



## ARAŞTIRMA MAKALESİ

### Farklı mineral formlarının ve depolama süresinin vitamin stabilitesi üzerine etkileri

Süleyman Tekelioğlu<sup>1</sup>, Emel Gürbüz<sup>2\*</sup>, Behiç Coşkun<sup>2</sup>, Fatma İnal<sup>2</sup>

#### Özet

**Tekelioğlu S, Gürbüz E, Coşkun B, İnal F.** Farklı mineral formlarının ve depolama süresinin vitamin stabilitesi üzerine etkileri. *Eurasian J Vet Sci*, 2011, 27, 3, 155-159

**Amaç:** Bu araştırma, vitamin-mineral karmalarındaki vitaminlerin stabilitesi üzerine farklı depolama süreleri ile inorganik ve organik minerallerin etkisini tespit etmek amacıyla yapıldı.

**Gereç ve Yöntem:** Denemede vitamin stabilitesini tespit etmek için 3 farklı grup oluşturuldu. Gruplar kontrol, inorganik iz mineral + vitamin ve organik iz mineral + vitamin karması içeren gruplar şeklinde oluşturuldu. Karmalar 1 yıl boyunca depolanarak vitamin A, E, K, C, tiamin ve niacin yönünden analizleri yapılarak vitamin stabilitesi tespit edildi.

**Bulgular:** Denemede inorganik mineral grubunda vitamin stabilitesi diğer gruplara göre daha düşük bulundu. Vitamin konsantrasyonlarındaki düşüşler, vitamin K için ikinci, vitamin A, tiamin ve vitamin C için dördüncü, vitamin E ve niacin için dokuzuncu aydan itibaren istatistiksel bakımdan önemli ( $p<0.05$ ) tespit edildi.

**Öneri:** Vitamin-mineral karmalarında minerallerin inorganik formda kullanılması vitamin stabilitesi üzerine olumsuz etki göstermektedir. Minerallerin organik formda kullanılması vitaminlerin stabilitesinin korunmasına yardımcı olacaktır.

#### Abstract

**Tekelioğlu S, Gurbuz E, Coskun B, Inal F.** Effect of storage time and different mineral forms on vitamin stability. *Eurasian J Vet Sci*, 2011, 27, 3, 155-159

**Aim:** This research was made to determine the effect of storage time and inorganic and organic minerals on vitamin stability in vitamin-mineral premixes.

**Materials and Methods:** In experiment, groups were divided into three main groups for determination vitamin stability. Groups consist of control, organic trace minerals and inorganic trace minerals. Premixes were stored for one year and vitamin A, E, K, C, thiamine and niacin analyses were made for determination vitamin stability.

**Results:** Vitamin stability was lower in inorganic minerals group than the control and organic mineral groups. There were statistically difference ( $p<0.05$ ) in vitamin stability for vitamin K from second month, for vitamin A, C, thiamine from fourth month and for vitamin E and niacin from ninth month.

**Conclusion:** The use of inorganic forms of mineral in vitamin-mineral premixes show a negative effect on the vitamin stability. The use of organic forms of minerals will help protect the vitamin stability.

<sup>1</sup>Konya İl Kontrol Laboratuvarı, <sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Kampüs, 42075, Konya, Türkiye

Geliş:21.03.2011, Kabul:15.04.2011  
\*vet\_em@yahoo.com

Anahtar kelimeler: Vitamin stabilitesi, organik mineral, depolama süresi.

Keywords: Vitamin stability, organic mineral, storage time

## ► Giriş

Hayvanların vitamin ve mineral ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için vitamin-mineral karmaları hazırlanmakta ve hayvanların yemlerine katılmaktadır. Karmalara, vitamin ve mineral düzeyleri oluşacak kayıplar göz önüne alınarak hayvanların ihtiyaçlarından daha yüksek oranlarda katılmaktadır. Premiksler içerisindeki vitamin kayıplarını rutubet, depolama, ısı, ışık, pH, oksidasyon, iz mineraller ve taşıt madde gibi birçok faktör etkilemekte ve kayıpların ne düzeyde olabileceği tam olarak bilinmemektedir. Bu faktörlerin birden fazlası bir araya geldiğinde kayıplar en üst düzeye ulaşmakta ve premiks içerisindeki vitamin düzeyleri hayvanın ihtiyaçlarının altına düşerek yetersiz vitamin alınmasına sebep olabilmektedir (Gerald ve ark 1997, Tuncer 2004).

Vitamin-mineral karmalarındaki vitaminlerin dayanıklılığını etkileyen en büyük faktör minerallerin, vitaminler üzerindeki redoks reaksiyonlarıdır. Çinko, bakır ve demirin vitaminler üzerindeki etkisi daha fazla iken selenyum ve manganın etkisi daha düşüktür. Vitaminlerin dayanıklılığını en çok etkileyen mineral formu serbest metal iyonlarıdır. Bu etkilenmeyi sırasıyla; sülfat, karbonat, oksit ve şelatlanmış mineraller takip eder. Şelatlanmış mineraller serbest radikalleri oluşturamaz ve vitaminlerin parçalanması engellenmiş olur (BASF 1999).

Genellikle vitamin-mineral karmalarındaki mineraller yüksek reaktif özellikteki inorganik mineral tuzlardan oluşmaktadır. İnorganik mineral tuzlar, tek başlarına vitaminler üzerinde stabilite sorunlarına yol açtığı gibi ortamda rutubet varsa bu etki daha fazla oluşmaktadır. İz minerallerin inorganik formlarının yerine şelatlanmış, aminoasitlerle kombine edilmiş organik formlarının veya kaplanmış formlarının kullanılması vitaminlerin premiksler içerisinde daha stabil kalmasına yardımcı olacaktır (Coelho 2002, Tavcar-Kalcher ve Vengust 2007).

Bu çalışmanın amacı depolama süresi ile birlikte organik ve inorganik minerallerin vitaminlerin stabilitesi üzerine etkisini belirlemektir.

## ► Gereç ve Yöntem

### • Grupların oluşturulması

Vitamin-mineral karmaları süt ineği yemlerine katılan ticari formülasyonlar dikkate alınarak hazırlandı. Karmalar süt ineği rasyonlarına 1 kg/100 kg katılacak şekilde formüle edildi (Tablo 1). Vitamin stabilitesini tespit etmek için 3 farklı grup oluşturuldu; birinci grup sadece vitamin karması olan kontrol grubunu, diğer gruplar ise inorganik mineral + vitamin ve organik mineral + vitamin karması içeren gruplarını oluşturdu. Grupların hepsinde vitamin ve mineral düzeyleri eşit olacak şekilde ayarlandı. İnorganik minerallerin, karmalara en çok giren sülfat veya oksit formları, organik mineraller ise proteinat formları

kullanılarak hazırlandı. Karışımlarda taşıt madde olarak ise CaCO<sub>3</sub> kullanıldı.

### • Vitamin mineral karmalarının hazırlanması ve depolanması

Karmalar ticari bir firmada özel olarak hazırlandı. Her bir grup için 7 tane ikişer kilogramlık karışım kâğıt ambalajlarda, oda ısısı ve nemi günlük olarak takip edilerek karanlık bir odada 1 yıl depolandı.

### • Örneklerin alınması

Vitamin ve vitamin mineral karmalarından, ilk gün (0. gün), 1., 2., 4., 6., 9. ve 12. aylarda depolama için örnekler alınarak vitamin düzeyleri tespit edildi.

### • Vitamin analizleri

Alınan örneklerde vitamin A, E, K, C, tiamin ve niasin düzeylerinde kayıplar belirtilen depolama süreleri için tespit edildi. Vitamin analizleri, Resmi Gazete S.25571,02.09.2004 (2004) ve Rückemann (1980) bildirdiği metotlara göre yapıldı.

### • Vitamin A ve vitamin E tayini için ekstraksiyon

Beş g yem katkı maddesi balon jöjeye tartılarak üzerine 130 mL etil alkol, birer spatül askorbik asit ve sodyum sülfür, 5 mL KOH çözeltisi (%50) ilave edildi. Çözelti geri soğutucuda 30 dk kaynatılarak sabunlaştırıldı ve 500 mL'lik ayırma hunisine alınan numuneye 100 mL petrol eteri ilave edilerek kuvvetlice çalkalandı ve faz ayrımı için beklendi. Bu işlem her defasında 100 mL petrol eteri ilave ederek üç kez tekrarlandı ve üstte oluşan petrol eteri ve sulu faz başka bir ayırma hunisine alındı. Petrol eteri ekstraktının saf suyla yıkanması için 300 mL saf su ilave edilerek altta oluşan sulu ve alkollü faz atıldı. Bu işleme fenolftaleyn damlatıp çalkalandığında oluşan kırmızı pembe renk gidinceye kadar devam edildi. Hunide olabilecek suyu almak için susuz sodyum sülfattan geçirildi ve filtreden süzülerek HPLC'ye enjekte edildi.

### • Vitamin K tayini için ekstraksiyon

Erlene numuneden en az 3 mg K3 ihtiva edecek şekilde tartım yapıldı. Üzerine 96 mL EtOH:su (40:60) karışımı eklenerek 15 dakika çalkalandı. Pipetle 4 mL tannik asit (%10) çözeltisi ilave edilip tekrar 15 dakika çalkalandı. Karışım santrifüj tüpüne alınıp 5 dakika 4000 devirde santrifüj edildi. Üst fazdan 20 mL ayırma hunisine alınarak pipetle 50 mL hekzan eklenip 2 dakika çalkalandı. Üzerine 20 mL sodyum karbonat (%10) çözeltisi eklenip, 5 dakika çalkalanıp faz oluşumu beklendi. Oluşan hekzan fazı başka bir ayırma hunisine alınarak üzerine tekrar 20 mL saf su eklenildi ve 15 saniye çalkalanıp, yine faz oluşumu beklendi. Hekzan fazı alınarak fazla suyu emecek miktarda (yaklaşık 2-3 g) sodyum sülfat eklenip, çalkalandı ve 0.2 µm'lik filtreden süzüldü. Süzülen çözelti HPLC'ye enjekte edildi.

Tablo 1. Denemede kullanılan karmaların formülasyonları (1 kg'da).

		Kontrol(Vitaminler)	İnorganik mineral + vitaminler	Organik mineral + vitaminler
Vitamin A	IU	1.500.000	1.500.000	1.500.000
Vitamin D <sub>3</sub>	IU	300.000	300.000	300.000
Vitamin E	mg	3.000	3.000	3.000
Vitamin K <sub>3</sub>	mg	200	200	200
Vitamin B <sub>1</sub>	mg	100	100	100
Vitamin B <sub>6</sub>	mg	50	50	50
Vitamin C	mg	50.000	50.000	50.000
Biotin	mg	10	10	10
Niasin	mg	12.500	12.500	12.500
Folik asit	mg	200	200	200
Kolin klorid	mg	1.000	1.000	1.000
Mangan (MnO)	mg	--	6.000	6.000
Demir (FeSO <sub>4</sub> )	mg	--	6.000	6.000
Çinko (ZnO)	mg	--	8.000	8.000
Bakır (CuSO <sub>4</sub> )	mg	--	1.000	1.000

- *Tiamin ve niasin tayini için ekstraksiyon*

Tiamin ve niasin analizinde 500 mL'lik balon jojeye 1 g yem katkı maddesi tartılarak üzerine 1 g EDTA, 4 mL 1 N HCl, 300 mL 0.01 N HCl ilave edildi. 10 dakika süreyle ultrasonik banyoda tutuldu ve 0.01 N HCl ile hacmine tamamlandı ve 0.45 µm'lik filtreden süzülerek HPLC'ye enjekte edildi.

- *Vitamin C tayini için ekstraksiyon*

Numunun 10 gramı blender içerisine alınarak, üzerine 90 mL meta-fosforik asit (%6) çözeltisi eklendi ve 2 dakika karıştırıldı. Karışıma 5 mL potasyum hekzasiyanoferra (II) trihidrat ve çinko asetat dihidrat çözeltileri ilave edildi. Hacim ölçülerek sıvı kısım 4000 devir/dakikada 3 dakika santrifüj edildi. Üstteki berrak sıvı en az 15 dakika bekletilerek ve 0.2 µm'lik filtreden süzülür ve HPLC'ye enjekte edildi.

- *Kromatografik analiz şartları*

Vitamin analizlerinde Dionex Marka (Sunnyvale, ABD): P680 pompa, ASI-100 otomatik enjeksiyon ünitesi, TCC-100 kolon fırını ve PDA-100 DAD detektörden oluşan HPLC sistemi kullanıldı. Vitamin A ve E analizlerinde mobil faz olarak metanol/su (98:2, v:v) çözeltisi, vitamin K<sub>3</sub> analizinde metanol/amonyum karbonat (95:5, v:v) çözeltisi, tiamin ve niasin analizlerinde 0.03 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>/ACN (98:2, v:v) çözeltisi, vitamin C analizinde ise 945 ml ultra saf su + 55 mL metanol + 2.5 g tetrabutil amonyum hidrojen sülfat çözeltisi kullanılmıştır. Tüm vitaminlerde mobil fazın akış hızı 1.0 mL/dakika olarak ayarlandı. Kullanılan örnek hacmi 20 µL'dir. Seçilen kolon sıcaklığı 22 °C'dir. Tanımlama ve miktar tayinleri vitamin A için 325 nm, vitamin E için 292, vitamin K<sub>3</sub> için 250, tiamin için 246 nm, niasin için 263 nm ve vitamin C için 251 nm'de yapıldı. Analiz bitiminde kolon önce 35-65 MeOH-su ile yıkandı ve metanol miktarı kademeli artırılarak en son %100 metanol ile yarım saat yıkandı.

- *Metot performansının değerlendirilmesi*

Her bir vitamin için yüzde geri kazanım değerleri aşağıdaki formül ile hesaplandı;

$$R = (A\bar{o} * 100) / A_s$$

Formülde; R yüzde geri kazanım; A $\bar{o}$  standart ilave edilerek hazırlanan örnekten elde edilen pikin yüksekliği veya alanı, A<sub>s</sub> standart çözeltilen elde edilen pikin yüksekliği veya alanı ifade etmektedir. Yüzde geri kazanım oranları vitamin A için %90.3, vitamin E için %96.0, vitamin K<sub>3</sub> için %88.4, tiamin için %95.2, niasin için %95.7 ve vitamin C için %85.0 olarak belirlendi. Linearite çalışması vitamin A, E, K<sub>3</sub> için 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 ve 2 mg/kg aralığında, tiamin ve niasin için 0.1, 1.0, 2.0, 5.0 ve 10.0 mg/kg konsantrasyon aralığında yapıldı. Her bir vitamin için tespit limiti, sinyal/gürültü oranına (S/N) göre saptandı. S/N değerinin 3 olduğu konsantrasyon tespit limiti olarak değerlendirildi. Tespit limiti değerleri vitamin A için 333.3 IU/kg, vitamin E için 0.5 ppm, tiamin ve niasin için 1.0 ppm, vitamin K<sub>3</sub> ve vitamin C için 1.4 ppm belirlendi.

- *İstatistiksel analiz*

Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve gruplar arası farklılıkların tespitinde Duncan'ın Multiple Range testi uygulanmıştır (SPSS, 2006). p<0.05 değeri istatistiki açıdan önemli kabul edildi.

► **Bulgular**

Vitamin, vitamin + inorganik mineral ve vitamin + organik mineral premikslerin aylara göre vitamin içerikleri Tablo 2'de verildi. Genel olarak değerlendirildiğinde tüm vitaminlerin 30. günden itibaren konsantrasyonlarında düşmeler başladı. Vitamin konsantrasyonlarındaki düşüşler, vitamin K için ikinci, vitamin A, tiamin ve vitamin C için dördüncü, vitamin E ve niasin için dokuzuncu aydan itibaren istatistiksel bakımdan önemli olmuştur (p<0.05).

## ► Tartışma

Vitaminlerin yalnız olarak, inorganik formda ya da proteinat formundaki iz mineraller ile birlikte bulundurulmasının, premiks içerisindeki dayanıklılıkları üzerine etkisi ile ilgili sonuçlar (Tablo 2) değerlendirildiğinde, inorganik formdaki metallerin oksidasyonu katalizleme etkileri nedeniyle tüm vitaminlerin 30. günden itibaren vitamin konsantrasyonlarında düşmeler başladığı tespit edildi. Vitamin konsantrasyonlarındaki düşüşler, vitamin K için 2. aydan, vitamin A, tiamin ve vitamin C için 4. aydan, vitamin E ve niasin için 9. aydan itibaren istatistiksel bakımdan önemli olmuştur ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlar doğal karşılanmalıdır, çünkü premiksler içerisinde yer alan ya da yem ve yemlerdeki vitaminlerin çoğu labildir ve zamana bağlı olarak oksidasyon ve stereoisomerlerinin oluşumu ile

biyolojik aktivitelerini kaybederler. Oksidasyon hava, ışık, sıcaklık, nem, mineral asitler, metal iyonları, doymamış yağlar ve diğer oksidantların etkisi ile başlatılır ve katalizlenir (Pietrzik 1984, Killeit 1988, Tavcar-Kalcher ve Vengust 2007). Vitamin E için kayıp oranı diğer vitaminlere göre en düşük düzeyde (%29) gerçekleşmiştir. Bu çalışmada ve yem sanayinde kullanılan diğer premikslerdeki Vitamin E, çoğunlukla dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate formundadır ve vitamin E'nin bu formu dış etkenlere oldukça dayanıklı olduğundan vitamin stabilitesi diğer vitaminlere göre daha az değişmiştir (Cort ve ark 1975).

Vitamin stabilitesi en iyi organik minerallerin katıldığı grupta tespit edildi (Tablo 2). Gerald ve ark (1997)'nin yapmış oldukları çalışmada da vitamin kaybının en az vitamin ve vitamin + organik mineral

Tablo 2. Vitamin, vitamin + inorganik mineral ve vitamin + organik mineral premikslerin aylara göre vitamin içerikleri.

Vitaminler	Başlangıç	1. ay	2. ay	4. ay	6. ay	9. ay	12. ay
<b>Vitamin A, IU</b>							
Vitamin	1.353.198	1.342.532	1.301.872	1.074.025 <sup>b</sup>	948.574 <sup>b</sup>	819.651 <sup>b</sup>	706.596 <sup>b</sup>
Vit+inorganik	1.336.530	1.255.341	1.176.953	756.057 <sup>c</sup>	542.079 <sup>c</sup>	356.631 <sup>c</sup>	185.448 <sup>c</sup>
Vit+organik	1.366.530	1.344.422	1.337.506	1.271.077 <sup>a</sup>	1.186.496 <sup>a</sup>	1.135.886 <sup>a</sup>	951.304 <sup>a</sup>
SEM	19.169	26.114	33.471	78.399	96.666	115.279	114.775
P	0.854	0.319	0.105	0.001	0.000	0.000	0.000
<b>Vitamin E, mg</b>							
Vitamin	2.724	2.644	2.617	2.540	2.466	2.394 <sup>ab</sup>	2.307 <sup>ab</sup>
Vit+inorganik	2.746	2.640	2.588	2.441	2.302	2.111 <sup>b</sup>	1.954 <sup>b</sup>
Vit+organik	2.804	2.749	2.721	2.667	2.640	2.563 <sup>a</sup>	2.488 <sup>a</sup>
SEM	35.60	39.96	44.39	53.93	67.13	82.70	94.51
P	0.700	0.513	0.499	0.253	0.105	0.048	0.030
<b>Vitamin K, mg</b>							
Vitamin	178	161	150 <sup>ab</sup>	120 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>	74 <sup>b</sup>	54 <sup>b</sup>
Vit+inorganik	178	153	135 <sup>b</sup>	78 <sup>c</sup>	48 <sup>c</sup>	TED	TED
Vit+organik	180	168	164 <sup>a</sup>	146 <sup>a</sup>	136 <sup>a</sup>	123 <sup>a</sup>	113 <sup>a</sup>
SEM	3.04	3.77	5.25	10.34	13.07	11.52	13.61
P	0.964	0.301	0.048	0.001	0.000	0.004	0.001
<b>Tiamin, mg</b>							
Vitamin	89	85	82	74 <sup>a</sup>	69 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	56 <sup>a</sup>
Vit+inorganik	88	80	74	56 <sup>b</sup>	40 <sup>b</sup>	25 <sup>b</sup>	16 <sup>b</sup>
Vit+organik	88	85	82	75 <sup>a</sup>	71 <sup>a</sup>	65 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>
SEM	1.24	1.58	1.89	3.33	5.15	6.55	7.12
P	0.946	0.377	0.088	0.003	0.000	0.000	0.000
<b>Niasin, mg</b>							
Vitamin	11.444	11.110	10.892	10.473	10.267	9.972 <sup>ab</sup>	9.413 <sup>ab</sup>
Vit+inorganik	11.356	10.713	10.400	9.454	8.918	8.181 <sup>b</sup>	7.645 <sup>b</sup>
Vit+organik	11.525	11.299	11.187	10.861	10.544	10.041 <sup>a</sup>	9.654 <sup>a</sup>
SEM	154.78	187.07	217.92	283.53	318.91	367.73	388.50
P	0.927	0.487	0.377	0.093	0.055	0.031	0.038
<b>Vitamin C, mg</b>							
Vitamin	46.244	39.524	36.938	29.085 <sup>b</sup>	25.291 <sup>b</sup>	18.873 <sup>b</sup>	13.385 <sup>b</sup>
Vit+inorganik	45.888	38.240	35.082	20.162 <sup>c</sup>	13.177 <sup>c</sup>	TED	TED
Vit+organik	47.008	42.734	41.896	35.808 <sup>a</sup>	31.971 <sup>a</sup>	28.044 <sup>a</sup>	24.817 <sup>a</sup>
SEM	830.06	1054.04	1345.92	2403.35	2842.14	3842.78	3551.61
P	0.886	0.214	0.079	0.001	0.000	0.001	0.002

a, b, c: Her bir sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $p < 0.05$ ), TED: Tespit edilemedi.

gruplarında olduğunu belirtmişlerdir. Dove ve Ewan (1991)'da minerallerin vitamin stabilitesine etkisini araştırdıkları bir çalışmada yapılan bu çalışma ile benzer sonuçlar bularak inorganik minerallerin vitamin stabilitesini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Coelho (2002), iz minerallerin serbest metal iyonlarının, sülfat, karbonat, oksit ve şelatlanmış formlarının vitamin stabilitesine etkisini araştırdığı bir çalışmada da serbest metal iyonlarının en reaktif olduğu, metal iyonlarını sırasıyla sülfat, karbonat, oksit ve şelatlanmış formlarının izlediğini belirlemiştir. Tekelioğlu ve ark (2010)'nın yapmış oldukları çalışmada ise ticari premiksler içerisinde bulunan vitaminlerin beyan edilen değerlerden daha düşük olduğu ve bu duruma inorganik minerallerin sebep olabileceğini bildirmişlerdir.

Organik mineraller vitamin stabilitesini korumaya yardımcı olmaktadır. İnorganik metal iyonları vitaminlerin oksidasyonunda ve parçalanmasında katalizör etki gösterirken organik mineraller ise şelatlandığından dolayı vitaminlerle temas etmez ve vitaminler oksidasyondan ve parçalanmadan korunmuş olur.

#### ► Öneriler

Yapılan bu çalışma sonucunda depolama süresi uzadıkça inorganik minerallerin vitamin dayanıklılığını azalttığı görülmektedir. Vitamin-mineral karmalarında vitamin dayanıklılığını arttırmak için minerallerin organik formda kullanılmaları önerilebilir.

#### ► Teşekkür

Yapılan bu araştırma TAGEM/GY/08/03/05/137 nolu projenin bir kısmını içermektedir. TAGEM'e bu projeyi desteklediğinden dolayı teşekkür ederiz.

#### ► Kaynaklar

BASF, 1999. Vitamin Stability in Premixes and Feeds: A Practical Approach. BASF Keeping Current KC 9138, 6th edition, BASF Corporation, Mount Olive, New Jersey, USA.

Coelho M, 2002. Vitamin stability in premixes and feeds a practical approach in ruminant diets. Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, pp: 127-145.

Cort WM, Borenstein B, Harley JH, Osadca M, Scheiner J, 1975. Nutrient stability of fortified cereal products. 35th IFT Meeting, Chicago, IL, USA.

Dove CR, Ewan RC, 1991. Effect of trace minerals on the stability of vitamin E in swine grower diets. J Anim Sci, 69, 1994-2000

Killeit U, 1988: The stability of vitamins. A selection of current literature, Grenzach-Wyhlen, West Germany: Hoffman-LaRoche AG, Germany.

Gerald CS, Troy MS, Dean DK, Mark H, 1997. Vitamin stability in trace mineral premixes: Effect of metal specific amino acid complexes and inorganic trace minerals on vitamin stability in premixes. ASAS Midwestern Section Mtg., Des Moines, IA, March 17-19, Abstr 168.

Pietrzik K, 1984. Nutrients considered to be worthy of examination in processed food, in: Thermal Processing and Quality of Foods, Ed; Zeuthen P, Elsevier, London, UK.

Resmi Gazete, 2004. 02.09.2004 tarihli, 25571 sayılı roche metot.

Rückemann H, 1980. Methoden zur bestimmung von L-ascoinsäure mittels hochleistungs-flüssigchromatographie (HPLC). Zeitschrift für lebensmittel untersuchung und forschung 171, pp: 357-359.

SPSS 15.0, 2006. Statistical software package for the social sciences SPSS, Int., USA.

Tavcar-Kalcher G, Vengust A, 2007. Stability of vitamins in premixes. Anim Feed Sci Technol, 132, 148-154.

Tekelioğlu S, Gurbuz E, Coskun B, Inal F, 2010 Evaluation of vitamin and mineral content of commercial premixes. Eurasian J Vet Sci, 26, 81-85.

Tuncer ŞD 2004. Vitaminler, in: Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Eds; Ergün A, Çolpan İ, Yıldız G, Küçükersan S, Tuncer ŞD, Yalçın S, Küçükersan MK, Şehu A, Pozitif Matbaa, Ankara, Türkiye.