

Kanatlı Beslemede Magnezyumun Fonksiyonları ve Metabolizması

Kasım ÖZEK¹

ÖZET: Magnezyum, hücre metabolizması ve kemik gelişiminde önemli rollere sahip olup vücutta 300 den fazla reaksiyonda görev almaktadır. Bu yüzden bir çok hayvan türü için esansiyel bir katyondur. Son yıllarda yapılan bazı araştırmalar, kanatlı rasyonlarına ilave edilen magnezyumun hepatik katalaz aktivitesini arttırmak suretiyle kas ve kan dokularındaki peroksidasyonu azalttığını ve bu sayede et kalitesinin artırılmasına olanak sağlayabileceğini ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, rasyona ilave edilen yüksek düzeydeki magnezyum kemik formasyonunu olumsuz etkilediği gibi dışkı nem düzeyini de arttırabilmektedir. Kanatlılarda normal bir büyüme ve performans için rasyonların magnezyum, kalsiyum ve fosfor bakımından dengelenmesi son derece önemlidir. Bu derlemede, kanatlı beslemede magnezyumun fonksiyonları, kanatlıların magnezyum ihtiyaçları, magnezyum kaynakları, sindirilebilirliği, kullanılabilirliği ve kanatlıların performansına etkileri tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kanatlı besleme, Magnezyum, Magnezyum ihtiyaçları, Magnezyumun kullanılabilirliği



Magnesium's Functions and Metabolism in Poultry Nutrition

ABSTRACT: Magnesium has important roles in cellular metabolism and bone development as a cofactor, and involved in more than 300 reactions in the body. So, it is an essential cation for many animal species ratio. Recent studies carried out last years showed enhanced hepatic catalase activity after magnesium supplementation to diet. This enhancement decreases lipid and muscle tissue peroxidation and subsequently may improve meat quality. However, high levels of magnesium in poultry diets negatively affects bone calcification and increases excrete moisture. Balanced level of calcium, magnesium and phosphorus in the diet is essential for normal growth and performance. In this review, the functions of magnesium in poultry nutrition, magnesium requirements, digestion and availability of magnesium in poultry, and effects of magnesium on performance were discussed.

Key words: Poultry nutrition, Magnesium, Magnesium requirements, Magnesium availability

¹ Güney Marmara Kalkınma Ajansı, İzleme Değerlendirme ve Raporlama Birimi, Balıkesir, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Kasım ÖZEK, kozek@gmka.gov.tr

GİRİŞ

Magnezyum (Mg), hayvan ve bitki beslemesinde gerekli ve aynı zamanda önemli rolleri olan bir elementtir. Kimyasal reaksiyonları ve biyolojik sistemlerdeki rolü bakımından kalsiyum (Ca) ile büyük bir benzerlik gösterir. Yeşil bitkilere rengini veren ve bir metalloprotein olan klorofil pigmentinin merkezinde yer alır ve porfirin kısmını oluşturur (Yazgan, 1991).

Yeşil sebzeler, tohumlar, dane yemler ile fasulye ve bezelye gibi baklagiller Mg yönünden zengindirler. Dane yemlerde eğer kabuk kısmı, kepek ve endosperm işleme esnasında uzaklaştırılırsa Mg bakımından fakirleştirilmiş olur (Kahraman, 2008; Kaplan ve Avcı, 2012). Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, kanatlı yemlerine ilave edilen Mg'un kimi durumlarda veya büyümenin belli dönemlerinde et kalitesi ve büyüme üzerine olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir (Guo et al., 2003; Gaal et al., 2004; Şahin et al., 2005; Yang et al., 2012). Rasyonda Mg'un, Ca ve P ile birlikte bir miktar bulunması, asgari yaşam fonksiyonlarının yerine getirilmesi için son derece önemlidir (Shastak and Rodehutschord, 2015).

Bu derlemede, Mg'un kanatlı beslemedeki rolü, kanatlıların Mg ihtiyaçları, Mg kaynakları, Mg'un kanatlılarda sindirimi, absorpsiyonu ve kullanılabilirliği ile kanatlıların performansı üzerine etkileri tartışılmıştır.

Magnezyumun Dokulardaki Dağılımı

Magnezyum; vücutta dağılımı yönüyle Ca ve P ile benzer olup, daha çok P ile yakındır. Vücuttaki toplam Mg'un yaklaşık 2/3'si iskelet sisteminde, geri kalan kısmı ise yumuşak dokularda ve vücut sıvılarında yer almaktadır (Morii, 2007b). Yumuşak dokulardaki Mg, potasyum (K)'da olduğu gibi hücre içi sıvısında yer alır. Vücutta mevcut Mg'un sadece %1'lik kısmı kanda bulunmaktadır. Kan Mg konsantrasyonu, hayvan türleri arasında farklılık gösterse de kanda proteine bağlı Mg oranı nispeten sabittir. Yumurtada 25 mg civarında Mg mevcut olup, bunun 2 mg'ı yumurta sarısında 4.3 mg'ı albümünde ve geri kalan 18.7 mg ise yumurta kabuğu ve zarlarında bulunmaktadır (Yazgan, 1991). Magnezyum, vücutta bulunan miktar itibarıyla elementler arasında dördüncü sırada (Wolf and Cittadini, 2003), yumuşak dokularda bulunan miktar olarak K'dan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Suttle, 2010).

Magnezyumun Fonksiyonları

Magnezyum, pek çok hayvan türünde esansiyel bir katyon olup (Lee and Britton, 1980), vücutta 300 den fazla reaksiyonda görev almaktadır. Magnezyum, mitokondrideki oksidatif fosforilasyon için elzem olup, aynı zamanda özellikle bazı enzimlerin aktivatörü olmak üzere çeşitli vücut olayları için de gerekli bir mineraldir (Saris et al., 2000; Liu et al., 2007). Magnezyum, özellikle fosfatın Adenozin Trifosfat (ATP)'tan Adenozin Difosfat (ADP)'a transferini katalize eden ve fosfatı parçalayan enzimleri aktivite etmektedir. Adenozin Trifosfat ise, kas kasılması, protein, yağ ve nükleik asit sentezi, oksidatif fosforilasyon ve diğer bir çok reaksiyon için gerekli olduğundan Mg'da bütün hücrelerde hayati olayları etkilemektedir.

Magnezyumun kanatlı rasyonlarına ilave edilerek sıcaklık stresinin olumsuz etkilerinin önlenmesinde kullanılabileceği yönünde bazı olumlu sonuçlara ulaşılmıştır (Belay and Teeter, 1996). Sıcaklık stresine maruz bırakılan yumurta tavuklarına enjekte edilen magnezyum aspartat hidrokloridin (Mg-Asp-HCl)'in sıcaklık stresinden kaynaklanan canlı ağırlık kaybını %50'ye yakın azalttığı, yem tüketimi, yumurta verimi ve vücut ısısını etkilemediği bildirilmiştir (Donoghue et al., 1990). Son zamanlarda yapılan bir çalışmada, rasyona Mg ilavesinin karaciğer katalaz aktivitesini arttırdığı (Liu et al., 2007) ortaya konmuştur. Bu gelişme ile rasyona Mg ilavesinin yağ ve kas dokunun peroksidasyonunu azaltması nedeniyle et kalitesini iyileştirebileceği ifade edilmektedir (Guo et al., 2003).

Magnezyum Noksanlık ve Fazlalığının Semptomları

Magnezyum noksanlığı, kanatlılarda ciddi biyokimyasal değişiklikler ve semptomatik arazlara neden olmaktadır. Bu element; Ca metabolizmasını etkilemekte ve noksanlığı durumunda Ca metabolizması aksadığından yumurta kabuğunun oluşumunda ciddi sorunlar oluşmaktadır (Lee and Britton, 1980). Yumurta kabuğunun %98'i inorganik maddelerden meydana gelmiş olup, yaklaşık %94'ü kalsiyum karbonattır. Az miktarda magnezyum karbonat, kalsiyum fosfat, magnezyum fosfat, organik maddeler ve su bulunur (Yazgan, 1991).

Magnezyum noksanlığı büyümekte olan civcivlerde büyümenin ve tüylenmenin yavaşlaması,

kas miktarında azalma, solunum zorluğu, ayakta duramama, çarpınma, titreme, koma ve sonuçta ölüm şeklindeki arazlar olarak ortaya çıkmaktadır. Noksanlık arazları, yumurta tavuklarında yumurta verimi ve yem tüketiminde hızlı bir düşme, titreme ve çarpınma nöbetleri şeklinde kendini göstermektedir (Shastak and Rodehutsord, 2015). Magnezyum; amino asit, yağ, şeker, kemik Ca ve D vitamini metabolizmasında rol almaktadır (Morii, 2007a). Ancak, kanatlılarda Mg metabolizması ile ilgili çok fazla araştırmaya rastlanılmamakta ve konu daha az ilgi görmektedir. Çünkü, kanatlı yemleri genellikle hayvanın ihtiyacını karşılayacak düzeyde Mg içermekte olup, Mg noksanlığında karşılaşılan sorunlarla pratikte az karşılaşılmaktadır (Suttle, 2010).

Yapılan bir çalışmada, rasyondaki yüksek Mg düzeyinin (0.8-1.0 g kg⁻¹) Ca absorpsiyonunu olumsuz etkileyerek yumurta verimini ve kabuk kalitesini düşürdüğü bildirilmektedir (Hess and Britton, 1997).

Magnezyumun Absorpsiyonu ve Atılımı

Magnezyum; ince bağırsak epitelini pasif difüzyon, aktiftransport ve kolaylaştırılmış (taşıyıcılar vasıtasıyla) difüzyon mekanizmalardan biri ile geçer (Kimura, 2007). Ratlarda yapılan çalışmalar, Mg geçiş mekanizmasının genç ve yaşlılarda farklı olduğunu göstermiştir. Gençlerde, pasif difüzyon kullanılırken, erginlerde kolaylaştırılmış difüzyon mekanizması ile taşındığı bildirilmiştir (Meneely et al., 1982). Rasyonda diğer minerallerin miktarları Mg absorpsiyonunu önemli miktarda etkilemektedir. Örneğin, rasyon yüksek K ve P miktarları ile düşük Ca miktarı Mg absorpsiyonunu önemli ölçüde düşürmektedir (Yazgan, 1991).

Ergin kanatlılarda toplam Mg absorpsiyonunun % 34'ü duedonum, % 16'sı ileum, % 13'ü kolon ve % 3'ü jejunumdan gerçekleşmektedir (Guenter and Sell, 1973). Etlik piliçlerde Mg absorpsiyonunun duedonum ve jejunumun aşağı kısımlarında vukua geldiği bildirilmektedir (Van der Klis et al., 1990). Mg atılımı; idrar ve dışkı ile olup (Matsui, 2007), idrarla atılım vücut homeostazının ana düzenleyicisidir (Kimura, 2007). Kanatlılarda, Mg kullanım etkinliği gayet yüksek olup vücutta kullanılan Mg, pankreas sıvısı ve safra salgısı yoluyla ince bağırsağa salgılanmakta ve daha sonra absorbe edilerek tekrar vücutta kullanılmaktadır.

İnce bağırsağa Mg sekresyonu, esas olarak duedonum ve üst ileumda (Guenter and Sell, 1973; Van der Klis et al., 1990) ve bir miktar da rektumdan olmaktadır (Van der Klis et al., 1990). Bu nedenle, dışkı, sindirim sistemine yemle giren Mg'dan daha fazla Mg içerebilir. Kanatlılarda endojen Mg atılımı, rasyon Mg seviyesi ile artmaktadır (Guenter and Sell, 1973).

Mağnezyum ile Kalsiyum, Fosfor ve Diğer Elementler Arasındaki Münasebetler

Magnezyum metabolizması, Ca ve P ile yakından ilişkilidir. Rasyondaki Ca ve P'un kullanılabilirliği, rasyondaki Mg'un miktarı ve bu elementlerle oranına bağlı olarak etkilenmektedir. Yemle absorbe edilen Mg arttıkça, ergin hayvanlarda Ca atılımı artar genç hayvanlarda ise Ca retensiyonu azalır (McDonald et al., 2011).

Üç haftalık yaşa kadar civcivlerin karma yemlerine Mg ilavesi, bacak kemik malformasyonu ve paresis (hafif felç) benzeri semptomların gelişmesine yol açmaktadır (Gaal et al., 2004). Yumurta tavuğu rasyonlarında Mg seviyesinin arttırılması, kabuk ve kemikteki Ca miktarını önemli düzeyde azaltırken, kabuktaki Mg miktarını artırır (Atteh and Leeson, 1983). Yumurta tavuğu yemlerinde Mg'un % 1 düzeyinde arttırılması laksatif etki göstererek yemlerin sindirim sisteminden geçiş süresini kısalttığından Ca noksanlığına sebep olmaktadır (Stillmak and Sunde, 1971). Ancak kimi araştırmacılar, 8.38 mg g⁻¹ (Mehring and Johnson, 1965) ya da 12 g kg⁻¹ (McWard, 1967) düzeyine kadar Mg ilavesinin herhangi bir zararlı etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Magnezyumca yeterli bir rasyona, Ca veya P veya bu iki elementin birlikte yeterinden fazla ilavesi Mg noksanlığı arazlarının görülmesine sebep olmaktadır. Yani, Ca ve P'nin rasyondaki miktarının artması, hayvanın minimum Mg ihtiyaçlarını da arttırmaktadır. Yumurtacı tavuklarda, rasyon aşırı Mg düzeyi paratiroid hormon aktivitesini azalttığından, buna bağlı olarak kan Ca seviyesi ve böylece kabuk kalitesi ve yumurta üretimi düşmektedir (Hess and Britton, 1997).

Goldenberg ve Sobel (1951), Mg ve florürün birlikte mevcudiyetinde in vitro ortamda kalsifikasyonun inhibe edildiğini ancak bu durumun florürün tek başına mevcudiyetinde gerçekleşmediğini bildirmektedirler. Rasyona florür ve Mg'nin birlikte

eklenmesi, florürün tek başına eklenmesine göre büyümede gerilemeye neden olmaktadır. Ayrıca, bu iki elemetin rasyona birlikte ilavesi, civcivlerde kemik Ca ve P muhtevasında ve kemik külünde azalmaya, ayak ve bacak zayıflıklarına sebep olmaktadır (Gardiner et al., 1961).

Magnezyum ile manganez (Mn) ve çinko (Zn) arasında da interaksiyonlar mevcuttur. Rasyonda yüksek dozlardaki Mg, Mn retensiyonunu azaltır ve genç hindilerde kemik doku gelişimi için ihtiyaç duyulan Mn gereksinimini artırır (Woerpel and Balloun, 1964). Yumurtacı tavuklarda, rasyon Mg düzeyi arttığında kemikteki Zn miktarı azalırken kemik Mg miktarı ise artmaktadır (Atteh and Leeson, 1983).

Rasyona Magnezyum İlavesinin Etkileri

Magnezyum, et kalitesini iyileştirmek ve kalitede homojeniteyi sağlamak için kullanılabilir (Guo et al., 2003). Bu özellik, serbest radikallerin yok edilmesi ve ksantin oksidaz ile Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat (NADPH)'ın oksidaz aktivitesinin inhibisyonunun veya her ikisinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir (Afanasev et al., 1995). Magnezyum, kaslardaki lipid peroksidasyonunu etkileyebildiği gibi (Liu et al., 2007) in vitro ortamda noksanlığının embriyoda hidrojen peroksit üretiminde artışa ve katalaz aktivitesinde azalmaya ve bunun bir sonucu olarak da oksidatif stres ve hücre peroksidatif hasarına neden olduğu gösterilmiştir (Yang et al., 2005). Sıcaklık stresine maruz kalmış Japon bıldırcınlarında rasyona Mg ilavesi performansta, ham protein ve eter ekstraktının sindiriminde artışa neden olmuştur (Şahin et al., 2005). Ayrıca, Yang et al. (2012) rasyona MgSO₄ ilavesinin sıcaklık stresine bağlı oksidatif hasarı önlediğini ve büyüme performansını iyileştirdiğini rapor etmiştir. Ancak, yukarıda belirtilen çalışmalarda rasyon Mg içeriği, NRC (1994) ya da GFE (1999)'ye göre tavsiye edilen miktara eşit veya daha fazla seviyede olmuştur. Bu nedenle, bazal rasyon ihtiyaç duyulan Mg'yi içerdiğinden ilave Mg'nin etkileri her zaman anlaşılır olmayabilir. Hatta ilave Mg absorbe edilse bile böbreklerce hemen atılır (Saris et al., 2000; Kimura, 2007). Bu nedenle, sıcaklık stresinin olumsuz etkilerinin giderilmesi amacıyla kümes hayvanlarının rasyonlarına Mg ilavesi konusu belirsizliğini korumakta olup daha ileri araştırmalara ihtiyaç vardır.

Rasyon yüksek Mg düzeyinin, beyaz Leghorn tavuklardaki etkisini belirlemek amacıyla iki araştırma yapılmıştır. İlk araştırmada, % 2.5 Ca ve % 0.15, 0.8, ve 1.2 düzeylerinde Mg içeren rasyonlar 30 haftalık yaştaki tavuklarda 5 hafta süreyle test edilmiştir. Araştırmada, kontrol gurubu olarak % 3.5 Ca ve % 0.15 Mg içeren rasyonla beslenen grup kullanılmıştır. İkinci araştırmada ise, % 3.5 Ca ve % 0.15, 0.36, 0.53, 0.76 ve 0.91 düzeylerinde Mg içeren rasyonlar 65 haftalık yaştaki tavuklarda 4 hafta süreyle denenmiştir. Bu iki çalışmada da yüksek Mg düzeyi yumurta verimi, yem tüketimi, canlı ağırlık, yüzde kabuk oranı, plazma Ca seviyesini düşürürken, plazma Mg ve tibia Mg oranını arttırmıştır (Hess and Britton, 1997).

Yumurta tavuğu karma yemlerine 300 ppm Mg, %1 metiyonin ve %1 metiyonin + 300 ppm Mg ilave edilmiştir. Yumurta kabuk kalınlığı, metiyonin ve Mg'u kombine halde içeren yemle beslenen tavuklarda daha kalın tespit edilirken, canlı ağırlık, yumurta verim ve kalitesi ile kan parametrelerinin etkilenmediği bildirilmiştir (Kahraman, 2008). Aynı şekilde, 48 haftalık yaştaki yumurta tavuklarının rasyonlarına % 0.50, 0.75, 1.00 ve 1.5 düzeyinde Mg ilavesinin yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yumurta kalitesine önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Bayındıroğlu ve Altunçul, 1996).

Lee and Britton (1987), etlik piliçlerde rasyon MgO düzeyi arttıkça ince bağırsaktan digestanın geçiş süresinin hızlandığını bildirmiştir. Magnezyum, genellikle laksatif etkisi nedeniyle kullanılıp bu durumda dışkı daha nemli olur. Etlik piliçlerde rasyona 0.255, 1.02 ve 2.04 g kg⁻¹ düzeyinde Mg ilavesinin doğrusal bir şekilde sindirim içeriğinde ve dışkıda nem miktarını arttırdığı bildirilmiştir (Van der Hoeven-Hangoor et al., 2013).

Magnezyumun Sindirilebilirliği

Guenter and Sell (1974), ergin tavuklarda sindirim içeriği veya dışkıdaki Mg'un rasyon veya endojen orijinine göre ayrılması için karşılaştırma ve izotop tekniklerinin bir arada kullanıldığı kombine bir prosedür önermiştir. Bazı yemlerin Mg sindirilebilirliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre, çeşitli yemlerin Mg sindirilebilirlikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kanatlılarda bazı yemlerdeki magnezyumun sindirilebilirliği (Shastak and Rodehutsord (2015)'ten alınmıştır).

Yem hammaddesi	Sindirilebilirlik, %
MgSO 4 ×7H ₂ O	57±2
Arpa	54±8
Yulaf	83±11
Pirinç	42±7
Soya fasülyesi küspesi	60±5
Pirinç (dane)	37±7
Fasülye	51±1
Bezelye	48±5

Viveros et al. (2002), Mg içeriği 1.8 – 2.0 g kg⁻¹ olan rasyonla yemlenen 6 haftalık ve 3 haftalık yaştaki etlik piliçlerde Mg retensiyonunu sırasıyla %28 ve %27

olarak bildirmişlerdir. Kimi hayvan türleri arasındaki Mg'un sindirilebilirliği tavuklarda diğer tek mideli hayvanlardan daha düşüktür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kimi hayvan türlerinde magnezyum sindirilebilirliği (Shastak and Rodehutsord (2015)'ten alınmıştır).

Hayvan türü	Sindirilebilirlik, %	
	Düzeltilmemiş (alınım %'si)	Absorbe bölgesi
Sığır	23 ± 8	Ön Rumen
Koyun	33 ± 9	Ön Rumen
At	51 ± 6	İnce bağırsak
Domuz	39 ± 10	İleum ve kolon
Rat	61 ± 15	İleum ve kolon
Kedi	39 ± 13	Kalın bağırsak
Tavuk	28 ± 15	İnce bağırsak

Rasyon Bileşenlerinin Magnezyumun Yararışlılığı Üzerine Etkisi

Atteh and Leeson (1984), rasyonda yağ kaynağı olarak mısır yağı kullanıldığında, hayvansal ve bitkisel yağla kıyasla etlik piliçlerde Mg retensiyonunda ve kemik külünde önemli bir azalma olduğunu bildirmiştir. Bir başka çalışmada, Mg ve Ca retensiyonu üzerine, rasyon yağ asidi tipi ve Ca düzeyi arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir (Atteh and Leeson, 1984). Bildiricilerde yapılan bir çalışmada, karma yeme iki farklı düzeyde (%3 ve %6) mısır yağı ya da iki farklı düzeyde (300 ve 600 ppm) MgSO₄ halinde Mg ilave edilmiştir. Mısır yağı veya Mg'nin yem

tüketimi, canlı ağırlık ve yemden yararlanmaya bir etkisi olmamıştır. Yağ oranı yüksek karma yemlerde yüksek Mg düzeyi daha fazla canlı ağırlık ve yemden yararlanma sağlamıştır (Kurt ve Küçük, 2010).

Bunce et al.(1963), civciv ve sıçanlarda Mg gereksiniminin doğrudan yem protein seviyesi ile ilgili olduğunu göstermişlerdir. Yaptıkları çalışmada, Mg'un yetersiz ve protein düzeyi yüksek olduğunda büyümede gerileme, mortalite ve bazı amino asitlerin idrar düzeylerinde artış, serum protein seviyesinde düşüş görülmüştür. Scholz ve Featherston (1967), laktoz içeren rasyonlar

ile beslenen civcivlerde karbonhidrat kaynağı olarak sadece glikoz ve sükröz içeren rasyonlar ile beslenen civcivlere göre mortalite azalmış, yem ve su tüketimi ile plazma ve femur Mg düzeylerinde artış gözlenmiştir. Rasyon fitatı, büyüyen ratlarda ince bağırsakta (Pallauf et al.,1998) çözünmeyen Ca-Mg-fitat komplekslerinin oluşumu nedeniyle Mg emilimini azaltmaktadır.

Mg Gereksinimleri

Kanatlı rasyonlarındaki Mg düzeyleri, yemler ve yem katkılarındaki Mg'nin kullanılabilirliği ile doğrudan ilişkilidir. Çiftlik hayvanlarının gerçek Mg gereksinimleri, hayvanın büyüme dönemine, performansına ve üreme dönemine bağlıdır (Gaal et al., 2004). Rasyondaki kullanılabilir Mg, Mg kaynağına bağlı olarak değişmekte olup kanatlılarda yaşla birlikte Mg gereksinimleri azalmaktadır (Mahoney et al., 1992).

Çizelge 3. Kanatlılarda yumurta, bazı kemik ve tüm vücut magnezyum içeriği.

Kanatlı türü	Magnezyum içeriği, g kg ⁻¹	Literatür
Etlik piliç		
Tibia	2.4	Suchy et al. (2009)
Femur	2.4	Suchy et al. (2009)
Tüm vücut (5 haftalık yaş)	0.34	Dieckmann (2004)
Yumurta Tavuğu		
Tüm vücut (20 haftalık yaş)	0.33	WPSA (1985)
Tibia	3.3	Hess and Britton (1997)
Yumurta	0.8	McDonald et al. (2011)
Japon Bildircin		
Tüm vücut (4 haftalık yaş)	0.40	WPSA (1985).

NRC (1994), Mg gereksinimini kanatlılarda 5 haftalık yaşa kadar 0.6 g kg⁻¹ olarak bildirirken, GFE (1999) iki haftalık yaş için 0.30 – 0.45 g kg⁻¹ olarak bildirmektedir. Suttle (2010), NRC (1994) tarafından önerilen Mg gereksinimlerinin emniyet payı içermesi nedeniyle ihtiyaçtan fazla olduğunu dikkat çekmektedir. Günümüzde etlik piliçlerin, yumurta tavuklarının

ve diğer kanatlı kümes hayvanlarının performanslarında önemli gelişmeler olmuştur. Bu yüzden, Mg gereksinimleri aslında Çizelge 4' te belirtilenden daha yüksek olabilir. Kimi kanatlı yemlerinin Mg içerikleri, kuru madde temelinde, mısır, buğday, soya fasülyesi küspesi ve balık ununda sırasıyla 1.1, 1.2, 3.0 ve 3.6 g kg⁻¹ dır (McDonald et al., 2011).

Çizelge 4. Kanatlı rasyonlarında tavsiye edilen magnezyum içeriği (Shastak and Rodehutsord (2015)'ten alınmıştır).

Kanatlı türü	İrk-Hat	Değerlendirilen parametre	Mg ihtiyacı, mg kg ⁻¹
Civciv	Vantress×Hubbard	Büyüme, ölüm	250
Civciv	New Hampshire×Columbian	Büyüme, ölüm	200
Civciv	Beyaz Plymouth Rock	Büyüme	300
Civciv	Beyaz Leghorn	Büyüme	300
Civciv	Etçi	Büyüme	120
Civciv	Ross 1	Büyüme	400-684
Genç hindi	Broad Breasted Bronze	Büyüme	476
Genç bildircin	-	Büyüme, ölüm, kan, kemik külü	120-300
Yumurta tavuğu	White Leghorn	Yumurta verimi, yumurta ağırlığı, kuluçka çıkışı	355-900

Pratik bir bilgi olarak, %58 mısır ve %35 soya küspesi içeren rasyon ortalama 1.5-1.8 g kg⁻¹ düzeyinde Mg sağlamaktadır. Bu miktar, NRC (1994) ya da GFE (1999) tarafından önerilenden 3-4 kat daha fazladır. Bu nedenle, günümüz şartlarındaki besleme programlarında kanatlılarda pratik olarak Mg noksanlığının mümkün olmayacağı ifade edilmektedir (Suttle, 2010). Bu durumda, günümüz ticari kanatlı işletmelerinde rasyonlara Mg ilave edilmesine gerek olmadığı gibi ilave Mg'un da performans, kemik sağlığı ve altlık kalitesine menfi etkisi olabilir. Magnezyumun antioksidatif etkisi hakkında sonuçlar arasında uyumsuzluk nedeniyle bu konuda daha fazla araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Magnezyum Kaynakları

Yemler dışındaki Mg kaynakları, içerdikleri Mg miktarı ve biyolojik yararlılıklarına bağlı olarak farklılık gösterirler. Magnezyum oksit (MgO), Mg karbonat (MgCO₃), Mg hidroksit, Mg(OH)₂, Mg sitrat (C₆H₆MgO₇), Mg laktat (Mg(C₃H₅O₃)₂), Mg klorit (MgCl) ve Mg sülfat (MgSO₄) sırasıyla %60, %45, %42, %16, %12, %12 ve %10 Mg içermektedir (Klasco, 2003).

Magnezyumun biyolojik kullanılabilirliği, Mg kaynağına (organik ve inorganik) (Liu et al., 2007) ve ince bağırsaktaki iyonların dissosiasyonuna bağlıdır (Schiller, 2001). Bu nedenle, etlik piliç rasyonlarında Mg kaynağı olarak MgO ve MgCl kullanmak daha uygundur. McGillivray and Smidt (1975) etlik piliçlerde büyüme performansına dayanarak yaptıkları değerlendirmede MgSO₄, MgO ve MgCO₃'nin kuru MgSO₄'e göre mükemmel Mg kaynakları olduklarını bildirmişlerdir. Stillmak and Sunde (1971), dolomit Mg ve Ca'unun kullanılabilirliğini civcivlerde tibia kül ve vücut ağırlığına göre karbonat Ca ve Mg'una göre daha az kullanılabilir bulmuşlardır. Liu et al. (2007), serum mg düzeyini dikkate alarak organik Mg kaynaklarının inorganik Mg kaynaklarına kıyasla daha yüksek biyolojik kullanılabilirlikte olduğunu bildirmiştir. Yapılan bir başka çalışmada da MgO'daki Mg'un biyolojik kullanılabilirliğinin düşük, ve MgCl ile Mg(C₃H₅O₃)₂'in eşit oranda ancak MgO'dan daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Firoz and Graber, 2001).

SONUÇ

Magnezyum, kanatlı hayvanların beslenmesinde esansiyel bir elementtir. Kanatlı yemlerine giren yem ham maddeleri, Mg noksanlığının ortaya çıkmasını engelleyecek düzeyde Mg içermektedirler. Bu nedenle, rasyonlara Mg ilave edilmesine gerek olmadığı düşünülmektedir. Ancak, et kalitesini iyileştirmek ve kalitede stabiliteyi sağlamak gibi bazı durumlarda Mg ilavesi rasyonel olabilir. İlave Mg'un, büyümenin hangi aşamasında gerekli olduğunun ve Ca ve P gibi diğer elementlerin kullanımındaki muhtemel etkinin anlaşılması, kanatlılarda azami performans elde etmek açısından daha dengeli rasyonlar hazırlamasına imkan verecektir. Günümüzde, hayvan beslemeciler fiyatının pahalı olması ve dışkı ile aşırı atılımın çevreye verdiği menfi etki sebebiyle kanatlı yemlerindeki P düzeyi ile çok yakından ilgilenmektedirler. Ticari kanatlı yemlerine bilinçsiz Mg ilavesi, P ve Ca'nın kullanılabilirliğini olumsuz yönde etkilediğinden performans ve kemik sağlığını da negatif yönde etkilemektedir. Bu manada, kanatlı türlerinde Mg'un kullanılabilirliğinin doğru değerlendirilebilmesi için daha ileri araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Afanasev IB, Suslova TB, Cheremisina ZP, Abramova NE, Korkina LG, 1995. Study of antioxidant properties of metal aspartates. *Analyst*, 120: 859-862.
- Atteh JO, Leeson S, 1983. Influence of increasing dietary calcium and magnesium levels on performance, mineral metabolism, and egg mineral content of laying hens. *Poultry Sci.*, 62: 1261-1268.
- Atteh JO, Leeson S, 1984. Effects of dietary saturated or unsaturated fatty acids and calcium levels on performance and mineral metabolism of broiler chicks. *Poultry Sci.*, 63: 2252-2260.
- Bayındıroğlu F, Altunçul V, 1996. Supplemental Magnezyumun kanatlılarda Yumurta Verim ve Kalitesine Etkisi. *Y.Y.O. Vet Fak. Derg.*, 7(1-2): 81-89.
- Belay T, Teeter RG, 1996. Effects of ambient temperature on broiler mineral balance partitioned into urinary and faecal loss. *Br. Poult. Sci.*, 37:423-433.
- Bunce GE, Reeves PG, Oba TS, Sauberlich HE, 1963. Influence of the dietary protein level on the magnesium requirement. *Journal of Nutrition*, 79: 220-226.
- Dieckmann A, 2004. Beiträge zur Optimierung der Phosphorversorgung von wachsenden Broilern. Doctoral thesis, Universität Halle-Wittenberg, Germany.

- Donoghue DJ, Krueger WF, Donoghue AM, Byrd JA, Ali DH, el Halawani ME, 1990 Magnesium-aspartate-hydrochloride reduces weight loss in heat-stressed laying hens. *Poult. Sci.*, 69:1862-1868.
- Firoz M, Graber M, 2001. Bioavailability of us commercial magnesium preparations. *Magnes. Res.* 14:257-262.
- Gaal KK, Safar O, Gulyas LB, Stadler P, 2004. Magnesium in animal nutrition. *The Journal of the American College of Nutrition*, 23: 754S-757S.
- Gardiner EE, Rogler JC, Parker HE, 1961. Interrelationships between magnesium and fluoride in chicks. *Journal of Nutrition*, 75: 270-274.
- GFE (Gesellschaft Für Ernährungsphysiologie), 1999. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. 7. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler), Frankfurt a. M., DLG-Verlag.
- Goldenberg H, Sobel AE, 1951. Calcification. V. Influence of fluoride and cyanide ions in the presence and absence of magnesium. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 78:719-723.
- Guenter W, Sell JL, 1973. Magnesium absorption and secretion along the gastrointestinal tract of the chicken. *Journal of Nutrition* 103: 875-881.
- Guenter W, Sell JL, 1974. A method for determining 'true' availability of magnesium from foodstuffs using chickens. *Journal of Nutrition* 104: 1446-1457.
- Guo Y, Zhang G, Yuan J, Nie W, 2003. Effects of source and level of magnesium and vitamin E on prevention of hepatic peroxidation and oxidative deterioration of broiler meat. *Animal Feed Science and Technology*, 107: 143-150.
- Hess JB, Britton WM, 1997. Effects of dietary magnesium excess in White Leghorn hens. *Poultry Sci.*, 76: 703-710.
- Kahraman A, 2008. Yumurta tavuğu karma yemlerine katılan metiyonin ve magnezyumun yumurta verimi ve kalitesi ile kan parametrelerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*.
- Kaplan O, Avcı M, 2012. Bıldırcın Karma Yemlerine Katılan Organik ve İnorganik Magnezyum Katkılarının Yumurta Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Y.Y.U. Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23 (2):77-81.
- Kimura M, 2007. Overview of magnesium nutrition, in: NISHIZAWA, Y., MORII, H. & DURLACH, J. (Eds) *New Perspectives in Magnesium Research*, pp. 69-93 (Springer-Verlag, London).
- Klasco RK, 2003. USP DI® Drug Information for the Healthcare Professional. Thomson MICROMEDEX. Greenwood Village, Colorado.
- Kurt İ, Küçük O, 2010. Bıldırcın karma yemlerine katılan yağ ve magnezyumun performans ve bazı kan parametrelerine etkisi. *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)* 19(1): 19-25.
- Lee S R, Britton WM, 1987. Magnesium-induced catharsis in chicks. *Journal of Nutrition*, 117:1907-1912.
- Lee SR, Britton WM, 1980. Magnesium toxicity: effect on phosphorus utilization by broiler chicks. *Poultry Sci.*, 59: 1989-1994.
- Liu YX, Guo YM, Wang Z, 2007. Effect of magnesium on reactive oxygen species production in the thigh muscles of broiler chickens. *British Poultry Sci.*, 48: 84-89.
- Mahoney CP, Alster FA, CarewLB Jr, 1992. Growth, thyroid function, and serum macromineral levels in magnesium-deficient chicks. *Poultry Sci.*, 71: 1669-1679.
- Matsui T, 2007. Significance of magnesium in animals, in: Nishizawa, Y., Morii, H. & Durlach, J. (Eds) *New Perspectives in Magnesium Research*, pp. 381-391 (Springer-Verlag, London).
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG, 2011. Minerals, in: *Animal nutrition*, pp. 103-137 (Seventh edition, Pearson Education Limited, England).
- McGillivray JJ, Smidt MJ, 1975. Biological evaluation of magnesium sources. *Poultry Sci.*, 54 (Suppl.): 1792-1793.
- McWard GW, 1967. Magnesium tolerance of the growing and laying chicken. *British Poultry Sci.*, 8:91-99.
- Mehring AJ Jr, Johnson D Jr, 1965. Magnesium in limestone for laying chickens. *Poultry Sci.*, 44: 853-860.
- Meneely R, Leeper R, Ghishan FK, 1982. Intestinal maturation: in vivo magnesium transport. *Pediatric Research* 16: 295-298.
- Morii H, 2007a. Preface, in: NISHIZAWA, Y., MORII, H. & DURLACH, J. (Eds) *New Perspectives in Magnesium Research* (Springer-Verlag, London).
- Morii H, 2007b. Overview of skeletal diseases and calcium metabolism in relation to magnesium, in: Nishizawa, Y., Morii, H. & Durlach, J. (Eds) *New Perspectives in Magnesium Research*, pp. 263-265 (Springer-Verlag, London).
- National Research Council (NRC), 1994. *Nutrient Requirements of Poultry. Ninth Revised Edition*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Pallauf J, Pietsch M, Rimbach G, 1998. Dietary phytate reduces magnesium bioavailability in growing rats. *Nutrition Research*, 18: 1029-1037.
- Sahin N, Orderci M, Sahin K, Cikim G, Kucuk O, 2005. Magnesium proteinate is more protective than magnesium oxide in heat-stressed quail. *Journal of Nutrition*, 135: 1732-1737.
- Saris NE, Mervaala E, Karppanen H, Khawaja JA, Lewenstam A, 2000. Magnesium: an update on physiological, clinical, and analytical aspects. *Clinica Chimica Acta.*, 294:1-26.
- Schiller LR, 2001. The therapy of constipation. *Aliment Pharmacol Ther.* 15:749-763.
- Scholz, RW, Featherston, WR, 1967. Influence of dietary carbohydrates on magnesium utilization in the chick. *Journal of Nutrition*, 91: 223-229.
- Shastak Y, Rodehutsord M, 2015. A review of the role of magnesium in poultry nutrition. *World's Poultry Sci. Journal*, Vol. 71, March 2015, 125-138.
- Stillmak SJ, Sunde ML, 1971. The use of high magnesium limestone in the diet of the laying hen. 2. Calcium and magnesium availability. *Poultry Sci.*, 50: 564-572.

- Suchy P, Strakova E, Herzig I, Steinhauser L, Kralik G, Zapletal D, 2009. Chemical composition of bone tissue in broiler chickens intended for slaughter. *Czech Journal of Animal Science*, 54: 324-330.
- Suttle NF, 2010. Magnesium, in: Suttle, N.F. (Ed) *Mineral nutrition of livestock*, pp. 92-121 (4th ed. CABI Pub, UK).
- Van Der Hoeven-Hangoor E, Van De Linde IB, Paton ND, Verstegen MWA, Hendriks WH, 2013. Effect of different magnesium sources on digesta and excreta moisture content and production performance in broiler chickens. *Poultry Sci.*, 92: 382-391.
- Van Der Klis JD, Verstegen MWA, De Wit W, 1990. Absorption of minerals and retention time of dry matter in the gastrointestinal tract of broilers. *Poultry Sci.* 69: 2185-2194.
- Viveros A, Brenes A, Arija I, Centeno C, 2002. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. *Poultry Sci.*, 81: 1172-1183.
- Woerpel HR, Balloun SL, 1964. Effect of iron and magnesium on manganese metabolism. *Poultry Sci.*, 43: 1134-1142.
- Wolf FI, Cittadini A, 2003. Chemistry and biochemistry of magnesium. *Molecular Aspects of Medicine* 24: 3-9.
- WPSA (World's Poultry Sci. Association), 1985. Mineral requirements and recommendations for growing birds. *World's Poultry Sci. Journal*, 41: 252-258.
- Yang Y, Gao M, Nie W, Yuan J, Zhang B, Wang Z, Wu Z, 2012. Dietary magnesium sulfate supplementation protects heat stress-induced oxidative damage by restoring the activities of anti-oxidative enzymes in broilers. *Biological Trace Element Research* 146: 53-58.
- Yang Y, Wu ZL, Chen Y, Qiao J, Cao MY, Yuan YM, Nie W, Guo YM, 2005. Magnesium deficiency enhances hydrogen peroxide production and oxidative damage in chick embryo hepatocyte in vitro. *Biometals*, 18: 36-46.
- Yazgan O, 1991. Ruminat Hayvanların Beslenmesi. Selçuk Ün., Zir. Fakültesi Ders Teksiri(Basılmamış).

