

Yerde Üretimde Kullanılan Altılık Materyalleri ve Altılık Yönetimi

Ahmet Şekeroğlu¹

Hasan Eleroğlu²

Musa Sarıca³

Ömer Camcı⁴

ÖZET: Altılıklı yer sisteminde yetiştirilen kanatlıların performans ve sağlığına altılık materyalinin çeşidinin önemli katkıları vardır. Altılık materyali olarak genelde kaba odun talaşı, saman ve hızar talaşı yaygın olarak kullanılmakla birlikte bölgesel materyallerde kullanılmaktadır. Altılık bir veya birden fazla kullanılmakta ve burada altılıktan kaynaklanan amonyak ve mikrobiyal yük artmaktadır. Bu nedenle altılık yönetimi önemli bir konudur. Altılıktan kaynaklanan performans ve refah problemlerini azaltmak için fiziksel, kimyasal ve biyolojik altılık düzenleyicileri kullanılması önemlidir. Sonuç olarak altılıklı yer sisteminde altılığa talep artmaktadır. Bu nedenle altılık materyal ve seçimi, altılık yönetimi ve altılığın çevreye olumsuz etkisini azaltacak ve altılığın gübre değerini koruyacak yöntemlerin geliştirilmesi gerekir.

Anahtar Kelimeler: Altılık materyali, Altılık yönetimi, Etlik piliç

Litter Materials and Litter Material Management Used in Production on the Ground

ABSTRACT: A type of support material has significant contribution to performance and health of winged which are grown on settlement system including based material. Wood dusts, fodder, sawdust as generally based material are in common use and additionally regional materials are also in use. The base material is used in one and one more and ammonium and microbial loading is inclining due to the based material which is used. That's why; management of based material is a crucial issue. To decline problems of performance and prosperity due to based material, physical, chemical and biological based material arranger usage is a significant. Consequently, demands to based material have increased on settlement system with based material. Hence, to consider based material and its choice and based material management, to decline adverse effect of based material to environment, and to preserve fertilizer value of based material, methods need to be developed.

Key Words: Litter material, Litter management, Broiler

GİRİŞ

Dünya'da tarıma dayalı endüstriler içerisinde en hızlı ve en büyük gelişmeyi kanatlı sektörü göstermektedir. Kanatlı etinin kolesterol içeriğinin düşük, fiyatının ekonomik olmasının yanı sıra tüketimini sınırlayan bir etmenin bulunmaması bu gelişmeye neden olana faktörler arasında yer almaktadır (14).

Genetik, besleme, yönetim, aşı ve sağlıktaki gelişmelerin etkisiyle etlik piliçlerde kesim yaşı 35 güne kadar düşmüştür. Bu ve buna benzer diğer ekonomik etkenler doğrultusunda dünyada olduğu gibi Türkiye'de kanatlı üretimi, özellikle etlik piliç üretimi artmaktadır. Türkiye'de 2012 yılında etlik civciv üretiminin yaklaşık olarak 1.000.000.000 adet olduğu tahmin edilmekte, piliç eti üretiminin 1.550.578 ton ve tüketiminin 19,43 kg/yıl/kişi olarak gerçekleştiği bildirilmektedir (7).

Damızlık tavuklar ve etlik piliçler genellikle yerde altılıklı kümeslerde yetiştirilmektedir. Etlik piliç üretiminde sağlanan gelişmeye bağlı olarak altılığa olan talep de artış göstermiştir. Etlik piliçlerden beklenen performansın elde edilebilmesi uygun çevre faktörlerine bağlı olup bunlardan birisi de altılığın çeşidi ve altılığın yönetimi olmaktadır (15). Hayvanların performansı, refahı, sağlığı, davranışı ve ürün kalitesi

üzerine altılık materyalinin türü etkili olmaktadır (9, 20,47,57).

Etlik piliç üretimindeki artışa bağlı olarak elde edilen gübre miktarı da artmıştır. Türkiye'de etlik civcivlerden her yıl yaklaşık olarak 23.720.000 ton/yıl taze gübre veya 7.910.000 ton/yıl kuru gübre üretilmekte, gerekli önlemler alınmadığında çevre kirliliğine neden olmaktadır. Gelecek yıllarda üretimde artış öngörüldüğünden gübre miktarı artmaya devam edecek, bu nedenle altılığın kullanım değerini artırıcı yöntemlerin geliştirilmesine gereksinim duyulmaktadır.

Bu derlemede altılıklı yer sisteminde altılık materyalinin önemi ve yönetimi üzerinde durulacaktır.

Altılık Olarak Kullanılacak Materyalin Özellikleri

İyi bir altılık kuru ve temiz, su tutma kapasitesi yüksek, mikrobiyal toleransı iyi olmalı, toksik olmamalı, yumuşak ve sıkıştırılabilir nitelikte, çabuk kuruyabilmeli, çok iri ve ince olmamalı, kimyasallar ve ilaçla bulaşmamış, ısı geçirgenliği az yalıtkan olmalı, dışkılarla kolayca karışabilmeli ve ekonomik olmalıdır (6, 26, 27, 47).

¹ Niğde Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü-Niğde

² Cumhuriyet Üniversitesi Şarkışla Aşık Veysel Meslek Yüksekokulu-Sivas

³ Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü-Samsun

⁴ Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü-Hatay

Altlık kalitesini etkileyen faktörler

Etlik piliç yetiştiriciliğinde altlığın tipi, kullanılma zamanı, altlık derinliği, yerleşim sıklığı, yemleme, sulama sistemi ve havalandırma sistemi, altlık yönetimi, altlık düzenleyicileri ve hastalık oranı altlık kalitesini etkilemektedir (3).

Kümeşte altlık kalınlığı kullanılacak materyalinin türüne göre değişmekte, kum, odun talaşı ve saman için altlık kalınlığı sırasıyla 2 cm, 5–10 cm ve 10 cm olarak uygulanmaktadır.

Yüksek yerleşim sıklığı, altlık ile kümes ortamı arasında nem ve gaz değişimini azaltmaktadır. Yem ve su tüketiminde yaşanan rekabet altlığa dökülen yem ve su miktarını artırmakta, böylece altlığın pH'sı yükselmekte, bazı mikroorganizmaların çoğalması için ortam oluşmaktadır. İyi bir havalandırma sistemi ile yüksek yerleşim sıklığında karşılaşılan olumsuzluklar kısmen önlenmektedir.

Yönetimi iyi olmayan altlık kolaylıkla tozlaşmakta veya ıslanarak sertleşmekte, bu durum ise hayvanların performans ve refahını olumsuz yönde etkilemektedir.

Etlik piliç üretiminde altlık nemi yetirici tarafından kontrol edilebilecek bir çevre faktörü olup (46) Altlık olarak kullanılan materyalin fungal ve bakteriyel bulaşmalara karşı kontrol edilebilmesi için kümeşte suluklara özel önem gösterilmeli, suluk etrafında ıslanan altlık malzemesi kaldırılarak yenisi ile değiştirilmelidir (40). Üretimde kullanılan altlığın pH'sı 8–10 arasında olup, kuru bir altlıkta pH yaklaşık olarak 7 civarındadır (28). Altlık pH'sının 9 ve üzerinde olması üreolitik bakteriler (örneğin *Bacillus Pasteuri*) için uygun ortam oluşturmakta (Şekil 1. ve 2.), bakterilerin çoğalmasına ve amonyak üretimi için uygun bir ortam oluşmasına neden olmaktadır (22).

Ürikaz enzimlerini sentezleyen üreolitik bakteriler altlık nemini kullanarak ürik asidi amonyak ve amonyuma dönüştürmekte, üreyi amonyak ve

karbondioksite parçalamaktadırlar. Açığa çıkan amonyak (NH_3) uçucu olup genellikle altlığın 3–8 cm üzerinde bulunmasına karşın, amonyum ise (NH_4) suda çözünür olup altlıkta muhafaza edilmektedir.

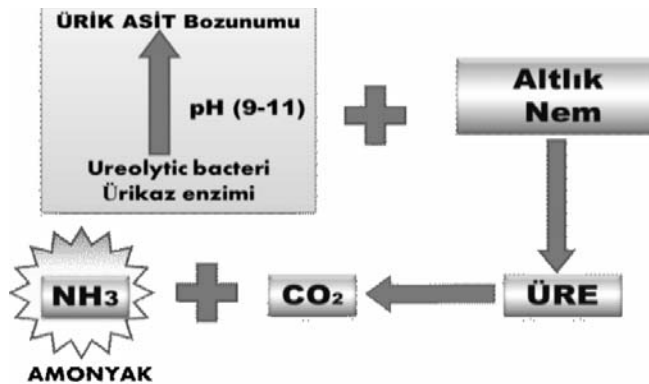
Kanatlılar amonyağa karşı hassas olup yüksek seviyeye maruz kalırlarsa körlük oluşmakta ve performans ciddi şekilde azalmaktadır. Amonyak konsantrasyonunun 25 ppm düzeyi hava kesesi yangısı ve viral enfeksiyonlara neden olarak yaşama gücünü, canlı ağırlık artışını düşürmekte ve buna bağlı olarak yemden yararlanma olumsuz yönde etkilenmektedir.

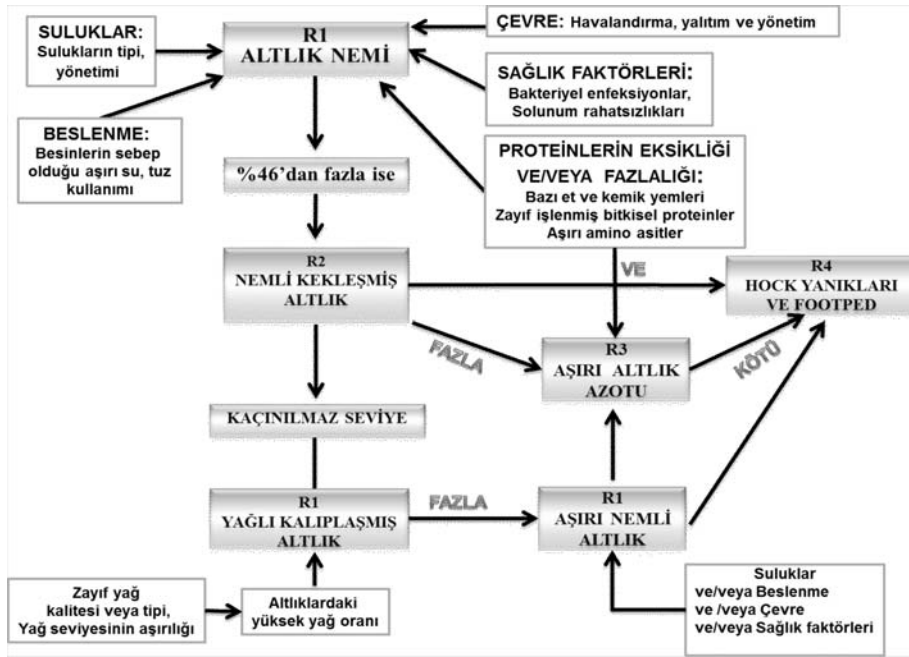
Altlığın yüksek neminden kaynaklanan amonyağın insan sağlığı üzerine de olumsuz etkileri bulunmaktadır. İnsan burnu 15 ppm seviyesindeki amonyağı algılamakta, 50–100 ppm arasında bulunan amonyak konsantrasyonu insanın gözünde yanma ve gözyaşına neden olmaktadır. Ayrıca etlik piliçlerde görülen asidesin, kümesindeki amonyak seviyesiyle ilişkili olduğu bildirilmektedir (31).

Altlıkta aşırı nem; göğüste su toplama, deri yanıkları, deride kabuk bağlama ve morarma nedenleriyle karkas kalitesini düşürmektedir. Altlık neminin yüksek olması bakteriyel enfeksiyonların gelişmesine bağlı topallık ve foodpedin görülmesine neden olmaktadır. Foodpad yangısında, başlangıçta deri renksizleşmekte ve hiperkeratosis oluşmakta, sonunda yaraya dönüşmektedir (10). Bu durum hayvan hakları savunucularının tepkisini çekmekte, tavuk ayağı dış satımının düşmesine yol açmaktadır.

Altlıktan amonyağın buharlaşması hava kirliliğine ve azot kaybından dolayı gübre değerinin düşmesine neden olmaktadır. Altlığın çok kuru olması toz oluşumunu hızlandırmakta, buna bağlı olarak civcivlerde dehidrasyon ve solunum yolları hastalıkları görülmektedir. Bu nedenle altlıkta ideal nem oranı %20–25 olmalıdır (46).

Şekil 1. Altlıklı Yer Sisteminde Amonyak Üretimi





Şekil 2. Yer Sisteminde Kanatlıların Altlık Kalitesi ve Refah ile İlişkisi (19)

Etlık Piliçlerde Altlık Materyalleri

Yer sisteminde altlık materyali olarak kaba odun talaşı, saman, hızar talaşı,kağıt kırpıntıları, ayçiçeği kabuğu, çeltik kavuzu, taze fındık cürufu, mısır silajı, kum, kopmostlanmış altlık, çam kabuğu, parçalanmış mısır koçanı, diatomit ve ponza kullanılabilir (6,20,32,40,50). Kaba odun talaşı en iyi altlık olarak kabul edilmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ancak, etlik piliç üretiminin yoğun olduğu bölgelerde dönemsel yetersizlikle karşılaşmakta, dolayısıyla da altlık maliyeti artmaktadır (50).

Yapılan bir çok araştırmada etlik piliç yetiştiriciliğinde kullanılan altlıkların performans, hayvan refahı ve atlık kalitesine etkileri üzerinde durulmuştur (Çizelge 1., 2.,3. ve 4).

Çizelge 1. Değişik Altlıklarda Etlik Piliçlerin Performans Özellikleri (37)

	Talaş	Pirinç kavuzu	Buğday samanı
Canlı ağırlık (49.gün)	1,71	1,60	1,63
Yem yararlanma oranı	2,56	2,52	2,56
Yaşama gücü	100,00	100,00	95,00
Oocyst içeriği (49.gün)	608,40	558,50	567,00

Çizelge 2. Altlık Tipinin 46. Günlük Etlik Piliç Performansına Etkisi (32)

	Taze çam talaşı	Yüksek yoğunluklu gazete peleti	Yapıştırılmış düşük yoğunluklu gazete peleti	Taze Kullanılmış düşük yoğunluklu gazete peleti	Kullanılmış çam talaşı
Canlı ağırlık, g	2228	2243	2257	2254	2251
Yem yararlanma oranı	1,90	1,89	1,89	1,89	1,93
Ölüm oranı, %	3	4,9	3	4,4	5,2

Çizelge 3. Değişik Altlık Materyalinin Etlik Piliçlerin Performans ve Altlık Kalitesine Etkisi (24)

	<i>Talaş</i>	<i>Kum</i>	<i>Buğday samanı</i>
Canlı ağırlık, g	1821,25	1823,06	1775,00
Yemden yararlanma oranı	2,11	2,10	2,15
Ölüm oranı, %	0	5	0
Rutubet, %	46,55	18,89	41,48

Çizelge 4. Altlık Gruplarında 7. Haftalık Etlik Piliçlerin Performans Özellikleri (27)

	<i>Diatomit*</i>	<i>Diatomit+Talaş</i>	<i>Talaş</i>
Canlı ağırlık, g	1747,1	1817,7	1844,1
Yemden yararlanma oranı	2,42	2,30	2,23
Yaşama gücü, %	91,1	97,7	97,8
Altlık nemi (45.gün), %	14,79	15,01	19,78

* %86,8 kristalleşmiş silisyum dioksit (SiO_2) içermektedir.

Uzun yıllardır altlık nemini, amonyak düzeyini, mikrobiyal yük ve maliyeti azaltmak amacıyla değişik altlık materyalleri üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Çay artığı, talaş, pirinç kavuzunun kullanıldığı bir çalışmada; çay artığı kullanılan altlıklı kümeslerde amonyak düzeyinin %61 azaldığı belirlenmiştir (5). Çay artığı ve çeltik kavuzunun karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada; daha yüksek azot içermesinden dolayı çay artığının organik gübre ve ruminant beslemede daha iyi sonuç verdiği bildirilmektedir (4). Kum, odun talaşı ve çeltik kavuzu içeren altlıkların amonyok üretimine etkisini belirlemek üzere yapılan bir diğer araştırmada; kum içeren altlığın daha fazla amonyak içerdiği saptanmıştır (36).

Etlik piliç üretiminde toplam maliyetin %2–3'ünü yeni altlık kullanımı oluşturmaktadır. Dönem sonu hayvanlar kümesinden çıkarıldıktan sonra altlığın değiştirilerek etkin bir temizlik ve dezenfeksiyonun yapılabilmesi için 10–15 günlük süre gerekmekte, etlik piliç piyasasındaki aşırı rekabet nedeniyle bu bekleme süresi ekonomik olmamakta ve yoğun üretim alanlarında bu sürenin 3–5 güne kadar indirilmesine çalışılmaktadır.

Etlik piliç yetiştiriciliğinde altlığın tekrar kullanımı yaygın bir uygulamadır. Kullanılan altlığın miktar ve

tipi, değiştirilme sıklığı, pazarlama ağırlığı ve besleme şekli tekrar kullanılan altlığın kalitesi ve içeriğini etkilemektedir (52). Bu amaçla altlığın değiştirilmeden 5 kez kullanılmasıyla her defada performans iyileşmekte, 5. kullanımdan sonra ise düşmeye başlamaktadır (50). Değişik altlık materyallerinin tekrar kullanımının etlik piliçlerin performans ve altlık kalitesine etkisi Çizelge 5 ve 6'da verilmiştir.

Etlik piliçlerin altlıklarına katılan süper emici polimerler yardımıyla kümes içerisinde amonyum seviyesi azaltılabilmektedir. Bu polimerler yardımıyla 2–3 dönem süresince amonyak düzeyi düşürülmekte bu yolla hayvanların ve çalışanların sağlığı korunmaktadır. Bu konuda yapılan bir araştırma sonucu Çizelge 6.'da verilmiştir (56).

Etlik piliç atıklarının yapısı birçok faktöre bağlı olarak değişmekle birlikte dışkı (%62), altlık materyali (%31), döküntü yem (%3), tüy (%2) ve diğer atıklardan (%2) oluşmaktadır (1). Benzer şekilde kullanılan altlığın türü ve kullanım sıklığına bağlı olarak değişen düzeylerde (*E. coli*, *Staphylococcus* spp., *Clostridium perfringens*, *Campylobacter* spp. Ve *Salmonella* spp. gibi) patojenleri içerebilmektedir (23, 25, 41, 43, 46).

Çizelge 5. Altlığın Tekrar Kullanımının 6. Hafta Etlik Piliçlerin Performans ve Altlık Kalitesine Etkisi (18)

	<i>1.kullanım</i>		<i>2.kullanım</i>	
	<i>Talaş*</i>	<i>Talaş+Zeolit</i>	<i>Talaş*</i>	<i>Talaş+Zeolit</i>
Canlı ağırlık, g	1691,16	1729,18	1560,38	1577,92
Yaşama gücü, %	96,59	100	98,85	98,37
Yemden yararlanma oranı	2,08	2,05	2,12	2,07
pH	5,22	7,14	5,82	7,31
Bakteri	$6,0 \times 10^7$	$12,7 \times 10^7$	$36,0 \times 10^6$	$8,0 \times 10^6$
Nem, %	42,00	41,68	20,62	31,40
Amonyak (NH_3), ppm	10	20	10	20

*Taze talaş

Çizelge 6. Altlıkta Süperemici Polimer Kullanımının Performans ve Altlık Kalitesine Etkisi (56).

	<i>Canlı Ağırlık, g</i>	<i>Mg NH₃-N/L/g Litre N</i>	<i>pH</i>	<i>Nem,%</i>
Kontrol	2440	1.600,7	8,41	20
%6 SAP	2506	1.075,2	8,21	20

Etlık Piliç Altlığından Amonyak Uçuşunu Önleyecek Metotlar

Küme amonyak miktarını azaltmak için fiziksel, kimyasal ve biyolojik metotlar uygulanmaktadır.

1. Fiziksel Metotlar

Altlığın havalandırılması, sıra yığın kompostlama (windrowcomposting) ve her partiden sonra altlık üzerindeki sert kısmının uzaklaştırılması küme amonyak ve mikrobiyal yükü azaltacak fiziksel metotlar arasında yer almaktadır.

Küme kekleşmiş altlık yaklaşık %40–60 nem içermekte, bu tür altlıklar küme rutubet ve amonyak seviyesini artırmaktadır. Bu nedenle kekleşmiş altlıkların derhal uzaklaştırılması gerekmektedir. Küme altlığının karıştırılması ve keklerin parçalanması küme mikrobiyal aktiviteyi, amonyak ve toz miktarını artırmakta ve buda büyük bir sorun oluşturmaktadır. Altlığın karıştırılmasından sonra iki günde en az bir defa altlık karıştırılarak altlığın kuruması ve amonyağın uzaklaşması sağlanmalıdır. Eğer ikinci karıştırma yapılmazsa gelecek dönemdeki civcivlerin ilk haftasında yüksek amonyak seviyesi oluşacaktır (33).

Altlıktan amonyağın uzaklaşması ve tozların çökmesi için en az üç gün gerekmektedir. Etlık piliç üretiminde sağlıklı bir üretim ve yüksek karlılık için dönem süresince havalandırmanın dikkatli yapılması gerekmektedir. Özellikle civcivlerin ilk 7–10 günü önemli olup havalandırma seviyesi hayvanların ağırlığına göre planlanmalıdır. Altlıkta nem seviyesi %25'i geçerse mikroorganizmaların gelişmesi hızlanmakta, piliçlerin sağlık ve ayak taban kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Sıra yığın kompostlama (Windrow Composting)

Günümüzde sıra kompostlama yöntemi altlıkta mikrobiyal yükü, amonyak düzeyini azaltan ve altlık klimasının düşük maliyetli en iyi yolu olarak bilinmekte olup 5–10 gün içinde tamamlanmaktadır. Uygulanmasında ısı işlem sürecini de içeren kompostlama tekniği, altlıkta bulunan patojenlerin çoğunun ölmesine neden olduğundan altlığın pastörizasyonu olarak da adlandırılmaktadır (34).

Altlıkta iç sıcaklık uygulamanın 3 – 4. günü en az 54–60°C'ye ulaşmakta, 48 saat süren bu sıcaklık altlığın nem ve mikrobiyal yüküne bağlı olarak 77°C'ye kadar çıkabilmektedir. Bu sıcaklık patojenik mikroorganizmaların öldürülmesi ve mikrobiyal yükün azalması için yeterli olmaktadır (Macklin ve ark., 2008). Uygulamanın bu noktasında toplam kümenin %50 si pastörize olmaktadır. Tüm kümenin pastörize olmasını sağlamak amacıyla havalandırmaya gereksinim duyulmakta, zemin seviyesinde açılan bir pencere yardımıyla kuru havaya maruz kalan altlıktan nem ve amonyak uzaklaşmaktadır. Bu yolla altlıkta bulunan birçok mikroorganizma ve böceklerin ölmesi sağlanmaktadır.

Altlıkta bulunan birçok mikroorganizma 41–42°C bir sıcaklığa kadar gelişebilmekte, sıcaklığın bu değer üzerinde 6,7–12,2°C artırılması, mikroorganizmaların birçoğunun elimine olmasına neden olmaktadır (34).

Altlık kompostlandıktan sonra küme içerisine dağıtılarak fazla nemin uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Altlık materyali bu yolla yeterince kurutulduktan sonra yeni dönem için civcivler küme yerleştirilebilir. Kompostlama sürecinde nem önemli olup altlıkta nemin %30 civarında olması önerilmektedir (28). İki üretim dönemi arası 10–14 günlük bir süre kompostlama sürecinin tamamlanması için yeterli olmaktadır.

Yığın veya sıra kompostlamanın önemli bir etkisi de, kanatlılarda nekrotik enterit ve kangren derititin sebebi olan yüksek patojenik bakteri olan Clostridium perfringens'i azaltmasıdır. Ayrıca kanatlılarda ciddi ekonomik kayıplara neden olan patojenik solunum yolları virüsü olan infectious laryotracheitis virus (ILTV)'ü azaltmaktadır. Bu teknik Campylobacter ve ILTV sayısını azaltarak kanatlıların performansını artırmakta ve insan sağlığına olan riski azaltmaktadır (33). Kompostlamayla altlıkta azot miktarının azalması bu tekniğin dezavantajı olarak bildirilmektedir (28).

2. Kimyasal Altlık Düzenleyiciler

Kimyasal altlık düzenleyiciler kanatlı işletmelerinde altlık parazitleri, mikrobiyal yükleri ve amonyak düzeyini azaltmak için kullanılmaktadır. Kimyasal altlık düzenleyiciler kullanılan kimyasalların yapısına göre asidik, alkali, emiciler (absorberlar) ve inhibitörler olarak sınıflandırılmaktadırlar.

Asidik Altlık Düzenleyiciler

Altılık düzenleyici olarak kullanılan kimyasallardan en yaygını asidik olanlardır. Şap ve sodyum bisülfat en yaygın kullanılan asidik altlık düzenleyicilerdir. Fosforik asit kanatlı altlığında fazla olduğu için yaygın olarak kullanılmamaktadır. Asidik altlık düzenleyiciler altlığın pH'sını düşürmekte altlıkta oluşturulan asidik şartlar amonyak yerine amonyum gibi amonyak azotu tutmayı sağlamaktadır. Asitler aynı zamanda amonyak oluşumuna katkıda bulunan bakteri ve enzimler için uygun olmayan çevre oluşturmaktadırlar. Amonyak uçucudur ve amonyağın amonyuma dönüştürülmesi kümes içerisinde amonyak oluşumunu azaltmaktadır.

Asidik altlık düzenleyicilerinden olan şap, civcivlere zararlı etkisini önlemek amacıyla kümese alınmalarından 7 gün öncesinden altlığa doğrudan katı veya sıvı olarak uygulanmaktadır. Şap kuru altlık yüzeyine 22-35/93 m² alan dozunda serildikten sonra altlık yüzeyi 1-2 cm karıştırılarak uygulama yapılmaktadır (51).

Şap gurubundan Alüminyum sülfat (Al₂(SO₄)₃) ve alüminyum klorid (AlCl₃) kanatlı altlığının düzenlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sıvı alüminyum klorid'in altlık materyaline 0, 100, 200 ve 300 g/kg dozunun uygulandığı bir çalışmada; 100 ve 200 g/kg altlık uygulanan etlik piliçlerin ağırlık kazancı, yem tüketimi önemli olarak iyileşmiş, fakat yemden yararlanma oranı ve ölüm oranına etkisi gözlenmemiştir. Altlığa 300 g/kg uygulanan grupta ise yem tüketiminde olumsuz bir etkiye neden olmuştur. Altlığa 100, 200 ve 300 g/kg sıvı alüminyum klorid uygulanan gruplarda; amonyak kontrol grubuna göre sırasıyla %63, %76 ve %76 azalmıştır (16).

Moore ve ark., (38) altlık düzenleyici olarak şap, demir sülfat ve fosforik asidi kullandıkları çalışmada; kontrol grubu ile karşılaştırıldığında şap, demir sülfat ve fosforik asit kanatlı altlığında amonyağı önemli derecede düşürmüştür. Diğer taraftan altlığa sodyum bisülfat ve Ca-Fe silikat uygulanması, amonyak düzeyi bakımdan kontrol grubuyla aynı bulunmuştur. Şap ve demir sülfat altlıkta suda çözünen fosfor düzeyini azaltmakta, fosforik asit ise altlıkta suda çözünen fosfor seviyesini artırmaktadır. Sonuç olarak altlıkta amonyak ve fosfor seviyesini en etkin olarak azaltan bileşik şaptır.

Alkis ve Celen (2) etlik piliçlerde altlığa saman, talaş, saman + alüminyum sülfat, talaş + alüminyum sülfat uygulanan çalışmada alüminyum sülfat uygulanan gruplarda kesim canlı ağırlığının önemli derecede daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Şap (alüminyum sülfat) altlıkta bulunan

mikroorganizma üzerine de etkili olmakta, Rothrock ve ark., (48) altlığa şap uygulamasının altlıkta Campylobacter jejuni ve Escherichiacoli seviyesini önemli derecede azalttığını saptamışlardır. Salmonella spp konsantrasyonu azalmakla birlikte fungal popülasyonunda artış gözlenmektedir.

Line ve Bailey (30), altlığa alüminyum sülfat ve sodyum bisülfatın katılmasının salmonella seviyesine etkisinin olmadığını, ancak Campylobacter kolonizasyonunun başlangıcını geciktirdiğini saptamışlardır. Moore ve ark., (39) etlik piliç altlıklarına şap uygulaması sonucunda amonyakta %97 bir azalma, daha yüksek bir canlı ağırlık, daha düşük bir ölüm oranı, daha iyi yem değerlendirme oranının gerçekleştiğini, şap uygulamasının ekonomik olduğunu ve fayda/maliyet oranının 1,96 olarak hesaplandığını belirtmişlerdir.

Kanatlı Altlığı İyileştiricisi (Poultry Litter Treatment)

Ticarette kanatlı altlık iyileştiricisi olarak bilinen sodyum bisülfat kuru granül yapıda bir asit tuzu olup %93 sodyum bisülfat granülleri altlık uygulamasındayaygın olarak kullanılmaktadır.

Civcivlerin kümese alınmalarından 1-24 saat öncesinde 100 m² kümes taban alanı için 23-45 kg granül formda sodyum bisülfat uygulaması yapılmakta, altlığın bir yıldan daha uzun süre kullanımında ise kullanım miktarının 35-70 kg'a kadar çıkartılabileceği bildirilmektedir (51).

Sodyum bisülfat çözüldüğünde hidrojen iyonu (H⁺) açığa çıkmakta, amonyak ile reaksiyona giren hidrojen ise altlıkta amonyum olarak tutunmaktadır. Amonyum formu sodyum bisülfattan ve amonyum sülfattan sülfat iyonlarıyla reaksiyona girer, altlıkta üretilen amonyak, amonyum sülfat olarak altlıkta tutulur ve böylece altlığın azot içeriği artar (11). Sodyum bisülfat aynı zamanda kanatlı altlığında Campylobacter ve Salmonella popülasyonunu üzerine önemli bir etkiye sahiptir.

Line ve Bailey (30), sodyumbisülfatın etlik piliç altlıklarında selmonella sayısına önemli bir etkisinin olmadığını, ancak campylobacter'i kolonizasyonunun başlangıcını biraz ertelediğini belirtmektedirler. Pope ve Cherry (44), etlik piliçlerin altlıklarında amonyak, pH ve mikrobiyal varyasyonuna sodyum bisülfatın etkisini araştırdıkları çalışmada; ikinci haftaya kadar amonyak seviyesini 10,7 ppm'de tuttuğunu, pH seviyesini ve Escherichiacoli miktarını önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir.

Terzich ve ark., (55) altlığa amonyum bisülfat eklenen kümeste, etlik piliçlerin kontrol grubuna göre

asidesten ölüm oranının daha düşük olduğunu, amonyak seviyesinin önemli derecede düştüğünü, ancak altlık nem düzeyine etkisinin önemsiz olduğunu belirtmektedirler.

Poultry Guard

PoultryGuard, %36 sülfürik asit içeren asitlendirilmiş kilin ticari adı olup yüksek oranda aşındırıcı olduğundan uygulama aşamasında dikkatli olunması gerekmektedir (42). Hayvanların sülfürik asitten etkilenmelerini önlemek amacıyla civcivlerin kümese alınmasından en geç 3 gün önce uygulamanın yapılması önerilmektedir. Hayvanları asitlenmiş kile direk teması sonucunda ayak tabanı derisinde bozulma meydana gelmekte, bu maddeyle muamele edilmiş atlı tüketen etlik piliçlerde ciddi etkiler oluşmaktadır (51).

PoultryGuard, kanatlı kümeslerinde amonyağı, amonyum sülfata dönüştürerek amonyak üretimini durdurmaktadır. Ayrıca poultryguard asidik olduğu için, altlıkta pH'yı önemli ölçüde düşürmekte ve asitleştirmeyi artırıcı bir iyonik etki oluşturmaktadır. PoultryGuard hidrojen ionlarını (H+) serbest bırakan, kil gibi emici ve taşıyıcı bir malzemeye sahiptir. Bu hidrojen iyonu amonyum oluşturmak üzere amonyak ile birleşmektedir. Amonyum sülfat iyonu ile reaksiyona girerek suda çözünen sülfürik asit gübresini oluşturmaktadır. Böylece altlıkta üretilen amonyak uçucu olmayan forma dönüşmektedir. Sonuçta altlıkta azot seviyesi artmakta ve kümes içerisinde uçucu amonyak seviyesi azalmaktadır (12). Sodyum bisülfat, Poultryguard (%46) ve şapın etlik piliçlerin performansı üzerine etkilerini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada (35); Poultryguard (%46) verilen kümeslerde etlik piliçlerin yem tüketiminin önemli ölçüde iyileştiği ve amonyak seviyesinin düştüğü saptamıştır.

Asitlendirilmiş kil altlıkta bakteri miktarı üzerine de etkili olmaktadır. Vicente ve ark., (58) asitlendirilmiş kilin altlığa yüksek dozda (720 g/m²) uygulandığı kümeste kontrol grubuna göre canlı ağırlıkta önemli artış olduğunu ve altlıkta Salmonella sayısında önemli azalmalar meydana geldiğini bildirmektedirler.

Demir Sülfat (Ferric Sulfate)

Demir sülfat kanatlı kümeslerinde amonyak düzeyini azaltmak için etkili bir altlık düzenleyici olarak bilinmektedir. Ritz ve ark., (47); altlığa demir sülfat (45 kg/93m²) ve şap (ticari adı:Al+Clear, 45 kg/93m²) eklenen etlik piliçlerle yaptığı çalışmada; demir sülfat eklenen kümeslerde şap eklenenlere göre denemenin ilk 10–12 günlerinde önemli ölçüde daha düşük amonyak düzeyini saptamışlardır.

Asidik altlık uygulamaları, diğer tehlikeli ve pahalı olan uygulamalara göre alternatif bir yöntemdir. Asidik altlık uygulamalarının yapıldığı çalışmaların çoğunda ilk 3 hafta amonyak miktarı 25 ppm seviyesinin altında kalmıştır. Amonyak miktarı altlığın kullanım sıklığına, nemine ve kullanılan düzenleyicilerin miktarına bağlı olarak değişmektedir. Amonyacağın azaltılması hayvanın sağlığına olumlu yönde etki yapmakta ve performansını artırmaktadır. Altlık düzenleyicilerin kış aylarında kullanılması daha etkili olmakta ve sürekli olarak kümes havalandırılması azaldığından dolayı ısıtma maliyeti önemli ölçüde düşmektedir (51).

Alkali Atlık Düzenleyicileri

Alkali atlık düzenleyiciler kanatlı kümeslerinde amonyak seviyesini kontrol amacıyla kullanılmamaktadır. Altlık düzenleyici olarak kullanılan alkali materyaller arasında tarımsal, sulu, sönmüş veya yanmamış kireçler bulunmaktadır. Alkali alık düzenleyiciler altlıkta pH'yı artırmakta ve amonyumun çoğunu amonyağa dönüştürerek atmosfere geçmesini sağlamaktadır. Üretilen amonyak kullanılan düzenleyicinin konsantrasyonuna ve çeşidine bağlı olmakta altlık pH'sı altlıktaki amonyağın dışarıya verilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Alkali altlık düzenleyicileri, altlığın besin değeri üzerine olumsuz bazı özelliklere sahiptir. Altlıktan amonyak formunda azotun sürekli atılması sonucu altlığın besin değeri düşmektedir. Aynı zamanda çevre üzerine olumsuz bir etki de oluşturmaktadır. Civcivler kümese gelmeden önce süreci tamamlanmamış alkali uygulamasında civcivler için amonyak çıkışının devam etmesi alkali uygulamasının bir diğer olumsuz yönü olarak bilinmektedir (51).

Sönmüş kireç altlık düzenleyici olarak kullanılmaktadır. Sönmüş kireç, sönmemiş kirecin su ile karıştırıldığı zaman büyük miktarda ısı kaybı ile sonuçlanan bir seri reaksiyonun ürünüdür. Sönmüş kirecin dört farklı dozu (23, 46, 57 ve 91 kg/93 m²) ve kontrol grubunun dört nem düzeyinden (%48, %58, %61 ve %68) oluşan bir çalışmada (53); sönmüş kireçlerin böcek popülasyonunun azalmasına etkili olduğu; bu etkinin özellikle %68 nem içeren altlıkta daha belirgin bir şekilde meydana geldiği saptamıştır. Sönmüş kireç uygulaması 6 saat içinde altlıkta pH'yı 12'ye yükseltmekte ve bu pH değerini korumaktadır. Eğer düşük dozda uygulanırsa pH düşük seviyede kalmakta ve buda 24 saatten fazla sürmemektedir. Sönmüş kirecin üç farklı dozunun (23, 46 ve 68 kg/93m²) ve kontrol grubunun altlık pH'sı ve amonyağa etkisinin araştırıldığı çalışmada; sönmüş kireç uygulanan altlıkta kontrol grubuna göre pH

önemli derecede yükseltmektedir(11).

Ayrıca sönmüş kireç altlıkta salmonellaenteritidis'in yaşama oranını azaltmaktadır (8). Fakat yeni altlıkta aşırı kireç olması solunumyolları rahatsızlığına ve gözlerde tahriş oluşturmaktadır. Altlıkta genel olarak aerobik miktarı azaltmaktadır.

Sönmemiş kireç (Kalsiyum oksit) altlık alkalileştirici olarak kullanılabilen bir kimyasaldır. Ruiz ve ark., (49) etlik piliçlerde sönmemiş kireç taşı eklenmeyen yeni odun talaşı, etlik piliç altlığı ve etlik piliç altlığına %10 ve %15 sönmemiş kireç taşı katarak yaptığı çalışma sonucunda; canlı ağırlık bakımından farklılığın olmadığı, %15 sönmemiş kireç uygulamasından ölçülen pH değerinin diğer altlıklara göre daha yüksek olduğunu, ayrıca çözünür fosforun diğer uygulamalardakinden düşük olduğunu belirtmektedir. Sonuç olarak sönmemiş kireç uygulamasının başlangıçta civcivlerin verimliliğini etkilemeksizin azot, çözünür fosfor ve bakteri sayısını azaltmaktadır.

Stringfellow ve ark., (53) kanatlı altlığında buhar ve sönmemiş kirecin Salmonella typhimurium popülasyonu üzerine etkisini araştırmıştır. Sönmemiş kireç su ile karıştırıldığında bir ekzotermik reaksiyon meydana gelmekte buda pH'yı artırmaktadır. Çalışmada iyice karıştırılmış altlığa 0, 5, 30 ve 120 dakika buhar ve %0, %2,5, %5 ve %10 düzeyinde sönmemiş kireç konsantrasyonu uygulanmıştır. Sonuçta sönmemiş kireç miktarı ne olursa olsun buhar uygulamak salmonella popülasyonunu azaltmıştır. Aynı zamanda altlığa sönmemiş kirecin tek başına katılmasıyla salmonella popülasyonu azalmıştır.

Alkali atlık düzenleyiciler, hayvanlar yerleştirilmeden önce altlıktan amonyağın uzaklaşmasını hızlandırmakta, amonyak üretimini azalmasının yanı sıra mikrobiyal yükü de düşürmektedir.

Emici altlık düzenleyicileri

Emiciler kanatlılarda mikrobiyal yükü ve amonyak kaybını azaltmak için altlık düzenleyicisi olarak kullanılmaktadırlar. Kanatlı altlığında emici altlık düzenleyici olarak kullanılan Clinoptilolite, zeolitler grubundan bir mineraldir. Kanatlı kümeslerinde amonyağı azaltmak için zeolit kullanımı performansı iyileştirmektedir (21).

Peat (torf, bataklık kömürü) etkili bir emicidir. Ancak çam talaşlarıyla karşılaştırıldıklarında pahalı oldukları için genellikle kullanılmaz.

Cook ve ark., (17) emici altlık düzenleyicileri arasında zeolitler, chitosin ve su arıtma atığının yer aldığını bildirmektedir. Chitosin dünyada en fazla bulunan karbon kaynaklarından biridir ve ağır metalleri temizleme yeteneğine sahiptir. Su arıtma atığı, altlıktan azot kaybını önlemekte, amonyak üretimini, bakteri ve mantarı önemli ölçüde azaltmaktadır.

Li ve ark., (29) kanatlı altlığında %0, %2,5 ve %10 oranında zeolit kullandıklarında, amonyak miktarında yaklaşık olarak sırasıyla %66, %91 ve %96 oranında azalma meydana geldiğini bildirmektedirler.

Inhibitor Altlık Düzenleyiciler

Emicilere ek olarak inhibitörler, inhibitör enzimlerle ürik asidi amonyağa dönüşümünü azaltmada kullanılmaktadırlar. Phenylphosphorodiamidate altlık düzenleyicisi olarak kullanılan bir inhibitördür. Kanatlı altlığında kullanılması çok pahalıdır.

Diğer Teknikler

Kimyasal ve mekanik düzenleyicilerden farklı olarak kanatlı kümeslerinde toz ve amonyak azaltıcı olarak elektrikli düzenleyiciler kullanılmaktadır.

Ritz ve ark., (47) ticari kümeslerde hava kalitesini iyileştirmek için elektrostatik alan şarj sistemi (electrostaticspacechargesystem) kullanarak bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışma sonucunda ECSC havadaki tozu %43 ve amonyağı %13 azaltmıştır.

3. Biyolojik altlık düzenleyici

Biyolojik atlık düzenleyiciler, birçok kanatlı şirketlerinde organik üretimi teşvik etmek ve çevreye dost olduğundan daha popüler olmaktadır. Kanatlı kümeslerinde amonyak ve mikrobiyal yükü azaltmak için biyolojik altlık düzenleyicilerinin kullanıldığı çalışmalar yapılmıştır. Rehberger (45) içeriği açıklanmayan bazı bakterilerin özel karışımını kullandığı çalışmasında, kanatlı altlığında amonyak üretimi ve patojen bakterilerin azaldığını bildirmektedir.

USM-98 (UPA SouthwestPittsburg, Texas, USA) kanatlı altlığında amonyak azaltıcı olarak kullanılan tabi mikrobiyal ticari bir katalizör olup, mikrobiyal enzimlerin bir karışımıdır. USM-98 altlığa direk serpilerek kullanılmaktadır. Kümes içerisinde amonyağı azaltmakta ve kanatlı için uygun bir çevre oluşturmaktadır (51).

Sonyılarda LitterGuard, mikrobiyal yükü ve amonyak üretimini azaltmak için kanatlı kümeslerinde mikrobiyal altlık düzenleyicisi olarak kullanılmaktadır.

SONUÇ

Altlıklı yer sisteminde yetiştirilen kanatlılar için kümes içi çevre koşullarından biri olan altlık materyalinin çeşidi ve altlık yönetimi entansif yetiştiricilikte çok önemlidir. Özellikle hayvanın hayat boyunca üzerinde bulunduğu atlığın nemi ve mikrobiyal yükü ekonomik yetiştiricilik bakımından

önemlidir. Bu nedenle yerel altlık materyaline öncelik verilmeli, ayrıca birden fazla kullanılacak altık için altlık düzenleyiciler kullanılmalıdır. Altlık yönetiminde altlığın gübre değerini azaltmayacak yöntemler seçilmelidir.

KAYNAKLAR

1. **Adyaman, E.**, 2009. *Broiler Altlığı İle Bazı Buğdaygıl Yem Bitkilerinin Silolanma Olanakları*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 2009.
2. **Alkis, E., Celen, M.F.**, 2009. *Effects of Alum Treatment of Two Litter Materials on Growth Performance of Broiler Chicken*. *Afr. J. Agr. Res.*, 4:518-521.
3. **Asaniyan, E.K., Agbede, J.O., Laseinde, E.A.O.**, 2007. *Impact Assessment of Different Litter Depths on The Performance of Broiler Chicken Rased on Sand And Wood Shaving Litters*. *World J. Zool.*, 2: 67-72.
4. **Atapattu, N.S.B.M., Wickramasingh, K.P.**, 2007. *The Use of Refused Tea as A Litter Material for Broiler Chickens*. *Poult. Sci.*, 86:968-972.
5. **Atapattu, N.S.B.M., Senaratna, D., Belpagodagamage, U.D.**, 2008. *Comparison of Ammonia Emission Rates From Three Types of Broiler Litters*. *Poult. Sci.*, 87:2436-2440.
6. **Atasoy, F.**, 2000. *Tavuk Yetiştiriciliğinde Altlığın Kullanılması ve Önemi*. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, 40 (1): 90-97.
7. **BESD-BİR.**, 2013. http://www.besd-bir.org/download/TurkiyeUretimTuketim_1.pdf
8. **Bennett, D.S., Higgins, S.E., Moore, R., Byrd, J.A., Beltran, R., Corsiglia, C., Caldwell, D., Hargis, B.M.**, 2005. *Effect of Addition of Hydrated Lime to Litter on Recovery of Selected Bacteria and Poult Performance*. *J Appl Poult Res.*, 14: 721-727.
9. **Benabdeljelil, K., Ayachi, A.**, 1996. *Evaluation of Alternative Litter Materials for Poultry*. *J. Appl. Poultry Res.*, 5 (3): 203-209.
10. **Berg, C.**, 1998. *Footpad Dermatitis in Broilers and Turkeys Prevalence, Risk Factors and Prevention*. PhD Thesis, Swedish Univ. Agric. Sci., Uppsala, Sweden. *Acta Univ. Agric. Suecia, Vet.*, 36.
11. **Blake, J.P., Hess, J.B.**, 2001a. *Sodium Bisulfate (PLT) as A Litter Amendment*. Alabama Cooperative Extension System Publications. ANR-1208.
12. **Blake, J.P., Hess, J.B.**, 2001b. *Poultry Guardtm as A Litter Amendment*. Alabama Cooperative Extension System Publications. ANR-1209.
13. **Blake, J.P., Hess, J.B., Macklin, K.S., Wilson, C.A.**, 2007. *Evaluation of Hydrated Lime as A Litter Treatment at Three Application Rates for Broiler Chickens*. *Poult. Sci.*, 86:591 (Abstract 708).
14. **Bolan, N.S., Szogi, A.A., Chuasavathi, T., Seshadri, B., Rothrock Jr, M.J., Panneerselvam, P.**, 2010. *Uses and Management of Poultry Litter*. *World's Poultry Science Journal* 66 (4): 673-698.
15. **Butcher, G.D., Miles, R.D.**, 2012. *Causes and Prevention of Wet Litter in Broiler Houses*. University of florida, IFAS Extension, VM99.
16. **Choi, I.H., Moore, P.A.**, 2008. *Effects of Liquid Aluminum Chloride Additions to Poultry Litter on Broiler Performance, Ammonia Emissions, Soluble Phosphorus, Total Volatile Fatty Acids, And Nitrogen Contents of Litter*. *Poult Sci.*, 87 (10):1955-1963.
17. **Cook, K.L., Michael, J., Rothrock, M.J., Mark, A.E., Nanh, L., Karamat, S.**, 2011. *Evaluation of Nitrogen Retention and Microbial Populations in Poultry Litter Treated with Chemical, Biological or Adsorbent Amendments*. *Journal of Environmental Management* 92 (7):1760-1766.
18. **Çörekçi, Ş., Altınel, A., Ak, S., Güneş, H., Demir, H.**, 2003. *Broiler Üretiminde Zeolitın Altlık Materyali Olarak Kullanılma Olanakları*. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 29 (1): 61-70.
19. **DEFRA**, 1994. *Poultry Welfare Litter Condition and Management*, PB1739, 1994.
20. **Garcia, R.G., Almeida Paz, I.C.L., Caldara, F.R., Nääs, I.A., Bueno, L.G.F., Freitas, L.W., Graciano, J.D., Sim, S.**, 2012. *Litter Materials and The Incidence of Carcass Lesions in Broilers Chickens*. *Brazilian Journal of Poultry Science* 14 (1):27-32.
21. **Eleroğlu H., Yalçın, H.**, 2005. *Use of Natural Zeolite-Supplemented Litter Increased Broiler Production*. *South African Journal of Animal Science* 35 (2): 90-97.
22. **Gholap, D.B.**, 2012. *Evaluation of Air And Litter Quality with Microbiological Fluctuations in Commercial Broiler Facilities Using A Biological Or Chemical Litter Treatment*. A thesis submitted to the Graduate Faculty of Auburn University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science Auburn, Alabama August 4, 2012
23. **Gregory, E., Barnhart, H., Dreesen, D.W., Stern, N.J., Corn, J.L.**, 1997. *Epidemiological Study of Campylobacter Spp. in Broilers: Source, Time of Colonization, and Prevalence*. *Avian Diseases* 41(4):890-898.
24. **Hafeez, A., Suhail, S.M., Durrani, F.R., Jan, D., Ahmad, I., Chand, N., Rehman, A.**, 2009. *Effect of Different Types of Locally Available Litter Materials on The Performance of Broiler Chicks*. *Sarhad j. Agric* 25 (4): 581-586.
25. **Higgins, R., Malo, R., Rene-Roberge, E., Gauthier, R.**, 1981. *Studies on The Dissemination of Salmonella in Nine Broiler Flocks*. *Avian Diseases*, 26(1):26-33.

26. **Jesse, L.G.**, 2004. *Alternative Litter Materials for Growing Poultry*. North Carolina Poul. Ind. Newslett 1(2):1-5.
27. **Koçak, D., Özcan, İ., Çetin, İ.**, 1991. Broyler Yetiştiriciliğinde Diyatomit Maddesinin Altılık Olarak Kullanılması. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, 31 (1-2):71-86.
28. **Lavergne, T.K., Stephens, M.F., Schellinger, D., Carney Jr, W.A.**, 2006. *In-House Pasteurization of Broiler Litter*. LSU AgCenter Research ve Extension. Pub. 2955 (200) 9/06.
29. **Li, H., Xin, H., Liang, Y., Burns, R.T.**, 2008. Reduction of ammonia emissions from stored laying hen manure through topical application of zeolite, Al+Clear, Ferix- 3, or Poultry Litter Treatment. *J Appl Poul Res.*, 17:421-431.
30. **Line, J.E., Bailey, J.S.**, 2006. *Effect of On-Farm Litter Acidification Treatments on Campylobacter and Salmonella Populations in Commercial Broiler Houses in Northeast Georgia*. *Poult Sci.*, 85(9):1529-1534.
31. **Lopez-Coello, C., Odom, T.W., Wideman Jr, R.F.**, 1985. *Ascites Major Cause of Mortality in Broilers*. *Poult. Dig. July*: 284-288.
32. **Malone, G.W., Gedamu, N.**, 1995. *Pelleted Newspaper as a Broiler Litter Material*. *J. Appl. Poultry Res.*, 4 (1): 49-54.
33. **Macklin, K.S., Campbell, J., Simpsons, G., Donald, J.**, 2008. *Critical Information for Improved Bird Performance Through Better House and Ventilation System Design, Operation and Management*. US Poultry & Egg and Alabama Poultry and Egg Associations, Issue 56, December 2008.
34. **Macklin, K.**, 2008. *Litter Management*. North Carolina broiler supervisor's short course. *McSwain Extension Center in Sanford*, NChttp://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference_proceedings/supervisors_short_course/2008/shortcourse_2008.pdf
35. **McWard, G.W., Taylor, D.R.**, 2000. *Acidified Clay Litter Amendment*. *J Appl Poul Res.*, 9 (4):518-529.
36. **Miles, D.M., Rowe, D.E., Cathcart, T.C.**, 2011. *Litter Ammonia Generation: Moisture Content and Organic Versus Inorganic Bedding Materials*. *Poult. Sci.*, 90 (6):1162-1169.
37. **Monira, KN., Islam, M.A., Alam, M.J., Wahid, M.A.**, 2003. *Effect of Litter Materials on Broiler Performance and Evaluation of Manure Value of Used Litter in Late Autumn*. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 16 (4): 555-557.
38. **Moore, P.A., Daniel, T.C., Edwards, D.R., Miller, D.M.**, 1996. *Evaluation of Chemical Amendments to Reduce Ammonia Volatilization from Poultry Litter*. *Poult Sci.*, 75 (3):315-320.
39. **Moore, P.A., Daniel, T.C., Edwards, D.R.**, 1999. *Reducing Phosphorus Runoff and Improving Poultry Production with Alum*. *Poult Sci.*, 78:692-698.
40. **Musa, W.I., Sa'idu, L., Kaltungo, B.Y., Abubakar, U.B., Wakawa, A.M.**, 2012. *Poultry Litter Selection, Management and Utilization in Nigeria*. *Asian Journal of Poultry Science* 6 (2): 44-55.
41. **Olesiuk, O.M., Snoeyenbos, G.H., Smyser, C.F.**, 1971. *Inhibitory Effect of Used Litter on Salmonella Typhimurium Transmission in The Chicken*. *Avian Diseases* 15 (1):118-124.
42. **OSHA.**, 1991. *Ammonia in Workplace Atmospheres - Solid Sorbent: Method ID-188, OSHA analytical methods manual, 2nd ed., Part 2, Inorganic substances*.
43. **Petersen, L., Madsen, M.**, 2000. *Listeria Spp. in Broiler Flocks: Recovery Rates and Species Distribution Investigated By Conventional Culture and Eiafoss Method*. *International Journal of Food Microbiology* 58 (1-2):113-116.
44. **Pope, M.J., Cherry, E.**, 2000. *An Evaluation of The Presence of Pathogens on Broilers Raised on Poultry Litter Treatment (PLT) Treated Litter*. *Poult Sci.*, 79:1351-1355.
45. **Rehberger, G.T.**, 1999. *Biological Poultry Litter Treatment Composition and Its Uses*. Ag Tech Products, Inc Waukesha, Wis. Patent No: 5945333, 1999. <http://www.patents.com/us-5945333.html>.
46. **Ring, M., Zychowska, M.A., Stephan, R.**, 2005. *Dynamics of Campylobacter Spp. Spread Investigated in 14 Broiler Flocks in Switzerland*. *Avian Diseases* 49 (3):390-396.
47. **Ritz, C.W., Fairchild, B.N., Lacy, M.P.**, 2005. *Litter Quality and Broiler Performance*. Cooperative Extension Service/ The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences, Bulletin 1267, 2005.
48. **Rothrock, M.J., Cook, K.L., Warren, J.G., Sistani, K.**, 2008. *The Effect of Alum Addition on Microbial Communities in Poultry Litter*. *Poult Sci.*, 87 (8):1493-1503.
49. **Ruiz, V., Ruiz, D., Gernat, A.G., Grimes, J.L., Murillo, J.G., Wineland, M.J., Anderson, K.E., Maguire, R.O.**, 2008. *The Effect of Quicklime (CaO) on Litter Condition and Broiler Performance*. *Poult Sci.*, 87:823-827.
50. **Sarıca, M., Çam, M.A.**, 1998. *Broiler Üretiminde Altılığın Tekrar Kullanımının Verim ve Altılık Özelliklerine Etkileri*. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences* 22 (3): 213-219.
51. **Shah, S., Westerman, P., Parsons, J.**, 2006. *Poultry Litter Amendments*. Published by North Carolina Cooperative Extension Service, 2006. http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/wqwm/poultry/factsheet_agw_657long.pdf.
52. **Shanmugasundaram, R., Lilburn, M.S., Selvaraj, R.K.**, 2012. *Effect of Recycled Litter on Immune Cells in The Cecal Tonsils of Chickens*. *Poult Sci.*, 91 (1): 95-100.
53. **Stringfellow, K., Caldwell, D., Lee, J., Byrd, A., Carey, J., Kessler, K., McReynolds, J., Bell, A., Stipanovic, R., Farnell, M.**, 2010. *Pasteurization of Chicken Litter With Steam and Quicklime to Reduce Salmonella Typhimurium*. *J Appl Poul Res.*, 19 (4):380-386.
54. **Stringham, M., Ludek, Z., We, W.**, 2000. *Turkey Litter Treatment with Hydrated Lime*. Cited 20/09/2011. http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference_proceedings/turkey_days/2000/stringham_2000.pdf.
55. **Terzich, M., Quarles, C., Goodwin, M.A., Brown, J.**, 1998. *Effect of Poultry Litter Treatment (PLT) on Death Due to Ascites in Broilers*. *Avian Dis.*, 42:385-387.
56. **Timmons, J.R., Harter-Dennis, J.M.**, 2011. *Superabsorbent Polymers as A Poultry Litter Amendment*. *International journal of poultry science*, 10 (6): 416-420.
57. **Torok, V. A., Hughes, R. J., Ophel-Keller, K., Ali, M., MacAlpine, R.**, 2009. *Influence of Different Litter Materials on Cecal Microbiota Colonization in Broiler Chickens*. *Poult Sci.*, 88: 2474-2481.
58. **Vicente, J.L., Higgins, S.E., Hargis, B.M., Tellez, G.**, 2007. *Effect of Poultry Guard litter amendment on horizontal transmission of Salmonella enteritidis in broiler chicks*. *Int J Poul Sci.*, 6:314-317.