

Biberiye ve Kekik Esansiyel Yağları Katkısının Marine Edilmiş Kerevitlerin (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) Raf Ömrüne Etkisinin Belirlenmesi

Muhsine DUMAN *  Özlem EMİR ÇOBAN * Emine ÖZPOLAT *

[1] Bu çalışma Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (FÜBAP Proje No: 1843)

* Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, TR-23119 Elazığ - TÜRKİYE

Makale Kodu (Article Code): KVFD-2012-5975

Özet

Bu çalışmada, biberiye ve kekik esansiyel yağları uygulanarak marine edilen kerevitlerin 4°C'de muhafazası sırasında kimyasal [pH ve tiyobarbitürik asit (TBA)], mikrobiyolojik (Toplam aerobik bakteri, psikrofilik bakteri, laktik asit bakterileri ve maya küf bakteri sayımı) ve duyuşal niteliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre gruplar arasında pH değeri bakımından istatistiksel olarak fark saptanmamıştır ($P>0.05$). Ancak TVB-N ve TBA miktarları açısından kontrol grubu ile esansiyel yağ uygulanan gruplar arasındaki farkın önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir. Yine muhafaza süresince toplam aerobik bakteri, psikrofilik bakteri, laktik asit bakterileri ve maya küf bakteri sayısı bakımından kontrol grubu ile uygulama grupları arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre kontrol grubunun raf ömrü 42 gün olarak belirlenirken, biberiye esansiyel yağı uygulanan grubun 56 ve kekik esansiyel yağı uygulanan grubun raf ömrü 70 gün olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, uygulanan esansiyel yağların ürünün raf ömrü üzerine olumlu etki gösterdiği, özellikle kekik esansiyel yağının bu konuda kayda değer olduğu, adı geçen yağların kullanımının ürünün kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine olumlu etki yaptığı ortaya konmuştur.

Anahtar sözcükler: Kerevit, Marinasyon, Biberiye esansiyel yağı, Kekik esansiyel yağı, Esansiyel yağlar, Raf ömrü

The Determination of the Effect to Shelf Life of Marinated Crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) with Rosemary and Thyme Essential Oils Additive

Summary

In this study, chemical [pH and thiobarbituric acid (TBA)], microbiological (Total aerobic bacteria, psychophilic bacteria, lactic acid bacteria and yeast-mould count) and sensory analyses were performed to investigate the qualitative changes of crayfish marinated with rosemary and thyme essential oils during the storage at 4°C. According to the results, statistically no significant difference was found in pH values amongst groups ($P>0.05$). However, the difference between control group and essential oils applied groups were significant ($P<0.05$) in term of TBA values. During the storage, the difference between control group and essential oils applied groups in term of the total aerobic bacteria, psychophilic bacteria, lactic acid bacteria and yeast-mould counts were statistically found significant ($P<0.05$). The sensory evolution results indicated that the shelf life of marinated crayfish was 42 days for the control, 56 days for the rosemary and 70 days for the thyme essential oils applied groups. In conclusion, essential oils showed a positive effect on the product's shelf-life; particularly thyme essential oil is noteworthy in this regard. The use of oils mentioned was a positive impact on the chemical and microbiological quality of the products.

Keywords: Crayfish, Marinating, Rosemary essential oil, Thyme essential oil, Essential oils, Shelf-life

GİRİŞ

Kerevit pek çok ülke için ekonomik değeri yüksek olan ve tüketici talebi oldukça fazla olan bir gıdadır. Crustacea sınıfı-

nın Astacidae ailesinden olan kerevit (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) iç sularımızda yaygın olarak bulunmaktadır^{1,2}.



İletişim (Correspondence)



+90 424 2370000/4535



mduman@firat.edu.tr

Önemli bir hayvansal protein kaynağı olmaları, etlerinin oldukça lezzetli oluşu, kerevitlere olan rağbeti arttırmakta ve bu durum ekonomik değerlerini oldukça yükseltip kaliteli su ürünleri arasında yer almalarına neden olmaktadır³. Ülkemizde kerevit besin olarak fazla tercih edilmemesine karşın, özellikle Avrupa ülkelerinde oldukça fazla rağbet görmektedir. Türkiye'de değerlendirilmesine 1965 yılından itibaren ilk olarak Manyas ve Apolyont (Ulubat) Göllerinde başlanmış ve giderek artan ihracat hacmiyle büyük önem kazanmışlardır^{4,5}.

Türkiye'de kerevit üretiminde yıllara göre dalgalanmalar bulunmaktadır. Toplam kerevit üretimi 1979 yılında 500 ton iken, 1982 yılında bu değer 6500 ton olmuş, 1986 yılından sonra ise özellikle kerevit vebası (*Aphanomyces astaci*)'nın görülmesi, aşırı avlanma ve çevre kirlenmesi nedenleriyle giderek azalmıştır. İznik Gölü (557 ton) ve Eğirdir Gölü (237 ton) ise en önemli istihsal sahalarımız arasında bulunmaktadır^{6,7}. 2010 verilerine göre toplam kerevit üretimi ise 1030 tondur⁸.

Su ürünlerindeki işleme metotlarından biri de marinat teknolojisidir. Marinatlar, balıkların ve kabukluların asetik asit ve tuz çözeltisinde ısı işlem uygulanmaksızın olgunlaştırılması ve değişik tatlar kazanması amacıyla şeker, baharatlar, salamura, sos ve sebzelerin de ilave edilerek cam şişe veya plastik kaplar içerisinde paketlenmiş ürünlerdir. Asetik asit ve tuz sadece etin depolama periyodunu uzatmakla kalmayıp aynı zamanda lezzetini de artırmaktadır^{9,10}. Balıklarda marinat teknolojisi üzerine araştırmalar fazla miktarda olmasına rağmen, kerevitin marinasyonu hakkında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır¹¹⁻¹⁷.

Çeşitli sentetik ve doğal katkı maddeleri uzun yıllardan beri gıdalarda koruyucu olarak kullanılmaktadır. Ancak bu amaçla kullanılan sentetik kökenli maddelerin insan vücudunda istenmeyen ve beklenmedik yan etkiler oluşturması, doğal koruyuculara yönelimi artırmıştır¹⁸⁻²³. Son yıllarda biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve kekik gıdalarda doğal koruyucu olarak kullanılmaktadır^{24,25}. Biberiye esansiyel yağının ana bileşenleri 1,8-cineole, α -pinene, camphor, camphene, borneol, piperitone, linaloldur^{26,27}. Biberiye ekstresinin ise karnosol, karnosik asit, rosmaridifenol, rosmariquinon ve rosmarinik asit saptanmıştır²⁸. Bazı araştırmacılar tarafından biberiye uçucu yağ bileşenlerinin antioksidan ve antimikrobiyal etkisi saptanmıştır^{27,29-32}. Kendine has bir kokusu olan kekik gerek taze ette gerekse de et ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kekik esansiyel yağında bulunan timol, carvacrol, p-cymene, α -pinene ve camphene antimikrobiyal etkilerinin bulunduğu bilinmektedir. Yine kekik esansiyel yağında bulunan fenolik bileşikler ve flavonoidlerin ise antioksidan etkileri olduğu tespit edilmiştir^{25,28,33,34}.

Bu çalışmada, biberiye ve kekik esansiyel yağı, ilave edilerek marine edilen kerevit örneklerinin muhafazası sırasında meydana gelen kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değişimler incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmanın materyalini oluşturan kerevitler (*Astacus leptodactylus*) Keban Baraj Gölü Çemişgezek Bölgesinden Haziran 2010 tarihinde temin edilmiştir. Kerevitler buz içeren strafor kutular içerisinde Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarına getirilmiş ve aynı gün içerisinde işleme alınmıştır. Araştırmada 50 kg kerevit kullanılmıştır. Çalışma iki tekerrürlü ve iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullandığımız biberiye (Herbalox® Seasoning) ve kekik (Aquaresin® Thyme Code: 35-06-39) esansiyel yağları Kalsec (Kalsec®, Inc, Kalamazoo) firmasından temin edilmiştir. Kullanılan bu esansiyel yağlar, yağda ve suda çözünmektedirler.

Örneklerin Hazırlanması

Canlı olarak laboratuvara getirilen kerevitlerin ilk olarak boy ve ağırlık ölçümleri alınmış ve et verimi hesaplanmıştır. Ortalama boyları 12.04 ± 0.85 cm ve ortalama ağırlıkları 59.36 ± 18.84 g olarak ölçülmüştür. Et verimi ise $\%22.51 \pm 2.21$ olarak hesaplanmıştır. Kerevitler 10 dakika kaynar suda haşlanmış ve kabuklar etten ayıklanmıştır. Kabuklarından ayrılan kerevit etleri üç eşit gruba ayrılmış ve steril cam kavanozlara yerleştirilmiştir.

Olgunlaştırma İşlemi ve Esansiyel Yağların Uygulanması

Olgunlaştırma solüsyonu olarak %4 asetik asit ve %5 NaCl kullanılmıştır. Uygulama gruplarında esansiyel yağlar olgunlaştırma solüsyonuna ilave edilmiştir.

D1: Kontrol (esansiyel yağ içermeyen olgunlaştırma solüsyonu kullanılmıştır).

D2: Olgunlaştırma solüsyonuna 300 ppm biberiye esansiyel yağı ilave edilmiştir.

D3: Olgunlaştırma solüsyonuna 300 ppm kekik esansiyel yağı ilave edilmiştir.

Biberiye ve kekik esansiyel yağı konsantrasyonları yapılan ön çalışmalar neticesinde belirlenmiştir. Kerevit: Olgunlaştırma solüsyonu oranı 1:1.5 olarak hazırlanmış olup ürünler 1 hafta süreyle 4°C'de olgunlaşmıştır.

Ambalaj ve Muhafaza

Olgunlaşma işlemi duyuşal olarak belirlenen marinatlar solüsyonlardan çıkartılıp, 200 g'lık steril edilmiş cam kavanozlara yerleştirilmiştir. Kavanozların ağızları hava almayacak şekilde kapatılarak 4°C'de muhafaza edilmiştir.

Farklı esansiyel yağların (biberiye, kekik,) 300 ppm oranında ilavesiyle hazırlanan marine kerevit örnekleri 0, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 72, 84. günlerde mikrobiyolojik, kimyasal ve

duyusal kalite (duyusal yönden tüketim niteliklerini yitirinceye kadar) bakımından incelenmiştir. Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Deney Hayvanları Etik Kurulu'ndan onay alınarak gerçekleştirilmiştir (Sertifika numarası: 2010/133).

Metot

Kimyasal Analizler

Çiğ ve marine edilen kerevit örneklerinin kimyasal bileşimini tespiti amacıyla yapılan analizler; su tayini etüvde $105\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 4 saat³⁵, ham protein Kjeldahl yöntemi ($\text{N}\times 6.25$)³⁶, ham yağ analizi soxhlet metodu³⁷ ve ham kül miktarı ise yakma fırınında 550°C 'de 4 saat bekletilerek yapılmıştır³⁸.

pH değerleri, homojenize edilmiş örnek 1:1 oranında distile su ile sulandırıldıktan sonra dijital Orion 3-Star Plus marka pH metre ile ölçülmüştür³⁶. Tiyobarbitürik asit sayısı (TBA), Tarladgis ve ark.'na³⁹ göre yapılmış olup spektrofotometrik olarak ölçülmüştür.

Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler için, 10 g örnek tartılmış ve üzerine steril %0.1'lik peptonlu sudan 90 ml ilave edilerek parçalayıcıda homojen hale getirilmiştir. Elde edilen 10^{-1} (1/10)'lik dilüsyondan diğer desimal dilüsyonlar hazırlanmıştır.

Toplam aerobik bakteri (TAB) ile toplam psikrofilik bakteri (TPB) sayımları için Plate Count Agar (Oxoid) kullanılmıştır. Toplam aerobik bakteri grup 30°C 'da 3 gün, psikrofilik grup ise 7°C 'da 7 gün inkübe edilmiştir⁴⁰. Laktik asit bakterilerinin (LAB) sayımı için MRS Agar kullanılmıştır Ekimi yapılan plaklar $37\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 2 gün inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir⁴⁰. Maya ve küf sayımı için ise Rose Bengal Chloramphenicol Agar kullanılmıştır. Plaklar 25°C 'de 5 gün inkübe edilerek oluşan koloniler sayılmıştır⁴¹.

Duyusal Analizler

Duyusal testlerde, Kurtcan ve Gönül'ün⁴² önerdiği yöntem kullanılmıştır. Duyusal değerlendirmede, araştırma süresince aynı kişilerin olmasına özen gösterilerek, 5 kişilik uzman panelist grup tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme laboratuvarında yapılmış ve panelistlerden örnekleri, renk, koku, lezzet, görünüş yönünden incelemeleri ve 1-5 arasında puan vermeleri istenmiştir. Puanlamada; 5 çok iyi, 4 iyi, 3 normal, 2 kötü ve 1 çok kötü olarak değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 12.00 paket programı kullanılmıştır (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Gruplar arası farklılıkları test etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi uygulanmış ve Duncan karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. İstatistiksel anlamlılık için $P<0.05$ kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çiğ ve marine kerevit örneklerinin; kimyasal kompozisyon oranları *Tablo 1*'de verilmiştir. Kerevit eti marinasyon işlemi sonrasında su ve protein, değerlerinde önemli değişimler göstermediği saptanmıştır ($P>0.05$). Kül değerlerinde ise artış tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Deneysel marinat örneklerinin kimyasal kalite analiz bulguları *Tablo 2*'de gösterilmiştir. Çiğ materyalde pH değeri 6.01 olarak ölçülmüştür. Taze kerevit etinin olgunlaşma (0. gün) sonrası pH değerlerinde azalma görülmüştür ($P<0.05$). Muhafaza süresi boyunca pH değeri bakımında gruplar arasında önemli farklılıklar ($P>0.05$) saptanmamıştır.

Çalışmada kullanılan kerevit etinde ortalama 0.31 mg MDA/kg değerinde bulunan TBA sayısı, olgunlaşma sonunda D1 grubunda 0.41 ± 0.25 mg MDA/kg TBA sayısına sahip iken en düşük D3 grubunda 0.17 ± 0.08 mg MDA/kg olarak saptanmıştır. Muhafaza süresince bütün gruplarda zamana bağlı olarak artış saptanmıştır.

Deneysel marinat örneklerinin mikrobiyoloji analiz bulguları *Tablo 3*'de gösterilmiştir. Çiğ materyalin toplam aerobik bakteri sayısı ortalama 3.75 log kob/g olarak belirlenmiştir. Muhafazanın 21. gününden sonra kontrol grubu ile esansiyel yağ uygulanan gruplar arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$).

Çiğ materyalin toplam psikrofilik bakteri sayısı ortalama 1.65 log kob/g olarak belirlenmiştir. Olgulaştırma sonrası grupların TPB sayılarında azalma görülmüş ve 0.95 ile 1.22 log kob/g arasında tespit edilmiştir. Muhafazanın ilerleyen günlerinde en yüksek bakteri sayısı, kontrol grubu örneklerinde, en düşük bakteri sayısı ise kekik esansiyel yağı içeren D3 grubunda sayılmıştır ($P<0.05$). Muhafaza süresince gruplar arasında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür ($P<0.05$).

Tablo 1. Ham ve marine kerevit örneklerinin kimyasal kompozisyon oranları

Table 1. Proximate compositions of raw and marinated crayfish

Örnek	Su (%)	Kuru Madde(%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)
Ham	79.15±0.07	20.85±0.07	16.27±0.33	2.97±0.23 ^a	1.51±0.25 ^a
D1	78.24±1.65	21.77±1.65	16.66±0.91	1.79±0.31 ^b	2.85±0.18 ^b
D2	78.43±1.02	21.57±1.02	15.90±0.21	2.44±0.62 ^{ab}	2.82±0.11 ^b
D3	78.17±1.98	21.83±1.98	15.23±0.81	2.94±0.20 ^a	2.88±0.01 ^b

a, b Aynı sütundaki farklı harfleri gösteren gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$), **D1**: Kontrol (biberiye ve kekik esansiyel yağı içermeyen) grup, **D2**: Biberiye esansiyel yağı içeren marine kerevit grup, **D3**: Kekik esansiyel yağı içeren marine kerevit grup

Tablo 2. Marine kerevitlerin 4°C'de muhafazası sırasında meydana gelen kimyasal kalite değişimleri**Table 2.** Chemical quality changes of marinated crayfish during storage at 4°C

Muhafaza Günleri	pH			TBA (mg malonaldehit/kg)		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
0	4.40±0.03	4.28±0.06	4.40±0.01	0.41±0.25 ^a	0.21±0.01 ^b	0.17±0.08 ^b
7	4.37±0.03	4.34±0.04	4.31±0.01	0.69±0.18 ^a	0.36±0.02 ^b	0.36±0.06 ^b
14	4.45±0.04	4.42±0.04	4.40±0.01	0.98±0.08 ^a	0.54±0.07 ^b	0.49±0.11 ^b
21	4.42±0.01	4.43±0.01	4.34±0.01	1.95±0.11 ^a	0.90±0.16 ^b	0.75±0.35 ^b
28	4.48±0.04	4.47±0.04	4.46±0.01	2.19±0.40 ^a	1.18±0.24 ^b	1.13±0.21 ^b
42	4.55±0.05	4.51±0.02	4.51±0.01	2.85±0.21 ^a	2.09±0.25 ^b	1.52±0.70 ^c
56	4.54±0.01	4.53±0.05	4.54±0.06	3.88±0.20 ^a	2.90±0.05 ^b	2.77±0.04 ^b
70	AY	4.60±0.02	4.55±0.06	AY	3.73±0.37	3.01±0.02
84	AY	AY	4.58±0.01	AY	AY	3.95±0.08

a, b Aynı satırdaki farklı harfleri gösteren gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$), **AY**: Analiz yapılmadı, \pm : Standart sapma, **D1**: Kontrol (biberiye ve kekik esansiyel yağı içermeyen) grup, **D2**: Biberiye esansiyel yağı içeren marine kerevit grup, **D3**: Kekik esansiyel yağı içeren marine kerevit grup

Tablo 3. Marine kerevitlerin 4°C'de muhafazası sırasında meydana gelen mikrobiyolojik kalite değişimleri (log kob/g)**Table 3.** Changes in microbial flora of marinated crayfish during storage at 4°C (log cfu/g)

Muhafaza Günleri	Toplam Aerobik Bakteri Sayısı			Psikrofilik Bakteri Sayısı			Laktik Asit Bakteri Sayısı			Maya ve Küf Sayısı (log kob/g)		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
0	2.60±1.27	2.24±0.76	2.54±0.65	0.95±0.01	0.95±0.01	1.22±0.37	3.11±0.13 ^a	2.72±1.23 ^{ab}	1.53±0.82 ^b	2.45±0.18 ^a	2.58±0.06 ^{ab}	1.89±0.27 ^b
7	3.96±0.92	3.35±0.43	3.46±2.06	0.98±0.04 ^a	2.62±0.12 ^b	1.91±0.18 ^c	2.90±0.06 ^a	3.33±0.10 ^b	3.50±0.14 ^b	2.60±0.42 ^a	2.24±0.34 ^{ab}	1.48±0.74 ^b
14	5.07±0.36	4.25±0.57	3.87±0.18	3.22±0.06 ^a	2.78±0.11 ^b	1.83±0.18 ^c	3.26±0.01 ^a	2.82±0.74 ^b	2.37±0.52 ^c	3.84±0.06 ^a	2.67±0.26 ^b	2.50±0.28 ^b
21	5.06±0.17 ^a	3.88±0.01 ^b	3.83±0.01 ^b	3.19±0.05 ^a	2.84±0.08 ^b	1.97±0.02 ^c	3.44±0.59 ^a	2.83±0.22 ^b	2.49±0.00 ^c	3.88±0.42 ^a	2.90±0.07 ^b	3.06±0.06 ^b
28	3.94±0.88	4.89±1.42	3.70±0.10	3.29±0.04 ^a	3.17±0.13 ^a	2.43±0.60 ^b	3.69±0.128 ^a	3.40±0.50 ^b	3.00±0.01 ^c	3.95±0.08 ^a	3.50±0.06 ^b	3.41±0.01 ^b
42	5.55±0.10 ^a	4.57±0.40 ^b	3.82±0.05 ^b	5.13±0.50 ^a	4.08±0.28 ^b	3.91±0.18 ^b	5.06±1.07 ^a	4.52±0.28 ^b	3.81±0.13 ^c	5.60±0.47 ^a	4.39±0.50 ^b	3.46±0.23 ^b
56	6.68±0.50 ^a	5.33±0.47 ^{ab}	4.16±0.36 ^b	6.79±0.34 ^a	4.93±0.11 ^b	3.94±0.06 ^c	5.80±0.01 ^a	4.84±0.07 ^b	4.08±0.45 ^c	5.63±0.44 ^a	4.36±0.51 ^b	4.08±0.05 ^b
70	AY	4.04±1.21	3.82±0.13	AY	5.17±0.02	4.30±0.50	AY	5.91±0.08	4.93±0.01	AY	5.36±0.67	4.24±0.87
84	AY	AY	4.99±0.06	AY	AY	4.73±0.04	AY	AY	5.11±0.20	AY	AY	4.94±0.01

a, b, c Aynı satırdaki farklı harfleri gösteren gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$), **AY**: Analiz yapılmadı, **D1**: Kontrol (biberiye ve kekik esansiyel yağı içermeyen) grup, **D2**: Biberiye esansiyel yağı içeren marine kerevit grup, **D3**: Kekik esansiyel yağı içeren marine kerevit grup

Çiğ kerevit etinde ortalama 4.05 log kob/g olarak belirlenen laktik asit bakteri sayısında, olgunlaşma sonunda bütün gruplarda azalma tespit edilmiştir. Gruplar arası laktik asit bakteri sayıları farkının da önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Muhafazanın ilerleyen günlerinde grupların LAB sayılarındaki yükseliş muhafaza sonuna kadar devam etmiştir. Laktik asit bakteri sayıları biberiye ve kekik esansiyel yağı katkılı örneklerin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Örneklerin yapımında kullanılan kerevit etlerinin maya-küf sayısı ortalama 3.66 log kob/g iken marinasyon işleminden sonra azalarak örneklerde maya-küf sayısı 1.89-2.58 log kob/g arasında belirlenmiştir. Biberiye ve kekik esansiyel yağı katkılı ürünlerde maya-küf sayılarının muhafaza süresi boyunca düşük çıktığı tespit edilmiştir. Muhafaza süresinde kontrol grubu ile esansiyel yağ uygulanan gruplar arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$).

Marine kerevit örneklerinin muhafaza süresince duyuşal değerlendirme sonuçları *Tablo 4*'te gösterilmiştir. Marine

kerevitlerin duyuşal değerlendirmesi sırasında örneklerin renk, koku, lezzet ve genel beğenileri panelistlerce değerlendirilmiştir.

Duyuşal analiz sonuçlarına göre olgunlaştırma sonrası panelistler tarafından örneklerin ilk değerlendirmede renk, koku ve lezzet gibi kriterlere iyi puanlar verilmiş ve örnekler genel beğeni bakımından 4.10 ile 4.90 arasında puan almışlardır. Genel beğeni bakımından olgunlaşma sonrasında kontrol grubu ile kekik esansiyel yağı ilaveli grup arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). İlerleyen muhafaza günlerinde gruplar arasındaki farkın önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çiğ kerevit etinde protein, yağ ve kül miktarı % olarak sırasıyla 16.27; 2.97 ve 1.51 olarak belirlenmiştir. Çalışma bulguları Gürel İnanlı ve Patır'ın ⁴³ bulgularıyla benzerlik

Tablo 4. Marine kerevitlerin 4°C'de muhafazası sırasında meydana gelen duyu kalite değişimleri**Table 4.** Sensory evaluations of marinated caryfish during storage at 4°C

Muhafaza Günleri	Özellikler											
	Renk			Koku			Lezzet			Genel Beğeni		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
0	4.70±0.48	4.60±0.52	4.60±0.52	4.70±0.48	4.00±0.67	3.90±0.74	4.40±0.70	4.00±0.47	4.10±0.74	4.60±0.48 ^a	4.35±0.48 ^{ab}	4.20±0.57 ^b
7	4.60±0.70	4.40±0.84	4.30±0.67	4.20±0.79 ^a	3.90±0.88 ^{ab}	3.30±0.48 ^b	4.10±0.57 ^a	3.70±0.48 ^{ab}	3.30±0.67 ^b	4.30±0.52	4.00±0.82	3.65±0.32
14	4.20±0.42	4.10±0.74	3.80±0.79	3.70±0.48	3.70±0.82	3.10±1.00	3.70±0.48	3.50±0.97	3.20±1.03	3.90±0.32	3.80±0.67	3.60±0.53
21	3.90±0.57	3.90±0.74	3.70±0.82	3.50±0.53	3.40±0.70	2.90±1.20	3.60±0.52	3.40±0.97	3.10±1.00	3.60±0.42	3.60±0.37	3.25±0.84
28	3.90±0.67 ^a	3.70±0.48 ^b	3.30±0.48 ^b	3.40±0.70	3.00±1.05	2.70±0.48	3.30±0.48	3.00±0.52	2.90±0.32	3.55±0.70	3.25±0.53	3.00±1.03
42	3.40±0.70	3.40±0.70	3.30±0.82	3.30±0.67	2.90±0.88	2.60±0.84	2.90±0.88	2.70±0.48	2.80±0.79	3.20±0.52	3.00±0.88	2.90±0.57
56	2.40±0.97	3.20±0.64	3.20±0.63	2.80±1.13	2.80±0.63	2.50±0.97	2.50±0.53	2.60±1.07	2.70±1.06	2.80±0.79	2.90±0.47	2.80±0.79
70	AY	2.60±0.70	3.10±0.74	AY	2.70±0.48	2.50±0.85	AY	2.50±1.08	2.60±1.08	AY	2.60±0.32	2.75±0.82
84	AY	AY	2.70±0.48	AY	AY	2.30±0.95	AY	AY	2.50±1.08	AY	AY	2.50±0.84

a, b, c Aynı satırdaki farklı harfleri gösteren gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$), **AY**: Analiz yapılmadı, **D1**: Kontrol (biberiye ve kekik esansiyel yağı içermeyen) grup, **D2**: Biberiye esansiyel yağı içeren marine kerevit grup, **D3**: Kekik esansiyel yağı içeren marine kerevit grup

göstermektedir. Olgunlaştırma işlemi sonrası besin değeri bakımından gruplar arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir. Benzer sonuçlar, çeşitli araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir ^{16,44}.

Çiğ materyalde pH değeri 6.01 olarak ölçülmüştür. Olgunlaşma ile birlikte örneklerin pH değerleri hızla düşerek 4.28-4.40 arasında saptanmıştır. pH değeri marinatlarda 4.5'ten fazla olmamalıdır. pH 4.5'in altında bozulma yapan bakterilerin çoğunun özellikle su ürünleri için toksik etki yapan *Clostridium botulinum* proteolitik tipleri için minimum gelişme gösterdiği ve *Listeria monocytogenes* için gelişmeyi önlediği bildirilmiştir ^{10,45,46}. Muhafaza süresince pH değerleri kısmen artarak 56. günde 4.53 ile 4.54 değerlerine ulaşmıştır. Konu ile ilgili yapılan bazı araştırmalarda, pH değerinin taze karideste 7.61 bulurken marinasyon işlemi sonrası 4.2 olarak belirlemişlerdir. Kontrol örnekleri ile biberiye ekstraktı uygulanmış örnekler arasında pH değeri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmemiştir ¹⁶. pH değeri taze hamside 6.3 olarak belirlenmişken, marinasyon işlemi sonunda 4.7'ye azalmıştır. Her iki çalışmadaki bulgular, bu çalışmada elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

TBA değerinin lipit oksidasyonunu tespit etmede önemli bir metot olduğu vurgulanmaktadır. TBA değeri et dokusundaki yağların oksidasyonuna bağlı olarak artarken, TBA ölçümü etteki acılaşıma hakkında bilgi verir. Çok iyi materyalde TBA sayısı 3'den az olmalı, iyi bir materyalde ise 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 7-8 mg MDA/kg arasındadır ⁴⁷.

Kerevit etinde TBA miktarı ortalama 0.31 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresince tüm gruplarda TBA miktarı artmış ancak en fazla artış kontrol grubunda saptanmıştır. Bu sonuçlara göre biberiye ve kekik yağlarının TBA miktarı üzerinde inhibitör etki yaptığı söylenebilir.

Muhafaza boyunca D1 grubu ile D2 ve D3 grupları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.05$). Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafında da bildirilmiştir ^{16,19,48}.

Çiğ materyalin toplam aerobik bakteri sayısı ortalama 3.75 log kob/g olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma işleminden sonra örneklerin toplam aerobik bakteri sayılarında azalma gözlemlenmiştir. Bütün gruplarda mikrobiyal yük muhafaza süresince artmıştır ($P<0.05$). En yüksek bakteri sayısı kontrol grubunda, en düşük ise kekik esansiyel yağı içeren grupta tespit edilmiştir. Bu sonuç kekik esansiyel yağının daha yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalarda kekiğin, antimikrobiyal aktivitesi ortaya konmuş ve kekiğin uçucu yağ bileşenlerinin, bazı gram pozitif, gram negatif bakteriler ve küfler üzerine etkili olduğu saptanmıştır ^{18,49}. Kekiğin bileşiminde bulunan çeşitli fenolikler, flavonoidler, tokoferoller antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu çeşitli araştırmalarla belirlenmiştir ^{18,50}. Pişirilmeden yenilen balık türleri için toplam aerobik bakteri sayısı 10^5 - 10^6 /g tüketilebilirlik sınır değeri olarak belirtilmiştir ⁵¹. Toplam aerobik bakteri sayısının kontrol grubunda muhafazanın 56. gününde tüketilemez değerlerde (6.68 log kob/g) olduğu tespit edilmiştir.

Kerevit etinin toplam psikrofilik bakteri sayısı ortalama 1.65 log kob/g olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma işlemi sonunda grupların toplam psikrofilik bakteri sayısında azalma görülmüştür. Bu azalmanın tuz ve asetik asitten kaynaklandığı düşünülmektedir. Muhafaza süresince en düşük toplam psikrofilik bakteri sayısı 300 ppm kekik esansiyel yağı içeren gruplarda tespit edilmiştir. TPA sayısı kontrol grubunda 56. günde 6.79 log kob /g olarak tespit edilirken, biberiye esansiyel yağı ilave edilen grupta 4.93 log kob/g ve kekik esansiyel yağı ilave edilen grupta 3.94 log kob/g olarak saptanmıştır. Grupların muhafaza süresince toplam psikrofilik bakteri sayısında artış belirlenmiştir. En

yüksek D1 grubunda 56. günde 6.79 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Çiğ kerevit etinde ortalama 4.05 log kob/g olarak belirlenen laktik asit bakteri sayısı, olgunlaşma sonrasında düşüş göstermiş ve 1.53 ile 3.11 log kob/g arasında tespit edilmiş ve gruplar arası laktik asit bakteri sayıları farkının da önemli ($P<0.05$) olduğu saptanmıştır. Muhafazanın 7. gününde grupların laktik asit bakterileri sayısı 2.90 ile 3.50 log kob/g arasında iken muhafazanın 56. gününde 4.08 ile 5.80 log kob/g'a yükselmiştir. Grupların laktik asit bakteri sayılarındaki artış muhafaza sonuna kadar devam etmiştir. Laktik asit bakteri sayıları biberiye ve kekik esansiyel yağı ilave edilen gruplarda daha düşük sayıda tespit edilmiştir. Viuda-Martos ve ark.⁵² laktik asit bakterileri üzerinde biberiye esansiyel yağının etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonuçlarımız araştırmacıların bulgularıyla desteklenmektedir.

Çiğ kerevit etinde maya - küf sayısı ortalama 3.66 log kob/g iken marinasyon işleminden sonra azalarak grupların maya-küf sayısı 1.89 ile 2.58 log kob/g arasında belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Kültür ortamında yapılan çalışmalarla biberiye ve kekik esansiyel yağlarının, sularının ve ekstraktlarının küfler üzerinde değişik oranlarda antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir^{18,49,53-57}. Rasooli ve Owlia⁵⁸ çalışmalarında kullandıkları kekik yağının maya-küf üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların bulguları ile çalışma bulgularımız benzerlik göstermektedir. Muhafaza süresince, örneklerin maya-küf sayıları artış göstermiş ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır.

Grupların genel beğeni puanlarına örnek tipinin, muhafaza zamanının istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre olgunlaştırma sonrası panelistler tarafından örneklerin ilk değerlendirmede renk, koku ve lezzet gibi kriterlerin hepsine iyi puanlar verilmiş ve örnekler genel beğeni bakımından 4.20 ile 4.60 arasında puan almışlardır. Panelistler olgunlaştırma sonrasında D3 grubu örnekleri en az beğenirken, en çok kontrol grubu örneğini beğenmişlerdir. D3 grubu örneklerdeki keskin kekik kokusundan dolayı genel beğeni puanları düşük çıktığı görülmüştür.

Kimyasal kalite parametreleri depolama süresince tüketilebilirlik sınırları dışına çıkmadığı halde, duyusal analiz sonuçları kalitenin bozulduğunu göstermiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre kontrol grubunun raf ömrü 42 gün olarak belirlenirken, biberiye esansiyel yağı uygulanan grubun 56 ve kekik esansiyel yağı uygulanan grubun ise raf ömrü 70 gün olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar gösteriyor ki duyusal analizler, insan faktörüne bağlı olduğundan ürünlerin raf ömrünün belirlenmesinde son derece önemli rol oynamaktadır.

Sonuç olarak; 300 ppm biberiye ve kekik esansiyel yağı ilave edilerek marine kerevit örneklerinin raf ömrü üzerinde yüksek antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu

saptanmıştır. Bundan dolayı kimyasal katkı maddelerinin yerine sağlık problemi oluşturmayacak bu esansiyel yağların kullanılmasının daha uygun olacağı tespit edilmiştir.

Ülkemizde taze olarak pazar payı az olan kerevitlerin, marinasyon yapılarak hazır gıda olarak pazara sürülmesi mümkündür. Hem hazır yemek hem de meze olarak kullanılabilir kriterlere sahip olan marinatların, ülkemizde tüketimi düşük su ürünlerinin pazar payını arttırmada önemli olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- 1. Alpaz A:** Kabuklu ve Eklem Bacaklılar Yetiştiriciliği. s. 170-192, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-Izmir, 1993.
- 2. Barım Ö, Erişir M:** The effect of dietary antioxidants on the arginase activity and nitric oxide level of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*, Esch. 1823). *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 15 (5): 745-750, 2009.
- 3. Berber S, Balık S:** Manyas gölü (Balıkesir) tatlısu istakozunun (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) bazı büyüme ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Univ Su Ürün Derg*, 23 (1-2): 83-91, 2006.
- 4. Erençin Z, Köksal G:** On the crayfish, *Astacus leptodactylus*, in Anatolia. *Freshwater Crayfish*, 3, 187-192, 1977.
- 5. Harlıoğlu MM:** The present situation of freshwater caryfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Turkey. *Aquaculture*, 230 (1-4): 181-187, 2004.
- 6. DPT:** Balıkçılık İstatistikleri. Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara, 2002.
- 7. Harlıoğlu MM, Harlıoğlu AG:** Eğirdir, İznik Gölü ve Hirfanlı Baraj Gölünden avlanan tatlı su istakozu *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)' un morfolojik analizleri ile et verimlerinin karşılaştırılması. *Fırat Üniv Fen ve Müh Bilim Derg*, 17 (2): 412-423, 2005.
- 8. TUİK:** Su Ürünleri İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>, *Erişim tarihi:* 09.01.2012.
- 9. Meyer V:** Marinades, In, Borgstrom G (Ed): Fish as Food. Vol. III, pp. 165-193, Academic Press. NewYork, 1965.
- 10. Çaklı Ş:** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi-1. s. 549-566, Ege Üniversitesi Basımevi Bornova- İzmir, 2007.
- 11. Gökoğlu N, Cengiz E, Yerlikaya P:** Determination of the shelf life of marinated sardine (*Sardina pilchardus*) stored at 4°C. *Food Control*, 15 (1): 1-4, 2004.
- 12. Kılınc B, Çaklı Ş:** Chemical, microbiological and sensory changes in thawed frozen fillets of sardine (*Sardina pilchardus*) during marination. *Food Chem*, 88 (2): 275-280, 2004.
- 13. Kılınc B, Çaklı Ş:** The determination of the shelf-life of pasteurized and non-pasteurized sardine (*Sardina pilchardus*) marinades stored at 4°C. *Int J Food Sci and Technol*, 40 (3): 265-271, 2005.
- 14. Kılınc B, Çaklı Ş:** Determination of the shelf life of sardine (*Sardina pilchardus*) marinades in tomato sauce stored at 4°C. *Food Control*, 16 (7): 639-644, 2005.
- 15. Sallam KHI, Ahmed AM, Elgazzar MM, Eldaly EA:** Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4°C. *Food Chem*, 102 (4): 1061-1070, 2007.
- 16. Cadun A, Kışla D, Çaklı Ş:** Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life. *Food Chem*, 109 (1): 81-87, 2008.
- 17. Gökoğlu N, Topuz OK, Yerlikaya P:** Effects of pomegranate sauce on quality of marinated anchovy during refrigerated storage. *LWT - Food Sci and Technol*, 42 (1): 113-118, 2009.
- 18. Burt S:** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - A review. *Int J Food Microbiol*, 94, 223-253, 2004.
- 19. Serdaroğlu M, Felekoğlu E:** Effect of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. *J Food Quality*, 28, 109-120, 2005.

- 20. Yassin-Nessrien MN, Abou-Taleb M:** Antioxidant and antimicrobial effects of marjoram and thyme in coated refrigerated semifried mull et fish fillets. *World J Dairy & Food Sci*, 2 (1): 1-9, 2007.
- 21. Kenar M, Özoğul F, Kuley E:** Effects of rosemary and sage tea extracts on the sensory, chemical and microbiological changes of vacuum-packed and refrigerated sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. *Int J Food Sci and Tech*, 45 (11): 2366-2372, 2010.
- 22. Erkan N, Tosun ŞY, Ulusoy Ş, Üretener G:** The use of thyme and laurel essential oil treatments to extend the shelf life of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) during storage in ice. *J Verbr Lebensm*, 6 (1): 39-48, 2011.
- 23. Oral N, Vatansver L, Güven A, Gülmez M:** Antibacterial activity of some Turkish plant hydrosols. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 14 (2): 205-209, 2008.
- 24. Nassu RT, Gonçalves LAG, Pereira da Silva MAA, Beserra FJ:** Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Sci*, 63 (1): 43-49, 2003.
- 25. Dimitrijevic' SI, Mihajlovski KR, Antonovic' DG, Milanovic' -Stevanovic' MR, Mijin DZ:** A study of the synergistic antilisterial effects of a sub-lethal dose of lactic acid and essential oils from *Thymus vulgaris* L., *Rosmarinus officinalis* L. and *Origanum vulgare* L. *Food Chem*, 104 (2): 774-782, 2007.
- 26. Fu YJ, Zu YG, Chen LY, Shi XG, Wang Z, Sun S:** Antimicrobial activity of clove and rosemary essential oils alone and in combination. *Phytother Res*, 21 (10): 989-994, 2007.
- 27. Gachkar L, Yadegari D, Rezaei MB, Taghizadeh M, Alipoor AS, Rasooli I:** Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Food Chem*, 102 (3): 898-904, 2007.
- 28. Yanishlieva NV, Marinova E, Pokorny J:** Natural antioxidants from herbs and spices. *Eur J Lipid Sci Technol*, 108 (9): 776-793, 2006.
- 29. Baratta MT, Dorman HJD, Deans SG, Biondi DM, Ruberto G:** Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. *J Essent Oil Res*, 10 (6): 618-627, 1998.
- 30. Pandit VA, Shelef LA:** Sensitivity of *Listeria monocytogenes* to rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Food Microbiol*, 11 (1): 57-63, 1994.
- 31. Baratta MT, Dorman HJD, Deans SG, Figueiredo AC, Barroso JG, Ruberto G:** Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. *Flavour Fragr. J*, 13 (4): 235-244, 1998.
- 32. Moghtader M, Afzali D:** Study of the antimicrobial properties of the essential oil of rosemary. *American-Eurasian J Agric. & Environ. Sci*, 5 (3): 393-397, 2009.
- 33. Önenç SS, Açıkgöz Z:** Aromatik bitkilerin hayvansal ürünlerde antioksidan etkileri. *Hayvansal Üretim*, 46 (1): 50-55, 2005.
- 34. Küçükylmaz K, Çatlı AU, Çınar M:** Etlik piliç yemlerine esansiyel yağ Karışımı ilavesinin büyüme performansı, karkas randımanı ve bazı iç organ ağırlıkları üzerine etkileri. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 18 (2): 291-296, 2012.
- 35. Türk Standardlar Enstitüsü:** Et ve Et Mamülleri Rutubet Miktarı Tayini. TS 1743, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1974.
- 36. Association Official Analytical Chemists:** Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed., Association Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC, 1990.
- 37. Türk Standardlar Enstitüsü:** Et ve Et Mamülleri Yağ Tayini. TS 1745, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1974.
- 38. Türk Standardlar Enstitüsü:** Et ve Et Mamülleri Kül Miktarı Tayini. TS 1746, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1974.
- 39. Tarladgis BG, Watts BM, Yunnathan MT, Dugan LR:** A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J Am Oil Chem Soc*, 37, 44-48, 1960.
- 40. Harrigan WF:** Laboratory Methods in Food Microbiology. 3th ed., Academic Press. London, 1998.
- 41. Oxoid:** The Oxoid Manual. 50th ed., Oxoid Ltd. Hampshire, England, 1982.
- 42. Kurtcan Ü, Gönül M:** Gıdaların duyuşal değeriendirilmesinde puanlama metodu. *Ege Univ Müh Fak Derg*, 5, 137-146, 1987.
- 43. Gürel A, Patır B:** Keban Baraj Gölü istakozlarının (*Astacus leptodactylus* esch., 1823) et verimi ve kimyasal bileşimi. *Selçuk Üniv Vet Bil Derg*, 17 (2): 23-30, 2001.
- 44. Çelik U:** Marine edilmiş akivades (*Tapes decussatus* L., 1758)'in kimyasal kompozisyonu ve duyuşal analizi. *Ege Üniv Su Ürün Dergi*, 21 (3-4): 219-221, 2004.
- 45. Gram L:** Microbiological spoilage of fish and seafood products. In, Sperber WH, Doyle MP (Eds): Compendium of Microbiological Spoilage of Foods and Beverages. Food Microbiology and Food Safety. pp. 87-119, Springer, NewYork, 2010.
- 46. Olgunoğlu İA:** Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) marınasyon prosesinde tehlike analizleri ve kritik kontrol noktalarının belirlenmesi. *GTED*, 5 (12): 36-48, 2010.
- 47. Varlık C, Uğur M, Gökoğlu N, Gün H:** Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlike ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:17, Ayrıntı Matbaası, İstanbul, 1993.
- 48. Shahidi F, Pegg RB, Saleemi Z:** Stabilization of meat lipids with ground spices. *J Food Lipids*, 2 (3):145-153, 1995.
- 49. Elgayyar M, Draughon FA, Golden DA, Mount JR:** Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *J Food Protec*, 64 (7): 1019-1024, 2001.
- 50. Erkan N:** The effect of thyme and garlic oil on the preservation of vacuum-packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Bioprocess Technol*, doi: 10.1007/s11947-010-0412-7, 2010.
- 51. International Commission on Microbiological Specifications for Foods:** Microorganisms in Foods. I. Their Significance and Methods of Enumeration, 2nd ed., International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF), University of Toronto Press, Toronto, Canada, 1978.
- 52. Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Álvarez JA:** Antibacterial activity from different essential oil obtained from spices widely used in Mediterranean diet. *Int J Food Sci and Tech*, 43 (3): 526-531, 2008.
- 53. Hammer KA, Carson CF, Rile, TV:** Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J Applied Microbi*, 86 (6): 985-990, 1999.
- 54. Boyraz N, Özcan M:** Antifungal effect of some spice hydrosols. *Fitoterapia*, 76 (7-8): 661- 665, 2005.
- 55. Santoyo S, Caverro S, Jaime L, Ibanez E, Senorans FJ, Reglero G:** Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. *J Food Protec*, 68 (4): 790-795, 2005.
- 56. Gutierrez J, Barry-Ryan C, Bourke P:** The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients. *Int J Food Microbiol*, 124 (1): 91-97, 2008.
- 57. Gutierrez J, Barry-Ryan C, Bourke P:** Antimicrobial activity of plant essential oils using food model media: Efficacy, synergistic potential and interactions with food components. *Food Microbiol*, 26 (2): 142-150, 2009.
- 58. Rasooli I, Owlia P:** Chemoprevention by thyme oils of *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin production. *Phytochemistry*, 66 (24): 2851-2856, 2005.