

ORIGINAL ARTICLE/ORİJİNAL ÇALIŞMA

FULL PAPER

TAM MAKALE

MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME UYGULANAN MİDYELERİN (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) BUZDOLABI (4 ±2°C) KOŞULLARINDA RAF ÖMRÜNÜN TESPİTİ

Hülya TURAN, Rabiya Tuğba ONAY

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop-Türkiye

Received: 22.07.2015

Accepted: 01.09.2015

Published online: 06.09.2015

Corresponding author:

Hülya TURAN, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop-
Türkiye

E-mail: hturan@sinop.edu.tr

Öz:

Çalışmada, Karadeniz-Sinop Bölgesinde yetiştirilen midyeler (*Mytilus galloprovincialis*, L. 1819) kabuklarından ayrılıp, bysuss ipliklerinden temizlenerek modifiye atmosfer paketleme (MAP) ve (%75CO₂+%25N₂) vakum ile paketlenip 4 ±2°C'de 21 gün boyunca muhafazaya alınmıştır. Depolama süresince fiziksel, kimyasal, duyuusal ve mikrobiyolojik analizler yapılarak midyelerin raf ömrünün tespiti amaçlanmıştır. Tüm analiz sonuçlarına göre vakum paketlemenin modifiye atmosfer (MA) ile paketlemeye göre midye eti kalitesi üzerinde daha etkili olduğu (p<0.05) ancak vakum grubunda ağırlık kaybının basınçtan dolayı daha fazla olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Total uçucu bazik azot (TVB-N), Trimetilamin-azot (TMA-N), Tiyobarbitürik asit (TBA) ve duyuusal analiz ile toplam psikrofil ve toplam mezofil bakteri sonuçları birbirleri ile uyumlu bulunarak; MA ile paketlenen grubun 15. günde, vakum ile paketlenen grubun 21. günde "tüketilemez" olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Toplam koliform bakteri yükü her iki grupta da depolama süresince sınır değerler arasında kalmıştır. Midyenin "tüketilebilir" olduğu günler MAP grubu için 12 gün, vakum grubu için 18 gün olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Midye (*Mytilus galloprovincialis*, L. 1819), Modifiye atmosfer paketleme, Vakum paketleme, Raf ömrü, Soğuk muhafaza

Abstract:

Shelf Life Under The Refrigerator (4 ±2°C) Conditions of Mussels (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) Packaged With Modified Atmosphere

In this study, mussels cultivated in the Black Sea-Sinop region which were taken of crusts and cleaned from byssus (*Mytilus galloprovincialis*, L. 1819) were divided two groups. First group was packaged with modified atmosphere packaging (MAP) (%75CO₂+%25N₂) while the second group by vacuum packing and then both of them were stored at refrigerator temperature (4 ±2°C) for 21 days. It is aimed to determine the shelf life of mussel by physical, sensory, chemical, microbiological analysis during the storage period. According to the results, the quality of mussel's meat was better in vacuum packaging than MAP but the weight loss was higher at vacuum packaging because of pressure. Results of total volatile basic-nitrogen (TVB-N), trimethylamine-nitrogen (TMA-N), thiobarbituric acid (TBA), sensory analysis and the number of psychrophilic and mesophilic bacteria were similar and it was determined that the mussels became inconsumable at 21th day and 15th day in vacuum packed and MAP group, respectively (p<0.05). During the period of storage, the number of coliform bacteria was between the limit values. The consumable period of mussel was found as 12 day and 18 day for MAP and vacuum group, respectively.

Keywords: Mussel (*Mytilus galloprovincialis*, L. 1819), Modified atmosphere packaging, Vacuum packaging, Shelf life, Cold storage

Giriş

Denizlerimizden avlanan midye miktarı toplam 29000 ton olup bunun büyük bir kısmını (28030 ton) beyaz kum midyesi, geri kalanını ise karakıllı midye (887 ton) ve akivades (83 ton) oluşturmaktadır (TÜİK, 2014). Ekonomik değeri yüksek olan kara midye, ülkemizde daha çok midye dolma veya midye tava şeklinde tüketilmektedir. Özellikle midye dolma halk arasında rağbet gören bir üründür.

Avlanır avlanmaz işlenmesi gereken midyelerin tüketilinceye kadar kalitelerini korumak için değişik ön işlemler yapılmaktadır. Kabuklarından ayrıldıktan sonra, su içerisinde buzdolabında veya derin dondurucuda saklanan midyelere hemen hemen her restoranda rastlamak mümkündür. Ancak bu şekilde buzdolabında saklanan midyelerde genellikle üçüncü gün sonunda kalite kaybı olmaktadır. Su ürünlerinin yapısal içeriği nedeniyle ortaya çıkan bozulmaların önlenmesi ve dayanma sürelerinin uzatılabilmesi için geliştirilen vakum ve modifiye atmosfer paketleme (MAP), soğuk muhafazayla birlikte iyi sonuçlar vermektedir. Midyelerin dondurularak uzun süreli saklanmalarına ilişkin mevcut çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, vakum ve MAP uygulamanın soğuk koşullardaki raf ömrüne etkisi sınırlı düzeyde çalışılmıştır. Bu çalışma ile vakum ve MAP uygulanan midye etlerinin marketlerin soğuk raflarında yer alacak şekilde ambalajlanmasını sağlamak ve buna bağlı olarak raf ömrünü artıracak yöntemi ortaya koymak amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada Karadeniz'in Sinop Bölgesinde halat sisteminde yetiştirilen ortalama 60.46 ±0.60mm boylarında, 20.50 ±0.50g ağırlığında ve 6.19 ±0.20g et ağırlığı olan (toplamda 6500g et ağırlığı) kara midyeler (*Mytilus galloprovincialis*) kullanılmıştır.

Temizlenen midyelerden başlangıç parametrelerinin belirlenmesi için bir miktar ayrılmış, geri kalan midyeler ise otoklavda 115°C'de 0.74 kg/cm² basınçta 4 dk süreyle buharda bekletildikten sonra kabuklarından ve bysuss ipliklerinden uzaklaştırılmıştır. Çeşme suyu ile yıkanan midyeler vakum altında ve MAP tekniği ile paketlenmek üzere 2 tekerrürlü 2 gruba ayrılmıştır. Her tekerrürde ortalama 1600g midye eti kullanılmıştır. Her tabak içerisine yaklaşık 200g midye eti koyulmuş ve tabaklar, oksijen geçirgenliği 160 cc/m²/gün (ASTM D-3985) ve nem geçirgenliği 8.50 g/m²/gün olan gerdirilmiş Poliamide (Oriented

Polyamide-OPA)-Polyetilen (PE) baskısız polietilen poşetler içine yerleştirilmiştir. Midyelerin yarısı vakum altında, diğer yarısı ise MAP tekniği ile paketlenmiştir. MAP yapılacak örnekler için her paketin vakumla havası çekilip paket içine gaz/ürün oranı yaklaşık 3/1 (v/w) olacak şekilde %75CO₂+%25N₂'den oluşan gaz karışımı verilmiş ve sızdırmaz şekilde kapatılarak paketleme işlemi tamamlanmıştır. Her iki şekilde paketlenen midyeler, 4 ±2°C'deki buzdolabında depolanmıştır.

Midyeler duyuşal, kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik açıdan 3 gün ara ile 21 gün boyunca analiz edilmiş olup, analiz günlerinde her gruptan 1'er paket (200x2=400g et midye) kullanılmıştır. Analizler her tekerrür için 3 paralel yapılmıştır.

Analiz gününde buzdolabından çıkarılan paketlerin üzerine 9*9 mm boyutlarında gaz geçirmeyen bantlar yapıştırılarak, üzerine batırılan iğne yardımıyla paket içerisindeki O₂ ve CO₂ miktarları, OXYBABY M+O₂/CO model paket içi gaz ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Midyelerin oransal ağırlık kaybı, ilk ve son ağırlık arasındaki farkın ilk ağırlığa oranı şeklinde hesaplanmıştır. Midyenin besin kompozisyonunun tespiti için ham protein (James, 1995), ham yağ (AOAC, 2005), su (AOAC, 1995), ve ham kül (AOAC, 1995) analizleri yapılmıştır. Midye etinin su, yağ, protein ve karbonhidrat değeri belirlendikten sonra, enerji değeri Atwater metoduna göre hesaplanmıştır (Falch ve ark., 2010). pH ölçümü, homojen örnek 1/1 (w/v) oranında sulandırıldıktan sonra pH metre probunun çözelti içine daldırılması suretiyle yapılmıştır (Manthey ve ark., 1988). TVB-N miktarı, Antonapoulos tarafından modifiye edilmiş Lücke-Geidel metodu ile (Ludorf ve Meyer, 1973), TBA analizi Tarladgis ve ark. (1960)'na göre yapılmıştır. TMA-N tayini Boland ve Paige (1971)'den modifiye edilerek yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için homojenize edilen örneklerden 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵ oranlarında dilüsyonlar hazırlanmış ve besiyeri olarak Plate Count Agar kullanılmıştır. Dökme plak yöntemi kullanılarak besiyerine 1 ml ekim yapılan petripler psikrofil mikroorganizmalar için 7°C'de 10 gün, mezofil bakteri sayımı 37°C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Baumgart, 1986). Toplam koliform bakteri sayımı için VRBA kullanılarak çift katman dökülen petripler 35-37°C'de 18-24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 1-2 mm çapında kırmızımsı bir presipitat zonu ile çevrili koloniler Enterobacteriaceae familyasının laktoz pozitif üyeleri olarak

koliform grup bakteriler olarak sayılmıştır. Sayımda 15-150 koloni içeren petri kutuları kullanılmıştır (Halkman,2005; ISO 4832-1991). Duyusal testlerde 4 kalite faktörü göz önünde bulundurularak (ürünün yapısı, genel görünüşü, kokusu ve tadı) değerlendirme yapılmıştır. İnuğur (2006)'dan modifiye edilen skalaya göre, 10-8 puan arası "çok iyi", 8-6 "iyi", 6-5 "orta", 5-4 "tüketilebilir" ve 4 puanın altı "tüketilemez" olarak değerlendirilmiştir.

Araştırma sonunda elde edilen veriler Minitab Release 13 paket programı kullanılarak varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Gruplar arası (%95 önem derecesi) farklılıklar Tukey testi ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Besin Kompozisyonu

Midyenin haşlama öncesi ve sonrası besin kompozisyonu Tablo 1.'de verilmiştir.

Otoklavdaki haşlama işleminin neden olduğu su kaybına bağlı olarak, haşlanmış midyenin su miktarı azalırken, protein ve yağ miktarında önemli derecede artış gözlenmiştir ($P \leq 0.05$). %4.65 olarak bulunan karbonhidrat miktarı da haşlama işleminden sonra önemli derecede artarak %6.50'ye yükselmiştir ($P \leq 0.05$). Midyenin protein, yağ, su ve kül değerleri farklı araştırmacılar tarafından; sırasıyla; %8.9, %0.9, %83.04, %1.14 (Şentürk, 1994); %9-13, %0-2, %80 (Waterman, 1978; Göğüş ve Kolsarıcı, 1992); %7.8, %2.2, %86, %1.5 (Erüstün ve Şentürk, 1991); %6.15, %1.02, %86.44, %1.04 (Erkan, 1996); %12.27, %1.51, %85.13, %1.58 (Arslanca, 1997); %10.24, %1.49,

%82.99, %1.14 (Karayücel ve ark., 2003); %7.50, %1.30, %87.53 ve % 1.09 (Turan ve ark. 2012) olarak bildirilmiştir. Besin kompozisyonundaki farklılıklar midyenin büyüklüğü, avlandığı bölge ve mevsim farklılıkları olabilir.

Ağırlık Kaybı

Modifiye atmosfer ve vakum ile paketlenen ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilen midyenin oransal ağırlık kaybı (%) bulguları Şekil 1.'de verilmiştir.

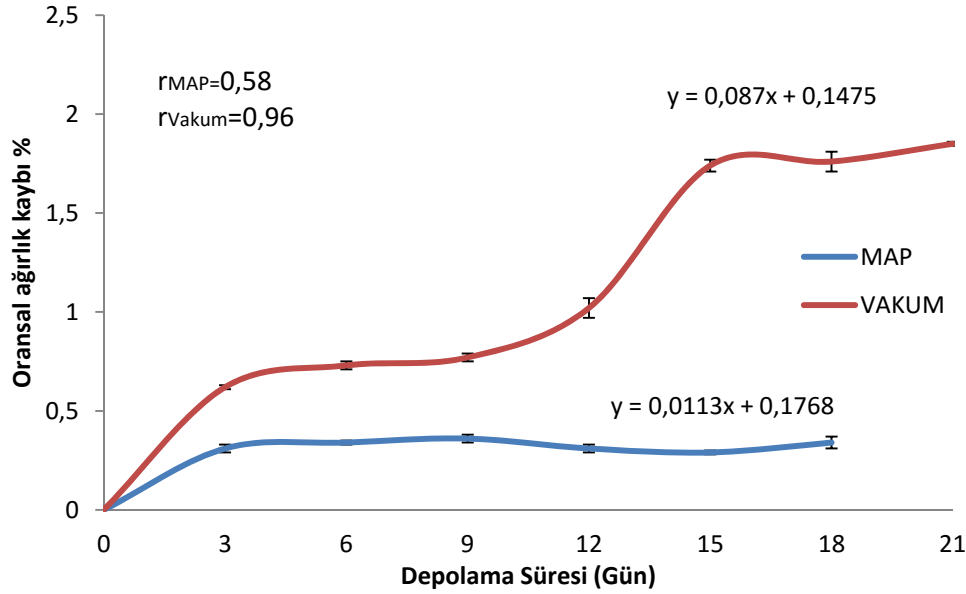
Şekil 1.'de görüldüğü gibi depolama süresince MAP grubundaki ağırlık kaybı, vakum grubuna göre daha az olmuştur ($P \leq 0.05$). Vakum uygulamalarında paketleme işlemi esnasında paket içerisine verilen yüksek basınç ve daha sonra uygulanan vakum işlemi nedeniyle kas dokusunda bulunan serbest suyun bir kısmı dokuyu terk eder. Ayrıca depolama süresince proteinlerde parçalanma ve denaturasyon gibi değişimler de dokuda tutulan suyun azalmasına neden olabilir. 18. gün sonunda ağırlık kaybı MA paketlenen grupta %0.34, vakum paketlenen grupta ise %1.76 olmuştur. Çalışma süresince saptanan maksimum ağırlık kaybı (%1.85) vakum grubunda 21. günde tespit edilmiştir. Hansen ve ark. (2009), MAP ve vakum uygulanarak paketlenen salmon balıklarında en yüksek ağırlık kaybının vakum uygulanan grupta gözlemlendiğini, MAP uygulamalarında CO₂'in balık eti yüzeyinde absorblanması nedeniyle ağırlık kaybının daha az olduğunu bildirmiştir. Guđjónsdóttir ve ark. (2008) da, balık eti yüzeyinde CO₂ absorblandığını ya da damlacıklar şeklinde bulunduğunu, ağırlık kaybının CO₂ ile paketlenen gruplarda minimum kaydedildiğini belirtmiştir.

Tablo 1. Midye eti besin bileşimi ve enerji miktarı

Table 1. The amount of energy and nutrient composition of mussel meat

Midye eti	Su (%)	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Kül (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kcal/100g)
Çiğ	84.23 ±0.82 ^a	8.70 ±0.47 ^a	0.83 ±0.05 ^a	1.59 ±0.08 ^a	4.65 ±0.29 ^a	381 ±2.91 ^a
Haşlanmış	76.18 ±0.39 ^b	14.33 ±0.18 ^b	1.64 ±0.22 ^b	1.35 ±0.03 ^a	6.50 ±0.02 ^b	431 ±6.38 ^b

^{a, b} (↓) : Farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P \leq 0.05$)



Şekil 1. Farklı paketlenen midyelerde depolama süresince oransal ağırlık kaybı değerleri (%)
Figure 1. The relative weight loss values of different packed mussels during storage (%)

Paket İçi Gaz Miktarları

CO₂ ve O₂ gaz ölçüm sonuçları Şekil 2.'de verilmiştir. MAP grubuna ait paket içi O₂ gaz ölçüm değerleri depolama süresince -0.10± 0.00 olarak bulunmuştur.

Depolama süresince MAP uygulanan midyelerde O₂ miktarı stabil kalmış ve depolama süresi boyunca fark tespit edilmemiştir (P≥0.05). İlk gün en yüksek değere sahip olan CO₂ değeri (%71.8), daha sonraki günlerde azalış ve artışlarla farklı düzeylerde tespit edilmiştir (P≤0.05). Depolama boyunca CO₂ değerleri arasında en düşük sonuç 6. günde tespit edilmiştir (P≤0.05). Farklı araştırmacılar depolama süresince CO₂ miktarındaki azalmanın, gazın dokularda çözünmesinden ya da filmin geçirgenliğinden kaynaklanabileceğini belirtmektedir (Reddy ve ark., 1996; Metin, 1999; Ruiz-Capillas ve Moral, 2001). Paketlemeden birkaç gün sonra, önce azalan ve sonra mikrobiyal aktivite sonucu artan (Ruiz-Capillas ve Moral, 2001) CO₂ konsantrasyonunun stabil duruma yaklaşabileceği de belirtilmektedir (Randell ve ark., 1997; Guđjónsdóttir ve ark., 2008). Çalışmamızda da benzer olarak MAP uygulanan midyelerin CO₂ miktarı önce azalmış daha sonra artış göstererek stabil durumda kalmıştır.

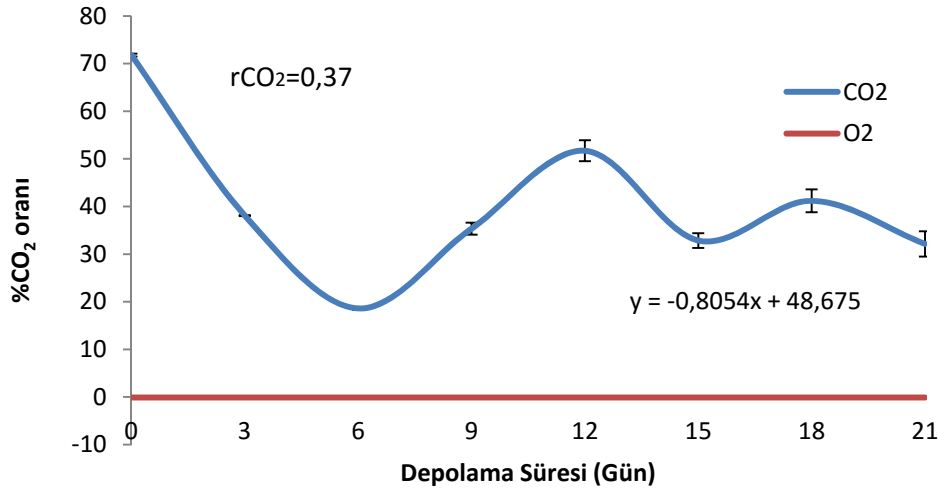
pH Değeri

Başlangıç pH değeri 6.38 olarak ölçülen çiğ midyenin haşlandıktan sonraki pH değeri haşlamanın etkisiyle 6.62'ye yükselmiştir (P≤0.05).

Depolama süresince grupların pH değerleri genel olarak 6.46 ile 6.98 arasında değişmiştir. Erkan ve ark. (2006), depolama süresince artan pH değerinin bozulma kriteri olmadığını ve bunun kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizlerle desteklenmesi gerektiğini bildirmiştir. Manousaridis ve ark. (2005), mollusklardan istiridye için pH tazelik skalasını, pH= 6.2-5.9 iyi kalite, pH= 5.8 tüketilebilir kalite, pH= 5.7-5.5 bozulmuş kalite şeklinde bildirmiştir. Binsi ve ark. (2007) ise taze midyeler için pH değerini 6.5 olarak bildirmişlerdir. Bu araştırmacıların bildirdiği değerler göz önünde bulundurulduğunda depolama süresince midyelerin iyi kalitede olduğu söylenebilir. Benzer olarak Çağlak ve ark. (2008), %50 CO₂/%50 N₂ ve %80 CO₂/%20 N₂ ile paketlenmiş taze midye örneklerinde pH değerini depolamanın ilk günü 6.72 ve 6.68 depolamanın 12. günü 5.99 ve 6.13 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda gözlenen pH değişimleri, midye etindeki gaz absorpsiyonları, total uçucu asit ve bazların oluşması ile diğer kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanabilmektedir.

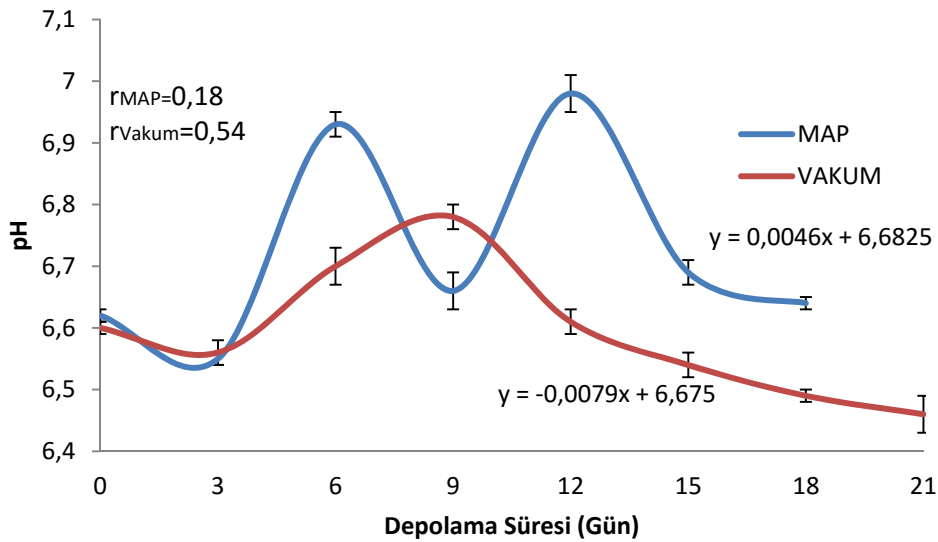
TVB-N Analiz Sonuçları

Çiğ midye örneklerinde 17.62 mg/100g olarak bulunan TVB-N değeri, haşlamanın etkisiyle 14.01 mg/100g'e kadar düşmüştür (P≤0.05).



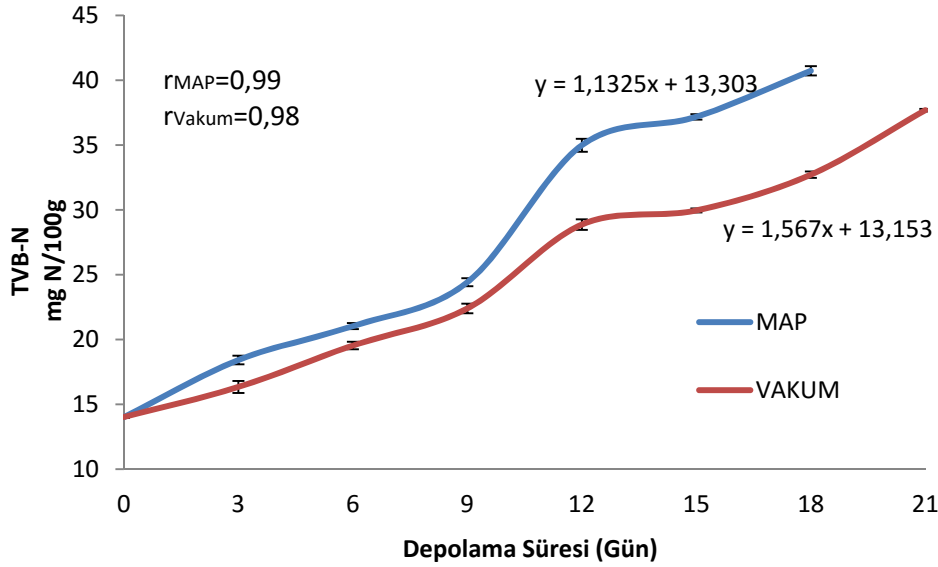
Şekil 2. MAP uygulanan örneklerin paket içi CO₂ ve O₂ gazı değişimi (%)

Figure 2. Exchange of CO₂ and O₂ gas in pack of MAP sample (%)



Şekil 3. MAP ve vakum ile paketlenen midyelerin pH değerlerindeki değişimi

Figure 3. Change pH values of MAP and vacuum packed mussels



Şekil 4. MAP ve vakum paketlenen midyelerin TVB-N değeri değişimi (mgN/100g)

Figure 4. TVB-N value change (mgN/100g) of MAP and vacuum packed mussels

Haşlanmış midyenin 14.01 mg/100g olarak bulunan TVB-N miktarı iki grupta da depolama süresince önemli derecede artmıştır ($P < 0.05$). Her iki grubun TVB-N değerleri 9. güne kadar birbirine yakın seyrederken, ilerleyen günlerde MAP'lı midyelerde daha yüksek değerler elde edilmiştir ($P < 0.05$). MAP'lı örneklerde 15. günde TVB-N değerine vakum paketlenen midyelerde 21. günde ulaşılmıştır. Bir diğer ifadeyle bu gruptaki TVB-N artışı MAP'lı gruptaki kadar hızlı olmamıştır. CO₂ gazının TVB-N artışını düşürücü etkisine rağmen vakum uygulanan grup sınır değer 35mg/100g kabul edildiğinde (Kietzmann ve ark., 1969) 18. güne kadar, MAP uygulanan grup ise 12. güne kadar tüketilebilir değerde bulunmuştur. Sikorski ve ark. (1990)'a göre midye ve istiridye gibi kabuklu su ürünleri için TVB-N tüketilebilir sınır değer 17 mg/100g'dır. Soğukta depolanmış (4°C) midyelerdeki (*Mytilus galloprovincialis*) kimyasal değişikliklerin izlendiği bir çalışmada tüketilebilir TVB-N sınır değerini 15-20 mg/100g olarak bildirilmiştir (Erkan, 2005). Lopez-Cabelleno ve ark. (2000) bozulmuş istiridye örnekleri için TVB-N değerini 25-30 mg/100g olarak bildirmektedir. Goulas ve ark. (2005), midyelerin duyu analizi sonuçlarına göre tüketilemez olarak değerlendirildiği gün TVB-N değerinin 22-25 mg/100g olduğunu belirtmişlerdir. Turan ve ark. (2012) 12.92 mg/100g TVB-N değerine sahip olan midyelerin buzdolabında 4 gün depolanmaları sonunda streç filmli olanlarda 41.38 mg/100g, su içinde saklananlarda ise 37.64 mg/100g TVB-N değerine ulaştığını tespit etmişlerdir. Banks ve ark. (1980), balıkların CO₂ ile muhafazası süresince TVB-N değerinin

düşük tespit edildiğini ve TVB-N analizinin MAP ürünlerinin tazelik tespitinde kullanılmayacağını belirtmiştir.

Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı

Çiğ örnekte 4.35 mg MDA/1000g olarak tespit edilen TBA değeri, haşlandıktan sonra 4.82 mgMDA/1000g'a yükselmiştir ($P \leq 0.05$). Haşlanan midyedeki TBA artışı, ısı etkisiyle yağ içindeki maddelerin parçalanmasından dolayı olabilir. Zira ısı yağ oksidasyonunu hızlandıran faktörlerden biridir.

MAP ve vakum gruplarındaki TBA değeri depolama süresince düzenli bir artış göstermiş ($P \leq 0.05$), ancak vakum uygulanan midyelerde daha düşük TBA değerleri elde edilmiştir ($P \leq 0.05$). Vakum grubunda daha düşük TBA değerlerinin elde edilmesi paket içindeki havanın uzaklaştırılması nedeniyle. Çünkü oksidasyonu başlatan ve hızlandıran en önemli faktörlerden biri oksijendir. Gimenez ve ark. (2002b) tarafından MAP uygulanan gökkuşuğu alabalığı filetoları üzerinde yapılan çalışmada da en yüksek TBARS değeri en fazla O₂ içeren grupta, en düşük değer ise vakum uygulanan grupta saptanmıştır. Su ürünlerinde yağ oksidasyonunun belirlenmesi için kullanılan TBA değeri için verilen kalite sınıflaması "çok iyi materyalde 3 mg/kg'dan az", "iyi materyalde 5 mg/kg", "tüketilebilir sınır değeri sayısı ise 7-8 mg/kg" olarak bildirilmektedir (Varlık ve ark., 1993). Çalışmamızda vakum uygulanan grup 18. güne kadar, MAP uygulanan grup ise 12. güne kadar tüketilebilir bulunmuştur.

Trimetilamin Azot (TMA-N) Miktarı

Midye etinin 2.62 mg/100g olan TMA-N değeri haşlandıktan sonra 1.85 mg/100g'a düşmüştür ($P \leq 0.05$). Bu durum pişirmenin etkisiyle protein olmayan azotlu maddelerin uçucu hale gelmesinden kaynaklanabilir. MAP ve vakum paketlenen midye örneklerinin depolama süresince tespit edilen TMA-N değerleri ise Şekil 6'da verilmiştir.

Her iki grupta depolama boyunca TMA-N değerlerinde düzenli bir artış olup ($P \leq 0.05$), vakum grubunda daha düşük değerler elde edilmiştir ($P \leq 0.05$). FAO (1986)'ya göre maksimum "kabul edilebilir" TMA-N değeri 8 mg/100g iken, Goulas ve ark., (2005) tarafından 12 mg/100g, Manousaridis ve ark., (2005) tarafından 10-15 mg/100g, Varlık ve ark., (1993) tarafından ise 8 mg/100g olarak bildirilmiştir. MAP uygulanan grubun 12. güne kadar, vakum paketlenen grubun ise 18. güne kadar tüketilebileceği tespit edilmiştir.

Toplam Mezofil Bakteri Sonuçları

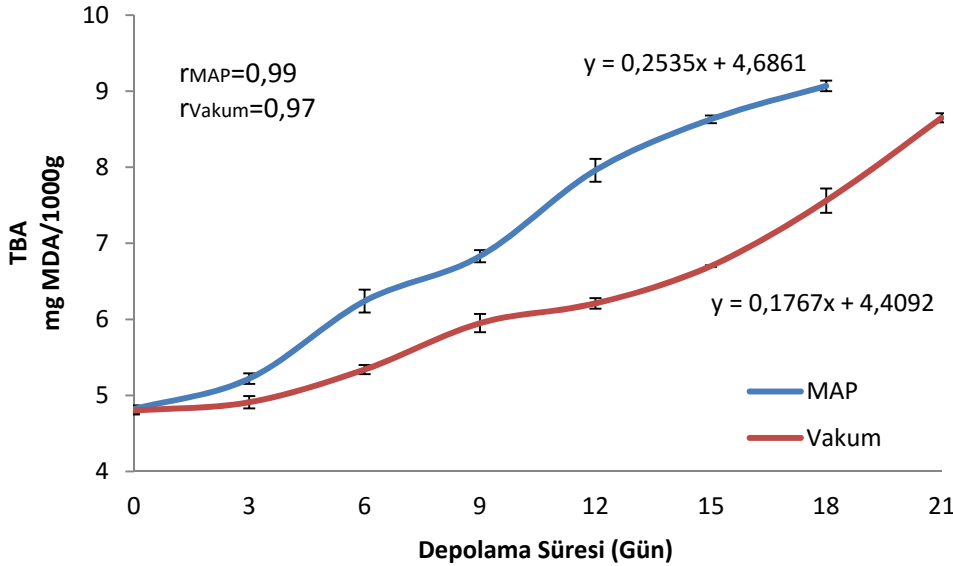
Su ürünleri yönetmeliği (2001)'e göre tüketilebilir sınır değer 6 log kob/g'dir. Çiğ midyelerin mezofilik bakteri sayısı 3.58 log kob/g şeklinde olup haşlandıktan sonra bu değer ısı etkisiyle 3.16 log kob/g'a düşmüştür ($P < 0.05$).

Bu değer paketlenen midyelerde zamanla artış göstermiş, ancak gruplar arasında 6. güne kadar

birbirlerine benzer sonuçlar alınmıştır ($P \geq 0.05$). MAP grubunun 9. gün, 12. gün, 15. gün ve 18. gündeki toplam mezofilik bakteri sayısı vakum grubuna göre önemli derecede daha yüksek çıkmıştır ($P \leq 0.05$). MAP uygulanan grup 15. günde, vakum uygulananlar ise 21. günde sınır değere ulaşmıştır. MA ile paketlenen örnekler 12. güne kadar, vakum uygulanan örnekler 18. güne kadar tüketilebilir bulunmuştur. Goulas ve ark. (2005), midyeleri MAP ile paketlenip depoladıkları çalışmalarında midyelerin ilk gün toplam mezofilik aerobik bakteri yükünü 4.5 log kob/g olarak bildirmiştir. Depolamanın 8. günü ise %50N₂ / %50CO₂ ve %20 N₂ / %80CO₂ ile paketlenen örneklerdeki toplam bakteri yükü sırayla 7.2 ve 6.5 log kob/g olarak bildirilmiştir. Çalışmamızdaki midye örneklerinin ilk günlük mezofilik bakteri yükü daha düşük olduğundan daha uzun süre dayanmış olabilir.

Toplam Psikrofil Bakteri Sonuçları

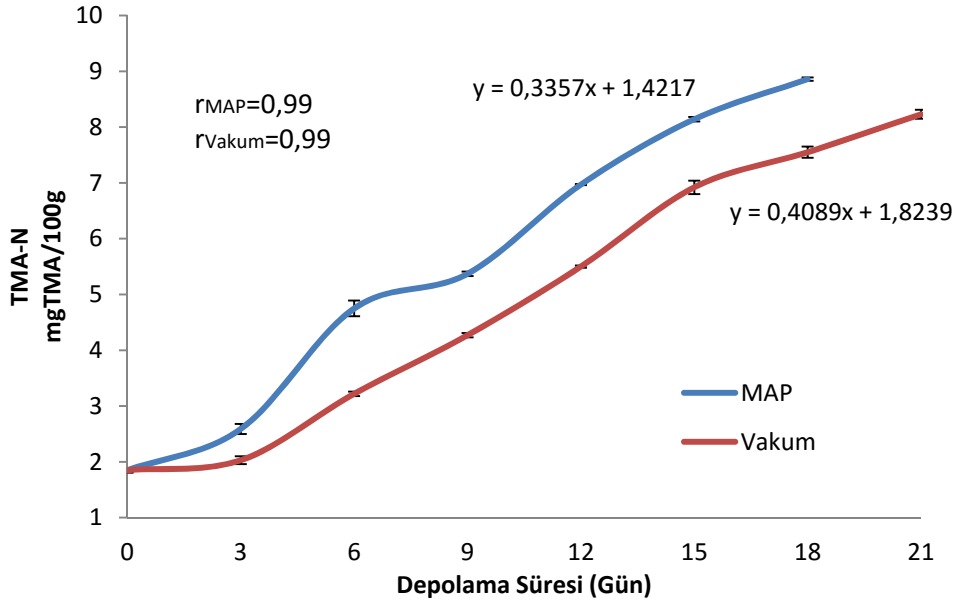
Çiğ midye etinin 3.55 log kob/g olan psikrofil bakteri yükü, haşlandıktan sonra 2.22 log kob/g'a düşmüştür ($P \leq 0.05$). Toplam psikrofil bakteri değerleri depolama süresince artış göstermiş, ve toplam mezofil bakteri sonuçlarına benzer olarak vakumda daha düşük bulunmuştur ($P \leq 0.05$) (Şekil 8).



Şekil 5. Depolama süresince grupların TBA değeri değişimi (mg MDA/1000g)

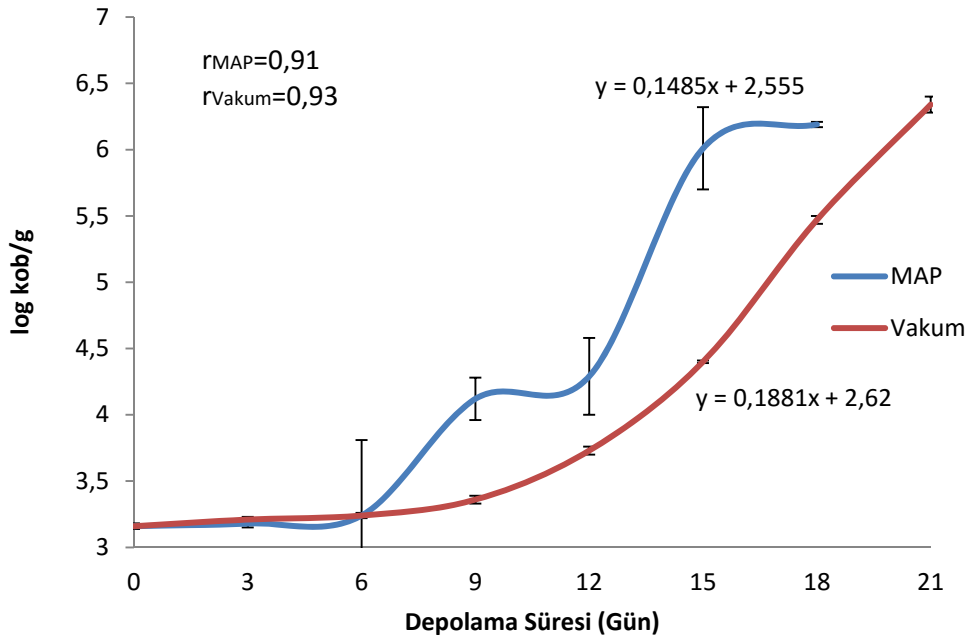
Figure 5. TBA value change of the groups during storage (mg MDA/1000g)

Journal abbreviation: J Food Health Sci



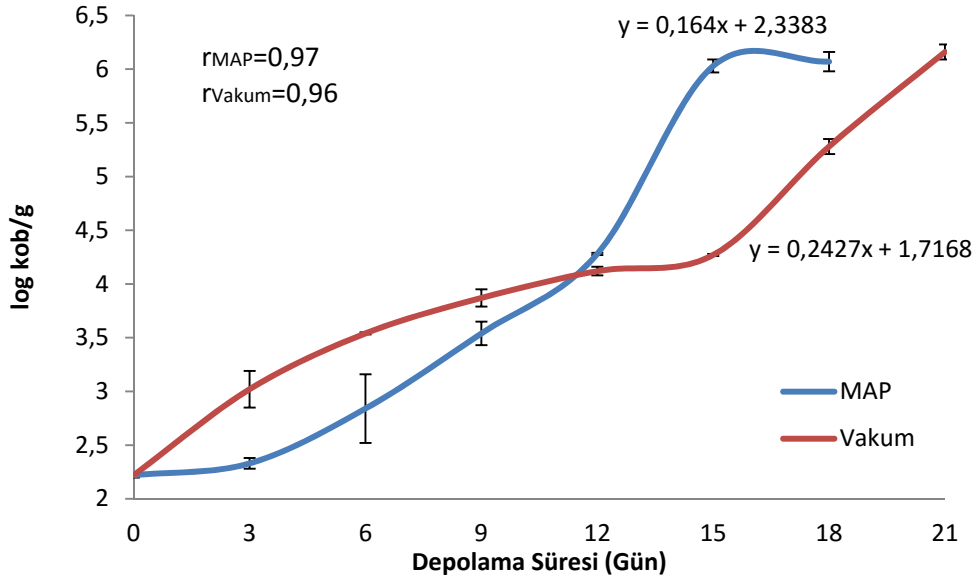
Şekil 6. MAP ve vakum paketlenen midyelerin TMA-N değeri değişimi (mg TMA/100g)

Figure 6. TMA-N value change (mg TMA/100g) in the MAP and vacuum packed mussels



Şekil 7. Depolama boyunca grupların toplam mezofil bakteri sayısı (log kob/g)

Figure 7. The number of total mesophilic bacteria group during storage (log cfu/g)



Şekil 8. Depolama süresince grupların toplam psikrofil bakteri sayısı (log kob/g)

Figure 8. The number of total psychrotrophic bacteria of group during storage (log cfu/g)

Psikrofil bakteri miktarı vakum grubuna kıyasla MAP uygulanan grupta ilk günlerde karbondioksitin etkisiyle daha yavaş artmış, fakat bozulma ürünlerinin etkisiyle MAP örnekleri 15. günde sınır değere ulaşmıştır. Bulunan sonuçlara göre MAP uygulanan midyeler 12. güne, vakum uygulananlar ise 18. güne kadar tüketilebilir özellikte bulunmuştur. Krizek ve ark. (2004) vakum paketlenmiş sazan örneklerinin psikrofil bakteri yükünü kontrol grubu örneklerine göre oldukça düşük bulmuşlardır. Villemure ve ark. (1986) %75 N₂/%25 CO₂ gaz karışımıyla paketlenen balıkların psikrofilik bakteri yükünü atmosferik hava ile paketlenen örneklerle karşılaştırarak daha düşük tespit etmişlerdir. Ulusoy (2008), modifiye atmosfer uygulanan midye örneklerinde depolama boyunca yüksek anaerobik bakteri yükü tespit etmiş, karbondioksit gazının anaerobik bakteriler üzerinde gelişmeyi arttırıcı etkisinden dolayı atmosferik hava grubunda daha az üreme olduğunu söylemiştir. Turan ve ark. (2012), başlangıçta 3.94 log kob/g mezofil, 3.23 log kob/g psikrofil ve 3.80 log kob/g enterobakteri yüküne sahip olan midyelerin 4. gün sonundaki yüklerini streç filmlenen ve suda saklanan gruplarda sırasıyla, 7.54-7.45 log kob/g, 6.07-6.17 log kob/g ve 5.88-5.87 log kob/g olarak bulmuştur. Çalışmada kullandığımız midyelerin başlangıç bakteri yükünün az olması ve kullandığımız paketlenme teknikleri sayesinde ürün daha uzun süre dayanmıştır.

Toplam Koliform Bakteri Sonuçları

Çiğ haldeki midye örneklerinde 0.39 log kob/g olarak bulunan koliform bakteriye haşlanmış midye etinde rastlanmamıştır (P≤0.05).

Koliform bakteri yükünün çok düşük çıkması, hatlarda yetiştirilen midyelerin buldukları bölgenin temiz olmasından kaynaklanmaktadır. Su ürünleri yönetmeliği (1995)'e göre çift kabuklu yumuşakçalar için maksimum sınır değer 10² log kob/g'dır. Çalışmamızın 6. gününde MAP örneklerindeki toplam koliform bakteri sayısı 0.46 log kob/g, vakum örneklerinde ise 0.39 log kob/g olarak tespit edilmiş ve değerler arasındaki fark önemli bulunmuştur (P≤0.05). Depolamanın 6. gününden son gününe kadar koliform bakteri sayısında MAP gruplarında daha fazla olmak üzere artış olmuştur. Erüstün ve Şentürk (1991), taze midye örneklerindeki koliform sayısını 0-120 adet/g olarak bildirmiş, *E. coli* ise tespit etmemişlerdir. Lee ve Pfeiffer (1977), karidesler üzerine yaptıkları araştırmalarında çiğ karideslerde 1.6×10⁶ g tespit ettikleri mikroorganizma miktarının, haşlama ve kabuk soyma uygulaması ile 3.3×10⁴ g'a kadar düşürüldüğünü bildirmişlerdir.

Duyusal Analiz Sonuçları

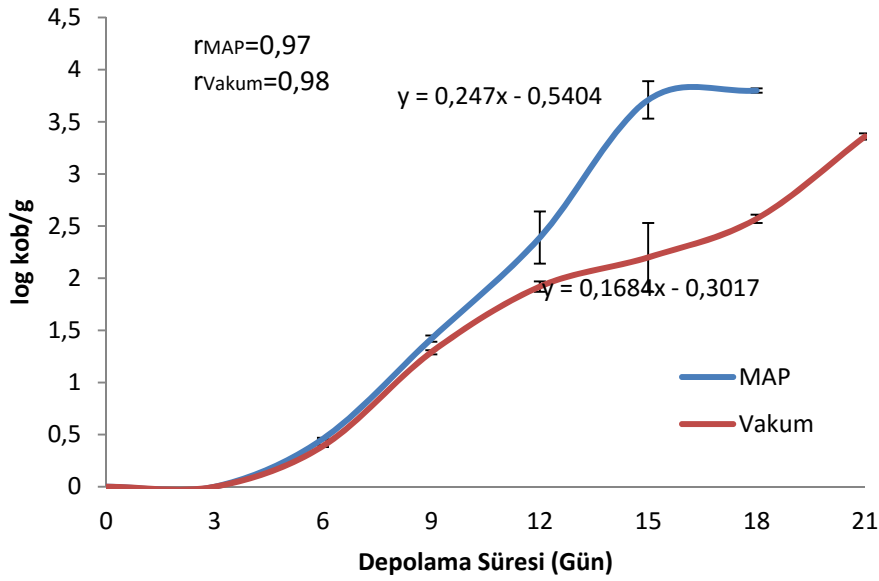
Haşlanan midyeler paketlenenlerden sonra deneme planında belirtilen periyotlarda yapılan duyusal analizlere göre, MA ile paketlenen grupta 15. gün amonyak kokusu hissedilmeye başlamış, 18. günde bu koku yoğun olarak hissedilmiştir. Vakum grubunun MAP grubuna göre daha dayanıklı

olduğu ve amonyak kokusunun ancak 21. günde hissedildiği belirtilmiştir. MAP grubunun renkleri 15. günde matlaşıp grileşmeye başlamış, vakum işleminin midye rengini koruduğu ancak 21. günde renginin donuklaştığı söylenmiştir. Görünüş ve tekstür değerlendirmelerinde de MA ile paketlenen örnekler vakum grubuna göre daha düşük kaliteli olarak nitelendirilmiştir.

Grupların kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizi sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; MAP ve vakum grubu örneklerinin tüketilebilir olduğu günler sırasıyla 12. ve 18. gün olarak tespit edilmiştir.

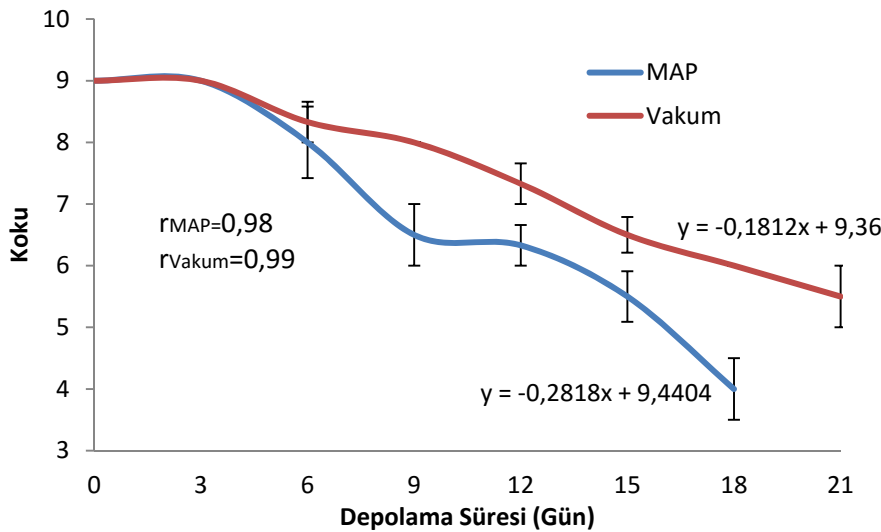
Sonuç

Sonuç olarak, vakum paketlenen midye etinin, MA ile paketlenip depolanmasından daha iyi sonuçlar verdiği ve raf ömrünü %50 arttırdığı bulunmuştur. Basınçtan dolayı vakum grubunda ağırlık kaybı daha fazla olsa da, bu kaybın pratik açıdan çok büyük olmadığı, ayrıca vakum uygulamanın TVB-N, TBA, TMA-N ve bakteri gelişimini yavaşlattığı ve yağ oksidasyonunu engellediği tespit edilmiştir.



Şekil 9. Depolama süresince gruplara ait toplam koliform bakteri sayısı (log kob/g)

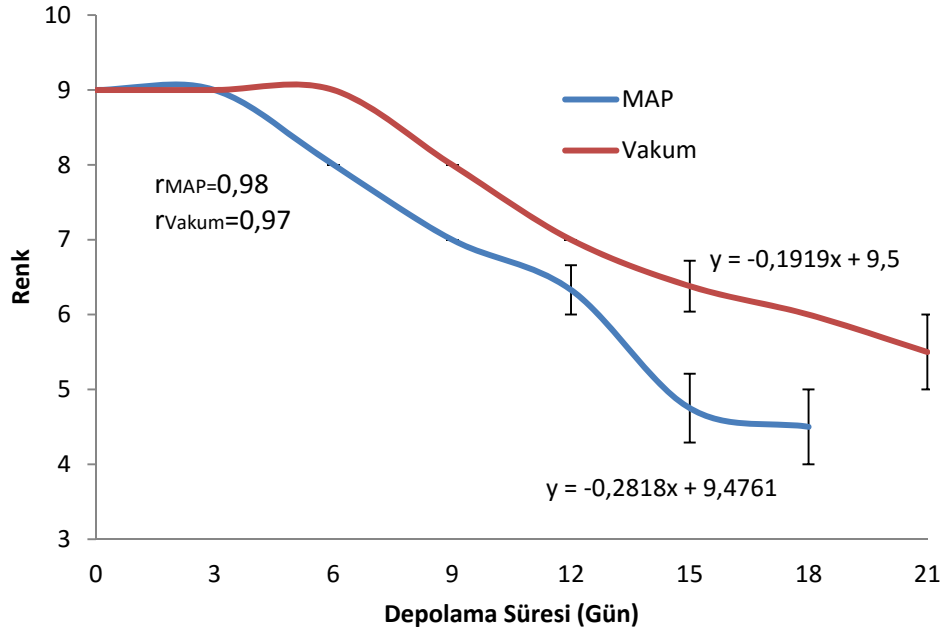
Figure 9. The number of total coliform bacteria of groups during storage (log cfu/g)



Şekil 10. MAP ve vakum paketlenen midyenin koku değerlerindeki değişim

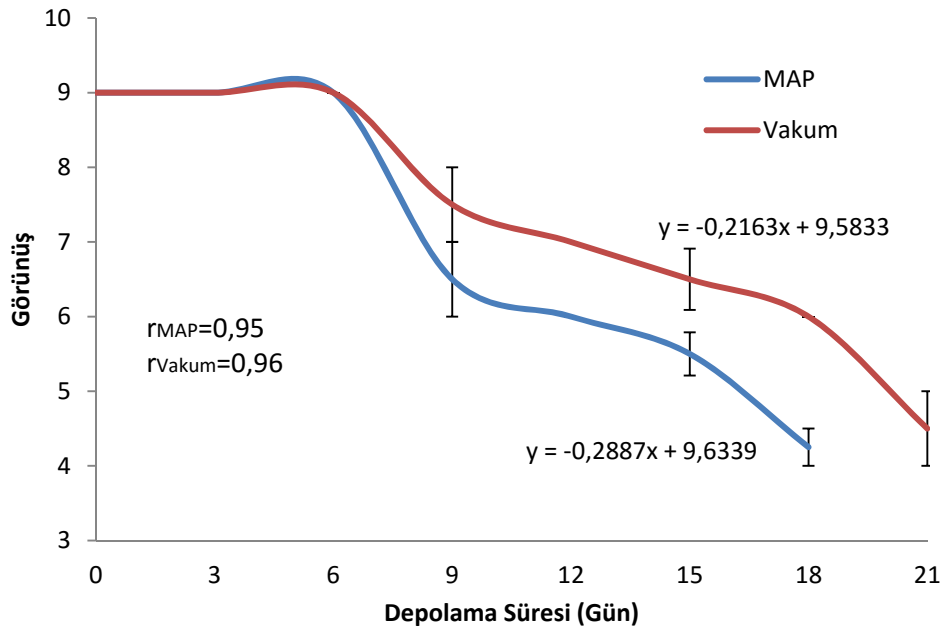
Figure 10. Changes in the smell values of MAP and vacuum packed mussels

Journal abbreviation: J Food Health Sci



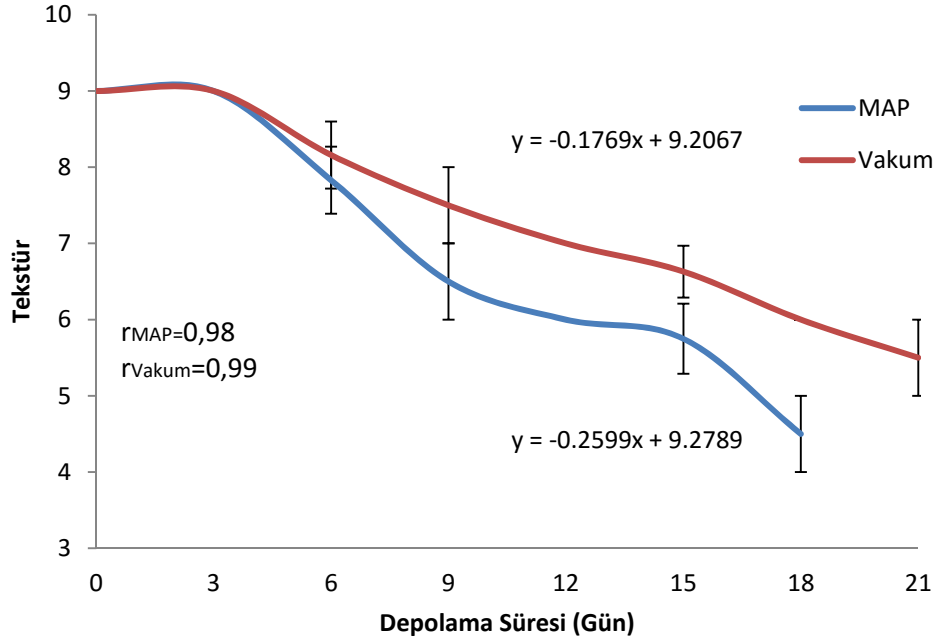
Şekil 11. MAP ve vakum ile paketlenen midyenin renk değerlerindeki değişim

Figure 11. Changes in color values of MAP and vacuum packed mussels



Şekil 12. Gruplara ait görünüş değerlerindeki değişim

Figure 12. Changes in the appearance values of the groups



Şekil 13. MAP ve vakum ile paketlenen midyenin tekstür değerlerindeki değişim

Figure 13. Changes in the texture values of MAP and vacuum packed mussels

Kaynaklar

AOAC (1995): Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

AOAC (2005): Official Methods of Analysis 18 th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Arslanca, D. (1997): Soğukta depolanan midye (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) kalite değişimlerinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 46 s.

Banks, H., Nickelson II, R., Finne, G. (1980): Shelf-life studies on carbon dioxide packaged finfish from the gulf of Mexico. *Journal of Food Science*, 45: 157-162.

Baumgart, J. (1986): Lebensmittel tierischer herkunft, feinkosterzeugnisse, gefrorene, tiefgefrorene und getrocknete lebensmittel, fertiggerichte, hitzekonservierte lebensmittel speiseeis, zucker, kakao, zuckerwaren, rohmassen. Microbiologische untersuchung von lebensmitteln, edt: Jürgen Baumgart, unter mitarbeit von Jürgen firnhaber, gottfried spicher, 207, Behr's Verlag, Hamburg, 3-922528-91-0.

Binsi, P.K., Shamasundar, B.A., Dileep, A.O. (2007): Physico-chemical and functional properties of proteins from green mussel (*Perna viridis*) during ice storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87 (2), 245-254.

Boland, F.E., Paige, D.D. (1971): Collaborative study of a method for the determination of trimethylamine nitrogen in fish. Division of Food Chemistry and Technology, Food and Drug Administration. *Journal of the AOAC*, 54(3):725-727.

Çağlak, E., Çaklı, Ş., Kılınç, B. (2008): Microbiological, chemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. *European Food Research and Technology*, 226: 1293-1299.

Erkan, N. (1996): Pişirilmeye hazır midye (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) ürünlerinin dondurularak saklanması ve dayanma süresinin belirlenmesi. İstanbul üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56-63.

Erkan, N. (2005): Changes in quality characteristics during cold storage of shucked mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and selected chemical decomposition indicators.

- Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2625-2630.
- Erkan, N., Özden, Ö., Üçok Alakavuk, D., Yıldırım, Ş. Y., İnuğur, M. (2006): Spoilage and shelf life of sardines (*Sardina pilchardus*) packed in modified atmosphere. *European Food Research and Technology*, 222: 667-673.
- Erüstün, G., Şentürk, A. (1991): Midye etinin kutu konserve ve dondurularak muhafazası üzerine araştırmalar. *Gıda Yem Dergisi*, 2: 9-13.
- Falch, E., Overrien, I., Solberg, C., Slizyte, R. (2010): Composition and calories. In: Nollet, L.M.L., Toldrá, F. (Editors), *Seafood Product Analysis. Part III (Chapter 16)*, CRC Press. Taylor&Francies Group. Boca Raton. New York. pp 257-288.
- FAO (1986): Food and nutrition paper manuals of food quality control food analysis: quality, adulteration and tests of identity. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Giménez, B., Roncalés, P., Beltron, J.A. (2002): Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 1154-1159.
- Goulas, A.E., Chouliara, I., Nessi, E., Kontaminas, M.G., Savvaidis, I.N. (2005): Microbial, biochemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. *Journal of Applied Microbiology*, 98: 752-760.
- Göğüş, A.K., Kolsarıcı, N. (1992): Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1243, Ders Kitabı: 358, Ankara, 261 sh.
- Guðjónsdóttir, M., Magnússon, H., Sveinsdóttir, K., Margeirsson, B., Lauzon, H. L., Reynisson, E., Martinsdóttir, E. (2008): Effect of modified atmosphere packaging (MAP) and superchilling on the shelf life of fresh cod (*Gadus morhua*) loins of different degrees of freshness at packaging. *Matis Food research, Innovation & Safety-Report*, 1-37.
- Halkman, A.K. (2005): Gıda Mikrobiyoloji ve Uygulamaları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. www.mikrobiyoloji.org.
- Hansen, A.Å., Mørkøre, T., Rudi, K., Rødbotten, M., Bjerke, F., Eie, T. (2009): Quality changes of prerigor filleted Atlantic salmon (*Salmo salar* L) packaged in modified atmosphere using CO₂ emitter, traditional MAP and vacuum. *Journal of Food Science*, 74(6): 242-249.
- ISO 4832-1991. www.iso.org/ISO4832-1991/microbiology/ISO Norm Coliform (Erişim tarihi: 07/07/13).
- İnuğur, M. (2006): İyonize radyasyon uygulamasının taze balıkların kalitesi ve dayanım süresi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- James, C.S. (1995): Analytical Chemistry of Foods. Seale- Hayne Faculty of Agriculture, Food and Land Use Departman of Agriculture and Food, Studies Univercity of Plymouth, Blackie Academic Professional.
- Karayücel, S., Kaya, Y., Karayücel, İ. (2003): Sinop Bölge'sinde Akdeniz midyesinin (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) kondisyon faktörü ve biyokimyasal kompozisyonu üzerine çevresel faktörlerin etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27: 1391-1396.
- Kietzmann, U., Priebe, K., Rakou, D., Reichstein, K. (1969). Seefisch als Lebensmittel. Berlin. 368.
- Křížek, M., Vácha, F., Vorlová, L., Lukášová, S. (2004): Biogenic amines in vacuum-packaged and non vacuum-packaged flesh of carp (*Cyprinus carpio*) stored at different temperatures, *Food Chemistry*, 88: 185-191.
- Lee, J.S., Pfeiffer, D.K. (1977): Microbiological characteristics of Pacific shrimp (*Pandalus jordani*). *Applied and Environmental Microbiology*, 33(4): 853-859.
- Lopez-Caballeno, M.E., Perez-Mateos, M., Montero, P., Barderias, A.J. (2000): Oyster preservation by high-pressure treatment. *Journal of Food Protection*, 63: 196-201.
- Ludorff, W., Meyer, V. (1973): Fische and fischerzeugnisse, Paul Paney Verlag, Hamburg-Berlin, 77-309.
- Manousaridis, G., Nerontzaki, A., Paleologos, E.K., Tsiotsias, A.T., Savvaidis, I. N., Kontominas, M.G. (2005): Effect of ozone on

- microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels, *Food Microbiology*, 22: 1-9.
- Manthey, M., Karnop, G., Rehbein, H. (1988): Quality changes of European catfish (*Silurus glanis*) from warm water aquaculture during storage in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 23: 1-9.
- Metin, S. (1999). Modifiye atmosferde ambalajlama tekniğinin Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1972) ürünlerinin kalite ve dayanma sürelerine etkisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Randell, K., Hattula, T., Ahvenainen, R. (1997): Effect of packaging method on the quality of rainbow trout and baltic herring fillets. *Lebensmittel Wissenschaft und -Technology*, 30: 56-61.
- Reddy, N.R., Paradis, A., Roman, M.G., Soloman, H.M., Rhodehamel, E.J. (1996): Toxin development by *Clostridium botulinum* in modified atmosphere packaged fresh tilapia fillets during storage. *Journal of Food Science*, 61(3): 632-635.
- Ruiz-Capillas, C., Moral, A. (2001): Chilled bulk storage of gutted hake (*Merluccius merluccius* L.) in CO₂ and O₂ enriched controlled atmospheres. *Food Chemistry*, 74: 317-325.
- Sikorski, Z.E., Kolakowska, A., Burt, J.R. (1990): Postharvest biochemical and microbial changes, seafood, resources nutritional composition and preservation, CRC Pres, Boca Raton, Florida, 55-75.
- Su Ürünleri Yönetmeliği, (1995): Türk Gıda Kodeksi, Su Ürünleri Yönetmeliği, Yetki Kanunu: 1380, Resmi Gazete, 10.03.1995, No: 22223, Ankara.
- Şentürk, A. (1994): Bazı değerlendirilmiş kabuklu su ürünlerinin mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkili olan faktörlerin araştırılması. T. C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Genel Yayın no: 20.
- Tarladgis, B., Watts, B.M., Yonathan, M., Dugan, L.Jr. (1960): Distillation method for determination of malonaldehyde in rancidity food. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37(1): 44-48.
- Turan, H., Kocatepe, D., Altan, C.O., Erkoyuncu, İ. (2012): Soğukta saklanan tüketime hazır midyelerin (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819) besin kompozisyonu ve kalite kriterlerinin incelenmesi. 11. Hatay Gıda Kongresi, 364. sh.
- TÜİK (2014): http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005 Erişim Tarihi: 02.07.2014
- Ulusoy, Ş. (2008): Midye dolmalarının modifiye atmosferle paketlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 17-62.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H. (1993): Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, No: 17, 4-5.
- Villemure, G., Simard, R.E., Picard, G. (1986): Bulk storage of cod fillets and gutted cod (*Gadus morhua*) under carbondioxide atmosphere. *Journal of Food Science*, 55: 317-320.
- Waterman, J.J. (1978): Processing mussels, cockles and whelks. Ministry of agriculture, fisheries and food. Torry Research Station, Torry Advisory, (13): 10 sh.