

## **Etlik Piliçlerde Su ve Altlığa Kalsiyum Karbonat İlavesinin Kümes İçi Amonyak Konsantrasyonu ve Performansa Etkisi**

**Mehmet Bozkurt<sup>1</sup> Ahmet Alçıçek<sup>2</sup> Metin Çabuk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü, Erbeyli-Aydın,

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Bornova-İzmir.

**Özet:** Altlıktan buharlaşarak yüksek düzeylere ulaşan kümes içi amonyak düzeyi hem etlik piliçlere hem de çalışanlara zarar vermektedir. Bu çalışmanın amacı, etlik piliçlerde oksijence zenginleştirilmiş kalsiyum karbonat kullanımının kümes içi amonyak konsantrasyonu ve performansa etkisini araştırmaktır. Denemede, kalsiyum karbonat suya, altlığa ve hem suya hem de altlığa ilave edilmiş ve 1080 adet Arbor-Arces genotipi günlük civciv kullanılmıştır. Denemede, 42. gün itibariyle, gerek yem tüketimi gerekse yemden yararlanma bakımından gruplar arasında bir fark çıkmazken ( $P>0.05$ ), canlı ağırlık bakımından en düşük değer altlığa kalsiyum karbonat ilavesi grubunda saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat ilavesi kümes içi amonyak düzeyini kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşürmüştür ( $P<0.05$ ).

**Anahtar sözcükler:** Kalsiyum karbonat, broiler, amonyak, performans.

### **Effect of the calcium carbonate adding to the water and litter on atmospheric ammonia level and performance of broiler**

**Abstract:** High levels of ammonia in the poultry houses due to volatilization from poultry litter are harmful not only to hens, but also to workers, as well. The aim of this study was to investigate the effect of the calcium carbonate on ammonia levels of poultry house and broiler performance. Calcium carbonate was added to the water, litter and in both. The study included 1080 chickens of one-day-old Arbor-Arces genotype. There was no statistical difference in all group regarding feed consumption and feed conversion ( $P>0.05$ ), but body weight was significantly lower in the litter group ( $P<0.05$ ) at the 42 days. Ammonia level in poultry house in calcium carbonate added water and litter group was significantly lower than control group ( $P<0.05$ ).

**Key words:** Calcium carbonate, broiler, atmospheric ammonia, performance.

### **Giriş**

Bilindiği gibi, etlik piliç üretiminde hayvan sağlığı ve performansı üzerine çevre faktörlerinin büyük bir etkisi bulunmaktadır. Normal kümes koşullarında tavuklar tarafından atılan ürik asitten mikrobiyal aktivite sonucu oluşan amonyak belirli bir düzeyin üzerine çıktığında olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır (William ve ark., 1991; Reece ve ark., 1980). Nitekim, yürütülen çalışmalarda, kümes içi amonyak konsantrasyonunun 25 ppm' den 100 ppm' e çıkması durumunda canlı ağırlık artışının ve yemden yararlanmanın önemli düzeyde düştüğü ortaya konmuştur (Charles ve Payne, 1966; Carlile, 1984; William ve ark., 1991; Moore ve ark., 1996). Diğer bir çalışmada, 0. ile 28. günler arasında 50 ppm'e kadar amonyak konsantrasyonunun etlik

piliçlerde yemden yararlanmayı azalttığı saptanmıştır (Caveny ve Quarles, 1978). Bu nedenle, Reece ve ark. (1980) tarafından etlik piliç kümeslerinde amonyak konsantrasyonunun 25 ppm'i geçmemesi önerilmektedir. Bunun yanısıra, 20 ppm amonyağın ise civcivlerde Newcastle aşısı sonrası enfeksiyon oranını artırdığı bildirilmiştir (Moum ve ark., 1969). Kümes içi amonyak konsantrasyonunun 100 ppm ile 200 ppm arasında olması durumunda yüksek derecede ölümlerin olduğu bildirilmektedir (Reece ve ark., 1981). Kanatlı kümeslerinde amonyak oluşumunun azaltılmasında pek çok yöntem kullanılmaktadır (Valentine, 1964; Huff ve ark., 1984; Malone, 1987). Bunlardan en önemlileri altlığa ilave edilen monobasik kalsiyum fosfat, fosforik asit, propiyonik asit ve demir sülfat gibi bileşiklerdir (Reece ve ark., 1979; Parkhurst ve ark., 1974). Söz konusu bileşikler altlıktaki pH değerini düşürmek suretiyle enzimatik ve mikrobiyal aktiviteyi azaltmakta ve amonyağın suda çözünürlüğünü artırmaktadır (William ve ark., 1991).

Bu çalışmanın amacı, suya, altlığa ve hem suya hem de altlığa oksijence zenginleştirilmiş kalsiyum karbonat ilavesinin kümes içi amonyak konsantrasyonu ve etlik piliç performansına etkilerini araştırmaktır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Deneme Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü tavukçuluk tesislerinde yürütülmüştür. Araştırmanın hayvan materyalini Enstitüye ait damızlık sürülerden elde edilen Arbor-Arces genotipli günlük 1080 adet civciv oluşturmuştur. Denemede suya, altlığa ve hem suya hem de altlığa ilave edilen kalsiyum karbonat özel bir yöntemle oksijenle zenginleştirilmiş bir üründür. Bu ürünün fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme materyalinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Bulunduğu Form:	Toz
Renk ve Koku:	Beyaz ve kokusuz
Ateş Alabilirlik:	Ateş almaz
Patlama Tehlikesi:	Patlayıcı değildir
pH-Değeri:	8.5-10.5 (100g/l/20°C)
Erime Noktası:	1340 °C (102 bar)
Nisbi Yoğunluk:	2.6-2.8 (20°C )
Eriyebilirlik: a: Su	0.014 g/l (20°C)
b: Yağ	0.018 g/l (75°C)
Dağılım Katsayısı, n-oktanol/H <sub>2</sub> O	<1
Isı Ayrışımı:	825 °C' nin üstünde
Letal Doz (LD <sub>50</sub> ) Oral, Rat:	5000 mg/kg'dan fazla

Denemede kullanılan karma yemler, ticari bir yem fabrikasından sağlanmış ve deneme gruplarına 0-3 haftalar arası etlik civciv yemi, 3-6 haftalar arası etlik piliç yemi verilmiştir. Karma yemlerin analizle bulunan ham besin madde ve enerji içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Karma yemlerin ham besin madde ve enerji içerikleri

Besin Madde İçeriği	Etlik Cıvciv Yemi	Etlik Piliç Yemi
Ham protein, %	22.14	20.86
Ham yağ, %	5.59	7.36
Nişasta, %	32.61	35.33
Şeker, %	3.98	2.90
Ca, %	1.12	0.96
P, %	0.53	0.42
Metabolik Enerji, Kcal/kg	2894	3067

### Yöntem

Deneme, üç tekerrürlü dört gruptan oluşmuş ve her grupta 270 civciv kullanılmıştır. Kümeslerin perdeli ve havalandırmanın fenerden yapıldığı çalışmada yerleşim sıklığı 12 civciv/m<sup>2</sup> olarak düzenlenmiştir. Araştırmada, kontrol grubuna karşın, suya, altlığa ve hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat uygulaması yapılmıştır. Suya kalsiyum karbonat muamelesinde 7., 14., 21., 28., ve 35. günlerde sırasıyla 100, 150, 200, 250 ve 300 gr/1000 lt su, altlığa muamelede 7., 14., 21., 28., ve 35. günlerde 500 m<sup>2</sup> alana 120 gr/40 lt su, hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat muamelelerinde 7., 14., 21., 28. ve 35. günlerde suya ve altlığa uygulanan işlemlerin her ikisi birden yapılmıştır. Altlığa kalsiyum karbonat muamelesinde karışım talaş üzerine sırt pülverizatörü ile püskürtülerek uygulanmıştır. Deneme başı canlı ağırlığı alınan civcivlerde canlı ağırlık artışları 4. ve 6. hafta sonu olmak üzere iki defa bireysel olarak tartılarak izlenmiş ve yemden yararlanmanın hesaplanmasında civcivlerin deneme başı canlı ağırlıkları düşülmüştür. Bölme içindeki amonyak konsantrasyonları 5. ve 6. hafta sonunda Dräger Gas Detector Pompası (Model 21/31) kullanılarak ölçülmüştür. Deneme yemlerinin ham besin madde içerikleri Weende analiz yöntemine göre (Bulgurlu ve Ergül, 1978), Metabolik Enerji içeriklerinin hesaplanması ise TS 9610 no.'lu standarda göre yapılmıştır (Anonim, 1991). Araştırmada ilk 7 gün sürekli aydınlatma, daha sonra ise 23 saat aydınlık 1 saat karanlık ortam sağlanmış, yemleme ve sulama ise ad-libitum olarak yapılmıştır. Araştırma verilerinin istatistiksel analizinde SAS (1987) paket programından yararlanılmıştır.

### Araştırma Bulguları

#### Canlı Ağırlık

Suya, altlığa, hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat ilave edilmiş gruplarda haftalara göre ortalama canlı ağırlıklar Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3'den görüleceği gibi, 4. hafta sonu canlı ağırlık bakımından en yüksek değeri 1094.6 g ile suya kalsiyum karbonat muamelesi verirken, bunu sırasıyla kontrol, su ve altlığa muamele grubu izlemiştir. Buna göre, kontrol grubu ile suya kalsiyum karbonat ilavesi arasında istatistiki bir fark çıkmazken (P>0.05) altlığa ve hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat ilave edilmiş deneme gruplarında canlı ağırlık istatistiki

bakımdan önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Diğer yandan, 6. hafta sonunda canlı ağırlık bakımından en iyi sonucu 1992.6 g ile hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat verirken bunu sırasıyla kontrol, suya ve altlığa kalsiyum karbonat grubu izlemiştir. Altlığa kalsiyum karbonat ilavesi sonucu bulunan canlı ağırlık artışı diğer muamele gruplarına göre istatistiki bakımdan önemli derecede düşük bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Çizelge 3. Deneme gruplarının haftalara göre canlı ağırlıkları (g)

Hafta	Deneme Grupları			
	Kontrol	Su	Altlık	Su+Altlık
4.	1079.6 ± 6.64 <sup>a</sup>	1094.6 ± 6.74 <sup>a</sup>	1047.6 ± 6.84 <sup>b</sup>	1059.5 ± 6.57 <sup>b</sup>
6.	1960.6 ± 4.07 <sup>a</sup>	1952.2 ± 14.29 <sup>a</sup>	1876.0 ± 14.48 <sup>b</sup>	1992.6 ± 3.92 <sup>a</sup>

a,b: Farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0.05$ )

### ***Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranı***

Deneme gruplarının haftalara göre ortalama yem tüketimleri ve yemden yararlanma oranları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Deneme gruplarında yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları

Yem Tüketimi (g)				
Hafta	Kontrol	Su	Altlık	Su+Altlık
4.	1907 ± 74.9 <sup>a</sup>	1874 ± 32.5 <sup>a</sup>	1825 ± 120.9 <sup>a</sup>	1913 ± 60.81 <sup>a</sup>
6.	3894 ± 4.24 <sup>ab</sup>	3835 ± 1.56 <sup>ab</sup>	3678 ± 192.3 <sup>b</sup>	4014 ± 50.9 <sup>a</sup>
Yemden Yararlanma (g/g)				
Hafta	Kontrol	Su	Altlık	Su+Altlık
4.	1.85 ± 0.04 <sup>ab</sup>	1.79 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.82 ± 0.02 <sup>ab</sup>	1.89 ± 0.03 <sup>a</sup>
6.	2.03 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.01 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.01 ± 0.02 <sup>a</sup>	2.06 ± 0.0 <sup>a</sup>

a,b: Farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0.05$ )

Ortalama yem tüketimi bakımından 4. hafta sonu en düşük yem tüketimi 1825 g ile altlığa kalsiyum karbonat uygulaması grubu verirken bunu sırasıyla suya, kontrol ve su ve altlığa kalsiyum karbonat uygulaması izlemiştir. Benzer şekilde 6. hafta yem tüketimleri 4. hafta yem tüketim sıralamasına uymaktadır. Hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat ilavesi grubunda gözlenen fazla yem tüketimi altlığa kalsiyum karbonat ilavesi grubu yem tüketiminden önemli derecede farklı çıkmıştır ( $P<0.05$ ). Buna karşın 4. hafta itibarıyla yemden yararlanma oranları ele alındığında, suya kalsiyum karbonat ilavesi grubunda yemden yararlanma kontrol ve altlığa göre farklı çıkmazken ( $P>0.05$ ), su ve altlık grubuna göre önemli derecede farklı çıkmıştır ( $P<0.05$ ). Yemden yararlanma bakımından 6. hafta itibarıyla gruplar arasında istatistiki bir fark saptanamamıştır ( $P>0.05$ ).

### ***Kümes İçi Amonyak Konsantrasyonu***

Deneme gruplarında 5. ve 6. haftalarda bölmelerde ölçülen kümes içi amonyak konsantrasyonları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Kümes içi ortalama amonyak konsantrasyonları (ppm), n=3

Hafta	Deneme Grupları			
	Kontrol	Su	Altılık	Su+Altılık
5.	26.16 ± 1.04 <sup>a</sup>	19.83 ± 3.33 <sup>b</sup>	20.00 ± 0.0 <sup>b</sup>	18.50 ± 3.50 <sup>b</sup>
6.	40.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	34.50 ± 1.50 <sup>ab</sup>	37.00 ± 1.00 <sup>a</sup>	30.50 ± 5.50 <sup>b</sup>

a,b: Farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05)

Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği üzere, kontrol grubu 5. hafta sonu 26.16 ppm ile en yüksek amonyak konsantrasyonunu göstermiş ve bunu sırasıyla 20.00 ppm ile altlığa, 19.83 ppm ile suya kalsiyum karbonat ve 18.5 ppm ile de he suya hem de altlığa kalsiyum karbonat muamele grubu izlemiştir. Buna göre, kontrol grubuna kıyasla kalsiyum karbonat ilave edilmiş tüm gruplarda amonyak konsantrasyonu istatistiki olarak önemli düzeyde düşmüştür (P<0.05). Yine 6. hafta itibariyle 40.0 ppm ile en yüksek amonyak konsantrasyonu kontrol grubunda saptanmış ve bunu sırasıyla 37.0 ppm ile altlığa, 34.5 ppm ile suya, 30.5 ppm ile de su ve altlığa kalsiyum karbonat muamele grubu izlemiştir. Hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat ilavesi kümes içi amonyak konsantrasyonunu önemli düzeyde düşürmüştür (P<0.05), ancak suya ve altlığa kalsiyum karbonat ilavesi kontrol grubuna benzer bir etki göstermiştir (P>0.05).

### Yaşama Gücü

Deneme gruplarının ortalama yaşama güçleri Çizelge 6'da verilmiştir. Yaşama gücü bakımından 4. hafta itibariyle gruplar arasında önemli farklar bulunmamasına rağmen 6. hafta sonunda en yüksek yaşama gücü hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat uygulaması vermiş bunu sırasıyla kontrol, altlığa ve suya kalsiyum karbonat uygulaması izlemiştir.

Çizelge 6. Deneme gruplarının ortalama yaşama güçleri (%)

Hafta	Deneme Grupları			
	Kontrol	Su	Altılık	Su+Altılık
4.	100	99.7	100	100
6.	99.7	99.0	99.7	100

### Tartışma ve Sonuç

Suya, altlığa ve hem suya hem de altlığa oksijenle zenginleştirilmiş kalsiyum karbonat ilavesinin etlik piliç performansına ve kümes içi amonyak düzeyine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, etlik piliçlerde 4. hafta itibariyle canlı ağırlık bakımından en yüksek değer suya kalsiyum karbonat ilavesi grubunda gözlenmiştir (P<0.05). Altlığa ve hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat ilavesi gruplarında elde edilen canlı ağırlıklar ise gerek suya kalsiyum karbonat ilavesi gerekse kontrol grubundan istatistiki olarak önemli derecede düşük çıkmıştır (P<0.05). Ancak bu durum denemenin 6. haftasında farklı bir seyir göstermiş ve suya, su ve altlığa kalsiyum karbonat ve kontrol gruplarında canlı ağırlık bakımından bir fark gözlenmezken altlığa kalsiyum karbonat ilavesi grubunda istatistiki bakımdan önemli derecede daha düşük canlı ağırlık artışı meydana gelmiştir (P<0.05). Denemenin tümü dikkate alındığında, altlığa kalsiyum

karbonat ilave edilmiş deneme grubunda diğer gruplara kıyasla en düşük canlı ağırlık artışı gözlenmiştir.

Suya, hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat ilavesi 4. hafta itibariyle tüm gruplarda yem tüketimini istatistiki bakımdan etkilemezken, 6. hafta yem tüketimleri gruplar arasında farklılık göstermiştir. Nitekim, en düşük yem tüketimi altlığa kalsiyum karbonat ilave edilmiş deneme grubunda gözlenmiş, bu düzeydeki yem tüketimi suya kalsiyum karbonat ilavesi ve kontrol grubu ile istatistiki farklılık göstermemiştir ( $P>0.05$ ). Yine aynı şekilde hem suya ve hem de altlığa kalsiyum karbonat ilavesi kontrol ve suya kalsiyum karbonat ilavesi grupları ile farklılık göstermemiştir. Buna göre, deneme sonu itibariyle yem tüketimlerinin kontrol grubu ile karşılaştırıldığında farklı bulunmaması gerek suya ve altlığa gerekse hem su hem de altlığa kalsiyum karbonat ilavesinin olumsuz bir etkide bulunmadığını ortaya koymaktadır. Buna paralel olarak yemden yararlanma oranları dikkate alındığında, 4. haftada kontrol grubuna göre suya, altlığa ve hem su hem de altlığa kalsiyum karbonat ilavesi yemden yararlanmayı olumsuz yönde etkilememiştir. Diğer yandan, deneme sonu itibariyle yemden yararlanma tüm gruplarda literatür verileriyle uyumlu olarak farklı çıkmamıştır (William ve ark., 1991-; Moore ve ark., 1996). Buna ilaveten yaşama güçleri bakımından da gerek 4. hafta gerekse 6. hafta itibariyle gruplar arasında önemli bir fark ortaya çıkmamıştır.

Kümes içi amonyak konsantrasyonu incelendiğinde, 5. ve 6. haftada gruplar arasında istatistiki bakımdan önemli farklar bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Gerek 5. hafta gerekse 6. hafta itibariyle en yüksek amonyak konsantrasyonları kalsiyum karbonat uygulanmayan kontrol grubunda gözlenmiştir. Etlik piliçlerin amonyağa tolerans sınırı 25 ppm olarak verildiği düşünülürse (Reece ve ark., 1980; Carlile, 1984), 6. hafta sonu itibariyle kontrol grubu amonyak seviyesi tolerans sınırını yaklaşık 1.6 kat aşmıştır. Kümes içi amonyak seviyesinin sorun olmaya başladığı 5. haftadan sonra suya, altlığa ve hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat ilavesi gruplarında tüm deneme boyunca kontrol grubunun altında amonyak seviyelerine rastlanmış, ancak muamele çeşitleri arasında herhangi bir fark saptanamamıştır. Benzeri bulgular 6. hafta amonyak seviyelerinde de gözlenmiş ve istatistiki bakımdan en düşük amonyak seviyesi hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat uygulamasında saptanmıştır. Buna göre, suya, altlığa, su ve altlığa kalsiyum karbonat ilaveli gruplardaki amonyak konsantrasyonları literatürde verilen normal değerlerle uyum içerisinde olmasına karşın kontrol grubu amonyak konsantrasyonu normal değerlerden daha yüksek bulunmuştur (William ve ark., 1991; Moore ve ark., 1996).

Sonuç olarak, altlığa kalsiyum karbonat ilavesi canlı ağırlığı kontrol grubuna göre olumsuz etkilemiş ancak suya ve hem suya hem de altlığa kalsiyum karbonat ilavesi arasında fark saptanamamıştır. Diğer yandan, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı tüm kalsiyum karbonat muamelesi gruplarında kontrol grubundan farklı bulunmamıştır. Kümes içi amonyak konsantrasyonları tüm kalsiyum karbonat muamelesi gruplarında kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur. Tüm muamele gruplarında amonyak

konsantrasyonunun düşme eğiliminde olması, oksijence zenginleştirilmiş kalsiyum karbonat kullanımının birim alanda fazla sayıda hayvanın barındırıldığı kapalı kümeslerde daha etkili olacağını söylemek mümkündür.

### **Kaynaklar**

- Anonim (1991): Hayvan yemleri metabolik (Çevrilebilir) enerji tayini. Türk Standartlar Enstitüsü, TS No. 9610.
- Burgurlu, Ş; Ergül, M. (1978): Yemlerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik analiz metodları. E.Ü.Z.F. Yayınları, No: 127, İzmir.
- Carlile, F. S. (1984): Ammonia in poutry houses. *World's Poultry Science* 40: 99-113.
- Caveny, D.D.; Quarles, C.L. (1978): The effect of atmospheric ammonia stress on broiler performance and carcass quality. *Poultry Science* 57: 1124-1125.
- Charles, D.R.; Payne, C.G. (1966): The influence of graded levels of atmospheric ammonia on chicken. *Brit. Poultry. Science* 7: 177-187.
- Huff, W.E.; Malone, G.; Chaloupka, W. (1984): Effect of litter treatment of broiler performance and certain litter quality parameters. *Poultry Science* 63: 2167-2171.
- Malone, G.W. (1987): Chemical litter treatment to control ammonia. Proceeding of the 22nd meeting on poultry health and condemnations ocean city, M.D.
- Moore, P.; Daniel, T.; Edwards, D.; Miller, D.M. (1996): Evaluation of chemical amendments to reduce ammonia volatilization from poultry litter. *Poultry Science* 75:315-320.
- Moum, S.G.; Seltzer, W.; Goldhaft, T.M. (1969): A simple method of determining concentrations of ammonia in animal quarters. *Poultry Science* 48: 347-348.
- Parkhurst, C.R.; Hamilton, P.B.; Baughman, G.R. (1974): The use of the volatile fatty acids for the control of microorganisms in pine sawdust litter. *Poultry Science* 53: 801-806.
- Reece. F. N; Bates, B.J.; Lott.B.D. (1979): Ammonia control in broiler houses. *Poultry Science* 58: 754-755.
- Reece. F. N; Lott. B. D.; Deaton.W. J. (1980): Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. *Poultry Sci.* 59: 486-488.
- Reece. F. N; Lott. B. D.; Deaton.W. J. (1981): Low concentration of ammonia during brooding decrease broiler weight. *Poultry Science* 60: 937-940.
- SAS (1987): SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Valentine, H. (1964). A study of the effect of different ventilation rates on the ammonia concentrations in the atmosphere of broiler houses. *Br. Poultry Science* 5: 149-159.
- William, D.; Weaver, JR.; Meijerhof, R. (1991): The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth and carcass quality for broiler chicken. *Poultry Science* 70: 746-755.