

DEPOLAMA SICAKLIĞI VE MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMININ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI FİLETOLARININ TOPLAM BAKTERİYEL YÜK VE RENK DEĞERLERİ (L*, A*, B*) ÜZERİNE ETKİLERİ*

THE EFFECTS OF STORAGE TEMPERATURE AND PACKAGING WITH MODIFIED ATMOSPHERE ON TOTAL BACTERIAL FLORA AND COLOR VALUES (L*, A*, B*) OF RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) FILLETS

Şükriye ARAS HİSAR¹, Olcay HİSAR², Telat YANIK², Mükerrerem KAYA³

²Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, Erzurum

³Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

ÖZET: Araştırmada depolama sıcaklığı (4 ve 10 °C) ve değişik atmosfer şartlarının (hava, vakum, %100 CO₂, %2,5 O₂-%7.5 N₂-%90 CO₂, %30 O₂-%30 N₂-%40 CO₂) gökkuşağı alabalığı filetolarının toplam bakteri sayısı ve renk değerleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Muhafaza sıcaklığı 4 °C olduğunda gökkuşağı alabalık filetolarının farklı iki inkübasyon sıcaklığında (25 °C'de 3 gün ve 37 °C'de 2 gün) belirlenen toplam bakteri sayıları üzerinde depolama süresi, atmosfer ve depolama süresi X atmosfer interaksyonunun çok önemli (p<0,01) etkileri tespit edilmiştir. Depolama süresinin hem L* değeri hem de a* değeri üzerinde çok önemli (p<0,01) etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Atmosfer şartlarının da her iki değer üzerinde çok önemli (p<0,01) etkileri görülmüştür. Filetoların b* değeri üzerinde ise her iki faktörün de önemli bir etkisi olmamıştır (p>0,05). Depolama sıcaklığı 10°C olduğunda toplam bakteri sayısı üzerine depolama süresi ve atmosfer faktörleri çok önemli (p<0,01) etkilerde bulunurken, depolama süresi X atmosfer interaksyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Filetoların L* değerleri üzerine depolama süresi çok önemli (p<0,01) etkide bulunmuştur. Atmosfer ile depolama süresi X atmosfer interaksyonunun bu değer üzerine etkisi olmamıştır (p>0,05). Filetoların a* ve b* değerlerine ise ana varyasyon kaynaklarının etkileri önemsiz (p>0,05) bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gökkuşağı Alabalığı, modifiye atmosfer paketieme, depolama sıcaklığı, toplam bakteriyel yük, fileto rengi

ABSTRACT: In this research, the effects of storage temperature (4 and 10 °C) and different atmospher conditions (air, vacuum, 100% CO₂, 2.5 %O₂- 7.5 %N₂- 90% CO₂, 30% O₂-30% N₂-40% CO₂) on total bacterial flora and color values were investigated.

Storage time, atmospher and storage time atmospher interaction were important (p<0,01) on total bacteri count determined at 4 °C with two different incubation temperatures (3 days at 25°C and 2 days at 37 °C).

There were significant effects (p<0.01) of storage time and atmosphere conditions on both L* and a* values. However there were no significant (p>0.05) effects of both factors on b* values of fillets.

When storage time 10 °C, the effects of storage time and atmosphere factors on total bacteria count were significant (p<0.01), but the effects of storage time xatmosphere interaction was not important (p>0.05).

The effects of storage time was significant (p<0.01) on L* vaules of fillets, however there were no significant effects (p>0.05) of atmospher and storage time x atmosphere interactions on this values. The effects of main variation sources on a* and b* values of fillets were insignificant (p>0.05).

Keywords: Rainbow Trout, modified atmosphere packaging, storage temperature, total bacterial flora, fillets color

* Türkiye 8. Gıda Kongresinde sunulmuştur.

1 E-posta: shisar@atauni.edu.tr.

GİRİŞ

Su ürünlerinin insan beslenmesindeki yeri son derece önemlidir. Son yıllarda sağlıklı beslenme bilincinin yaygınlaşması sonucu talep eğrilerinde beyaz ete, özellikle balık eti lehine bir kayma gözlenmektedir. Hayvansal protein ihtiyacının büyük oranda su ürünlerinden karşılandığı, gelişmekte olan ülkeler için, balık ve diğer su ürünleri üretimi ve özellikle balık yetiştiriciliği, önemli bir döviz kaynağı ve istihdam sahası oluşturmaktadır (Aras, Bircan ve Aras 1997). Taze balıklar sahip oldukları biyolojik kompozisyonları; yüksek su aktiviteleri (aw), yüksek pH'ları ve otolitik enzimleri nedeni ile çok çabuk bozulabilen gıdalardır. Bu ürünlerin tüketimine olan eğilim yalnızca kalitesine değil güvenilirliğine de olmalıdır. Çünkü su ürünlerindeki potansiyel sağlık riskleri özellikle çok uzun süreli uygun olmayan şartlarda taşınmaları sırasında ortaya çıkmaktadır. Tüketiciler satın almış oldukları ürünleri olabildiğince uzun süre taze olarak muhafaza edebilmek istemekte; bu durum satışa sunulabilme süresini artırdığından satıcı tarafından da tercih edilmektedir (Metin, Erkan, Baygar ve Özden 2002). Muhafaza metotları genellikle avlamadan depolama ve tüketime kadar geçen süre içinde, işleme ve dağıtım esnasında tazelik ve kalitenin devamını sağlamak amacıyla yöneliktir. Balık muhafazasının amacı; balıkların besleyici değeri, duyu kalitesi ve güvenirliliği ile ilgili arzu edilmeyen değişimleri önlemektir. Bu da balıktaki mikroorganizma gelişimini kontrol etmek, istenmeyen fiziksel, kimyasal ve fizyolojik değişimleri azaltmak veya kontaminasyonu önlemek esasına dayanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle gerçekleştirilebilir (Sikorski 1990).

Son yıllarda balık işleme endüstrisinde, etkili bir şekilde raf ömrünü uzatan, taze olarak pazarlama sağlayan, koruyucu ve katkı maddesi içermeyen ve aynı zamanda enerji maliyeti düşük bir muhafaza metodu olan modifiye atmosferde ambalajlama tekniği sıkça kullanılmaktadır (Ghazala 1994, Sorheim, Aune ve Nesbakken 1997). Balık muhafazasında modifiye atmosferde ambalajlama tekniği, balıklarda raf ömrünü uzatmak, mikrobiyolojik gelişmeyi azaltmak ve enzimatik bozulmayı önlemek amacıyla ambalaj içi gaz atmosferinin değiştirilerek, balığın yapısına uygun özellikteki ambalaj materyalleri ile balıkların ambalajlanması işlemidir. Modifiye atmosferde uygulanan temel teknik işlem, ambalaj ortamındaki havanın çıkarılarak yerine bir gaz veya gaz karışımı verilerek ambalajın kapatılmasıdır (Farber 1991, Üçüncü 2000, Sverstsvik, Jeksrud ve Rosnes 2002). MAP'de gaz olarak çoğunlukla CO₂, N₂ ve O₂ gazları kullanılır. Her bir gaz MAP ile ambalajlanan balıklar üzerinde farklı ve spesifik rol oynar (Philips 1996, Topal 1996, Sorheim vd 1997, Church 1998).

En önemli gıda ambalajlama tekniklerinden biri olan MAP ile ilgili olarak özellikle deniz balıkları üzerine dünyada çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ülkemizde de konunun önemi anlaşılmış, ancak henüz yeterince çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma ile, bölgemizde üretimi gittikçe artan bir tatlı su balığı türü olan gökkuşacağı alabalıklarının (*Onchorynchus mykiss*) modifiye atmosferde ambalajlayarak daha uzun süre muhafaza edilmesinin sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Filetoların hazırlanması ve depolanması

Araştırmada balık materyali olarak Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Yavru Alabalık Araştırma ve Üretim Tesislerinden temin edilen ortalama 200 g ağırlığındaki gökkuşacağı alabalıkları (*Onchorynchus mykiss*) kullanılmıştır. Fileto hazırlamak için yakalanan gökkuşacağı alabalıkları laboratuvara alınarak iç organları temizlenmiştir. Laboratuvar tezgahları üzerine yan olarak yerleştirilen balıkların solungaç kapaklarının altından kuyruk yüzgeçlerine kadar olan dorsal ve abdominal kasları içine alan blok şeklindeki et kısmı keskin bistüriler vasıtasıyla ayrılmıştır. Balık ters çevrilerek aynı işlem uygulanmış ve kılçıklar, kuyruk ve solungaçlarla birlikte baş kısımları ayırt edilerek derili filetolar elde edilmiştir (Sikorski 1990).

Ambalajlama materyali olarak UPM (UPM-Kymmene Corporation Walki Films, Finland) firmasından temin edilen, 15x25 cm boyutlarında OPA/EVOH PE'den (Oriented Poliamid EVOH, Polietilen, 15 µ, polietilen 50 µ, toplam 65 µ) müteşekkil materyal (O₂ geçirgenliği 5 cm³/m²/gün.atm.23°C; N₂ geçirgenliği 1 cm³/m²/gün

atm.23°C, CO₂ geçirgenliği 23 cm³/m²/gün.atm. 23°C ve su buharı geçirgenliği 15 g/m²/gün.atm. 38°C) kullanılmıştır. Filetoların ambalajlanması işleminde Multivac (Multivac A 300/16, Sepp Haggenmüller, D 87787 Wolfertschwenden, Germany) gaz ambalajlama makinesi kullanılmıştır. Filetolar hava, vakum ve üç farklı gaz karışımı ile (%100 CO₂, %2,5 O₂- %7.5 N₂-%90 CO₂, %30 O₂-%30 N₂-%40 CO₂) ambalajlanmış ve 4°C'de 14 gün süre ile; 10°C'de 5 gün süre ile depolanmıştır. Araştırma 2 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür.

Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler için 25 g örnek alınmış ve üzerine 225 ml steril fizyolojik su (%0.85'lik NaCl) ilave edilerek Stomacher (Lab Stomacher Blander 400-BA7021, Sewardmedical)'de homojenize edilmiştir. Bu homojenizattan alınarak uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır. Toplam bakteri sayımı için besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA, Merck) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılan petri kutuları 25°C'de 3 gün ve 37°C'de 2 gün aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır (Baumgart, Firnhaber ve Spcher 1993). Araştırmada bütün ekimler iki paralelli olarak yapılmış ve sonuçlar log₁₀ kob/g olarak verilmiştir.

Renk yoğunluğunun ölçümü

Örneklerin renk yoğunluklarının ölçümünde Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japon) kolorimetre cihazı kullanılarak L*, a* ve b* değerleri tespit edilmiştir. L*, a* ve b* değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationale de l'E Clairage) tarafından verilen kriterlere göre yapılmıştır. Buna göre; L*; L*= 0, siyah; L*=100, beyaz (koyuluk/açıklık); a*; +a*= kırmızı, -a*=yeşil ve b*; +b*=sarı, -b*= mavi renk yoğunluklarını göstermektedir (Gobantes, Choubert ve Gomez 1998, Amanatidou, Schlüter, Lemkau, Gorris, Smid ve Knorr 2000).

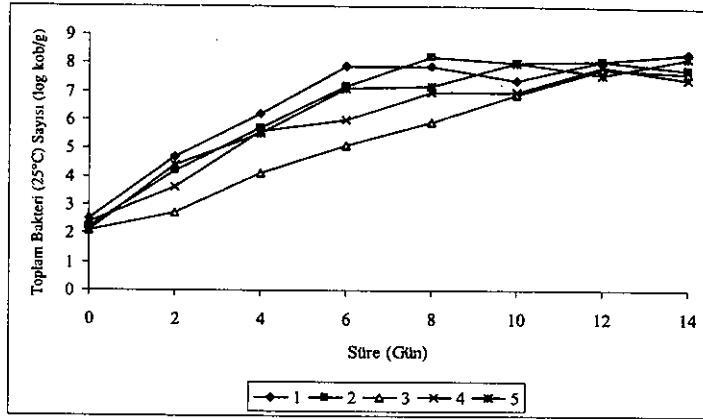
SONUÇ ve TARTIŞMA

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 4°C'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının farklı iki inkübasyon sıcaklığında (25°C'de 3 gün, 37°C'de 2 gün) belirlenen toplam bakteri sayıları üzerinde depolama süresi, atmosfer ve depolama süresi x atmosfer interaksyonunun çok önemli (p<0.01) etkileri söz konusudur.. Başlangıç CO₂ seviyesi %100 olan ambalajlarda bakteriyel gelişme daha iyi inhibe edilebilmiştir. Modifiye atmosfer ambalajlamada önemli bir gaz olan CO₂'nin konsantrasyonu arttıkça inhibüsyon etkisi artmaktadır. Ayrıca sıcaklık düştükçe çözünürlük artmakta ve dolayısıyla inhibüsyon seviyesi yükselmektedir (Dixon ve Kell 1989, Stammen, Gerdes ve Caporaso 1990). Depolama süresi arttıkça atmosfer şartlarına bağlı olarak bakteri sayılarında da artışlar olmuştur. 25°C'lik inkübasyon sıcaklığında kontrol grubu filetolarında depolamanın 4. gününde 10⁶ kob/g, 6. gününde ise 10⁸ kob/g seviyesinde toplam bakteri belirlenmiştir. Aynı depolama günlerinde başlangıç CO₂ seviyesi %100 olan ambalajlarda ise sırasıyla 10⁴ kob/g ve 10⁵ kob/g'dır (Şekil 1).

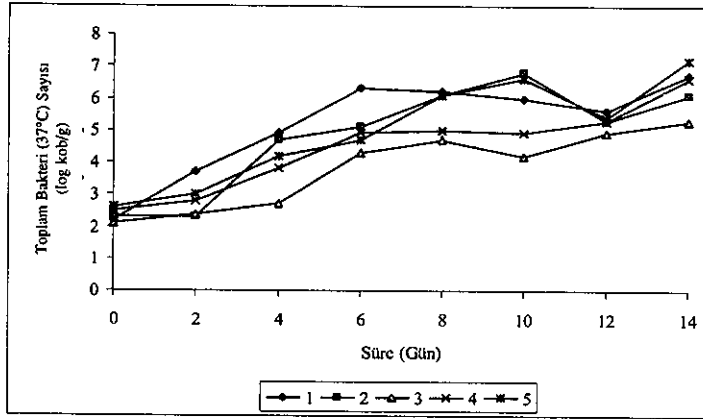
37°C'lik inkübasyon sıcaklığına ait interaksyon grafiğinde (Şekil 2) de benzer sonuçlar alınmış, ancak sayılar 25°C'lik inkübasyona göre 1-2 logaritmik birim daha düşüktür.

Cann, Smith ve Houston (1983), ringa balığı filetolarını %40 CO₂+%30 N₂+%30 O₂ ve %60 CO₂+%40 N₂'li atmosferde ambalajlamışlar ve modifiye atmosferde ambalajlanan filetoların bakteriyolojik kriterler açısından kontrol grubundan %40-80 daha uzun raf ömrüne sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Gökkuşağı alabalık filetoları üzerinde araştırma yapan Gimenez, Roncales ve Beltran (2002), ise aynı şekilde modifiye atmosfer ambalajlanan bakteriyel gelişmeyi geciktirdiğini bildirmişlerdir. Gobantes vd (1998) ise vakum uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalık filetolarında total canlı sayısının (30°C'de 3 gün) 4°C'de 5 günlük depolama sonunda 5.5±1.1 log kob/g, 7 günlük depolama sonunda da 6.5±1.0 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar kabul edilebilir sınırı 10⁶ mikroorganizma/g olarak almışlar ve filetoların 4°C' de raf ömrünü 5 gün olarak belirlemişlerdir.

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 4°C'de depolanan gökkuşağı alabalığı filetolarının L* değerleri 41.30-53.2, a* değeri 0.11-5.26, b* değeri ise 2.53-12.7 arasında değişmiştir. Depolama süresinin hem L* değeri hem de a* değeri üzerinde çok önemli (p<0.01) etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Atmosfer şartlarının



Şekil 1. Modifiye atmosferde ambalajlamanın Gökkuşuğu Alabalığı filetoalarının toplam (25°C) bakteri sayısına etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)



Şekil 2. Modifiye atmosferde ambalajlamanın Gökkuşuğu Alabalığı filetoalarının toplam (37°C) bakteri sayısına etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)

da her iki değer üzerinde çok önemli ($p < 0.01$) etkileri görülmüştür. Filetoaların b^* değeri üzerinde ise her iki uygulamanın da önemli bir etkisi olmamıştır ($p > 0.05$). Parlaklığın ölçüsü olan L^* değeri kontrol grubu ve vakum ambalajlı örneklerde istatistiki olarak farklılık göstermemiştir. En yüksek değerler gaz ambalajlı örneklerde belirlenmiş ancak bu örneklerden sadece başlangıç CO₂ oranı %90 ile %40 olan ambalajlar arasındaki farklılık istatistiki olarak farklı bulunmuştur.

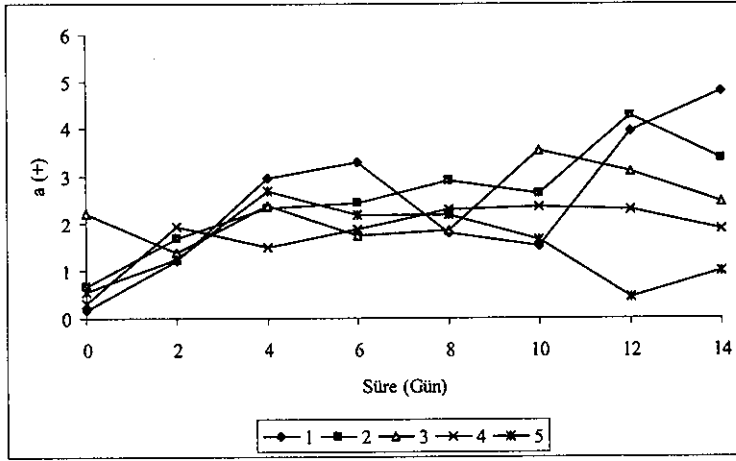
Kırmızılığın ifade eden a^* değeri en yüksek ortalamayı vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde vermiştir. Ancak bu ortalama kontrol ve %100 CO₂'e ait ortalamalardan istatistiki olarak farklılık göstermemiştir. Metin vd (2002), alabalık burgerleri ile yapmış oldukları modifiye atmosfer ambalajlama çalışmaları sonucunda, L^* , a^* ve b^* değerlerinde artış olduğunu tespit ederek kırmızı ve sarı rengin artış gösterdiğini kaydetmişlerdir.

Amanatidou vd (2000), modifiye atmosferle ambalajlamanın balıkların renk değerleri üzerinde olumsuz etkiye bulunduğunu bildirmişlerdir. Silva ve White (1994) modifiye atmosferle ambalajlanan kanal kedi balıklarının Hunter- L^* değerlerinin depolama süresince arttığını ve modifiye atmosferle ambalajlanan balıkların renginin beyazlaştığını bildirmişlerdir. Hunter- a değerlerinin depolama süresince azaldığını ve balık etinin CO₂'i absorbe etmesi nedeniyle rengin yeşile dönüştüğünü bununla birlikte Hunter- b değerlerinin uygulamalar arasında herhangi bir farklılık göstermediğini bildirmişlerdir.

Depolama süresi ilerledikçe L^* değeri artış göstermiş, ancak 12. ve 14. günlere ait değerler istatistiki olarak farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). Depolamanın başlangıcında (0. gün) 0.78 olan ortalama $+a$ değeri 12. günde ortalama 2.81 olarak belirlenmiştir. Filetoların a^* değeri üzerinde önemli ($p<0.05$) etkisi saptanan depolama süresi x atmosfer interaksyonu Şekil 3'te verilmiştir. Depolamanın 0. gününde başlangıç CO_2 konsantrasyonu %100 olan filetolar daha yüksek $+a$ değeri verirken, depolamanın 12. ve 14. günlerinde kontrol ve vakum ambalajlı örneklerde daha yüksek $+a$ değeri tespit edilmiştir.

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlamanın, $10^\circ C$ 'de depolanan gökkuşuğu alabalığı filetolarında toplam aerobik bakteri sayıları ($25^\circ C$ 'de 3 gün, $37^\circ C$ 'de 2 gün) üzerinde çok önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur ($p<0.01$).

Başlangıç CO_2 seviyesi %100 (4.54 log kob/g) olan örnekler için ortalamalar istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p>0.05$). kontrol grubuna ait ortalama değer ise 6.05 log kob/g olarak belirlenmiştir. İnkübasyon şartları $37^\circ C$ 'de 2 gün olan sayım sonuçlarında diğer inkübasyon sıcaklığına göre bazı farklılıklar olmuştur.



Şekil 3. Modifiye atmosferde ambalajlamanın Gökkuşuğu Alabalığı filetolarının a^* değerine etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO_2 , 4: %2.5 O_2 -%7.5 N_2 -%90 CO_2 , 5: %30 O_2 -%30 N_2 -%40 CO_2)

$37^\circ C$ 'deki sayım sonuçları mezofilik karakterdeki bakterileri kapsadığından sayı daha düşük çıkmıştır. Filetolar $10^\circ C$ 'de depolandığından daha çok psikrotrofik flora baskın duruma geçmiştir. Başlangıç CO_2 konsantrasyonu %100 (3.79 log kob/g) ile %90 (4.12 kob/g) olan filetolar arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Kontrol grubunda ortalama sayı 5.28 log kob/g, %40 CO_2 oranında 4.48 log kob/g olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar karbondioksit oranının bakteri sayısı üzerinde etkili olduğunu ve bakterilerin gelişimini sınırladığını göstermektedir. Ancak CO_2 'nin etkinliğinin düşük sıcaklıklarda daha fazla olduğu bilinmektedir. Konu ile ilgili diğer araştırmalarda da modifiye atmosfer ambalajlamada antimikrobiyal özelliği nedeni ile CO_2 'nin önemli bir gaz olduğu belirlenmiştir (Church 1994, Reddy, Solomon, Roman ve Rhodehamel 1997). Ana varyasyon kaynaklarından depolama süresi de filetoların toplam bakteri sayıları üzerine çok önemli ($p<0.01$) derecede etkili olmuştur. $10^\circ C$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayısı ($25^\circ C$ 'de 3 gün) 2. günde ortalama 5.24 log kob/g, 3. günde 6.81 log kob/g, 4. günde 7.07 olarak tespit edilmiştir. Mezofilik bakteri sayıları ($37^\circ C$ 'de 2 gün) ise aynı günlerde sırasıyla 4.51 log kob/g, 5.97 log kob/g ve 6.42 log kob/g olarak belirlenmiştir. Her iki inkübasyon sıcaklığında tespit edilen verilere ait varyans analiz sınırlarına göre depolama sıcaklığı ve atmosfer interaksyonu istatistiki bakımdan önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır.

Sonuç olarak $4^\circ C$ 'lik depolama sıcaklığında depolama süresi x atmosfer interaksyonunun çok önemli olduğu, %90 ve %100 CO_2 seviyelerinin depolama süresince daha düşük sayılar gösterdiği, CO_2 'nin $4^\circ C$ 'de daha et-

kin olduğu kanaatine varılmıştır. Ayrıca 4°C'de depolamada parlaklığın ölçüsü olan L değerinin gaz ambalajlı örneklerin gösterdiği, 10 °C'lik depolamada ise atmosfer şartlarının bu değer üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan gökkuşuğu alabalığı filetolarının L* değeri üzerinde depolama süresi çok önemli ($p < 0.01$) etkide bulunmuştur. Atmosfer şartlarının ve depolama süresi x atmosfer interaksyonunun L* değerine etkisi olmamıştır. Filetoların a* ve b* değerlerine ise ana varyasyon kaynaklarının önemli bir etkisi olmamıştır Parlaklığın ölçüsü olan L* değeri en yüksek 3. günde belirlenmiştir. Ancak bu değer 0. güne ait değer hariç diğer ortalamalardan istatistiki olarak farklılık göstermemiştir ($p > 0.05$).

KAYNAKLAR

- Amanatidou A, Schlüter O, Lemkau K, Gorris, LGM, Smid EJ and Knorr D. 2000. Effect of combined application of high pressure treatment and modified atmospheres on the shelf life of fresh Atlantik salmon. *Innovative Food Sci Emerg Tech*, 1: 87-98.
- Aras MS, Bircan R ve Aras NM. 1997. *Genel Su Ürünleri ve Balık Üretimi Esasları*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 13 s, Erzurum.
- Baumgart J, Firnhaber J, und Spcher G. 1993. *Microbiologische Untersuchung von Lebensmitteln*. Behr's Verlag, Hamburg, Germany.
- Cann DC, Smith GL and Houston NC. 1983. *Further Studies of the Packaging of Marine Fish Products under Modified Atmospheres*. Torry Research Station. Aberdeen, U.K.
- Church N. 1994. Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies. *Trends Food Sci Tech*, 5: 343-352.
- Church N. 1998. MAP fish and crustaceans-sensory enhancement. *Food Sci Tech Today*, 12(2): 73-80.
- Dixon NM and Kell BD. 1989. The inhibition by CO₂ of the growth and metabolism of micro-organisms. *J Appl Bacteriol*, 67: 109-136.
- Farber JM. 1991. Microbial aspects of modified-atmosphere packaging technology-a review. *J Food Protect*, 54(1): 58-70.
- Ghazala S. 1994. New packaging technology for seafood preservation-shelf life extension and pathogen control. In *Fisheries Processing*, Biotechnological applications published by Chapman and Hall, p. 96, London.
- Gimenez B, Roncales P and Beltran JA. 2002. Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *J Sci Food Agric*, 82(10): 1154-1159.
- Gobantes I, Choubert G and Gomez R. 1998. Quality of pigmented (astaxanthin and canthaxanthin) rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets stored under vacuum packaging during chilled storage. *J Agric Food Chem*, 46: 4358-4362.
- Metin S, Erkan N, Baygar T and Özden Ö. 2002. Modified atmosphere packaging of fish-salad. *Fisheries Sci*, 68: 204-209.
- Philips OCA. 1996. Review, modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. *Int J Food Sci Tech*, 31: 463-479.
- Reddy NR, Solomon HY, Roman G and Rhodehamel J. 1997. Shelf life and toxin development by *Clostridium botulinum* during storage of modified-atmosphere-packaged fresh aquacultured salmon filets. *J Food Protect*, 60(9): 1055-1063.
- Sikorski ZE. 1990. Seafood; Resources, In *Nutritional Composition and Preservation*, p.102, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
- Silva JL and White TD. 1994. Bacteriological and color changes in modified atmosphere-packaged refrigerated channel catfish. *J Food Protect*, 57(8): 715-719.
- Sorheim O, Aune T and Nesbakken T. 1997. Technological, hygienic and toxicological aspects of carbon monoxide used in modified-atmosphere packaging of meat. *Trends in Food Sci Tech*, 8: 307-312.
- Stammen K, Gerdes D and Caporaso F. 1990. Modified atmosphere packaging of seafood. *Food Sci Nutrit*, 29(5): 301-331.
- Sverstsvik M, Jeksrud WK and Rosnes MJT. 2002. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products-significance of microbial growth, activities and safety. *Int J Food Sci Tech*, 37: 107-127.
- Üçüncü M. 2000. *Gıdaların Ambalajlanması*. Ege Üniversitesi Basımevi, 612 s, İzmir.