyonlarda ve kemik Zn muhtevası kriter olarak alındığında % 206 olarak bildirmişlerdir. Oysa Pimental ve ark. (1991), yarı sentetik veya mısır-soya küspesine dayalı rasyonlara ZnO veya ZnM formunda 8 ila 88 mg/kg seviyesinde Zn ilave edildiğinde etlik piliçlerin (0-7 hafta) kemik Zn muhtevalarının farklı olmadığını bildirmişlerdir. Halbuki ZnO formundaki Zn'nin biyolojik kullanılabilirliğinin düşük olduğu bilinmektedir ve Wedekind ve Baker (1990), $ZnSO_4$ standart alındığında ZnO'teki Zn'nin biyolojik kullanılabilirliğini % 61.2 olarak bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada (Cao ve ark. , 2002) ZnAs standart olarak alındığında kemik Zn konsantrasyonu için ZnM'deki Zn'nin nispi biyolojik kullanılabilirliği 3, 6 ve 9 günlük yaştaki broyler civcivler için % 88.91 ve 78 olarak bildirmişlerdir. Benzer durum diğer Zn kaynaklarında da görülmektedir. Cao ve ark (2000), 21 günlük yaştaki broyler civcivlerde Zn-sülfata nispetle birinci denemede Zn-proteinatta Zn'nun nispi biyolojik kullanılabilirliğini, kriter olarak kemik Zn konsantrasyonu alındığında 1, 2 ve 3 haftalık yaştaki broyler civcivler için sırasıyla, % 116, 135 ve 139 olarak bildirirlerken, ikinci denemede iki farklı Zn-proteinattaki Zn'nin biyolojik kullanılabilirliğini sırasıyla, % 99 ve 108 olarak bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar tarafından daha sonraki yıllarda yapılan bir çalışmada (Cao ve ark., 2002) Zn-proteinattaki Zn'nin biyolojik kullanılabilirliği 3, 6, 9 günlük yaştaki broyler civcivler için sırasıyla % 110, 124 ve 116 olarak bildirilmiştir. Sentetik veya yarı sentetik rasyonlarla yapılan çalışmalardan da oldukça farklı sonuçlar alınmıştır (Wedekind ve ark., 1992; Aoyagi ve Baker, 1993).

Mevcut çalışmada ise ZnAs standart ve kemik kesme kuvveti kriter olarak alındığında ZnAv ve ZnBp'in nispi biyolojik kullanılabilirliği sırasıyla % 90 ve 93 olarak bulunmuştur.

Bu farklılıkların bir kısmı organik mineral kaynaklarının sindirim kanalındaki çözünürlüklerinin farklı olmasına (Richards, 2006), rasyonların Ca, fitik asit ve selüloz muhtevalarının farklı olmasına atfedilebilir (Wedekind ve ark., 1992,1994 ; Davies and Oplin, 1979 ; Vohra ve ark., 1965). Bu sonuçlar türe, hayvanın yaşına, rasyonun tabiatına, rasyonda kullanılan kaynağın stabilitesine, sindirim kanalındaki çözünürlüğüne, rasyondaki diğer besin maddelerinin seviyesi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak biyolojik kullanılabilirliğin değişebileceğini göstermektedir.

Biyolojik kullanılabilirlik, tüketilen bir besin maddesinin hayvan tarafından metabolizmada kullanılabilecek formda absorbe edilebilme derecesi şeklinde tanımlanabilir (Ammerman ve ark., 1995). Bir elementin veya besin maddesinin biyolojik kullanılabilirliği, o element veya besin maddesinin özel bir kaynağının tabii veya fitri bir özelliği değildir (Fair weather-Tait, 1987). Çünkü hayvan ve rasyon ile ilgili birçok faktör bu özelliği değiştirebilir. Biyolojik kullanılabilirlik daha ziyade spesifik test şartları altında besin maddesinin ve / veya elementin sindirim kanalından absorbe edilen ve vücutta kullanılan miktarının deneysel olarak tahmini veya hesaplanmasıdır. Diğer yandan biyolojik kullanılabilirlik test hayvanlarından bağımsız değildir (Chesters, 1997). Bu yüzden vücutta Zn dengesini sağlayan mekanizmaların oldukça kompleks olduğu da dikkate alınırsa, literatürde Zn kaynaklarının biyolojik kullanılabilirliğinde büyük varyasyon tabii karşılanabilir veya anlaşılabilir.

Mevcut çalışmada standart olarak ZnAs kullanılmıştır. Çünkü her ne kadar bu çalışmada 200 mg/kg'in altında Zn içeren rasyonlar kullanılmış ise de broyler civcivlerle yapılan kısa süreli çalışmalar (standart büyüme eğrisini elde etmek için) rasyonlara ZnSO₄ formunda 200 mg/kg'in üzerinde Zn ilave edildiğinde yem tüketiminin düştüğünü göstermiştir (Sandoval, 1992).

Mevcut çalışmada organik Zn kaynağı olarak ZnM verilen bıldırcınların 21. gündeki CA'ları ve 0-21 günlük toplam CAA'ları, ZnL ve ZnBp verilen gruplardan daha yüksek olması (P=0.060, P=0.054) bu kaynaktan absorbe edilen Zn miktarının daha yüksek olması ile ilgili olabilir. Bununla beraber bu üç kaynak ile bıldırcınların kümülatif YT'leri; tibia kül muhtevaları (g ve %) ve kül Zn muhtevaları birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Etlik piliçlerle yapılan çalışmalarda rasyonda kullanılan ZnM seviyelerinin (0, 20, 40 ve 60 mg/kg) piliçlerin haftalık ve 0-6 haftalık CA ve CAA'larını önemli olarak etkilemediği bildirilmiştir (Yıldız ve Yazgan, 2000). Cao ve ark. (2002) ise ZnProt ile yemlenen civcivlerin YT'lerinin ZnAs ve ZnM verilen gruplardan daha yüksek olduğunu fakat civcivlerin CAA'na kaynakların önemli bir etkisi olmadığını bildirmiştir. Mevcut çalışmada bıldırcın rasyonlarına

organik Zn kaynakları ilavesinin performans özelliklerine etkisi, farklı özellikler için farklı olmuştur. Bu durum muhtemelen organik Zn kaynaklarının stabilitelerinin ve sindirim kanalındaki çözünürlüklerinin farklı oluşu (Richards, 2006) ile ilgili olabilir.

Organik Zn kaynaklarının kemiğin biyomekanik özelliklerine ve kemik Zn muhtevası dışındaki diğer element konsantrasyonlarına etkisi konusunda literatürde bir çalışma bulunamadığı için bir mukayese yapılamamıştır. Mevcut çalışma kullanılan bütün kaynaklarla ilave Zn verilmeyen rasyona nispetle kemik kül muhtevası ve külde tespit edilen element konsantrasyonlarında artışlar olmuş ve artışlar ZnAs, ZnL ve ZnM verilen gruplarda diğer kaynaklara nispetle daha fazla olmuştur.

Bu sonuçlara dayanarak gelişmekte olan bıldırcın rasyonlarına ZnAs ve ZnM formunda nispeten düşük seviyelerde Zn ilavesinin faydalı olduğu söylenebilir. Ancak bu organik Zn kaynaklarının maliyetlerinin inorganik kaynaklara nispetle yüksek oluşu ve bazende performans ve kemik özelliklerinde tatminkar bir artış sağlamamaları onların kullanımını sınırlayan bir husustur. Hangi hayvanların rasyonlarında, hangi kaynağın, ne miktarda kullanılacağı konusunda daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ

Son yıllarda çiftlik hayvanları rasyonlarında yaygın olarak kullanılmaya başlanılan organik Zn kaynaklarının genç Japon bildircinlerinde (0-3 hafta) biyolojik kullanılabilirliğini tespit etmek için bir çalışma yapılmıştır. Bunun için bildircinlerin performans özellikleri yanında kemiğin biyomekanik özellikleri, kemik kül muhtevası ve kemik külünde çeşitli elementlerin konsantrasyonu tespit edilmiştir.

Fakültemiz; Araştırma ve Uygulama çiftliğindeki bildircin kümesinde yürütülen çalışmada kuluçkadan yeni çıkmış, karışık cinsiyette 800 adet Japon bildircini, 3 hafta müddetle deneme rasyonları ile yemlenmiştir. Bildircinler deneme süresince elektrik ile ısıtılan termostatlü büyütme kafeslerinde yetiştirilmişlerdir, yem ve suyun adlibitum olarak sağlandığı çalışmada 24 saat aydınlatma uygulanmıştır. Onaltı muamelenin 5 tekerrürlü olarak denendiği çalışmanın (16x80 alt grup) her bir tekerrüründe 10 adet bildircin kullanılmış ve büyütme kafesindeki her bir göz bir tekerrür olarak alınmıştır. Denemede mısır-soya küspesine dayalı Zn seviyesi düşük bir bazal (ana) rasyona 0, 40, 80 ve 120 mg/kg sağlayacak şekilde ZnAs, ZnL, ZnM, ZnBp ve ZnAv formunda Zn katılmıştır (ana rasyon + 5 organik Zn kaynağı x 3 Zn seviyesi = 16 rasyon x 5 tekerrür x 10 bildircin = 800 bildircin). Çalışmada ZnAs standart olarak alınmış ve nispi biyolojik kullanılabilirlik değerleri rasyon Zn seviyesi ile ele alınan karakter arasındaki regresyon denklemlerinde katsayıların karşılaştırılması (kat sayı-eğim oranları metodu) ile hesaplanmıştır.

Muamelelerin (interaksiyonların) bildircinlerin haftalık CA, CAA ve 0-3 haftalık CAA'sına önemli bir etkisi olmamış ise de ana faktör olarak rasyonda kullanılan organik Zn kaynakları 3. haftadaki CA ve 0-3 haftalık CAA'yı önemli olarak etkilerken, rasyonda kullanılan Zn seviyeleri bildircinlerin 2. haftadaki CA ve CAA değerlerini önemli olarak etkilemiştir. Organik Zn kaynağı olarak ZnM verilen grupların 3. haftadaki CA'ları ile 0-3 haftalık CAA'ları, ZnL ve ZnM verilen gruplardan önemli derecede (bu iki parametre için P değeri sırasıyla, P=0.060 ve P=0.054) yüksek bulunmuştur. Ayrıca 120 mg/kg ilave Zn verilen bildircinlerin 2. haftadaki CA (P<0.05) ve CAA (P<0.01) değerleri 40 ve 80 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.1-4.2, Şekil 1,2 ve 3).

Rasyonda kullanılan Zn kaynakları ve onların farklı seviyelerinin kombinasyonlarından oluşan muamelelerin (interaksiyonların) bildircin 1., 3. hafta YT ve YDK'ları ile 0-3 haftalık kümülatif YT ve YDK'larına etkisi önemli bulunmuş olup, organik Zn kaynaklarının farklı seviyelerinin bu parametreler üzerine farklı hafta ve 0-3 haftalık

dönemlerdeki etkileri farklı olmuştur. Mesela bütün gruplar içinde 0-3 haftalık kümülatif YT'si en düşük olan iki grup ZnM-40 ve ZnBp-120 mg/kg ilave Zn verilen gruplar olup, bu grupların kümülatif YT'leri ZnAs-40 ve 80 mg/kg, ZnBp-40 mg/kg ve ZnAv-120 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan önemli ölçüde düşük ($P<0.01$) bulunmuştur. Bununla beraber ZnBp hariç diğer bütün kaynaklarla rasyona artan seviyede Zn ilavesiyle 0-3 haftalık kümülatif YT önemli olarak etkilenmemiştir. 0-3 haftalık dönemde YDK'nın en düşük olduğu grup, ZnBp formunda 120 mg/kg ilave Zn verilen grup (2.55) olup, bu grupların YDK'sı, ZnAs-80 ve 120 mg/kg, ZnL-40, ZnBp-40 ve ZnAv-120 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan önemli derecede ($P<0.05$) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.4 ve Şekil 4).

Deneme rasyonlarının hiç birisi kemik (tibia) kalınlığı, kemik duvarı kalınlığı (et kalınlığı), kemik kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisi gibi kemiğin biyomekanik özelliklerini önemli olarak etkilememiştir. Bununla beraber bütün muamele grupları içinde tibia kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisi bakımından en yüksek olan grup, ZnAs formunda 120 mg/kg ilave Zn verilen grup olmuştur. Bu grupta belirtilen özellikler sırasıyla 157.2 N, 57.78 N/mm² ve 84.6 N-mm'dir.

Deneme rasyonlarının (interaksiyonlar) tibia kül muhtevası (g ve %) ve S muhtevalarını konsantrasyonuna önemli etkisi olmamış ise de kül Ca, P ve S muhtevalarını önemli olarak etkilemiştir. Rasyonda organik Zn kaynağı olarak ZnAs formunda 40 mg/kg ilave Zn verilen grubun kül Ca ve P muhtevası, diğer bütün gruplardan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunurken, kül S muhtevası ise ZnAs-80 mg/kg ilave Zn verilen grup hariç diğer bütün gruplardan önemli derecede ($P=0.066$) yüksek bulunmuştur.

Rasyonda kullanılan organik Zn kaynakları tibia külü Ca, P, S, Zn ve B muhtevalarını önemli olarak etkilemiş olup, kaynak olarak ZnAs formunda ilave Zn verilen grubun kül Ca, P, S, Zn ve B muhtevası diğer bütün kaynaklardan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunurken, ZnL verilen grubun kül Ca ve P muhtevası diğer Zn kaynakları verilen gruplardan, kül S ve Zn muhtevası ise ZnAv verilen gruplardan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Ana faktör olarak rasyonda artan Zn seviyesi tibia külü Ca, P ve S muhtevası önemli derecede azalmış ($P<0.01$ ve $P<0.05$) ve kaynaktan bağımsız olarak 40 mg/kg ilave Zn verilen grupların kül Ca, P, ve S değerleri 80 ve 120 mg/kg ilave Zn verilen gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuştur.

Mevcut çalışmada rasyonda kullanılan Zn seviyesi ile tibia kesme kuvveti hariç ölçülen diğer parametreler arasında doğrusal (linear) veya doğrusal olmayan (nonlinear) bir ilişki tespit edilememiş ise de rasyonda kullanılan organik Zn kaynaklarından ZnAs, ZnBp ve

ZnAv ile rasyon Zn seviyesi ile tibia kesme kuvveti arasında doğrusal olmayan bir ilişki tespit edilmiş ve bu organik Zn kaynakları için nispi biyolojik kullanılabilirlik değerleri hesaplanmıştır. ZnAs standart olarak alındığında (biyolojik kullanılabilirliği % 100), ZnBp ve ZnAv'nin nispi biyolojik kullanılabilirliği sırasıyla % 92.79 ve 90.04 olarak bulunmuştur.

Çalışmadan elde edilen bütün sonuçları genel olarak değerlendirdiğimizde performans özellikleri bakımından ZnAs ve ZnM formunda 40 mg/kg seviyesinde, kemik mineralizasyonu ile ilgili parametreler dikkate alındığında ise ZnAs formunda 40 mg/kg Zn temin edilmesinin gelişmekte olan Japon bıldırcınları için faydalı olabileceği söylenebilir. Bununla beraber bu kaynaklardan hangisinin rasyonda kullanılacağı bu kaynakların ve inorganik Zn kaynaklarının fiyatına bağlı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Ammerman, C.B., Baker, D.H., and Lewis, A.S., 1995. Bioavailability of nutrients for animals: Amino acid, minerals, and vitamins. Academic Press, San Diego. CA.
- Ammerman, C.B., and Miller, S. M. 1972. Biological availability of minor mineral ions: A review. *J. Anim. Sci.* 35:681-694.
- Anonymous, 1995. Bioavailability of zinc from organic and inorganic source using the chick bioassay technique. Tech. Bull. No. 11575 Kemin Industries, Des Moines, IA.
- Anonymous 1997a. Assessing the bioavailability of zinc from availa-Zn (zinc amino acid Complex). Technical Bulletin, Zinpro Inc., MN 5344, USA.
- Anonymous 1997b. Effect of availa-Zn (zinc amino acid complex) on intestinal lesions and performance of broilers exposed to coccidiosis. Technical Bulletin, Zinpro Inc., MN 5344, USA.
- Anonymous, 2004. Trace elements for swine and poultry. Louisiana Agr. Magazine, Fall 2004.
- Aoyagi, S. and Baker, D.H. 1993. Nutritional evaluation of copper-lysine and zinc-lysine complexes for chicks. *Poultry Sci.* 72:165-171.
- ASAE Standarts, 2003. Shear and Three-point bending test of animal bone. ANS1/ASAE S459 DEC01, USA.
- Bhagavan, N. V. 1992. Medical Biochemistry. Janes And Bartlett Publihers, Boston, London. pp 880-882.
- Brandae-Neto, J., Stefan, V., Mendonca, B. B., Bloise, W. And Castro, A. V. B. 1995. The essential role of zinc in growth. *nutr. Res.*, 15:335-358.
- Cao, J., Goday, S., Henry, P.R., Liu, L.P., Miles, R.D. and Ammerman, C.B. 1997. Relative bioavailability of organic zinc sources for chicks. *J. Anim. Sci.* 75 (suppl. 1)188
- Cao, J., 1998. Characterization of organic zinc sources and their relative bioavailabilities for poultry and sheep. Ph.D. Dissertation, University of Florida. Gainesville.
- Cao, J., Henry, P. R., Guo, R., Holwerda, R,A, Troth, J.P., Littell, R.C., Miles, R.D. and Ammerman, C.B., 2000. Chemical characteristics anal relative bioavailability of supplemental organic zinc sources for poultry and ruminants. *J. Anim. Sci.* 78:2039-2054.
- Cao, J., Henry, P. R., Davis, S.R., Cousins, R.J., Miles, R.D., Littell, R.C. and Ammerman, C.B., 2002. Relative bioavailability of organic zinc sources based on tissue zinc and metallothionein in chicks fed conventional dietary zinc concentrations. *Animal Feed Sci. and Tech.*, 101:161-170.

- Ceylan, Z.G., Türkoğlu, H. ve Çağlar, A. 1998. Çinkonun Vücuttaki Fonksiyonları ve Metabolizması. I. Ulusal Çinko Kongresi, 889-892, Eskişehir.
- Chesters, J.K. ,1997. Zinc. In: O'Dell, B.L., Sunde, R.A. (Eds.), Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements. Marcel Dekker, New York, NY, pp. 185-230.
- Collins, N. E. and Moran, E. T. 1999a. Influence of Supplemental Manganese and Zinc on Live Performance and Carcass Quality of Broilers. Journal of Appl. Poultry Res., 8:222-227
- Collins, N. E. and Moran, E. T. 1999b. Influence of Supplemental Manganese and Zinc on Live Performance and Carcass Quality of Diverse Broiler Strains. Journal of Appl. Poultr Res., 8:228-235.
- Davies, N.T. and Oplin, S.E. 1979.; Studies on Phytate: Zinc molar contents in diets as a determinant of zinc availability to young rats. Br J. Nutr., 41:590-603.
- Deyhim, F., Chandra, S. ve Teeter, R. G. 1991. Dietary Zinc-methionine, manganese-methionine and copper-lysine on broilers performance during thermoneutral and ambient temperature distress. Poultry Sci., 70: supplement 1.P.85.
- Fairweather-Tait, S.J., 1987. The concept of bioavailability as it relates to iron nutrition. Nutr. Res. 7,319-325.
- Fairweather-Tait, S.J. 1992. Bioavailability of trace elements. Food Chem. 93: 213-217.
- Ferket, P. R. and M.T. Kidd, 1997. Organic zinc sources and performance and health in poultry. Proc. Maryland Nut. Conf. For Feed Manufacturers. March 20-21, p: 37-43.
- Finney, D.J., 1978. Statistical Methods in Biological Assay (3 rd Edition), McMilling Publishing Co. Icn. NY.
- Fox, M.R.S., R.M. Jacobs, A.O.L. Jones, B.E. Fry, Jr., M. Rakowsna, R.P. Hamilton, B.F. Harlond, C.L. Stone, and S.H. Tao, 1981. Animal models for assessing bioavailability of essential and toxic elements. Cereal Chem. 58:6-14.
- Guyton, A. C. 1986. Tıbbi Fizyoloji. Nobel Tıp Kitabevi, Çeviren Gökhan, N. ve Çavuşoğlu, H, pp. 1258.
- Henry, P.B., Ammerman, C.B., Miles, R.D., 1986. Bioavailability of manganese sulfate and manganese monoxide in chicks as a measured by tissue uptake of manganese from conventional dietary levels. Poultry Sci. 65: 983-991.
- Hill, D.A., 1986. Zinc-amino acid complexes and picolinic acid: Effects on swine, rats and poultry. Ph. D. Dissertation. University of Nebraska, Lincoln
- Jackson, M.J. 1997. The assesment of bioavailability of micronutrients: Introduction. Eur. J. Clin. Nutr. 51 (Suppl. 1). 51

- Kourtou, S., Patiroğlu, T.E. and Karataş, S. E. 1995. Effect of Growth Hormone on Epiphyseal Growth Plates in Zinc Deficiency. *Tokai J. Exp. Clin. Med.*, 12:325-329.
- Littell, R.C., Lewis, A.S. and Henry, P.R. 1995. Statistical evaluation of bioavailability assays. In: Ammerman, C.B., Buker, D.H., Lewis, A.J. (Editors), *Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino acids, Minerals, and Vitamins*. Academic Press, San Diego, CA, pp:5-13.
- Liu, Z., 2003. Bioavailability determination of nutrients using linear and nonlinear models: DL-methionine vs DL-methionine hydroxy analogue, copper sulphate vs tribasic copper chloride, Ph. D. Dissertations, Auburn University, Alabama.
- Lowe, J.A., Wiseman, J. and Cole, D.J.A., 1994. Absorption and retention of zinc when administered as an amino acid chelate in the dog. *J. Nut.* 124:25725-25745.
- Lowe, J.A., Wiseman, J. and Cole, D.J.A., 1994b. Zinc source influences zinc retention in hair and hair growth in the dog. *J. Nut.* 124:25755-25765.
- Lowe, J.A. and Wiseman, J., 1998. A comparison of the bioavailability of three dietary zinc sources using for different physiologic parameters in dogs. *J. Nut.* 128:28095-28115
- McNaughton, J. L. 1991. Inorganic and complexed trace mineral addition to poultry ration. *Proceeding of The Meeting Arkansas Nutr. Conf.* Sept. 10-12, North Little Rock, Arkansas, 71-80.
- McNaughton, J. L. and Schugel, L.M. 1991. Effect of feeding complexed and inorganic trace minerals on broilers performance and breast meat yield. *Poultry Sci.*, 70: supplement 1. S. 172.
- NRC, 1984. *Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirement of Poultry*. 8th Edition, National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC, 1994. *Nutrient requirements of poultry*. 9th Edition, National Academy Press, Washington, DC.
- O'Dell, B.L. 1983. Bioavailability of essential and toxic trace elements. *Fed. Proc.* 42:1714.
- Prasad, A.S. 1996 Zinc Deficiency in Women, Infants and Children. *J. Am. Coll. Nutr.* 15(2):113-120.
- O'Dell, B. L. 1985. Bioavailability of and interactions among trace elements. In: G. E. Chandra (Ed.) *Trace elements in nutrition of children*, Vevey/Raven Press, NY.
- Pimental, S.L., Cook, M.E. and Greger, J.L. 1991. Research note: Bioavailability of zinc-methionine for chicks. *Poultry Sci.* 70:1637-1639.
- Richards, J., 2006. Organic trace minerals: Bioavailability depends on stability in the gut. *Feed Management*, September / October, 48-50
- Rothbaum, R. J., Maur, P.R. and Farrel, M.K. 1982. Serum Alkaline Phosphatase and Zinc Undernutrition in Infants With Chronic Diarrhea. *Am. J. Clin. Nutr.* 35:595-598.

- Rodebush, P. and Weedekind, K.J., 2002. Letter to editor. *Veterinary Dermatology*, 13:63.
- Sandoval, M.C. 1992. Estimation of the relative bioavailability of zinc from reagent and feed grade zinc sources for sheep and poultry. Ph. D. Dissertation, University of Florida.
- Sandström, B. 1997. Bioavailability of zinc. *Eur. J. Clin. Nutr.* 51 (suppl. 1): S 17
- Scott M.L., Nesheim, M. C. and Young, R. J. 1982. *Nutrition of Chicken*, 3rd Ed. M. L. Scott&Associates, New York.
- Scott M.L. 1986. *Nutrition of Humans and Selected Animal Species*. Cornell University, Ithaca, New York.
- Shafey, T.M., M.W. McDonald and J. G. Dingle, 1991. Effects of dietary calcium and available phosphorous concentration on digesta pH and on the availability of calcium, iron, magnesium and zinc from the intestinal contents of meat chickens. *Br. Poultry Sci.* 32:185.
- Stuart, S.M., S.M. Ketelsen, C.M. Weaver, and J.W. Erdman, Jr. 1986. Bioavailability of zinc to rats as affected by protein source previous dietary intake, *J. Nutr.* 116:1423.
- Thiel, U. and Weigand, E. 1992. Influence of Dietary Zinc and Microbial Phytase Supplementation on Zn Retention and Zn Excretion in Broiler Chicks. *Proceeding of The World's Poultry Sci. Association*, Amsterdam, Netherlands.
- Underwood E. J. and Suttle N.F. 1999. *The Mineral Nutrition of Livestock*. 3rd Edition. Moredun Research Institute, Midlothian, UK.
- Vohra, P., Gray, A. And Kratzer, F.H. 1965. Phytic acid-metal complexes, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 120,449.
- Waibel, P. E., Vaughan, G. D. and Behrends, B. R. 1974. Effect of zinc methionine complex on growth and reproduction in turkeys. *Poultry Sci.* 53. (Abst).
- Wedekind, K. J. and Baker, D. H. 1990. Zinc Bioavailability in Feed-Grade Sources of Zinc. *J. Anim. Sci.*, 68:684-689.
- Wedekind, K.J., Hortin, A.E. and Buker, D.H.1992. Methodology for assessing Zinc bioavailability: efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate and zinc oxide. *J. Anim. Sci.*, 70:178-187
- Wedekind, K.J., Collings, G., Hancock, J. And Titgemeyer, E. 1994. The bioavailability of zinc-methionine relative to zinc sulfate is affected by calcium level. *Poultry Sci.* 73 (Supp. 1):114.
- Whithey, E. N. ,Hamilton, E. M. N. And Rolfes, S.R. 1990. *Understanding Nutrition*, Fifth Ed., West Publishing Company, pp. 326-331. New York, USA.

- Wilson, J.H. and Mason, P.L., 1992. Bone breaking strength as influenced by preconditioning. Transactions of the ASAE, 35;263-265.
- Yazgan, O. 1990. Çiftlik Hayvanlarının Mineral Beslenmesi. Doktora Ders Notları. S.Ü. Ziraat Fakültesi (Basılmamıştır).
- Yıldız, A. Ö. ve Yazgan, O. 2000. Broyler Rasyonlarına İlave Edilen Çinko-Metiyonin ve Çinko-Lizinin Besi Performansı, Karkas Özellikleri, Karaciğer ve Plazma Çinko Konsantrasyonuna Etkileri. S.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 14:94-106.
- Yıldız ve A. Ö. , 2004. Erkek keklik (A. chukar) rasyonlarına organik çinko ilavesinin 9-16 haftalık dönemde performans ve bazı dokularda çinko konsantrasyonuna etkisi. Hayvansal üretim, 45: 10-16.
- Yıldız, A. Ö., Olgun, O. And Parlat, S.S., 2005. Effect of zinc proteinate supplementation to corn-soybean meal-based chukar partridge (Alectoris chukar) diets on growth performance and zinc concentration of some tissues. J. Animal and Vet. Adv. 4:676-680.
- Zeigler, T. R., Ceach, Jr. R. M., Scott, M. L., Huegin, F., McEvoy, R.K. and Strain, W.H. 1964. Effect of Zinc Nutrition Upon Uptake and Retention of Zinc⁶⁵ in The Chick. J. Nutr., 82:489-497.

7. EKLER

Ek Çizelge 1. Deneme Grupların Ortalama CA Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Başlangıç C.A.				
Çinko Kaynakları	4	0.5512	0.1387	0.81
Çinko Seviyesi	2	0.0963	0.0481	0.28
Kaynak X Seviye İnt.	8	0.6704	0.0838	0.49
Hata	60	10.2520	0.1709	-
Genel	74	11.5699	-	-
1. Hafta C.A.				
Çinko Kaynakları	4	5.173	1.293	0.61
Çinko Seviyesi	2	6.369	3.185	1.51
Kaynak X Seviye İnt.	8	21.312	2.664	1.26
Hata	60	126.516	2.109	-
Genel	74	159.370	-	-
2. Hafta C.A.				
Çinko Kaynakları	4	36.92	9.23	0.64
Çinko Seviyesi	2	133.88	66.94	4.65 *
Kaynak X Seviye İnt.	8	83.30	10.41	0.72
Hata	60	863.63	14.39	-
Genel	74	1117.73	-	-
3. Hafta C.A.				
Çinko Kaynakları	4	422.41	105.60	2.40 *
Çinko Seviyesi	2	127.25	63.63	1.45
Kaynak X Seviye İnt.	8	166.18	20.77	0.47
Hata	60	2637.39	43.96	-
Genel	74	3353.23	-	-

P < 0.05

Ek Çizelge 2. Deneme Gruplarının Ortalama CAA Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
CAA 1. Hafta				
Çinko Kaynakları	4	3.021	0.755	0.46
Çinko Seviyesi	2	4.935	2.468	1.51
Kaynak X Seviye İnt.	8	16.299	2.037	1.25
Hata	60	98.144	1.636	-
Genel	74	122.400	-	-
CAA 2. Hafta				
Çinko Kaynakları	4	18.833	4.708	0.51
Çinko Seviyesi	2	101.535	50.768	5.50 **
Kaynak X Seviye İnt.	8	38.623	4.828	0.52
Hata	60	553.856	9.231	-
Genel	74	712.847	-	-
CAA 3. Hafta				
Çinko Kaynakları	4	269.64	67.41	1.80
Çinko Seviyesi	2	17.07	8.53	0.23
Kaynak X Seviye İnt.	8	175.99	22.00	0.59
Hata	60	2247.78	37.46	-
Genel	74	2710.48	-	-
CAA 0-3 Hafta				
Çinko Kaynakları	4	46.574	11.643	2.47 *
Çinko Seviyesi	2	14.006	7.003	1.48
Kaynak X Seviye İnt.	8	18.97	2.371	0.50
Hata	60	283.144	4.719	-
Genel	74	362.694	-	-

* P < 0.05

** P < 0.01

Ek Çizelge 3. Deneme Gruplarının Ortalama YT'lerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Y.T 1. Hafta				
Çinko Kaynakları	4	326.856	81.714	17.300 **
Çinko Seviyesi	2	46.200	23.100	4.890 *
Kaynak X Seviye İnt.	8	289.789	36.224	7.670 **
Hata	60	283.331	4.722	-
Genel	74	946.175	-	-
Y.T 2. Hafta				
Çinko Kaynakları	4	1129.460	282.36	7.090 **
Çinko Seviyesi	2	115.580	57.79	1.450
Kaynak X Seviye İnt.	8	444.580	55.57	1.400
Hata	60	2387.900	39.8	-
Genel	74	4077.510	-	-
Y.T 3. Hafta				
Çinko Kaynakları	4	1719.500	429.9	0.74
Çinko Seviyesi	2	382.000	191.00	0.33
Kaynak X Seviye İnt.	8	17775.100	2221.9	3.830 **
Hata	60	34812.300	580.2	-
Genel	74	54689.000	-	-
Y.T 0-3 Hafta				
Çinko Kaynakları	4	46.574	11.643	2.74
Çinko Seviyesi	2	14.006	7.003	1.480
Kaynak X Seviye İnt.	8	18.970	2.371	0.500 **
Hata	60	283.144	4.719	-
Genel	74	362.694	-	-

* P < 0.05

** P < 0.01

Ek Çizelge 4. Deneme Gruplarının OrtalamaYDK'larına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
YDK 1. Hafta				
Çinko Kaynakları	4	0.54.643	0.13661	7.30 **
Çinko Seviyesi	2	0.02934	0.01467	0.78
Kaynak X Seviye İnt.	8	0.30176	0.03772	2.02 *
Hata	60	1.12256	0.01871	-
Genel	74	2.00009	-	-
YDK 2. Hafta				
Çinko Kaynakları	4	0.75761	0.18940	2.58 *
Çinko Seviyesi	2	0.16833	0.08417	1.15
Kaynak X Seviye İnt.	8	0.30810	0.03851	0.53
Hata	60	4.40120	0.07335	-
Genel	74	5.63523	-	-
YDK 3. Hafta				
Çinko Kaynakları	4	3.1641	0.7910	1.49
Çinko Seviyesi	2	0.0338	0.0169	0.03
Kaynak X Seviye İnt.	8	9.7562	1.2195	2.30 *
Hata	60	31.7534	0.5292	-
Genel	74	44.7075	-	-
YDK 0-3 Hafta				
Çinko Kaynakları	4	0.53211	0.13303	1.93
Çinko Seviyesi	2	0.03082	0.01541	0.22
Kaynak X Seviye İnt.	8	1.34350	0.16794	2.44 *
Hata	60	4.13364	0.06889	-
Genel	74	6.04007	-	-

* P < 0.05

** P < 0.01

Ek Çizelge 5. Deneme Gruplarının Kemik (Tibia) Parametrelerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Dış Çap Kemik Kalınlığı (mm)				
Çinko Kaynakları	4	0.056568	0.014142	2.19
Çinko Seviyesi	2	0.000243	0.000121	0.02
Kaynak x Seviye İnt.	8	0.095904	0.011988	1.85
Hata	60	0.388000	0.006467	-
Genel	74	0.540715	-	-
Kemik Et Kalınlığı (mm)				
Çinko Kaynakları	4	0.008112	0.002028	0.79
Çinko Seviyesi	2	0.012675	0.006337	0.10
Kaynak x Seviye İnt.	8	0.022352	0.002794	0.39
Hata	60	0.154960	0.002583	-
Genel	74	0.198099	-	-
Kemik Kesme Kuvveti (N)				
Çinko Kaynakları	4	292.8	73.2	0.24
Çinko Seviyesi	2	385.4	192.7	0.63
Kaynak x Seviye İnt.	8	3618.2	452.3	1.48
Hata	60	18378.7	306.3	-
Genel	74	22675.1	-	-
Kesme Gerilmesi (N/mm²)				
Çinko Kaynakları	4	76.91	19.23	0.45
Çinko Seviyesi	2	209.97	104.99	0.47
Kaynak x Seviye İnt.	8	377.10	47.14	1.11
Hata	60	2551.18	42.52	-
Genel	74	3215.16	-	-
Kesme Enerjisi (N – mm)				
Çinko Kaynakları	4	407.61	101.90	1.04
Çinko Seviyesi	2	275.70	137.85	1.41
Kaynak x Seviye İnt.	8	788.11	98.51	1.01
Hata	60	5869.15	97.82	-
Genel	74	7340.57	-	-

Ek Çizelge 6. Deneme Gruplarının Kemik Mineral Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbetslik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Tibia Külü (g)				
Çinko Kaynakları	4	0.005874	0.001468	0.43
Çinko Seviyesi	2	0.016235	0.008118	2.35
Kaynak x Seviye İnt.	8	0.022136	0.002767	0.80
Hata	58	0.200222	0.003452	
Genel	72	0.241584		
Tibia Külü, %				
Çinko Kaynakları	4	4.108	1.027	0.34
Çinko Seviyesi	2	3.285	1.642	0.54
Kaynak x Seviye İnt.	8	24.471	3.059	1.01
Hata	58	175.623	3.028	
Genel	72	207.213		
Kül Zn Seviyesi (mg/kg)				
Çinko Kaynakları	4	173104.	43276.	12.83 **
Çinko Seviyesi	2	2811.	1405.	0.661
Kaynak x Seviye İnt.	8	26221.	3278.	0.97
Hata	60	202339.	3372.	-
Genel	74	404475.	-	-
Kül P Seviyesi (mg/kg)				
Çinko Kaynakları	4	1.034E+10	2.585E+09	67.08 **
Çinko Seviyesi	2	9.086E+08	4.543E+08	11.79 **
Kaynak x Seviye İnt.	8	1.471E+09	1.839E+08	4.77 **
Hata	60	2.312E+09	3.854E+07	-
Genel	74	1.503E+10	-	-
Kül S Seviyesi (mg/kg)				
Çinko Kaynakları	4	46867243.	11716811.	18.46 **
Çinko Seviyesi	2	5303590.	2651795.	4.18 *
Kaynak x Seviye İnt.	8	9996478.	1249560.	1.97 *
Hata	60	38081497.	634692.	-
Genel	74	100248807.	-	-
Kül Ca Seviyesi (mg/kg)				
Çinko Kaynakları	4	5.710E+10	1.427E+10	704.51 **
Çinko Seviyesi	2	2.874E+09	1.437E+09	70.92 **
Kaynak x Seviye İnt.	8	3.266E+09	4.083E+08	20.15 **
Hata	60	1.216E+09	2.026E+07	-
Genel	74	6.445E+10	-	-
Kül B Seviyesi (mg/kg)				
Çinko Kaynakları	4	13190.5	3297.6	7.82 **
Çinko Seviyesi	2	123.6	61.8	0.51
Kaynak x Seviye İnt.	8	4293.0	536.6	1.27
Hata	59	24890.0	421.9	-
Genel	73	42392.8	-	-

* P < 0.05

** P < 0.01

