

Derleme/Review

Kanatlı Karma Yemlerinde Bor Elementinin Kullanımı

Tülay Çimrin¹, Murat Demirel²

¹ Ahievran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü 40100, KIRŞEHİR

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü 65080, VAN
e-posta: tcimrin@hotmail.com

Özet: Bor elementinin insan ve hayvan dokularındaki biyokimyasal etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, seksenli yıllardan sonra besleyici bir mikro element olarak, insan ve hayvan metabolizmasında çeşitli biyokimyasal araştırmalarda yoğun olarak yer almaya başlamıştır. Bor'un mineral metabolizması, lipid metabolizması ve enerji metabolizmasında, endokrin sistem, immun sistem ve beyinde önemli fonksiyonları olduğu, performansı olumlu yönde etkilediği, osteoporoz, osteoartrit ve artrit önlenmesinde etkili olabileceği bildirilmektedir. Bor elementine daha çok kemik ve mineral metabolizması için ihtiyaç duyulmaktadır. Bu derlemede bor elementinin hayvansal üretimde kullanımını, kanatlı hayvanlarda bazı verim, kemik ve kan parametreleri üzerindeki etkileri özetlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Bor, Kemik Metabolizması, Yumurta Kalite Özellikleri, Hayvan Besleme.

The Using of Boron Addition in Poultry Diets

Abstract: The biochemical effect mechanism of boron element in human and animal tissues is still unknown but many biochemical researches on boron elements as a feeder micro nutrient element in human and animal metabolism have been intensively started to study since 80s. Many studies indicated that Boron has many positive effects on mineral metabolism, lipid metabolism, endocrine system, immune systems, and brain function and also positively increase the performance and prevents the osteoporosis, osteoarthritis, arthritis. Boron element is primarily needed for mineral and bone metabolisms. This review is summarized the use of boron element in animal production, the effects on some yield, bone and blood parameters in poultry.

Keywords: Boron, Bone Metabolism, Egg Quality Traits, Animal Nutrition.

Giriş

"Sanayi Tuzu" olarak da adlandırılan bor madeni, özelliklerinden dolayı sanayide yüzlerce üründe kullanılmaktadır. Yüksek ısıya dayanması, bilgisayar ve iletişim yüksek teknolojileri için zorunlu olması, deterjanların beyazlatıcı özelliği, yanmaz kumaşların özelliği yine bu maden sayesinde. Diş macunundan ilaca, fayandan gübreye, kaporta cilasından çelik janta, ahşaptan bor cama kadar her üründe bor madeni kullanılmaktadır. Ayrıca geleceğin yakıtı olarak öngörülen ve halen uzay teknolojilerinde kullanılan bor bu sebeple stratejik bir öneme sahiptir (Ademdir 2002; Anonim 2010a).

Seksenli yıllardan sonra bor elementi, insan ve hayvan metabolizmasında çeşitli araştırmalarda yer almaya başlamıştır (Devirian ve Volpe 2003; Yıldız ve ark. 2008). Organizmada metabolik faaliyetlerin düzenli bir şekilde sürmesinde minerallerin önemi büyüktür. Mineraller organizma için esansiyel olup, besinlerle belirli oranlarda sürekli olarak alınmak zorunludur. Kanatlı hayvan beslemede kullanılan yemde enerji ve protein değeri ne kadar önemli ise amino asit, vitamin ve inorganik maddelerin bulunması da aynı ölçüde önemlidir. Temel inorganik maddeler kemik oluşumu, protein, karbonhidrat ve lipid metabolizması için

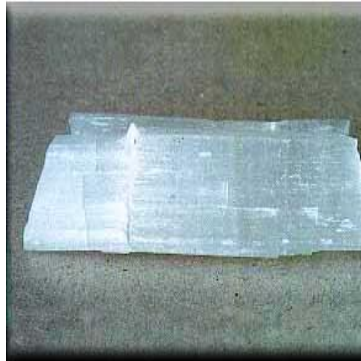
gerekli maddelerdir. Gerekli mineral maddelerin yemle verilmemesi durumunda büyüme hızının yavaşladığı verimin azaldığı görülmüştür. Son yıllarda kanatlı hayvanların bor elementi tüketmelerinin mineral metabolizması için yararlı olabileceği bildirilmektedir (Nielsen 1988). Broiler piliçlerde bor ilavesi canlı ağırlık kazancı ve ölüm oranlarında azalmaya neden olduğu (Rossi ve ark. 1990), etlik piliç ve yumurta tavuklarında yemden yararlanma değerini iyileştirdiği ve yem tüketimini azalttığı (Bozkurt ve ark. 2007; Olgun ve ark. 2009; Köksal ve ark. 2009). Broiler rasyonuna borik asit ilavesinin canlı ağırlık değerlerinde artış sağlandığı (Yıldız ve ark. 2009a). Yumurta tavuğu rasyonlarına bor ilavesinin hasarlı yumurta düzeyini iyileştirdiği (Kurtoğlu ve ark. 2002), yaşlı yumurta tavuk rasyonlarına borik asit ilavesinin ortalama yumurta ağırlığını arttırdığı, hasarlı yumurta oranını azalttığı, yumurta kabuğu kırılma mukavemetini önemli düzeyde iyileştirdiği belirlenmiştir (Yeşilbağ ve Eren 2008).

Türkiye sahip olduğu bor yatakları ve cevherlerinin kalitesi ile Dünya'nın önde gelen ülkelerindedir (Cantürk ve Onar 2004). Üretilen bor minerallerinin %10'a yakın bir bölümü doğrudan mineral olarak tüketilirken geriye kalan kısmı bor ürünleri elde etmek için kullanılmaktadır (Yılmaz 2002).

Bor elementinin genel özellikleri ve fonksiyonu



Kolemanit



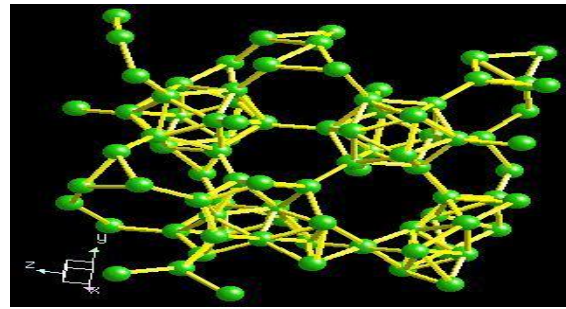
Üleksit



Boraks

Tarımda ağırlıklı olarak tarım ilâçları ve sun'i gübre endüstrisinde kullanılmaktadır. Şeker taşıma, hücre duvarı sentezi, ligninleşme, hücre duvarı yapısı,

Bor yer kabuğunun yapısında %0.001 oranında serbest olmayan formda bulunan bir elementtir. Atom sayısı 5, atom ağırlığı 10.811 g/mol, erime noktası 2200- 2300°C 'dir. Periyodik sistemin üçüncü grubunun başında üç adet dış elektrona sahip ve silisyum ile benzerlik gösteren kendi grubunun yegâne nonmetalik elementidir. Tabii halde ^{10}B (% 18,8) ve ^{11}B (%81,2) dir, radyoaktif izotopları ise ^8B ve ^{12}B şeklinde iki tane izotopu olup, her ikisinin çekirdeği spine sahip oldukları için nükleer mağnetik rezonans araştırmalarında kullanılır (Greenwood ve Earnshaw 1984; Baykal 2003).



Şekil 1. Bor'un Kristal Yapısı(Hexagonal)

Toprakta 20-200 mg/kg olmak üzere değişen konsantrasyonlarda bulunan bor, doğada çoğunlukla diğer elementler ile bileşikler halinde bulunmaktadır (Cox 2004). Bor bileşiklerinin en basitleri bor oksit ve borik asittir. Kalsiyumla birlikte bulunan formu kolemanit, kalsiyum-sodyumla bulunan formu üleksit ve sodyumla bağlı olan formu boraks olarak bilinmektedir (Bolanos ve ark. 2004).

karbonhidrat metabolizması, RNA metabolizması, solunum, indol asetik asit (IAA) metabolizması, fenol metabolizması, membranlar gibi çok sayıda metabolik

olaylarda fonksiyon gösterdiği belirtmektedir (Parr ve Loughman 1983).

Bor elementinin hayvansal üretimde kullanımı

Bitkisel üretimde esansiyel bir element olduğu 1923 yılından beri (Warrington 1923) bilinmekle birlikte, insanlar ve hayvanlar için esansiyel olup olmadığı henüz kesinlik kazanmamış ancak, seksenli yıllardan sonra besleyici bir mikro element olarak, insan ve hayvan metabolizmasında çeşitli biyokimyasal araştırmalarda yoğun olarak yer almaya başlamıştır (Devirian ve Volpe 2003; Yıldız ve ark. 2008). Özellikle makro elementler, trigliserit, glukoz, amino asitler, proteinler ve östrojenli bileşiklerin metabolizmasını etkileyebilen bir iz element olması (Nielsen 1997) ve mineral (Kurtoglu ve ark. 2001), lipit (Eren ve ark. 2006), enerji metabolizmaları (Hunt ve Herbel 1991) ile enzim ve steroid hormon aktivitesinde rol aldığı belirlenmiştir (Hunt 1998; Naghii ve Mofid 2008). Bor elementinin, biyokimyasal mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, cis-hidroksil grupları içeren biyosubstanslarla (şekerler ve polisakkaritler, adenozin-5-fosfat, piridoksin, riboflavin, dehidroaskorbik asit ve piridin nükleotidleri) reaksiyona girerek hücre zarı fonksiyonları ve stabilitesinde, hormon reseptörleri ve transmembran sinyallerinde etkili olabileceği ileri sürülmektedir (Nielsen 1991).

Sodyum borat ve borik asit formunda besinlerle, solunum ve deri yoluyla alınan borun büyük bir kısmı %90-95 kadarı ilk 24 saate değişikliğe uğramadan idrar ile atılırken, çok az bir kısmı gastrointestinal sistemden emilip, insan ve hayvan doku ve organlarında (kemik, tırnak, saç, diş, yumuşak dokularda) değişen konsantrasyonlarda biriktiği (Şaylı 2000) ve tüketilen bor miktarının artışına paralel dokulardaki konsantrasyonun da arttığı bildirilmektedir (Rossi ve ark. 1993b).

Bitkisel kökenli yiyeceklerden özellikle meyveler, lifli sebzeler, sap ve kabuklar, hayvansal ürünler ve tahıllara (mısır, pirinç ve buğday vb.) oranla bor bakımından daha zengin olduğu ifade edilmektedir (Hunt ve ark. 1991). Kanatlı rasyonlarının büyük çoğunluğunun tahıllardan oluşması ve tahıl

tanelerinin de bor bakımından yetersiz olması, kanatlıları bor elementi bakımından yetersiz besleme ile karşı karşıya bırakmaktadır (Hunt 2006). Ülkemizde bol miktarda bulunan kaliteli bor ve bileşiklerinin (Yıldız ve ark. 2008) özellikle kanatlı hayvan beslemede kullanılması ile olası verim artışı ülke ekonomisi açısından önemli olacaktır.

Bor elementinin kanatlı beslemede kullanımı

Kanatlı hayvanların genelde bazal rasyonlarının bor içeriği 0.16-0.45 mg/kg yem arasında değişmekle birlikte (Hunt 1994), kanatlılarda 0.30 veya 0.40 mg/gün düzeyinde bor tüketmelerinin mineral metabolizması için yararlı olabileceği bildirilmektedir (Nielsen 1988). Kanatlıların ihtiyaç duyduğu miktarlar oldukça düşüktür. Normal koşullarda yetersizlik belirtileri görülmez ancak hormonal veya hücre zarı stabilitesini olumsuz yönde değiştiren kalsiyum, fosfor, kolekalsiferol veya magnezyum yetersizliği gibi stres faktörlerinde bor yetersizliği çok daha bariz görülmektedir (Nielsen 1998).

Rasyonlarda bor yetersizliği beyin fonksiyonlarını, Ca ve enerji metabolizmasını bozduğunu, sıçanlarda başışiklik fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilediğini, artritisin (eklem iltihabı) şiddetini artırdığını ve hayvanların bu olumsuzluklara tepkilerinin ise yetersizlik derecesine bağlı olarak farklılık gösterdiği bildirilmektedir (Chapin ve ark. 1998). Magnezyum yönünden yetersiz rasyonla beslenen broylerlerde bor ilavesiyle plazma Ca ve Mg düzeylerinin arttığı, kemik ALP aktivitesinin düştüğü (Hunt 1989), 5mg/kg bor ile birlikte 2000 IU/kg vitamin D3 alanlarda ise 25 mg/kg bor ve vitamin D3 alanlara göre serum fosfor düzeyinin düşük, ALP aktivitesinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Kurtoglu ve ark., 2001).

Birçok hayvan türü ve kanatlılar için esansiyel olduğu düşünülmeyen borun, 1984 yılında NRC tarafından kanatlı hayvanların türü ve üretim tipi dikkate alınmadan kanatlı yemlerine günlük olarak 2 ppm düzeyinde ilave edilmesinin verim performansı açısından uygun olacağı bildirilmektedir (Yeşilbağ 2008).

Bor elementinin kanatlılarda performans üzerine etkisi

Broyler piliçlerde (320 ppm) bor ilavesi canlı ağırlık kazancı ve 21 günlük periyotta ölüm oranlarında azalmaya neden olurken (Rossi ve ark. 1990), broyler anaçlarında (250 ppm) canlı ağırlık ve mortaliteyi etkilemediği (Rossi ve ark. 1993a) ve etlik erkek piliçlerde ise (5 ppm) önemli oranda daha yüksek canlı ağırlığa sahip oldukları bildirilmektedir (Rossi ve ark. 1993b).

Fassani ve ark. (2004)'nin yapmış olduğu broyler çalışmasında, rasyona borik asit (0, 30, 60, 90, 120 ve 150 mg/kg) ilavesinin canlı ağırlık değişimi üzerine etkilerinin quadratik olarak önemli olduğu, yemden yararlanmayı etkilemediği ve yem tüketiminde borik asit seviyesindeki artışa paralel olarak lineer bir

azalma tespit edilmiştir. Eren ve ark. (2004)'nin yapmış olduğu başka bir çalışmada ise 400 mg/kg bor ilavesinin yem tüketimini düşürdüğü, 0, 5, 10 ve 50 mg/kg bor katkılı gruplara göre canlı ağırlığı olumsuz yönde etkilediği bildirilmektedir.

Standart ve düşük düzeyde Ca ve P içeren mısır-soya esaslı başlangıç ve bitiş yemlerine üç farklı düzeyde (0, 30, 60 ppm) bor ilavesinin 21. günde etlik piliçlerin canlı ağırlıkları üzerine etkisinin önemli olduğu (Çizelge 1), yemden yararlanma değerini önemli düzeyde iyileştirdiğini ve yemde Ca ve P oranının azaltılmasına rağmen bor ilavesi ile 21. ve 42. gündeki mortalite değerlerinde gruplar arasında farklılığın gözlenmediği bildirilmektedir (Bozkurt ve ark. 2007)

Çizelge 1. Rasyonlara bor ilavesinin broyler ve yumurtacılar da canlı ağırlık değişimi üzerine etkisi (g),

Broyler rasyonuna ilave edilen bor (mg/kg) düzeyleri (Bozkurt ve ark., 2007).							
Gün	Standart (%)			Düşük Ca/P (%)			
	0	30	60	0	30	60	
0-21	714c	736a	733ab	712c	722bc	710c	
0-42	2233	2287	2269	2240	2222	2231	
18 haftalık yaşta ki yumurta tavuğu rasyonuna ilave edilen bor (mg/kg) düzeyleri (Eren ve ark., 2004)							
Hafta	0	5	10	50	100	200	400
21	1579.90	1568.00	1667.00	1583.95	1554.10	1561.90	1542.45
28	1796.50 ^a	1777.10 ^a	1825.20 ^a	1778.65 ^a	1733.00 ^{ab}	1742.50 ^{ab}	1680.15 ^b

Aynı satırda farklı harf taşıyan gruplar arasında fark önemlidir.

Mısır ve soya küspesi temeline dayalı broyler rasyonuna borik asit (60mg/kg) ilavesinin piliçlerin 42. gününde canlı ağırlık değerlerinde artış sağlandığı (Yıldız ve ark. 2009a), başka bir broyler çalışmasında ise ilave edilen borik asitin (30 mg/kg) canlı ağırlık üzerinde olumlu etkisinin olmadığı (Yıldız ve ark. 2009b) bildirilmektedir.

Bor Elementinin Yumurta Tavuğu Yemlerinde Kullanımı

Yeşilbağ ve Eren (2008)'nin yumurtacılarla

yapmış olduğu çalışmada; rasyonlara borik asit ilavesinin yumurta verimini ve yemden yararlanma oranını etkilemezken, yem tüketiminde önemli artışlara neden olduğu; Olgun ve ark. (2009)'nin tüy döktürülmüş 78-90 haftalık yaşta ki yumurta tavukları ile yaptığı çalışmada ise rasyonlara bor ilavesinin canlı ağırlığı, yumurta verimi ve yemden yararlanma oranını etkilemezken, yem tüketimini önemli ölçüde azalttığı bildirilmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Yumurta tavuğu rasyonlarına katılan bor veya borik asit ilavesinin performans üzerine etkisi

Yaşlı yumurtacı rasyonlarına borik asit ilavesi (mg/kg) (Yeşilbağ ve Eren, 2008)				
	0	25	50	100
Yem tüketimi (g)	105.65 ^b	117.66 ^a	117.90 ^a	116.46 ^a
Y.Y.O.(kg/yem/kg yum.)	2.17	2.11	2.18	2.14
Yumurta verimi (%)	72.37	78.22	77.30	76.70
Farklı Ca seviyeli (% 4 kontrol, % 3.5 düşük Ca) rasyonlara bor (ppm) ilavesi (Olgun ve ark.,				
	0	100	200	300
Yem tüketimi (g)	133.3a	124.6b	123.5b	122.9b
Y.Y.O.(g/yem/g/yum)	2.06	2.01	2.06	2.03
Yumurta verimi (%)	91.58	92.89	89.26	90.39

Aynı satırda farklı harf taşıyan gruplar arasında fark önemlidir.

Yumurta tavukları rasyonlarına 90 mg/kg düzeyinde borik asit yemden yararlanma oranını iyileştirdiği (Köksal ve ark. 2009) bildirilirken, % 0.20 ve 0.40 oranlarda 1-stearilboronik asidin ilavesinin canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı üzerinde etkisinin olmadığı saptanmıştır (Elkin ve ark. 1993).

Yumurta tavuğu rasyonlarına 50, 100, 200 ve 250 mg/kg bor ilavesinin yumurta üretimini, yem tüketimi, yemden yararlanma oranını ve canlı ağırlık değerlerini etkilemediği (Kurtoğlu ve ark. 2002), başka bir çalışmada ise 400 mg/kg bor ilavesinin yumurtacı tavuklarda canlı ağırlık üzerinde olumlu etkilerinin görülmediği bildirilmektedir (Wilson ve Ruszler 1996).

Damızlık yumurta tavuğu yemlerine 25, 50 ve 75 mg/kg inorganik ve organik formda bor ilavesinin canlı ağırlık artışı ve yaşama gücü bakımından önemli farklılıklar oluşturmadığı (Mızrak ve Ceylan 2009), yumurtlama periyodunun ilk iki haftası 100 mg/kg ve kalan üç haftası 60 mg/kg bor ilavesinin her iki seviyesinin de yumurta verimini azalttığını, bildirilmektedir (Qin ve Klandorf 1991).

Bor elementinin kabuk kalite özellikleri üzerine etkisi

Yumurta tavuğu rasyonlarına farklı düzeylerde bor ilavesinin yumurta ağırlığını ve yumurta büyüklüğünü etkilemezken, hasarlı yumurta düzeyini iyileştirdiği (Kurtoğlu ve ark. 2002), mısır ve soya esaslı rasyona bor ilavesinin yumurta kabuk kalınlığını kontrole göre önemli ölçüde düşürdüğünü (Grossu ve ark. 2005) bildirmişlerdir.

Yaşlı yumurta tavuk rasyonlarına borik asit ilavesinin ortalama yumurta ağırlığını arttırdığı, hasarlı yumurta oranını azalttığı ve 25-75. günler arası artan yumurta kabuk kalınlığına bağlı olarak yumurta kabuğu kırılma mukavemetini önemli düzeyde iyileştirdiği belirlenmiştir (Yeşilbağ ve Eren 2008). Benzer bir diğer çalışmada, rasyonlara bor ilavesinin yumurta ağırlığı ile yumurta kütlelerini (Çizelge 3) azalttığı ve yumurta kabuk kalınlığını arttırmadığı (Olgun ve ark. 2009) bildirilmektedir.

Çizelge 3. Yumurta tavuğu rasyonlarına bor veya borik asit ilavesinin yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi,

60 haftalık yaştaki yumurta tavuk rasyonlarına borik asit ilavesi (mg/kg) (Yeşilbağ ve Eren				
Parametre	0	25	50	100
Yumurta ağırlığı (g)	67.67b	71.05a	69.95a	70.14a
Hasarlı yumurta (%)	3.88a	2.49b	2.92ab	1.854b
35-45. gün yum. kabuğu	33.25b	36.89a	37.14a	39.78a
65-75. gün yum. kabuğu	33.52b	38.26a	40.50a	39.45a
Total gün yum. kabuğu	32.94a	36.91b	38.95b	37.818b
78-90 haftalık yaştaki yumurta tavukları rasyonlarına bor (mg/kg) ilavesi Olgun ve ark. 2009				
	0	100	200	300
Yumurta ağırlığı (g)	70.93a	66.69b	67.70b	67.02b
Yumurta kütlesi (g/tav./gün)	64.94a	61.95ab	60.44b	60.56b
% 4 Ca rasyon yumurta kabuk	41.3a	38.4bc	40.0ab	38.4bc
% 3.5 Ca rasyon yumurta	37.8c	37.5c	38.9bc	38.5bc

Aynı satırda farklı harf taşıyan gruplar arasında fark önemlidir, N=Newton

Eren ve ark. (2004) tarafından yürütülen bir çalışmada; yumurta tavuklarına bor ilavesinin yumurta iç ve dış kalite özelliklerinde değişimlere neden olduğunu ve özellikle 400 mg/kg bor ilavesinin yumurta ağırlığını düşürdüğünü, ortalama hasarlı yumurta oranının 200 ve 400 mg/kg bor

ilavesi ile önemli oranda arttığı bildirilmektedir. Ayrıca 22. haftada 10 ve 200 mg/kg bor ilavesinin yumurta kabuk kalınlığını kontrole göre önemli ölçüde arttığı ancak muamelelerin kırılma mukavemetini etkilemediğini saptamışlardır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Yumurta tavuğu rasyonlarına bor ilavesinin yumurta özellikleri üzerine etkisi (Eren ve ark., 2004).

Bor (mg/kg)	0	5	10	50	100	200	400
Ort. Yumurta ağırlığı (g)	57.59a	57.40a	56.69a	56.46ab	56.42ab	55.16b	52.74c
Ort. Hasarlı yumurta (%)	4.84b	6.85b	4.56b	5.17b	4.62b	7.85a	10.88a
22. hafta yumurta kabuk kalınlığı	35.80b	36.19b	38.19a	37.76ab	37.08ab	38.81a	37.08ab
28. hafta yumurta kabuk kalınlığı (mm×10 ²)	37.15	39.10	39.71	38.71	39.25	39.02	39.50

Aynı satırda farklı harf taşıyan gruplar arasında fark önemlidir.

Yumurta tavukları rasyonlarına ilave edilen bor ve humatın yumurta dış kalite özellikleri açısından incelenen tüm parametreler de (şekil indeksi, kabuk kalınlığı, kırılma mukavemeti) gruplar arasında önemli bir fark görülmediği bildirilmiştir (Köksal ve ark. 2009).

Bor elementinin kemik özellikleri üzerine etkisi

Bor elementinin kemik metabolizmasında etkili olan Ca, vitamin D ve Mg ile karşılıklı etkileşerek (Chapin ve ark. 1998) kemik gelişimi ve metabolizması üzerine olumlu etkisinin yanında (Hunt

2006), vitamin D yetersizlik semptomlarının azalmasında (Hunt ve Nielsen 1981; Hunt ve ark. 1994.) etkili olduğu bildirilmektedir. Rasyonlara bor ilavesinin yumurta tavukları veya etlik piliçlerin kemik külünün önemli düzeyde attırdığı (Qin ve Klandorf 1991; Kurtoğlu ve ark. 2005) veya değiştirmedığı (Fassani ve ark. 2004) bildirilmiştir. Yumurta tavuğu rasyonlarına bor (56 mg/kg) katılması ile karaciğer 3.3, göğüs 1.8, but 2.7 ve kemikte 2.4 kat bor birikiminin arttığı bildirilmektedir (Wilson ve Ruszler 1995).

Üretim siklusunun son 84 günlük döneminde yumurta tavuğu rasyonlarına 100, 200 ve 400 mg/kg seviyesinde bor

katılmasının; kemik kesme kuvveti, kesme gerilmesi, kesme enerjisi, kemik külü ve yumurta özgül ağırlığının etkilenmediği, kontrol rasyonu ile karşılaştırıldığında, 400 mg/kg bor içeren rasyonla beslenen tavukların but, göğüs eti, karaciğer ve kemik bor muhtevası sırasıyla, 63, 50, 15 ve 13 kat daha yüksek bulunduğu ve bor ilavesinin hiçbir dokuda Ca ve P muhtevasını etkilemediği ifade edilmiştir (Wilson ve Ruszler 1996).

Yumurta tavuğu piliçleri rasyonlarına 50, 100 ve 200 mg/kg bor ilavesinin; tibia kemik kül içeriğini arttırdığı, bor katkısının femur ve tibianın kırılma gücünde, tibianın kesme gerilmesinde ve femurun kesme enerjisinde önemli bir artış sağladığı ve 50 mg/kg bor ilavesi ile bu artışın en yüksek değere ulaştığı bildirilmiştir (Wilson ve Ruszler 1997).

Yumurta tavuğu bazal rasyonuna 50, 100, 200 ve 400 mg/kg bor ilavesiyle kontrol grubuna göre tibia ham kül düzeyini değiştirmede, 32 haftalık yaşta ölçülen tibia kesme kuvveti ve kesme gerilmesinin önemli derecede arttığı, 52. ve 72. haftalarda bu etkilerin görülmediği, kemiğin kırılma gücünün bir ölçüsü olan kesme enerjisi tibia için sadece 100 mg/kg bor ilavesi ile önemli derecede arttığı, bütün gruplarda hem tibia ve hem de radiusta kesme enerjisi 52 haftalık yaşta, 32 haftalık yaşa göre, önemli derecede düştüğü bildirilmiştir (Wilson ve Ruszler 1998).

Damızlık yumurta tavuğu yemlerine 25, 50 ve 75 mg/kg inorganik ve organik formda bor ilavesinin; tibia kemiğinin kırılma mukavemeti, ham kül ve Ca düzeyini kontrol grubuna göre etkilemediği, ancak tibia kemiği P miktarını arttırdığı ve tibia kemiği bor içeriğinin ise tüm gruplarda kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Rasyona 25 mg/kg organik veya inorganik bor ilavesinin femur kemiğinin mukavemet gücünü önemli

düzeyde arttırdığı, fakat bu artışın farklı bor kaynaklarından kaynaklanmadığı bildirilmektedir. Rasyona 25 ppm inorganik bor ilaveli grubun femur ham kül düzeyi organikten daha yüksek olmasına rağmen, 50 ve 75 mg/kg bor seviyelerinde organik formun inorganik formdan daha yüksek femur ham kül oranına sahip olduğu, doz seviyesinin arttıkça femur kemiğinin kalsiyumunun da arttığı bildirilmiştir (Mızrak ve Ceylan 2009).

Etlik piliçlerde yeme 30 mg/kg bor ilavesi kontrol grubuna kıyasla kemik külü ile kemik Ca ve P oranını önemli düzeyde arttırırken, 60 mg/kg bor ilavesinin kemik külü düzeyini önemli düzeyde azalttığı bildirilmektedir (Bozkurt ve ark. 2009).

Bor elementinin kan parametreleri üzerine etkisi

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 400 mg/kg bor ilavesinin serum Ca, Pi ve Mg düzeyini arttırdığı (Eren ve ark. 2004) bildirilmektedir. Mg yönünden yetersiz rasyonla beslenen piliçlerin yemlerine bor ilavesinin, kartilago kalsifikasyonunu dolayısıyla kemik resorpsiyonunun arttığı (Hunt 1989), broyler rasyonunda bor ve vitamin D miktarındaki artışa paralel olarak serum P düzeyinin de arttığı (Kurtoğlu ve ark. 2001) bildirilmektedir. Borik asit ilavesinin yumurta tavuklarında kan Ca ve P seviyesini etkilemezken, Mg seviyesinin önemli ölçüde arttığı (Yeşilbağ ve Eren 2008) saptanmıştır. Farklı miktarlarda (10, 60, 120 ve 240 mg/kg) bor içeren rasyonları tüketen bıldırcınların serum Ca düzeylerinin kontrol gruplarına göre düştüğü, serum Pi ve Mg düzeylerinin genelde azaldığı ve bu azalmaların fosfor için 120 ve 240 mg /kg bor verilen gruplarda, Mg için ise özellikle 60, 120 ve 240 mg/kg bor içeren gruplarda önemli olduğu (Çizelge 5) bildirilmiştir (Karabulut ve Eren 2006).

Çizelge 5. Kontrol ve borik asit ilave yapılan deneme gruplarında serum mineral düzeyleri,

Yumurtacı yemlerine borik asit ilavesi (mg/kg) (Yeşilbağ ve Eren., 2008)					
	0	25	50	100	
Ca (mg/dl)	25.63	25.80	26.93	26.43	
P (mg/dl)	6.49	6.49	7.03	7.42	
Mg (mEq/l)	3.26a	3.62a	3.34a	4.33b	
Besli bıldırcını yemlerine bor ilavesi (mg/kg) (Karabulut ve Eren., 2006)					
	0	10	60	120	240
Ca (mg/dl)	12.87a	10.69b	10.31b	9.84b	9.20b
Pi (mg/dl)	14.02a	13.43a	13.44a	10.17b	11.03b
Mg (mg/dl)	3.77a	3.57ab	3.47bc	3.26cd	3.07d

Pi=İnorganik fosfor., Aynı satırda farklı harf taşıyan gruplar arasında fark önemlidir

Broyler tavuklarında mısır-soya esaslı yeme üç farklı düzeyde (0, 30, 60 ppm) bor ilavesinin kan parametreleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada, yeme 30 ppm bor ilavesi serum Ca, P değerlerini değiştirmezken, serum P düzeyi 60 ppm bor ilavesi ile önemli seviyede yükselmiştir (Bozkurt ve ark. 2009).

Bor elementinin yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu ile kolesterol üzerine etkisi

Duca ve ark. (2004)'nın bildirdiğine göre farklı düzeylerde bor 3.5 ve 17.5 ppm

tavuk/gün içeren rasyonları tüketen tavukların kurutulmuş yumurta sarısı (100mg/g) kolesterol düzeyinin 1.189 den 0.772 ve 0.757mg'a düştüğü bildirilmektedir. Benzer şekilde farklı düzeyde linolenik yağ asidi (1.90, 2.51, 2.42, 2.40 g/100g) ve bor (0, 8.82, 3.70, 2.82 ppm bor) içeren rasyonların tüketilmesi ile yumurta sarısı kolesterol seviyesinin kontrole göre (0.854'den, 0.612, 0.693 ve 0.758 mg) düştüğü (Çizelge 6). bildirilmiştir (Grossu ve ark. 2005).

Çizelge 6. Yumurta sarısı (kurutulmuş yumurta sarısı 100g/g) yağ asidi düzeyleri,

	Miristik	Palmitik	Palmitoleik	Stearik	Oleik	Linoleik	Linolenik
II. Hafta							
Yumurtacı yemlerine bor ilavesi (ppm) Duca ve ark. (2004)							
Kontrol	0.187	22.627	2.950	7.320	41.440	25.127	0.473
3.5 ppm Bor	0.203	24.917	3.193	6.583	36.893	27.65	0.56*
17.5 ppm Bor	0.193	24.547	2.560	5.727	38.737	27.657	0.58*
XVI. Hafta							
Kontrol	0.210	23.097	2.963	5.480	45.557	22.470	0.207
3.5 ppm Bor	0.160	23.537	2.31	7.667	41.930	23.783	0.613*
17.5 ppm Bor	0.200	23.270	3.263	8.437	42.336	21.873	0.620*
Yumurtacı yemlerine bor ilavesi (ppm) (Grossu ve ark., 2005)							
Kontrol	0.31	29.74	1.38	2.42	41.45	23.58	1.02
8.82 ppm Bor	0.21*	23.26*	1.29	2.15	37.95	23.16	11.98*
3.70 ppm Bor	0.28	23.95*	0.83*	1.61*	34.15*	27.30	11.88*
2.32 ppm Bor	0.27	26.27	1.04*	1.91	34.82*	23.02	12.67*

* Kontrol grubuna göre önemli ölçüde farklıdır (P<0.01).

Yumurta tavuğu rasyonlarına bor ilavesinin yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu üzerinde etkili olduğu ve özellikle linolenik yağ asidi miktarını önemli düzeyde arttırdığı bildirilmektedir.

Sonuç

Dünya rezervlerinin %65'ine sahip olan ülkemizde bor elementi, birçok ticari alanda kullanılmasına karşın, hayvan beslemede kullanımı henüz deneysel düzeydedir. Kemik gelişimi ve mineralizasyonu, Ca, P ve Mg metabolizması, enerji metabolizması, etkilerinin kanıtlanması ve özellikle tahlil

ağırlıklı beslenen kanatlı rasyonlarında kalite ve kantite açısından önem taşımaktadır.

Bu nedenle bor ve bor bileşiklerinin hayvan rasyonlarında olumlu olabilecek dozunun belirlenmesi, diğer metabolizmalar üzerine olan etkilerinin ortaya konulabilmesi ve biyokimyasal fonksiyonlarının kesin olarak açıklanabilmesi açısından daha fazla araştırmalara ihtiyaç duyulacağı kanaatini doğurmaktadır.

Kaynaklar

- Anonim 2010a. <http://www.tirebor.com/bor-madenleri-makale/sayfa-5.html>
- Ademdir, O., 2002. Bor Ürünlerinin Teknolojileri ve Türkiye'nin Durumu. DTÜ, Teknoloji Seramikve Kompozitleri Araştırma Merkezi. I.Uluslar arası Bor Sempozyumu, 3-4 Ekim 2002, Dumlupınar.
- Bolanos, L., K. Lukaszewski, I. Bonilla, D. Blevins, 2004. Why boron? Plant Physiol Biochem. 42: 907-912.
- Baykal, E. D., 2003. Hidrotermal ve mikrodalga enerjile, lityum içeren boratlı fosfatlı bileşiklerin sentezlenmesi, kristal yapı ve termokimyasal özelliklerinin incelenmesi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans tezi (Basılmamış).
- Bozkurt, M., K. Küçükylmaz, A.U. Çatlı, M. Çınar, E. Bintaş, M. Çabuk, 2007. Farklı düzeyde kalsiyum ve fosfor içeren yemlere bor ilavesinin etlik piliçlerin büyüme performansı üzerine etkileri. IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 24-28 Haziran 2007, Bursa. 160-164.
- Bozkurt, M., K. Küçükylmaz, A.U. Çatlı, M. Çınar, M. Çabuk, C. Mızrak, E. Bintaş, 2009. Farklı düzeylerde kalsiyum ve fosfor içeren broiler yemlerine bor ilavesinin bazı kan, kemik ve dışkı parametreleri üzerine etkileri. 6. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 24-26 Haziran 2009, Erzurum.
- Cantürk, M., R. Onar, 2004. Bor ve Sağlık. Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü AR-GE Daire Başkanlığı Çevre Müdürlüğü, 41-43.
- Chapin, R.E., W.W. Ku, M.A. Kenney, H. McCoy, 1998. The effects of dietary boric acid on bone strength in rats. Biol. Tr. Elem. Res., 66: 395-399.
- Cox, C., 2004. Boric acid and borates. Journal of Pesticide Reform/ Summer 2004 Vol. 24, No. 2.
- Devirian, T.A., S.L. Volpe, 2003. The physiological effects of dietary boron. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 43(2):219-231.
- Duca, R.C., R.D. Criste, M. Chetea, R. Scorei, M. Mitrut, 2004. Influence of a boron-enriched compound (vetabor) on the level of egg fatty acids and cholesterol. lucrari stiintifice Zootehnie si Biotehnologii, vol. XXXVII. 2004, Timisoara, Romania, pp: 76-80.
- Eren, M., F. Uyanık, S. Kucukersan, 2004. The influence of dietary boron supplementation on egg quality and serum calcium, inorganic phosphorus, magnesium levels and alkaline phosphatase activity in laying hens. Res. Vet. Sci. 76: 203-210.
- Eren, M., B. Kocaoğlu, F. Uyanık, N. Karabulut, 2006. The effects of boron supplementation on performance, carcass composition and serum lipids in japanese quails. J. of Animal and Vet. Advances, 5(12):1105-1108.
- Elkin, R.G, M. Freed, B.A. Watkins, M. Srebnik, K.A., Kieft, 1993. Evaluation of two novel biochemicals on plasma and egg yolk lipid composition and laying hen performance. Poultry Sci, 72(3):513-520.
- Fassani EJ., A.G. Bertechini, JAG. Brito R.K. Kato, ET. Fialho, A. Geraldo, 2004. Boron supplementation in broiler diets. Brazilian J. of Poult. Sci.. 6: 213-217.
- Grossu, D.V., R.D. Criste, R. Scorei, C. Ciurascu, R.C. Duca, 2005. Effect of the supplemental Prolinbor, boron and linolenic acid-enriched protein concentrate, added to layer diets on egg quality. XI European Symposium on the Quality of Eggs and Egg products, Doorwerth, The Netherlands, pg 113-118.
- Greenwood, N.N., A. Earnshaw, 1984. Chemistry of the Elements. Pergamon Pres, New York
- Hunt, C.D., F.H. Nielsen, 1981. Interaction between boron and chholecalciferol in the chicks. Australian Academy of Sciene. 97: 600.
- Hunt, C.D., 1989. Dietary boron modified the effects of magnesium and molybdenum on mineral metabolism in the cholecalciferol deficient chick. Biol. Trace. Elem. Res., 22: 201-220.
- Hunt, C.D., J.L. Herbel, 1991. Boron effects energy metabolism in the streptozotocin-injected, vitamin D₃ -deprived rat. Magnes Trace Elem., 92(10): 374-386.
- Hunt, C.D., T.K. Shuler, L.M. Mullen, 1991. Concentration of boron and other elements in human foods and personal care products. J. Am. Diet. Assoc., 91:558-568.
- Hunt, C.D., 1994. The biochemical effects of physiologic amounts of dietary boron in

- animal nutrition models. *Environ Health Perspects*, 102(suppl 7):35-43
- Hunt, C.D., J.L. Herbel, J.P. Idso, 1994. Dietary boron modifies the effects of vitamin d, nutrition on indices of energy substrate utilization and mineral metabolism in the chick. *Journal Of Bone And Mineral Research*, 9(2): 171-182.
- Hunt, C.D., 1998. One possible role of dietary boron in higher animals and humans. *Biol. Tr. Elem. Res.*, 66: 205-225.
- Hunt, C.D., 2006. Dietary boron : Progress in establishing essential roles in human and animal physiology. III. Uluslararası Bor Sempozyumu. 3-10. 02-04 Kasım 2006, Ankara.
- Karabulut, N., M. Eren, 2006. Besi bıldırcını yemlerine bor ilavesinin serum kalsiyum, inorganik fosfor ve magnezyum düzeyleri ile alkali fosfataz aktivitesine etkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)*, 15(1): 8-12.
- Köksal, B.H., G. Yıldız, Ö. Abacıoğlu, 2009. Yumurta tavukları rasyonlarına ilave edilen bor ve humatın performans parametrelerine etkileri. V. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi(Uluslararası Katılımlı), 30 Eylül-03 Ekim 2009, Çorlu/Tekirdağ. 124-129.
- Kurtoğlu, V., F. Kurtoğlu, B. Coşkun, 2001. Effects of boron supplementation of adequate and inadequate vitamin D₃-containing diet on performance and serum biochemical characters of broiler chickens. *Res. Vet. Sci.*, 71:183-187.
- Kurtoğlu, V., F. Kurtoğlu, B. Coskun, E. Seker, T. Balevi, I.S. Çetingül, 2002. Effects of boron supplementation on performance and some serum biochemical parameters in laying hens. *Revue de.Med. Vet.*, 153: 823-828.
- Kurtoğlu, F.,V. Kurtoğlu, D. Çelik, T. Keçeci, M. Nizamlioğlu, 2005. Effects of dietary boron supplementation on some biochemical parameters, peripheral blood lymphocyte, splenic plasma cell, counts and bone characteristics of broiler chicks fed with adequate or in adequate vitamin d3 containing diet. *B. Poult. Sci.* 46: 87-96.
- Mızrak, C., N. Ceylan, 2009. Damızlık yumurta tavuğu yemlerine farklı seviye ve formda bor ilavesinin performans, kemik gelişimi ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi.V.Ulusal Hayvan Besleme Kongresi (Uluslararası Katılımlı) 30 Eylül-03 Ekim 2009, Çorlu/Tekirdağ 130-138.
- Naghı, M. R.,M. Mofid, 2008. Elevation of biosynthesis of endogenous 17-B oestradiol by boron supplementation: One possible role of dietary boron consumption in humans. *Journal of Nutritional &Environmental Medicine* . 17(2): 127–135
- Nielsen, F.H., 1988. Boron- an overlooked element of potential nutritional importance. *Nutr. Today (Jan/Feb)*, 4–7.
- Nielsen F.H.,1991. Nutritional requirements for boron, silicon, vanadium, nickel and arsenic: current knowledge and speculation. *Faseb J.*, 5: 2661-2667.
- Nielsen, F.H., 1997. Boron in Human and Animal Nutrition. *Plant and Soil.* 193, 199-208.
- Nielsen, F.H., 1998. Ultratrace elements in nutrition: current knowledge and speculation. *The J. of Trace Elem. In Exp. Medicine*, 11: 251-274.
- Olgun, O., Y. Cufadar, A.O. Yıldız, 2009. Effects of boron supplementation fed with low calcium to diet on performance and egg quality in molted laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(4):650-654.
- Qin, X., H. Klandorf, 1991. Effects of dietary boron supplementation on egg production, shell quality, and calcium metabolism in aged broiler breeder hens. *Poult. Sci.* 70: 2131–2138.
- Parr, A.J., B.C. Loughman, 1983. Boron and Membrane Functions in Plants. In D.A.
- Rossi, A.F., S.M. Bootwalla, R.D. Miles, 1990. Boron and riboflavin addition to broiler diets. *Poultry Sci.*, 69: 186
- Rossi, A.F., R.D. Miles, S.M. Bootwalla, H.R. Wilson, A.R. Eldred, 1993 a. The effects of feeding two sources of boron on broiler breeder performance. *Poultry Sci.*, 72(10):1931-1934.
- Rossi, A.F., R.D. Miles, B.L. Damron, L.K. Flunker, 1993 b. Effects of dietary boron supplementation on broilers. *Poultry Sci.*, 72: 2124–2130.
- Şaylı, B.S., 2000. İnsan Sağlığı ve Bor Mineralleri. A. Ü. Tıp Fakültesi- Eti Holding Araştırma Projeleri. Ankara. Mayıs 2000.
- Warington, K., 1923. The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. *Ann. Bot.*, 37: 629–672.
- Wilson, J.H., P.L. Ruzler, 1995. Effects of dietary boron on poultry bone. *Strength. Transactions of the ASAE.* 38: 167-170.
- Wilson, S.H., P.L. Ruzler, 1996. Effects of dietary boron supplementation on laying hens. *Brit. Poult. Sci.*, 37: 723-729.

- Wilson, J.H., P.L. Ruzler, 1997. Effects of boron on growing pullets. *Biol. Trace Elem. Res.*, 56: 287-294.
- Wilson, J.H., P.L. Ruzler, 1998. Long term effects of boron on layer bone strenght and production parameters. *Brith. Poultry Sci.*, 39: 11-15.
- Yeşilbağ, D., M. Eren, 2008. Effects of dietary boric acid supplementation on performance, eggshell quality and some serum parameters in aged laying hens. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 32(2): 113-117
- Yeşilbağ, D., 2008. Hayvan beslemede bor elementinin kullanımı. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.*, 27(1-2): 61-68.
- Yıldız, G., F. Özçelik, H. Köksal, S. Bagder, Ö. Abacıoğlu, 2008. Organik bor üretilebilirliği ve broyler rasyonlarında bor ile humatın kullanımı. 2. Ulusal Bor Çalıştayı Bildirileri, 597-604,17-18 Nisan 2008, Ankara.
- Yıldız, G., B.H. Köksal, Ö. Abacıoğlu, 2009a. Rasyonlarına ilave edilen maya ve borik asitin broylerde performans ve karkas üzerine etkisi. V. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi(Uluslararası Katılımlı), 30 Eylül-03 Ekim 2009, Çorlu/Tekirdağ. 438-442.
- Yıldız, G., B.H. Köksal, Ö. Abacıoğlu, 2009 b. Rasyonlarına farklı zamanlarda ilave edilen borik asitin broylerde performans ve karkas üzerine etkisi. V. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi(Uluslararası Katılımlı), 30 Eylül-03 Ekim 2009, Çorlu/Tekirdağ. 443-447.
- Yılmaz, A., 2002. "Her Derde Deva Hazinemiz Bor". *Tubitak-Bilim ve Teknik Dergisi*, Ankara. Mayıs 2002, 38-41.