



## Yumurta Tavuklarında İnorganik ve Organik Bakır, Çinko, Manganyın Farklı Düzeylerinin Yumurta Verim ve Kalitesine Etkileri\*

Feryaz HİRA<sup>1</sup>, Mehmet Akif YÖRÜK<sup>2</sup>✉

1. Veteriner Hekim, Erzincan, TÜRKİYE.
2. Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE.

Geliş Tarihi/Received	Kabul Tarihi/Accepted	Yayın Tarihi/Published
19.02.2015	20.03.2015	20.10.2015

**Öz:** Araştırma, yumurta tavuğu rasyonlarında NRC (National Research Council) (1994) tarafından önerilen düzeyde ve bu düzeyin %66'sı ile %33'ü oranlarında inorganik ve organik bakır, çinko ve mangan kullanılmasının performans ve yumurta kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacı ile yürütüldü. Araştırmada toplam 336 adet 45 haftalık yaşta Lohman kahverengi ticari yumurtacı tavuk kullanıldı. Araştırma 150 gün sürdürüldü. İnorganik mineral gruplarının mineral premiksleri, standart bir inorganik premiks kullanılarak NRC'nin bildirdiği düzeylerde sülfat formunda 29 mg Zn (ZnSO<sub>4</sub>), 4 mg Cu (CuSO<sub>4</sub>) ve 17 mg (MnSO<sub>4</sub>) ve bu düzeylerinin sırasıyla %66 ve %33'ü oranında olacak şekilde hazırlandı. Organik mineral gruplarının mineral premiksleri ise inorganik minerallerle aynı seviyelerde ve oranlarda bir organik mineral premiksi (Bioplex™) kullanılarak hazırlandı. Mevcut araştırma sonuçlarına göre, yumurta tavuğu rasyonlarına geleneksel inorganik iz mineral katkısının ihtiyaçtan fazla olduğu ve azaltılabileceği; yine inorganik iz minerallerin yerine organik formlarının çok daha düşük düzeylerinin performans ve yumurta kalitesini etkilemeksizin katılabileceği kanaatine varıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Organik mineral, Yumurta kalitesi, Yumurta tavuğu, Yumurta verimi.

## The Effect of Different Levels of Inorganic and Organic Copper, Zinc and Manganese on Egg Production and Quality in Laying Hens

**Abstract:** The study was conducted to determine the effects of inorganic and organic copper, zinc and manganese supplementation at both recommended levels by NRC (1994), and at 66% and 33% proportion of those levels in laying hen rations on performance and egg quality in laying hens. In experiment, a total amount of 336 commercial laying Lohmann brown hens at 45 weeks of age was used. All hens were given a second period cage laying hens diet and study was conducted for 150 days. The mineral contents of inorganic groups were supplied using a standard inorganic mineral premix at both levels of NRC recommendations (29 mg Zn as (ZnSO<sub>4</sub>), 4 mg Cu (CuSO<sub>4</sub>) and 17 mg Mn as (MnSO<sub>4</sub>)) and 66% and 33% proportions of those levels. The mineral contents of organic groups were also supplied using an organic mineral premix (Bioplex™) at the same levels and proportions of those inorganic minerals. According to the results of the current study, it was indicated that traditional trace inorganic mineral (Cu, Zn and Mn) supplementation into laying hen diets are more than it is needed and this supplementation level can be reduced; organically complexed trace minerals (Cu, Zn, and Mn) can be used at a much lower concentration than the current recommended levels as inorganic minerals, without a negative impact on performance and egg quality in laying hens.

**Keywords:** Egg production, Egg quality, Laying hens, Organic mineral.

✉ Mehmet Akif YÖRÜK

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE.  
e-posta: yoruk@atauni.edu.tr

\* Bu çalışma Feryaz HİRA'nın Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

## GİRİŞ

İz mineraller; organizmadaki düşük miktarlarda bulunmalarına rağmen, vitamin sentezi, hormon üretimi, enzim aktivitesi, hücre ozmotik basıncının düzenlenmesi, kollagen oluşumu, doku sentezi, O<sub>2</sub> (Oksijen) taşınması, enerji üretimi, büyüme, dölleme ve sağlık gibi pek çok önemli fizyolojik işleyişin yanında yaşama olayının sürekliliği için mutlak gereklidir. Bu gereklilik sağlanmadığı takdirde, hayvan açısından şiddetli biyolojik problemler ve üretici açısından da ciddi ekonomik kayıplar ortaya çıkmaktadır (1,2). Ancak iz minerallerin oldukça karmaşık olan biyolojik yararı, iz mineral kaynağı ve miktarı, hayvanın stres durumu, antagonistler, suda bulunan ve diğer minerallerin yararı etkileyen mineraller, hayvanın türü, yaşı, büyüme hızı, cinsiyeti, sağlığı, hormonal durumu, aktivitesi, alınan biyoelementin miktarı, kimyasal şekli ve mineraller arası ilişkiler de ihtiyaç üzerine etkili olup iz mineral beslenmesinde başarıyı etkilemektedir (3).

Ticari kümes hayvanı diyetlerinde minerallerin çoğunluğu oksit ya da sülfat tuzları gibi inorganik formlarda ikame edilmektedir. Katılım düzeyleri çoğunlukla NRC'nin (National Research Council) tavsiyelerine dayalıdır. Ticari kümes hayvanı üretiminde mineraller genellikle diyetlere bir ön karışım şeklinde eklenmekte ve bu mineraller NRC tavsiyelerinden 2 ile 10 kat daha fazla kullanılmaktadır (4). İnorganik tuzların aşırı kullanımı besinlerin emilimini engellemekte ve düşük mineral elverişliliğine, bununla birlikte aşırı mineral alımı, yüksek düzeyde mineral atılımı yoluyla çevre kirliliğine yol açmaktadır (5).

Kanatlılarda, genellikle inorganik kaynaklardan sağlanan iz minerallerin sindirilebilirlikleri düşüktür. Özellikle tahıl-soya ağırlıklı rasyonlarda fazlaca bulunan fitin P'u iz elementlerle çözünmeyen bileşikler oluşturmaktadır. İhtiyacı karşılamak üzere rasyona gereğinden fazla miktarda iz element ilavesinin neden olduğu ekonomik kayıp ve dışkı ile atılan mineral miktarı dolayısıyla oluşan çevre kirliliği

göz önüne alınarak son yıllarda kanatlı beslenmesinde organik-mineral bileşiklerin kullanılması önem kazanmıştır (6-8). Genellikle proteinat olarak tanımlanan iz minerallerin şelat bileşikleri veya organik kaynakları kullanılmaktadır. Normal olarak bunlar, ilk olarak zincir uzunluğu değişen peptidler ve aminoasitlerin bir karışımından oluşan hidrolizat oluşumu sonucu meydana gelmiş bir protein kaynağıyla üretilirler (9).

Cu, Zn ve Mn organizmadaki birçok fizyolojik ve biyokimyasal süreçte temel rol oynayan elementlerdir. Cu kan yenileyici hücrelerin olgunlaşmasında kritik rol oynayan birçok enzimin önemli bir bileşenidir. Cu eksikliği organizmada yetersiz Fe kullanımına yol açabilmektedir (10). Cu, Zn ve Mn gibi elementler kalsit kristal oluşumu ve yumurta kabuğunun değişen kristalografik yapısı üzerindeki etkisi yoluyla yumurta kabuğunun mekanik özelliklerini etkileyebilmektedirler (11).

## MATERYAL ve METOT

Çalışmanın hayvan materyalini, Erzincan ilindeki özel bir işletmeye ait tavuk çiftliğinde yetiştirilen, 45. Haftalık yaşta 336 adet Lohmann kahverengi ticari yumurtacı tavuk, yem materyalini ise Erzincan ili içerisinde bulunan özel bir işletmeye ait Yem Fabrikası'ndan temin edilen 2. dönem kafes yumurta tavuk yemi oluşturmıştır.

Araştırma her birinde 56'şar hayvan bulunan 6 grupta toplam 336 adet tavukla yürütülmüştür. Her grup kendi içerisinde her birinde 7 tavuk bulunan 8 alt gruba ayrılmıştır. Tavuklar kümeste dört katlı batarya tipi kafeslere şansa bağlı olarak dağıtılmıştır.

Araştırmada, NRC (12)'nin bildirdiği besin madde ihtiyaçları dikkate alınarak hazırlanan ve yem ham maddeleri, katılım oranları ve rasyonların hesaplanmış besin madde içerikleri Tablo 1'de verilen yumurtacı tavuk karma yemi (2. dönem kafes yumurtacı tavuk yemi) bazal rasyon olarak kullanılmıştır. Bazal rasyona Tablo 2'de belirtilen oranlarda inorganik ve organik Cu, Zn, Mn içeren

mineral premiksler ilave edilmiştir. Tavuklara yedirilen ticari yumurtacı tavuk rasyonun hazırlanmasında, yeme katılan mineral premiksini, İNTERKİM NUTRITION firmasından temin edilen ve Cu, Mn ve Zn iz minerallerini içermeyen VM 25/5 adlı premikse Cu, Mn ve Zn iz minerallerinin inorganik ve ALLTECH firmasından temin edilen ticari ürünün (Bioplex) organik formları NRC'nin yumurta tavukları için bildirdiği ihtiyaç düzeylerinin %100, 66 ve 33'ü düzeyinde katılarak oluşturulmuştur. Hazırlanan mineral premikslerin katılmasıyla 3'ü inorganik, 3'ü organik grubu olmak üzere toplam 6 rasyon oluşturulmuştur.

**Tablo 1.** Denemede kullanılan bazal rasyonun bileşimi ve kimyasal kompozisyonu (%).

**Table 1.** The chemical composition and the combination of basal ration used in the trial (%).

Yem Ham Maddeleri	Miktarı (%)	Hesaplanan Besin Maddeleri	Miktarları
Mısır	10.00	Kuru Madde, %	88.5
Soya Küspesi	10.00	Ham Yağ, %	3.99
Buğday	56.60	Ham Selüloz, %	4.09
ATK	8.40	Ham Protein, %	15.7
Et Kemik Unu	3.00	Ham Kül, %	12.2
Mermer Tozu	8.53	ME, Kcal/kg	2650
Soya Yağı	2.20		
DCP	0.24		
Tuz	0.35		
Vitamin Karması	0.15		
Mineral Karması**	0.10		
L-Lisin	0.12		
D-L-Metiyonin	0.11		
Toksin Bağlayıcı	0.10		
Multienzim	0.10		
TOPLAM	100.00		

\* Her kg'da 12.000.000 IU Vitamin A, 2.500.000 IU Vitamin D3, 30.000 mg Vitamin E, 34.000 mg Vitamin K, 3.000 mg Vitamin B1, 6.000 mg Vitamin B2, 30.000 mg Nicotin Amid, 10.000 mg Cal.-D-Paln, 5.000 mg Vitamin B6, 15 mg Vitamin B12, 1.000 mg Folik Asit, 50 mg D-Biotin, 300.000 mg Cholin, 50.000 mg Vitamin C.

\*\* Her kg'da 60.000 mg Demir, 2.000 mg İyot, 500 mg Kobalt, 150 mg Selenyum, 10000 mg Antioksidan, 2500 mg Kontakstantin, 500 mg Apoester.

**Tablo 2.** Araştırmada kullanılan premikslerin Cu, Zn ve Mn içerikleri.

**Table 2.** The Cu, Zn and Mn content of the premixes used in the research.

	Cu/mg	Mn/mg	Zn/mg
%100 inorganik form	4.00	17.00	29.00
%100 organik form	4.00	17.00	29.00
%66 inorganik form	2.65	11.22	19.15
%66 organik form	2.65	11.22	19.15
%33 inorganik form	1.32	5.61	9.57
%33 organik form	1.32	5.61	9.57

**Yem Maddelerinin ve Karma Yemlerin Besin Madde Miktarının Belirlenmesi**

Araştırmada kullanılan yem maddelerinin ve karma yemlerin ham besin madde analizleri A.O.A.C., (13) ve Van Soest ve ark. (14)'nın bildirdiği yöntemlere göre Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarlarında yapılmıştır.

### Performans Kriterleri

Gruplara ait yem tüketimleri ve yumurta verimleri her alt grupta ayrı ayrı olmak üzere 15 günlük dönemler şeklinde belirlenmiştir. Ölümmler günlük olarak kaydedilerek grupların yem tüketimleri ve yumurta veriminin hesaplanmasında dikkate alınmıştır. Yemden yararlanma oranını belirlemek için her gruba ait alt grupların (kafeslerin) 15 günlük yem tüketimleri ve yumurta verimleri tespit edildikten sonra tüketilen yemin üretilen yumurta miktarına (düzine) bölünmesiyle yemden yararlanma [toplam tüketilen yem miktarı (kg)/toplam üretilen yumurta miktarı (düzine)] oranları belirlenmiştir.

### Yumurta Kalite Kriterleri

Yumurta kalite kriterlerinin (yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kırılma mukavemeti, kabuk kalınlığı, sarı rengi, ak indeksi, sarı indeksi, Haugh birimi değerinin) belirlenmesi için araştırmanın başında, ortasında ve sonunda her gruptan rastgele seçilen yumurta örnekleri oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra laboratuvarında analize tabi tutulmuştur.

### İstatistiksel Analiz

Araştırmadan elde edilen performans ve yumurta kalite özellikleri ile ilgili değerlere ait verilerin varyans analizlerinde Genel Linear model kullanılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS 10.01 (1996) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir (15). Her bir döneme ait grupların yumurta kalite parametreleri üzerine etkisinin incelenmesinde One-Way ANOVA kullanılmıştır.

### BULGULAR

Araştırmada kullanılan yem maddelerinin ham besin madde içerikleri Tablo 3'de, dönemlere göre ortalama günlük yem tüketimleri Tablo 4'te, ortalama yumurta verimleri Tablo 5'de, yemden yararlanma oranları Tablo 6'da, yumurta kalite parametreleri ise Tablo 7'de sunulmuştur.

**Tablo 3.** Araştırmada kullanılan karma yemlerin ham besin madde içerikleri.**Table 3.** Raw food material content of the mixed feed used in the research.

	%100 İnorganik	%100 Organik	%66 İnorganik	%66 Organik	%33 İnorganik	%33 Organik
<b>Kuru Madde, %</b>	89.15	89.45	89.41	90.04	89.83	89.77
<b>Ham Protein, %</b>	17.01	16.94	17.05	17.02	16.91	16.82
<b>Ham Yağ, %</b>	12.92	12.90	12.75	12.37	12.29	12.67
<b>Ham Kül, %</b>	12.10	12.88	11.61	12.74	12.58	12.05
<b>ADF, %</b>	12.95	11.98	11.76	11.95	11.63	12.30
<b>NDF, %</b>	21.50	22.25	21.21	21.59	22.86	21.02

**Tablo 4.** Dönemlere göre ortalama günlük yem tüketimi, (g).**Table 4.** Daily average feed consumption according to periods (g).

Grup/Dönem	0-15	16-30	31-45	46-60	61-75	76-90	91-105	106-120	121-135	136-150	0-150
%100 İnorganik	123.56 <sup>ab</sup>	125.80 <sup>a</sup>	123.24	127.16	125.04	123.51	123.60	136.06 <sup>a</sup>	127.12	124.54	125.96 <sup>ab</sup>
%100 Organik	121.87 <sup>ab</sup>	128.04 <sup>a</sup>	126.69	127.09	125.90	124.86	124.98	134.74 <sup>a</sup>	127.62	125.01	126.68 <sup>a</sup>
%66 İnorganik	118.57 <sup>bc</sup>	125.07 <sup>a</sup>	122.52	124.52	124.70	123.79	124.10	132.33 <sup>ab</sup>	124.39	122.24	124.22 <sup>bc</sup>
%66 Organik	116.10 <sup>c</sup>	119.96 <sup>b</sup>	123.77	125.10	124.99	122.49	122.22	133.00 <sup>ab</sup>	123.29	120.54	123.15 <sup>c</sup>
%33 İnorganik	123.72 <sup>ab</sup>	124.12 <sup>ab</sup>	128.31	127.30	124.71	124.79	123.77	134.24 <sup>a</sup>	128.40	124.61	126.40 <sup>a</sup>
%33 Organik	124.60 <sup>a</sup>	126.47 <sup>a</sup>	126.40	128.60	127.66	124.80	122.79	129.56 <sup>b</sup>	125.61	120.70	125.72 <sup>ab</sup>
SEM	1.77	1.54	1.90	1.45	1.94	1.63	1.41	1.33	1.60	1.58	0.61
Önem Durumu	**	*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	*	Ö.D	Ö.D	**
<b>Kaynak</b>	<b>0-15</b>	<b>16-30</b>	<b>31-45</b>	<b>46-60</b>	<b>61-75</b>	<b>76-90</b>	<b>91-105</b>	<b>106-120</b>	<b>121-135</b>	<b>136-150</b>	<b>0-150</b>
İnorganik	121.95	125.00	124.69	126.33	124.81	124.03	123.83	134.21	126.64	123.80	125.53
Organik	120.86	124.82	125.62	126.93	126.18	124.05	123.33	132.44	125.51	122.08	125.18
SEM	1.02	0.88	1.10	0.84	1.12	0.94	0.81	0.77	0.92	0.91	0.36
Önem Durumu	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

\*: P&lt;0.05 \*\*\*: P&lt;0.01 Ö.D: Önemsiz

a, b, c, Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

**Tablo 5.** Dönemlere göre ortalama günlük yumurta verimi, (%).  
**Table 5.** Daily average egg efficiency according to periods, (%).

Grup/Dönem	0-15	16-30	31-45	46-60	61-75	76-90	91-105	106-120	121-135	136-150	0-150
%100 İnorganik	89.80	92.72	93.33 <sup>ab</sup>	96.57	93.57 <sup>b</sup>	95.64	94.94 <sup>ab</sup>	96.11 <sup>a</sup>	94.90 <sup>ab</sup>	96.00 <sup>a</sup>	94.31 <sup>a</sup>
%100 Organik	89.88	94.20	96.55 <sup>a</sup>	97.46	96.08 <sup>ab</sup>	94.92	94.19 <sup>ab</sup>	95.79 <sup>ab</sup>	95.69 <sup>a</sup>	95.91 <sup>a</sup>	95.02 <sup>a</sup>
%66 İnorganik	86.43	92.97	90.95 <sup>b</sup>	94.88	97.59 <sup>ab</sup>	96.41	96.41 <sup>a</sup>	95.20 <sup>ab</sup>	95.32 <sup>a</sup>	95.64 <sup>a</sup>	94.08 <sup>a</sup>
%66 Organik	86.33	92.35	93.10 <sup>ab</sup>	96.27	96.35 <sup>ab</sup>	94.08	95.93 <sup>ab</sup>	95.16 <sup>ab</sup>	92.82 <sup>ab</sup>	91.40 <sup>bc</sup>	93.99 <sup>a</sup>
%33 İnorganik	86.45	92.46	93.06 <sup>ab</sup>	93.85	93.96 <sup>b</sup>	94.31	92.28 <sup>b</sup>	92.51 <sup>b</sup>	91.63 <sup>b</sup>	89.79 <sup>c</sup>	92.57 <sup>b</sup>
%33 Organik	87.88	93.32	94.50 <sup>ab</sup>	94.70	97.99 <sup>a</sup>	96.02	93.42 <sup>ab</sup>	93.29 <sup>ab</sup>	93.60 <sup>ab</sup>	94.07 <sup>ab</sup>	94.03 <sup>a</sup>
SEM	1.16	1.01	1.38	1.26	1.27	1.00	1.22	1.04	0.90	0.79	0.44
Önem Durumu	Ö.D	Ö.D	*	Ö.D	*	Ö.D	*	*	*	**	**
Kaynak	0-15	16-30	31-45	46-60	61-75	76-90	91-105	106-120	121-135	136-150	0-150
İnorganik	87.56	92.72	92.45	95.10	95.04	95.45	94.54	94.61	94.39	94.69	93.65
Organik	88.03	93.29	94.71	96.15	96.81	95.01	94.51	94.75	95.18	95.02	94.34
SEM	0.67	0.58	0.79	0.72	0.73	0.58	0.70	0.60	0.52	0.45	0.25
Önem Durumu	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

\*: P<0.05 \*\*: P<0.01 Ö.D: Önemsiz

a, b, c, Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

**Tablo 6.** Dönemlere göre ortalama günlük yemden yararlanma oranı, (düzine yumurta /kg yem).**Table 6.** The utilization ratio of daily average feed according to periods.

Grup/Dönem	0-15	16-30	31-45	46-60	61-75	76-90	91-105	106-120	121-135	136-150	0-150
%100 İnorganik	1.65 <sup>ab</sup>	1.63 <sup>b</sup>	1.59 <sup>a</sup>	1.58 <sup>abc</sup>	1.61 <sup>b</sup>	1.55	1.56 <sup>ab</sup>	1.70 <sup>ab</sup>	1.61 <sup>ab</sup>	1.57	1.60 <sup>b</sup>
%100 Organik	1.63 <sup>ab</sup>	1.63 <sup>b</sup>	1.57 <sup>a</sup>	1.57 <sup>ab</sup>	1.57 <sup>ab</sup>	1.58	1.60 <sup>ab</sup>	1.69 <sup>ab</sup>	1.60 <sup>ab</sup>	1.57	1.60 <sup>b</sup>
%66 İnorganik	1.65 <sup>ab</sup>	1.62 <sup>ab</sup>	1.62 <sup>ab</sup>	1.58 <sup>abc</sup>	1.53 <sup>a</sup>	1.54	1.55 <sup>ab</sup>	1.67 <sup>a</sup>	1.57 <sup>a</sup>	1.55	1.59 <sup>ab</sup>
%66 Organik	1.61 <sup>a</sup>	1.56 <sup>a</sup>	1.59 <sup>ab</sup>	1.56 <sup>a</sup>	1.56 <sup>ab</sup>	1.56	1.53 <sup>a</sup>	1.68 <sup>a</sup>	1.56 <sup>a</sup>	1.52	1.57 <sup>a</sup>
%33 İnorganik	1.72 <sup>b</sup>	1.61 <sup>ab</sup>	1.66 <sup>b</sup>	1.63 <sup>bc</sup>	1.59 <sup>ab</sup>	1.59	1.61 <sup>b</sup>	1.74 <sup>b</sup>	1.65 <sup>b</sup>	1.59	1.64 <sup>c</sup>
%33 Organik	1.70 <sup>ab</sup>	1.62 <sup>ab</sup>	1.61 <sup>ab</sup>	1.60 <sup>c</sup>	1.56 <sup>ab</sup>	1.56	1.58 <sup>ab</sup>	1.67 <sup>a</sup>	1.59 <sup>a</sup>	1.53	1.61 <sup>b</sup>
SEM	0.029	0.022	0.022	0.020	0.020	0.021	0.023	0.020	0.021	0.025	0.008
Önem Durumu	*	*	*	*	*	Ö.D	*	*	*	Ö.D	**
Kaynak	0-15	16-30	31-45	46-60	61-75	76-90	91-105	106-120	121-135	136-150	0-150
İnorganik	1.67	1.62	1.62	1.60	1.58	1.56	1.572	1.70	1.61	1.57	1.61
Organik	1.65	1.61	1.59	1.59	1.56	1.57	1.569	1.68	1.58	1.54	1.59
SEM	0.016	0.012	0.013	0.016	0.018	0.012	0.013	0.012	0.012	0.014	0.005
Önem Durumu	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	*

\*: P&lt;0.05 \*\*; P&lt;0.01 Ö.D: Önemsiz

a, b, c, Aynı sütunda ayrı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

**Tablo 7.** Yumurta kalite parametreleri.**Table 7.** Parameters of the quality of the egg.

Gruplar	Yumurta Ağırlığı	Şekil İndeksi	Kırılma Muk.	Kabuk Kalınlığı	Sarı Rengi	Ak İndeksi	Sarı İndeksi	Haugh Birimi
<b>Deneme başı</b>								
%100 İnorganik	61.32	80.00 <sup>a</sup>	2.64	0.40 <sup>a</sup>	12.38	10.82	46.34	90.14
%100 Organik	63.21	79.50 <sup>ab</sup>	2.78	0.41 <sup>a</sup>	12.13	9.79	46.83	86.72
%66 İnorganik	64.02	79.88 <sup>a</sup>	2.62	0.40 <sup>a</sup>	12.13	9.30	46.56	84.95
%66 Organik	60.55	81.00 <sup>a</sup>	2.54	0.41 <sup>a</sup>	11.88	10.62	45.40	89.94
%33 İnorganik	63.46	81.13 <sup>a</sup>	2.31	0.38 <sup>b</sup>	11.63	9.84	46.29	85.95
%33 Organik	61.74	77.38 <sup>b</sup>	2.64	0.39 <sup>ab</sup>	11.63	9.18	47.56	85.33
Önem Durumu	Ö.D	*	Ö.D	*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
SEM	1.15	0.82	0.19	0.01	0.42	0.65	1.01	2.28
<b>Deneme ortası</b>								
%100 İnorganik	63.12 <sup>ab</sup>	78.50	2.35	0.43 <sup>ab</sup>	11.75	10.48	45.24 <sup>ab</sup>	89.55
%100 Organik	65.56 <sup>a</sup>	80.75	2.86	0.41 <sup>b</sup>	12.25	8.45	43.25 <sup>b</sup>	82.12
%66 İnorganik	61.52 <sup>b</sup>	79.75	2.62	0.46 <sup>a</sup>	12.25	9.57	43.45 <sup>ab</sup>	86.46
%66 Organik	63.21 <sup>ab</sup>	79.25	3.05	0.42 <sup>ab</sup>	11.88	9.80	44.68 <sup>ab</sup>	86.24
%33 İnorganik	63.21 <sup>ab</sup>	80.00	2.87	0.39 <sup>b</sup>	11.75	10.38	46.11 <sup>a</sup>	87.96
%33 Organik	63.72 <sup>ab</sup>	79.38	2.71	0.41 <sup>b</sup>	12.00	9.94	44.86 <sup>ab</sup>	86.44
Önem Durumu	*	Ö.D	Ö.D	*	Ö.D	Ö.D	*	Ö.D
SEM	1.10	0.86	0.31	0.02	0.44	0.67	0.69	2.46
<b>Deneme sonu</b>								
%100 İnorganik	67.25	79.13	2.44	0.41	12.38	8.18	44.72	79.16
%100 Organik	64.82	78.25	1.68	0.41	11.88	7.50	44.76	77.63
%66 İnorganik	64.80	78.50	2.39	0.40	12.00	7.09	45.00	75.91
%66 Organik	64.35	77.75	2.69	0.44	11.88	6.99	44.27	75.99
%33 İnorganik	67.18	79.00	2.36	0.41	12.13	7.98	42.47	80.14
%33 Organik	64.51	78.75	2.15	0.42	11.88	7.97	43.48	78.98
Önem Durumu	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
SEM	1.06	0.78	0.34	0.02	0.38	0.61	0.81	2.87
<b>Ortalama</b>								
%100 İnorganik	63.90	79.21	2.47	0.41 <sup>ab</sup>	12.17	9.82	45.44	86.28
%100 Organik	64.53	79.50	2.44	0.41 <sup>ab</sup>	12.08	8.58	44.95	82.50
%66 İnorganik	63.45	79.38	2.54	0.42 <sup>a</sup>	12.13	8.65	45.00	82.44
%66 Organik	62.70	79.33	2.76	0.42 <sup>a</sup>	11.88	9.14	44.78	84.06
%33 İnorganik	64.61	80.04	2.51	0.39 <sup>b</sup>	11.83	9.40	44.96	84.68
%33 Organik	63.32	78.50	2.50	0.41 <sup>ab</sup>	11.83	9.03	45.30	83.58
Önem Durumu	Ö.D	Ö.D	Ö.D	*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
SEM	0.70	0.49	0.17	0.01	0.23	0.43	0.54	1.68

\*: P&lt;0.05, Ö.D: Önemsiz

a, b, Aynı sütunda ayrı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmanın geneli itibari ile (0-150.günler) iz mineral miktarının yem tüketimini önemli ölçüde etkilediği ( $P<0.001$ ); en düşük yem tüketiminin %66 organik mineral tüketen grupta; en yüksek yem tüketiminin ise %100 organik mineral tüketen grupta gerçekleştiği belirlendi. Diğer taraftan, mevcut araştırmada iz mineral kaynaklarının organik veya inorganik formlarının yem tüketimi üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı da belirlendi. Benzer şekilde (16-19) yumurta tavuklarında Cu, Zn ve Mn'nin inorganik formları yerine organik formlarının kullanılmasının yem tüketimini etkilemediğini ifade etmişlerdir. Çalışmada inorganik iz minerallerin düzeyinin NRC'nin bildirdiği ihtiyaç düzeylerinin %66'ya düşürülmesi yumurta verimini değiştirmemiş; inorganik iz mineral düzeyi %33'e düşürüldüğünde yumurta veriminde önemli bir düşüş tespit edilmiştir ( $P<0.01$ ). Diğer taraftan inorganik formlarının %33'ü yerine organik formda katılan Zn, Cu ve Mn, yumurta veriminde herhangi bir düşüşe neden olmamıştır. Organik minerallerin inorganik formlarına göre biyoyararlanımının daha yüksek olmasına atfedilen bu bulgular yumurtacı tavuk rasyonlarına inorganik minerallerin gereğinden fazla katıldığı şeklindeki iddiaları (20-22) ve organik minerallerin organizmadaki yararlanımlarının inorganik minerallerden daha iyi olduğu ve aynı etkiyi sağlamak için yemlere daha düşük düzeylerde katılabileceği şeklindeki literatürler bildirimlerini (23-25) destekler niteliktedir. Çalışmanın çok büyük bir bölümünde ve çalışmanın genelini yansıtan 0-150. günler arasında gerek iz minerallerin dozları gerekse kaynağı yemden yararlanma oranlarını önemli derecede etkilemiştir. İnorganik iz minerallerin düzeyinin %100'den %66'ya düşürülmesi yemden yararlanma oranını etkilemezken %33'e düşürülmesi kötüleştirilmiştir. Yemden yararlanma oranı %100 ve %33 organik iz mineral gruplarında %100 inorganik iz mineral grubuyla aynı olurken %66 organik iz mineral grubunda ise önemli derecede iyileşmiştir.

Organik minerallerin biyolojik olarak yararlanabilirliğinin daha yüksek olmasının sebebi normal mineral iyonlarının ince bağırsakta sindirilmeye yollarından daha ziyade peptid ve aminoasitlerin sindirilmeye yollarıyla vücut içinde kullanılmalarıdır. Minerallerin organik formları çok daha kolay taşınır ve bağırsakta emilimleri oldukça yüksektir. Daha stabil oldukları gibi emilim hızlarını düşürebilen fitaz gibi bazı rasyon bileşenleriyle oluşabilecek ters reaksiyonlardan biyokimyasal olarak korunurlar (26).

Gheisari ve ark. (27) çalışmalarında, Cu, Zn ve Mn iz minerallerinin inorganik oksit ile sülfat formlarını NRC'nin tavsiye ettiği düzeylerde, sülfat formunu 2/3 düzeyinde, yine Cu, Zn ve Mn'nin organik formlarını NRC'nin tavsiye ettiği düzeylerde ve bu düzeylerin sırasıyla 2/3 ve 1/3 düzeylerinde yumurta tavuğu yemlerine katmışlardır. Çalışma sonuçları inorganik iz minerallerin sülfat formunun biyoyararlanımının oksit formuna göre daha iyi olduğu, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve kırık yumurta oranlarında istatistiksel, yumurta veriminde ise rakamsal iyileşmeler olduğunu göstermiştir. Yine organik iz minerallerin inorganiklere kıyasla yem tüketimi, yumurta verimi, yumurta kabuk kalitesi ve yumurta albümin kalitesini iyileştirdiğini ve mısır-soya ağırlıklı yumurta tavuğu rasyonlarına organik iz minerallerin NRC'nin önerdiği düzeylerin 2/3 ve 1/3 katılması durumunda bile yumurtlama performansı ve yumurta kalite kriterlerinde olumsuz etki oluşturmadığını bildirmeleri mevcut çalışma sonuçlarını desteklemektedir.

Yumurta iç ve dış kalite özellikleri tüketici tercihini artırmak, raf ömrünü uzatmak, kırık ve çatlak yumurta oranı azaltmak suretiyle yumurta tavukçuluğunda karlılığı etkileyen en önemli unsurlardandır. Yumurta iç ve dış kalitesi genetik, yaş, yumurtlama zamanı, hastalıklar, çevresel faktörler ve beslenme gibi birçok faktöre bağlı olarak değişir (28, 29).

Çalışmada kabuk kalınlığı dışındaki yumurta iç ve dış kalite parametrelerinde organik iz minerallerin olumlu etkileri olmuşsa da, bu



iyileşmeler rakamsal boyutta kalmıştır. Bu sonuçlar yumurta tavuğu rasyonlarına organik minerallerin katılmasının yumurta iç ve dış kalite parametrelerini değiştirmedini bildiren araştırmacıları (19,27,30) bildirişleri ile benzerlik göstermektedir. Ancak organik izminerallerin yumurta ağırlığını artırdığını (16) veya azalttığını (5) ifade eden araştırmacıların bildirişleri de bulunmaktadır.

Yumurta iç kalitesini göstermekte en yaygın ve güvenilir ölçüt Haugh birimi değeridir. Haugh birimi değeri yumurtanın tazeliği, dayanıklılığı, pişirmeye uygunluğu akin yapısı hakkında fikir vermekte olup satış açısından önemlidir. İnorganik iz minerallerin yerine organik iz minerallerin kullanılması Haugh birimi değerini etkilememiştir. Bu konuda farklı bildirişler bulunmakta, kimi araştırmacılar (5) inorganik iz minerallerin yerine kısmen veya tamamen organik iz minerallerin kullanılmasının Haugh birimi değerini değiştirmedini, kimi araştırmacılar (30) ise artırdığını bildirmektedirler.

Yumurta kabuk kalınlığı kabuk kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden biri olup, dayanıklılığını etkilemekte ve yumurtaların toplanması sınıflandırılması, paketlenmesi, nakliyesi depolanması açısından önemli olmaktadır (31). Çalışmada inorganik iz mineral düzeyinin %33'e düşmesi yumurta kabuk kalınlığını %100 inorganik grubuna göre azaltmış, %66 inorganik ve bütün organik iz mineral gruplarında ise artırmıştır. Kabuk kalınlığı üzerine organik iz minerallerin etkisi olumlu olmuştur. Bu bulgulara çok benzer şekilde yumurtacı tavuklarda inorganik Cu, Zn ve Mn iz minerallerinin düzeyinin NRC'nin tavsiye ettiği düzeyin 2/3'ne düşürülmesinin yumurta kabuk kalınlığını azalttığını, buna karşın Cu, Zn ve Mn iz minerallerinin organik formlarının NRC'nin tavsiye ettiği düzeylerde ve bu düzeylerin sırasıyla 2/3 ve 1/3 düzeylerinde kabuk kalınlığına artış yaptığını, en fazla kabuk kalınlığının ise 2/3 organik iz mineral grubunda gerçekleştiği bildirmiştir (27). Konu ile ilgili benzer çalışmalarda farklı bildirişler bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar (5,16) inorganik iz minerallerin yerine kısmen veya tamamen organik iz minerallerin kullanılmasının

yumurta kabuk kalınlığı üzerine etkisinin olmadığını, bazı araştırmacılar (30) ise yumurta kabuk kalınlığını artırdığını bildirmişlerdir. Bu farklılıkların çalışmalarda farklı hibritlerin (hafif, yarı ağır, ağır) kullanılmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Sonuç olarak yumurta tavuğu rasyonlarına inorganik iz minerallerin gereğinden daha fazla katıldığı ve inorganik iz minerallerin yerine %33 oranında organik iz mineral katılarak aynı etkinin sağlanabileceği kanaatine varılmıştır.

#### KAYNAKLAR

1. Spears JW., 2003. Trace minerals bioavailability in ruminants. *Journal of Nutrition*. 133, 1506 – 1509
2. Spears, J.W. 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology*. 58: 151-163.
3. Ahola JK., Baker DS., Burn PD., Mortimer RG., Enns RM., Whittier JC., Geary TW., Engle TE., 2004. Effect of copper, zinc and manganese supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-years period. *Journal of Animal Sciences*, 82, 2375-2383.
4. İnal F., Coşkun B., Gulsen N., Kurtoğlu V., 2001. The effects of with drawal of vitamin and trace mineral supplements from layer diets on egg yield and trace mineral composition. *British Poultry Sciences*, 42, 77-80.
5. Fernandes JIM., Murakami AE., Sakomato MI., Souza LMG., Malaguido A., Martins EN., 2008. Effects of organic mineral dietary supplementation on production performance and quality of white layers. *Brazilian Journal of Poultry Sciences*, 20, 59-65.
6. Aksu T., Özsoy B., Saripinar-Aksu D., Yörük M., Gül M., 2011. The effects of lower levels of organically complexed zinc, copper and manganese in Broiler diets on performance, mineral concentration of tibia and mineral excretion. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17, 141-146.

7. Saripinar-Aksu D., Aksu T., Özsoy B., Baytok E., 2010. The effects of replacing inorganic with a lower level of organically complexed minerals (Cu, Zn and Mn) in Broiler diets on lipid peroxidation and antioxidant defense systems. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23, 1066-1072.
8. Saripinar-Aksu D., Aksu T., Özsoy B., 2010. The effects of lower supplementation levels of organically complexed minerals (zinc, copper and manganese) versus inorganic forms on hematological and biochemical parameters in Broilers. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 553-559.
9. Hynes MJ., Kelly P., 1995. Biotechnology in the feed industry. *Proceedings of the 11th Annual Symposium*. Lyons TP. and Jacques KA. eds. Nottingham University Press, Loughborough, Leics, UK., 233-248.
10. Reeves PG., DeMars LC., 2004. Copper deficiency reduces iron absorption and biological iron in male rats. *Journal of Nutrition*, 134, 1953-1957.
11. Mabe I., Rapp C., Bain MM., Nys Y., 2003. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese, copper and zinc from organic and inorganic sources improves eggshell quality of laying hens. *Poultry Sciences*, 82, 1903-1913.
12. NRC., 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th Edn., National Academy Press, Washington, DC., USA., ISBN-13: 9780309048927, Pages: 155.
13. A.O.A.C., 1984. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 14th edn., Inc., Arlington, Virginia.
14. Van Soest PJ., Robertson JB., Lewis D., 1991. Methods of dietary fiber neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
15. Düzgüneş O., Kesici T., Gürbüz F., 1983. *İstatistik Metodları I*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 861, Ders kitabı, 229.
16. Maciel MP., Saraiva PE., Aguiar EF., Ribeiro PAP., Passos DP., Silva JB., 2010. Effect of using organic microminerals on performance and external quality of eggs of commercial laying hens at the end of laying. *Revista Brasileira Zootecnia*, 39, 344-348.
17. Macalintal LM., Contor AH., Ao T., Pierce JL., Pescatore AJ., Dawson KA., Ford MJ., King WD., Gillespie HD., 2010. Effect of organic trace mineral sources on production and egg quality of white egg laying hens. *Poultry Sciences Association Annual Meeting*.
18. Stefanello C., Santos TC., Murakami AE., Martins EN., Carneiro TC., 2014. Productive performance, eggshell quality, and eggshell ultrastructure of laying hens fed diets supplemented with organic trace minerals. *Poultry Science*, 93, 104-113.
19. Yenice E., Mızrak C., Gültekin M., Atik Z., Tunca M., 2015. Effects of dietary organic or inorganic manganese, zinc, copper and chrome supplementation on the performance, egg quality and hatching characteristics of laying breeder hens. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 62, 63-68.
20. Keshavarz K., 1997. The use of zinc and manganese proteinates on performance and shell quality of laying hens. *Altech's Ad. Book. Enclosure Code Egg 1-3 April*.
21. Güçlü KB., İşcan MK., 2004. Farklı düzeylerde kalsiyum içeren yumurta tavuğu rasyonuna Eggshell-49 ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve bazı kan parametrelerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 51, 219-224.
22. Rutz F, Pan EA, Xavier GB, Anciuti MA, 2003. Meeting selenium demands of modern poultry: Responses to SelPlex™ organic selenium in broiler and breeder diets. *Biotechnology in the Feed and Food Industries: Beyond the Storm*. Proc. 19th Alltech Ann. Symp. T. P. Lyons and K. A. Jacques, ed. Nottingham University Press, Nottingham, UK 145-161.
23. Ao T., Pierce JL., Power R., Dawson KA., Pescatore AJ., Cantor AH., Ford MJ., 2006. Evaluation of bioplex Zn as an organic zinc

- sources for chicks. *International Journal of Poultry Sciences*, 5, 808-811.
24. Li SF., Luo XG., Lu L., Crenshaw TD., Bu YQ., Liu B., Kuang X., Shao GZ., Yu SX., 2005. Bioavailability of organic manganese sources in broilers fed high dietary calcium. *Animal Feed Sciences and Technology*, 124, 703-125.
25. Abdallah AG., El-Hüsseiny OM., Abdel-Latif KO., 2009. Influence of some dietary organic mineral supplementations on broiler performance. *International Journal Poultry Sciences*, 8, 291-298.
26. Close WH., 1998. The role of trace mineral proteinates in pig nutrition. In *biotechnology in the feed industry*. Proceedings of Alltech's 14th Annual Symposium. Lyons TP., Jacques KA., eds, Nottingham University Press. Nottingham. UK., 349-376.
27. Gheisari AA., Sanei A., Samie A., Gheisari MM., Toghyani M., 2011. Effect of diets supplemented with different levels of manganese, zinc and copper from their organic or inorganic sources on egg production and quality characteristics in laying hens. *Biomedical Life Sciences*, 142, 555-571.
28. Yörük MA., Gül M., Hayırlı A., Karaoğlu M., 2004. Laying performance and egg quality of hens supplemented with sodium bicarbonate during the late laying period. *International Journal of Poultry Science*, 3, 272-278.
29. Rajkumar U., Sharma RP., Rajaravindra KS., Niranjan M., Reddy BLN., Bhattacharya TK., Chatterjee RN., 2009. Effect of genotype and age on egg quality traits in naked neck chicken under tropical climate from India. *International Journal of Poultry Sciences*, 8, 1151-1155.
30. Qiujuan S., Yuming G., Jian L., Tianguo Z., Jinlei W., 2012. Effects of methionine hydroxy analog chelated Cu/Mn/Zn on laying performance, egg quality, enzyme activity and mineral retention of laying hens. *Japan Poultry Sciences*, 49, 20-25.
31. Şenköylü N., Meriç C., 1989. Yaz sıcaklarında ticari yumurtacı hibrit rasyonlarına vitamin C ve dikalsiyum fosfat ilavesinin yumurta verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4,1-2.