

DERLEME

REVIEW

Ruminant Hayvanlarda Yüksek Çinko Tüketiminin Etkileri

İbrahim DURMUŞ¹ Abdullah ERYAVUZ^{2*}

Kocatepe Vet J (2012) 5 (2): 35-41

Anahtar Kelimeler
Biyokimyasal Parametreler
Hematolojik Parametreler
Rumen Fermentasyonu
Yüksek Çinko

Key Words
Biochemical Parameters
Haematologic Parameters
Rumen Fermentation
High Zinc

¹ Veteriner Hekim,
Merkez/Konya

² Afyon Kocatepe Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
Fizyoloji AD
Afyonkarahisar

* Corresponding author
Email: eryavuz@aku.edu.tr
Tel: +90 (272) 228 13 12

ÖZET

Çinko; günlük tüketilen minerallerden olup, insan, hayvan ve bitkilerin sağlıklı gelişimleri açısından esansiyel bir elementtir. Dünyada en yaygın mineral eksikliğinin çinko eksikliği olması, bunun da tahıl üretiminde ve hayvan veriminde azalmalara neden olarak yetiştiricilere önemli ekonomik kayıplar oluşturduğu bilinmektedir. Bu yüzden, hayvancılığın yoğun olduğu bölgelerde, yetiştiriciler tarafından hayvanların sağlığını korumak ve verimlerini artırmak için yemlerine çinko katılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, tavsiye edilen düzeyden 6 kat ya da daha fazla düzeyde yeme çinko katılmasının koyun ve sığırlarda verimi artırdığını göstermiştir. Bu derleme çalışmasında, son yıllarda yapılan çalışmaların bulgularından hareketle, yüksek çinko tüketiminin rumen fermentasyonu, hematolojik ve biyokimyasal parametreler ile hayvan verimine etkileri anlatılmaya çalışıldı.

•••

Effects of high dietary zinc intake in ruminants animals

S U M M A R Y

Zinc is a mineral which are necessary to be intake daily and absolutely essential for the healthy growth of humans, animals and plants. On a global scale, zinc deficiency is the most widespread of all micronutrient deficiencies and causes reduced yields of crops and animals. Therefore, in areas with intensive livestock production, zinc is often supplemented to diet of the animals for health reasons or as growth promoters by producers. Recent studies have demonstrated that zinc improved ruminant productivity when supplemented at levels six times or more its recommended level for sheep and cows. The present review examines the effects of high dietary zinc intake on rumen fermentation, haematological and biochemical parameters and productivity of ruminants based on results of the studies conducted in recent years.

Ruminantlardan istenilen maksimum verimin elde edilebilmesinde minerallerin büyük rolü vardır. Ruminantlar metabolizmaları için gerekli olan mineral maddelerin tamamına yakın bir kısmını dışarıdan besin maddeleriyle almaktadır. Bu nedenle, ruminant beslenmesinde esansiyel olarak kabul edilen onbeş kadar elementin rasyondaki dengesizlik veya yetersizlikleri hayvancılık ekonomisinde yüksek oranda verim düşüklüğüne yol açmaktadır (Mc Dowell 1992). Bu minerallerden biri olan ve dünyada pek çok ülkede hem toprakta (Bağcı ve ark 2007) hem de insan ve hayvanlarda eksikliğiyle en fazla karşılaşılan çinko (Walker ve ark 2005), vücutta bir çok enzimin yapısına girmekte, birçok metabolik olayı etkilemekte ve kıl folliküllerinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır (Mc Dowell 1992). Çinko eksikliği probleminden korunmak için yetiştiriciler genellikle hayvanların rasyonuna çinkoyu ilave etmektedir. Bununla birlikte, son yıllarda hayvanların yemine katılması tavsiye edilen düzeyin üzerinde yapılan ilavelerin hayvanların sağlık ve verimlerinde olumlu bir etki doğurduğu gözlenmektedir (Gaafar ve ark 2010, Sobhanirad ve ark 2010). Örneğin rasyona yüksek düzeyde (2500 ppm) çinko ilavesinin domuzlarda diyare olgusunu azalttığı (Katauli ve ark 1999), tavukların diyetine yüksek düzeyde katıldığı zaman (1000 ppm) ise dışkıdan çevreye verilen amonyak gazı miktarının azaldığı (Kim ve Patterson 2005) ve normalden (34 ppm) 10 kat daha yüksek (340 ppm) çinko içeren yemle beslenen sığanlarda canlı ağırlığın arttığı (Jing ve ark 2007) gösterilmiştir. Ruminant hayvanlarda ise rasyonda bulunması gerekli çinko düzeyinin 35-50 ppm olduğu, maksimum tolere edilebilir düzeyinin 1000 ppm ve 1000 ppm üzerinin ise toksik olduğu kaydedilmektedir (Mc Dowell 1992, NRC 2001). Son yıllarda yapılan araştırmalarda ise ruminant olmayan hayvanlarda uygulandığı şekliyle, tavsiye edilen düzeyden (35-50 ppm) 6 kat ya da daha fazla düzeylerde rasyona çinko ilave edilmesinin, ruminantlarda da verim artışına yol açtığı ve sağlıklarına olumlu etkisi olduğu ortaya konmuştur (Rodriguez ve ark 1995, Hatfield ve ark 1995, Kincaid ve ark 1997, Puchala ve ark 1999, Aksoy ve ark 2002, Salama ve ark 2003, Kellog ve ark 2004, Wilde 2006, Jia ve ark 2008, Gaafar ve ark 2010, Sobhanirad ve ark 2010, Sobhanirad ve Naserian 2012). Bununla birlikte, yemlere yüksek düzeyde çinko katılmasının dışkıdaki çinko düzeyini artırması (Wright ve Spears 2004) nedeniyle, çevre üzerine olumsuz etki doğurabileceği ileri sürülmektedir (Case ve Carlson 2002). Diğer taraftan, dünyadaki pek çok ülkede olduğu gibi ülkemiz topraklarında da çinko eksikliğinin olduğu (Aslan 1997, Çakmak ve ark 1999, Munyan 2007) göz önüne alınırsa, dışkıdaki çinko düzeyinin yükseltilmesi, ruminant hayvanların

dışkılarının gübre olarak bu topraklarda kullanılması nedeniyle, bir avantaj da sağlayabilir. Çinko yetersizliğinin organizmada oluşturduğu etkilere yönelik çok sayıda çalışma klasik kitaplarda yer almıştır (Mc Dowell 1992). Bu derlemede, ruminant hayvanların yemine katılan yüksek fakat toksik olmayan çinkonun etkilerine yönelik gerçekleştirilmiş yayınlardaki veriler ele alınmıştır.

YÜKSEK ÇİNKO TÜKETİMİNİN: 1-Rumen Fermentasyonuna Etkisi

Sindirim fizyolojisi bakımından ele alındığında; herbivor hayvanların enerji kaynağı olarak yalnızca bitki ve kaba yemleri kullanabilmeleri, bu hayvanların sindirim kanallarının değişik bölgelerine yerleşmiş olan mikroorganizmalar sayesinde olmaktadır. Herbivorlar mikrobiyel sindirimin gerçekleştiği yere göre pregastrik ve postgastrik fermentorler olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Sığır, koyun ve keçi gibi dünyada en fazla bulunan herbivor türleri arasında yer alan ruminant hayvanlar, dört odacıklı mideye (rumen, retikulum, omasum ve abomasum) sahip pregastrik fermentorlerdir.

Pregastrik fermentasyon konakçı hayvana üç önemli besinsel avantaj sağlamaktadır. İlk olarak, selüloz ve diğer bitkisel polisakaritler parçalanarak konakçı için yararlı enerji kaynağına dönüştürülmektedir. Selüloz doğada en fazla bulunan karbonhidrat polimeri olmasına rağmen, memelilerde bunu parçalayabilecek enzim bulunmamaktadır. Ruminantlar, rumende bulunan selüloolitik mikroorganizmalarla simbiyotik bir ilişki kurarak selülozu kullanabilmektedirler. İkinci olarak, rumende bulunan bakteriler protein tabiatında olmayan azotlu maddelerden kendi proteinlerini sentezleyebilmekte ve alt sindirim organlarında parçalanarak konakçı hayvana protein sağlamaktadırlar. Üçüncü olarak, mikroorganizmalar A ve D vitamini hariç hemen hemen bütün vitaminleri sentezleyerek konakçı hayvanın yararlanmasını sağlamaktadırlar (Dehority 2003). Bu nedenle, ruminant hayvanlar mikroorganizmalar sayesinde, yem bitkileri ile tek mideli hayvanların kullanamadıkları düşük kaliteli besinleri değerlendirmekte ve bunları insanların büyük gereksinimi olan et, süt, yapağı ve benzeri proteinli maddelere dönüştürerek hem yetiştiricilere hem de ülke ekonomisine önemli katkı sağlamaktadırlar.

Rumen mikroorganizmaları; bakteriler (rumen florası), protozoonlar (rumen faunası) ve mantarlar olmak üzere üç grupta toplanmakta ve süzülmuş rumen sıvısının %3-9.7 kadarlık hacmini oluşturmaktadır (Bölükbaşı, 1989). Rumen protozoonlarının çinko tüketimini düzenleme mekanizmasına sahip olmadıkları ve ortamda yüksek

düzye çinko bulunması halinde, kendileri için toksik bile olsa, aşırı çinko olarak parçalandıkları bildirilmektedir (Bonhomme ve ark 1979, 1980). Rasyona düşük düzeyde inorganik çinko (sülfat şekli) ilavesinin (250 ppm) rumen protozoon sayısını etkilemediği (Eryavuz ve ark 2002), ancak yüksek düzeyde (1000 ppm) çinko katarak koyunlar ve sığırlarda yapılan araştırmalarda, rumende protozoonların yok olduğu (Bonhomme ve ark 1980) ya da azaldığı (Froetschel ve ark 1990) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yemdeki yüksek çinkonun rumende selüloz sindirimini azalttığı ve bunun da muhtemelen bakteriler üzerine olan olumsuz etkisinden dolayı olduğu ileri sürülmüştür (Ott ve ark 1966, Arelovich ve ark 2000). Yapılan *in vitro* bir araştırmada (Eryavuz ve Dehority 2009), 25 µg/ml çinkonun (sülfat şekli) selüloz sindirimi üzerine olumsuz etkisinin olmadığı, 50 µg/ml çinkonun ise selüloz sindirimini önemli düzeyde azalttığı ancak hem selüloolitik hem de total bakteri sayısı üzerine olumsuz etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, protozoonların aksine bakterilerin çinko tüketimini kontrol etme mekanizmasına sahip olduklarını göstermektedir. Nitekim, bakterilerin hücreye çinko alınımını düzenleyen mekanizmalara sahip oldukları ve gereksinim ile toksisite arasında hassas bir denge kurabildikleri bildirilmektedir (Hantke 2005).

Çözünebilir proteinleri çöktürmesinden dolayı (Britton and Klopfenstein 1986), bazı çalışmalarda yüksek düzeyde çinko yemin besinsel özelliklerini etkilemek amacıyla da kullanılmıştır (Dass ve ark 2009). Örneğin, çinkonun yem proteinlerinin rumende sindirilebilirliğini azalttığı gösterilmiş (Froetschel ve ark 1990, Eryavuz ve ark 2002) ve çinkoyla muamele edilmiş soya proteini içeren yemlerin rumenden sindirilmeden alt sindirim organlarına geçen (escape) protein miktarını artırdığı tespit edilmiştir (Cecava ve ark 1993). Rasyondaki 470 ppm çinkonun rumende ürenin yıkılımını azaltarak ani amonyak birikimini önlediği ve bu sayede rumen mikroorganizmalarını üreden daha fazla yararlanıma yol açacağı da ileri sürülmektedir (Arelovich ve ark 2000). Yüksek düzeyde çinkonun rumendeki protein ve üre yıkılımı üzerine gözlenen bu etkilerinin, bakterilerin proteolitik (Karr ve ark 1991) ve üreolitik (Bonhomme ve ark 1979) enzimlerini inhibe ederek gerçekleştirildiği öne sürülmektedir. Bu bilgiler, rasyona yüksek düzeyde katılacak çinkonun rumen fermentasyonunu manipule edebileceğini ve bakterilerin proteolitik enzim aktivitesinde bir azalmaya yol açarak rasyon proteinlerinden konakçının daha fazla yararlanmasına katkı sağlayabileceğine işaret etmektedir.

Malcolm-Callis ve ark (2000), yeme 100 ve 200 ppm çinko ilave edildiğinde sığırların yem

tüketiminde bir azalma olduğunu kaydetmektedirler. Buna karşın, Miller ve ark (1989) 1000 ppm çinko ilavesinde düvelerin yem tüketiminde herhangi bir fark gözlemezlerken, yeme 2000 ppm çinko ilave ederek besledikleri düvelerde ilk birkaç hafta herhangi bir olumsuzluk olmadığını fakat 2 haftadan sonra yem tüketimlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Benzer bir bulguyu Campbell ve Mills (1979) 750 ppm çinko ilave edilmiş yemle beslenen koyunlarda gözlemişlerdir. Eryavuz ve Dehority (2009); *in vitro* 50 µg/ml çinko içeren ortamda selüloz sindirimini azalmasına rağmen bakteri sayısının değişmemesinden yola çıkarak, yüksek çinkonun bakterilerin selüloz sindiren ekstraselüler enzimlerinin aktivitesini azaltması ve selüloz sindirimini gecikmesi nedeniyle rumende meydana gelen dolgunluğun mekanik tokluğa yol açarak hayvanlarda yem tüketimini azaltabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Eryavuz ve Dehority (2009) *in vitro* 25 µg/ml çinko içeren ortamın hem selüloz sindirimi hem de bakteri sayısı üzerinde herhangi bir değişikliğe yol açmadığını bulmuşlar ve *in vitro* 25 µg/ml çinko içeren ortamın yemdeki yaklaşık 1000 ppm çinko düzeyine karşılık geldiğini bildirmişlerdir. Bu bildirim dikkate alınırca, 1000 ppm çinko içeren bir yemin rumende hem selüloz sindirimi hem de bakteri sayısını olumsuz etkilemediği ileri sürülebilir. Nitekim *in vivo* yapılan araştırmalarda, yüksek düzeyde inorganik çinkonun (500 ve 1000 ppm, çinko sülfat ve çinko klorür şeklinde) rumende lif sindirimi sonucu oluşan uçucu yağ asiti düzeylerini etkilemediği, propiyonik asit düzeyini artırarak asetik asit / propiyonik asit oranını düşürdüğü ve bu etkileriyle iyonofor grubu antibiyotiklerin etkilerine benzer etki gösterdiği kaydedilmektedir (Froetschel ve ark 1990, Arelovich ve ark 2000, Bateman ve ark 2004).

2- Hematolojik ve Biyokimyasal Parametrelere Etkileri

Yeme ilave edilen yüksek çinko sığır (Sobhanirad ve Naserian 2012), koyun (Aksoy ve ark 2002), keçi (Eryavuz ve ark 2001, 2002, Pechova ve ark 2009) ve mandaların (Dass ve ark 2009) plazma çinko düzeylerini yükseltmektedir. Bununla birlikte, tavsiye edilenden 10 kat daha yüksek (500 ppm) çinko tüketimi sığırların sütünde (Sobhanirad ve ark 2010) çinko düzeyini yükseltirken, keçilerde günde oral olarak 500 mg çinko verilmesinin (Pechova ve ark 2009) süt çinko düzeyine etkisinin olmadığı ifade edilmektedir. Plazma çinko düzeyi, şayet hayvanlar ciddi çinko eksikliğine maruz değillerse, vücuttaki çinko durumunun güvenli bir göstergesi olmamaktadır (Pavlata ve ark 2011). Nitekim, Alp ve ark (2001), Marmara Bölgesi'ndeki değişik illerde

merada yetiştirilen koyunlarda yaptıkları çalışmada, kan serumu çinko düzeylerinin normal olarak bildirilen (100-120 µg/dl) düzeylerden düşük (32.37-57.36 µg/dl) olduğunu ancak hayvanlarda herhangi bir eksiklik belirtisinin gözlenmediğini bildirmektedir. Aksoy ve ark (2002) haftada bir kez olmak üzere toplam 12 hafta boyunca oral olarak 500 mg çinko oksit verdikleri kuzularda serum Cu düzeylerinin önemli oranda düştüğünü, buna karşın Fe, Ca ve Mg düzeylerinde herhangi bir değişimin olmadığını bildirmektedirler. Bununla birlikte, rasyona 250 (Eryavuz ve ark 2001) ve 1000 ppm (Miller ve ark 1989) çinko (sülfat) ilavesinin Ankara keçileri ve sığırlarda plazma Cu düzeylerine etkisinin olmadığı kaydedilmektedir. Yeme 250 ppm (Dönmez ve Keskin 1999) ve 500 ppm (Sobhanirad ve Naserian 2012) çinko ilavesinin keçi ve sığırlarda eritrosit sayısını, hemoglobin miktarını ve hematokrit değeri artırdığı, akyuvar sayıları üzerine etkisinin olmadığı bulunmuştur. Bununla birlikte, Miller ve ark (1989), sığırlarda alyuvar dahil hematolojik değerlerin 1000 ppm çinko ile uzun süre beslemede dahi etkilenmediğini bildirmektedir. Yeme 500 ppm çinko ilavesi kanda laktat dehidrogenaz ve süperoksit dismutaz enzim aktivitelerini de artırmakta (Sobhanirad ve Naserian 2012), kuzulara haftada bir 500 mg çinko oksit verilmesi gammaglobulin düzeylerini yükseltmektedir (Aksoy ve ark 2002). Yüksek düzeyde çinko ilave edilmiş yemle beslenen keçi ve koyunlarda yapılan çalışmalarda; kıl (Eryavuz ve ark 2002, Pavlata ve ark 2011), karaciğer, dalak ve böbrek (Henry ve ark 1997) çinko düzeylerinin de yükseldiği gözlenmiştir.

Çinko, vücutta enerji metabolizmasında önemli etkilere sahip hormonların kan düzeylerini etkilemektedir. Çinkonun insulin hormonu sentezi, depolanması ve salıverilmesinde önemli olduğu, ayrıca plazma çinko düzeyi düştüğünde insulin salgılanması ile dokuların insuline duyarlılıklarının azaldığı bildirilmektedir (Gomez-Garcia ve ark 2006). Hayvanlarda yem tüketimi ile enerji harcanması yanında üremenin düzenlenmesinde de görev alan leptin hormonu, yağ dokudan salgılanmakta ve vücut yağ depoları hakkında merkezi sinir sistemine bilgi vermektedir (Eryavuz ve ark 2007). Leptin hormonu üretimine çinkonun doğrudan etkisinin olduğu, çinko eksikliğinin yağ dokudan salgılanan leptin düzeyini azalttığı ve çinko içeriği yeterli diyetle çinko ilavesinin kan leptin düzeyini artırdığı gösterilmiştir (Kwun ve ark 2007).

Çinko içeriği yeterli yemle beslenen ratlara periton içi 3 mg/kg dozda çinko uygulamasının tiroid hormon düzeylerini artırdığı hatta melatonin hormonunun tiroid hormonlarına olan olumsuz etkisini ortadan kaldırdığı bildirilmektedir (Baltacı ve ark 2004). Nazifi ve ark (2008) koyunlarda plazma

çinko düzeyiyle tiroid hormonları arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu bulmuşlardır. Buna karşın, ruminantlarda yapılan çalışmalarda, yeme yüksek çinko ilavesinin tiroid hormonları üzerine etkilerine yönelik çelişkili bildirimler bulunmaktadır. Yeme 250 ppm çinko ilavesinin koyun ve Ankara keçilerinin kanında tiroid hormon düzeylerini azalttığı ileri sürülürken (Keçeci ve Keskin 2002), %1 ve %2 çinko sülfatla muamele edilmiş soya unu yedirilen mandalarda kan tiroksin ve insulin düzeylerinin yükseldiği, plazma glikoz ve kolesterol düzeylerinin düştüğü (Dass ve ark 2009), 250 ppm çinko içeren yemle beslenen koyunlarda (Avcı ve ark 2013) ve 500 ppm çinko içeren yemle beslenen sığırlarda (Sobhanirad ve Naserian 2012) kan leptin, insulin ve tiroid hormon düzeylerinin etkilenmediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, tiroid hormon düzeyleri bakımından ruminant türleri arasında farklılıkların olması ve keçilerin bazal metabolizmalarının ve kan tiroksin hormonu düzeylerinin koyun ve sığırlara göre daha yüksek olması (İnal 1997) nedeniyle, çinkonun yüksek düzeylerinin keçilerde insulin, leptin ve tiroid hormonları üzerine etkilerine yönelik daha fazla çalışmaya gereksinim bulunmaktadır.

Çinkonun antioksidan enzimlerin yapısında yer almasından dolayı, serbest radikallerin hücreye vereceği zararı azaltmak ve böylece sağlığı korumak amacıyla hem insan hem de hayvanlarda diyetlere ilave edilmesi tavsiye edilmektedir (Miller ve ark 1993, Chien ve ark 2006). Nitekim çinko düzeyi yüksek yemle beslenen sığırlarda antioksidan aktivitenin arttığı bildirilmektedir (Jing ve ark 2007). Klinik ve subklinik mastitisli sığırlarda yapılan araştırmalarda; lipid peroksidasyonunun arttığı (Dündar ve ark 2000) ve kan çinko düzeyinin azaldığı (Ranjan ve ark 2005) gözlenmiştir. Bu bilgiler, rasyona yüksek düzeyde çinko ilavesinin oksidatif hasarı azaltabileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, Avcı ve ark (2013) 250 ppm çinko ilave edilmiş yemle koyunları beslemenin lipid peroksidasyonu, total antioksidan ve glutasyon üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını ve vitamin A düzeylerini değiştirmediğini bulmuşlardır.

3- Hayvansal Verimlere Etkisi

Daha önce yapılan çalışmalarda yemdeki 750 ppm çinkonun gebe koyunlarda olumsuz etkiler doğurduğu (Campbell ve Mills 1979) yönündeki bilgiler bulunurken, daha sonraları koyunlarda (Bonhomme ve ark 1980, Henry ve ark 1997) ve sığırlarda yapılan (Miller ve ark 1989, Froetschel ve ark 1990) araştırmalarda ise yeme 1000 ppm çinko ilavesinin herhangi bir olumsuzluğa yol açmadığı tespit edilmiş ve bu nedenle 1000 ppm çinko tolere edilebilir maksimum düzey olarak kitaplara geçmiştir (Mc Dowell 1992, NRC 2001). Üstelik, Miller ve ark

(1989) yaklaşık bir yıl süreyle 1000 ppm çinko içeren yemle besledikleri sığırlarda yem tüketimi, süt verimi, canlı ağırlık, sağlık ve reproduksiyonun olumsuz etkilenmediğini belirlemişler ve laktasyondaki sığırların herhangi bir olumsuzluk gözlenmeksizin 1000 ppm çinko içeren yemle uzun süre beslenebileceklerini ileri sürmüşlerdir. Ancak, keçi ve manda gibi diğer ruminant hayvanlar üzerinde bu düzeyde bir çinko ilavesinin etkilerine yönelik araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır. İneklerde plazma çinko düzeyiyle süt verimi arasında ilişkinin olduğu ve plazma çinko düzeyi düştüğü zaman süt veriminin de azaldığı kaydedilmektedir (Enjalbert ve ark 2006). Nitekim, yeme 500 ppm organik çinko ilave edilen sığırlarda daha fazla süt üretimine yönelik meyil olduğu ve süt çinko düzeyinin arttığı gözlenmiştir (Sobhanirad ve ark 2010). Sütteki somatik hücre sayısı meme sağlığı hakkında bilgi veren önemli göstergelerden birisidir. Gaafar ve ark (2010), mastitisli sığırlara günde 5 ve 10 g çinkometiyonin verilmesinin sütteki somatik hücre sayısını önemli oranda düşürdüğünü, iyileşme zamanının kıaldığını ve tedavi masraflarının azaldığını bildirmektedir.

Ekonomik açıdan ele alındığında rasyona yüksek düzeyde çinko ilavesinin, kuzularda canlı ağırlığı artırdığı (Aksoy ve ark 2002), sığırlarda immün sistemi uyardığı, süt üretimini artırdığı, tırnak hastalıklarını azalttığı, sütteki somatik hücre sayısını düşürdüğü (Kellog ve ark 2004, Gaafar ve ark 2010), fertilitiyi geliştirdiği (Wilde 2006) ve doğumdan sonra ilk östrus görülme süresini kısalttığı (Campbell ve Miller 1998) bildirilmektedir.

SONUÇ

Ruminant hayvanların yemine tavsiye edilen (35-50 ppm) düzeylerin 6 kat ya da daha fazla ilave edilen çinkonun, rumen fermentasyonu, hematolojik ve biyokimyasal parametreler ile verime (canlı ağırlık, süt üretimi ve reproduksiyon gibi) olumlu etkisine yönelik bulguların varlığı gözlenmektedir. Bu bulguların sahaya aktarılabilmesi için yüksek çinko tüketiminin ruminant hayvanlardaki etkilerine yönelik daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir. Ruminant türleri arasında özellikle keçi ve mandalarda yapılan çalışma azlığı nedeniyle söz konusu hayvanlarda yüksek çinkonun etkilerinin tespit edilmesine yönelik çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır. Toprakta çinko yetersizliğinin olduğu bölgelerde yetiştirilen ruminant hayvanların yemlerine çinkonun yüksek düzeyde katılması, hayvanlarda çinko eksikliği gözlenmesinin önlenmesi yanı sıra bu hayvanların dışkılarının gübre olarak kullanılması toprak çinko yetersizliğinin giderilmesine de katkı sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

- Aksoy G, Şahin T, Çimtay İ, Kaya NBA. 2002.** Kuzularda çinko oksit uygulamalarının bazı biyokimyasal parametreler ve canlı ağırlık kazancı üzerine etkileri. *Tr J Vet Anim Sci.* 26: 85-90.
- Alp M, Kahraman R, Kocabağlı N, Özçelik D, Eren M, Türkmen İ, Yavuz M, Dursun Ş. 2001.** Determination of the Mineral Levels of Feedstuffs in the Marmara Region and their Relation to Nutritional Disorders in Sheep. *Tr J Vet Anim Sci.* 25: 511-520.
- Arelovich HM, Owens FN, Horn GW, Vizcarra JA. 2000.** Effects of supplemental zinc and manganese on ruminal fermentation, forage intake, and digestion by cattle fed prairie hay and urea. *J Anim Sci.* 78: 2972-2979.
- Aslan A. 1997.** Topraklarımızda çinko ve çok yönlü etkileri. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Derg.* 118: 57-62.
- Avcı G, Küçükkurt İ, Konaş T, Eryavuz A, Fidan F. 2013.** Farklı ırk koyunlarda rasyona çinko ilave edilmesinin plazma leptin, insulin ve tiroid hormone düzeyleri ile bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkisi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg.* 60: 1-5.
- Bagci A, Erdal I, Gultekin I, Yilmaz A, Ekiz H, Sade B, Torun MB, Cakmak I. 2007.** Effect of zinc fertilization and irrigation on grain yield, zinc concentration and quality of cereal species. *ZINC CROPS 2007. "Improving crop production and human health" 24-26 May 2007, Istanbul, Turkey.*
- Baltacı AK, Mogulkoc R, Kul A, Bediz CS, Ugur A. 2004.** Opposite effects of zinc and melatonin on thyroid hormones in rats. *Toxicology.* 195: 69-75.
- Bateman HG, Williams CC, Gantt DT, Chung YH, Beem AE, Stanley CC, Goodier GE, Hoyt PG, Ward JD, Bunting LD. 2004.** Effects of zinc and sodium monensin on ruminal degradation of lysine-HCl and liquid 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid. *J Dairy Sci.* 87: 2571-2577.
- Bonhomme A, Durand M, Beaumatin P. 1979.** Etude in vitro du compartiment des populations microbiennes du rumen en presence de zinc sous forme de sulfate. *Ann Biol Anim Biochem Biophys.* 19, 3B : 937-942.
- Bonhomme A, Quintana C, Durand M, 1980.** Elektron microprobe analysis of zinc incorporation into rumen protozoa. *J Protozool,* 27 (4); 491-497.
- Bölükbaşı F. 1989.** Fizyoloji Ders Kitabı (Vücut Isısı ve Sindirim), Cilt I, A.Ü. Vet. Fak. Yayınları, AÜ Basımevi, Ankara.
- Britton RA, Klopfenstein TJ. 1986.** Zinc treated soybean meal: A method to increase bypass.

- Nebraska 1986 Beef Cattle Rep. MP-50. p. 45. Lincoln.
- Campbell MH, Miller JK. 1998.** Effect of supplemental dietary vitamin E and zinc on reproductive performance of dairy cows and heifers fed excess iron. *J Dairy Sci.* 81: 2693-2699.
- Campbell JK, Mills CF. 1979.** The toxicity of zinc to pregnant sheep. *Environ Res.* 20: 1-13.
- Case CL, Carlson MS. 2002.** Effect of feeding organic and inorganic sources of additional zinc on growth performance and zinc balance in nursery pigs. *J Anim Sci.* 80: 1917-1924.
- Cecava MJ, Hancock DL, Parker JE, 1993.** Effects of zinc-treated soybean meal on ruminal fermentation and intestinal amino acid flows in steers fed corn silage-based diets. *J Anim Sci,* 71: 3423-3431.
- Chien XMX, Zafra-Stone S, Bagchi M, Bagchi D. 2006.** Bioavailability, antioxidant and immune-enhancing properties of zinc methionine. *Biofactors.* 27: 231-244.
- Çakmak I, Kalayci M, Ekiz H, Braun HJ, Yilmaz A. 1999.** Zinc deficiency as an actual problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-Science for Stability Project. *Field Crops Res.* 60: 175-188.
- Dass RS, Kumar R, Bhadane KP, Tiwari RK, Mudgal V, Garg AK, Varshney VP. 2009.** Effect of zinc-sulphate treated soybean-meal feeding on nutrient utilization and blood metabolic profile in male Murrah buffalo calves. *Indian J Anim Sci.* 79: 1156-1160.
- Dehority BA. 2003.** *Rumen Microbiology,* Nottingham University Press, Thumpton, UK.
- Dönmez N, Keskin E. 1999.** Ankara keçilerinde rasyona çinko ilavesinin bazı hematolojik parametreler üzerine etkisi. *Vet Bil Derg.* 15: 125-131.
- Dundar Y, Eryavuz A, Aslan R, Ucar M. 2000.** Malondialdehyde and glucose-6-phosphate dehydrogenase levels in healthy and subclinical mastitic cows. *YY Univ Sağ Bil Derg.* 6 : 84-86.
- Enjalbert F, Lebreton P, Salat O. 2006.** Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: Retrospective study. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 90: 459-466.
- Eryavuz A, Dehority BA. 2009.** The effects of supplemental zinc concentration on cellulose digestion and cellulolytic and total bacterial numbers in vitro. *Anim Feed Sci Technol.* 151: 175-183.
- Eryavuz A, Durgun Z, Keskin E. 2002.** Faunalı ve faunasız Ankara keçilerinde rasyona çinko katılmasının bazı rumen ve kan metabolitleri ile tiftik verimi ve niteliğine etkileri. *Tr J Vet Anim Sci.* 26: 753-760.
- Eryavuz A, Altunok V, Keskin E, Haliloğlu S. 2001.** Ankara keçilerinde rasyona çinko ilavesinin ve defaunasyonun bazı plazma mineral madde düzeylerine etkileri. *Hayv Araş Derg.* 11: 39-43.
- Eryavuz A, Avcı G, Küçük Kurt İ, Fidan A F. 2007.** Comparison of plasma leptin, insulin and thyroid hormone concentrations and some biochemical parameters between fat-tailed and thin-tailed sheep breeds. *Revue Méd Vét.* 158: 244-249.
- Froetschel MA, Martin AC, Amos HE, Evans JJ. 1990.** Effects of zinc sulfate concentration and feeding frequency on ruminal protozoal numbers, fermentation patterns and amino acid passage in steers. *J Anim Sci,* 68: 2874-2884.
- Gaafar H M A, Basiuoni M I M, Ali F E, Shitta A A, Shamas A. Sh. E. 2010.** Effect of zinc methionine supplementation on somatic cell count in milk and mastitis in Friesian cows. *Archiva Zootechnica* 13: 36-46.
- Gomez-Garcia A, Hernandez-Salazar E, Gonzalez-Ortiz M, Martinez-Abundis E. 2006.** Effect of oral zinc administration on insulin sensitivity, leptin and androgens in obese males. *Rev Med Chil.* 134: 279-284.
- Hantke K. 2005.** Bacterial zinc uptake and regulators. *Curr Opin Microbiol.* 8:196-202.
- Hatfield PG, Snowden GD, Head WA, Glimp HA, Stobart RH, Besser T. 1995.** Production by ewes rearing single or twin lambs: Effects of dietary crude protein percentage and supplemental zinc methionine. *J Anim Sci.* 73: 1227-1238.
- Henry PR, Littell RC, Ammerman CB. 1997.** Effect of high dietary zinc concentration and length of zinc feeding on feed intake and tissue zinc concentration in sheep. *Anim Feed Sci Technol.* 66: 237-245.
- İnal F. 1997.** Ankara Keçileri ve Etçi Keçilerin Beslenmesi, Hayvan Besleme Ders Notları. B. Coşkun, E. Şeker, F. İnal. S.Ü.Vet.Fak. Yayın Ünitesi. Konya. s: 141-146.
- Jia W, Jia Z, Zhang W, Wang R, Runlian W, Zhang S, Zhu X. 2008.** Effects of dietary zinc on performance, nutrient digestibility and plasma zinc status in Cashmere goats. *Small Rum Res.* 80: 68-72.
- Jing MY, Sun JY, Sun W, Qian LC, Weng XY. 2007.** Effects of zinc on hepatic antioxidant systems and the mRNA expression levels assayed by cDNA micrarrays in rats. *Ann Nutr Metab.* 51: 345-351.
- Karr KJ, Dawson KA, Mitchell GE. 1991.** Inhibitory effects of zinc on the growth and proteolytic activity of selected strains of ruminal bacteria. *Beef Cattle Res Rep. No.337.* Univ. of Kentucky, Lexington. P 27.

- Katouli M, Melin L, Jensen-Waern M, Wallgren P, Mollby R. 1999.** The effect of zinc oxide supplementation on the stability of the intestinal flora with special reference to composition of coliforms in weaned pigs. *J Appl Microbiol.* 87: 564-573.
- Kececi T, Keskin E. 2002.** Zinc supplementation decreases total thyroid hormone concentration in small ruminants. *Acta Vet Hung.* 50: 93-100.
- Kellogg DW, Tomlinson D J, Socha M T, Johnson AB. 2004.** Review: Effects of zinc methionine complex on milk production and somatic cell count of dairy cows: Twelve-trial summary. *Prof Anim Sci.* 20:295-301.
- Kim WK, Patterson PH. 2005.** Effects of dietary zinc supplementation on hen performance, ammonia volatilization, and nitrogen retention in manure. *J Environ Sci Health B.* 40: 675-686.
- Kincaid RL, Chew BP, Cronrath JD, 1997.** Zinc oxide and amino acids as sources of dietary zinc for calves: Effects on uptake and immunity. *J Dairy Sci,* 80; 1381-1388.
- Kwun IS, Cho YE, Lomeda RA, Kwon ST, Kim Y, Beattie JH. 2007.** Marginal zinc deficiency in rats decreases leptin expression independently of food intake and corticotrophin-releasing hormone in relation to food intake. *Br J Nutr.* 98: 485-489.
- Malcolm-Callis KJ, Duff GC, Gunter SA, Kegley EB, Vermeire DA. 2000.** Effects of supplemental zinc concentration and source on performance, carcass characteristics, and serum values in finishing beef steers. *J Anim Sci.* 78: 2801-2808.
- McDowell LR. 1992.** *Zinc.* In: Minerals in animal and human nutrition. Ed. by T.J. Cunha. Academic Press Inc. San Diego, Pp, 265-293.
- Miller WJ, Amos HE, Gentry RP, Blackmon DM, Durrance RM, Crowe CT, Fielding AS, Neathery MW. 1989.** Long-term feeding of high zinc sulfate diets to lactating and gestating dairy cows. *J Dairy Sci.* 72: 1499-1508.
- Miller JK, Brzezinska-Slebodzinska E. 1993.** Oxidative stress, antioxidants, and animal functions. *J Dairy Sci.* 76: 2812-2823.
- Munyan V. 2007.** Sabancı Üniversitesi'nin kuraklığa dayanarak buğday araştırmasına Gates desteği. 6 Ağustos 2007, Hürriyet Gazetesi.
- National Research Council. 2001.** Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC.
- Nazifi S, Saeb M, Abangah E, Karimi T. 2008.** Studies on the relationship between thyroid hormones and some trace elements in the blood serum of Iranian fat-tailed sheep. *Veterinarski Archiv.* 78: 159-165.
- Ott EA, Smith WH, Harrington RP, Stob M, Paeker HE, Beeson WM. 1966.** Zinc toxicity in ruminants. III. Physiological changes in tissues and alterations in rumen metabolism in lambs. *J Anim Sci.* 25:424-431.
- Pavlata L, Chomat M, Pechova A, Misurova L, Dvorak R. 2011.** Impact of long-term supplementation of zinc and selenium on their content in blood and hair in goats. *Veterinarni Medicina.* 56: 63-74.
- Pechova A, Misurova L, Pavlata L, Dvorak R. 2009.** The influence of supplementation of different forms of zinc in goats on the zinc concentration in blood plasma and milk. *Biol Trac Elem Res.* 132: 112-121.
- Puchala R, Sahlu T, Davis JJ. 1999.** Effects of zinc-methionine on performance of Angora goats. *Small Rum Res.* 33: 1-8.
- Ranjan R, Swarup D, Naresh R, Patra RC. 2005.** Enhanced erythrocytic lipid peroxides and reduced plasma ascorbic acid, and alteration in blood trace elements level in dairy cows with mastitis. *Vet Res Commun.* 29: 27-34.
- Rodriguez BT, Arelovich HM, Villalba JJ, Laborde HE. 1995.** Dietary supplementation with zinc and manganese improves the efficiency of nitrogen utilization by lambs. *J Anim Sci.* 37 (Suppl. 1): 1233 (Abstract).
- Salama AAK, Caja G, Albanell E, Such X, Casals R, Plaixats J. 2003.** Effects of dietary supplements of zinc –methionine on milk production, udder health and zinc metabolism in dairy goats. *J Dairy Res.* 70: 9-17.
- Sobhanirad S, Naserian AA. 2012.** Effects of high dietary zinc concentration and zinc sources on hematology and biochemistry of blood serum in Holstein dairy cows. *Anim Feed Sci Technol.* 177: 242-246.
- Sobhanirad S, Carlson D, Kashani RB. 2010.** Effect of Zinc Methionine or Zinc Sulfate Supplementation on Milk Production and Composition of Milk in Lactating Dairy Cows. *Biol Trace Elem Res.* 136:48–54.
- Walker CF, Kordas K, Stoltzfus RJ, Black RE. 2005.** Interactive effects of iron and zinc on biochemical and functional outcomes in supplementation trials. *Am J Clin Nutr.* 82: 5–12.
- Wilde D. 2006.** Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle. *Anim Reprod Sci.* 96 (3-4): 240-249.
- Wright CL, Sperars JW. 2004.** Effect of zinc source and dietary level on zinc metabolism in Folslein calves. *J Dairy Sci.* 87: 1085-1091.