

Etlık Piliç Yemine Doğal Zeolit İlavésinin Besi Performansı Üzerine Etkileri

Hasan Eleroğlu^{1*}, Hüseyin Yalçın², Arda Yıldırım³, Ahmet Aker⁴

¹ Cumhuriyet Üniversitesi, Şarkışla Aşık Veysel MYO, Hayvan Yet. ve Sağlığı Prg, Şarkışla, Sivas

² Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü. Sivas

³ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Tokat

⁴ Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Bölümü, Sivas

*e-posta: eleroglu@cumhuriyet.edu.tr, Tel: +90 (532) 2041066, Faks: +90 (346) 2191270

Özet

Bu araştırma, etlik piliç yemine doğal zeolit (klinoptilolit) katılmasının etlik piliçlerde besi performansı parametreleri üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan etlik piliç yemine sırasıyla % 0 (kontrol), % 1, % 3 ve % 5 düzeyinde doğal klinoptilolit katılmıştır. Toplam 12 bölmede yürütülen araştırmada 240 adet günlük yaşta etlik civciv üzerinde çalışılmış, 14 hayvan/m² yerleşim sıklığı kullanılmıştır. Altı haftalık deneme süresince canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma, yaşama gücü gibi performans özellikleri üzerinde durulmuştur. Canlı ağırlık ortalama değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamış, 6. haftada erkek-dişi karışık sırasıyla 2555, 2459, 2432 ve 2530 g (P>0.05) olarak gerçekleşmiştir. Eklemeli yem tüketimi miktarları bakımından gruplar arasındaki farklılık 2. haftadan 5. haftaya kadar devam etmiş (P<0.05), 6. hafta önemli bir farklılığa rastlanmamıştır. Yemden yararlanma oranları arasında önemli bir farklılık bulunmamış, 6. haftada erkek-dişi karışık sırasıyla yemden yararlanma oranları sırasıyla 1.63, 1.71, 1.71 ve 1.62 (P>0.05) olarak gerçekleşmiştir. Yaşama gücü değerleri ise 6. haftada sırasıyla % 95.55, 100.00, 100.00 ve 100.00 (P>0.05) olarak gerçekleşmiş, zeolit uygulamasının yaşama gücü değerlerine üretim süresince olumsuz bir etkisine rastlanmamıştır. Yem tüketimindeki önemli farklılık dikkate alındığında doğal klinoptilolitin ekonomik olduğu sürece etlik piliç karma yemlerine % 1-5 oranında katılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Etlik piliç, zeolit, besi performansı

The Effects of Dietary Natural Zeolite Supplementation on Performance of Broiler

Abstract

This study was conducted with the aim of determining the effects of zeolit (clinopilit) addition in broiler feeds on fattening performances in broiler production. Natural clinoptilolit was added in broiler rations at doses of 0 (control), 1, 3 and 5 %. A total of day-age 240 broiler chicks were used in four experimental groups with 3 replicates (20 broiler in each replicate). Live weight gains, feed consumptions, feed conversion ratios, viabilities and litter parameters were recorded for 6 weeks. Final liveweights were found as 2555, 2459, 2431 and 2530 g for the mixed-sex groups, respectively (P>0.05). Feed consumption did not differ significantly between the groups in 6 weeks (P>0.05), but there are differences between the groups from 2 weeks to 5 weeks (P<0.05). Feed conversion ratios were found as 1.63, 1.71, 1.71 and 1.62, respectively (P>0.05). Zeolit addition did not affect negatively viabilities in each group (95.55, 100.00, 100.00 ve 100.00) (P>0.05). It was concluded that zeolit can be added in broiler rations at ratios of 1-5 % ratios.

Key words: Broiler, zeolite, performance

Giriş

Yem katkı maddesi olarak doğal klinoptilolitlerin ve mordenitin etlik piliç karma yemlerinde kullanılması son zamanlarda yaygınlaşmıştır (Quarles, 1985; Olver, 1989). Eleroğlu ve Yalçın (2004), zeolitin altlığa % 25 oranında katılması ile canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma ve altlıktaki nem düzeyi üzerine olumlu etkisi olduğunu, altlığa katılan küçük zeolit parçacıklarının piliçler tarafından tüketilme olasılığı da dikkate alınarak sağlanan olumlu sonuçlara etkisinin

olabileceği bildirmişlerdir.

Quarles (1985) bazı zeolitlerin yemden yararlanma oranları üzerine % 2'ye kadar olumlu etkide bulunduğunu, bununla birlikte bazı zeolitlerin etkisinin gözlenmediğini, bu etkinin mekanizmasının tam olarak bilinmemesine karşın zeolitin azotlu bileşiklere bağlayıcı veya iyon değişim özelliği ile ilgili olabileceğini bildirmektedir. Zeolitlerin bazı amino asitlerin azotunu absorbe ederek amino asitleri stabilize ettiği ve böylece 1 kg et için gereken enerji miktarını

azalttığı ve ayrıca kalsiyumun yararlanabilirliğini artırdığı bildirilmiştir (Quarles, 1985; Roland ve ark., 1989; Watkins ve ark., 1989).

Fisinin ve ark. (1985), % 5 düzeyinde klinoptilolit ilavesinin canlı ağırlığı 1528 g'dan 1593 g'a, yaşama gücünü % 96.5'ten % 97.1'e, yemden yararlanmayı ise % 3.25'ten % 3.14'e yükselttiğini saptamışlardır. Sentetik zeolit düşük kalsiyum içeren etlik piliç karma yemlerine ilave edildiğinde tibia kemiği düzeyini arttırmakta ve tibial dyschondroplasia'nın oluşumunu azaltmaktadır (Ballard ve Edwards, 1988; Edwards, 1988; Leach ve ark., 1990).

Öztürk ve ark. (1996), 720 adet broyler üzerinde yapmış oldukları çalışmada, zeolit içermeyen kontrol grubu ile % 1, 2 ve 3 zeolit içeren karma yem kullandıklarında; canlı ağırlık değerleri erkeklerde sırasıyla 2373, 2264, 2282, 2302 g, dişilerde ise 1996, 1944, 1928, 1997 g olarak saptamışlardır (P>0.05). Aynı çalışmada yem tüketim miktarlarını sırasıyla 3967, 3863, 3892, 3938 g ve yemden yararlanma değerlerini ise 1.92, 1.88, 1.89 ve 1.87 olarak bulmuşlardır (P>0.05).

Etlik piliç yemine zeolit katılmasının gelişme ve yemden yararlanmayı olumlu yönde etkilediğini (Zhang ve Hung, 1992; Debeic, 1994) ve bu etkinin zeolitin coğrafi kaynağına bağlı olarak değişebileceği bildirilmiştir (Willis ve ark., 1982).

Zeolitlerin hayvanlar üzerindeki pozitif etkisinin metal katyonları kendine bağlayarak ve daha yararlı hale getirerek oluşturduğu, ayrıca sindirim ürünlerindeki toksik maddeleri absorbe ederek ve bunların dokularda birikimini azaltarak etki gösterebileceği bildirilmektedir (Pond ve Mumpton, 1983). Bunun yanı sıra yeme zeolit katkısının kalsiyum (Ca) emilimini artırdığı (Quarles, 1985), dışkıda kuru madde oranını önemli düzeyde yükselttiği saptanmıştır (Oliver, 1988; Keshavarz ve McCormick, 1991; Öztürk ve ark., 1998; Gezen ve Eren, 2002).

Çabuk ve ark. (2004), kontrol grubu ile birlikte etlik piliç yemine 15, 25 g/kg zeolit ve 120 mg/kg Yucca schidigera ilave edilerek yapmış oldukları çalışmada, gruplar arasında canlı ağırlık bakımından gözlenen farklılığın önemli (P<0.01) olduğunu, en yüksek canlı ağırlığın Yucca schidigera uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları arasında gruplar arasında önemli bir farklılığın olmadığını, bununla birlikte kümes içi amonyak konsantrasyonunun Yucca schidigera ve zeolit uygulamalarında önemli oranda (P<0.05) azaldığını, dışkıda kuru madde ve ham protein oranlarının önemli

oranda (P<0.01) gerilediğini, diğer taraftan altlık kuru madde ve yaşama gücü değerleri bakımından uygulamalar arasında önemli bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir.

Zeolitlerin en önemli özelliklerinden biri bal peteğine benzeyen mikro gözenekli bir yapıya sahip olmalarıdır. Mikro pencerelerle birleşerek bir boşluk veya kanal sistemi oluşturan bu mikro gözenekler, normal oda sıcaklığında su ile dolu durumdadır. Zeolitik su olarak adlandırılan bu su, zeolitler ısıtıldığında yapıdan uzaklaşır. Bu olay, diğer bazı sulu minerallerin aksine, zeolitlerin önemli bir kesiminde kristal yapıda değişikliğe neden olmaz. Genellikle 350°-400 °C' de ısıtılarak buharlaştırılan suyun kristal yapıda bıraktığı boşluklar, bu boşluklara sığabilecek büyüklükteki gaz veya sıvı molekülleri ile doldurulabilir. Bir gaz veya sıvı ile temas eden dehidrate zeolitin gözenekleri, bu moleküllerce hızla doldurulur ve gözenekler tümüyle dolduğunda absorpsiyon olayı durur. Bu olay, diğer absorbanlardan farklı olarak, absorbe edilen gazların çok düşük kısmi basınçlarında bile mümkündür. Bu açıdan zeolitler, çok az miktarda (0.1 ppm' den az) su buharı içeren gaz sistemlerinin temizlenmesinde oldukça etkin olan absorplayicilerdir. Diğer taraftan, zeolitlerde absorpsiyon olayı bir yüzeye tutunmadan çok, mikro gözeneklerin doldurulması biçiminde düşünülmelidir. Çünkü zeolit kristalinin dış yüzeyinde tutulan molekül miktarı, kristal yapıdaki boşluklara giren molekül miktarının ancak % 1' i kadardır. Ayrıca, absorpsiyon olayını denetleyen mikro gözeneklerin alanı, bir kaç yüz m²/g mertebesindedir ve bu zeolitler kuru ağırlıklarının % 30' una kadar gaz veya sıvı molekülünü adsorplayabilirler (Flanigen ve Mumpton, 1981).

Etlik piliç karma yemine katkı olarak kullanılan zeolitlerin yapısal farklılıklar gösterdiği literatürden anlaşılmaktadır. Ayrıca, bazı zeolitlerin (eriyonit) morfolojik yapıları (iğnemi/lifsi) incelendiğinde, kanserojen etki gösterme olasılığının olduğu da bilinmektedir. Bu nedenle kullanılacak zeolit türünün seçimi önemli olmaktadır. Belirtilen avantajları dikkate alınarak bu çalışmada etlik piliç karma yemine değişik düzeylerde yapısal özellikleri detaylı bir şekilde belirlenen zeolit karıştırılarak etlik piliç üretiminde besi performans değerlerinin yanı sıra etlik piliç dışkılarının kimyasal bileşimi üzerine etkileri ortaya konmuştur.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada kullanılan zeolitik tüf olarak adlandırılan kayaç malzemesi Sivas ilinin Yavu

kasabasının Eşmebaşı Köyü çevresinden sağlanmıştır. Zeolit yataklarını da kapsayan volkanik-vulkanosedimanter birimlerin çoğunluğu ölçülü kesitler boyunca örneklenmiş ve yaklaşık 400 adet örnek Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Laboratuvarları'nda (MİPJAL) değişik laboratuvar yöntemleri ile incelenmiştir. Zeolitli tüflerde yapılan ana ve iz element çözümlenmeleri Kanada'daki Activation Laboratories Ltd. (Actlabs) şirketine yaptırılmıştır. Piroklastiklerde saptanan mineraller kalsit, kuvars, feldis-pat, kil, höylandit, mordenit, analsim, natrolit ve biyotit olup Çizelge 1'de verilmiştir. Zeolitli tüf yatağında farklılıkların yaygınlığı göz önüne alındığında, yem katkı maddesi olarak seçilecek örneğin ne kadar önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 1. Zeolitli tüf kayaç örneklerinde belirlenen minerallerin istatistiksel sonuçları (%)

Mineral	Frekans	En az	En çok	Aritmetik Ort.	Genel Ort.
Kalsit	76	5	60	21	16
Kuvars	66	5	35	8	5
Feldispat	94	5	60	18	17
Kil	95	10	80	42	40
Höylandit	32	5	70	22	7
Mordenit	8	25	90	41	3
Analsim	31	5	90	37	11
Biyotit	3	15	35	25	1
Smektit	88	50	100	87	76
Klorit	48	5	55	15	7
İllit	36	5	35	16	6
C-S	16	10	100	59	9
I-S	4	35	40	38	2

Araştırmada ticari Ross olarak adlandırılan hattın cinsiyet ayrımı yapılmış 240 adet günlük yaşta etlik civcivler kullanılmıştır. Araştırmada karma yeme zeolit ilave edilmeyen kontrol, % 1, 3 ve 5 düzeylerinde zeolit ilave edilen 4 grup oluşturulmuştur. Günlük etlik civcivler her bölmede 10 erkek ve 10 dişi olacak şekilde erkek – dişi karışık 20 hayvan, 3 tekerrürlü tesadüf parselleri deneme düzeninde rastgele dağıtılmışlardır. Araştırmada; NRC (1994) standartlarına uygun olarak hazırlanmış yemlere uygulama gruplarına göre tartılarak belirlenen doğal zeolit miktarları eklenerek homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra hayvanlara ad-libitum olarak verilmiştir. Araştırmada kullanılan yemlerin içeriği Çizelge 2'de verilmiştir. Kümes içi, birbirlerinden yerden 1 m yükseklikte kümes teli ile 12 adet 2m²'lik bölmelere ayrılmıştır. Civcivlerin taşınmasından önce kümes hazırlığı ve hijyeni Türkoğlu ve ark. (1997)'nin bildirdiği şekilde yapılmıştır. Bölmelerin taban alanına 5 cm yüksekliğinde planya talaşı serilmiştir. Civcivlerin taşınmasından önce kümes

içi bölmeleri yüksekliği değiştirilebilen ve her birinde 150 w şapkalı aydınlatma ampulleri bulunan aydınlatma sistemi ile civciv seviyesinde sıcaklığın 32°C olması sağlanmıştır. Her bölmede ilk 10 gün süreyle 1 adet civciv suluğu ve bir adet civciv yemliği kullanılmış, daha sonra damlalıklı suluk sistemi ve asma tip yemlik sistemine geçilmiştir.

Çizelge 2. Karma yemlerin ham maddeleri ve hesaplanan besin madde içerikleri

Yem Bileşenleri	0-11 gün	11-21 gün	21-35 gün	35-42 gün
Mısır	54.29	55.28	57.68	61.66
Soya küspesi	16.20	11.48	8.21	4.20
Tam yağlı soya	16	20	21	21
Tavuk unu	3.9	3.9	3.9	3.9
Ayçiçeği tohumu küspesi	3	3	3	3
Et-kemik unu	2.46	2.6	2.6	2.6
Bitkisel yağ	1.11	2.18	2.30	2.48
Balık unu	1	-	-	-
Mermer Tozu	0.60	0.52	0.43	0.25
Vitamin-mineral premiksi*	0.30	0.25	0.25	0.20
Metiyonin	0.27	0.21	0.15	0.15
Lisin	0.24	0.11	0.07	0.072
Tuz	0.10	0.10	0.12	0.11
Vitamin D ₃	0.10	0.075	0.04	-
Vitamin-E	0.05	-	-	0.10
Enzim	0.10	0.10	0.10	0.10
Sodyum bikarbonat	0.075	0.071	0.057	0.075
Kolin klorit	0.07	0.07	0.05	0.05
Antikoksidiyostat	0.05	0.05	0.05	-
Toksin bağlayıcı	0.05	-	-	-
Hesaplanan besin madde kompozisyonu				
Ham protein, %	23	21.5	20.5	19
Metabolik enerji Kcal/kg	3040	3140	3180	3220
Ham selüloz, %	4.44	4.52	4.49	4.48
Ham kül, %	6.07	5.71	5.43	5.10
Ham yağ, %	8.91	10.61	10.93	11.31
Lisin, %	1.50	1.30	1.20	1.10
Metiyonin, %	0.61	0.53	0.46	0.44
Metiyonin+Sistin,%	1.08	0.98	0.90	0.86
Threonin, %	0.98	0.88	0.84	0.78
Kalsiyum, %	1.05	0.95	0.90	0.80
Toplam fosfor, %	0.76	0.72	0.71	0.67
Kullanılabilir fosfor,%	0.50	0.46	0.46	0.43

*: Her 1 kg karışımında 4.400.000 UI Vitamin A, 1.600.000 UI Vitamin D₃, 20.000 mg Vitamin E, 1.600 mg Vitamin K₃, 1.200 mg Vitamin B₁, 3.200 mg Vitamin B₂, 20.000 mg Niasin, 6.000 mg Pantotenik asit, 1.600 mg Vitamin B₆, 8 mg Vitamin B₁₂, 80 mg Biotin, 800 mg Folik asit, 50.000 mg antioksidan dry, 6.000 mg Bakır, 20.000 mg Demir, 48.000 mg Manganez, 80 mg Selenyum, 40.000 mg Çinko, 80 mg Kobalt, 500 mg lyot içermektedir.

Kümes içi doğal olarak havalandırılmıştır. Kümes boyutları 14x3 m olup, kümesin bir cephesinde bulunan 4 adet 80x60 boyutlarında pencerelerden havalandırma sağlanmıştır. Civcivlerin taşınmasından önce kümesin su verilmiş, altlık üzerine yerleştirilen civciv yemliğinden yem alımları sağlanmıştır. Kümes içi sıcaklığı civciv seviyesinde gelişme sürecine bağlı

olarak her hafta azaltılmış ve 4. haftada 20°C sıcaklığa düşürülmüş, kesim yaşına kadar bu sıcaklıkta tutulmuştur (Türkoğlu ve ark., 1997). Kümes tavanında bulunan aydınlatma ampulleri ısıtmanın gereksiz olduğu dönemlerde aydınlatma için kullanılmıştır. Denemenin ilk 3 gününde 24 saat, kesim yaşına kadar ise 23.5 saatlik kesintili aydınlatma programı uygulanmıştır. Zeolitin yem katkı malzemesi olarak kullanılmasının performans üzerine etkilerini belirlemek amacıyla haftalık bireysel tartılarla canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma ve yaşama gücüne ilişkin veriler toplanmıştır. 6. haftada her grubun bölmelerinden dışkı toplamak amacıyla naylon serilmiş, 24 saat sonunda naylonlar üzerinde biriken dışkılar her grubun bölmelerinden ayrı ayrı toplanarak hava geçirmez poşetler içerisinde analizi yapılmak üzere Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Sivas İl Kontrol Laboratuvarına teslim edilmiştir. Toplanan veriler tesadüf parselleri deneme deseninde Minitab (1998) istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kullanılan etlik piliçlerin canlı ağırlık ve haftalık canlı ağırlık artışı ortalamalarına ilişkin değerler Çizelge 3 ve 4'de verilmiştir. Kontrol grubu ile yeme zeolit katılan gruplardan elde edilen canlı ağırlık ve haftalık canlı ağırlık artışı ortalamaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Araştırma gruplarından elde edilen yem tüketim değerleri Çizelge

5'de verilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklılıklar 2, 3, 4 ve 5. haftada önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Birinci ve altıncı haftalarda elde edilen değerler arasında gözlenen farklılık istatistikî bakımdan önemsiz olarak gerçekleşmiştir ($P>0.05$). Aynı haftada farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Yemden yararlanma oranları Çizelge 6'da verilmiştir. Araştırma gruplarından elde edilen ortalama yemden yararlanma oranları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Araştırma gruplarından elde edilen yaşama gücü oranları Çizelge 7'de verilmiş olup uygulamalardan elde edilen ortalama değerler arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Araştırmanın sonunda toplanan dışkı örnekleri üzerinde yapılan analizler sonucunda elde edilen ortalama değerler Çizelge 8'de verilmiştir. Kontrol grubu ile karma yeme zeolit katılan gruplar arasında önemli farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$).

Etlik piliç karma yemine zeolit katılmasının etlik piliç yetiştiriciliğinde gelişim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada etlik piliçlerin canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma, yaşama gücü ve etlik piliç dışkılarının kimyasal bileşimi üzerinde durulmuştur. Yapılan istatistik analizleri sonucunda kontrol grubu ile karşılaştırıldıklarında canlı ağırlık ortalamaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 3. Karmalara farklı düzeylerde zeolit ilave edilen grupların canlı ağırlıkları (g)

Yaş (Hafta)	Cins.	Kontrol	% 1 Zeolit	% 3 Zeolit	% 5 Zeolit
Deneme Başı	E	42.45±1.13	42.15±0.86	41.85±0.48	41.90±0.98
	D	41.22±1.65	41.38±1.21	41.30±0.49	42.84±0.44
	K	41.83±0.34	41.76±0.67	41.58±0.42	42.37±0.69
1	E	175.93±6.54	181.48±11.34	175.98±7.72	171.31±9.14
	D	175.55±8.07	171.61±6.03	171.28±7.58	177.92±3.95
	K	175.74±5.70	176.55±3.10	173.63±4.34	174.62±6.47
2	E	472.50±20.70	481.53±19.17	477.71±25.94	451.64±18.10
	D	443.10±10.83	439.93±15.74	441.33±6.25	441.67±0.00
	K	457.80±8.20	460.73±4.30	459.52±10.99	451.08±11.55
3	E	910.61±18.25	925.10±42.23	909.28±44.43	947.53±39.36
	D	822.20±33.34	818.47±27.01	823.10±9.47	831.79±62.19
	K	866.41±17.70	871.78±12.32	866.19±17.91	889.66±47.36
4	E	1541.30±63.00	1510.50±78.60	1481.10±68.80	1501.60±62.50
	D	1316.20±52.20	1294.50±90.30	1298.60±20.50	1336.50±43.80
	K	1428.70±43.20	1402.50±39.00	1389.80±44.00	1419.00±48.00
5	E	2238.70±65.60	2086.50±30.10	2152.10±19.30	2175.90±104.00
	D	1901.90±104.60	1781.30±147.20	1853.70±41.70	1865.90±20.70
	K	2070.30±85.00	1933.90±62.90	2002.90±29.50	2020.90±51.50
6	E	2782.70±113.30	2692.10±123.00	2620.30±71.90	2747.30±104.20
	D	2328.60±104.70	2227.60±126.60	2245.40±60.90	2312.80±23.70
	K	2555.70±103.00	2459.90±32.00	2432.80±59.20	2530.00±64.00

$P>0.05$; Cinsiyet: E=Erkek, D=Dişi, K=Karışık

Çizelge 4. Karmalara farklı düzeylerde zeolit ilave edilen grupların haftalık canlı ağırlık artışları (g)

Yaş (Hafta)	Cinsiyet	Kontrol	% 1 Zeolit	% 3 Zeolit	% 5 Zeolit
1	E	133.48±5.43	139.33±10.49	134.13±8.02	129.41±8.49
	D	134.33±8.75	130.24±5.35	129.99±7.27	135.07±3.61
	K	133.90±6.04	134.78±2.68	132.06±4.04	132.24±5.98
2	E	296.57±15.39	300.05±7.87	301.74±19.29	280.33±10.00
	D	267.55±4.29	268.32±9.71	270.05±1.34	272.60±6.69
	K	282.06±5.55	284.19±2.53	285.90±10.26	276.46±6.86
3	E	438.11±11.70	443.57±23.09	431.56±25.17	495.89±21.58
	D	379.10±30.07	378.53±11.78	381.77±5.93	381.27±63.20
	K	408.61±9.52	411.05±8.39	406.66±13.03	438.58±38.54
4	E	630.68±64.88	585.40±40.84	571.78±28.11	554.11±58.27
	D	493.97±52.65	476.03±63.35	475.48±29.85	504.66±32.65
	K	562.32±36.46	530.72±32.89	523.63±26.13	529.38±14.45
5	E	697.38±49.99	575.96±51.01	671.03±75.59	674.28±58.81
	D	585.71±67.21	486.75±57.63	555.11±31.53	529.47±64.44
	K	641.54±43.62	531.36±42.52	613.07±46.44	601.87±51.65
6	E	544.06±118.8	605.63±106.8	468.19±88.35	571.37±56.09
	D	426.77±63.79	446.38±48.39	391.73±52.31	446.88±23.28
	K	485.41±91.30	526.00±75.02	429.96±69.42	509.12±24.04

P>0.05; Cinsiyet: E=Erkek, D=Dişi, K=Karışık

Kullanılan yemin içeriğinin uygun ve kaliteli, sağlanan kümes içi koşullarının en uyguna yakın ve bakım ile yönetim işlerinin titizlikle yürütülmüş olması gibi nedenler yüksek canlı ağırlık değerlerine ulaşılmada etken olmaktadır.

Eleroğlu ve Yalçın (2005), yapmış oldukları çalışmada altlığa zeolit katılmasının kümes içi koşullarını iyileştirmesiyle canlı ağırlık artışlarında bir farklılığın olduğunu bildirmişlerdir. Karma yemine zeolit katılan grupların dışkısıyla altlığa karışan zeolitin genel olarak kümes içi koşullarında amonyak düzeyini düşürdüğünü, dolaylı olarak yüksek canlı ağırlık artışına neden olabilecek bir diğer faktör olduğu sanılmaktadır.

Fisinin ve ark. (1985), karma yeme zeolit katılmasıyla canlı ağırlık ortalamalarının 1528 g'dan 1593 g'a yükseldiğini bildirmiştir. Öztürk ve ark. (1996) erkek – dişi karışık yaklaşık olarak 2136 g canlı ağırlık elde ettiklerini ve gruplar arasında bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir. Her iki çalışmada dikkat çeken önemli nokta; elde edilen canlı ağırlık ortalamalarının Fisinin ve ark. (1995) bulgularında 1593 g, Öztürk ve ark. (1996) araştırmasında 2136 g olarak gerçekleşmiş olmasıdır. Yapılan bu çalışmada ise 2495 g ortalama

canlı ağırlık değeri elde edilmiştir. Gruplar arasında farkın bulunmaması Öztürk ve ark. (1996)'nin bulgularıyla benzerlik içerisindedir.

Zeolitlerin gelişmeyi etkilemediğini veya çok az etkilediğini (Waldroup ve ark., 1984; Ballard ve Edwards, 1988; Watkins ve ark., 1989; Ward ve ark., 1990; Eliot ve Edwards, 1991; Watkins ve Southern, 1991; Scheideler, 1993) gösteren çalışmalarla bu araştırmadan elde edilen bulgular uyum içindedir. Bu araştırmada herhangi bir olumsuz etkisine rastlanmaması olumsuz etkilerini de gösteren araştırmalardan (Daly ve ark., 1990; Edwards ve ark., 1992) farklılık göstermektedir.

Zeolitin canlı ağırlık artışı üzerine etkilerinin farklı elde edilmesinin nedenleri arasında Willis ve ark. (1982) tarafından bildirildiği gibi, zeolitin etkisinin coğrafi kaynağına, diğer bir ifadeyle mineralojik ve kimyasal bileşimine bağlı olarak değişebileceğinin yanı sıra, bu araştırma ve Öztürk ve ark. (1996) yapmış oldukları çalışmada da görüldüğü üzere, sağlanan yüksek canlı ağırlık kazanımının zeolitin canlı ağırlık üzerine etkisini örtbileceği de diğer bir neden olarak düşünülmektedir.

Çizelge 5. Karmalara farklı düzeylerde zeolit ilave edilen grupların yem tüketim değerleri (g)

Yaş (Hafta)	Kontrol	% 1 Zeolit	% 3 Zeolit	% 5 Zeolit
1	164.68±1.24	164.04±1.97	163.91±1.02	163.37±4.53
2	605.52±2.80 a	601.98±2.98 a	608.70±9.08 a	589.71±3.91 b
3	1210.00±5.90 a	1204.10±14.60 a	1214.40±14.90 a	1179.20±15.90 b
4	2126.60±14.20 a	2102.20±14.70 a	2027.90±33.30 a	2031.70±25.70 b
5	3108.10±25.60 a	3099.60±11.10 a	3117.40±43.70 a	3011.80±41.20 b
6	4170.80±61.20	4203.10±81.30	4153.40±41.50	4113.10±15.20

a, b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. P<0.05

Çizelge 6. Karmalara farklı düzeylerde zeolit ilave edilen grupların yemden yararlanma oranları

Yaş (Hafta)	Kontrol	% 1 Zeolit	% 3 Zeolit	% 5 Zeolit
1	0.94±0.03	0.93±0.01	0.94±0.03	0.93±0.02
2	1.32±0.02	1.31±0.01	1.33±0.02	1.31±0.04
3	1.40±0.03	1.38±0.02	1.40±0.01	1.33±0.08
4	1.49±0.04	1.50±0.03	1.46±0.03	1.43±0.03
5	1.50±0.06	1.60±0.07	1.54±0.02	1.49±0.03
6	1.63±0.05	1.71±0.05	1.71±0.06	1.62±0.04

P>0.05

Zeolitlerin olumlu etkisinin, mineralojik ve kimyasal bileşimine bağlı olmasının yanı sıra karma yemin içeriğine de bağlı olarak değiştiği (Alçıçek ve ark., 1998), etlik piliç yemine zeolit katılmasıyla ilgili yapılan çalışmaların birçoğunda zeolit etkisinin karma yemin kalsiyum ve fosfor düzeyine bağlı olarak değişebileceği de bildirilmiştir (Ballard ve Edwards, 1988; Leach ve ark., 1990; Baver ve Grimminger, 1985; Watkins ve Southern, 1991). Karma yem içeriğinin dengeli ve standartlara uygun düzenlenmesi sonucu, zeolit etkisinin gözlenemeyeceğini ilişkin bildirimler ve bu çalışmada kullanılan dört tip yemin içeriğinin kalsiyum ve fosfor bakımından standartları sağlamış olması, canlı ağırlık ortalamaları arasında gözlenen farklılığının önemsiz bulunmasını desteklemektedir. Alçıçek ve ark. (1998) yapmış oldukları çalışmada kalsiyum ve fosfor bakımından dengeli olan karma yemle yapmış oldukları çalışmada zeolit canlı ağırlık üzerine etkisinin bulunmamasıyla bu çalışmadan elde edilen bulgular benzerlik göstermektedir.

Çizelge 7. Araştırma gruplarında ortalama yaşama gücü oranları

Yaş (Hafta)	Kontrol	% 1 Zeolit	% 3 Zeolit	% 5 Zeolit
1	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	98.25±3.04
2	100.00±0.00	100.00±0.00	98.33±2.89	98.33±2.89
3	98.33±2.89	100.00±0.00	100.00±0.00	96.39±3.13
4	98.33±2.89	100.00±0.00	98.25±3.04	98.15±3.21
5	100.00±0.00	100.00±0.00	95.54±3.89	100.00±0.00
6	95.55±3.85	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00

P>0.05

Zeolit etki mekanizması ile ilgili olarak yapılan bildirimlerin geneli dikkate alındığında, olumsuz koşullarda (uygun olmayan kümes içi koşulları ve bakım işlemleri, yetersiz ve dengesiz karma yem gibi) zeolit etkisinin ortaya çıktığı şeklinde yaygın bir kanı bulunmaktadır. Kümes içi koşulları en uyguna yakın ve bakım besleme işlemleri mükemmel ise, piliçlerin gereksinim duyacağı tüm koşullar sağlanmışsa zeolit etkisinin kaybolmasının beklenen bir sonuç olabileceği

sanılmakla birlikte; bu çalışmada ortaya konulduğu üzere zeolit dolaylı etkisi göz ardı edilmemelidir.

Araştırma gruplarından elde edilen yem tüketim değerleri arasında 2. haftadan itibaren % 5 zeolit grubundan gözlenen farklılık 6. haftaya kadar devam etmiştir (P<0.05). Çizelge 6'da da görüldüğü üzere, 6. hafta yem tüketim değerleri kontrol, karma yeme % 1, 3 ve 5 zeolit katılan gruplarda sırasıyla 4170, 4203, 4153 ve 4113 g olarak bulunmuş, en düşük yem tüketimi % 5 zeolit katılan grupta gerçekleşmiştir. Deneme süresince 2. haftadan başlayarak karma yeme % 5 zeolit katılan grubun yem tüketiminin kontrol grubuna oranla önemli miktarda daha az yem tüketmesi Öztürk ve ark. (1996) çalışmalarıyla benzerlik içerisindedir. Elde edilen veriler bazı araştırma bulgularıyla (Alçıçek ve ark., 1998; Çabuk ve ark., 2004) uyum içerisinde bulunmamaktadır.

Yemden yararlanma oranlarına ilişkin toplanan veriler arasında önemli bir farklılığa araştırma süresince rastlanmamıştır (P>0.05). Araştırma sonu olan 6. hafta değerleri kontrol, karma yeme % 1, 3 ve 5 zeolit katılan gruplarda sırasıyla 1.63, 1.71, 1.71 ve 1.62 olarak gerçekleşmiştir.

Yemden yararlanma oranları bakımından uygulama grupları arasında bir farklılığın bulunmayışı, Öztürk ve ark. (1996), Çabuk ve ark. (2004)'nın çalışmalarından elde edilen bulgularla benzerlik içerisinde olmasına karşın Alçıçek ve ark. (1998) çalışmalarından elde edilen bulgularla uyumsuzdur. Bu uyumsuzluklar kullanılan zeolitik malzemenin yanı sıra, besleme ve kümes koşullarının farklı olmasından kaynaklandığı sanılmaktadır.

Çizelge 8. Araştırma gruplarından elde edilen etlik piliç dışkılarının kimyasal bileşimi (%)

Parametre	Kontrol	% 1 Zeolit	% 3 Zeolit	% 5 Zeolit
Nem	33.36±4.78	28.78±8.84	36.61±5.85	38.02±1.16
Kalsiyum	1.83±0.08	1.98±0.18	1.72 ±0.16	1.91±0.19
Fosfor	1.36±0.09	1.44±0.22	1.17±0.07	1.23±0.10
Azot	1.64±0.23	1.62±0.48	2.04±0.68	1.75±0.15

P>0.05

Diğer taraftan Quarles (1985) karma yeme katılan zeolitlerin yemden yararlanma üzerine etkisinin değişken olabileceğini, yemden yararlanmayı iyileştirmekle birlikte değiştirmediklerini de bildirmiş olması, Willis ve ark. (1982)'nin zeolit etkisinin mineralojik ve kimyasal bileşimine bağlı olarak değişebileceği görüşü ve bu çalışmada kullanılan zeolit yapısal farklılığı dikkate alındığında yemden yararlanma değerlerinde bir farklılığın bulunmayışına

kaynak oluşturabilmektedir. Ayrıca, bu araştırmada elde edilen 6. hafta yemden yararlanma oranları öngörülen değerden düşük olduğundan, tıpkı canlı ağırlık ortalamalarında olduğu gibi zeolit'in etkisinin örtülmüş olması olasılık dahilindedir.

Kanatlı hayvanların günlük enerji ihtiyacını karşılamaya yönelik yem tükettikleri bilinmektedir. Zeolitler bazı amino asitlerin azotunu absorbe ederek amino asitleri stabilize etmekte ve böylece 1 kg et için gereken enerji miktarını azaltmaktadır (Quarles, 1985; Roland ve ark., 1989, Watkins ve ark., 1989). Yapılan bu değerlendirmeler tüketilen yem miktarları bakımından % 5 zeolit katılan grubun daha az yem tüketmesini açıklamaktadır.

Bu araştırmada tüketilen yem miktarlarının ve sağlanan canlı ağırlık ortalamalarının öngörülen değerlerden yüksek olması ile birlikte öngörülen değerlerden daha iyi bir yemden yararlanma gerçekleşmiştir. Yemden yararlanma oranları arasında bildirişlerde belirtildiği şekilde bir farklılığın bulunmayışının nedenleri arasında, beklenenden daha iyi bir yemden yararlanma sonuçlarının gerçekleşmiş olması da bulunabilir.

Yapılan bu araştırmada kesim yaşı olan 6. haftaya kadar elde edilen haftalık yaşama gücü değerlerinin ortalamaları kontrol, karma yeme % 1, 3 ve 5 zeolit katılan gruplarda sırasıyla % 98.70, 100, 98.68 ve 98.52 olarak gerçekleşmiştir. Etlik piliç yetiştirildiğinde % 5'e kadar gerçekleşen ölüm oranlarının normal olarak algılandığı düşünüldüğünde elde edilen bulgular öngörülen değerler ile örtüşmektedir. Araştırma gruplarından elde edilen yaşama gücü değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Literatür bilgilerinin birçoğunda (Fisinin ve ark., 1985; Öztürk ve ark., 1996; Alçiçek ve ark., 1998; Çabuk ve ark., 2004) karma yeme katılan zeolit'in yaşama gücü üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığı belirtilmiştir. Karma yeme doğrudan katılan bir inorganik maddenin yaşama gücü üzerine olumsuz bir etkisinin bulunmayışı dikkat çekmektedir. Bu araştırmada diğerlerinde olduğu gibi % 5 düzeyinde karma yeme zeolit katılmış, herhangi bir zararlı etkisine rastlanmamıştır. Yaşama gücü değerleri bakımından elde edilen sonuçların kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalması, kullanılan zeolit'in herhangi bir toksik etkiye neden olmadığı şeklinde yorumlanabilmektedir.

Araştırmada 6. hafta sonunda son 24 saat içinde uygulama gruplarından elde edilen dışkı örneklerinin yapılan kalsiyum, fosfor, nem ve azot içeriği analiz değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Yeme zeolit katkısının dışkıda kuru madde oranını önemli düzeyde yükselttiği ilişkin bildirimler (Olver, 1988; Keshavarz ve McCormick, 1991; Öztürk ve ark., 1998; Gezen ve Eren, 2002) ile bu araştırmadan elde edilen % nem düzeylerine ilişkin değerler uyum içerisinde bulunmamaktadır. Literatür bildirimlerinde genellikle altlıktaki nem oranı üzerinde durulmakta (Öztürk ve ark., 1996; Alçiçek ve ark., 1998; Eleroğlu ve Yalçın, 2005) bazı çalışmalarda altlıkta nem oranının karma yeme zeolit katılmasıyla azaldığı, bir kısım araştırmalarda ise karma yeme zeolit katılmasıyla altlık nem oranının değişmediği bildirilmektedir. Yukarıdaki literatür bildirimlerinde kullanılan altlığın farklı materyallerden oluşması, buna bağlı olarak da altlık nem düzeylerinin kullanılan altlık materyaline bağlı olarak zeolit'in etkisinin net olarak izlenemeyeceği kuşkusuyla bu araştırmada altlık yerine dışkı kimyasal bileşimi üzerinde durulmuş ve önemli bir farklılığa rastlanmamıştır.

Sonuç

İç-kuzey Anadolu bölgesinde yer alan Eosen yaşlı volkanik-volkanosedimanter birimlerde gerçekleştirilen litolojik, mineralojik-petrografik incelemelerden elde edilen sonuçlar, piroklastik kayaçların ekonomik zeolit yataklarını oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Höylendit/klinoptilolit ve/veya mordenitin bolluğu, epiklastik ve kimyasal kökenli kayaç ara katkılarının ve yanal değişimlerin olmaması, ayrıca zeolitik tüflerin kalınlığı (50–100 m) ve kapsadığı alan (5–10 km²) göz önüne alındığında, kabaca her bölge için önemli bir jeolojik potansiyelin bulunduğu belirtilebilir. Bu yataklar günümüzde çimento sanayinde kullanılmakla birlikte, bunların başka alanlarda, bu çalışmada ortaya konulduğu gibi altlık olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Araştırmada kullanılan ve içeriği üzerinde ayrıntılı olarak durulan klinoptilolit + mordenit türü zeolit'in etlik piliç yemine % 5 oranında katılmasının toksik ve öldürücü bir etkisinin bulunmadığı yaşama gücü değerlerinden anlaşılmaktadır. Diğer taraftan canlı ağırlık artışında olumsuz bir etkisine rastlanmamıştır. Performans değerlerinden yem tüketimi olumlu yönde etkilenmiş, aynı canlı ağırlığa daha az yem tüketerek ulaşılması, tavukçuluk sektöründe yem maliyetlerinin yüksek olması dikkate alındığında önemli bulunmuştur.

Verilen tüm literatür bildirimlerinden ve bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; zeolit olumsuz koşullarda etkisini göstermektedir. Tavukçuluk sektöründe kontrol altına alınması gereken bakım besleme koşullarının

fazlalığı da dikkate alındığında, etlik piliç üretiminde herhangi bir koşul olumsuzluğa karşı önlem olarak %5'e kadar zeolit katılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Alçiçek, A., Bozkurt, M., Özkan, K., Altan, A., Çabuk, M., Akbaş, Y., Altan, Ö. 1998. Tavukçulukta doğal zeolit kullanımı: II. Zeolitin etlik piliç performansı, bazı kan serum ve tibia özellikleri üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg. 35(1-3):17-24.
- Ballard, R., Edwards, H.M.Jr. 1988. Effects of dietary zeolite and vitamin A on tibial dyschondroplasia in chickens. Poultry Sci. 67: 113-119.
- Baver, K.A., Grimminger, P. 1985. The effect of immobilisation and dietary phosphorus on bone density of mature female rats. Nutr. Res. 5:405-412.
- Çabuk, M., Alçiçek, A., Bozkurt, M., Akkan, S. 2004. Effect of *Yucca schidigera* and natural zeolite on broiler performance. International Journal of Poultry Sci. 3(10): 651-654.
- Daly, K.R., Peterson, R.A., Carpenter, G., Jones, W.T. 1990. Effect of feeding ethocal feed component on growth performance of broilers. Poultry Sci. Abstr. 69:Supp. 1:40.
- Debeic, M. 1994. Influence of clinoptilolites on chicken growth. Poultry Abstr. 21:309.
- Edwards, H.M., Jr. 1988. Effect of dietary calcium, phosphorus, chloride and zeolite on the development of tibial dyschondroplasia. Poultry Sci. 67:1436-1446.
- Edwards, H.M.Jr., Eliot, M.A., Soonchornying, S. 1992. Effect of dietary calcium on tibial dyschondroplasia interaction with light, cholecalciferol, 1.25-dihydroxycholecalciferol, protein and synthetic zeolite. Poultry Sci. 71:2041-2055.
- Eleroğlu, H., Yalçın, H. 2004. Zeolite karıştırılan altlığın etlik piliçlerde besi performansı ile bazı altlık parametreleri üzerine etkileri. Tavukçuluk Araştırma Derg. 5: 31-40.
- Eleroğlu, H., Yalçın, H. 2005. Use of natural zeolite-supplemented litter increased broiler production. South African J. of Anim. Sci. 35: 90-97.
- Eliot, M.A. and Edwards, H.M. 1991. Comparison of the effects of synthetic and natural zeolite on laying hen and broiler chicken performance. Poultry Sci. 70: 2115-2130.
- Fisinin, V., Agecv, V., Sintserova, O., Lenkova, T. And Kvashali, N. 1985. Zeolites in diets for poultry. Ptitsevodstvo 9: 25-26. Poultry Abstr. (86)12.
- Flanigen, E.M., Mumpton, F.A. 1981. Commercial properties of natural zeolites. In Mineralogy and Geology of Natural Zeolites, F.A. Mumpton ed., Book Crafters Inc., Michigan, 165-174.
- Gezen, Ş.Ş., Eren, M. 2002. Karma yemlere katılan Narasin ve Nikarbazinin, Zeolit ile etkileşiminin etlik piliçlerin ince bağırsak ağırlığı, tibial diskondroplazi, tibia külü ve kan parametreleri üzerine etkileri, Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med. 21: 49-57.
- Keshavarz, K., McCormick, C.C. 1991. Effect of sodium aluminosilicate oyster shell and their combinations on acid-base balance and eggshell quality. Poultry Sci. 70: 313-325.
- Leach, R.M., Jr., Hemrichs, B.S., Burdette, J. 1990. Broiler chicks fed low calcium diets. I. Influence of zeolite on growth rate and parameters of bone metabolism. Poultry Sci. 69: 1539-1543.
- Minitab, 1998. Minitab Reference Manual. Release 12, For Windows Minitab Inc.
- NRC, 1994. Nutrient Requirements of Poultry, 9th Rev., Ed., National Academy Press. Washington, D.C.
- Olver, M.D. 1988. Effect of feeding clinoptilolite to laying hens. South African J. Anim. Sci. 13(2): 107-110.
- Olver, M.D. 1989. Effect of feeding clinoptilolite (zeolite) to three strains of laying hens. British Poultry Sci. 30: 115-121.
- Öztürk, E., Sarıca, M., Karaçay, N. 1996. Etlik piliç rasyonlarına zeolit (clinoptilolite) ilavesinin besi performansına ve karkas özelliklerine etkileri. IV. Ulusal Nükleer Tarım ve Hayvancılık Kongresi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Öztürk, E., Erener, G., Sarıca, M. 1998. Influence of natural zeolite on performance of laying hens and egg quality. Tr. J. of Vet. and Anim. Sci. 22(6): 623-628.
- Pond, W.G., Mumpton, F.A. 1983. Zeo-Agriculture, use of natural zeolites in agriculture and aquaculture. International Committee on Natural Zeolites, Westview Press, Boulder, Colorado.
- Quarles, C.L. 1985, Zeolites A new ingredient may cut needed to produce poultry red meal, Feedstuffs, 7: 35-36.
- Roland, D.A., Sr., Orban, J.I., Barness, D.E. 1989. Influence of various levels of dietary phosphorus (p) and sodium chloride (NaCl) on the hens response to sodium aluminosilicate (SAS). Poultry Sci. 68(Suppl. 1): 124.
- Scheideler, S.E. 1993. Effect of various types of aluminosilicates and aflatoxin B₁ on aflatoxin toxicity, chick performance and mineral status. Poultry Sci. 72:282-288.
- Türkoğlu, M., Arda, M., Yetişir, R., Sarıca, M.,

- Erensayın, C. 1997. Tavukçuluk Bilimi, Samsun.
- Waldroup, P.W., Spencer, G.K., Smith, N.K. 1984. Evaluation of zeolites in the diet of broiler chickens. *Poultry Sci.* 63: 1833–1836.
- Ward, T.I., Watkins, K.L., Southern, L.L. 1990. Interactive effect of sodium zeolite A(Ethocal) and monensin in uninfected and eimeria acervulina – infected chicks. *Poultry Sci.* 69: 276–280.
- Watkins, K.L., Vagnoni, D.B., Southern, L.L. 1989. Effect of dietary sodium zeolite A and excess calcium on growth and tibia calcium and phosphorus concentration in uninfected and *Eimeria acervulina* infected chicks. *Poultry Sci.* 68: 1236–1240.
- Watkins, K.L., Southern, L.I. 1991. Effect of dietary sodium zeolite A and graded levels of calcium on growth, plasma and tibia characteristics of chicks. *Poultry Sci.* 70: 2295–2303.
- Willis, W.I., Quarles, C.L. and Fagerberg, D.J. 1982. Evaluation of zeolites fed to male broiler chickens. *Poultry Sci.* 61: 438–442.
- Zhang, N.Z., Hung, R.L. 1992. Study on feding broilers with natural zeolite. *Anim. Sci.*, 15: 71-74.