

Paketlemede Kullanılan Nem Tutucu Filtrelerin Hindi Etinin Raf Ömrü Üzerine Etkisi[#]

Hilal ÇOLAK^{1*}, Gülşah UĞURLUAY², Bülent NAZLI¹, Enver Barış BİNGÖL¹

¹İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Avcılar, İstanbul
²Pehlivan Gıda San. Tic. Ltd. Şti., Kadıköy, İstanbul

*Sorumlu Yazar: Hilal ÇOLAK
İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, 34320, Avcılar, İstanbul
e-posta: hcolak@istanbul.edu.tr, Tel: +90 212 4737070-17181

Geliş Tarihi / Received: 07.02.2011

ÖZET

Bu çalışma, paketlemede kullanılan diatomit içeren nem tutucu filtrelerin, hindi etinin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, kuşbaşı hindi etleri üç eşit gruba ayrıldıktan sonra, I. Grup kontrol olarak kullanılmıştır. Hindi eti örnekleri strafor tabaklara porsiyonlanmadan önce II. Grup için tabaklarının zeminine selüloz bazlı materyal olarak kâğıt havlu, III. Grup için diatomit içeren filtrelerden yerleştirilmiştir. Tüm strafor tabakların üzeri polietilen film ile kaplandıktan sonra, örnekler +4°C'lik soğuk muhafazaya alınmıştır. Örnekler, muhafazanın 0., 2., 4., 6., 8. ve 10. günlerinde mikrobiyolojik (Toplam aerob mezofilik bakteri, koliform, psikrofil bakteri, *Pseudomonas* spp., küf – maya) ve fiziko-kimyasal (pH, su aktivitesi, kokuşma tespit deneyi) açıdan analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, I. Grup örneklerin muhafazanın 4. gününde, II. Grup örneklerin muhafazanın 6. gününde, III. Grup örneklerin ise muhafazanın 8. gününde bozuldukları tespit edilmiştir. Paketlemede kullanılan nem tutucu filtrelerin, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında hindi etinin raf ömrünü 4 gün uzattığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hindi eti, raf ömrü, nem tutucu filtre, mikrobiyolojik kalite, bozulma

ABSTRACT

THE EFFECT OF HUMIDITY ABSORBING FILTERS USED AS PACKING MATERIAL ON THE SHELF LIFE OF TURKEY MEAT

This study was conducted to investigate the effect of humidity absorbing filters used as packing material on the microbiological quality and shelf life of turkey meat. For this purpose, cubed turkey meat was divided into three equal groups and Group I was used as control. Before turkey meat was placed onto the styrofoam trays, paper towel as cellulose based material was put on the trays for Group II and humidity absorbing filter with diatomide for Group III and all styrofoam trays wrapped with polyethylene film. Analyses were performed on each group at 0, 2, 4, 6, 8 and 10th days of the cold storage at +4°C, for microbiological (Total mesophilic aerobic bacteria, coliforms, psychophilic bacteria, *Pseudomonas* spp., yeast-mould) and physicochemical parameters (pH, a_w, spoilage test). According to the results of the analyses, it was determined that samples of Group I was spoiled on the 4th day, samples of Group II on the 6th day and samples of Group III on the 8th day of the cold storage. It was found that the use of humidity absorbing filter in packing material prolonged the shelf life of turkey meat to 4 days when compared with the control group.

Key Words: Turkey meat, shelf life, humidity absorbing filter, microbiological quality, spoilage

[#] İkinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Giriş

İnsan beslenmesinde, hayvansal kökenli gıdaların önemi büyüktür. Özellikle, çocuk ve genç yaştaki nüfusun hayvansal gıdalar açısından yeterli beslenmesi, fiziksel büyüme yanında zihinsel gelişim açısından da son derece önemlidir. Hayvansal gıdalardan hindi etinin de içinde yer aldığı kanatlı etleri, kolesterol seviyesinin düşüklüğü ve protein/kalori oranının yüksek olması nedeniyle sağlık açısından kırmızı et yerine tercih edilmektedir. Ayrıca, hindi eti B grubu vitaminlerinden tiamin (B₁), riboflavin (B₂), niasin (B₃) ve pridoksin (B₆), mineral maddelerden ise kalsiyum, fosfor ve potasyum bakımından zengindir (Addis, 1986; İşeri ve Erol, 2009; Koyubenbe ve Konca, 2010). Hindi eti renk ve lezzet açısından tüm dünyada kırmızı ete alternatifi olarak görülmektedir (Majkovic ve ark., 2003).

Tüketime sunulacak kanatlıların sağlıklı olarak yetiştirilmesi ve kesimi, kesim sonrası gövdelerin hijyenik koşullarda işlenmesi, ambalajlanması ve tüketiciye ulaşıncaya kadar muhafaza edilmesi ürün kalitesini olumlu etkilemekte ve bu aşamalarda oluşabilecek her türlü aksama, etlerin kolayca bozulmasına ve tüketici sağlığı açısından riskli hale gelmesine neden olabilmektedir (Katula ve Pandya, 1995). Bu nedenle, bu değerli gıda maddesi gerek yetiştiricilikte, gerekse gıdaya çevirilmesinde yapılan hatalar nedeniyle sık olarak halk sağlığı sorunlarına yol açabilmekte ve kanatlı etleri birçok ülkede gıda kökenli hastalıkların sorumlusu olarak ilk sıralarda yer almaktadır (Erol, 2007).

Hindi etinin beslenmede önemli bir yer tutması, üretimden tüketime kadar gerekli hijyen koşullarının sağlanmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu nedenle, hindi eti gibi besin değeri yüksek gıdaların paketleme ve ambalajlanmasında çeşitli yöntemlerin kullanımı, ürünün raf ömrünü artırmak ve sonradan meydana gelebilecek kontaminasyonları önlemek bakımından büyük önem taşımaktadır (Uğur ve ark., 2003). Özellikle, çiğ kırmızı et ve kanatlı etlerinin paketlenmesinde, yapısında nem tutucu bileşikleri içeren filtrelerin

kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Buradaki amaç, ambalaj içindeki etten sızan sıvının filtre tarafından tutulması ve ürün ile temasının kesilmesi sonucunda, ürünün raf ömrünün uzatılması ve dolayısıyla gıda güvenliğinin sağlanmasıdır. Etlerden sızan sıvının tutulması amacıyla strafor tabakların içine, etin alt kısmına gelecek şekilde kâğıt havlu, peçete vb. gibi selüloz bazlı materyaller de kullanılmaktadır. Doğru kullanımı sağlanamayan bu materyaller ise; etlerden sızan sıvıyı tutsalar bile, biriken sıvı et yüzeyine temas ettiğinden burada mikrobiyel üreme açısından uygun ortam oluşabilmektedir (Gracey, 1986; Hayes, 1992).

Nem tutucu bileşik olarak diatomit içeren filtreler, gıda sektöründe kullanım alanı bulmaktadır. Diatomit, Kizelgur ve Tripoli adlarıyla da bilinen ve su yosunları sınıfından mikroskobik alglerin çökmesi sonucu oluşan, genel formülü SiO₂.nH₂O olan, hafif ve kolay ufalanabilen endüstriyel bir kayadır (Bentli, 2010). Diatomit %85-90 oranında gözeneklilik derecesine sahip bir doku oluşturabilecek özel yapısı, kimyasal etkilere karşı direnci ve steril özelliği nedeniyle, süspansiyon haldeki katı tanecikleri sıvılardan ayırmak amacıyla uygulanan filtrasyon işlemlerinde oldukça sık kullanılmaktadır. Ayrıca gözenekli yapısı ve geniş süzme yüzeyi sağlaması, yağ ve bazı mikroorganizmaları absorbe etmesi gibi nedenlerle filtrasyon hızını ve randımanını da artırmaktadır (Çeşmeci ve ark., 1996).

Diatomit oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Şeker üretim endüstrisinde, bira, şarap, meyve suyu, meşrubat ve her türlü içecek üretiminde, hayvani – nebati yağların, makine yağlama yağlarının süzülmesinde, atık sular ve havuz sularının filtrasyonunda, ilaç sanayiindeki süzme işlemleri ve bunun gibi birçok hassas ve kaba süzme gerektiren işlemlerde kullanılmasının yanı sıra boya, diş macunu, lastik, plastik, ilaç, kozmetik, kağıt, kibrit, cila, temizlik maddesi ve benzerlerinin üretiminde katkı maddesi olarak da kullanım alanı bulmaktadır (Neu ve Alciartore, 1977).

Bu çalışma, paketlemede ambalaj materyali olarak kullanılan diatomit içeren nem tutucu

filtrelerin, hindi etinin mikrobiyolojik kalitesi ve raf: ömrü üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem

Hindi eti örnekleri

Araştırmada kullanılan hindi eti örnekleri özel bir hindi işletmesinden (Alphindi Üretim Sat. Paz. İth. İhr. Ltd. Şti.) temin edildi. Laboratuvar analizleri İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarlarında yapıldı.

Hindi eti örneklerini paketlemede kullanılan ambalaj malzemeleri

Paketlemede kullanılan nem tutucu filtreler Willy Arnold GmbH (Almanya) firmasından ithal edildi. Strafor tabaklar, paketlerin üzerini kaplamak için kullanılan streç (polietilen) filmler ve kâğıt havlu İstanbul piyasasından temin edildi.

Hindi eti örneklerinin hazırlanması

Üretici firmadan temin edilen kuşbaşı olarak doğranmış hindi göğüs etleri, her biri 750'şer g olacak şekilde straför tabaklara (toplam 18 paket) porsiyonlandı. Örnekler, 6'şarlı 3 gruba ayrıldıktan sonra, bunlardan I. Grup kontrol olarak kullanıldı. II. ve III. Grup kuşbaşı etler ise straför tabaklara porsiyonlanmadan önce, II. Grup için tabakların zeminine, selüloz bazlı materyal olarak kâğıt havlu, III. Grup tabakların zeminine ise diatomit içeren nem tutucu filtrelerden yerleştirildi. Bu şekilde hazırlanan gruplara ait tüm straför tabakların üzeri streç film (polietilen) ile kaplandıktan sonra, örnekler +4°C'lik soğuk muhafazaya alındı. Her bir deneme farklı tarihlerde olmak üzere üç kez tekrarlandı.

Laboratuvar analizleri

Tüm gruplara, +4°C'lik soğuk muhafazanın 0., 2., 4., 6., 8. ve 10. günlerinde mikrobiyolojik (Toplam aerob mezofilik bakteri, koliform, psikrofil bakteri, *Pseudomonas* spp., küf: - maya) ve fizikokimyasal (pH, su aktivitesi, kokuşma tespit deneyi) analizler paralel olarak uygulandı.

Mikrobiyolojik analizler

Kuşbaşı hindi eti örneklerinden her grup için ayrı olmak üzere aseptik şartlarda steril poşetlere 10'ar g örnek alındı. Üzerine 90 mL steril peptonlu su ilave edildikten sonra stomacherde (Lab Blender 400) homojenize edildi. Elde edilen ana dilüsyondan aynı sulandırıcı kullanılarak seri dilüsyonlar hazırlandı ve aranılan mikroorganizmalar yönünden analize tabi tutuldu (FDA, 1995; Harrigan, 1998).

Toplam aerob mezofil mikroorganizma sayımı

Toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısının belirlenmesinde Standard Plate Count Agar (Oxoid, CM0463) kullanıldı. Dökme yöntemiyle ekim yapılan plaklar, 37°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra koloni sayımı yapıldı (Andrews, 1992; Harrigan, 1998).

Koliform bakteri sayımı

Koliform bakterilerin izolasyonu amacıyla Violet Red Bile Lactose Agar (Oxoid, CM0107) kullanıldı. Çift tabaka dökme ekim yöntemi ile ekim yapılarak 37°C'de 24 saat inkübasyondan sonra, 2-3 mm çapındaki kırmızı viyole renkli koloniler sayıldı (Harrigan, 1998).

Toplam psikrofil bakteri sayımı

Psikrofil bakteri sayısının belirlenmesinde Standard Plate Count Agar (Oxoid, CM0463) kullanıldı. Besiyerine dökme plak yöntemiyle ekim yapılarak 4°C'de 5-7 gün inkübe edildikten sonra üreyen koloniler sayıldı (Andrews, 1992; Harrigan, 1998).

Pseudomonas spp. sayımı

*Pseudomonas*lar, CFC Selective Agar Supplement (Oxoid, SR0103) ilaveli *Pseudomonas* Agar Base (Oxoid, CM0559) besiyerinde 25°C'de 48 saat inkübasyondan sonra sayıldı (Anonim, 1996).

Küf-maya sayımı

Küf-maya sayımı, hazırlanan dilüsyonların Chloramphenicol Selective Supplement (Oxoid, SR0078) ilaveli Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC Agar, Oxoid CM0727)'a yapılan yayma ekimi takiben

25°C'de 5 gün inkübasyondan sonra yapıldı (Anonim, 1989; Harrigan, 1998).

Fiziko-Kimyasal Analizler

pH Tayini

Kıyma haline getirildikten sonra saf su ile sulandırılarak homojenize edilmiş (10 g/100 mL saf su) hindi eti örneklerinin, pH-metre (Hanna HI 9321) ile bildirilen analiz günlerinde pH değerleri ölçüldü (Anonim, 1978).

Su Aktivitesi (a_w) Tayini

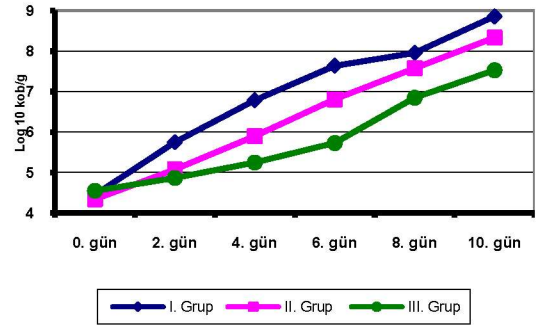
Örneklerin su aktivitesi değerleri, bildirilen analiz günlerinde, Higrometre (Lufft) ile ölçüldü (Trevino ve ark., 1997).

Kokuşma Tespit Deneyi

Bozulma başlangıcı Eber reaktifi ile kokuşma tespit yöntemiyle kalitatif olarak saptandı (İnal, 1992). Örneklerde bozulmaya bağlı olarak oluşan amonyakın (NH_3), Eber Reaktifinde bulunan klorür (Cl^-) iyonlarıyla amonyum klorür (NH_4Cl) oluşturması sonucu, meydana gelen beyaz dumanlanmanın yoğunluğu değerlendirilmiştir. Buna göre, az bir duman oluşumu gözlenmişse '+', yoğun dumanlama '++', çok yoğun dumanlama ise '+++' simgesi ile gösterilmiştir.

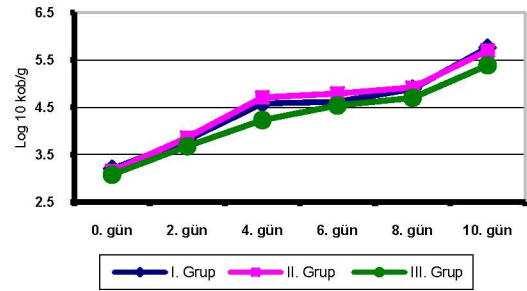
Bulgular

Hindi eti örneklerinde muhafaza sürecinde toplam aerob mezofil bakterilere ait saptanan değişimler Şekil 1'de, koliform grubu bakterilere ait değişimler Şekil 2'de, psikrofil bakterilere ait değişimler Şekil 3'te, *Pseudomonas* spp.'ne ait değişimler Şekil 4'te, küf ve mayalara ait değişimler Şekil 5'te, pH değişimleri Şekil 6'da, su aktivitesi (a_w) değişimleri Şekil 7'de ve kokuşma tespit deneyine ait analiz sonuçları ise Tablo 1'de gösterilmiştir.



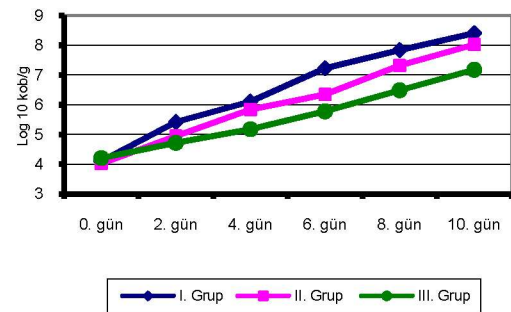
Şekil 1. Hindi eti örneklerinde muhafaza sürecinde toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler [ortalama (\log_{10} kob/g)].

Figure 1. The changes of total aerobic mesophilic bacteria counts in turkey meat samples during storage (Mean \log_{10} cfu/g).



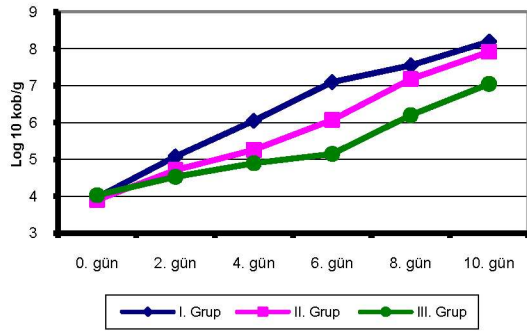
Şekil 2. Hindi eti örneklerinde muhafaza sürecinde koliform grubu bakteri sayılarındaki değişimler [Ortalama (\log_{10} kob/g)].

Figure 2. The changes of coliform counts in turkey meat samples during storage (Mean \log_{10} cfu/g).



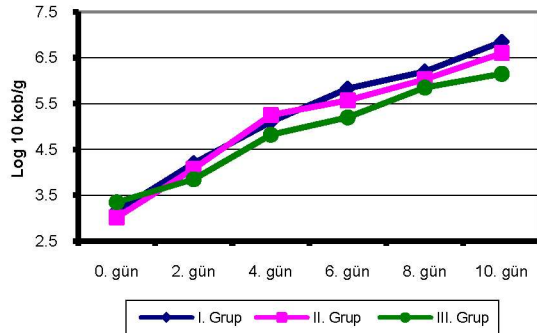
Şekil 3. Hindi eti örneklerinde muhafaza sürecinde psikrofil bakteri sayılarındaki değişimler [Ortalama (\log_{10} kob/g)].

Figure 3. The changes of psychrophilic bacteria counts in turkey meat samples during storage (Mean \log_{10} cfu/g).



Şekil 4. Hindi eti örneklerinde muhafaza sürecinde *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler [Ortalama (log₁₀ kob/g)].

Figure 4. The changes of *Pseudomonas* spp. counts in turkey meat samples during storage (Mean log₁₀ cfu/g).



Şekil 5. Hindi eti örneklerinde muhafaza sürecinde küf-maya sayılarındaki değişimler [Ortalama (log₁₀ kob/g)].

Figure 5. The changes of yeast-mould counts in turkey meat samples during storage (Mean log₁₀ cfu/g).

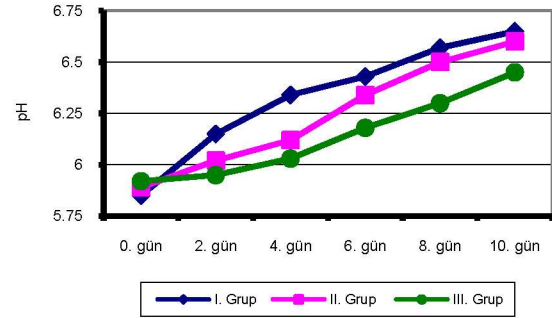
Tablo 1. Hindi eti örneklerinde muhafaza sürecinde yapılan kokuşma tespit deneyi sonuçları.

Table 1. Spoilage test results in turkey meat samples during storage.

Grup	Gün					
	0	2	4	6	8	10
I. Grup	-	-	+	++	+++	+++
II. Grup	-	-	-	+	++	+++
III. Grup	-	-	-	-	+	++

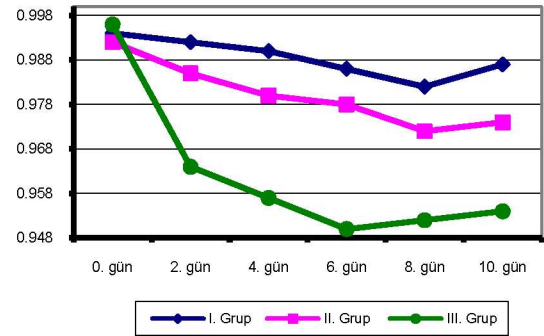
Tartışma ve Sonuç

Paketlemede ambalaj materyali olarak kullanılan diatomit içeren nem tutucu filtrelerin, hindi etinin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bu



Şekil 6. Hindi eti örneklerinde muhafaza sürecinde pH değerlerindeki değişimler.

Figure 6. The changes of pH values in turkey meat samples during storage.



Şekil 7. Hindi eti örneklerinde muhafaza sürecinde su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler.

Figure 7. The changes of water activity values in turkey meat samples during storage.

çalışmada, 0. günde saptanan toplam aerob mezofil bakteri sayıları her üç grup için de birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Kontrol grubu olan I. Grupta 0. günde toplam bakteri sayısı 4,45 log₁₀ kob/g, II. ve III. Grupta ise sırasıyla 4,34 ve 4,55 log₁₀ kob/g olarak tespit

edilmiştir. Bu sayılar, muhafazanın 2. gününde I. Grup (kontrol) ve II. Grupta sırasıyla 5,75 ve 5,08 \log_{10} kob/g'a yükselirken, filtre kullanılan III. Grupta ise toplam bakteri sayısı 4,87 \log_{10} kob/g düzeyinde saptanmıştır.

Soğuk muhafazanın diğer günlerinde toplam aerob mezofil bakteri sayısının I. Grup ve II. Grupta daha hızlı bir yükseliş gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 1). Toplam aerob mezofil bakteri sayısı, gıdaların hijyenik durumlarını değerlendirmede indikatör olarak kullanılmaktadır. Ayrıca üretim yapılan işletmenin durumu, işleme sonrasında ürünün muhafaza ve nakliye koşulları hakkında bilgi verir. Toplam aerob mezofil bakteri sayısının belirlenmesi ile gıdada bozulmanın başlaması ve o gıdanın raf ömrü saptanabilir. Genel olarak, gıdalar 10^7 kob/g düzeyinde mikroorganizma içerdiğinde tüketilemez durumdadır (Dainty ve ark., 1975; Ünlütürk ve Turantaş, 1999). Bautista ve ark. (1995) kanatlı eti üzerindeki toplam mikroorganizma sayısının 1×10^6 kob/g'in üzerinde olmasının kötü kalite ve hatalı depolamanın belirtisi olabileceğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, kontrol grubunun (I. Grup) toplam bakteri sayısı, muhafazanın 4. gününde 6,79 \log_{10} kob/g seviyelerine ulaşmış olup, bu sayı örneklerin bozulduğunu göstermektedir. Kontrol grubu (I. Grup) örneklerin 4. günde ölçülen pH değeri 6,34, II. Grup örneklerin 6. günde ölçülen pH değeri 6,36, III. Grup örneklerin ise 8. gündeki pH değeri 6,30 olarak tespit edilmiştir. Muhafazanın 8. ve 10. günlerindeki pH değişimleri incelendiğinde, III. Gruba ait pH değerinin daha düşük seviyelerde kaldığı gözlenmektedir (Şekil 6). pH değerinin çığ et gibi yüksek protein düzeyine sahip gıdalarda 6,3'ün üzerinde bulunması, kokuşma şekillenmesinden dolayı, o gıdanın bozulmuş olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır (Uğur ve ark., 2003).

Nitekim, 4. günde yapılan kokuşma tespit deneyinde (+) sonucun tespit edilmesi de, kontrol grubuna ait hindi eti örneklerinin bozulmuş olduğunu göstermektedir. Tablo 1'den de görülebileceği gibi, II. Grup örneklerin 6. günde, III. Grup örneklerin ise 8.

günde yapılan kokuşma tespit deneyinde (+) sonuç verdikleri saptanmıştır. Muhafazanın ilerleyen günlerinde kokuşma arttıkça, analizde izlenen pozitiflik düzeyi de artış göstermiştir.

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (2009/6)'nde Çığ Kanatlı Etleri için bildirilen mikrobiyolojik kriterlere göre aerobik mezofilik bakteri sayısı için belirlenen üst limit değer $1,0 \times 10^6$ kob/g olarak bildirilmektedir (Anonim, 2009). Grupların toplam bakteri sayıları incelendiğinde I. Grup (kontrol) örneklerinin muhafazanın 4. günündeki ($6,2 \times 10^6$ kob/g), II. Gruba ait örneklerin muhafazanın 6. günündeki ($6,5 \times 10^6$ kob/g), nem tutucu filtre kullanarak paketlenen III. Grup örneklerin ise muhafazanın 8. günündeki ($7,1 \times 10^6$ kob/g) toplam bakteri sayılarının TGK'nde bildirilen üst limit değeri aştığı görülmektedir.

Kontrol grubu (I. Grup) ile karşılaştırıldığında, paketlerde nem tutucu filtre kullanılan III. Grup örneklerin raf ömrünün 4 gün arttığı görülmektedir. Muhafazanın 10. gününde I. ve II. Gruplara ait toplam bakteri sayıları sırasıyla 8,86 ve 8,34 \log_{10} kob/g saptanırken, III. Grup örneklerde bu sayının 7,53 \log_{10} kob/g düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Sezen (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, kuşbaşı hindi etlerinin son kullanma tarihinde belirlenen toplam bakteri sayılarının $4,5 \times 10^5$ - $5,0 \times 10^8$ kob/g aralığında değişim gösterdiği, ortalama sayının ise $6,0 \times 10^7$ kob/g düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar, bizim çalışmamızda grupların bozulma gösterdikleri günlerde tespit edilen toplam bakteri sayıları ile benzerlik göstermektedir. Tuncer (2006) tarafından yapılan bir çalışmada $+4^\circ\text{C}$ 'de muhafaza edilen broiler karkaslarının toplam bakteri sayısı 0. günde 2,30 \log_{10} kob/g iken; 4. günde 3,58 \log_{10} kob/g, 8. günde ise büyük bir artış göstererek 7,24 \log_{10} kob/g olarak belirlenmiştir. Bu çalışmadaki 0. ve 4. gün sonuçlarının bizim bulgularımıza göre daha düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Fakat, muhafazanın 8. günündeki toplam bakteri sayıları ile karşılaştırıldığında, I. ve II. Grup örneklerinin sonuçları ile benzerlik

gözlenmiştir. Nem tutucu filtre kullanılan III. Grup örneklerinin toplam bakteri sayısı ise Tuncer (2006) tarafından saptanan sayıdan ($6,85 \log_{10}$ kob/g) daha düşük bulunmuştur.

Gıdalarda koliform grubu mikroorganizmaların bulunması, kötü sanitasyon koşullarının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Koliform grubu mikroorganizmaların hepsi dışkı kökenli olmasa da insanların ve sıcak kanlı hayvanların alt sindirim sisteminin mikroflorasını oluşturduğundan, fekal kontaminasyonun bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Ergezer, 2005).

Bu çalışmada, hindi eti örneklerinde muhafaza sürecinde koliform grubu bakteri sayılarındaki değişimler Şekil 2'de verilmiştir. Muhafaza süresince tüm gruplarda tespit edilen koliform grubu bakteri sayıları benzerlik göstermektedir. 0. günde saptanan koliform sayıları, yaklaşık $3 \log_{10}$ kob/g düzeylerinde iken, muhafazanın 4., 6. ve 8. günlerinde yaklaşık $4 \log_{10}$ kob/g seviyelerinde tespit edilmiştir. Muhafazanın 10. gününde I., II. ve III. Gruplardan izole edilen koliform grubu bakteri sayıları sırasıyla 5,76; 5,70 ve 5,39 \log_{10} kob/g olarak bulunmuştur. Ergezer (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, hindi etlerinin muhafaza sürecindeki koliform grubu bakteri sayıları, 1. gün $3,14 \log_{10}$ kob/g, 4. gün $5,45 \log_{10}$ kob/g, 7. gün $6,60 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edilmiştir.

Kanatlı etlerinde bozulma yapan mikroorganizmaların başında *Pseudomonas* spp. yer almaktadır (Uğur ve ark., 2003). *Pseudomonas*ların mezofilik, psikrofilik veya psikrotrofik türleri vardır. Psikrofilik veya psikrotrofik türleri özellikle soğukta muhafaza edilen et, süt, yumurta gibi hayvansal gıdaların bozulmasında önemli rol oynar (Pope ve Cherry, 2000; Ünlütürk ve Turantaş, 1999). Bu çalışmada hindi eti örneklerinin muhafaza sürecindeki psikrofil bakteri sayılarına ait değişimler, Şekil 3'de verilmiştir. Muhafazanın 0. gününde tüm gruplardaki psikrofil bakteri sayısı birbirine yakın ($4 \log_{10}$ kob/g civarında) bulunurken, muhafazanın 2. gününde kontrol grubunun psikrofil sayısı $5,42 \log_{10}$ kob/g, II. ve III. Gruplara ait sayılar ise sırasıyla 4,95 ve

$4,72 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edilmiştir. Soğuk muhafazanın diğer günlerinde psikrofil bakteri sayıları gruplara bağlı olarak değişen bir artış göstermiştir. Kontrol grubu olan I. Gruptaki sayılar daha yüksek olarak saptanmıştır. Muhafazanın 4. gününde psikrofil bakteri sayısı $6,11 \log_{10}$ kob/g iken, II. ve III. Gruplara ait sayılar sırasıyla $5,84$ ve $5,18 \log_{10}$ kob/g olarak bulunmuştur. Muhafazanın 6. ve 8. günlerinde ise nem tutucu filtre kullanılan III. Grup örneklerin psikrofil bakteri sayısı, I. ve II. Gruplara göre daha düşük düzeylerde tespit edilmiştir. Muhafazanın 10. gününde de III. Grup örneklerin psikrofil bakteri sayısı diğer iki grupla karşılaştırıldığında, 1 log ünitelik fark gözlemlenmiştir.

Örneklerde saptanan *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler Şekil 4'de verilmiştir. Buna göre, 0. günde tespit edilen sonuçlar tüm gruplar için benzerlik gösterirken, soğuk muhafazanın ilerleyen günlerinde *Pseudomonas* spp. sayısı özellikle kontrol grubunda hızla artış göstermiş ve 4. günde 6,05; 6. günde 7,10; 10. günde ise $8,20 \log_{10}$ kob/g düzeylerine ulaşmıştır. II. Grup örneklerde daha düşük sonuçlar elde edilse de, benzer bir artış belirlenmiş olup, muhafazanın 10. gününde *Pseudomonas* spp. sayısı $7,92 \log_{10}$ kob/g olarak bulunmuştur. Nem tutucu filtre kullanılan III. Grup örneklerinde ise daha kontrollü bir artış gözlemlenmiş, soğuk muhafazanın 2. ve 4. günlerinde 4 log civarında olan *Pseudomonas* spp. sayıları 6. günde 5,15; 8. günde 6,20 ve 10. günde ise $7,05 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edilmiştir.

Barners ve Impey (1968) tarafından soğuk muhafaza ($+4^{\circ}\text{C}$) sonunda toplam floranın %70-80'ini *pseudomonas*ların oluşturduğu rapor edilmiştir. Gill ve Newton (1980) tarafından yapılan diğer bir araştırmada, suyla soğutulmuş kanatlı karkasları paketlenmeden desikatörde ve paketlenerek $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 20 gün muhafaza edilmiş ve paketlenmiş olanlarda 8. günde, paketlenmemiş olanlarda 6. günde bozulma organoleptik olarak fark edilmiş ve her iki depolama tipinde 4. gün floraya *pseudomonas*ların hâkim olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Gallo ve ark. (1998) kesimden sonra $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki depolamanın ilk

haftasında kanatlı karkaslarındaki pseudomonasların hızlı gelişim gösterdiklerini, 6. günden sonra bozulmanın başlamasıyla floranın %50-80'ine hakim olduklarını bildirmişlerdir.

Sezen (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, son kullanma tarihinde analiz edilen hindi eti örneklerinin *Pseudomonas* spp. sayıları $1,0 \times 10^4$ – $5,2 \times 10^7$ kob/g arasında (ortalama $6,0 \times 10^6$ kob/g) belirlenmiştir. Bu sonuçlar, bizim bulgularımız ile uyumluluk göstermektedir.

Hindi eti örneklerinde muhafaza sürecinde tespit edilen küf – maya sayıları Şekil 5'te verilmiştir. Bu çalışmada, I. Grup (kontrol) ve II. Grup örneklerinin küf-maya sayılarında meydana gelen değişimler oldukça benzer bulunmuştur. III. Grup örneklerin küf – maya sayıları I. ve II. Gruba göre daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Her üç grubun da 0. gün analizlerinde tespit edilen küf – maya sayıları birbirine yakın bulunmuş olup, $3,02$ – $3,35 \log_{10}$ kob/g değerleri arasında değişim göstermiştir. Muhafazanın 2. ve 4. gününde I. ve II. Grup örneklerin küf – maya sayıları sırasıyla 4 ve $5 \log_{10}$ kob/g değerlerinde iken, III. Grup örneklerin küf – maya sayıları 1'er \log_{10} ünitelik azalma ile 3 ve $4 \log_{10}$ kob/g değerlerindedir. Soğuk muhafazanın 6. gününde ise her üç grubun da küf – maya sayıları birbirine yakın değerler göstermiş ve I., II. ve III. Gruplara ait sayılar sırasıyla 5,83; 5,57 ve $5,20 \log_{10}$ kob/g olarak saptanmıştır. Muhafazanın 8. ve 10. gününde, III. Gruba ait küf-maya sayıları daha düşük bulunsada, diğer iki gruba yakın sonuçlar tespit edilmiştir.

Ergezer (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, kuşbaşı hindi etlerinin başlangıç küf ve maya sayıları $2,49$ – $3,27 \log_{10}$ kob/g, muhafazanın son günü olarak belirtilen 7. günde ise $4,16$ – $4,69 \log_{10}$ kob/g arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir. Tuncer (2006) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise broiler karkaslarının muhafaza sürecindeki maya değerleri 0. gün $2,30$, 4. gün $2,47$ ve 8. gün ise $4,70 \log_{10}$ kob/g olarak bulunmuştur. Bu bulgular bizim tespit ettiğimiz sonuçlardan daha düşük seviyelerdedir.

Bu çalışmada, analiz edilen hindi eti örneklerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerleri incelendiğinde, I. Grup örneklerin a_w değerlerinin $0,994$ – $0,987$ aralığında çok az bir değişim gösterdiği tespit edilmiştir. II. Grup örneklerin a_w değerleri, I. Grup ile karşılaştırıldığında, daha düşük saptanmış olsa da, sonuçlar birbirine yakın bulunmuştur (Şekil 7). III. Grup örneklerde ise nem tutucu filtre kullanımının doğal bir sonucu olarak 0. günde $0,996$ olan a_w değeri önemli bir düşüş göstererek, muhafazanın 2. gününde $0,964$ olarak kaydedilmiştir. Muhafazanın ilerleyen günlerinde ise çok fazla bir düşüş olmamış, 10. gün a_w değeri $0,954$ olarak saptanmıştır. Su aktivitesi değeri, gıdalarda mikroorganizmaların gelişimi için çok önemli bir parametredir. Özellikle pseudomonaslar gibi bozulma yapıcı mikroorganizmaların düşük a_w değerlerinde faaliyetleri sınırlandırılmaktadır (Bingöl, 2009; Regez ve ark., 1988).

Bu çalışmada kullanılan filtrelerin içeriğinde bulunan diatomit maddesi kuvvetli nem çekme özelliğine sahiptir (Mete, 1982). Bu bakımdan, Şekil 7'den de görüleceği gibi muhafazanın 2. gününde a_w değerinde önemli bir azalma saptanmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçları üzerinde genel bir değerlendirme yapılacak olursa, toplam bakteri, psikrofil bakteri ve *Pseudomonas* spp. sayılarının filtre kullanılan grupta (III. Grup) diğer gruplara göre daha düşük seviyelerde olduğu görülmektedir (Şekil 1, 3 ve 4). Bu durumun, nem tutucu filtrenin paketleme sonrasında hindi etlerinden salınan serbest suyu absorbe etmesi ve suyu yapısında tutarak geriye vermemesinden, ve filtre içerisindeki diatomitin kısmen de olsa, mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, diatomit içeren filtrelerin kullanımı hindi etlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında raf ömrünü 4 gün uzatmıştır. Bu nedenle, paketlemede diatomit içeren filtrelerin kullanımının, gerek raf ömrünün uzaması ile ekonomik kayıpların önlenmesinde, gerekse gıda güvenliğinin sağlanmasında yararlı olabileceği kanaatine varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 5123.

KAYNAKLAR

- Addis, P.B., 1986.** Poultry muscle as food. Bechtel, P (Ed.). Muscle as Food. London: Journal Academic Press Inc.
- Andrews, W., 1992.** Manual of Food Quality Control (4th ed.) I. Microbiological Analysis, FAO Consultant Food and Drug Administration, Washington D. C., USA.
- Anonim, 1978.** Et ve mamüllerinde pH tayini. Referans Metot. TS 3136, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1989.** Maya ve Küf Sayımında Genel Kurallar - 25°C'de koloni sayımı tekniği. TSE 6580, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1996.** Et ve Et Ürünleri. Pseudomonasların Sayımı Standartı (TS ISO 13720). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2009.** Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği, 2009/6, Tarım Köyişleri Bakanlığı, Ankara.
- Barners, E.M., Impey, C.S., 1968.** Psychophilic spoilage bacteria of poultry. Journal of Applied Bacteriology 31, 97-107.
- Bautista, D.A., Villancourt, J.P., Clarke, R.A., Renwick, S., Griffiths, M.W., 1995.** Rapid assessment of the microbiological quality of poultry carcasses using ATP bioluminescence. Journal of Food Protection 58 (5), 551-554.
- Bentli, İ., 2010.** Kütahya-Alayunt diyatomit cevherindeki safsızlıkların hidroksilon ve kalsinasyonla giderilmesi. Madencilik, 49, 13-21.
- Bingöl, E.B., 2009.** Farklı modifiye atmosfer paketleme (M.A.P) uygulamalarının devekuşu Etinin Mikrobiyolojik Kalitesi ve raf ömrü üzerine etkileri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çeşmeci, R., Mısırlı, Z., Gökteş, A.A., 1996.** Evaluation of diatomite as filters prepared by extrusion. Türk Seramik Derneği Yayınları, 17 (2) 457-462.
- Dainty, R.H., Shaw, B.G., De Boer, K.A., Scheps, E.S.J., 1975.** Protein changes caused by bacterial growth on beef. Journal of Applied Bacteriology 39, 73-81.
- Ergezer, H., 2005.** Değişik yöntemlerle marine edilmiş kanatlı etlerinin kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyuşal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Erol, İ., 2007.** Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Ankara Üniversitesi Yayinevi, Ankara.
- FDA, 1995.** Bacteriological Analytical Manual. (6th ed.). Gaithersburg: AOAC International.
- Gallo, L., Schmitt, R.E., Schmidt-Lorenz H., 1998.** Microbial spoilage of refrigerated fresh broilers. I. Bacterial flora and growth during storage. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie 21, 216-223.
- Gill, C.O., Newton, K.G., 1980.** Development of bacterial spoilage at adipose tissue surface of fresh meat. Applied and Environmental Microbiology 39, 1076-1077.
- Gracey, J.F., 1986.** Meat Hygiene, (8th ed.), London: The English Book Society.
- Harrigan, W.F., 1998.** Laboratory Methods in Food Microbiology. London: Academic Press.
- Hayes, P.R., 1992.** Food Microbiology and Hygiene. (2nd ed.), London: Elsevier Applied Science.
- İşeri, Ö., Erol, İ., 2009.** Hindi etinden kaynaklanan başlıca bakteriyel enfeksiyon ve intoksikasyonlar. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 56, 47-54.
- Katula, L.K., Pandya, Y., 1995.** Bacterial contamination of broiler chickens before scalding. Journal of Food Protection 12, 1326-1329.
- Koyubenbe, N., Konca Y., 2010.** Türkiye ve Avrupa Birliği'nde hindi eti üretimi, tüketimi ve politikaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 47(2), 201-209.
- Majkovic, D., Turk, J., Celofiga, P., 2003.** Poultry meat supply in the case of a slovene enterprise: http://oega.boku.ac.at/fileadmin/user_upload/Ta_gung/2003/03_Majkovic.pdf. (Erişim: 25.11.2010).
- Mete, Z., 1982.** Bazı Batı Anadolu diatomit yataklarının özelliklerinin belirlenmesi ve kullanım alanlarının araştırılması. Doçentlik Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Neu, E., Alciartore, A.F., 1977.** Diatomite, Encyclopedia of Chemical Technology, (3rd ed.), 7, 603-613.
- Pope, M.J., Cherry, T.E., 2000.** An evaluation of the presence of pathogens on broilers raised on poultry litter treatment-treated litter. Poultry Science 79, 1351-1355.

- Regez, P., Gallo, L., Schmitt, R.E., Schmidt - Lorenz, W., 1988.** Microbial spoilage of refrigerated fresh broilers. III. Effects of storage temperature on the microbial association of poultry carcasses. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 21, 229-233.
- Sezen, A.G., 2007.** Piyasada satışı sunulan taze kanatlı eti preparatlarının son kullanma tarihlerinde duyuusal ve mikrobiyolojik kaliteleri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Trevino, E., Beil, D., Steinhart, H., 1997.** Determination of biogenic amines in mini salami during long-term storage. *Food Chemistry* 58(4), 385-390.
- Tuncer, N.B., 2006.** Hava ve su soğutma işleminden sonra farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen broiler karkaslarında bazı mikroorganizmaların gelişimi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Turan, İ., 1992.** Besin Hijyeni, Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü. Final Ofset, İstanbul.
- Uğur, M., Nazlı, B., Bostan, K., 2003.** Gıda Hijyeni. Teknik Yayınevi, İstanbul.
- Ünlütürk, A., Turantaş, F., 1999.** Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, İzmir.