

Yumurta Tavuğu Rasyonlarına İlave Edilen Organik ve İnorganik Kromun Vitamin E ile Kombine Edilmesinin Performans, Yumurta Verimi ve Yumurta Kalitesi Üzerine Etkileri

Seher KÜÇÜKERSAN¹, Derya YEŞİLBAĞ², Kemal KÜÇÜKERSAN¹,
Ebru GÖNCÜOĞLU¹

Geliş Tarihi: 28.10.2009
Kabul Tarihi: 17.11.2009

Özet: Bu araştırmada yumurta tavuğu rasyonlarına ilave edilen organik ve inorganik kromun (Cr) tek başına ve Vitamin E ile kombine kullanımının canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma, yumurta ağırlığı, yumurta verimi ve yumurta kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla toplam 240 adet 40 haftalık Lohmann LSL tipi beyaz yumurtacı tavuk 40'ar hayvandan oluşan 1 kontrol ve 5 deneme grubuna ayrıldı. I. deneme grubuna 20 mg/kg organik Cr (*chromium picolinate*); II. deneme grubuna 20 mg/kg organik Cr ve 250 mg/kg vitamin E; III. deneme grubuna 800 mg/g inorganik Cr (*chromium chlorür*); IV. deneme grubuna 800 mg/g inorganik Cr ve 250 mg/kg vitamin E; V. deneme grubuna ise sadece 250 mg/kg vitamin E ilavesi yapıldı. Kısıtlamasız (*ad libitum*) yemleme yapılan ve 3 ay devam eden araştırma sonunda kontrol ve deneme grupları arasında canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve yumurta verimi değişkenleri yönünden istatistiksel farklılık tespit edilmedi ($p>0.05$). Organik Cr ve Vitamin E kombinasyonunun (Grup II) kontrol ve diğer deneme gruplarıyla kıyaslandığında yumurta ağırlığı ($p<0.05$) ve yumurta kalınlığı değerlerinde ($p<0.001$) önemli bir artışa neden olduğu belirlendi. Fakat ak-sarı indeksi, kırılma mukavemeti ve Haugh birimi gibi yumurta kalite parametresi değerlerinde kontrol ve deneme grupları arasında istatistik farklılık oluşmadığı saptandı. Sonuç olarak bu araştırmada rasyona ilave edilen organik ve inorganik kromun performans ve yumurta kalite değişkenleri üzerine olumsuz etki yapmadığı, 20 mg/kg düzeyindeki organik krom ve 250 mg/kg düzeyinde Vitamin E ilavesinin yumurta ağırlığı ve yumurta kabuk kalınlığı değerlerinde önemli artışlara neden olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yumurta tavuğu, Krom, Vitamin E, Yumurta verimi, Performans.

The Effects of Organic and Inorganic Chromium Combined With Vitamin E on Performance, Egg Production and Egg Quality in Laying Hens

Abstract: This study was carried out to determine the effects of organic and inorganic chromium (Cr) combined with vitamin E on performance, egg production and egg quality in laying hens. A total of 240 Lohmann LSL layers which were in 40 weeks of age were used in this study. Study design included six groups (consisting of 1 control and 5 experimental groups) each containing 40 hens. 20mg/kg organic Cr (chromium picolinate) was added to group I; 20mg/kg organic Cr and 250mg/kg vitamin E to group II; 800mg/kg inorganic Cr (chromium chlorür) to group III; 800mg/kg inorganic Cr and 250mg/kg vitamin E to group IV and 250mg/kg vitamin E to group V. The experimental period lasted 12 weeks. At the end of the experiment, there were no statistically significant differences among the groups in body weight, feed consumption, feed efficiency and egg production ($p>0.05$). It was determined that the supplementation of organic Cr and vitamin E (group II), compared to control group and other groups, increased the egg weight ($p<0.05$) and egg shell thickness ($p<0.001$). Supplementation of chromium and vitamin E to diets did not cause statistically significant differences in the other egg quality parameters. As a result, 20mg/kg organic Cr and 250mg/kg vitamin E supplementation to diet caused on statisti-

¹ Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, Dışkapı-Ankara.

² Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, Görükle-Bursa.

cally significant increase in egg weight and egg shell thickness. Besides shell breaking strength was increased numerically in the present study. It was recorded that the feed additives used in this study did not cause any negative effects in laying hens.

Key Words: Laying hens, Chromium, Vitamin E, Egg production, Performance.

Giriş

İnsanlar ve hayvanlar için bir iz mineral olarak kabul edilen krom doğada daha çok trivalent (Cr^{+3}) formda bulunmaktadır. Bu form belirli enzimlerin aktivasyonu ve protein ile nükleik asitlerin stabilizasyonu için esansiyel olarak düşünülmektedir. En önemlisi glikoz metabolizması esansiyeldir¹⁵. Krom vücutta birçok fizyolojik fonksiyona sahip olup karbonhidrat, yağ ve proteinlerin normal metabolizması için esansiyel bir elementtir². Trivalent krom (Cr^{+3}) hem organik hem de inorganik bileşiklerle kombine edilebilir. İnsülin enerji üretimini, kas dokudaki depoları, yağ metabolizmasını ve kolesterol kullanımını düzenlemektedir. İnsülin yetersizliğinde glikoz vücut hücreleri tarafından yeterince kullanılmamakta, yağa çevrilmekte ve yağ hücrelerinde depolanmaktadır. Ayrıca, uygun aminoasitler hücrelere giremediğinden kas oluşumunda sorunlar yaşanmaktadır. İnsan ve hayvan diyetlerine Cr ilavesi glikoz toleransını ve insülin bağlanma düzeyini artırmakta ve kan glikoz düzeyi normal seviyelerde olmaktadır¹². Hayvanlarla yapılan araştırmalar rasyonlara ilave edilen organik Cr bileşiklerinin (chromium picolinate ve chromium nicotinate) inorganik Cr (chromium chloride) bileşiklerinden daha etkili bir şekilde absorbe edildiğini ortaya koymuştur. Krom karaciğerde yağ asidi ve kolesterol sentezini uyarır fakat yağ metabolizması üzerine olan etkisi değişkendir⁶.

Vitamin E'nin en önemli fonksiyonlarından biri biyolojik antioksidan olmasıdır. Bu etkisini hücre içi ve hücreler arası ortamda gösterebilmektedir. Bu fonksiyonu ile serbest radikalleri nötralize eder ve hücre membranındaki lipidleri peroksidasyondan korur. Antioksidan vitamin ve minerallerin kombinasyonları oksidatif etkenlere karşı daha güçlü antioksidan özellik göstermektedir⁹. Kromun insülin üzerine olan etkileri yanında *in vivo* ortamda Cr^{+3} 'ün antioksidan fonksiyona sahip olduğu değerlendirilmektedir¹⁸. Bu araştırmada organik ve inorganik kromun ayrı ayrı ve Vitamin E ile kombinasyonunun yumurta tavuklarında performans, yumurta verimi, yumurta iç ve dış kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Metod

Hayvan Materyali

Araştırmada hayvan materyali olarak 40 haftalık yaşta toplam 240 adet Lohmann LSL tipi beyaz yumurtacı hibrit tavuk kullanılmıştır. Her grupta 40 adet hayvan olacak şekilde bir kontrol ve 5 deneme grubu düzenlenmiştir. Her bir deneme grubu da 10 tavuktan oluşan 4 alt gruba ayrılmıştır.

Yem Materyali

Araştırmada kullanılan yem hammaddeleri ticari yolla temin edilerek deneme rasyonları A.Ü.Veteriner Fakültesi yem karma ünitesinde hazırlanmıştır. Deneme rasyonlarının bileşimi, enerji ve besin madde içerikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Denemede kullanılan temel rasyonun bileşimi ve kimyasal kompozisyonu

Table 1. Chemical composition and ingredients of basal diet used in the study

| Yem Maddesi | % |
|---|-------|
| Mısır | 46.65 |
| Arpa | 7.00 |
| Soya küspesi | 29.50 |
| Kireçtaşı | 9.50 |
| DCP | 2.10 |
| Bitkisel yağ | 4.50 |
| Vitamin+ Mineral premiksi * | 0.25 |
| Metiyonin | 0.25 |
| Tuz | 0.25 |
| Besin maddeleri bileşimi ve ME enerji düzeyleri | |
| Kuru madde, % | 93.94 |
| Ham protein, % | 18.02 |
| Kül, % | 13.55 |
| Kalsiyum, % | 3.78 |
| Fosfor, % | 0.66 |
| ME, kcal/kg** | 2797 |

*: Her 2.5 kg'lık karışımda; 12.000.000 IU Vitamin A, 2.000.000 IU Vitamin D3, 35.000mg Vitamin E, 3.000 mg Vitamin K₃, 3.000mg Vitamin B₁, 6.000mg Vitamin B₂, 4.000mg Vitamin B₆, 15mg Vitamin B₁₂, 30.000 mg Niacin, 8.000mg Kalsiyum 10.000mg D- Pantotenat, 1.000 mg Folik Asit, 50.000 mg Vitamin C, 50 mg Biotin, 80.000 mg Manganez, 60.000mg Demir, 60.000 mg Çinko, 5.000 mg Bakır, 5.000 mg İyot, 200 mg Kobalt, 150 mg Selenyum, 10.000 mg Antioksidan, 15.000 mg Karofil kırmızısı, 5.000 mg Karofil sarısı bulunmaktadır.

** Hesaplama ile bulunan değer

Deneme Düzeni ve Deneme Hayvanlarının Beslenmesi

Araştırmada kullanılan hayvanlara grup yemlemesi uygulanmış olup yem ve su *ad libitum* olarak sunulmuştur. Üç ay süreyle devam eden araştırmada gün ışığına ilave olarak 17 saat aydınlatma uygulanmıştır. Denemede %18 HP ve 2800 kcal/kg ME içeren temel rasyon kullanılmıştır. Deneme rasyonlara ilave edilen Cr ve Vitamin E düzeyleri Tablo 2’de sunulmuştur. I. dDeneme grubu rasyonuna 20 mg/kg organik Cr (chromium picolinate); II. Deneme grubuna 20 mg/kg organik Cr ve 250 mg/kg vitamin E (α -tocopherol acetate); III. Deneme grubuna 800 mg/kg inorganik Cr (chromium chlorür); IV. Deneme grubuna 800 mg/kg inorganik Cr ve 250 mg/kg vitamin E; V. Deneme grubuna ise sadece 250 mg/kg vitamin E ilave edilmiştir.

Tablo 2. Deneme gruplarında temel rasyona ilave edilen krom ve vitamin E düzeyleri (mg/kg)

Table 2. Level of chromium and vitamin E supplemented into experimental diets (mg/kg)

| | Deneme Grupları | | | | | |
|--------------|-----------------|--------|---------|----------|---------|--------|
| | Kontrol | Grup I | Grup II | Grup III | Grup IV | Grup V |
| ORGANİK CR | - | 20 | 20 | - | - | - |
| İnorganik Cr | - | - | - | 800 | 800 | - |
| Vitamin E | - | - | 250 | - | 250 | 250 |

Denemenin Yürütülmesi

Araştırmada kullanılan deneme yemlerinin kimyasal bileşimi AOAC’de¹ bildirilen metotlara göre belirlenmiştir. Metabolize olabilir enerji (ME) düzeyinin hesaplanmasında ise

TSE’nin²⁰ önerdiği formül kullanılmıştır. Hayvanlar denemenin başlangıcında ve sonunda tek tek tartılarak canlı ağırlıkları saptanmıştır. Hayvanlar grup yemlemesine tabi tutulup on beş günde bir yapılan tartımlar ile yem tüketimi alt grup ortalaması olarak tespit edilmiştir. Deneme süresince gruplarda yumurta verimleri her gün aynı saatte kaydedilerek yumurta verimi hesaplanmıştır. Yemden yararlanma oranı ise bir kilogram yumurta üretimi için tüketilen toplam yem miktarı olarak belirlenmiştir.

Denemede alt gruplara ait yumurtalar on beş günde bir oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra tartılıp ağırlıkları saptanmıştır. Gruplardan elde edilen ve her alt gruptan 3’er adet olmak üzere toplam 12 adet yumurtadan ayda bir kez iç ve dış kalite özellikleri tayini yapılmıştır. Bu amaçla yumurtalarda ak indeksi, sarı indeksi, haugh birimi, kırılma mukavemeti ve kabuk kalınlığı değerleri belirlenmiştir³.

İstatistik Analizler

Elde edilen verilerin istatistiki analizi ve grupların ortalama değerleri arasındaki farklılığın önemliliği varyans analiz metodu¹⁴ ile gruplar arası farklılığın önemlilik derecesi ise Duncan testi ile belirlenmiştir⁵. İstatistiki analizler SPSS V.10.0 (Inc., Chicago, II, USA) programı ile yapılmıştır.

Bulgular

Araştırmada kullanılan temel rasyonun bileşimi ve kimyasal kompozisyonu Tablo 1’de sunulmuştur. Araştırmadaki tavukların deneme başı ve deneme sonu canlı ağırlık ortalamaları, yem tüketim değerleri, yumurta verimleri, yemden yararlanma oranları ve yumurta ağırlıkları Tablo 3’de, yumurta kalite parametrelerine ait veriler ise Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 3. Rasyona organik ve inorganik krom ve E vitamini ilavesinin performans değişkenleri üzerine etkisi

Table 3: The effects of dietary supplemented organic or inorganic chromium combined with Vitamin E on performance variables

| Parametreler | Kontrol | | Grup I | | Grup II | | Grup III | | Grup IV | | Grup V | | p |
|--------------------------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|----------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---|
| | x | Sx | x | Sx | x | Sx | x | Sx | x | Sx | x | Sx | |
| Deneme başı CA, g | 1655.25 | 23.28 | 1673.47 | 20.54 | 1666.05 | 25.24 | 1642.52 | 24.77 | 1625.05 | 23.06 | 1673.47 | 20.53 | - |
| Deneme sonu CA, g | 1617.90 | 23.45 | 1620.47 | 24.15 | 1668.50 | 27.59 | 1654.55 | 23.29 | 1658.97 | 23.86 | 1659.05 | 30.45 | - |
| Yem tüketimi, g | 114.95 | 2.84 | 113.44 | 2.98 | 113.86 | 3.08 | 110.81 | 3.62 | 107.87 | 4.11 | 117.44 | 1.20 | - |
| Yemden yararlanma, kg yem/kg yumurta | 1.96 | 0.003 | 1.95 | 0.006 | 1.92 | 0.003 | 1.85 | 0.004 | 1.83 | 0.007 | 2.01 | 0.003 | - |
| Yumurta verimi, % | 88.93 | 1.40 | 89.76 | 1.24 | 86.47 | 2.42 | 90.35 | 1.49 | 87.32 | 0.93 | 87.88 | 1.10 | - |
| Yumurta ağırlığı, g | 65.28 | 0.26 ^b | 65.74 | 0.23 ^b | 66.72 | 0.32 ^a | 65.49 | 0.49 ^b | 65.74 | 0.34 ^b | 65.60 | 0.28 ^b | * |

Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasında istatistiki açıdan farklılık bulunmuştur * p<0.05

Tablo 4. Rasyona organik ve inorganik krom ile E vitamini ilavesinin yumurta kalite değişkenleri üzerine etkisi

Table 4: The effects of dietary supplemented organic or inorganic chromium combined with Vitamin E on performance egg quality

| Parametreler | Kontrol | | Grup I | | Grup II | | Grup III | | Grup IV | | Grup V | | p |
|--------------------------------------|---------|-------------------|--------|--------------------|---------|-------------------|----------|--------------------|---------|---------------------|--------|--------------------|-----|
| | x | Sx | x | Sx | x | Sx | x | Sx | x | Sx | x | Sx | |
| Ak indeksi | 5.59 | 0.20 | 5.37 | 0.19 | 5.64 | 0.15 | 5.39 | 0.11 | 5.89 | 0.21 | 5.43 | 0.10 | - |
| Sarı İndeksi | 40.49 | 0.42 | 39.03 | 0.98 | 39.07 | 0.37 | 39.53 | 0.23 | 39.64 | 0.69 | 40.32 | 0.32 | - |
| Haugh birimi | 82.40 | 1.29 | 77.19 | 2.26 | 79.69 | 0.97 | 79.49 | 0.83 | 81.18 | 1.43 | 81.23 | 0.67 | - |
| Kırılma mukavemeti, kg/cm^2 | 3.07 | 0.20 | 3.11 | 0.15 | 3.22 | 0.14 | 3.26 | 0.16 | 3.32 | 0.13 | 3.10 | 0.13 | - |
| Kabuk kalınlığı, $mm \times 10^{-2}$ | 38.38 | 0.36 ^d | 39.40 | 0.41 ^{cd} | 41.36 | 0.48 ^a | 40.72 | 0.44 ^{ab} | 40.55 | 0.45 ^{abc} | 40.10 | 0.16 ^{bc} | *** |

Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasında istatistikî açıdan farklılık bulunmuştur *** $p < 0.001$

Tartışma ve Sonuç

Araştırma sonunda gruplarda elde edilen canlı ağırlık değerleri sırasıyla 1617.90, 1620.47, 1668.50, 1654.55, 1658.97 ve 1659.05 g olarak belirlenmiş olup (Tablo 3) bu değerlerin istatistik açıdan önemli bir farklılık ($p > 0.05$) oluşturmadığı tespit edilmiştir. İstatistik açıdan önemli bulunmamasına rağmen rakamsal olarak deneme gruplarındaki canlı ağırlık değerlerinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan diğer çalışmalarda özellikle de soğuk stresi altındaki yumurta tavuğu ve yumurtacı bildircin rasyonlarına ilave edilen organik kromun canlı ağırlıkta önemli artışlara neden olduğu belirlenmiştir^{16,17,19}. Özellikle organik kromun memeli ve kanatlı hayvanlarda enerji metabolizmasında ve protein sentezinde önemli rol aldığı ayrıca karkas kalitesinde artışa neden olduğu daha önceki çalışmalarda ortaya konulmuştur¹².

Araştırma süresince gruplarda ortalama yem tüketiminin genel anlamda değişmediği ($p > 0.05$) ve gruplardaki ortalama yem tüketimi değerlerinin sırasıyla 114.95, 113.44, 113.86, 110.81, 107.87 ve 117.44 g olduğu belirlenmiştir. Uyanık ve ark.²¹ rasyona 20 mg/kg krom klorür ilavesi yapılan grupta yem tüketiminin %1.88 düzeyinde azalmış olduğunu bildirmişlerdir. Diğer çalışmalarda ise rasyona organik krom ilavesinin canlı ağırlıkta artışa neden olurken yem tüketiminde herhangi bir değişime neden olmadığı bildirilmiştir^{17,10,11}. Şahin ve ark.¹⁸ tarafından yapılan çalışmada bildircin rasyonlarına 200, 400, 800 ve 1200 $\mu g/kg$ düzeylerine organik krom (chromium picolinate) eklenmiş ve artan krom içeriğine paralel olarak yem tüketimini değerlerinin de artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Araştırma süresince kontrol ve deneme gruplarında ortalama yumurta verimi sırasıyla % 88.93, %89.76, %86.47, %90.35, %87.32 ve %87.88 düzeyinde saptanmış olup, gruplar arasındaki farklılık istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Kim ve ark.⁷ yumurta tavuğu rasyonlarına 800 $\mu g/kg$ chromium picolinate ilavesinin yumurta verimini artırdığını belirlerken, Lin ve ark.⁸ aynı miktardaki krom ilavesinin yumurta verimini etkilemediğini tespit etmişlerdir. Yapılan denemelerde ideal olmayan çevre şartlarında rasyona krom ilavesinin yumurta veriminde artışa neden olduğu belirlenmiştir^{16,19}. Diğer yandan strese maruz kalmayan tavuk rasyonlarına ilave edilen kromun yumurta verimini etkilemediğini bildiren pek çok çalışma bulunmaktadır^{4,11,13}.

Araştırmada bir kg yumurta için tüketilen ortalama yem miktarı kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla 1.96, 1.95, 1.92, 1.85, 1.83 ve 2.01 kg olarak hesaplanmış olup gruplar arasındaki fark istatistik açıdan önemli ($p > 0.05$) bulunmamıştır. Şahin ve ark.¹⁸ yüksek çevre sıcaklığında tutulan bildircin rasyonuna 200, 400, 800 ve 1200 mg/g düzeylerinde ilave ettikleri krom pikolinatın yemden yararlanma oranında önemli düzeyde ($p < 0.01$) iyileşmeye neden olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacı düşük çevre sıcaklığında yetiştirilen yumurta tavuğu rasyonlarına 100, 200, ve 400 mg/kg düzeyinde ilave ettikleri krom pikolinatın yemden yararlanma oranında önemli ($p < 0.001$) düzeyde iyileşmeye neden olduğunu bildirmişlerdir¹⁶.

Araştırmada kontrol ve deneme gruplarının ortalama yumurta ağırlıkları sırasıyla 65.28, 65.74, 66.72, 65.49, 65.74 ve 65.60 g olarak bulunmuş olup gruplar arasındaki farklılık istatistik açıdan önemli olarak tespit edilmiştir ($p < 0.05$). II. deneme grubunda (organik Cr +

Vitamin E) en yüksek yumurta ağırlığı değerleri belirlenmiştir. Şahin ve ark¹⁹ yapmış oldukları araştırmada bildircin rasyonuna 400 mg/kg krom pikolinat ve 250 mg/kg Vitamin E ilavesi yumurta ağırlığında önemli artışa neden olmuştur. Yapılan birçok çalışmada ise rasyona krom ilavesi yumurta ağırlığında değişikliğe neden olmamıştır^{11,17,18}. Bu araştırmada rasyona organik krom ile birlikte E vitamini ilavesi yapılan deneme grubunun yumurta ağırlığı değerlerinin yüksek olmasının kromun protein sentezi üzerine olan olumlu etkilerinden kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir.

Yumurta kalite parametrelerinden olan ortalama yumurta kabuk kalınlığı kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla 38.38, 39.40, 41.36, 40.72, 40.55 ve 40.10 mm olarak belirlenmiştir. Araştırmada yumurta kabuk kalınlığı yönünden değerler arasında istatistik açıdan önemli ($p<0.001$) farklılıklar oluşmuş ve en yüksek kabuk kalınlığı değeri II. deneme grubunda ölçülmüştür. Şahin ve ark¹⁸ bildircin rasyonuna artan miktarlarda ilave edilen krom pikolinatın yumurta kabuk kalınlığını önemli ($p<0.05$) düzeyde artırdığını bildirmişlerdir. Araştırmada diğer yumurta kalite parametrelerinden olan ak indeksi, sarı indeksi ve Haugh birimi açısından deneme gruplarında kontrol grubuna kıyasla önemli bir farklılık saptanamamıştır. Bu bulgulara dayanılarak yumurta tavuğu rasyonuna krom ilavesinin kalite parametreleri üzerine önemli etkiler oluşturmadığı ancak kabuk kalınlığında iyileşmeye neden olduğu değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak bu araştırmada yumurta tavuğu rasyonuna organik ve inorganik kromun ayrı ayrı ve vitamin E ile kombine olarak ilavesi canlı ağırlık, yem tüketimi, yumurta verimi ve yemden yararlanma oranlarında önemli değişikliklere neden olmamıştır. Ancak rasyona organik krom ve E vitamini ilavesi yumurta ağırlığı ve yumurta kabuk kalınlığında önemli artışlar oluşturmuştur. Ayrıca araştırmada organik kromun değişkenler üzerine inorganik kromdan daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada yumurta krom düzeylerine bakılmamış olup sadece yumurta verimi ve yumurta kalite sonuçları değerlendirilmiştir. Bu konuyla ilgili olarak daha sonra fonksiyonel gıda üretimi amacıyla rasyona organik ve inorganik krom ilave edilerek yapılacak çalışmalarda elde edilen yumurtalardaki krom düzeylerinin de belirlenmesi daha detaylı bilgiler sunacaktır.

Kaynaklar

1. AOAC. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist 14th ed., Arlington, Virginia.
2. Barceloux, D.G. 1999. Chromium. Clin.Toxicol. 37 (2): 173-194.
3. Card, L.E., Nesheim, M.C. 1972. Poultry Production.11th Ed. Lea and Febiger, Philadelphia.
4. Cupon, M.A., Donaldson, W.E. 1987. Chromium and vanadium effects on glucose metabolism and lipid synthesis in the chick. Poultry Sci. 66, (1): 120-126.
5. Duncan, D.B. 1955. Multiple Range and Multiple F tests. Biometrics. 11: 1-42.
6. Ensminger, M.E., Oldfield, J.E., Hienemann, W.W. 1990. Feeds and Nutrition. 2nd Ed. The Ensminger Publishing, California.
7. Kim, J.D., Han, I.K., Chae, B.J., Lee, J.H., Park, J.H., Yang, C.J. 1997. Effect of dietary chromium picolinate on performance, egg quality, serum traits and mortality rate brown layers. Asian Aust. J. Anim. Sci. 10: 1-7.
8. Lin, X.L., Lin F.P. 1999. Effects of chromium on the production performance and yolk cholesterol of laying hens. J. Fujian Agric. Univ. 28: 483-487.
9. McDowell, L.R. 1992. Newly discovered and other trace elements. In: Minerals in Animal and Human Nutrition. Academic Press Inc., London. pp.366-379.
10. Mooney, K.W., Cromwell, G.L. 1995. Effect of dietary chromium picolinate supplementation on growth,carcass characteristics, and accretion rates of carcass tissue in growing-finishing swine. J. Anim. Sci. 73: 3351.
11. Piva, A., Meola, E., Gatta, P.P., Biagi, G., Castellani, G., Mordenti, A.L., Luchansky, J.B., Silva, S., Mordenti, A. 2003. The effect of dietary supplementation with trivalent chromium on production performance of laying hens and chromium content in the yolk. Anim. Feed Sci. Technol. 106: 149-163.
12. Pollard, G.V., Montgomery, J.L., Bramble, T.C., Morrow, K.J., Richardson, C.R., Jackson, S.P., Blanton, J.R. 2001. Effects of organic chromium on protein synthesis and glucose uptake in ruminants. The Prof. Anim. Scientist. 17: 261-266.
13. Rosebrough, R.W., Steele, N.C. 1981. Effect of supplemental dietary chromium or nicotinic acid on carbohydrate metabolism during basal, starvation, and refeeding periods in poult. Poultry Sci. 60, (2): 407-417.
14. Snedecor G.W., Cochran W.G. 1980. Statistical Methods. 7th Ed, The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

15. Steele N.C., Althe, T.G., Frobish, L.T. 1977. Biological activity of glucose tolerance factor in swine. *J.Anim.Sci.* 45: 1341-1345.
16. Şahin, K., Ertaş, O.N., Güler, T., Çiftçi, M. 2001. Düşük çevre sıcaklığında yetiştirilen yumurta tavuklarında rasyona katılan kromun verim ve ham besin maddelerinin sindirilme derecesi üzerine etkisi. *Türk J. Anim. Sci.* 25: 823-830.
17. Şahin, K., Küçük, O., Şahin, N. 2001. Effects of dietary chromium picolinate supplementation on performance and plasma concentrations of insulin and corticosterone in laying hens low ambient temperature. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 85: 142-147.
18. Şahin, K., Özbey, M., Önderci, M., Cıkm, G., Aysondu, M.H. 2002. Chromium supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality and some serum metabolites laying japanese quail. *J. Nutr.* 132: 1265-1268.
19. Şahin, N., Şahin, K., Önderci, M., Özçelik, M., Smith, M.O. 2003. In vivo antioxidants properties of vitamin E and chromium in cold-stressed Japanese quails. *Arch. Tieremahr.* 57, (3): 207-215.
20. TSE. 1991. Hayvan yemleri- metabolik (çevrilebilir) enerji tayini (kimyasal metot). TSE No: 9610. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
21. Uyanık, F., Kaya, Ş., Kolsuz, A.H., Eren, M., Şahin, N. 2002. The effects of chromium supplementation on egg production, egg quality and some serum parameters in laying hens. *Türk J. Vet. Anim. Sci.* 26: 379-387.