

Broyerlerde İnorganik ve Organik Selenyum İlavesinin Biyokimyasal Kan Parametreleri Üzerine Etkisi

Meltem ÇETİN* Gülay DENİZ** Ümit POLAT*** Abdullah YALÇIN****

Geliş Tarihi: 27.02.2002

Özet: Çalışmada 30 adet günlük Avian Farms broyler erkek civciv materyal olarak kullanıldı. Kontrol, deneme 1 ve deneme 2 olmak üzere 3 gruba ayrılan hayvanlar sırasıyla selenyum katılmayan, 0.3 ppm inorganik Se (sodyum-selenit) ve 0.3 ppm organik Se (Sel-Plex 50) katılan rasyonla 42 gün beslendi. Deneme sonunda kesim esnasında alınan kanlarda glukoz, kolesterol, toplam protein, üre, ürik asit, sodyum (Na), potasyum (K), klor (Cl), inorganik fosfor (İP) düzeyleri ve aspartat amino transferaz (AST) ve gama glutamil transpeptidaz (GGT) enzimi aktiviteleri otoanalizör kullanılarak belirlendi. İstatistiksel incelemeler sonucunda kontrol ve organik selenyum verilen deneme 2 grubu arasında protein ve ürik asit değerleri $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunurken, diğer parametrelerde gruplar arasında önem belirlenmedi.

Sonuç olarak broylerlerde yeme ilave edilen inorganik veya organik selenyum ilavesinin biyokimyasal parametreler üzerine önemli bir etkisi olmadığı, hayvanların sağlığı açısından negatif bir etki yaratmadığı kanısına varıldı.

Anahtar Kelimeler: Piliç, selenyum, kan, biyokimyasal parametreler

The Effects of Inorganic and Organic Selenium Supplementation on Biochemical Blood Parameters in Broilers

Summary: Thirty male Avian Farms broilers were used as material in the study. Animals divided into three groups as control, treatment 1 and treatment 2 were fed with ration without selenium, and with rations 0.3 ppm inorganic selenium (sodium selenite) and 0.3 ppm organic selenium (Sel-Plex 50) supplemented for 42 days, respectively. At the end of the experiment glucose, cholesterol, total protein, urea, uric acid, sodium (Na), potassium (K), chloride (Cl), inorganic phosphorus (IP) levels and aspartate amino transferase (AST) and gamma glutamyl transpeptidase (GGT) activities were determined in blood taken during the slaughtering using autoanalyzer. While total protein and uric acid levels had significant differences ($p<0.05$) between control and treatment 2 groups, there were no differences in other parameters among the groups. As a result, it was concluded that the supplementation of organic and inorganic selenium didn't have any effect on biochemical blood parameters in broilers and didn't cause any negative effect on their health.

Key Words: Chicken, selenium, blood, biochemical parameters.

Giriş

Selenyum toprak, bitkiler ve suda farklı bileşiklerin yapısına giren ve hayvanlar için oldukça önemli esansiyel bir iz elementtir. Başta hücre

zarlarını oksidatif zararlardan koruyan glutatyon peroksidaz olmak üzere birçok enzimin ögesi, spermatozoanın özel bir proteininin yapısında bulunur, purin ve pirimidin bazlarına bağlanabildiği için RNA'da fonksiyonu vardır, prostaglan-

* Doç. Dr., U.Ü. Vet. Fak. Biyokimya A.B.D., Bursa-Türkiye

** Yrd. Doç. Dr., U.Ü. Vet. Fak. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A.B.D., Bursa-Türkiye

*** Dr., U.Ü. Vet. Fak. Biyokimya A.B.D., Bursa-Türkiye

**** Arş. Grv., U.Ü. Vet. Fak. Biyokimya A.B.D., Bursa-Türkiye

din sentezinde, esansiyel yağ asitleri metabolizmasında rol oynar ve bağışıklık mekanizmasında önemlidir^{8,13,17,19}.

Selenyum esansiyel bir maddedir ve besin maddeleri ile yeterli miktarda alınması gerekmektedir. Rasyondaki miktarı dokulardaki düzeylerini de etkilemekte, dokulardaki azalma selenyumun metabolizmadaki işlevlerinin de değişmesine yol açmaktadır. Selenyumun E vitaminiyle birlikte üstlendiği önemli görevlerden biri antioksidan etki göstermektir. Yeterli olmamaları durumunda glutasyon peroksidaz enziminin de yetersizliğiyle serbest radikallerin zararlı etkileri önlenememekte, hücrelerin yapı bütünlüğü bozulmakta ve metabolik işlevlerde eksiklik olmaktadır^{13,18}.

Selenyum eksikliği insan ve hayvanlarda değişik bozukluklara neden olabilmektedir. Dokularda dejeneratif değişiklikler, röproduktif bozukluklar, büyüme defektleri, immün bozukluklar, kardiyovasküler hastalıklara karşı duyarlılıkta artış gibi durumlar bunların arasında sayılabilir. Kanatlılarda eksudatif diatez, pankreatik fibrozis, kuluçka oranı ve yumurta veriminde düşme, gelişme ve tüylenme bozuklukları selenyum noksanlığında gözlenen durumlardır. Selenyumun fazla alınması da zehirlenmelere sebep olmaktadır^{12,13,17,18}.

Selenyum gereksinimi selenyumun kimyasal formuna, hayvanın selenyum durumuna ve vitamin E, kükürt, lipitler, proteinler, aminoasitler, bakır, cıva, arsenik ve kadmiyum gibi selenyum metabolizmasına karışan ya da rasyondaki gereksinimi artıran faktörlerin miktarına bağlıdır^{11,17}. Selenyum kaynaklarının biyolojik kullanışlılığı da selenyum gereksinimini etkilemektedir. Selenyum hayvanlara selenat ve selenit gibi inorganik formlar ile selenomethionin ve selenosistein gibi organik formlar şeklinde verilebilmektedir^{16,18,20}. Son yıllarda organik formların, özellikle selenyumdan zenginleştirilmiş maya formundaki organik selenyumun kullanımını yaygınlaştırmıştır. Selenyum mayası aslında selenyumun kimyasal formlarının bir kısmını içeren bir kokteyldir. Yaklaşık olarak %40 selenomethionin, %15 selenosistein ve daha az olarak da diğer aminoasitlerle birleşmiş analogları içerir^{15,20}. İnorganik ve organik selenyum kaynaklarının etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir^{7,16,20}. Mahan ve ark.¹⁵ büyüme devresindeki domuzlara verilen organik selenyumlu mayanın kaslardaki selenyum depolanması üzerine inorganik selenyumdan daha etkili olduğunu, inorganik selenyumun ise glutasyon peroksidaz

üzerine daha etkili olduğunu gözlemişlerdir. Kanatlılarda selenyum noksanlığına bağlı olarak gelişen eksudatif diatezin önlenmesi üzerine her iki formun, gelişmekte olan broylerlerdeki tüylenme durumu üzerine ise organik selenyumun daha etkili olduğu bildirilmiştir¹⁶. Yine broyler mortalitesi ve yumurta verimi üzerine de organik selenyumun daha olumlu etkileri olduğu gözlenmiştir^{8,16}.

Mineral ve vitaminlerin yetersizliği veya fazlalığında oluşabilecek hastalıkların bilinmesi rasyonel hayvan besleme açısından oldukça önemlidir. Mineral fazlalığı ve özellikle yetersizliğinde çok sayıda hastalık oluşabilmekte ve bunlar da hayvancılık ekonomisinde önemli kayıplara neden olabilmektedir. Selenyum yetersizliği ile ilgili çalışmaların yanı sıra değişik formlarda selenyum verilmesinin etkileri farklı hayvan türlerinde araştırılmıştır^{1,7,8,15,16}. Bu çalışmada broylerlerde et kalitesi ve özelliklerini geliştirmek için yaygın olarak kullanılan inorganik ve organik selenyum kaynaklarının biyokimyasal değerler üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Araştırma; Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Sağlığı ve Hayvansal Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan, yerde yetiştirme sistemine göre düzenlenmiş olan deneme kümesinde yürütüldü. Araştırmada hayvan materyali olarak kullanılan toplam 273 adet günlük Avian Farms broyler erkek civciv kontrol grubu ile deneme 1 ve deneme 2 grupları şeklinde her biri 91 adet civciv içeren 3 temel gruba ayrıldı.

Bütün gruplara izokalorik ve izonitrojenik olarak hazırlanmış broyler başlangıç (0-21. gün), broyler geliştirme (21-36. gün) ve broyler bitiriş yemleri (36-42. gün) ad libitum olarak yedirildi. Kontrol grubundaki hayvanların yemlerine selenyum katılmazken, deneme 1 grubundaki hayvanların yemlerine 0.3 ppm dozda inorganik selenyum (Na-selenit), deneme 2 grubundaki hayvanların yemlerine ise 0.3 ppm dozda organik selenyum (Sel-Plex 50) ilave edildi. Araştırmada kullanılan yemlerin ham besin maddesi analizleri U.Ü. Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda A.O.A.C.'de⁴ bildirilen metotlara göre yapıldı. Yemlerin metabolize olabilir enerji değerleri ise Hartel¹⁰ tarafından bildirilen formüle

göre hesaplandı. Başlangıç, geliştirme ve bitiriş dönemine ait yemlerin ham madde kompozisyonları Tablo I’de besin maddesi ve enerji kapsamları ise Tablo II’de gösterildi.

fosfor (İP) düzeyleri ve aspartat aminotransferaz (AST) ile gama glutamil transpeptidaz (GGT) aktiviteleri Autotechnicon DAX-72 marka oto-analizör ve bu aletin kitleri kullanılarak ölçüldü.

Tablo I. Araştırmada kullanılan broyler başlangıç, geliştirme ve bitiriş* yemlerinin ham madde kompozisyonları

Table I. The compositions of broiler starter, grower and finisher rations used in the study.

Ham Maddeler (%)	Kontrol		Deneme 1		Deneme 2	
	Başlangıç	Geliştirme	Başlangıç	Geliştirme	Başlangıç	Geliştirme
Mısır	49.94	58.59	44.94	58.59	44.94	58.59
Soya Küspesi (48)	40.00	33.00	40.00	33.00	40.00	33.00
Bitkisel Yağ	6.10	5.00	6.10	5.00	6.10	5.00
Mermer Tozu	1.25	1.37	12.25	1.37	12.25	1.37
DCP-18	1.92	1.39	1.92	1.39	1.92	1.39
Tuz	0.30	0.25	0.30	0.25	0.30	0.25
DL - Metiyonin	0.14	0.05	0.14	0.05	0.14	0.05
Antikoksidiyal ¹	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Vit-Min Premiksi ² (selenyumsuz)	0.25	0.25	-	-	0.25	0.25
Vit-Min Premiksi ³ (inorganik selenyumlu)	-	-	0.25	0.25	-	-
Sel- Plex 50 ⁴	-	-	-	-	0.03	0.03
Toplam	100	100	100	100	100	100

*Bitiriş yemlerinin bileşimi, geliştirme yemleri ile aynı olup sadece antikoksidiyal (Amprol-Plus) içermemektedir. The composition of finisher rations is the same as that of grower rations in the content except the former does not contain anti-coccidial (Amprol-Plus)

¹ **Amprol Plus:** 1 kg Amprol Plus içerisinde Amprolium 125 g, Ethopabate 8 g mevcuttur.

² **Kavimix VM 214_B (selenyumsuz):** 2.5 kg Kavimix VM 214_B içerisinde Vit A 12 000 000 IU, Vit D₃ 1 500 000 IU, Vit E 30 000 mg, Vit K₃ 5 000 mg, Vit B₁ 3 000 mg, Vit B₂ 6 000 mg, Vit B₆ 5 000 mg, Vit B₁₂ 30 mg, Folik asit 750 mg, Kalsiyum D- pantotenat 10 000 mg, D - Biotin 75 mg, Kolin Klorid 375 000 mg, Nikotin Amid 40 000 mg,, Mangan 80 000 mg, Demir 40 000 mg, Çinko 60 000 mg, Bakır 5 000 mg, İyot 400 mg, Kobalt 100 mg, Antioksidan 10 000 mg bulunmaktadır.

³ **Kavimix VM 214_B (selenyumlu):** Yukarıdaki bileşime ilaveten 300 mg selenyum içermektedir.

⁴ **Sel-Plex 50:** Kanatlı rasyonlarına 300 gr/ton düzeyinde katılması tavsiye edilmektedir.% 0.1 oranında organik selenyum içermektedir

¹ **Amprol Plus:** 1 kg Amprol Plus contains 125 g Amprolium, 8 g Ethopabate.

² **Kavimix VM 214_B (lack in selenium):** 2.5 kg Kavimix VM 214_B contains 12 000 000 IU Vit A, 1 500 000 IU Vit D₃, 30 000 mg Vit E, 5 000 mg Vit K₃, 3 000 mg Vit B₁, 6 000 mg Vit B₂, 5 000 mg Vit B₆, 30 mg Vit B₁₂, 750 mg Folate, 10 000 mg Calcium D- Pantothenate, 75 mg D - Biotin, 375 000 mg Choline chloride, 40 000 mg Nicotinamide, 80 000 mg Manganese, 40 000 mg Iron, 60 000 mg Zinc, 5 000 mg Copper, 400 mg Iodine, 100 mg Cobalt, 10 000 mg Antioxidant.

³ **Kavimix VM 214_B (selenyumlu):** It contains 300 mg selenium in addition to the contents of Kavimix VM 214B.

⁴ **Sel-Plex 50:** It is advised to be added as 300g/ ton to the poultry rations.it contains organic selenium in the level of 0.1 percent.

Tablo II. Broyler başlangıç ve geliştirme yemlerinin ham besin maddesi ve metabolize olabilir enerji kapsamları

Table II. The chemical and metabolizable energy content of broiler starter and grower rations.

YEMLER	KM %	HP %	HY %	HK %	Nişasta %	Sakkaroz %	Ca %	P %	ME ¹ kkal/kg
Broyler Başlangıç Yemi	88.76	23.14	7.96	6.20	40.20	3.27	1.20	0.63	3196
Broyler Geliştirme ve Bitiriş Yemi	88.34	20.29	8.20	5.31	41.80	3.65	1.02	0.62	3184

KM= Kuru Madde, **HP=** Ham Protein, **HY=** Ham Yağ, **HK=** Ham Kül, **ME=**Metabolize Olabilir Enerji ¹ Metabolize Olabilir Enerji değeri **Hartel Denklemi**’ ne göre hesaplanmıştır.

¹ Metabolizable Energy was calculated in the basis of **Hartel Equation**.

Deneme sonunda her gruptan rastgele 10’ar hayvan seçilerek kesim anında heparinli tüplere kanlar alındı. Santrifüj edilerek ayrılan plazmada glukoz, kolesterol, toplam protein, üre, ürik asit, sodyum (Na), potasyum (K), klor (Cl), inorganik

Elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları “SPSS 10.0 for windows” adlı bilgisayar istatistik programı kullanılarak saptandı. Gruplar arası önem Kruskal-Wallis testi ile araştırıldı. Önem saptanan parametrelerle

Mann-Whitney U testi uygulanarak önemin hangi gruplar arasında olduğu belirlendi.

Bulgular

Araştırmada incelenen kontrol, deneme 1 ve deneme 2 grubu hayvanlarına ait biyokimyasal değerlerin aritmetik ortalamaları (X), standart sapmaları (S.D.) ve istatistiki önem sonuçları Tablo III'de verildi.

Tablo III. Kontrol, deneme 1 ve deneme 2 gruplarına ait biyokimyasal parametreler ve istatistik analiz sonuçları (n=10)

Table III. The biochemical parameters of control, treatment 1 and treatment 2 groups and their statistical analyses results

Glukoz (mg/dl)	166.60±28.13	174.80±21.76	186.60±24.71
Kolesterol (mg/dl)	108.00±17.75	95.00±11.84	95.60±6.23
Toplam protein (g/dl)	4.39±0.45	4.46±0.44	5.13±0.64
Üre (mg/dl)	1.10±0.31	1.20±0.42	1.30±0.48
Ürik asit (mg/dl)	3.57±0.82	2.81±0.68	2.78±0.60*
Na (mEq/l)	161.10±18.26	165.20±11.72	169.50±9.95
K (mEq/l)	5.15±0.58	4.99±0.57	5.05±0.66
Cl (mEq/l)	87.20±10.13	83.10±6.41	89.00±6.51
P (mg/dl)	5.07±0.72	4.86±0.67	4.76±0.46
AST (U/l)	158.70±31.95	175.40±25.40	176.30±18.68
GGT (U/l)	15.80±3.32	13.70±2.54	16.10±2.92

* p<0.05 İstatistiksel farklar kontrol grubuna kıyaslıdır.
Statistical differences are compared to the control group.

Tartışma

İnsan ve hayvanlar için zorunlu bir iz element olan Se birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir^{8,13,18-20}. Aksakal ve ark.² rasyonuna Se ve Se ile birlikte E vitamini katılmasının kuzularda bazı hematolojik ve biyokimyasal değerler üzerine etkisini araştırmışlar, Se verilen gruplarda kontrollere göre toplam protein, glukoz, albumin ve amilaz düzeylerini daha yüksek, alkalin fosfataz ve kolesterol düzeylerini ise daha düşük bulduklarını bildirmişlerdir. Avcı ve ark.⁵ vitamin A, E ve selenyumun koyunlarda bazı biyokimyasal parametrelerin düzeyleri üzerine etkisini incelemişler, Se verilen gruplarda kontrollere göre glukoz, kolesterol, toplam protein ve LDH düzeylerini önemli derecede yüksek bulmuşlar, ayrıca istatistiksel öneme sahip olmamakla birlikte trigliserit, albumin, globulin, AST ve ALT düzey-

lerini de daha yüksek belirlediklerini bildirmişlerdir.

Ahmed ve ark.¹ artan düzeydeki sodyum selenitin keçilerde hematolojik ve serum biyokimyasal değerler üzerine etkisini araştırmışlar, toksik olmadığı belirlenen günlük 1, 0.5 ve 0.25 mg/kg dozlarındaki sodyum selenitin protein düzeylerinde değişikliğe sebep olmadığını, önemli olmamakla birlikte kolesterol, üre, K, P ve GGT düzeylerinde yükselmeye, Na ve Ca düzeylerinde ise düşmeye neden olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada incelenen parametrelerde kontrol ile inorganik selenyum ilavesi yapılan grup arasında istatistiki yönden önemli bir farklılık gözlenmezken, organik Se ilave edilen grupla kontrol grubu arasında sadece toplam protein ve ürik asit düzeyleri istatistiki öneme sahipti (p<0.05) (Tablo III). Araştırmada incelenen değerlerin literatürde bildirilen fizyolojik sınırlar içinde kaldığı gözlemlendi³. Tablo III incelendiğinde selenyum verilen gruplarda glukoz, toplam protein, üre değerlerinin kontrollere göre daha yüksek, kolesterol düzeylerinin ise daha düşük olduğu gözlenmektedir. Glukoz ve toplam protein düzeylerindeki farklılık Aksakal ve ark.²'nin çalışması ile uygunluk gösterirken, Avcı ve ark.⁵ ile Ahmed ve ark.¹'nin bulgularıyla uyumlu değildir.

Bik⁷ koyunlarda sodyum selenit enjeksiyonunun bazı mineraller ve enzimler üzerine etkisini incelemiş, bu parametreleri fizyolojik sınırlar içinde bulmakla beraber, Cu ve Mg seviyelerinde yükselme, Fe ve Zn seviyelerinde düşme belirlediğini, GOT ve GPT enzimleri aktivitelerinde belirsiz artışlar ve CK aktivitesinde ise düşüş saptadığını bildirmiştir.

Ellis ve ark.⁹ Holstein ineklerde diyetle ilave edilen selenyumun immunolojik etkilerini incelemişler, selenyum verilmesinin kan hücreleri sayısında ve hepatosellüler enzimlerin aktivitesinde herhangi bir değişikliğe sebep olmadığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada istatistiki önem saptanmamakla birlikte AST enzimi aktivitesinin Se verilen gruplarda kontrollere göre daha yüksek olduğu gözlemlendi. Bu bulgu Bik⁷'in bulguları ile uygunluk göstermektedir. Kanatlılarda selenyumun toksisitesi üzerine yapılan çalışmalar^{6,14} mevcut olmakla beraber çeşitli amaçlarla rasyona selenyum katılmasının biyokimyasal parametreler üzerine etkilerini inceleyen çalışmalara rastlanmamıştır.

Tavuklarda selenyum hem noksanlık durumlarında oluşabilecek bozuklukları önlemek hem de et veya yumurta verim özelliklerini iyileştirmek için kullanılmaktadır. Son yıllarda organik formların özellikle selenyumdan zenginleştirilmiş maya formundaki organik selenyumun kullanımı yaygınlaşmıştır. Hayvan sağlığı ve performansını geliştirmek amacıyla organik ve inorganik Se kullanımları arasında bir fark olmadığı, insanların tüketeceği et, süt ve yumurta gibi hayvansal ürünlerdeki selenyumun artırılması amaçlanıyorsa organik Se kullanımının daha avantajlı olduğu ileri sürülmüştür^{16,20}.

Bu çalışmada incelenen parametrelerin fizyolojik sınırlar içinde kalması uygun oranlarda kullanılan inorganik (Na-selenit) ve organik (Sel-Plex 50) Se kaynaklarının broylerlerde biyokimyasal kan parametreleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını ve sağlıkları açısından da negatif bir etki oluşturmadığını göstermektedir.

Kaynaklar

1. AHMED KE, ADAM SEJ, IDRIS OF, TAG EL DIN MH. Haematological and serum changes in goats experimentally intoxicated with sodium selenite. *Reveu Elev Med Vet Pays Trop* 1998; 41 (4): 319-325.
2. AKSAKAL M, NAZIROĞLU M, ÇAY M. Kuzularda selenyum-E vitamininin bazı hematolojik ve biyokimyasal değerlere etkisi. *Tr J of Vet Anim Sci* 1996; 20: 185-190.
3. ALTINTAŞ A, FİDANCI UR. Evcil hayvanlarda ve insanlarda kanın biyokimyasal normal değerleri. *AÜ Vet Fak Derg* 1993; 40 (2): 173-186.
4. A.O.A.C. Officials methods of analysis. 9th Edition, Vail-Balboa Press Inc., Binghampton, NY 38-1165: 1984.
5. AVCI M, KARAKILÇIK Z, KANAT TR. Vitamin A, E ve selenyumun koyunlarda döl verimi ve bazı biyokimyasal parametre düzeyleri ile kuzularda yaşama gücü ve canlı ağırlık üzerine etkisi. *Tr J of Vet Anim Sci* 2000; 24: 45-50.
6. BARTHOLOMEW A, LATSHAW D, SWAYNE DE. Changes in blood chemistry, haematology, and histology caused by a selenium/vitamin E deficiency and recovery in chicks. *Biological Trace Elements Research* 1998; 62 (1-2): 7-16.
7. BIK D. Influence of sodium selenite and emulsigen injection on the concentration of mineral elements and activity of creatine kinase and asparagine (aspartate) and alanine transaminases in sheep serum. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy* 1996; 40 (2): 105-110.
8. CANTOR A. The role of selenium in poultry nutrition. *Proceedings of the 13th Annual Biotechnology in the Feed Industry Symposium* 1997: 155-164.
9. ELLIS RG, HERDT TH, STOWE HD. Physical, haematologic, biochemical and immunologic effects of supranutritional supplementation with dietary selenium in Holstein cows. *AJVR* 1997; 58 (7): 760-764.
10. HARTEL H. Relations between N-corrected metabolisable energy and nutrient content of feeds for chickens. *Archiv für Geflügelkunde* 1977; 41 (4): 152-182.
11. HASSAN S, HAKKARAINEN RV, LINDBERG PO, SANKARI S. Utilization of dietary sodium selenite, barley, oats and meat meal selenium by the chick. *Zentrabl Veterinarmed A* 1990; 37 (4): 270-277.
12. JIANHUA H, OHTSUKA A, HAYASHI K. Selenium influences growth via thyroid hormone status in broiler chickens. *Br J Nutr* 2000; 84 (5): 727-732.
13. KANEKO JJ. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, Inc., San Diego, 772-776, 1989.
14. KHAN MZ, SZAREK J, SAEED M, KONCICKI A, KRANNODEBSKA-DEPTA A. Effects of concurrent oral administration of monensin and selenium on some haematological and biochemical parameters in broiler chickens. *J Vet Med B* 1993; 40: 667-675.
15. MAHAN DC, CLINE TR, RICHERT B. Effects of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite as selenium sources fed growing-finishing pigs on performance, tissue selenium, serum glutathione peroxidase activity, carcass characteristics, and loin quality. *J Anim Sci* 1999; 77: 2172-2179.
16. MAHAN DC. Organic selenium: using nature's model to redefine selenium supplementation for animals. *Proceedings of the 15th Annual Biotechnology in the Feed Industry Symposium* 1999; 523-535.
17. OKUYAN R. *Hayvan Besleme Biyokimyası*. A.Ü.Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı, 450, Ankara 197-205, 1997.
18. SURAI PF. Organic selenium: benefits to animals and humans, a biochemist's view. *Proceedings of the 15th Annual Biotechnology in the Feed Industry Symposium* 2000; 205-242.
19. SWAIN BK, JOHRI TS, MAJUMDAR S. Effect of supplementation of vitamin E, selenium and their different combinations on the performance and immune response of broilers. *British Poultry Science* 2000; 41: 287-292.
20. WOLFFRAM S. Absorption and metabolism of selenium: differences between inorganic and organic sources. *Proceedings of the 15th Annual Biotechnology in the Feed Industry Symposium* 1999; 547-566.