

## MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLEMENİN ALABALIK BURGERLERİNİN RAF ÖMRÜ ÜZERİNDE ETKİSİ\*

### THE EFFECT OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON THE SELF LIFE OF TROUT-BURGERS

Sühendan METİN

İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fak. İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı-İstanbul

**ÖZET:** Çalışmada alabalık burgerleri atmosferik havayla (kontrol), A grubu(% 5 O<sub>2</sub>+ % 35 CO<sub>2</sub> + % 60 N<sub>2</sub>) ve B grubu (% 30 CO<sub>2</sub>+ % 70 N<sub>2</sub>) şeklinde üç grup halinde paketlenmişlerdir. Tüm gruplar +4°C(±1)' de depolanmıştır. Kontrol grubunun raf ömrü 21, diğer grupların ise 35 gündür. Ancak, toplam bakteri yükünün yüksekliği nedeniyle, ürünün bu kadar uzun sürelerde tüketilmesi risklidir. Bu nedenle antimikrobiyal madde kullanılması tavsiye edilebilir.

**ABSTRACT:** In this study, the burgers were packaged into 3 groups, namely control (air), group A (5% O<sub>2</sub> + 35% CO<sub>2</sub> + 60% N<sub>2</sub>) and group B (30% CO<sub>2</sub> + 70% N<sub>2</sub>). The all groups were stored at +4°C (±1). The shelf life for control group was 21 days, and that of the other groups was 35 days. However, the consumption of this product is somehow risky due to high level of the TVC caused by a long period of storage and the probalbe bacterial load during processing. Because of that reason, the usage of the antimicrobial agents could be advisable.

#### GİRİŞ

Çalışan kadın ve yalnız yaşayan insan sayısının artması, tüketiciyi yenilmeye hazır, besleyici ve lezzetli gıda arayışına itmekte ve hazır yemek teknolojisi de giderek önem kazanmaktadır.

Tüketici satın almış olduğu ürünü evinde olabildiğince uzun süre taze olarak muhafaza edebilmek istemekte, bu durum satışa sunulabilme süresini artırdığından, satıcı tarafından da tercih edilmektedir. Soğuk olarak satışa sunulan ürünlerde son yıllarda modifiye atmosferle paketeleme teknolojisi (MAP) önem kazanmıştır.

Modifiye atmosferle paketeleme teknolojisi, ürünün çevresindeki gaz ortamının değiştirilmesi (modifiye edilmesi) ve ürünün bundan pozitif yönde etkilenmesi şeklindedir. Gıdaların ambalajındaki atmosferin değiştirilmesinin başlıca iki yolundan biri vakumlama, diğeri ise gaz ile paketelemedir. İkincisini gerçekleştirebilmek için paketin içinde pasif veya aktif olarak bir atmosfer meydana getirilmeli (modifiye atmosfer oluşturma), ya da paket içerisindeki hava bir gazla değiştirilmelidir ( mekanik hava çıkartma) (PARRY,1993). Modifiye atmosferle paketeleme teknolojisinde kullanılan başlıca gazlar karbondioksit, azot ve oksijendir. Bunların yanı sıra argon, karbonmonoksit, ozon da kullanılmaktadır. Ayrıca azot oksit ve sülfür dioksidin de MAP için kullanılabilirdiği ifade edilmektedir (FARBER,1991). Karbondioksit en çok kullanılan gazdır, çünkü %20'nin üzerinde kullanıldığında mikroorganizmaların üremesini geciktirir ve paketteki oksijenin yerine geçmek suretiyle yağların oksidatif ransiditesini düşürür. Karbondioksit, yüzeydeki nem içinde erimesi nedeniyle karbonik asit oluşturarak pH'ı düşürür. pH değerinin düşmesi aside duyarlı organizmaları engeller ve aynı zamanda aside toleranslı organizmaların gelişmesine de yol açabilir (BRODY, 1989; PARKIN ve ark, 1981). Karbondioksit gazı eklenmesi, paketeleme bakteriyostatik ve fungistatik özellikler verir. Genelde MAP'de % 20 - % 40 CO<sub>2</sub> kullanılmaktadır. Yüzde 20'den az seviyeler mikroorganizma gelişimini engellemekte, %40'tan yüksek uygulamalar ise paketin çökmesine neden olabilmektedir (DALGAARD ve ark, 1993;BERNE,

\* Doktora tezinden özetlenmiştir.

1994). *C. botulinum* E tipinin gelişmesi ve toksin üretimi açısından gerekli emniyetin sağlanması için, depolama süresince sıcaklığın sürekli olarak düşük tutulmasının sağlanması gerekmektedir (SIKORSKI, 1989; DHANANJAYA ve STROUD, 1994).

Modifiye atmosferde kullanılacak olan gazların oranları balığın yağlı ya da yağsız oluşuna bağlı olarak değişmektedir. Oksijen kullanılması anaerobik bozulma oluşumunu minimize etmektedir. Yağlı ve dumanlanmış balıkta düşük oranda  $O_2$  ile birlikte, yüksek oranda  $CO_2$  kullanılmaktadır (GARTHWAITE, 1992). Yüksek orandaki  $O_2$ , özellikle doymamış yağlardaki oksidasyonu artırmaktadır (BRODY, 1989). Azot gazı,  $CO_2$  absorpsiyonu nedeniyle meydana gelen paket çökmesini engellemek amacıyla kullanılmakta, pakette  $O_2$ 'nin yerine geçerek, oksidatif acılaşmayı geciktirmekte ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmektedir (CHURCH ve PARSONS , 1995; FARBER, 1991). Argon gazı da bu amaçla kullanılabilir, ancak daha pahalı oluşu nedeniyle tercih edilmemektedir (RANDELL ve ark, 1997). Karbonmonoksit ise daha çok renk kaybı olma riski taşıyan ürünlerde kullanılmaktadır. Karbonmonoksit varlığında kas pigmenti kırmızı renkte olan karboksimiyoglobine dönüşmektedir. Bu gaz, ayrıca yüksek düzeyde  $O_2$  içeren atmosferde ortaya çıkabilen acı aromanın gelişimini de inhibe etmektedir. Ancak, bu gaz için en önemli sorun insanlar için toksik oluşudur . Ozon ise bakterileri iag fazında iken etkileyebilmekte, ancak bunun yanında toksik oluşu, yağ oksidasyonu ve istenmeyen renk değişimlerine neden olması gibi riskler de taşımaktadır (WILLIAMS ,1986).

Çalışmada bu özellikler göz önünde alınarak hazırlanmış olan modifiye atmosfer sisteminin tüketime hazır halde olan alabalık burgerlerinin +4 °C'deki dayanım süresine etkisi incelenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, İstanbul Kumkapı Balık Hali'nden temin edilen gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM 1792) kullanılmıştır. İç organları temizlendikten sonra balıklar haşlanmış, deri ve kılıçklarından ayıklanmış, baharatlarla karıştırıldıktan sonra burger formunda şekillendirilmiştir. Baharat ve katkı olarak irmik (%2), tuz (%2), kimyon (%1), karabiber (%0,2), kalsiyum karbonat (%0,2), un (%10), soğan (%0,4) ve curry (%0,2) kullanılmış olup, daha sonra % 15 'lik nişasta solusyonuna ve ardından galeta ununa bulanarak panelenmiştir. Hazırlanmış olan burgerler; kontrol grubu= % 100 hava; A grubu = %5  $O_2$  + %35  $CO_2$  + %60  $N_2$  ; B grubu = %30  $CO_2$  + % 70  $N_2$  gazı ile paketlenmiş ve soğukta (+4 °C) depolamaya alındıktan sonra 7 günde bir olmak üzere duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler uygulanarak kalite değişimleri belirlenmiştir. Paketleme işleminde Multivac Sepp Hagenmüller KG D-8941 Wolfertschwenden gaz karışım cihazı ve bununla bağlantılı olarak Kramer Grebe paketleme makinesi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ambalaj materyalinin gaz geçirgenliği +4°C'de  $O_2$  için 6,89 ml/m<sup>2</sup> gün.atm;  $CO_2$  için 5,42 ml/m<sup>2</sup> gün.atm ve  $N_2$  için 2,48 ml/m<sup>2</sup> gün.atm olarak tespit edilmiş; su buharı geçirgenliği 37,8 ± 1°C; % 90 ± 2RH(g/m<sup>2</sup> gün.atm)'de 7,86 olarak belirlenmiştir.

Duyusal analizde ürün, panelistler tarafından hedonik skalaya göre 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir (AMERINA ve ark; 1965). Bu değerlendirmeye göre; 10-8 puan arası "çok iyi", 8-6 "iyi", 6-5 "tüketilebilir", 5 puanın altı ise bozuk olarak kabul edilmektedir. Bunun için çiğ burgerlerin genel görünüşü, kokusu, rengine bakılmış, kızgın sıvı yağda pişirildikten sonra da, tadı ve dokusu panelistler tarafından değerlendirilmiştir. pH ölçümleri, Metrohm 632 pH metre ile gerçekleştirilmiştir. Asitlik, CEMEROĞLU (1992)'de belirtildiği gibi belirlenmiş ve laktik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Paketlerdeki  $O_2$  ölçümleri Servomex Oxygen Analyser 574 ile;  $CO_2$  ölçümleri ise, Servomex I.R. Gas Analyser PA (404 SVS) Range: 0-100%  $CO_2$  aletleri ile yapılmıştır. 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 LING ve ark, (1996); SCHUBRING,(1996); SCHUBRING ve OEHLENSCHLAGER, (1996)'e göre hesaplanmıştır. Tekstür analizinde Instron 1140 model doku ölçüm cihazı ile Kramer Shear (2830-018) ve Plunger Assembly (2830-010) başlığı kullanılmıştır. Belirli paketlerin her analiz gününde ağırlığının ölçülmesi ve depolama sonu ile başlangıcı arasındaki farkın tespiti şeklinde ağırlıktaki değişim belirlenmiştir. Nem analizlerinde Elektromag M- 8040 etüv kullanılmış olup, ICMSF (1978)

yöntemi takip edilmiştir. Kimyasal analizlerden TVB-N (toplam uçucu bazik azot) analizi 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 (FDA, 1984). Maya ve küf sayımında malt extract agar (MEA) ortamı kullanılmış (FDA, 1984); anaerobik bakteri sayımı Differential Reinforced Clostridial Medium (DRCM) ile yapılmıştır (AOAC,1990). *Salmonella* sp. için ise, özel zenginleştirme ortamları kullanılarak, sonuçlar 25 gramında pozitif ve negatif olarak değerlendirilmiştir (ICMSF, 1978).

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

### ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmamızda kontrol grubu, A grubu ve B grubu örneklerde depolama süresince yapılmış olan analizler sonucunda elde edilmiş olan bulgular çizelgelerde toplu olarak sunulmuştur. Kontrol grubu örneklerine ait bulgular çizelge 1'de; A grubu örneklerine ait bulgular çizelge 2'de ve B grubu örneklerine ait bulgular ise çizelge 3'de gösterilmiştir. Burger hazırlanmasında hammadde olarak kullanılan alabalıklarda yapılan analizlere ait bulgular ve DE değerleri ise çizelgelerde gösterilmemiştir.

Çizelge 1. Kontrol Grubu (atmosferik hava ile paketlenen) Örneklerle Ait Bulgular

Kontrol grubu analizleri	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün	35. gün	42. gün
Duyusal	9,9	9,23	8,08	4,66 *	1,8	0	0
pH	6,5	6,5	6,1	5,8	5,6	5,1	4,7
Asitlik (g/100g)	0,44	0,69	0,89	1,17	1,42	1,60	2,19
% O <sub>2</sub>	21,0	19,1	6,5	0,7	0,6	0,5	0,5
% CO <sub>2</sub>	0,3	0,66	25,5	44,5	52,6	53,6	54,0
L* (iç)	67,66	68,97	66,51	67,63	67,31	69,26	70,30
a* (iç)	-0,32	0,6	1,24	1,19	0,84	-0,62	1,15
b* (iç)	22,92	27,49	25,98	25,34	24,84	24,50	23,80
L* (dış)	64,46	63,79	59,77	62,67	64,71	65,14	66,06
a* (dış)	3,95	5,29	5,95	5,85	4,86	5,59	5,82
b* (dış)	20,06	24,46	23,52	26,22	25,5	25,38	25,60
Tekstür (newton)	93,195	91,969	120,173	95,648	109,136	112,815	122,625
% Ağırlık değişimi	0	-0,0026	0,0007	-0,0044	-0,0056	-0,0063	-0,0075
% nem	60,95	60,43	60,04	61,54	61,60	60,65	61,35
TVB-N (mg/100g)	10,98	14,09	20,2	19,44****	19,66	22,08	34,04
Top. bakteri (log CFU/g)	5,0	7,8	8,5	8,3	8,6	9,2****	10,6
<i>Lactobacillus</i> sp.(logCFU/g)	2,7	4,1	7,0	7,5	8,8	9,3****	10,0
<i>Staph.sp.</i> (log CFU/g)	2,6	3,9	5,0	4,5	3,5	4,5	4,3
Top.koliform (log CFU/g)	4,3	3,0	4,7	4,2	4,1	4,8**	4,5
Maya-küf (log CFU/g)	2,5	3,4	4,7	4,2	3,3	4,6	4,0

\* p<0.001

\*\* p<0.01

\*\*\* p<0.05

Çizelge 2. A grubu (%5 O<sub>2</sub> +%35 CO<sub>2</sub> +%60N<sub>2</sub> ) Örneklere Ait Bulgular

A grubu analizleri	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün	35. gün	42. gün
Duyusal	9,9	9,23	8	7,5	6,6	4,1	0
pH	6,5	6,5	6,1	5,6	5,3	4,9	4,6
Asitlik*** (g/100g)	0,44	0,66	0,84	1,19	1,56	1,81	2,29
% O <sub>2</sub>	5,0	5,2	2,7	0,7	0,6	0,5	0,5
% CO <sub>2</sub>	35,0	27,0	29,6	43,3	53,3	55,0	55,0
L* (iç)	67,66	63,33	65,96	68,61	68,66	72,10	69,87
a* (iç)	-0,32	1,16	1,51	1,25	0,75	0,82	1,27
b* (iç)	22,92	27,49	24,55	24,09	24,61	23,45	23,55
L* (dış)	64,46	61,73	62,33	64,46	65,79	65,68	63,95
a* (dış)	3,95	6,76	5,67	6,11	5,43	6,00	6,57
b* (dış)	20,06	25,75	23,81	25,22	24,57	25,54	26,21
Tekstür (newton)	93,195	127,530	125,078	103,005	120,173	156,960	116,494
% Ağırlık değişimi	0	-0,0004	0,0003	-0,0029	-0,0041	-0,0041	-0,0056
% nem	60,95	61,19	60,79	60,48	60,90	61,46	60,66
TVB-N (mg/100g)	10,98	16,40	22,30	16,18	16,78	22,01	27,42
Top. bakteri (log CFU/g)	5,0	7,4	8,0	7,6	8,6	8,7	9,1
<i>Lactobacillus</i> sp.(log CFU/g)	2,7	4,5	7,2	8,7	8,4	8,9	9,1
<i>Staph.sp.</i> (log CFU/g)	2,6	3,3	4,4	4,6	2,6	4,3	4,6
Top.koliform (log CFU/g)	4,3	4,2	3,9	4,0	3,8	3,7	3,0
Maya-küf (log CFU/g)	2,5	2,1	4,3	3,3	3,1	4,9	4,9

\*\*\* p&lt;0.05

Alabalık burgeri yapımında kullanılan alabalıkların ve depolama öncesi burgerlerin duyusal kalitesi ekstra kalite (sırası ile 9,8 ve 9,9 puan )olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunun depolamanın 21. gününden itibaren diğer gruplara göre önemli derecede bozulduğu (p<0,001) ; modifiye atmosferle paketlenen A ve B gruplarının duyusal özelliklerinin ise depolama süresince birbirlerinden dikkat çekici bir farklılık göstermediği belirlenmiş (NS=Önemli değil) ve bunlarda bozulma 35. günden itibaren görülmüştür. Karbondioksit, vakum ve sarma ambalaj ile paketlenerek +3°C' de depolanmış olan dumanlanmış morina balıklarında, duyusal değerlendirmelere göre, sarma ambalaj ve vakum paketlerde 14 gün sonra istenmeyen koku oluştuğu, bundan 7 gün sonra ise tamamen bozulma meydana geldiği tespit etmiştir. Karbondioksit ile paketlenenlerde ise dumanlanmış ürüne has doğal kokularını 49. güne kadar koruduklarını belirtilmiştir (PENNEY ve ark, 1994).

Yapılan pH analizleri sonucunda; depolama süresince ürünlerin pH değerlerinde düşme görülmüş, depolamanın son günü olan 42. günde kontrol grubunda 4,7, A ve B grubunda 4,6 olarak belirlenmiştir. Alabalık köftelerinin soğukta (+2°C±1) depolanması ile yapılan bir araştırmada da, pH değerlerinin depolama süresince düştüğü gözlemlenmiş, bu durum, köftenin karışımında bulunan patates ve ekmeğin içeriğinin fermentasyonuna bağlanmıştır (AVCI, 1996). Soğukta (+ 4°C ) % 75 CO<sub>2</sub> + %25 N<sub>2</sub> ile paketlenerek depolanan tilapyalarda da pH değerinin depolama süresince düştüğü gözlemlenmiştir (REDDY ve ark, 1995). Modifiye atmosfer şartlarında paketlenerek depolanmış olan ringalı sebze salatalarında, paketlenme uygulamasının veya kalitedeki bozulmanın ürünün pH 'sına belirgin bir etkisi olmadığı belirtilmektedir (AHVENAINEN ve ark, 1990).

Çizelge 3. B grubu (%30 CO<sub>2</sub> +% 70N<sub>2</sub>) Örneklere Ait Bulgular

B grubu analizleri	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün	35. gün	42. gün
Duyusal	9,9	9,3	8,2	7,2	6,5	4,4	0
pH	6,5	6,5	6,1	5,7	5,4	4,9	4,6
Asitlik*** (g/100g)	0,44	0,68	0,92	1,24	1,65	1,78	2,28
% O <sub>2</sub>	0	0	0	0,5	0,6	0,5	0,5
% CO <sub>2</sub>	30,0	24,0	24,0	37,0	43,6	48,3	49,0
L* (iç)	67,66	68,24	67,99	66,38	68,70	70,11	70,34
a* (iç)	-0,32	1,28	1,77	1,11	1,01	1,14	1,36
b* (iç)	22,92	26,34	24,90	25,15	24,34	23,29	24,44
L* (dış)	64,46	63,86	64,22	64,18	63,69	67,12	65,86
a* (dış)	3,95	4,90	5,68	5,98	5,48	5,39	5,98
b* (dış)	20,06	24,89	23,89	25,91	24,68	24,47	25,41
Tekstür (newton)	93,195	123,851	90,743	77,254	120,173	121,399	117,720
% Ağırlık değişimi	0	-0,0005	0,0003	-0,0025	-0,0032	-0,0036	-0,0046
% nem	60,95	60,84	60,22	60,48	60,72	61,26	60,84
TVB-N (mg/100g)	10,98	15,71	21,87	16,88	19,06	22,48	29,71
Top. bakteri (log CFU/g)	5,0	7,4	8,5	8,7	8,5	8,8	8,6
<i>Lactobacillus</i> sp.(log CFU/g)	2,7	4,3	7,2	7,1	8,3	9,0	8,8
<i>Staph.sp.</i> (log CFU/g)	2,6	3,5	4,9	4,6	3,3	4,1	4,0
Top.koliform (log CFU/g)	4,3	3,0	4,5	4,0	4,1	4,0	4,2
Maya-küf (log CFU/g)	2,5	2,2	3,9	4,1	4,0	4,2	4,7

\*\*\*p&lt;0.05

Çiğ haldeki alabalıkların asitliği 0,56 g/ 100g ; paketlenme öncesi burgerlerin asitliği ise 0,44 g/ 100g olarak belirlenmiştir. Bunun, depolamanın 42. gününde kontrol grubunda 2,19 g/ 100g, A grubu örneklerde 2,29 g/ 100g, B grubunda ise 2,28 g/ 100g şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Modifiye atmosferle paketlenen grupların kontrol grubu örneklerine oranla daha asidik olduğu dikkat çekmektedir (p<0,05). Bu durum, balık etinde karbondioksitin absorpsiyonu sebebiyle etteki karbonik asidin artışı nedeniyle olmaktadır.

Alabalık burgeri paketlerindeki oksijen oranı kontrol grubu paketlerinde %21'den ve A grubunda %5'ten depolama sonunda % 0,5'e düşmüş; başlangıçta hiç oksijen içermeyen B grubu paketlerinde de depolama sonunda % 0,5 olarak tespit edilmiştir. Karbondioksit ise, kontrol grubu paketlerinde %0,3'ten, %54'e çıkmış, A grubunda %35'ten %55'e, B grubunda ise %30'dan %49'a yükselmiştir. Atmosferik hava ile paketlenen karideslerde CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun; 10 gün sonra % 20 'ye ulaştığı; bu artışa mikrobiyal solunumun neden olduğu ve dokulardaki enzim aktivitesinin de burada rol oynadığı belirtilmektedir (LANNELONGUE ve ark, 1982). REDDY ve ark (1994) ise, soğukta depolanan tilapyalarda O<sub>2</sub> konsantrasyonunun hava-kontrol grubunda depolamaya bağlı olarak azaldığını; CO<sub>2</sub>'nin arttığını, modifiye atmosfer gruplarında ise CO<sub>2</sub>'nin depolamanın başlarında azaldığını, sonra mikrobiyal aktivitenin artmasıyla tekrar yükseldiğini belirtmektedirler. Yine, tilapya filetolarının MA paketlenerek +4°C'de depolanması şeklinde yapılmış olan bir araştırmada, başlangıçta % 75 oranında CO<sub>2</sub> içeren paketlerdeki CO<sub>2</sub>'nin birkaç günde % 55'e düştüğü görülmüş, bunun filetoların yüzeyinde CO<sub>2</sub> çözünmesi nedeniyle olabileceği ifade edilerek CO<sub>2</sub>'nin daha sonra % 60'ın üzerine yükseldiği belirtilmiştir (REDDY ve ark, 1996).

Alabalık burgerlerinin iç ve dış kısımlarındaki renk, ürünün dışı panelenmiş olduğundan birbirinden oldukça farklıdır. Bu nedenle ürünün hem iç, hem de dış bölgelerindeki renk değişimi ayrı ayrı ölçülmüştür. Buna göre, alabalık burgerlerinin dış kısmında yapılan renk ölçümlerinde  $L^*$  değerinin, başlangıçta 64,46 iken, depolama sonunda kontrol grubunda 66,06, A grubunda 63,95, B grubunda 65,86 şeklinde olduğu belirlenmiştir.  $a^*$  değerleri ise depolama başlangıcında 3,95 olarak saptanmış, sonunda ise kontrol grubunda 5,82, A grubunda 6,57, B grubunda 5,98 'e yükseldiği görülmüştür.  $b^*$  değerleri, başlangıçta 20,06 olarak tespit edilmiş, kontrol grubunda 25,6, A grubunda 26,21, B grubunda 25,41 olarak belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalara göre kontrol grubundaki renk değişimi  $DE= 6,06$ , A grubunda  $DE= 6,70$ , B grubunda ise  $DE= 5,89$  olarak hesaplanmıştır. Alabalık burgerinin iç bölgelerinde yapılan renk okumalarında ise,  $L^*$  değeri, 67,66'dan, depolamanın son günü olan 42. günde kontrol grubunda 70,30, A grubunda 69,87, B grubunda 70,34 'e;  $a^*$  değerleri ise -0,32'den, kontrol grubunda 1,15, A grubunda 1,27 ve B grubunda 1,36 'ya yükselmiştir.  $b^*$  değerleri ise başlangıçta 22,92 şeklinde belirlenmiş, bunun, depolama sonunda kontrol grubunda 23,80, A grubu 23,55, B grubunda 24,44 olduğu tespit edilmiştir. Alabalık burgerlerinin iç kısmında meydana gelen renk değişimi kontrol grubunda  $\Delta E= 3,15$ , A grubunda  $\Delta E= 2,79$ , B grubunda  $\Delta E= 3,51$  olarak belirlenmiştir. Burgerlerin iç ve dış kısımlarındaki renk ölçümlerine göre, depolama sırasında burgerlerde kırmızı rengin arttığı ve sararma görüldüğü anlaşılmaktadır. Dondurulmuş ve dumanlanmış somonlar ile yapılmış olan çalışmalarda da  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde artış kaydedilmiş olup, kırmızı ve sarı renklerin arttığı ve  $L^*$  değerlerinin de yükselmekte olduğu bildirilmiştir (NO ve STOREBAKKEN, 1991; SCHUBRING ve OEHLenschLAGER, 1996). Bu durum alabalık burgerinde de benzer yönde olmuştur.

Alabalık burgerinin depolama öncesi tekstür ölçümü sonucunda elde edilen değer 93,195 newtondur. Depolamanın son günü olan 42. günde bu değer, kontrol grubunda 122,625 newton, A grubunda 116,494 newton, B grubunda 117,720 newton olarak belirlenmiştir. Modifiye atmosferde paketlenerek depolanan uskumrulara instron ile belirlenen tekstür ölçümlerinde arasında depolamanın 0. ve 21. günleri arasında önemsenmeyecek derecede fark bulunmuştur ve doku ölçümü sonuçları uskumruların kalite durumlarının belirlenmesinde etkin bulunmamıştır (HONG ve ark, 1996). Yengeçlerin hava-kontrol ve MA 'de depolanması süresince yapılmış olan bir araştırmada, paketlenme şekline bağlı olarak gruplar arasında tekstürel açıdan önemli bir farklılık oluşmadığı bildirilmiştir (PARKIN ve BROWN, 1983).

Ağırlık değişimi 'ağırlık kaybı' şeklinde olmuş ve depolamanın son günü olan 42. günde kontrol grubunda % 0,0075, A grubunda % 0,0056, ve B grubunda ise % 0,0046 olarak tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada, kontrol (atmosferik hava) paketleri ve % 80  $CO_2$  + % 20 hava ile paketlenen balıkların ağırlık kayıpları birbirinden önemli ölçüde farklılık göstermemiştir (PARKIN ve ark, 1981).

Alabalık burgeri ürününün yapımında kullanılan alabalıkların nem miktarı %73,91 olarak belirlenmiş, balıklar ürüne işlendikten sonra bu değer % 60,95 'e düştüğü görülmüştür. Kırkiki günlük depolama sonunda kontrol grubu örneklerin % 61,35, A grubunun % 60,66 ve B grubunun ise % 60,84 nem içerdikleri belirlenmiştir.

Henüz ürüne işlenmemiş durumdaki alabalıkların TVB-N miktarı 7,47 mg/100g; ürüne işlendikten sonra ise 10,98 mg/100g dir. Bu değerler depolama süresince artış göstermiş ve depolamanın 42. gününde kontrol grubunda 34,04mg/100g; A grubunda 27,42 mg/100 g ve B grubunda 29,71 mg/100 g. olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunun TVB-N değerinin depolamanın 21. gününde diğer gruplara göre yüksek olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Soğukta depolanan alabalıklar için sınır TVB-N değeri 25 mg/100 g olduğu bildirilmiştir (METİN ve VARLIK, 1997). Soğukta depolanan alabalık köfteleri ile yapılan bir çalışmada ise, TVB-N değerleri depolama başlangıcında 11,23 mg/ 100g balık şeklinde ölçülmüşken, 16. günde 14,04 mg/ 100g balık olarak tespit edilmiştir. Bu köftelerin depolamanın 10. Gününde pazarlanabilir, 12. Gününde ise bozulmuş oldukları bildirilmektedir (AVCI, 1996). Buradan, alabalık kullanılarak hazırlanmış olan köfte gibi ürünlerdeki TVB-N artışının, bozulmanın gerçekleştiği sırada bile fazla olmadığı anlaşılmaktadır. Mezgit ve ringalar, +5°C ve +10°C'de depolandığında, kontrol ve MAP örneklerinde TVB-N değerlerinin yaklaşık olarak aynı olduğu

bildirilmiştir (DHANANJAYA ve STROUD, 1994 ). Diğer bir çalışmada CO<sub>2</sub> ile depolama süresince bakteriyal sayıların artmasına karşın, TVB-N değerlerinin düşük kaldığı tespit edilmiş; 8-10 günlük depolama sonunda, CO<sub>2</sub> ile depolanan balıkta kötü koku ve aroma oluştuğu; ancak bu sırada ölçülen TVB-N değerinin, buzda depolanan balıklarda tazelik kriteri olabilecek kadar düşük seviyede olduğu görülmüştür (BANKS ve ark, 1980).

Örneklerin başlangıç toplam bakteri yükü 5 log CFU/g olarak tespit edilmiş, bu değer artarak depolamanın son gününde kontrol grubunda 10,6 log CFU/g, A grubunda 9,1 log CFU/g ve B grubunda 8,6 log CFU/g olarak belirlenmiştir. Toplam bakteri yükünün depolamanın erken safhalarından itibaren tüm gruplarda yüksek olduğu gözlenmiş, özellikle 35. günden sonra kontrol grubunda diğer paketleme gruplarından daha büyük bir artış (p<0,05) görülmüştür. Yüksek konsantrasyonda CO<sub>2</sub> içeren yayın balığı paketlerindeki toplam bakteri yükü +2 ve +8°C'lerde depolamanın 4. haftasında 9 log CFU/ g'in üzerine ulaştığı, toplam bakteri sayısındaki artışın laktik asit bakterileri gelişimi ve gram negatiflerin gelişmemesi sonucu olabileceği bildirilmektedir. Aerobik mikroorganizmaların % 100 hava ve düşük konsantrasyonda CO<sub>2</sub> içeren paketlerde ise ilk haftada 8 log CFU/g 'in üzerine ulaştığı ifade edilmektedir (SILVA ve WHITE, 1994).

Alabalık burgerlerinde yapılmış olan analizlere göre, *Lactobacillus sp.*'nin depolama süresince artarak depolamanın son günü olan 42. günde kontrol grubunda 10,0 log CFU/g 'a ulaştığı belirlenmiştir. Bu değer, A grubu örneklerde 9,1 log CFU/g , B grubunda ise 8,8 log CFU/g olarak tespit edilmiş ve özellikle 35. günden itibaren kontrol grubundaki artışın diğer gruplardan fazla (p<0,05) olduğu belirlenmiştir. Örneklerde bu mikroorganizmanın artması, hafif ekşimeyle birlikte, duyu bozulmaya neden olmakta ve asit oluşturduğundan pH değerini düşürmektedir. Karbondioksitin *Lactobacillus sp.*'de etkili olmadığı bildirilmiştir (FINNE, 1982). Modifiye atmosfer ortamında depolanan alabalıklarda da, *Lactobacillus sp.* sayısının yüksek olması nedeniyle pH'ın düştüğü bildirilmiştir (İZGİ, 1995).

Depolama başlangıcında *Staphylococcus sp.* 2,6 log CFU/g olarak tespit edilmiş; 42. günde kontrol grubunda 4,3 mg/100g, A grubunda 4,6 mg/100g ve B grubunda 4,0 mg/100g olarak bulunmuştur. Bu organizmanın gelişimi, çiğ ürünlerden çok pişmiş ürünlerin kötü şartlara maruz kalması, işleme sırasında çalışanlar sebebiyle kontamine olması ile bağlantılıdır (SILLIKER ve WOLFE, 1980).

Toplam koliform depolama başlangıcında 4,3 log CFU/g düzeyinde iken bozulmayı gösterebilecek bir artış sergilememiştir. Ancak özellikle 35. günden sonra kontrol grubundaki artış (p<0,01) daha fazla olmuştur. Gökkuşaağı alabalığı ve ringa filetoları ile yapılmış olan bir çalışmada toplam koliform bakterilerin 6 günlük depolama sonrasında vakum ve sarma ambalajlı örneklerde 4 log CFU/g.ve üzeri MA gruplarında ise 3 log CFU/g. civarında olduğu bildirilmiştir. Bu değerler alabalık burgeri çalışmamızdaki bulgularla benzerlik göstermektedir (RANDELL ve ark, 1997). Maya-küf miktarı depolama süresince artmış, ancak bunun ürün yapımında kullanılan baharat ve diğer katkıları nedeniyle olduğu düşünülmüştür. Depolama sırasında elde edilen bulguların bazen düşüp bazen artış göstermesi de bundan dolayı meydana gelmiştir. Birçok baharatın çeşitli mikroorganizma gruplarına karşı antimikrobiyal özelliği olmakla birlikte, içerdikleri mikrobiyal yük ile gıdalar için kontaminasyon kaynağı olabilmektedirler. Baharatlarda küf sayıları gramda 10<sup>5</sup> –10<sup>6</sup> düzeyine kadar ulaşabilmekte, ve bu küfler arasında toksijenik olanlara rastlanabilmektedir (SORENSEN, 1990; KISS ve FARKAS, 1988). Bu üründe depolama başlangıcında, 21. günde ve depolamanın son gününde yapılan analizler sonucunda anaerobik mikroorganizma ve *Salmonella sp.*'ya rastlanmamıştır. Benzer şekilde, depolama süresince yapılan analizlere göre anaerobik mikroorganizma gelişimi de tespit edilmemiştir. Taze alabalıkların MA ortamında depolanması üzerine yapılmış olan bir çalışmada, depolamanın 5. ve 9. günlerde yapılmış olan analizler sonucunda *Salmonella* arandığı, ancak test sonuçlarının negatif olduğu bildirilmektedir (İZGİ, 1995). Genellikle MA'de kullanılan karbondioksitin anaerobların gelişimini artırdığı söylenmektedir. Ancak yayın balıklarının 4,8 ve 16°C'de depolanması süresince mikrobiyal gelişimin kontrol ve MA paketlerinde benzer düzeylerde olduğu bildirilmiştir (REDDY ve ark, 1997). Tilapya filetoları ile yapılmış olan başka bir çalışmada da benzer sonuçlar tespit edilmiştir (REDDY ve ark, 1995).

## SONUÇ

Burger ürünü, duyuusal, fiziksel ve kimyasal açıdan kontrol grubunda 21, modifiye atmosfer gruplarında ise 35 gün dayanıklı görülmektedir. Ancak, toplam bakteri yükünün depolamanın erken safhalarından itibaren yüksek oluşu , ürünün bu kadar uzun ürelerde tüketilmesini riskli kılmaktadır. Bu üründe antimikrobiyal madde kullanılarak, modifiye atmosfer şartlarındaki raf ömürlerinin daha fazla artırılabilceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- AHVENAINEN, R., SKYTТА, 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.
- AVCI, İ. 1996. Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Köfte ve Salatasının Soğukta Depolanmasındaki Fiziksel ve Kimyasal Değişimlerin İncelenmesi. T.C. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi.
- 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. Map-ping 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 and GIBBONS, N.E. 1974. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* 8th ed. Baltimore, Williamsand Wilkins 1268 s.
- CEMEROĞLU, B. 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları. Ankara.
- CHURCH, I.J. and 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. *J. of Food Microbiol.*, 19. 283-294.
- DHANANJAYA, S and STROUD, G.D. 1994. Chemical and Sensory Changes in Haddock and Herring Stored Under Modified Atmosphere. *J. of Food Sci. and Tech.* 29 s. 575-583.
- FARBER, J.M. 1991. Microbiological Aspects of Modified-Atmosphere Packaging Technology -A Review. *J. of Food Protection.* Vol. 54, No. 1, 58-70.
- FDA 1984. *Bacteriological Analytic Manual*, AOAC Virginia.
- GARTHWAITE, G.A. 1992. *Chilling and Freezing of Fish.* Fish Processing Technology. Ed: Hall, G.M. Blackie Academic & Professional New York. xiii+309.
- 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.
- KALIPSIZ, A. 1981. İstatistik Yöntemler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü.Yayın no: 2837 O.F. Yayın no: 294. İstanbul.
- KISS, I. and FARKAS, J. 1988. Irradiation as a Method for Decontamination of Spices. *Food Reviews Intern.* 4: 77-92.
- LANNELONGUE, M., FINNE, G., HANNA, M.O., NICKELSON, R., VANDERZANT, G 1982. Storage Characteristics of Brown Shrimp (*Penaeus aztecus*) Stored in Retail Packages Containing CO<sub>2</sub>- Enriched Atmospheres. *J. of Food Sci.* Vol: 47, s. 911- 923.
- LING, P.P., RUZHITSKY, V.N., KAPANIDIS, A.N., LEE, T.C. 1996. Measuring the Color of Food. *Chemtech.* March, 46-53.
- METİN, S ve VARLIK, C. 1997. Taze ve Soğukta Depolanan Gökkuşuğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* WALBAUM, 1792) Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin İncelenmesi. II. Soğukta Depolanan Gökkuşuğu Alabalığının Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi, Gıda ve Teknoloji. Yıl:2, Sayı: 1 s: 5-10.
- NO, H.K., STOREBAKKEN, T. 1991. Color stability of Rainbow Trout Fillets During Frozen Storage. *Journal of Food Science.* Vol. 56, No. 4, s. 969-972, 984.
- PARKIN, K.L and BROWN, W.D. 1983. Modified Atmosphere Storage of Dungeness Crab (*Cancer magister*). *J of Food Sci.* Vol. 48 s. 370-374.



- PARKIN,K.L., WELLS,M.J., BROWN,W.D. 1981. Modified Atmosphere Storage of Rockfish Fillets. J.of Food Sci. Vol.47,s.181-184.
- PARRY,R.T. 1993. Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food. Blackie Academic & Professional xii+299.
- 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., VILLANUEVA,M., KAUTTER,D.A.1995. Shelf Life of Modified-Atmosphere-Packaged Fresh Tilapia Fillets Under Refrigeration and Temperature -Abuse Conditions. J. of Food Protection. Vol.58, No.8, s. 908-914.
- REDDY,N.R., PARADIS,A., ROMAN,M.G., SOLOMON,H.M., RHODEHAMEL,E. 1996. Toxin Development by *Clostridium botulinum* in Modified Atmosphere -Packaged Fresh Tilapia Fillets During Storage. J.of Food Science. Vol. 61, No. 3 s. 632-635.
- 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.
- SCHORMULLER,J. 1968. Handbuch der Lebensmittel Chemie. Band III/2 Teil. Trierische Lebensmittel Eier, Fleisch, buttermilch. Springer. Verlag. Berlin- Heidelberg-New York. s.1341-1397
- SCHUBRING,R. 1996. Farbmessungen an panierten Fischerzeugnissen. Inf. Fischwirtsch. 43 (2) 84-88.
- SCHUBRING,R and OEHLENSCHLAGER,J. 1996. Bewertung der Fabre von frischen und tiefgefrorenen Raucherlachsseiten mittels objektiver Farbmessung. Inf. Fischwirtsch. 43(2) 81-84.
- SIKORSKI,Z.E. 1989. Seafood: Resources Nutritional Compsition and Preservation. Chapter 3,4,6. CRC Press Inc. Boca Raton Florida.
- SILLIKER,J.H and WOLFE,S.K. 1980. Microbiological Safety Considerations in Controlled - Atmosphere Storage of Meats. Food tech. March 59-63.
- SILVA,J.L and WHITE,T.D. 1994. Bacteriological and Color Changer in Modified Atmosphere-Packaged Refrigerated Channel catfish. J. of Food Protect. Vol: 57, No: 8, 715-719.
- SORENSEN, S. 1990. Process for Sterilizing Spices. United States Patent US 4910027, Scanflavour, Denmark.
- 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.