

## ÇİNKO'NUN TOKLULARDA TESTİS GELİŞİMİNE ETKİSİ

Mehmet KURAN<sup>1</sup>, Mehmet Akif ÇAM<sup>2</sup>, Nuh OCAK<sup>2</sup>

**Özet:** Rasyona çinko (Zn) ilavesinin toklularda testis gelişimi üzerine olan etkisinin araştırıldığı bu çalışmada 12-13 aylık yaşta 12 adet Karayaka toklu kullanılmıştır. Hayvanlar iki gruba ayrılarak 30 µg/g Zn ilave edilmiş rasyon ya da bazal rasyonla 2 ay süre ile yemlenmişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, rasyona Zn ilavesinin gelişmekte olan toklularda testis uzunluğu, testis çapı, scrotum uzunluğu, scrotum çevresi ve testis hacmini artırdığını göstermiştir. Sonuç olarak, rasyona Zn ilavesinin testis gelişimi üzerine spesifik etkisinin olduğu söylenebilir.

### The effect of zinc on testicular development of growing male sheep

**Abstract:** The aim of the present study was to investigate the effect of dietary zinc (Zn) supplementation on testicular development in growing male sheep. Twelve Karayaka male sheep at the age of 12-13 months were used in the study. Animals allocated into two groups: one group was fed with a diet containing 30 µg/g Zn, while the other was fed with basal diet for a period of 2 months. The results obtained from the study showed that dietary Zn supplementation increased scrotum length, scrotal circumference, testicular length, testis diameter and testis volume. In conclusion, dietary Zn supplementation may have specific effects on testicular development.

### Giriş

Çinko (Zn), bir çok üreme fonksiyonunun gerçekleşmesinde sınırlayıcı rol oynayan esansiyel mikro elementlerdendir (1-3). Zn'nin 2 farklı seviyede yetersizliğinden söz edilebilir. Aşırı yetersizliğinde (<5 µg/g rasyon) klinik belirtiler ortaya çıkar ve büyüme gerilemeler başlarken, orta derecede yetersizliğinde (5-17 µg/g rasyon) herhangi bir klinik belirti ortaya çıkmaz ve büyüme devam eder. Buna karşılık üreme ile ilgili bir çok fonksiyonda aksamalar meydana gelmektedir. Çinko'nun orta derecede yetersizliğinin, tokluların testislerindeki testosteron üretimini düşürdüğü, testis gelişimini yavaşlattığı veya GnRH, dolayısıyla da gonadotropin hormonlarının salgılanmasını düşürerek bu hayvanların pubertas çağına ulaşmalarında gecikmelerle neden olduğu bildirilmektedir (4, 5).

Seminal plazma Zn konsantrasyonunun sperma kalitesi ve fertilitate özellikleri ile ilişkili olduğu (6) ve rasyona Zn ilavesinin toklularda sperma üretimi ve sperma kalitesini artırdığı (2) bildirilmektedir.

Gelişmekte olan hayvanlarda, testis gelişimi için gereksinim duyulan Zn, diğer vücut dokularının büyümesi için gereksinim duyulandan daha yüksektir (7). Dolayısıyla, vücut gelişimi normal seyretmesine rağmen Zn yetersizliğine bağlı olarak testis gelişiminde yavaşlamalar ve steroidogenesiste anormallikler gözlenebilir. Bu özelliklerdeki aksaklıklar da döl verimini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, daha önce araştırma grubumuz tarafından, gelişmekte olan tokluların rasyonlarına Zn ilavesinin sperma

<sup>1</sup> Yrd.Doç.Dr. <sup>2</sup> Araş.Gör. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fak., Zootekni Bölümü, SAMSUN

üretimi ve sperma kalitesi üzerine etkisinin belirlendiği (2) çalışmaya paralel olarak yapılan bu çalışmada, rasyona Zn ilavesinin bazı testis özellikleri üzerine olan etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

#### Deneme Hayvanları ve Yemleme:

Deneme materyalinin bakım, besleme ve diğer muameleleri daha önce açıklandığı gibi (2) yapılmıştır. Deneme materyalini Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'ndeki 12 adet, 12-13 aylık yaşta ve  $36.6 \pm 1.6$  kg canlı ağırlıktaki Karayaka erkek toklular oluşturmuştur. Deneme hayvanları, her grupta 6 hayvan olmak üzere tesadüfi olarak iki gruba ayrılmıştır. Deneme, çiftleştirme mevsimi dışında yapılmıştır. Hayvanlara, deneme başında 3 ml/hayvan Berovit B<sub>12</sub> (Roche, İstanbul) kas içi (1 ml'de 5 mg Vit B<sub>1</sub>, 2 mg Vit B<sub>2</sub>, 2 mg Vit B<sub>6</sub>, 4 mcg Vit B<sub>12</sub>, 20 mg nicotinamide ve 10 mg D-panthenol içerir) ve 0.5 ml/hayvan Ademin (Doğu İlaç, İstanbul) deri altı (1 ml'de 500 000 IU Vit A, 75 000 IU D<sub>3</sub> Vit ve 50 mg Vit E içerir) olarak uygulanmıştır. Ayrıca deneme başında ve ortasında olmak üzere iki defa 1 tablet/hayvan Bakosel (Doğu İlaç) oral (1 tablet; 500 IU Vit E (Alfa tokoferolasetat), 150 mg dikalsiyum fosfat, 2.5 mg sodyum selenit, 10 mg bakır sülfat, 12.5 mg kobalt sülfat içerir) olarak verilmiştir.

Hayvanların yemlenmelerinde, kesif yem olarak, Samsun Yem Fabrikası'ndan alınan Kuzu Besi Yemi (%15 HP 58 ND), kaba yem olarak da Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinden biçilerek kurutulan çayır otu kullanılmıştır. Vitamin ve mineral katkısız olarak hazırlanan kesif yem karmasına, deneme grubunun yemlenmesinde kullanılmak üzere 30 µg/g düzeyinde Zn sağlayacak şekilde çinko sülfat (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Horasan Kimya) homojen bir şekilde karışması sağlanarak ilave edilmiştir. Denemede kullanılan kesif ve kaba yemlerin besin madde analizleri Weende analiz yöntemine göre (8) yapılmıştır. Deneme yemlerinin ham besin maddeleri ve Zn içerikleri daha önce bildirilmiştir (2). Hayvanlar, canlı ağırlığının belirli bir yüzdesi düzeyinde (yaklaşık olarak %4.3) kuru madde sağlayacak şekilde %65'i kesif yem ve %35'i kuru çayır otu ile yemlenmişlerdir (9). İki ay süre ile, 1. grup 30 µg/g Zn içeren rasyonla, 2. grup (kontrol) Zn ilave edilmeyen rasyonla yemlenmiştir. Deneme süresince yem ve su *ad libitum* olarak verilmiştir.

#### Testis Ölçümleri:

Toplam 60 günlük deneme boyunca, hayvanlarda scrotum çevresi, scrotum uzunluğu, testis çapı ve testis uzunluğu, daha önce açıklandığı şekilde (10), deneme başında, deneme ortasında ve deneme sonunda olmak üzere toplam 3 defa ölçülmüştür. Kısaca, testis çapı, sağ testisin en geniş yerinden mm olarak, testis uzunluğu da sağ testis ucundan epididymis'in dibine kadar olan uzunluğun cm olarak metal kompasla ölçülmesiyle belirlenmiştir. Scrotum çevresi, bir çift testisin en geniş yerinden şeritmetre

ile ölçülen çevre ve scrotum uzunluğu da, scrotumun vücuda bağlandığı kısım ile testislerin ortasında bulunan en uç nokta arasındaki uzaklık olarak belirlenmiştir. Daha sonra sağ testis hacmi aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (11):

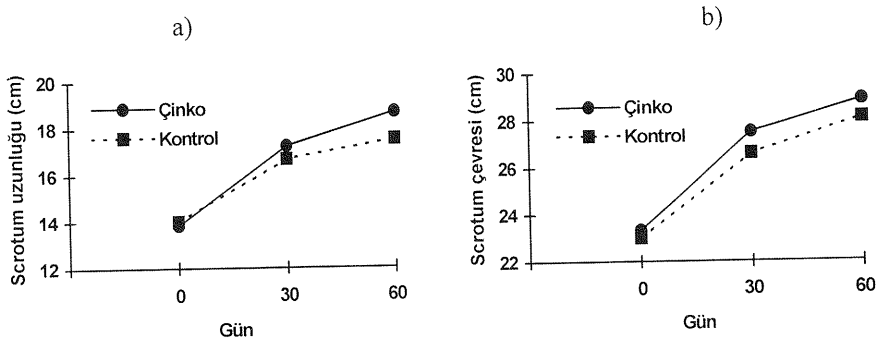
$$\text{Testis Hacmi (cm}^3\text{)} = \text{Testis uzunluğu (cm)} \times \text{Testis çapı}^2 \text{ (cm}^2\text{)}$$

İstatistiksel Analiz:

Denemeye ilişkin veriler, Minitab (Release 10.2) istatistik analiz programı içerisinde GLM modelinde varyans analizine tabi tutulmuştur. Gruplar arasındaki farklılıklar  $P < 0.05$  ve  $P < 0.01$  seviyesinde belirlenmiştir. Testis özelliklerinin istatistik analizinde deneme gruplarındaki hayvanların üzerinde durulan özellik bakımından deneme başı ve deneme sonu farkları hesaplanmış ve karşılaştırmalar bu farklar üzerinde yapılmıştır.

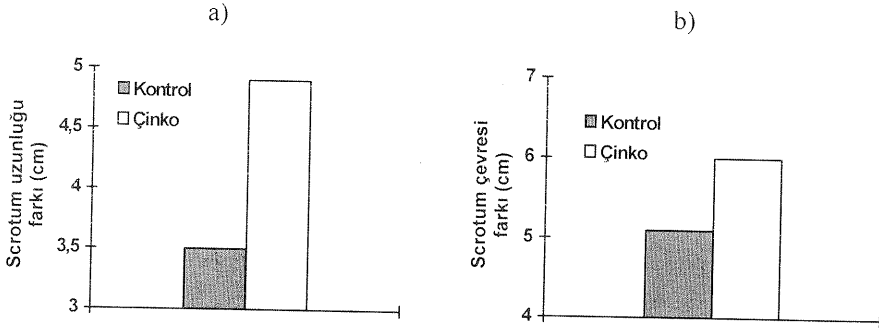
### Bulgular

Rasyona 30  $\mu\text{g/g}$  düzeyinde Zn ilavesinin toklularda scrotum uzunluğu ve scrotum çevresine etkisi Şekil 1a ve b'de sunulmuştur. Kontrol ve rasyonuna Zn ilave edilen deneme gruplarının her ikisinde de deneme başından deneme sonuna kadar scrotum çevresi ve uzunluğunda önemli düzeylerde artışlar gözlenmiştir ( $P < 0.01$ ). Scrotum uzunluğu deneme başında kontrol grubu için  $14.0 \pm 0.8$  cm, Zn grubunda  $13.8 \pm 0.9$  cm iken deneme sonunda aynı sırayla  $17.5 \pm 0.7$  ve  $18.7 \pm 0.9$  cm olmuştur.



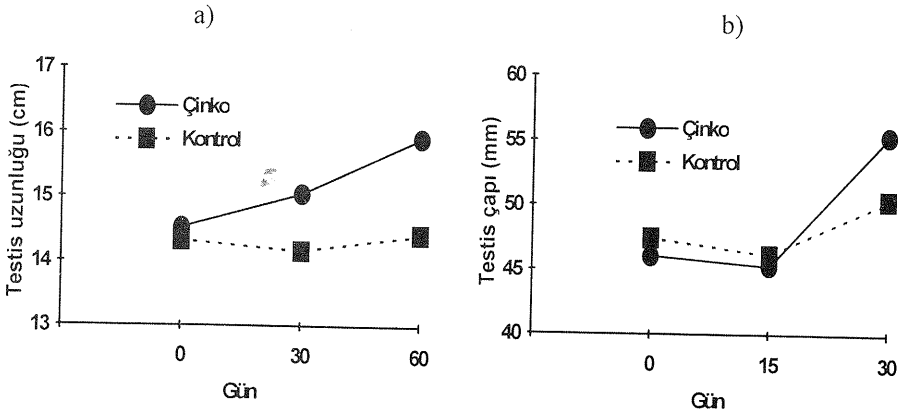
Şekil 1. Rasyona 30  $\mu\text{g/g}$  Zn ilavesinin Karayaka erkek toklularda scrotum uzunluğu (a) ve scrotum çevresine (b) etkisi (Her bir grup için  $n=6$ ).

Scrotum çevresi ise yine aynı sırayla deneme başında  $23.0 \pm 0.9$  ve  $23.3 \pm 1.3$  cm, deneme sonunda  $28.1 \pm 1.0$  ve  $29.3 \pm 1.0$  cm olarak tespit edilmiştir. Deneme başı ve deneme sonunda gruplar arasında istatistik olarak bir farklılık gözlenmezken ( $P < 0.05$ ), kontrol grubundaki tokluların deneme başından deneme sonuna kadar gösterdikleri scrotum uzunluğu ve çevresindeki artış, Zn grubundaki artıştan daha düşük ( $P < 0.05$ ) bulunmuştur. Kontrol grubundaki scrotum uzunluğu artışı 3.5 cm ve scrotum çevresi artışı 5.1 cm olarak ve Zn grubundaki artışlar aynı sırayla 4.9 ve 6.0 cm olarak tespit edilmiştir (Şekil 2a ve b).

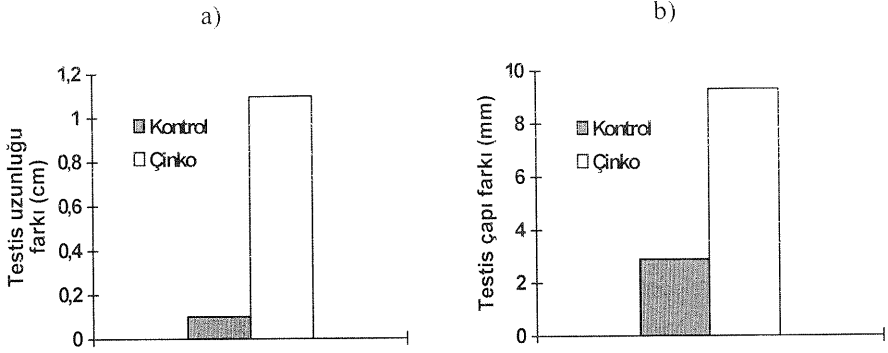


Şekil 2. Rasyona Zn ilavesinin 60 günlük deneme sonunda kontrol ve Zn gruplarındaki tokluların scrotum uzunluğu (a) ve çevresinde (b) meydana getirdiği farklılık.

Rasyona Zn ilavesinin toklularda testis uzunluğu ve testis çapına etkisi Şekil 3a ve b'de sunulmuştur. Kontrol ve rasyonuna Zn ilave edilen deneme gruplarının her ikisinde de deneme başından deneme sonuna kadar testis çapı ve testis uzunluğunda önemli düzeylerde artışlar gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Testis uzunluğu deneme başında kontrol grubu için  $14.3 \pm 0.4$  cm, çinko grubunda  $14.5 \pm 0.4$  cm iken deneme sonunda aynı sırayla  $14.4 \pm 0.6$  ve  $15.9 \pm 0.5$  cm olmuştur. Testis çapı ise yine aynı sırayla deneme başında  $47.5 \pm 2.3$  ve  $46.1 \pm 1.6$  mm, deneme sonunda  $50.4 \pm 2.2$  ve  $55.4 \pm 2.4$  mm olarak tespit edilmiştir. Deneme başında gruplar arasında istatistik olarak bir farklılık gözlenmezken ( $P > 0.05$ ), deneme sonunda, gruplar arasında testis uzunluğu ve testis çapı bakımından önemli farklılık tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Çinko grubundaki tokluların deneme başından deneme sonuna kadar gösterdikleri testis uzunluğu ve çapındaki artış, kontrol grubundaki artıştan daha yüksek ( $P < 0.05$ ) bulunmuştur. Kontrol grubundaki testis uzunluğu artışı 0.1 cm ve testis çapı artışı 2.9 mm olarak ve Zn grubundaki artışlar aynı sırayla 1.1 cm ve 9.3 mm olarak tespit edilmiştir (Şekil 4a ve b).

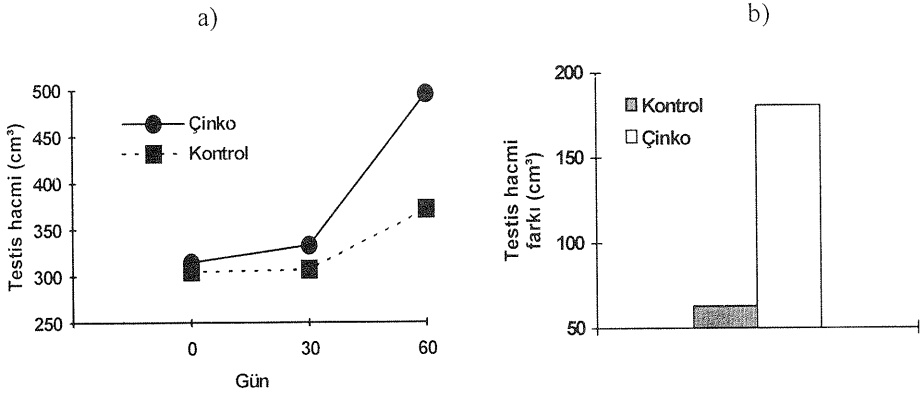


Şekil 3. Rasyona  $30 \mu\text{g/g}$  Zn ilavesinin Karayaka erkek toklularda testis uzunluğu (a) ve testis çapına (b) etkisi (Her bir grup için  $n=6$ ).



Şekil 4. Rasyona Zn ilavesinin 60 günlük deneme sonunda kontrol ve çinko gruplarındaki tokluların testis uzunluğu (a) ve testis çapında (b) meydana getirdiği farklılık.

Testis hacmi, testis uzunluğu ve testis çapı ölçümlerinden yararlanılarak hesaplanmış ve deneme gruplarına ait testis hacimleri Şekil 5a'da sunulmuştur. Kontrol ve rasyonuna Zn ilave edilen deneme gruplarının her ikisinde de deneme başından deneme sonuna kadar testis hacminde önemli düzeylerde artışlar gözlenmiştir ( $P < 0.01$ ).



Şekil 5. Rasyona 30 µg/g Zn ilavesinin Karayaka erkek toklularda testis hacmine etkisi (a) ve 60 günlük deneme sonunda kontrol ve Zn gruplarındaki tokluların testis hacimleri arasında oluşan farklılık (b).

Testis hacmi, deneme başında kontrol grubu için  $305 \pm 46 \text{ cm}^3$ , Zn grubunda  $315 \pm 21 \text{ cm}^3$ , deneme sonunda ise aynı sırayla  $372 \pm 46$  ve  $496 \pm 46 \text{ cm}^3$  olarak hesaplanmıştır. Deneme başında gruplar arasında istatistik olarak bir farklılık gözlenmezken ( $P > 0.05$ ), deneme sonunda, gruplar arasında testis hacmi bakımından önemli farklılık tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Zn grubundaki tokluların deneme başından deneme sonuna kadar gösterdikleri testis hacmi artışı, kontrol grubundaki artıştan daha yüksek ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur.

Kontrol grubundaki testis hacmi artışı  $63 \pm 38 \text{ cm}^3$ , Zn grubundaki ise  $181 \pm 29 \text{ cm}^3$  olarak tespit edilmiştir (Şekil 5b).

### Tartışma

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, gelişmekte olan Karayaka erkek toklularının rasyonlarına  $30 \mu\text{g/g}$  düzeyinde Zn ilavesinin testis uzunluğu, testis çapı, scrotum uzunluğu scrotum çevresi ve testis hacmini artırdığını ve Zn'nin testis gelişiminde spesifik bir etkisinin olabileceğini göstermiştir. Denemede kullanılan hayvanların canlı ağırlık artışları üzerine rasyona Zn ilavesinin etkisi daha önce bildirilmiştir ve herhangi bir etki gözlemlenmemiştir (2). Bu sonuçlar, testis özelliklerinde gözlemlenen Zn'ye ilişkin etkilerin, Zn'nin testis gelişimine olan spesifik etkisinden olduğu fikrini doğrulamaktadır.

Sığırlarda Zn yetersizliğine bağlı spermatogenetik hücrelerde dejeneratif değişimler, necrosis ve seminifer tübüllerde atrofi şekillendiği ve Zn enjeksiyonunun spermatogenesis'i normale döndürdüğü bildirilmektedir (12). Mevcut çalışmada, Zn'nin testis gelişimini artırması hafif çinko yetersizliğinin ortadan kaldırılmasıyla şekillenmiş olabilir. Denemede, kontrol grubu hayvanlarına sağlanan Zn seviyeleri normal büyüme için gerekli Zn'yi sağlayacak niteliktedir (2, 5, 13). Ancak gelişmekte olan hayvanlarda testis gelişimi için gereksinim duyulan Zn, diğer vücut dokularının büyümesi ve gelişimi için gereksinim duyulandan daha yüksektir (7). Yapılan başka bir çalışmada, mevcut deneme hayvanlarından bazılarının toplam testis ağırlığı ve epididymis ağırlığı tespit edilmiş (Tablo 1) ve Zn grubunun toplam testis ağırlığı ve epididymis ağırlığı, kontrol grubundakilerden daha yüksek bulunmuştur (2). Testis ve epididymis ağırlıkları ile bu çalışmada ölçülen testis özellikleri birbirini destekler niteliktedir. Bu, hem mevcut denemede gözlemlenen testis özelliklerine ilişkin ölçümlerin testis ve epididymis ağırlıklarında da gözlenebileceğini ve hem de testis gelişimi için daha fazla Zn'ye ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Ayrıca elde edilen sonuçlar Zn'nin testis gelişimi için esansiyel olduğu fikrini de doğrulamaktadır (3-5, 7, 13, 14).

Tablo 1. Rasyona  $30 \mu\text{g/g}$  Zn ilavesinin 60 günlük deneme sonunda toklularda testis ağırlığı, epididymis ağırlığı ve bazı testis özelliklerine etkisi.

	n	CA	TA	EA	SU	SÇ	TU	TÇ	TH
Kontrol	4	46.6	334	37.8	17.5	28.3	14.1	49.8	350
Çinko	2	47.1	568	49.0	18.0	30.0	16.0	58.5	546

CA: Canlı ağırlık (kg), TA: Testis ağırlığı (g), EA: Epididymis ağırlığı (g), SU: Scrotum uzunluğu (cm), SÇ: Scrotum çevresi (cm), TU: Testis uzunluğu (cm), TÇ: Testis çapı (mm), TH: Testis hacmi ( $\text{cm}^3$ )

Zn'nin testis ağırlığı ve testis özelliklerine ilişkin etkileri, testis gelişimine olan spesifik etkilerin yanında steroidogenesis ve spermatogenesis üzerine olan etkilerinden de kaynaklanabilir. Çünkü, Kuran ve ark., (2), rasyona Zn ilavesinin spermatogenesis'i ve sperma kalitesini artırdığını bildirmektedirler. Zn'nin spermatogenesis üzerine olan

etkisi, steroidogenesteki etkisinden ileri gelebilir (4, 5). Yapılan çalışmalar, Zn yetersizliğinin GnRH, dolayısıyla da FSH ve LH salgılanmalarını düşürdüğünü göstermiştir (15). Steroid hormonların sentezlenmesinde FSH ve LH'nin etkileri, rasyondaki Zn düzeyine bağlıdır (5). Zn yetersizliği, gonadotropin-reseptör kompleksinin oluşumunu engelleyerek testosteron üretimini düşürmektedir (5, 14, 15). Testosteron sentezlenmesindeki anormallikler spermatogenesis'i olumsuz etkileyebileceği gibi, testis gelişimini de olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle mevcut çalışmada gözlemlenen Zn'nin etkisi, hem testis gelişimi hem de steroidogenesis'e bağlı olarak spermatogenesis'ten ileri gelebilir. Zn'nin testis gelişimine olan bu spesifik etkisi, hipotalamus-pituitary-testis yoluyla steroidogenesis'ten oluşabileceği gibi Zn'nin testisteki hücre fonksiyonlarında direkt olarak rol oynaması ile de ortaya çıkmış olabilir.

Zn bakımından yetersiz rasyonlarla beslenen hayvanların küçük testislere ve düşük konsantrasyonda testosteron'a sahip oldukları bildirilmektedir (4, 5). Underwood (13), genç koçlarda 2.4 mg Zn/kg rasyon düzeyinin testis gelişimi ve spermatogenesis'i tamamen durdurduğunu, 17.4 ve 32.4 mg Zn/kg arasındaki düzeylerin ise yem tüketimi ve canlı ağırlığı etkilemediğini, fakat testislerin ağırlık artışını ve spermatogenesis'i olumsuz etkilediğini belirlemiştir. Mevcut çalışmada kontrol grubu hayvanlarının günlük Zn tüketimleri 49.1 µg/hayvan iken Zn grubunda 88.7 µg/hayvan düzeyinde olmuştur (2). Testis özelliklerine ilişkin gözlemlenen farklılıklar, kontrol grubu hayvanlarının normal büyümeleri için gerekli Zn'yi aldıklarını ve testis gelişimi için daha fazla miktarda Zn'ye ihtiyaç duyulduğu fikrini doğrulamaktadır.

Sonuç olarak, gelişmekte olan erkek tokluların rasyonlarına 30 µg/g Zn ilavesi, testis gelişimini hızlandırmaktadır. Zn'nin testis gelişimine olan spesifik etkileri nedeniyle, özellikle vücut gelişiminin normal seyrettiği, buna karşılık üreme performansının düşük olduğu sürülerde, Zn'nin hafif derecede yetersizliğinin ortadan kaldırılması optimum üreme performansının elde edilebilmesi için önem taşımaktadır. Diğer taraftan, ülkemizde genellikle Zn yetersizliğinin yoğun olarak gözlemlendiği Ağustos, Eylül, Ekim aylarının (16) mevsime bağlı olarak üreme fonksiyonları gerçekleşen koyunların koç katımı dönemine rastlaması daha da önem taşımaktadır.

### Teşekkür

Bu araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'nce desteklenmiştir.

### Kaynaklar

1. Kuran, M., Erener, G., Ocak, N., Yıldız, S., 1996. Çiftlik hayvanlarında üreme fonksiyonlarının doğal kontrolünde vitamin ve minerallerin önemi. *Hayvancılık Kongresi-96*. 18-21 Eylül 1996, İzmir. 1: 60-67.
2. Kuran, M., Çam, M.A., Ocak, N., Olfaz, M., 1997. Çinko'nun toklularda sperma kalitesine etkisi. *Ulusal Çinko Kongresi*, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir, (Basımda).
3. Ocak, N., Kuran, M., Erener, G., 1997. Çinko yetersizliği, testis gelişimi, ve sperma üretimi. *Ulusal Çinko Kongresi*, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir, (Basımda).

4. Martin, G.B. and White, C.L., 1992. Effects of dietary zinc deficiency on gonadotrophin secretion and testicular growth in young male sheep. *J. Reprod. and Fertil.*, 96: 497-507.
5. Martin, G.B., White, C.L., Markey, C.M. and Blackberry, M.A., 1994. Effects of dietary zinc deficiency on the reproductive system of young male sheep: testicular growth and the secretion of inhibin and testosterone. *J. of Reprod. and Fertil.*, 101: 87-96.
6. Saygılı, İ., Konukoğlu, D., Akçay, T., İrez, T., 1997. Seminal plazma Mg ve Zn düzeylerinin fertilitite ile ilişkisi. *Ulusal Çinko Kongresi*, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir, (Basımda).
7. Underwood, E.J. , 1971. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. 3<sup>rd</sup> Ed. New York.
8. A.O.A.C., 1981. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. 14<sup>th</sup> ed., Washington D.C.,.
9. Çakır, A., Haşimoğlu, S., Aksoy, A., 1981. *Çiftlik Hayvanlarının Uygulamalı Besleme ve Yemlenmesi*. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü (Teksir). Erzurum.
10. Öztürk, A., Dağ, B., Zülkadir, U., 1996. Akkaraman ve İvesi koçlarının bazı testis özelliklerinin döl verimine etkisi. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 20:127-130.
11. Sönmez, R. ve Kaymakçı, M. 1987. *Koyunlarda Döl Verimi*. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 404, İzmir.
12. Doğan, K., 1997. Çinkonun hayvan beslenmesinde yeri ve önemi. *Ulusal Çinko Kongresi*, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir, (Basımda).
13. Underwood, E.J. and Somers, M., 1969. Studies on zinc nutrition in sheep. I. The relation of zinc to growth, testicular development and spermatogenesis in young rams. *Austr. J. of Agric. Res.*, 20: 889-897.
14. Apgar, J., 1985. Zinc and reproduction. *Annual Review of Nutrition*, 5: 43-68.
15. Hurley, W.L., Doane, R.M., 1989. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. *Journal of Dairy Science*, 72: 784-804.
16. Gücüş, A.I., Öncüer, A., Kalkandelen, G., Bakioğlu, T., 1997. Koyun ve sığırlarda plazma çinko düzeyinin bölgesel ve mevsimsel değişimleri. *Ulusal Çinko Kongresi*, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir, (Basımda).