

MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLEME TEKNOLOJİSİNİN ALABALIK DOLMALARININ KALİTESİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ*

THE EFFECT OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING TECHNOLOGY ON THE QUALITY AND THE SHELF LIFE OF STUFFED RAINBOW TROUTS

Sühendan METİN

İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fak. İşletme Teknolojisi Anabilim Dalı - 34490 İstanbul

ÖZET: Çalışmada, alabalık dolması adı verilen ürün hazırlanmış ve paketlenerek +4°C'de depolamaya alınmıştır. Ürün, tamamen atmosferik hava ile paketlenen kontrol grubu, %5 O₂ + %35 CO₂ + % 60 N₂ içeren A grubu ve % 30 CO₂ + % 70 N₂ içeren B grubu olmak üzere üç grup halinde paketlenmiştir. Üç günde bir olmak üzere yapılan duyuusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle paketlenme koşullarının depolama süresi üzerine etkisi araştırılmıştır. Dayanım süresinin kontrol grubunda 6, A ve B gruplarında ise 9 gün olduğu belirlenmiştir. Bu, modifiye atmosferle paketlenmenin raf ömrünü alabalık dolmaları için % 50 oranında artırdığını göstermektedir. Modifiye atmosferle hazırlanan A ve B grubu örneklerin dayanım süreleri arasında belirgin bir farklılık saptanmamış olup, her iki paketlenme ortamının da raf ömrünün artırılması konusunda başarılı olduğu görülmüştür.

ABSTRACT: In this study, the stuffed trout was prepared, packaged and stored under +4°C condition. This product was packaged in three groups. Control group was under normal atmospheric conditions. The second one was group A which includes %5 O₂ +%35 CO₂ +% 60 N₂. The third one was group B which includes %30 CO₂ +% 70 N₂. To find out the influences of the packaging conditions; the sensorical, the physical, the chemical and the microbiological tests were done in 3 day intervals. The shelf life was determined as 6 days for control groups and 9 days for A and B groups. It shows that, packaging under modified atmospheric conditions lengthens the shelf life of the stuffed trouts %50. A and B group samples which were prepared by modified atmosphere both showed a good performance to lengthen the shelf life but they have no any significant difference between them.

GİRİŞ

Son yıllarda dünyada olduğu gibi, ülkemizde de hazır yemekler çalışan kadın ve yalnız yaşayan kişi sayısının artması, beslenme alışkanlıklarının değişmesi sonucu marketlerde ve evlerimizde daha çok yer tutmaya başlamıştır. Tüketici, beslenme konusunda giderek daha bilinçli olmaya ve proteince zengin, doymamış yağ asitlerini yüksek seviyede içeren ve sindirimi kolay olan gıdalara yönelmektedir. Balık ve diğer su ürünleri, bu nitelikleri bünyesinde ideal bir şekilde barındırmaktadır. Catering (hazır yemek) teknolojisinde ürünün iyi bir şekilde formüle edilip hazırlanmasının yanı sıra, uzun süre muhafaza edilebilir oluşu da önem taşımaktadır. Bu konuda su ürünleri ile çalışmak bazı zorluklar getirmektedir. Çünkü su ürünleri diğer gıdalardan daha çabuk bozulmaktadır (VARLIK ve HEPERKAN, 1990; ASHIE ve ark, 1996). Gıdalar, depolama sırasında çeşitli değişimlere uğramakta olup, bu değişimler genellikle oksidasyon ve arzu edilmeyen mikrobiyolojik etkiler şeklindedir. Eğer gıda maddesi işlenmesinden tüketiciye ulaşıncaya kadar olan zaman içinde oksijen ile temas geçirilmez ise, çoğunlukla uzun süre tazeliğini korumaktadır. Bu amaca da, ancak paket içindeki atmosferin değiştirilmesiyle ulaşılabilmektedir (WEBER ve LAUX, 1992). Bu amaçla, son yıllarda modifiye atmosferle paketlenme teknolojisi uygulanmaya başlanmıştır. Bu, ürünün çevresindeki gaz ortamının değiştirilmesi ve ürünün bundan pozitif yönde etkilenmesi şeklindedir. Ürünün etrafındaki gaz, mikrobiyolojik gelişimi durdurmakta ve enzimatik bozulmayı engellemektedir. Bu amaçla kullanılan gazların başında CO₂ gelmektedir.

* Doktora tezinden özetlenmiştir.

Karbondiyoksit gazı eklenmesi, paketlere bakteriyostatik ve fungistatik özellikler verir. Genelde MAP'de %20-%40 CO₂ kullanılmaktadır. %20'den az seviyeler mikroorganizma gelişimini engellemekte, %40'tan yüksek uygulamalar ise paketin çökmesine neden olabilmektedirler (DALGAARD ve ark, 1993; BERNE, 1994). Atmosferik hava ile paketlenen balıkla CO₂'li ortamda paketlenen balığın mikrobiyal yükü arasında iki temel fark vardır. Birincisi CO₂ ile paketlenen balıkta mikroorganizma gelişiminin diğerlerinden dikkat çekici ölçüde az oluşu; ikincisi ise mikroorganizma tiplerinin dağılımıdır. Karbondiyoksit ile paketlenenlerin popülasyonunu gram pozitif mikroorganizmalar (özellikle *Lactobacillus*) oluştururken; diğer paketlerde gram negatifler görülür. Modifiye atmosferle depolama, tüm bakteriyel tiplerini etkiliyor gibi görünmesine karşın, engelleme daha çok gram (-) mikroorganizmalar içindir ve bu etki sıcaklık düştükçe artar (BANKS ve ark, 1980; STIER ve ark, 1981).

Modifiye atmosfer paketleme sistemlerinde çoğunlukla kullanılmakta olan diğer bir gaz da azottur. Bu gaz inert, tatsız, kokusuz ve ürünün içine ya da paketin dışına çıkma olasılığı az bir gaz olduğundan, diğer gazlardan daha çok kullanılmaktadır. Pakette O₂'nin yerine geçerek, oksidatif acılaşmayı geciktirmekte ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmektedir (CHURCH ve PARSONS, 1995; FARBER, 1991).

Oksijen gazının bozulma yapan aerobik mikroorganizmaların gelişimini artırdığı bilinmektedir (BERNE, 1994). Bu nedenle pakette, aerobik solunumu minimize edecek ve anaerobik solunumun da henüz başlamayacağı düzeyde, bozulma reaksiyonlarını teşvik etmeyecek bir O₂ konsantrasyonunun bulunması gerekir (CHURCH ve PARSONS, 1995). Modifiye atmosferde kullanılacak olan gazların oranları balığın yağlı ya da yağsız oluşuna bağlı olarak değişmektedir. Yağlı ve dumanlanmış balıkta düşük seviyede O₂ ile birlikte, yüksek seviyede CO₂ kullanılmaktadır (GARTHWAITE, 1992). Yüksek seviyelerdeki O₂, özellikle doymamış yağlardaki oksidasyonu artırmaktadır (BRODY, 1989).

Modifiye atmosferde bunların dışında azot gibi kullanılabilen, ancak daha pahalı olan argon (RANDELL ve ark, 1997); özellikle kırmızı etlerde myogloblin ile birleşerek karboksimyogloblin oluşturan ve et renginin korunmasını sağlayan karbonmonoksit (HARTE ve GRAY, 1986) ve bakterilerin lag fazındayken hassas olduğu ozon gazları kullanılmaktadır (WILLIAMS, 1986). Bunların dışında, azot oksit ve sülfür dioksit de MA için kullanılabilirliği ifade edilmektedir (FARBER, 1991).

Kısa raf ömrüne ve ağır ekonomik kayıplara neden olabilen mikrobiyal aktivitenin taze deniz ürünlerine olan etkisi bozulmaya bağlı kötü renk, koku ve aroma oluşumu ile belirlemekte, bu yüzden balık ürünlerinin sadece küçük bir kısmı taze olarak satılabilmektedir. Tüketicinin uzun raf ömrüne sahip gıdaları tercih etmesinden dolayı, balık ürünleri de dahil olmak üzere taze ya da kısmen işlenmiş gıdaların raf ömrünün MA ile paketleme teknolojisi kullanılarak artırılması yönünde önemli çalışmalar yapılmaktadır (REDDY ve ark, 1994). Çalışmamızda, ülkemizde önemli ölçüde üretimi yapılmakta olan alabalıktan hazırlanmış olan 'alabalık dolması' ürününün depolama süresi üzerine modifiye atmosferde depolamanın etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, İstanbul Kumkapı Balık Hali'nden temin edilen gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM 1792) kullanılmıştır. Alabalıkların iç organ ve kılçıkları alınmış, yıkanıp suları süzdürüldükten sonra içlerine 50-55'er g. garnitür (haşlanmış patates, bezelye ve havuç) doldurularak alabalık dolmaları hazır hale getirilmiştir. Ürün, diyetetik olup, yapımında tuz ve yağ kullanılmamıştır. Bu sayede her yaşta tüketici için uygun olan bir gıda olup, konvansiyonel fırın veya mikrodalgalı fırın ile pişirilmesinin ardından tüketilecek şekilde hazırlanmıştır. Alabalık dolmaları, daha sonra her pakete birer adet olmak üzere yerleştirildikten sonra,

Kontrol grubu = % 100 hava

A grubu = %5 O₂ -%35 CO₂ - %60 N₂

B grubu = %30 CO₂ -% 70 N₂ şeklinde paketlenmiş ve soğukta (+4 °C) depolamaya alınmıştır.

Ürünlerde 3 günde bir olmak üzere duyu, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler uygulanarak kalite değişimleri belirlenmiştir. Paketleme işleminde Multivac Sepp Haggemüller KG D-8941 Wolfertschwenden

gaz karışım cihazı ve bununla bağlantılı olarak Kramer Grebe paketleme makinesi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ambalaj materyalinin gaz geçirgenliği (ml/m² gün.atm) +4°C'de O₂= 6.89, CO₂= 5.42 ve N₂ = 2.48 olarak tespit edilmiş; su buharı geçirgenliği ise 37.8 ± 1°C; % 90 ± 2RH(g/m² gün.atm)'de 7.86 olarak belirlenmiştir. Paketlerdeki O₂ ölçümleri Servomex Oxygen Analyser 574 ile; CO₂ ölçümleri ise, Servomex I.R. Gas Analyser PA (404 SVS) Range: 0-100% CO₂ aletleri ile yapılmıştır.

Duyusal analizlerde ürün panelistler tarafından hedonik skalaya göre (AMERINA ve ark; 1965) 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Buna göre; 10-8 puan arası "çok iyi", 8-6 "iyi", 6-5 "orta", 5-4 "tüketilebilir" ve 4 puanın altı bozuk olarak kabul edilmektedir. pH ölçümleri, Metrohm 632 pH metre ile gerçekleştirilmiştir. Nem analizlerinde Elektromag M- 8040 etüv kullanılmış olup, (ICMSF, 1978) yöntemi takip edilmiştir.

Renk ölçümlerinde minolta chroma meter CR 300 renk ayırım ve fark ölçüm cihazı kullanılmış, elde edilen değerler Hunter lab sistemine göre değerlendirilmiştir. Toplam renk değişimini tespiti ise şu denkleme göre hesaplanmıştır (LING ve ark, 1996; SCHUBRING, 1996; SCHUBRING ve OEHLENSCHLAGER, 1996):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Burada,

$\Delta L^* = L^*$ renk i - L^* renk j

$\Delta a^* = a^*$ renk i - a^* renk j

$\Delta b^* = b^*$ renk i - b^* renk j

olup, i - j hesaplanmak istenen iki renk değerini ifade etmektedir.

Belirli paketlerin her analiz gününde ağırlığının ölçülmesi ve depolama sonu ile başlangıcı arasındaki farkın tespiti şeklinde ağırlıktaki değişim belirlenmiştir. Doku (tekstür) analizinde Instron 1140 model doku ölçüm cihazı ile Kramer Shear (2830-018) ve Plunger Assembly (2830-010) başlığı kullanılmış, asitlik analizleri ise (CEMEROĞLU, 1992)'de belirtildiği gibi uygulanmış ve laktik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Kimyasal analizlerden TVB-N (toplam uçucu bazik azot) analizleri: Antonocopoulos tarafından modifiye edilmiş, LUCKE ve GIEDEL'e göre yapılmıştır (SCHORMULLER, 1968).

Mikrobiyolojik analizler için, her gruptan 3'er paketten aseptik şartlarda örnek alınmıştır. Toplam mezofilik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA) ortamı ve dökme plak yöntemi kullanılmış (FDA, 1984), *Lactobacillus* sp. sayımı De Man Rogosa Sharpe (MRS) ortamında (BUCHANAN ve GIBBONS, 1974) ve *Staphylococcus* sp. sayımı ise yayma plak yöntemi ve Baird Parker ortamı kullanılarak yapılmıştır (ICMSF, 1978). Toplam koliform sayımında, Violet Red Bile agar (VRB) besi yeri hazırlanmış ve dökme plak yöntemiyle çift kat dökülen ortama ekim yapılmıştır. Maya ve küf sayımında malt extract agar (MEA) ortamı kullanılmış (FDA, 1984); anaerobik bakteri sayımı Differential Reinforced Clostridial Medium (DRCM) ile yapılmıştır. *Salmonella* sp. analizleri için ise, özel zenginleştirme ortamları kullanılarak, sonuçlar 25 gramında pozitif ve negatif olarak değerlendirilmiştir (ICMSF, 1978). *Pseudomonas* sp. analizleri ise, (89)'e göre yapılmıştır.

Yapılan analizlerin istatistiksel değerlendirmesi için, "t" testi uygulanarak gruplar arasındaki farklılıklar ve bunların önem derecesi saptanmıştır. Bu hesaplamalar için, (KALIPSIZ, 1981) kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Kontrol, A ve B grubu örneklerde yapılmış olan analizlere ait bulgular tablo 1,2 ve 3'te sırasıyla sunulmuştur.

Yapılan duyusal analizler sonucunda, alabalık doymalarının başlangıçta ekstra kalitede (9.5 puan) oldukları görülmüş, bu değer depolamaya bağlı olarak giderek düşmüştür. Duyusal analizlere göre, kontrol (hava) grubu örneklerinin depolamanın 6. gününde 'bozulmuş' (3 puan) olduğu saptanmış ve bu değer MA gruplarından istatistiksel olarak çok düşük ($p < 0.01$) olduğu belirlenmiştir. Morina filetolarının MA'de depolanması sonucunda, koku, görünüm toplam duyusal değerlendirme açısından MA filetolarının depolamanın 6. ve 9. günlerinde kontrolden iyi durumda oldukları tespit edilmiştir. Kontrol paketlerindeki filetoların 9. günde bozulmuş durumda oldukları ifade edilmektedir (WOYEWODA ve ark, 1984)

Çizelge 1. Kontrol Grubu (Atmosferik Hava) Örnekleri Analiz Bulguları

Kontrol grubu analizleri	0. gün analizi	3. gün analizi	6. gün analizi	9. gün analizi	12. gün analizi
Duyusal	9,5	8	3	0	0
PH	6,5	6,7	6,5	6,4	6,4
Asitlik (g/100g)	0,54	0,46	0,61	0,58	0,59
% O ₂	21	18	6	0,5	0,4
% CO ₂	0,03	2	11,6	11	15,7
L* (iç)	49,19	46,63	48,29	53,36	57,78
a* (iç)	+2,04	+1,86	+0,99	2,43	+0,10
b* (iç)	+4,97	+4,51	+8,74	+7,67	+6,27
L* (dış)	73,31	65,66	64,52	51,51	67,74
a* (dış)	+0,52	-0,3	+0,4	-0,1	+0,7
b* (dış)	+1,59	+0,16	+2,61	+3,34	+3,99
Doku (newton)	3924	1667,7	1765,8	1594,13	1250,78
% nem	78	75,56	74,48	87,83	78,22
TVB-N (mg/100g)	8,03	1073	16	24,9	38,98
Top. bakteri (log CFU/g)	3,8	5,7	8,2	8,0	8,9
<i>Lactobacillus</i> sp(log CFU/g)	1,5	0,0	0,0	3,8	6,1
<i>Staphylococcus</i> sp(logCFU/g)	0,0	2,2	3,3	4,3	4,0
Top.koliform (log CFU/g)	2,8	3,2	4,0	5,7	4,3
Maya-küf (log CFU/g)	1,5	5,0	6,0	6,0	5,0
<i>Pseudomonas</i> sp.	1,5	3,3	8,3	8,9	8,8

Çizelge 2. A grubu (%5 O₂ + %35 CO₂ + %60 N₂) Örnekleri Analiz Bulguları

A grubu analizleri	0. gün analizi	3. gün analizi	6. gün analizi	9. gün analizi	12. gün analizi
Duyusal	9,5	8,5	6,5	3,5	0
PH	6,5	6,5	6,4	6,3	6,2
Asitlik (g/100g)	0,54	0,46	0,59	0,65	0,64
% O ₂	5	5	3,5	0,8	0,4
% CO ₂	35	27	24,3	16,3	17
L* (iç)	49,19	46,88	48,98	56,93	55,90
a* (iç)	+2,04	+2,21	+0,96	+0,27	-0,13
b* (iç)	+4,97	+5,53	+7,23	+8,42	+7,13
L* (dış)	73,31	74,25	71,89	58,7	66,12
a* (dış)	+0,52	-0,11	-1,05	-2,39	+1,1
b* (dış)	+1,59	+1,16	+3,43	+5,06	+4,17
Doku (newton)	3924	1308	1103,63	1013,7	1324,35
% nem	78	77,03	74,82	86,29	77,47
TVB-N (mg/100g)	8,03	1046	11,83	22,22	27,22
Top. bakteri (log CFU/g)	3,8	4,0	6,1	7,1	8,4
<i>Lactobacillus</i> sp(log CFU/g)	1,5	0,0	2,0	4,5	6,0
<i>Staphylococcus</i> sp(logCFU/g)	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0
Top.koliform (log CFU/g)	2,8	3,2	3,5	4,5	4,7
Maya-küf (log CFU/g)	1,5	2,2	3,2	4,0	4,0
<i>Pseudomonas</i> sp.	1,5	2,0	6,5	7,6	8,6

Çizelge 3. B grubu (%30 CO₂ + %70 N₂) Örnekleri Analiz Bulguları

B grubu analizleri	0. gün analizi	3. gün analizi	6. gün analizi	9. gün analizi	12. gün analizi
Duyusal	9,5	8,5	5	3	0
PH	6,5	6,5	6,5	6,3	6,3
Asitlik (g/100g)	0,54	0,52	0,54	0,53	0,76
% O ₂	0	0	0	0,2	0,2
% CO ₂	30	24,5	20,3	18,3	19,3
L* (iç)	49,19	45,91	55,28	51,00	64,52
a* (iç)	+2,04	+2,14	+0,35	-0,01	+0,6
b* (iç)	+4,97	+4,57	+9,69	+6,62	+10,16
L* (dış)	73,31	78,45	75,12	54,58	70,66
a* (dış)	+0,52	+1,05	-1,32	-0,89	+0,24
b* (dış)	+1,59	+2,15	+6,21	+4,18	+4,45
Doku (newton)	3924	1226,25	1201,73	1471,5	1140,41
% nem	78	78,59	75,55	82,98	78,33
TVB-N (mg/100g)	8,03	9,42	12	23,18	29,32
Top. bakteri (log CFU/g)	3,8	5,3	6,8	7,1	7,4
<i>Lactobacillus</i> sp(log CFU/g)	1,5	0,0	3,5	5,9	5,9
Staphylococcus sp(logCFU/g)	0,0	2,3	2,5	3,1	3,1
Top.koliform (log CFU/g)	2,8	2,7	3,1	4,5	4,6
Maya-küf (log CFU/g)	1,5	2,1	3,8	3,0	3,3
<i>Pseudomonas</i> sp.	1,5	2,3	7,0	7,6	7,3

Alabalık dolmalarının pH'ı başlangıçta 6.5 iken, depolamanın 12. gününde kontrol grubunda 6.4; A grubunda 6.2 ve B grubunda ise 6.3 olarak ölçülmüştür. MA'de paketlenerek depolanan yengeçlerin pH'ının CO₂ 'nin absorpsiyonunu ve karbonik aside dönüşümünü yansıtarak ilk 11 günde düşüş gösterdiği ifade edilmektedir (PARKIN ve BROWN, 1983). Modifiye atmosferle paketlenen tilapia filetolarının pH değerleri arasında bir ilişki kurulamamış ; bu değerlerin modifiye atmosferde paketlenen balıkların bozulması ile ilişki göstermediği ifade edilmiştir (REDDY ve ark, 1994).

Oksijen oranı kontrol grubunda %21 'den, A grubunda ise %5'ten %0.4'e inmiş, paketlenme aşamasında oksijen kullanılmayan B grubunda ise %0.2 olarak tespit edilmiştir. Karbondioksit kontrol grubunda depolama süresince artarak % 15.7'ya yükselirken, A grubunda %35'ten %17'ye; B grubunda ise % 30'dan % 19.3'e düşmüştür. Yayın balığı ile yapılan bir depolama çalışmasında (REDDY ve ark, 1997) kontrol (atmosferik hava) grubunun O₂ konsantrasyonu azalarak %0'a düşmüş, CO₂ ise bozulma ile birlikte %15'in üzerine ulaşmıştır. Ringalı sebze salatası paketlerinde CO₂ konsantrasyonu depolama başarılarında hızla azalmış, ancak daha sonra yaklaşık olarak değişmeden kalmıştır (AHVENAINEN ve ark, 1990).

Yapılan asitlik analizlerinde, asitlik derecesi laktik asit cinsinden hesaplanmıştır. Bu değerler, başlangıçta 0.54 g/ 100g iken, depolamanın son günü olan 12. günde kontrol grubunda 0.59 g/ 100g; A grubunda 0.64 g/ 100g ve B grubunda 0.76 g/ 100g olarak ölçülmüştür. Panelistler tarafından da, özellikle B grubunda ve kısmen daha az olmakla beraber A grubunda kontrol grubuna oranla daha asidik bir tat ve koku hissedildiği ifade edilmiştir. Bunun balık etinde karbondioksitin karbonik aside dönüşümü sonucu etteki asitliğin artması nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Modifiye Atmosferle Paketlenen alabalık dolmalarındaki renk değişimi, dolmaların iç ve dış renkleri birbirinden çok farklı olduğundan ayrı ayrı ölçülerek değerlendirilmiştir.

a) Alabalık dolmalarının dış okumaları sonucunda, depolama öncesinde 73.31 olan L^* değerleri depolamaya bağlı olarak her üç grupta da düşmüş ve kontrol grubunda 67.74, A grubunda 66.12, B grubunda 70.66 olarak belirlenmiştir. a^* değerlerinde dalgalanmalar meydana gelmiş, başlangıçta 0.52 olan a^* değerinin depolama sonunda kontrol grubunda 0.7, A grubunda 1.1, B grubunda 0.24 olduğu görülmüştür. b^* değerleri ise, depolama öncesinde 1.59 olarak ölçülmüş, depolama sonunda kontrol grubunda 3.99, A grubunda 4.17 ve B grubunda 4.45'e ulaşmıştır. Renk ölçümleri sonucu; toplam renk değişimi kontrol grubunda $DE= 6.07$, A grubunda, $DE= 7.66$ B grubunda $DE= 3.91$ olarak hesaplanmıştır.

b) Alabalık dolmasının iç bölgelerinde yapılan renk okumalarında ise, L^* değeri depolama başlangıcında 49.19 iken, depolama sonu olan 12. günde kontrol grubunda 57.78, A grubunda 55.90, B grubunda 64.52 şeklinde ölçülmüştür. a^* değerleri depolama öncesinde 2.04 iken, depolama sonunda kontrol grubu için 0.1, A grubu için -0.13 ve B grubu için 0.6'dır. b^* değerleri ise başlangıçta 4.97 olarak ölçülmüş, kontrol grubunda 6.27, A grubu 7.13, B grubunda 10.16 olarak tespit edilmiştir. Renk değişimi kontrol grubu için $DE= 8.9$, A grubunda $DE= 7.37$, B grubunda $DE= 16.25$ olarak saptanmıştır.

Modifiye atmosferle paketlenen uskumru balıklarında, depolamanın 14. gününde L^* ve b^* değerlerinde artış tespit edilmiş; ayrıca b^* değerlerindeki bu artış duyuşsal olarak da doğrulanmıştır. a^* değerleri ise, 7 ve 21. günler arasında önemli değişiklik göstermiştir (HONG ve ark, 1996). Bu çalışmada bildirilmekte olan sonuçlar, özellikle alabalık dolmalarının iç kısımlarında tespit etmiş olduğumuz değerlerle uyum içerisinde.

Alabalık dolmalarının doku ölçümleri sonucunda, depolamanın ilk gününe göre 3. gününde tüm gruplarda düşme olduğu görülmüştür. Bu duruma rigor-mortisin etkili olduğu düşünülmektedir. Modifiye atmosfer ve kontrol grubu paketlerinde depolanan yengeç örneklerinin tekstürel özellikleri incelenmiş olan bir çalışmada, uygulama grupları arasında dikkat çekici fark olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, karar verme konusunda ilk olarak daima duyuşsal panel sonuçları dikkate alınmalıdır. Önemli bir konu da, doku pH'ının düşmesine karşın, dokuda değişiklik olmamasıdır. Bu açıdan, MA sistemlerinin geleneksel donmuş depolamadan avantajlı olduğu ifade edilmektedir (PARKIN ve BROWN,1983).

Yapılan ağırlık ölçümleri sonucunda, alabalık dolmalarının tüm depolama gruplarında ağırlık değişiminin negatif yönde olduğu belirlenmiştir. Ağırlık kaybı kontrol grubunda %0.0040; A grubunda % 0.0071 ve B grubunda % 0.0063 olarak tespit edilmiştir.

Alabalık dolmalarının nem analizleri sonucunda, depolama süresince gruplar arasında önemli bir fark olmadığı (NS) görülmüştür. Depolama başlangıcında %78 oranında nem içeren alabalık dolmalarının depolamanın son gününde kontrol grubunda % 78.22, A grubunda % 77.47 ve B grubunda %78.33 oranında nem ihtiva ettiği belirlenmiştir. Uskumru filetoalarının -2°C'de 21 gün depolanması şeklinde yapılmış olan bir çalışmada da, başlangıçta % 76.89 olan nem miktarı, depolama sonunda % 75.23 olarak belirlenmiştir [HONG ve ark, 1996].

TVB-N miktarı 0. günde 8.03 iken bu değer depolama süresince tüm gruplarda artmış, depolama sonunda kontrol grubunda 38.98'e; A grubunda 27.22 'ye ve B grubunda 29.32 'ye yükselmiştir. Depolamanın 6. gününde kontrol grubu değerleri diğer gruplara oranla artış ($p<0.05$) göstermiştir. Yağsız balıklar için TVB-N sınır değeri 25 mg/ 100g olarak kabul edilmek şartıyla, kontrol grubu olarak depolanan iç organları temizlenmiş morinaların raf ömrü 3, filetoalarının 4 gün olarak tespit edilmiş; CO₂ paketlerinde ise bu değerler sırasıyla 6 ve 7 gün olarak verilmiştir (VILLEMURE ve ark, 1986). Karbondioksit içeren modifiye atmosferde + 4°C'de 2-8 gün depolanan balıklarda aynı sıcaklıkta CO₂ 'siz depolananlardan daha düşük TVB-N değeri tespit edilmiştir. Ancak CO₂ ile paketlenen balığın duyuşsal olarak bozuk olduğuna karar verildiğinde TVB-N değeri henüz düşük olduğundan bu testin bu paketleme için uygun olmadığı da açıktır (BANKS ve ark, 1980).

Alabalık dolmalarında toplam bakteri yükü depolama süresince düzenli olarak artmış, başlangıçta 3.8 log CFU/g olan bakteri sayısı 6. günde kontrol grubunda 8.2 log CFU/g'a ulaşmıştır. Bu değer, istatistiksel olarak MA gruplarından yüksektir ($p<0.01$). Depolamanın 9. gününde A ve B gruplarında 7.1 log CFU/g olarak

tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada, kanal yayın balıklarının depolanması sırasında hava-kontrol paketlerinin 0°C'de 8 gün ve 10°C'de 4 gün içerisinde 8 log CFU/g değerine ulaştığı bildirilmiştir. Kanal yayın balığında bozulma, toplam bakteri yükü 7 log CFU/g'ın üzerine ulaştığında görülmektedir. Modifiye atmosferle paketlenen balıklarda 0°C'de 12 güne kadar bozulma olmadığı, ve bu balıkların depolama süresince 8 log CFU/g değerine ulaşmadıkları saptanmıştır (SILVA ve ark, 1993). Alabalık dolması çalışmamızda ürünlerin +4°C'de depolandıkları göz önünde bulundurulacak olursa, bulgularımızın bu verilerle uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Taze tilapya filetolarının toplam bakteri yükü 4.3 log CFU/g düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Bu balıklarda bozulma özellikleri genelde bakteriyal yükü 7.5 log CFU/g ve üzerinde olduğunda görülmüştür. Modifiye atmosferle paketlenerek depolanan ürünlerde toplam bakterinin gelişiminin geciktirilmesi, karbondioksit inhibisyon etkisine ve düşük oksijen seviyelerinin kullanılmış olmasına bağlıdır (REDDY ve ark, 1994).

Alabalık dolmalarının depolamanın başlangıcında bu mikroorganizmayı 1.5 log CFU/g düzeyinde içerdiği tespit edilmiştir. Bu değer, depolama sırasında önce azalmış, sonra düzenli bir şekilde artarak depolamanın son günü olan 12. günde tüm gruplarda ortalama olarak 6 log CFU/g'a ulaşmıştır. Bu mikroorganizmanın MA paketlerinde istatistiksel olarak daha hızlı artış gösterdiği görülmüştür. Dumanlanmış morina balığının karbondioksit ile paketlenmesi üzerine yapılmış olan bir çalışmada, depolama süresi sonunda *Lactobacillus sp.*'un dominant mikroflorayı oluşturduğu gözlenmiştir (PENNEY ve ark, 1994).

Depolama başlangıcında *Staphylococcus sp.* açısından temiz olan örneklerde depolama sırasında artış olduğu gözlenmiştir. Depolamanın özellikle 6. günden itibaren kontrol grubu örneklerin bu mikroorganizmayı MA gruplarından yüksek seviyede ($p<0.01$) içerdiği görülmüştür. Bu organizmanın gelişimi, pişmiş ürünlerin kötü şartlara maruz kalması, işleme sırasında çalışanlar sebebiyle kontamine olması ile bağlantılıdır (SILLIKER ve WOLFE, 1980).

Depolama başlangıcında 2.8 log CFU/g olan toplam koliform yükü, depolama sırasında tüm gruplarda artış göstermiştir. Bu artış, alabalık burgerlerine benzer olarak, depolama süresince 6 log CFU/g'un altında olacak şekilde gerçekleşmiştir.

Alabalık dolmalarında maya-küf miktarı, depolama başlangıcında 1.5 log CFU/g olarak belirlenmiş, özellikle kontrol grubunda 3.günden itibaren artış göstermiştir. Modifiye atmosferle paketlenerek depolananlarda da bu değerler depolamanın son gününde A grubunda 4 log CFU/g, B grubunda 3.3 log CFU/g olarak tespit edilmiştir. Maya-küf miktarındaki artışa , ürün yapımında kullanılan patates, havuç ve bezelyenin etkili olmaktadır.

Her analiz gününde tekrarlanan analizler sırasında, alabalık burgerinde olduğu gibi bu üründe de depolama süresince *Salmonella sp.* 'ya ve anaerobik mikroorganizma gelişimine rastlanmamıştır. Benzer bir çalışmada, modifiye atmosferle paketlenerek depolanan taze alabalıklarda depolama süresince anaerob mikroorganizma saptanmadığı bildirilmiştir (İZGİ, 1995).

Alabalık dolmalarındaki *Pseudomonas sp.* miktarı depolama başlangıcında 1.5 log CFU/g olarak tespit edilmiş, 6. günde kontrol grubunda 8.3 log CFU/g'a; 9. günde MA gruplarında 7.6 log CFU/g'a ulaşmıştır. Depolamanın 6. gününde kontrol grubunda elde edilen değer, MA gruplarından yüksek ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Duyusal panele katılan kişilerce de, kontrol grubunda 6. günde; MA gruplarında ise 9. günde bozulma başladığı bildirilmiştir. Paketleme metodu önemli olmaksızın, TMA-O(trimetil amin oksit)'i parçalayan bakterilerin (*Pseudomonas* da dahil olmak üzere), bozuk balıkta dominant olduğu gözlenmektedir (JENSEN ve ark, 1979).

SONUÇ

Alabalık dolmalarında, kontrol grubu örneklerin depolamanın 6. gününden itibaren, modifiye atmosfer şartlarında paketlenmiş olan A ve B grubu örneklerin ise 9. gününden itibaren duyusal açıdan bozuldukları tespit edilmiştir. TVB-N bulgularına göre 6. günde kontrol grubu örneklerin diğer gruplara oranla daha yüksek değerler gösterdiği, 9. günde ise tüm grupların 22 mg/100g ve üzerine ulaştığı görülmüştür. Aerobik mikroorga-

nizma yükü de, depolamanın 6. gününde kontrol grubu örneklerinde 8 log CFU/g'ın üzerine çıkmış; A ve B grubu örneklerde ise 9. günde 7 log CFU/g'ın üzerine çıkmıştır. Bu verilere göre, alabalık dolmalarında kontrol grubu için raf ömrü 6 gün iken, modifiye atmosfer gruplarında 9 gün olduğu görülmektedir. Bu, % 50 oranında raf ömrü artışı sağlandığını göstermektedir. Özellikle satıcı açısından soğutulmuş olarak satışa sunulan bir su ürününün raf ömrünü 1-2 gün bile artırabilmek dahi büyük avantajlar sağlamakta olduğundan, bunun olumlu bir sonuç olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- AHVENAINEN, R., SKYTÄ, E., KIVIKATAJA, R.L. (1990): The Influence of Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Selected Ready-to-eat Foods. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.* 23 s. 139-148.
- AMERINA, M.A., ANGBORN, R.V., ROESSLER, E.B. (1965): Principles of Sensory Evaluation of Food. Academic Press. New York.
- ASHIE, I.N.A., SMITH, J.P., SIMPSON, B.K. (1996): Spoilage and Shelf life extension of fresh Fish and shellfish. *Critical reviews in Food Science and Nutrition.* 36(1&2) ,87-121.
- BANKS, H., NICKELSON, R., FINNE, G. (1980): Shelf-life Studies on Carbon Dioxide Packaged Finfish From the Gulf Mexico. *J. of Food Sci.* Vol. 45, s.157-162.
- BERNE, S. (1994): Mapping the Future with Cap-ability. *Food Manufacture.* March. 101-105.
- BRODY, A.L. (1989): Controlled/Modified Atmosphere /Vacuum Packaging of Foods. Food & Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut. 06611 USA.
- BUCHANAN, R.E., GIBBONS, N.E. (1974): Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 8th ed. Baltimore, Williams and Wilkins 1268 s.
- CHURCH, I.J., PARSONS, A.L. (1995): Modified atmosphere packaging Technology: A Review *J. Sci. Food Agric.* (6,7). 143-152.
- DALGAARD, P., GRAM, L., HUSS, H.H. (1993): Spoilage and Shelf-life of Cod Fillets Packed in Vacuum or Modified Atmospheres. *International Journal of Food Microbiology*, 19. 283-294.
- FARBER, J.M. (1991): Microbiological Aspects of Modified-Atmosphere Packaging Technology -A Review. *J. of Food Protection.* Vol. 54, No. 1, 58-70.
- GARTHWAITE, G.A. (1992): Chilling and Freezing of Fish. *Fish Processing Technology.* Ed: Hall, G.M. Blackie Academic & Professional New York. xiii+309.
- HARTE, B.R., GRAY, J.I. (1986): The Influence of Packaging on Product Quality. *Food Product- Package Compatibility.* Ed: GRAY, J.I., HARTE, B.R., MILTZ, J. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster-Basel. s.17-29.
- HONG, L.C., LEBLANC, E.L., HAWRYSH, Z.J., HARDIN, R.T. (1996): Quality of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus* L.) Fillets during Modified Atmosphere Storage. *J. of Food Science.* Vol. 61, No.3. s.646-651.
- ICMSF (1978): Microorganisms in Foods. Vol 1. Univ of Toronto Press, Toronto 343 s.
- İZGİ, Ş. (1995): Modifiye Atmosfer Altında Paketlenen Alabalığın Raf Ömrü Üzerine Araştırmalar. T.C İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı .Yüksek Lisans Tezi.
- JENSEN, M.H., PETERSEN, A., ROGE, E.H., JEPSEN, A. (1979): Storage of Chilled Cod Under Vacuum and at Various Concentrations of Carbon Dioxide. Bölüm 6: Chilled and Frozen Storage. *Advances in Fish Science and Technology.* Ed: CONNELL, J.J. Fishing News Books Ltd. Farnham, Surrey, England. xiii+508.
- KALIPSIZ, A. (1981): İstatistik Yöntemler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü.Yayın no: 2837 O.F. Yayın no: 294. İstanbul.
- LING, P.P., RUZHITSKY, V.N., KAPANIDIS, A.N., LEE, T.C. (1996): Measuring the Color of Food. *Chemtech.* March, 46-53.
- PARKIN, K.L., BROWN, W.D. (1983): Modified Atmosphere Storage of Dungeness Crab (*Cancer magister*). *J. of Food Sci.* Vol. 48 s. 370-374.
- PENNEY, N., BELL, R.G., CUMMINGS, T.L. (1994): Extension of the Chilled Storage life of Smoked Blue Cod (*Parapercis colias*) by Carbon Dioxide Packaging. *Int. J. of Food Sci. and Tech.* 29, s.167-178.
- RANDELL, K., HATTULA, T., AHVENAINEN, R. (1997): Effect of Packaging Method on the Quality of Rainbow Trout and Baltic Herring Fillets. *Lebensm. Wiss. u. Technol.* 36, 56-61.
- REDDY, N.R., SCHREIBER, C.L., BUZARD, K.S., SKINNER, G.E., ARMSTRONG, D.J. (1994): Shelf life of Fresh Tilapia Fillets Packaged in High Barrier Film with Modified Atmospheres. *J. of Food Science.* Vol 59, No.2, 260-264.
- REDDY, N.R., ROMAN, M.G., VILLANUEVA, M., SOLOMON, H.M., KAUTTER, D., RHODEHAMEL, E.J. (1997): Shelf life and Clostridium botulinum Toxin Development during Storage of Modified Atmosphere-packaged Fresh Catfish Fillets. *J. of Food Science.* Vol.62, No.4. s.878-883.

- SCHUBRING,R. (1996): Farbmessungen an panierten Fischerzeugnissen. *Inf. Fischwirtsch.* 43 (2) 84-88.
- SCHUBRING,R.,OEHLENSCHLAGER ,J. (1996): Bewertung der Fabre von frischen und tiefgefrorenen Raucherlachsseiten mittels objektiver Farbmessung. *Inf. Fischwirtsch.* 43(2) 81-84.
- SILLIKER,J.H., WOLFE,S.K. (1980): Microbiological Safety Considerations in Controlled – Atmosphere Storage of Meats. *Food tech.* March 59-63.
- SILVA,J.L., HARKNESS,E., WHITE,T.D. (1993): Residual Effect of CO2 on Bacterial Counts and Surface pH of Channel Catfish. *J. of Food Protect.* Vol.56, No: 12 s.1051-1053.
- STIER, R.F., BELL,L.,ITO,K.A.,SHAFER,B.D., BROWN,L.A.,SEEGER,M.L., ALLEN,B.H., PORCUNA,M.N., LERKE,P.A. (1981): Effect of Modified Atmosphere Storage on C.botulinum Toxigenesis and the Spoilage Microflora of Salmon Fillets. *J. of Food Sci.* Vol.46, s. 1639-1642.
- VILLEMURE,G., SIMARD,R.E., PICARD,G. (1986): Bulk Storage of Cod Fillets and Gutted Cod (*Gadus morhua*) Under Carbon Dioxide Atmosphere. *J.of Food Sci.* Vol: 51, No: 2 s. 317-320.
- WEBER,H., LAUX,P.(1992):Haltbarkeitsverlängerung durch Schutzgaslagerung bei rotfleischigen Forellen. *Fleischwirtsch.* 72(9), 1206-1215.
- WILLIAMS ,A.C. (1986): Modified Atmosphere Packaging of Muscle Food. *Food Product-Package Compatibility*. Ed: GRAY,J.I.HARTE,B.R., MILTZ,J. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster-Basel. s. 170-177.
- WOYEWODA, A.D., BLIGH,E.G., SHAW,S.J. (1984): Controlled and Modified Atmosphere Storage of Cod Fillets. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* Vol.17, No.1. 024-027.