

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI DENİZEL MAKROALG ÖZÜTLERİNİN FİTOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİ VE SU ÜRÜNLERİ İŞLEME TEKNOLOJİSİNDE KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Bahar GÜMÜŞ

**DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

2014

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI DENİZEL MAKROALG ÖZÜTLERİNİN FİTOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİ VE SU ÜRÜNLERİ İŞLEME TEKNOLOJİSİNDE KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Bahar GÜMÜŞ

**DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından 2012.03.0121.003 nolu proje ile desteklenmiştir.**

2014

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI DENİZEL MAKROALG ÖZÜTLERİNİN FİTOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİ VE SU ÜRÜNLERİ İŞLEME TEKNOLOJİSİNDE KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Bahar GÜMÜŞ

DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 18/04/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

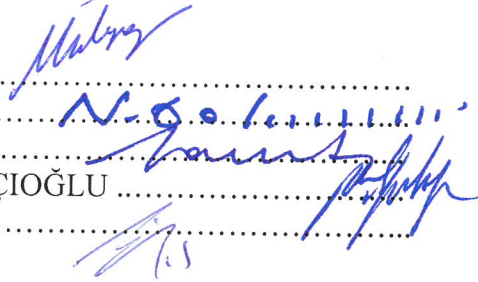
Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

Prof. Dr. Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU

Doç. Dr. Pınar YERLİKAYA KEBAPÇIOĞLU

Doç. Dr. Levent İZCİ



ÖZET

BAZI DENİZEL MAKROALG ÖZÜTLERİNİN FİTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE SU ÜRÜNLERİ İŞLEME TEKNOLOJİSİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Bahar GÜMÜŞ

Doktora Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN
Nisan 2014, 174 sayfa

Katkı maddesi içermeyen doğal ürünlere yönelik artan tüketici talepleri ve yeni üretim teknikleri doğal katkı maddelerine olan ilgiyi arttırmıştır. Bu tez çalışmasında, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa* makroalglerinden elde edilen etanol özütlerinin, uskumru (*Scomber scombrus*) kıymalarının kalite korunumları için soğutulmuş depolama esnasında doğal bir antioksidan ve antimikrobiyal madde olarak kullanım olanağı araştırılmıştır.

U. rigida ve *G. verrucosa* makroalgleri İnciraltı sahili (İzmir, Türkiye)'den toplanmıştır. Makroalg örneklerinin toplanmasından hemen sonra tallusa yapışmış olan kum, atık, epifit ve diğer yabancı maddeleri uzaklaştırmak için deniz suyu ile yıkanmış ve temizlenmiş daha sonra soğuk zincirle laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvar ortamında örnekler ilk önce musluk suyu ile daha sonra saf su ile yıkanarak temizlenmiş ve 40 °C'de 24 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulan ve toz haline getirilen örnekler (10 g) amber renkli erlene tartılmış ve üzerine 200 ml %95'lik etanol eklenmiştir. Bu karışımlar çalkalamalı su banyosunda, farklı ekstraksiyon sıcaklıklarında (30 °C, 45 °C ve 60 °C) 30 dakika süre ile ekstrakte edilmiştir. Bu özütler filtre edildikten sonra döner buharlaştırıcı kullanılarak çözen uzaklaştırılmıştır. Tezin birinci bölümünde, farklı makroalg özütleri elde edilmiş ve bu özütlerin toplam fenolik madde, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri tespit edilmiştir.

Makroalg özütlerinin toplam fenolik madde içeriği istatistiki olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) farklı olduğu bulunmuştur. En yüksek toplam fenolik madde içeriği (0.22 mg gallik asit eşdeğeri/g ekstrakt) 60 °C sıcaklıkta elde edilen *U. rigida* özütlerinde saptanmıştır. Antioksidan aktivite; Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi (TEAC), 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazil serbest radikal indirgeme aktivitesi (DPPH) ve Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi (ORAC) yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. TEAC, DPPH ve ORAC yöntemine göre en yüksek antioksidan aktivite sırasıyla 2.18 µM troloks, 63.89 mg/mg DPPH ve 5.95 µM troloks değerleri ile 60 °C sıcaklıkta elde edilen *U. rigida* özütünde belirlenmiştir. Bu durum, fenolik madde ekstraksiyon sonuçlarını da desteklemektedir. Bu çalışma, *U. rigida* ve *G. verrucosa*'dan 60 °C sıcaklıkta sağlanan etanol özütlerinin daha iyi antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir.

Farklı sıcaklıklarda *U. rigida* ve *G. verrucosa* makroalglerinden sağlanan etanol özütlerinin kağıt disk difüzyon agar metodu kullanılarak 6 bakteri (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*) ve 2 mantar (*Aspergillus brasiliensis* ve *Candida albicans*) için antibakteriyel ve antifungal aktiviteleri in vitro olarak değerlendirilmiştir. Test edilen tüm özütlerin *A. brasiliensis* hariç tüm bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bu tezin ikinci bölümünde ise; uskumru kıymalarının soğutulmuş depolama sırasında kalitesinin korunması ve yağ oksidasyonunun önlenmesi amacıyla *U. rigida* ve *G. verrucosa* özütleri ile muamele edilmesi amaçlanmıştır. Toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve antibakteriyel aktivite sonuçlarına göre; en iyi özütün 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özütler olduğu belirlenmiş ve uskumru kıymalarına %0.5, %1 ve %2 oranlarında bu özütlerden ilave edilmiş ve 2 °C'de 15 gün süreyle depolanmıştır.

Makroalg özütleri kullanımı sonucunda uskumru kıymalarının, TVB-N, TMA-N ve pH değerleri soğutulmuş depolama sırasında önemli düzeyde azalmıştır. Kontrol grubu ile kıyaslandığında makroalg özütü içeren grupların daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Uskumru kıymalarının oksidatif stabilitesi peroksit değeri (PV), 232 ve 270 nm UV spektrum, tiyobarbutirik asit (TBARS) analizleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre; kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, makroalg özütleri uygulanan tüm grupların uskumru kıymaları üzerinde pro-oksidan etki gösterdiği belirlenmiştir.

Makroalglerin etanol özütlerinden elde edilen doğal antimikrobisyonların 2 °C'de 15 gün depolanan uskumru kıymalarının mikrobiyal değişimleri (toplam mezofilik aerob bakteri, toplam psikrofilik aerob bakteri, *Pseudomonas*, laktik asit bakterileri ve maya-küf) üzerine etkileri araştırılmıştır. Depolama periyodu sırasında, uskumru kıymalarına makroalg özütü uygulanan grupların daha düşük bakteriyel yüke sahip olduğu saptanmıştır. Özellikle, % 2 *U. rigida* özütü içeren grubun bakteriyel gelişiminin yavaşlatılmasında daha etkili grup olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; makroalg özütlerinin soğutulmuş depolama sırasında uskumru kıymalarının kalitesini korumak ve bakteriyel gelişimi yavaşlatmak için etkili olduğu, ancak yağlar üzerinde pro-oksidatif etki gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle, tüm kalite parametreleri dikkate alındığında bu özütlerin uskumru kıymalarında doğal katkı maddesi olarak kullanılamayacağı saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: *Ulva rigida*, *Gracilaria verrucosa*, Makroalg, Özüt, Antioksidan aktivite, Antimikrobiyal aktivite, Oksidasyon, *Scomber scombrus*

JÜRİ: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN (Danışman)
Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU
Prof. Dr. Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU
Doç. Dr. Pınar YERLİKAYA KEBAPÇIOĞLU
Doç. Dr. Levent İZCİ

ABSTRACT

PHYTOCHEMICAL PROPERTIES OF SOME MACROALGAE SPECIES AND INVESTIGATION OF THEIR POSSIBLE USES IN THE SEAFOOD PROCESSING TECHNOLOGY

Bahar GÜMÜŞ

PhD Thesis in Fisheries Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN
April 2014, 174 pages

Increasing consumer demand for natural foods free from additives and new production techniques resulted in growing interest in natural additives. In this thesis, the possibility of using ethanol extracts obtained from seaweeds *Ulva rigida* and *Gracilaria verrucosa*, as a natural antioxidant and antimicrobial agent for minced mackerel (*Scomber scombrus*) quality preservation during chilled storage was investigated.

U. rigida and *G. verrucosa* were collected from the Coast of Inciraltı (Izmir, Turkey). After collection, the seaweed samples were immediately cleaned and washed with seawater to remove sand, debris, epiphytes and other extraneous matter attached to the thalli and then transported to the laboratory via cold chain. In the laboratory, the samples were cleaned by rinsing with tap and distilled water, and then dried at 40 °C for 24 hours. Dried and pulverized seaweed samples (10 g) were weighed into an amber erlenmeyer flask, and 200 ml of 95% (v/v) ethanol was added. The mixture was shaken and extracted in a water bath shaker at temperatures of 30 °C, 45 °C and 60 °C for 30 min. The extracts were filtered, and ethanol was removed using a rotary evaporator to obtain extracts. In the first part of the thesis, different extracts were obtained from seaweed and total phenolic content, antioxidant and antibacterial activity of these extracts were studied.

The total phenolic content (TPC) of all seaweed extracts was found to be significantly different ($p < 0.01$). The highest TPC (0.22 mg gallic acid equivalent/g extract) was obtained at 60 °C from *U. rigida*. Antioxidant activity was determined using the Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC), 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazil radical scavenging activity (DPPH) and the Oxygen Radical Antioxidant Capacity (ORAC) methods. The *U. rigida* extract obtained at 60 °C had the highest amount of antioxidant activity with 2.18 µM trolox, 63.89 mg/mg DPPH and 5.95 µM trolox with the TEAC, DPPH and the ORAC methods, respectively. This also confirmed the results of phenolic extraction. This study indicated that ethanolic extracts at 60 °C of *U. rigida* and *G. verrucosa* had better antioxidant activity.

Ethanolic extracts of *U. rigida* and *G. verrucosa* obtained at different temperatures were evaluated in vitro for antibacterial and antifungal activity on six bacteria (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria*

monocytogenes, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*) and two fungi (*Aspergillus brasiliensis* and *Candida albicans*) using the paper disk agar diffusion method. All extract groups tested were found to have antimicrobial activity against all bacteria and fungi, except for *Aspergillus brasiliensis*.

In the second part of the thesis, the objective was to preserve the quality of minced mackerel and inhibit lipid oxidation using extracts of *U. rigida* and *G. verrucosa* during chilled storage. Based on the results of total phenolic content, antioxidant activity and antibacterial activity, the best extracts were determined to be those obtained at 60 °C, and these were added to the minced mackerel at levels of 0.5%, 1% and 2%. The mince was then stored at 2 °C for 15 days.

The application of seaweed extracts to the minced mackerel significantly decreased the TVB-N, TMA-N and pH values during chilled storage. Better results were obtained for the preservation of quality in samples containing seaweed extracts compared to the control group. Oxidative stability of minced mackerel was evaluated by employing peroxide value (PV), 232 and 270 nm UV spectra, and thiobarbutyric acid (TBARS) tests. It was found that all samples with added extracts had a significant pro-oxidant effect compared to controls.

The effect of natural antimicrobials from ethanol extracts of seaweeds on microbiological (total mesophilic aerobic bacteria, total psychotropic aerobic bacteria, *Pseudomonas*, lactic acid bacteria and yeast-mold) changes of minced mackerel stored at 2 °C for 15 days was investigated. The natural compounds from seaweed extracts resulted in a lower bacterial count in minced mackerel during the storage period. Especially, it was found that the group containing 2% extract of *U. rigida* was more effective in reducing of bacterial growth.

According to these results, it was determined that seaweed extracts could have a great potential in preserving the quality and in inhibiting bacterial growth of minced mackerel during chilled storage. However, a pro-oxidative effect on lipids was determined. Therefore, considering all quality parameters, it was determined that these macroalgae extracts should not be used as a natural additive substance in minced mackerel.

KEYWORDS: *Ulva rigida*, *Gracilaria verrucosa*, Seaweed, Extract, Antioxidant activity, Antimicrobial activity, Oxidation, *Scomber scombrus*

COMMITTEE: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN (Supervisor)
Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU
Prof. Dr. Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU
Assoc. Prof. Dr. Pınar YERLİKAYA KEBAPÇIOĞLU
Assoc. Prof. Dr. Levent İZCİ

ÖNSÖZ

Su ürünlerinin muhafazası sırasında gelişen mikroorganizmalar ürünlerde kokuşma ve bozulma etkeni olduğu gibi, insan sağlığı üzerinde de olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu durum, hem üretici hem de tüketici için büyük sorun oluşturmaktadır. Aynı zamanda su ürünleri gibi çoklu doymamış yağ asitleri içeren besinlerde oksidasyonun engellenmesi ya da en aza indirgenmesi gerekmektedir. Bu nedenlerden dolayı antioksidan ve antimikrobiyal özellikteki kimyasalların kullanımı bilinen en yaygın metotlar arasındadır. Diğer taraftan gerçekleştirilen çalışmalar sonucu sentetik kimyasal maddelerden uzak durulması bir zorunluluk haline gelmiştir. Günümüzde, araştırmacılar sentetik kimyasal maddeler yerine doğal ürünlerin antibakteriyel ve antioksidan aktivitesinden yararlanma arayışına girmiştir. Bu doğal ürünlerden birisi de antioksidan ve antibakteriyel aktiviteyi içeren biyoaktif bileşenlerin iyi bir kaynağı olan denizel makroalglerdir.

Bu tez çalışmasında; uskumru kıymalarının raf ömrünü uzatmak, ürünlerin güvenilirliğini sağlamak ve arttırmak için antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip doğal denizel makroalg özütlerinin kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu araştırma ile ülkemiz denizlerinde büyük bir potansiyele sahip makroalglerin kullanım imkanı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Tez konunun belirlenmesi ve gerçekleştirilmesinde her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN'a, Sayın Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU'na, Sayın Doç. Dr. Pınar YERLİKAYA'ya; makroalglerin teminindeki yardımlarından dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Cenkmén BEĞBURS ve Dr. Gamze TURAN'a (Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi); ORAC antioksidan kapasite analizinin gerçekleştirilmesinde sağladığı teknik destekten dolayı Sayın Prof. Dr. Zeynep GÜZEL SEYDİM ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Havva Nilgün BUDAK'a (Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi); antimikrobiyal aktivite analizlerinde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Ayşegül KUBİLAY (Süleyman Demirel Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi) ve Süleyman Demirel Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Hastalık Anabilim Dalı Lisansüstü öğrencilerine; DPPH antioksidan kapasite analizinde özverili katkılarıyla deneyimlerini aktaran Araş. Gör. İsmail TONTUL ve Doktora öğrencisi Ferhan BALCI'ya (Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi); her türlü desteklerinden ötürü çalışmamda emeği geçen Su Ürünleri Fakültesi'ndeki hoca ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma; tezin hazırlık aşamalarında yardımcı olan Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi lisans öğrencilerine; maddi manevi destekleri ile her zaman yanımda olan annem Emine GÜMÜŞ ve ağabeyim Barış GÜMÜŞ'e, sabır, sevgi, özveri ve yardımlarını hiçbir aşamada esirgemeyen ve hep destekçim olan eşim Doç. Dr. Erkan GÜMÜŞ'e; bu tezin yapılması için maddi destek sağlayan Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi yetkili ve çalışanlarına sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	5
2.1. Deniz Makroalgleri ile İlgili Genel Bilgi	5
2.2. <i>Gracilaria verrucosa</i> 'nın Genel Özellikleri.....	6
2.3. <i>Ulva rigida</i> 'nın Genel Özellikleri	7
2.4. Uskumru Balığı (<i>Scomber scombrus</i> L. 1758)'nin Genel Özellikleri	8
2.5. Biyoaktif Bileşiklerin Kaynağı Olarak Denizel Makroalgler.....	11
2.6. Algal Polifenollerin Varlığı ve Mekanizması.....	14
2.7. Gıda Endüstrisinde Antioksidan Madde Olarak Makroalglerin Kullanılması.....	16
2.8. Gıda Endüstrisinde Antimikrobiyal Madde Olarak Makroalglerin Kullanılması.....	22
3. MATERYAL ve METOT.....	27
3.1. Materyal.....	27
3.1.1. Makroalgler	27
3.1.2. Balık	27
3.2. Metot.....	28
3.2.1. Makroalg özütlerinin (ekstraktlarının) hazırlanması.....	28
3.2.2. Makroalg özütlerinin (ekstraktlarının) uskumru kıymasına uygulanması.....	31
3.2.3. Makroalg özütlerinde (ekstraktlarında) gerçekleştirilen analizler.....	33
3.2.3.1. Kurumadde tayini.....	33
3.2.3.2. Toplam fenolik madde (TFM).....	33
3.2.3.3. Antioksidan aktivitesi.....	33
3.2.3.3.1. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC).....	33
3.2.3.3.2. Serbest radikal 2,2-Diphenyl-1 picrylhydrazil (DPPH) antioksidan kapasitesi.....	34
3.2.3.3.3. Radikal oksijen absorbans kapasitesi (ORAC).....	34
3.2.3.4. Disk difüzyon metodu ile antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi.....	35
3.2.4. Depolama süresince uskumru kıymalarına uygulanan analizler.....	36
3.2.4.1. Duyusal ve fiziksel analizler.....	36
3.2.4.1.1. Çiğ uskumru kıymalarındaki duyusal analiz.....	36

3.2.4.1.2. Pişmiş uskumru kıymalarındaki duyuşal analiz.....	37
3.2.4.1.3. Renk.....	37
3.2.4.1.4. pH analizi.....	37
3.2.4.2. Kimyasal kalite analizleri.....	37
3.2.4.2.1. Trimetilamin azot (TMA-N) tayini.....	37
3.2.4.2.2. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) tayini.....	38
3.2.4.3. Yağlarda oluşın oksidasyonu belirlemek için yapılan analizler.....	38
3.2.4.3.1. Peroksit sayısı.....	38
3.2.4.3.2. UV spektrum	38
3.2.4.3.3. Tiyobarbitürik asit (TBARS) sayısı tayini...	38
3.2.4.4. Yağlarda hidroliz derecesinin göstergesi olan serbest yağ asitliği analizi.....	39
3.2.4.5. Mikrobiyolojik analiz.....	39
3.2.4.5.1. Toplam mezofilik aerob bakteri sayımı (TMAB).....	39
3.2.4.5.2. Toplam psikrofilik aerob bakteri sayımı (TPAB).....	39
3.2.4.5.3. Pseudomonas sayımı.....	40
3.2.4.5.4. Laktik asit bakteri sayımı.....	40
3.2.4.5.5. Maya ve küf sayımı.....	40
3.2.5. Verilerin değerlendirilmesi.....	40
4. BULGULAR.....	41
4.1. Makroalg Özütlrine İlişkin Araştırma Bulguları.....	41
4.1.1. Makroalg özütlerinin kurumadde içeriğine ait bulgular.....	41
4.1.2. Makroalg özütlerinin toplam fenolik madde içeriğine ait bulgular.....	44
4.1.3. Makroalg özütlerinin antioksidan aktivitesine ait bulgular.....	45
4.1.3.1. Makroalg özütlerinin troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC)'ne ait bulgular.....	45
4.1.3.2. Makroalg özütlerinin serbest radikal 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) antioksidan kapasitesine ait bulgular.....	50
4.1.3.3. Makroalg özütlerinin radikal oksijen absorban kapasitesi (ORAC)'ne ait bulgular.....	54
4.1.4. Makroalg özütlerinin antimikrobiyal aktivitesine ait bulgular.....	56
4.2. Uskumru Kıymalarına İlişkin Araştırma Bulguları.....	62
4.2.1. Duyusal ve fiziksel analiz bulguları.....	62
4.2.1.1. Çiğ uskumru kıymalarındaki duyuşal analiz bulguları...	62
4.2.1.2. Pişmiş uskumru kıymalarındaki duyuşal analiz bulguları.....	72
4.2.1.3. Renk ölçümüne ait bulgular.....	79
4.2.1.3.1. L değeri bulguları.....	79
4.2.1.3.2. a değeri bulguları.....	82
4.2.1.3.3. b değeri bulguları.....	85
4.2.1.4. pH değerine ait analiz bulguları.....	88

4.2.2.	Kimyasal kalite analiz bulguları.....	91
4.2.2.1.	Trimetilamin azot (TMA-N) değerine ait bulgular.....	91
4.2.2.2.	Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerine ait bulgular.....	94
4.2.3.	Yağ oksidasyonunun göstergesi olan analiz bulguları.....	97
4.2.3.1.	Peroksit sayısı değerine ait bulgular.....	97
4.2.3.2.	UV absorbands (232 nm) ölçümüne ait bulgular	100
4.2.3.3.	UV absorbands (270 nm) ölçümüne ait bulgular	103
4.2.3.4.	Tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARS) değerine ait bulgular.....	109
4.2.4.	Yağlarda hidroliz derecesinin göstergesi olan serbest yağ asitliği değerine ait bulgular.....	112
4.2.5.	Mikrobiyal kalite analiz bulguları.....	115
4.2.5.1.	Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımına ait bulgular.....	115
4.2.5.2.	Toplam psikrofilik aerob bakteri (TPAB) sayımına ait bulgular.....	118
4.2.5.3.	Pseudomonas sayımına ait bulgular.....	121
4.2.5.4.	Laktik asit bakteri sayımına ait bulgular.....	124
4.2.5.5.	Maya ve küf sayımına ait bulgular.....	124
5.	TARTIŞMA.....	125
5.1.	Makroalg Özütleri ile İlgili Tartışma.....	125
5.1.1.	Makroalg özütlerinin toplam fenolik madde içeriği.....	125
5.1.2.	Makroalg özütlerinin antioksidan aktivitesi.....	126
5.1.3.	Makroalg özütlerinin antimikrobiyal aktivitesi.....	129
5.2.	Uskumru Kıymaları ile İlgili Tartışma.....	132
5.2.1.	Duyusal analizler.....	132
5.2.2.	Renk.....	133
5.2.3.	pH.....	134
5.2.4.	Kimyasal kalite analizleri.....	135
5.2.4.1.	TMA-N.....	135
5.2.4.2.	TVB-N.....	136
5.2.5.	Yağlarda oluşan oksidasyon analizleri.....	136
5.2.5.1.	Peroksit sayısı	136
5.2.5.2.	UV absorbands (232 ve 270 nm).....	138
5.2.5.3.	TBARS.....	139
5.2.6.	Yağlarda hidroliz derecesini gösteren serbest yağ asitliği (FFA).....	141
5.2.7.	Mikrobiyal kalite.....	142
6.	SONUÇ.....	146
7.	KAYNAKLAR.....	149
ÖZGEÇMİŞ		

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

a	Kırmızı-yeşil
b	Sarı-mavi
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
d/dk	Devir/dakika
dk	Dakika
E	Erythromycin
g	Gram
IC50	%50 inhibisyon sağlayan konsantrasyon
kg	Kilogram
K	Kontrol grubu
L	Parlaklık
M	Molar
mg	Miligram
mL	Mililitre
N	Normal
nm	Nanometre
p<	İstatistiki değer önemli
p>	İstatistiki değer önemsiz
P	Penicilin
r	Korelasyon Katsayısı
s	Saniye
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
X	Ortalama Değer

Kısaltmalar

ABTS	2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic asit)
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
BHA	Bütillendirilmiş Hidroksianizol
BHT	Bütillendirilmiş Hidroksitoluen
DHA	Dokosahekzaenoik Asit
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
EPA	Eikosapentaenoik Asit
FDA	Gıda ve İlaç Kuruluşu
FFA	Serbest Yağ Asiti
FRAP	Demir İndirgeme Antioksidan Gücü
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
G30	30 °C Sıcaklıkta Elde Edilen <i>Gracilaria verrucosa</i> Özütü
G45	45 °C Sıcaklıkta Elde Edilen <i>Gracilaria verrucosa</i> Özütü
G60	60 °C Sıcaklıkta Elde Edilen <i>Gracilaria verrucosa</i> Özütü
KO	Kareler Ortalaması
KOB	Koloni Oluşturan Birim

MDA	Malondialdehit
MHA	Mueller Hinton Agar
M.Ö.	Milattan Önce
ORAC	Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi
OT	Oxytetracycline
p-Av	Para-anisidin
PV	Peroksit Sayısı
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
SD	Serbestlik Derecesi
TBARS	Tiyobarbutirik Asit Reaktif Madde Sayısı
t.e	Tespit Edilemedi
TEAC	Trolox Eşdeğeri Antioksidant Kapasitesi
TMAB	Toplam Mezofilik Aerob Bakteri
TMA-N	Trimetilamin Azot
TMAO	Trimetil Amin Oksit
TPAB	Toplam Psikrofilik Aerob Bakteri
TVB-N	Toplam Uçucu Bazik Azot
U30	30 °C Sıcaklıkta Elde Edilen <i>Ulva rigida</i> Özütü
U45	45 °C Sıcaklıkta Elde Edilen <i>Ulva rigida</i> Özütü
U60	60 °C Sıcaklıkta Elde Edilen <i>Ulva rigida</i> Özütü
05G	%0.5 <i>Gracilaria verrucosa</i> Özütü İçeren Uskumru Kıyması
05U	%0.5 <i>Ulva rigida</i> Özütü İçeren Uskumru Kıyması
1G	%1 <i>Gracilaria verrucosa</i> Özütü İçeren Uskumru Kıyması
1U	%1 <i>Ulva rigida</i> Özütü İçeren Uskumru Kıyması
2G	%2 <i>Gracilaria verrucosa</i> Özütü İçeren Uskumru Kıyması
2U	%2 <i>Ulva rigida</i> Özütü İçeren Uskumru Kıyması

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Dünyadaki denizel makroalg üretiminin yıllara göre dağılımı	5
Şekil 2.2.	<i>Gracilaria verrucosa</i> 'nın genel görünüşü	7
Şekil 2.3.	<i>Ulva rigida</i> 'nın genel görünüşü	8
Şekil 2.4.	Uskumru balığı (<i>Scomber scombrus</i> L.1758).....	9
Şekil 2.5.	Uskumru balığının dünya üzerindeki dağılım alanları	9
Şekil 2.6.	Atlantik uskumrusunun coğrafik olarak dağılımı	9
Şekil 2.7.	Atlantik uskumru balığının 2006-2010 yılları arasındaki küresel avcılık miktarı	10
Şekil 3.1.	<i>Gracilaria verrucosa</i>	27
Şekil 3.2.	<i>Ulva rigida</i>	27
Şekil 3.3.	Çalışmada kullanılan uskumrular (<i>Scomber scombrus</i>).....	28
Şekil 3.4.	<i>Gracilaria verrucosa</i> 'nın yıkama ve kurutma aşamalarına ait fotoğraflar	29
Şekil 3.5.	<i>Ulva rigida</i> 'nın yıkama ve kurutma aşamalarına ait fotoğraflar ...	30
Şekil 3.6.	Alg özütü hazırlama akış şeması.....	31
Şekil 3.7.	Makroalg özütlerinin uskumru kıymasına eklenme işlem basamaklarına ait fotoğraflar.....	32
Şekil 3.8.	Troloks eğri grafiği.....	35
Şekil 4.1.	Makroalg özütlerinin kuru madde değerleri.....	42
Şekil 4.2.	Makroalg özütlerinin toplam fenolik madde içeriği.....	45
Şekil 4.3.	Makroalg özütlerinin troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi.....	47
Şekil 4.4.	Troloks standardına ait % inhibisyon.....	47
Şekil 4.5.	<i>G. verrucosa</i> makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon.....	48
Şekil 4.6.	<i>G. verrucosa</i> makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon.....	48
Şekil 4.7.	<i>G. verrucosa</i> makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon.....	49
Şekil 4.8.	<i>U. rigida</i> makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon.....	49
Şekil 4.9.	<i>U. rigida</i> makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon.....	50
Şekil 4.10.	<i>U. rigida</i> makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon.....	50
Şekil 4.11.	Makroalg özütlerinin DPPH antioksidan kapasitesi.....	51
Şekil 4.12.	<i>G. verrucosa</i> makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon.....	52
Şekil 4.13.	<i>G. verrucosa</i> makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon.....	52
Şekil 4.14.	<i>G. verrucosa</i> makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon.....	53
Şekil 4.15.	<i>U. rigida</i> makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon.....	53
Şekil 4.16.	<i>U. rigida</i> makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon.....	54
Şekil 4.17.	<i>U. rigida</i> makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen	

	özüte ait % inhibisyon.....	54
Şekil 4.18.	Makroalg özütlerinin ORAC antioksidan kapasitesi	55
Şekil 4.19.	Makroalg özütlerinin disk difüzyon metoduna göre belirlenmiş olan antimikrobiyal aktivitesi (Kağıt disk çapı hariç).....	60
Şekil 4.20.	Çiğ uskumru kıymalarının koku değerleri.....	66
Şekil 4.21.	Çiğ uskumru kıymalarının renk değerleri.....	66
Şekil 4.22.	Çiğ uskumru kıymalarının görünüş değerleri.....	67
Şekil 4.23.	Çiğ uskumru kıymalarının genel beğeni değerleri	67
Şekil 4.24.	Pişmiş uskumru kıymalarının koku değerleri	74
Şekil 4.25.	Pişmiş uskumru kıymalarının görünüş değerleri	75
Şekil 4.26.	Pişmiş uskumru kıymalarının genel kabul edilebilirlik değerleri...	75
Şekil 4.27.	Uskumru kıymalarının L değerleri	80
Şekil 4.28.	Uskumru kıymalarının a değerleri.....	83
Şekil 4.29.	Uskumru kıymalarının b değerleri.....	86
Şekil 4.30.	Uskumru kıymalarının pH değerleri	89
Şekil 4.31.	Uskumru kıymalarının trimetilamin azot (TMA-N) değerleri	92
Şekil 4.32.	Uskumru kıymalarının toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerleri	95
Şekil 4.33.	Uskumru kıymalarının peroksit değerleri	98
Şekil 4.34.	Uskumru kıymalarının 232 nm UV absorbans değerleri	101
Şekil 4.35.	Uskumru kıymalarının 270 nm değerleri	104
Şekil 4.36.	Kontrol grubuna ait UV spektrum	104
Şekil 4.37.	%0.5 <i>G. verrucosa</i> özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum.....	105
Şekil 4.38.	%1 <i>G. verrucosa</i> özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum	105
Şekil 4.39.	%2 <i>G. verrucosa</i> özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum	106
Şekil 4.40.	%0.5 <i>U. rigida</i> özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum	106
Şekil 4.41.	%1 <i>U. rigida</i> özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum.....	107
Şekil 4.42.	%2 <i>U. rigida</i> özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum.....	107
Şekil 4.43.	Uskumru kıymalarının tiyobarbitürik asit (TBARS) değerleri.....	110
Şekil 4.44.	Uskumru kıymalarının serbest yağ asitliği değerleri	113
Şekil 4.45.	Uskumru kıymalarının toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı	116
Şekil 4.46.	Uskumru kıymalarının toplam psikrofilik aerob bakteri (TPAB) sayımı	119
Şekil 4.47.	Uskumru kıymalarının pseudomonas sayımı	122

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Fransa’da insan gıdası olarak kullanımına izin verilen makroalg türleri	6
Çizelge 2.2.	<i>Gracilaria verrucosa</i> ’nın sistematikteki yeri.....	6
Çizelge 2.3.	<i>Ulva rigida</i> ’nın sistematikteki yeri.....	8
Çizelge 2.4.	Uskumru balığı (<i>Scomber scombrus</i> L. 1758)’nin sistematikteki yeri.....	8
Çizelge 2.5.	Deniz makroalglerinden izole edilen bazı biyoaktif bileşenler ve onların çoklu işlevsel özellikleri.....	12
Çizelge 2.6.	Potansiyel antioksidan kaynağı olarak makroalglerde bulunan bileşenler (Sülfatlı polisakkaritler, polifenoller, ve aminoasit gibi mikosporinler vb.).....	18
Çizelge 3.1.	Farklı konsantrasyonlardaki makroalg özütlerinin uskumru kıymasına (UK) uygulanması.....	32
Çizelge 3.2.	Uskumru kıyması için modifiye edilmiş kalite indeks metodu...	36
Çizelge 3.3.	Pişmiş uskumru kıymaları için kullanılan hedonik skala.....	37
Çizelge 4.1.	Makroalg özütlerinin kuru madde değerine ait varyans analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.2.	Makroalg özütleri ve farklı sıcaklık uygulamasının kuru madde değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	41
Çizelge 4.3.	Makroalg özütlerine ait kuru madde, toplam fenolik madde, TEAC, DPPH, ORAC değerleri.....	43
Çizelge 4.4.	Makroalg özütlerinin toplam fenolik madde içeriğine ait varyans analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4.5.	Makroalg özütleri ve farklı sıcaklık uygulamasının toplam fenolik madde içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.6.	Makroalg özütlerinin troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesine ait varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.7.	Makroalg özütleri ve farklı sıcaklık uygulamasının troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.8.	Makroalg özütlerinin DPPH antioksidan kapasitesine ait varyans analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.9.	Makroalg özütleri ve farklı sıcaklık uygulamasının DPPH antioksidan kapasitesine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	51
Çizelge 4.10.	Makroalg özütlerinin ORAC antioksidan kapasitesine ait varyans analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.11.	Makroalg özütleri ve farklı sıcaklık uygulamasının ORAC antioksidan kapasitesine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	55
Çizelge 4.12.	Makroalg özütlerinin <i>Bacillus subtilis</i> ’e karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.13.	Makroalg özütlerinin <i>Staphylococcus aureus</i> ’a karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.14.	Makroalg özütlerinin <i>Enterococcus faecalis</i> ’e karşı oluşturduğu	

	inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.15.	Makroalg özütlerinin <i>Listeria monocytogenes</i> 'e karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.16.	Makroalg özütlerinin <i>Escherichia coli</i> 'ye karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.17.	Makroalg özütlerinin <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 'ya karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.18.	Makroalg özütlerinin <i>Candida albicans</i> 'a karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.19.	Makroalg özütlerinin <i>Bacillus subtilis</i> 'e karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	58
Çizelge 4.20.	Makroalg özütlerinin <i>Staphylococcus aureus</i> 'a karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	58
Çizelge 4.21.	Makroalg özütlerinin <i>Enterococcus faecalis</i> 'e karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	58
Çizelge 4.22.	Makroalg özütlerinin <i>Listeria monocytogenes</i> 'e karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	59
Çizelge 4.23.	Makroalg özütlerinin <i>Escherichia coli</i> 'ye karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	59
Çizelge 4.24.	Makroalg özütlerinin <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 'ya karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	59
Çizelge 4.25.	Makroalg özütlerinin <i>Candida albicans</i> 'a karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	60
Çizelge 4.26.	Makroalg özütlerinin oluşturdukları inhibisyon zonları (Kağıt disk çapı hariç) (mm).....	61
Çizelge 4.27.	Çiğ uskumru kıymalarının koku değerine ait varyans analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.28.	Çiğ uskumru kıymalarının renk değerine ait varyans analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.29.	Çiğ uskumru kıymalarının görünüş değerine ait varyans analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.30.	Çiğ uskumru kıymalarının genel beğeni değerine ait varyans analiz sonuçları	63
Çizelge 4.31.	Çiğ uskumru kıymalarının koku değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	64
Çizelge 4.32.	Çiğ uskumru kıymalarının renk değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	64
Çizelge 4.33.	Çiğ uskumru kıymalarının görünüş değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	65
Çizelge 4.34.	Çiğ uskumru kıymalarının genel beğeni değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	65

Çizelge 4.35.	Çiğ uskumru kıymalarının koku değerlendirmeleri	68
Çizelge 4.36.	Çiğ uskumru kıymalarının renk değerlendirmeleri	69
Çizelge 4.37.	Çiğ uskumru kıymalarının görünüş değerlendirmeleri	70
Çizelge 4.38.	Çiğ uskumru kıymalarının genel beğeni değerlendirmeleri	71
Çizelge 4.39.	Pişmiş uskumru kıymalarının koku değerine ait varyans analiz sonuçları	72
Çizelge 4.40.	Pişmiş uskumru kıymalarının görünüş değerine ait varyans analiz sonuçları	72
Çizelge 4.41.	Pişmiş uskumru kıymalarının genel kabul edilebilirlik değerine ait varyans analiz sonuçları	72
Çizelge 4.42.	Pişmiş uskumru kıymalarının koku değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	73
Çizelge 4.43.	Pişmiş uskumru kıymalarının görünüş değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	73
Çizelge 4.44.	Pişmiş uskumru kıymalarının genel kabul edilebilirlik değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	74
Çizelge 4.45.	Pişmiş uskumru kıymalarının koku değerlendirmeleri	76
Çizelge 4.46.	Pişmiş uskumru kıymalarının görünüş değerlendirmeleri	77
Çizelge 4.47.	Pişmiş uskumru kıymalarının genel kabul edilebilirlik değerlendirmeleri	78
Çizelge 4.48.	Uskumru kıymalarının L değerine ait varyans analiz sonuçları...	79
Çizelge 4.49.	Uskumru kıymalarının L değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	79
Çizelge 4.50.	Uskumru kıymalarının L değerleri	81
Çizelge 4.51.	Uskumru kıymalarının a değerine ait varyans analiz sonuçları...	82
Çizelge 4.52.	Uskumru kıymalarının a değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	82
Çizelge 4.53.	Uskumru kıymalarının a değerleri	84
Çizelge 4.54.	Uskumru kıymalarının b değerine ait varyans analiz sonuçları...	85
Çizelge 4.55.	Uskumru kıymalarının b değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	85
Çizelge 4.56.	Uskumru kıymalarının b değerleri	87
Çizelge 4.57.	Uskumru kıymalarının pH değerine ait varyans analiz sonuçları.....	88
Çizelge 4.58.	Uskumru kıymalarının pH değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	88
Çizelge 4.59.	Uskumru kıymalarının pH değerleri	90
Çizelge 4.60.	Uskumru kıymalarının TMA-N değerine ait varyans analiz sonuçları	91
Çizelge 4.61.	Uskumru kıymalarının TMA-N değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	91
Çizelge 4.62.	Uskumru kıymalarının trimetilamin azot (TMA-N) değerleri....	93
Çizelge 4.63.	Uskumru kıymalarının TVB-N değerine ait varyans analiz sonuçları	94
Çizelge 4.64.	Uskumru kıymalarının TVB-N değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	94
Çizelge 4.65.	Uskumru kıymalarının toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerleri	96

Çizelge 4.66.	Uskumru kıymalarının peroksit değerine ait varyans analiz sonuçları	97
Çizelge 4.67.	Uskumru kıymalarının peroksit değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	97
Çizelge 4.68.	Uskumru kıymalarının peroksit değerleri	99
Çizelge 4.69.	Uskumru kıymalarının 232 nm UV absorbansına ait varyans analiz sonuçları	100
Çizelge 4.70.	Uskumru kıymalarının 232 nm UV absorbansına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	100
Çizelge 4.71.	Uskumru kıymalarının 232 nm değerleri	102
Çizelge 4.72.	Uskumru kıymalarının 270 nm UV absorbansına ait varyans analiz sonuçları.....	103
Çizelge 4.73.	Uskumru kıymalarının 270 nm UV absorbansına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	103
Çizelge 4.74.	Uskumru kıymalarının 270 nm.....	108
Çizelge 4.75.	Uskumru kıymalarının TBARS değerine ait varyans analiz sonuçları.....	109
Çizelge 4.76.	Uskumru kıymalarının TBARS değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	109
Çizelge 4.77.	Uskumru kıymalarının tiyobarbitürik asit (TBARS) değerleri ...	111
Çizelge 4.78.	Uskumru kıymalarının serbest yağ asitliği değerine ait varyans analiz sonuçları.....	112
Çizelge 4.79.	Uskumru kıymalarının serbest yağ asitliği değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	112
Çizelge 4.80.	Uskumru kıymalarının serbest yağ asitliği değerleri.....	114
Çizelge 4.81.	Uskumru kıymalarının TMAB değerine ait varyans analiz sonuçları.....	115
Çizelge 4.82.	Uskumru kıymalarının TMAB değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	115
Çizelge 4.83.	Uskumru kıymalarının toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı.....	117
Çizelge 4.84.	Uskumru kıymalarının TPAB değerine ait varyans analiz sonuçları	118
Çizelge 4.85.	Uskumru kıymalarının TPAB değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	118
Çizelge 4.86.	Uskumru kıymalarının toplam psikrofilik aerob bakteri (TPAB) sayımı.....	120
Çizelge 4.87.	Uskumru kıymalarının pseudomonas değerine ait varyans analiz sonuçları	121
Çizelge 4.88.	Uskumru kıymalarının pseudomonas değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	121
Çizelge 4.89.	Uskumru kıymalarının pseudomonas sayımı	123

1. GİRİŞ

Deniz alglerinin kullanımı üzerine çalışmalar çok uzun yıllardan beri yapılmaktadır. Gerek insan gıdası olarak gerekse tıbbi olarak kullanılan alglerin önemi her geçen gün artmaktadır. Deniz alglerinin kullanımı M.Ö. 2700 yıllarına kadar uzanmakla birlikte Çin’de M.Ö. 6 yüzyıl, Japonya’da M.Ö. 4. yüzyıldan beri önemli bir besin kaynağı olarak tüketilmektedir (McHugh 2003). Ayrıca uzun yıllardır Çin, Japonya ve Kore’de deniz algleri tıpta büyük öneme sahip olmuştur. Genellikle ada ülkelerinde besin maddesi olarak kullanılmakla birlikte alglerin faydaları günümüze kadar artan bir ilgiyle dikkat çekmektedir. Bu nedenle alglerin çok uzun bir tarihsel geçmişi bulunmaktadır (Abetz 1980).

Deniz alglerinin denizlerdeki dağılımı ve besinsel içerikleri suların yapısına ve iklimlere göre büyük değişiklikler göstermektedir. Türe bağlı olarak deniz algleri genellikle deniz suyunun üst sınırından 1000 metre derinliğe kadar dağılım göstermektedir (Blunden 1991). Algler, çoğunlukla denizden toplanarak ya da bazı alglerin yetiştiricilik yoluyla üretimi yapılarak temin edilmektedir. Algler elde edildikten sonra ya direkt ya da kurutularak gıda olarak tüketilmektedir. Algler kurutulduktan sonra uzun yıllar (hidrokolloidler jel oluşturma kabiliyetlerini kaybetmeksizin) depolanabilmektedir (Chapman ve Chapman 1980). Algler, lif içeriği düşük olan gıdaların, lif içeriğini yükseltmek için de kullanılabilir. Örneğin, su ürünleri yüksek besin içeriğine sahip olmasına rağmen lif içeriği yönünden oldukça zayıftır. Bu ürünlerin su tutma, jel oluşturma, viskozite ve tekstür gibi fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için, alglerle lif içeriği bakımından zenginleştirilebilmektedir. Lif ekleyerek emülsiyon kapasitesinin modifikasyonu, sosis ve balık işleme endüstrisinde önem taşımaktadır (Venugopal 2009).

Deniz makroalgleri, protein içeriği (Galland-Irmouli vd 1999), fiber (Han vd 1999), vitaminler (Indergaard ve Minsaas 1991), mineraller (Van Netten vd 2000), uzun zincirli doymamış yağ asitleri (Ginzberg vd 2000) ve fitokimyasallar (Plaza vd 2008) bakımından iyi bir gıda kaynağıdır.

Makroalglerin, fonksiyonel özelliklere sahip olması nedeniyle gıda katkı maddesi olarak kullanımı artmaktadır (Moroney vd 2013). Son yıllarda, fonksiyonel gıdalara ilgi giderek yoğunlaşmaktadır. Fonksiyonel gıdalar, bilinen bir ya da daha fazla yararlı etkisinin yanında belirli bir hastalığın riskleri üzerine azaltıcı ya da önleyici etki yapan gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Goldberg 1996). Genellikle, fonksiyonel gıdalar, insan sağlığı için yararlı etki sağlayan bir içerikle zenginleştirilmiş geleneksel gıdalardan sağlanmaktadır. Bitki, gıda yan ürünleri ya da makro ve mikroalgler gibi yaygın olarak doğal kaynaklardan ekstrakte edilen bu içerikler, tüketiciler tarafından tercih edilmektedir. Alglerin besleyici özellikleri ve çeşitli biyoaktif bileşenleri (fiber, iyi kalitede protein, minerallerin büyük bir miktarı, vitaminler, esansiyel doymamış yağ asitlerinin yüksek miktarları, PUFA içeriği, polifenoller, karotenoidler, tokoferoller vb.) ve potansiyel sağlık yararlarından dolayı gıda katkı maddesi olarak kullanımları, fonksiyonel gıdaların gelişmesi için yeni olanakları arttırmaktadır (Plaza vd 2008). Bilinen bu yararlarına rağmen, et ürünlerinde gıda katkı maddesi olarak yenilebilir alglerin kullanımı oldukça yenidir (Fleurence 1999). Fizikokimyasal ve sağlık açısından yararlı özellikler ile zenginleştirilmiş fonksiyonel etlerin gelişimi, et ve et ürünleri

içerisine biyoaktif bileşenleri içeren makroalg ya da makroalg ekstraktlarını ekleyerek sağlanabilir (Moroney vd 2013).

Balık etinin besinsel içeriği yüksek olmasına rağmen, bağ doku yapısının zayıf olması, yüksek enzim aktivitesi, 6.4–6.8 pH ve 0.98 su aktivitesi (a_w) bozulmaya yol açan bakterilerin üremesi için uygun ortam oluşturarak balık etini bozulmaya karşı hassas hale getirmektedir. Otolitik, oksidatif ve bakteriyel etkilerden dolayı su ürünlerinin bozulduğu bilinmektedir. Bu etkileri azaltmak ve raf ömrünü arttırmak için uygulanan yöntemlerden biriside soğuk muhafazadır. Soğuk muhafaza koşullarında su ürünlerinin kalitesini daha fazla korumak amacıyla çeşitli yöntemlerden de yararlanılmaktadır (Özden ve Gökoğlu 1996).

Sanchez-Alonso vd (2007), Alghazeer vd (2008), Yerlikaya ve Gökoğlu (2010a)'na göre fileto hale getirilmiş ve kıyılmış balık etinin bütün balık etine göre daha çabuk bozulduğu ancak uygulanan katkı maddelerinin emiliminin bütün balığa kıyasla daha iyi olduğu için, fileto ya da kıyılmış balık etine uygulanan katkı maddelerinin daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmektedirler.

Gıdalarda antioksidanların varlığıyla, reaktif oksijenin sebep olduğu problemler (süperoksit anyon [O^{2-}], hidroksil radikali [HO], peroksit [ROO], alkolsi [RO] ve hidro peroksit [HOO] radikalleri) azaltılmaktadır. Butil hidroksianisol (BHA), butil hidroksitoluen (BHT) ve tertiaributil hidroquinon (TBHQ) gıdalarda ve eczacılık endüstrisinde sentetik olarak kullanılan antioksidanlardır ama bu antioksidanların toksisiteye neden olduğundan şüphelenilmektedir (Venugopal 2009). Bu yüzden araştırmacılar, gıda sistemlerinde katkı maddesi olarak doğal antioksidanların kullanılmasını önermektedirler. Bu antioksidanlar, düzenleyici otoritelerden herhangi bir güvenlik testi uyarısı gerektirmemesi, tüketici güveni ve kabulünün kolay olması gibi bazı avantajlara sahiptir (Pokorny 1991, Kitts 1996, Venugopal 2009).

Deniz makroalglerinin antioksidan aktivitesinin üzerine yapılan çalışmalarda, alg ekstraktlarının yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Jimenez-Escrig vd 2001, Ruperez vd 2002, Santoso vd 2004, Zhang vd 2007, Chew vd 2008, Wang vd 2009a, Yangthong vd 2009). Aynı zamanda araştırmacılar bu ekstraktların, BHA, BHT ve α - tokoferol gibi ticari antioksidanlarla eşit ya da daha iyi etkiye sahip olduğunu ve gıda formülasyonlarında algal ekstraktların kullanılmasını tavsiye etmektedirler (Athukorala vd 2003a, Athukorala vd 2003b, Athukorala vd 2005). Deniz makroalglerinin antioksidan aktivitesi; oksidasyonun baskılanmasına ya da engellenmesine direkt ya da dolaylı olarak katkı sağlayan, klorofil ve β -karoten gibi pigmentlerinden, α - tokoferol, niasin, tiamin ve askorbik asit gibi vitaminlerinden, polifenolik ve flavonoid gibi fenol bileşiklerinden, fosfolipidler, terponoidler, peptidler ve diğer antioksidatif bileşenlerinden kaynaklanmaktadır. Bunların arasında fenollerin, deniz alglerinin antioksidan potansiyellerinden sorumlu olan temel aktif bileşenler olduğu bildirilmektedir (Duan vd 2006). Deniz makroalglerinde fenolik içerik türlere göre farklılık göstermektedir. Fonksiyonel gıdalarda fenolik bileşenlerin antioksidan etkisi için temel mekanizma, “serbest radikallerin uzaklaştırılması” ve “metal şelatlama” aktivitesidir. Basit fenoller ve fenolik asit, flavonoidler, tanin ve lignin gibi türevlerinin enfeksiyon, diabet, kanser, radyoaktif zararlar ve parkinson hastalığını önleyici etkileri olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda, kalp hastalıklarında önemli bir etkiye sahip olan

LDL kolestrolün oksidasyonunu ve kanser hücrelerinin çoğalmasını önlemektedir (Indap vd 2006). Antioksidanlar, vücut sistemlerinde ihtiyaç duyulan esansiyeller olarak tanımlanmaktadır. İnsan besinlerinde antioksidan bileşenlerin varlığı pek çok hastalığa karşı önleyici etkiye sahiptir (Çelikler vd 2009). Makroalglerdeki var olan bu biyoaktif maddelerin obezite, tümör, kanın pıhtılaşması, hiperlipidemia, kardiyovasküler ve kanser gibi hastalıklarla ilgili risklerin azalmasında etkili olduğu bildirilmektedir (Yuan 2008, Venugopal 2009). Makroalglerde bulunan polifenoller, yapılarında bulunan fenol halkalarının peroksi, superoksid-anyonlar ve hidroksil radikallerini tutucu elektron tuzakları gibi davranmalarından dolayı çok fonksiyonlu antioksidan aktiviteye sahiptirler (Manach vd 2004). İlave olarak deniz alglerinde bulunan sülfatlı polisakkaritler (Zhao vd 2008) ve astaksantin ve fukoksantin gibi karotenoidler mükemmel antioksidan etki göstermektedirler (Miyashita ve Hosokawa 2008).

Taze ve işlenmiş gıda ürünlerinin güvenliğini sağlamak, raf ömrünü uzatmak ve kaliteyi devam ettirmek gıda sistemlerinde gereklidir (Gupta vd 2012). Gıda güvenliğini ilgilendiren birçok faktör arasında mikroorganizmalar ilk sırada yer almaktadır (Eilers 1990). Son yıllarda, mikroorganizmaların üremesini engellemek ve gıda bozulmasını önlemek için doğal ürünlerde var olan antimikrobiyal etkinin kullanımına ilgi giderek artmaktadır (Hayes vd 2010). Antimikrobiyal fitokimyasalların kullanımı; fenolik ve polifenoller; quininler; flavonesler, flavonoidler ve flavonoller; tanninler, alkaloidler ve lektinler; koumarinler ve polipeptitler gibi pek çok kategori içerisine ayrılmaktadır (Gupta vd 2012). Deniz makroalgleri, antimikrobiyal bileşenlerin iyi bir kaynağıdır. Polifenoller, flavonoidler ve polisakkaritler gibi antioksidan ve antimikrobiyal etkiye sahip bileşenlerin, kahverengi, kırmızı ve yeşil alglerde bulunduğu belirlenmiştir (Zaragoza vd 2008, Cox vd 2009). Nagayama vd (2002)'de kahverengi alglerden elde ettikleri fenolik bir bileşen olan florotanninlerin güçlü bir bakterisit etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kateşinler, flavonoller ve flavonol glikosidler kırmızı ve kahverengi alglerin metanol ekstraksiyonlarından tanımlanmış ve antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları tespit edilmiştir (Hosokawa vd 2006). Horie vd (2008)'de *Sargassum sagamianum* kahverengi alginden antibakteriyel özelliklere sahip olan sargaquinoik asit türevlerini izole etmişlerdir. Pek çok araştırmacı tarafından, özellikle insan patojeni virüs, bakteri ve mantarlara karşı yavaşlatıcı ve öldürücü etki sağlaması için kullanılan alg ekstraktları rapor edilmiştir (Vairappan vd 2001, Ely vd 2004). Çeşitli makalelerde; farklı alg ekstraktlarının, farklı mikroorganizmalar üzerine antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Nagayama vd 2002, Ely vd 2004, Cox vd 2009, Taşkın vd 2010).

Ülkemizde alg tüketimine olan ilgi çok düşük seviyelerdedir. İnsanlarımızın tüketim alışkanlıklarını değiştirmek için uzun bir zamana ve bu konuda bilinçlenmeleri için sürekli olarak bilgilendirilmesine gereksinim vardır. Literatürde çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmış olan farklı alg ekstraktlarının antioksidan ve antibakteriyel aktivitelerine ait çalışmalar yer almaktadır. Ancak bu ekstraktların su ürünlerinde kullanımına yönelik araştırmalar çok azdır. Bu nedenle, makroalglerde bulunan ve insan sağlığı için çok önemli olan bu bileşenlerin üründe katkı maddesi olarak kullanımı ile yeni bir tüketim biçimi olarak tüketime kazandırılması ve su ürünleri işleme teknolojisinde kullanım olanaklarının araştırılması hedeflenmiştir.

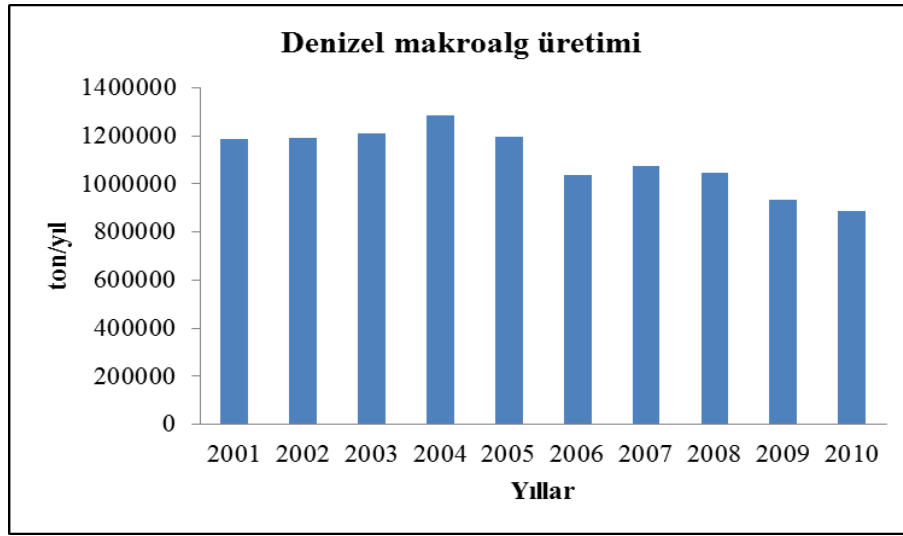
Bu çalışmanın amacı iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda; denizel makroalglerden çözücü ekstraksiyon yöntemi ile alg özütü elde edilmiş ve bu özütlerin, çeşitli analiz yöntemleri ile antioksidan özellikleri ve toplam fenolik içeriği belirlenmiştir. Ayrıca bu özütlerin gıdaların bozulmasına neden olan mikroorganizmalar ve patojenler üzerine antimikrobiyal etkisi incelenerek doğal bir antimikrobiyal madde olabilirlikleri araştırılmıştır. Araştırmanın ikinci kısmında ise; çok miktarda doymamış yağ asidi içermesinden dolayı yağ oksidasyonuna hassas uskumru kıymalarının soğutulmuş depolama sırasında kalitesinin korunması, yağ oksidasyonu ve mikrobiyal gelişmenin önlenmesi amacıyla sentetik katkı madde kullanımına alternatif olacak şekilde koruyucu madde olarak makroalg özütleri ile muamele edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla *Gracilaria verrucosa* ve *Ulva rigida* makroalg türlerinden özütler hazırlanmıştır. Üç farklı konsantrasyonda hazırlanmış solüsyonlar uskumru kıymalarına ilave edilmiş ve $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan kıymaların kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

2.1. Deniz Makroalgleri ile İlgili Genel Bilgi

Algler, farklı biyolojik ve ekolojik özelliklere sahip olup, deniz bitkileri olarak da adlandırılmaktadır. Çiçeksiz bitkiler (Kriptogam) grubu içerisinde yer alan algler, deniz ekosisteminin en önemli canlı toplulukları arasında yer almaktadır. Denizel makroalgler yeşil (Chlorophyta), kırmızı (Rhodophyta) ve kahverengi (Phaeophyta) olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır (Kaykaç 2007).

FAO'nun 2010 yılı verilerine göre, dünyadaki denizel bitkilerin üretim miktarı 18.389.404 tona (5.434.589.000 US\$), toplam su bitkileri üretim miktarı ise (yaş ağırlık olarak) 19.007.053 tona (5.651.167.000 US\$) ulaşmıştır. Sucul bitkilerin üretiminde Çin 11.092.270 milyon ton (2.533.196.000 US\$) ile ilk sırada olup, toplam üretimin %58.09'lük kısmını gerçekleştirmektedir. Denizel makroalglerin çeşitli endüstrilerde ve özellikle gıda sektöründe kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Dünyadaki makroalg üretimine ilişkin değerler Şekil 2.1'de verilmiştir. Makroalgler, toplam su bitkileri üretimi içerisinde %4.65'lik bir paya sahiptir. Denizel makroalg üretiminde Şili (368.580 ton), Çin (246.620 ton) ve Japonya (96.600 ton) ilk üç sırayı paylaşan ülkelerdir (FAO 2014).



Şekil 2.1. Dünyadaki denizel makroalg üretiminin yıllara göre dağılımı (FAO 2014)

Dünya genelinde, 32'si yeşil alg, 125'i kırmızı alg ve 64'ü kahverengi algere ait olmak üzere toplam 221 tür makroalg çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Bu 221 adet algin (79 türü kırmızı alg, 28 türü yeşil alg ve 38 türü kahverengi alg) 145 (% 66'sı) tanesi gıda olarak tüketilmektedir (Zemke-White ve Ohno 1999). Taze ve kurutulmuş makroalgler özellikle Amerika (Hawaii), Japonya, Çin ve Kore gibi ülkelerde çok uzun yıllardan beri geleneksel gıdalar arasında yer almaktadır (Denis vd 2010, Akköz vd 2011). Özellikle Norveç ve Fransa gibi Avrupa ülkelerinde ise alginat, agar ve karragen gibi hidrokolloidlerin üretimi için makroalgler hasat edilmektedir (Kaas 1998, Denis vd 2010). Aynı zamanda Fransa'da makroalgler sebze ve katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Bununla birlikte, Fransa'da makroalglerin insanlar tarafından tüketimi

yasal düzenlemelerle belirlenmiş kriterler çerçevesinde gerçekleştirilmektedir (Mabeau ve Fleurence 1993, Burtin 2003). Bu kriterlere uygun ve bizim de araştırma materyallerimiz olan *Gracilaria verrucosa* ve *Ulva rigida*'nın da bulunduğu toplam 12 makroalg (6 tür kahverengi alg, 5 tür kırmızı alg ve 2 tür yeşil alg) ve 2 mikroalg türünün sebze ve baharat olarak tüketimine izin verilmiştir (Çizelge 2.1) (Burtin 2003).

Çizelge 2.1. Fransa'da insan gıdası olarak kullanımına izin verilen makroalg türleri (Burtin 2003)

Filum	Türler
Kahverengi Algler (Phaeophyta)	<i>Ascophyllum nodosum</i> <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Fucus serratus</i> <i>Himantalia elongata</i> <i>Undaria pinnatifida</i>
Kırmızı Algler (Rhodophyta)	<i>Porphyra umbilicalis</i> <i>Palmaria palmata</i> <i>Gracilaria verrucosa</i> <i>Chondrus crispus</i>
Yeşil Algler (Chlorophyta)	<i>Ulva spp.</i> <i>Enteromorpha spp.</i>
Mikroalgler	<i>Spirulina sp.</i> <i>Odontella aurita</i>

2.2. *Gracilaria verrucosa*'nın Genel Özellikleri

Gracilaria verrucosa, 1750 yılından 1830 yılına kadar *Fucus verrucosus*, *Flagellaria confervoides*, *Gracilaria confervoides* gibi farklı isimlerle adlandırılmasına karşın, Papenfuss tarafından *Fucus verrucosus* (Hudson) olduğu savunulmuş ve önceki adlandırmalar birleştirilerek *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss adı altında isimlendirilmiştir (Çizelge 2.2 ve Şekil 2.2). Sinonimi olarak ise *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) kullanılmaktadır (Guiry 1996, Çetin 2008).

Çizelge 2.2. *Gracilaria verrucosa*'nın sistematikteki yeri (Kaykaç 2007)

Filum	Rhodophyta (Kırmızı Algler)
Sınıf	Rhodophyceae
Alt Sınıf	Floridae
Takım	Gigartinales
Familya	Gracilariaceae
Cins	<i>Gracilaria</i>
Tür	<i>verrucosa</i>



Şekil 2.2. *Gracilaria verrucosa*'nın genel görünüşü (Orijinal)

Gracilaria verrucosa, İzmir ve İzmit Körfezi başta olmak üzere kıyılarımızda doğal yayılış gösteren bir türdür (Cirik ve Cirik 1999, Cirik 2001). Kadayıf otu olarak da adlandırılan bu tür ince dallı, koyu kırmızı bir alg'dir. Kumlu, çamurlu, akıntının bol olduğu, dalga hareketlerinin olmadığı ortamlarda iyi gelişip, 60-80 cm'ye kadar ulaşabilmektedir (Ak ve Cirik 2004). *Gracilaria verrucosa* ‰15-50 tuzlulukta dağılım gösteren, optimum ‰20-35 tuzlulukta yaşayan örihalin bir türdür (Santelices ve Doty 1989). Gereksinim duyduğu optimum ışık şiddeti $100 \text{ mikromol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, sıcaklık ise 20-28 °C arasındadır. Yılın her mevsiminde büyüme gösterebilen bu alg için güneş ışığının varlığı oldukça önemli olup, yeterli güneş ışığının bulunmadığı ortamlarda kırmızı renkte, ışığın bol olduğu ortamlarda ise doğal kahve-yeşil renktedir (Kaykaç 2007).

Ülkemizde İzmir Körfezi'nde doğal olarak dağılım gösteren *G. verrucosa* stoklarının son on yılda yarı yarıya azaldığı bildirilmektedir. Son yıllarda, ekonomik öneme sahip olan bu algin doğal stoklarından toplanmasının yanı sıra yetiştiricilik yoluyla üretimi yapılması gerektiği belirtilmektedir (Turan vd 2006).

2.3. *Ulva rigida*'nın Genel Özellikleri

Yeşil algler grubunda yer alan *Ulva rigida* (Çizelge 2.3 ve Şekil 2.3) kıyılarımızda özellikle dalgaların az olduğu sığ ve kayalık bölgelerde, azot ve fosfor gibi besleyici elementlerin bol olduğu kısımlarda doğal olarak bulunduğu rapor edilmektedir (Cirik ve Cirik 1999, Cirik 2001). Stresli koşullara oldukça tolerans göstermektedir. Sap şeklindeki kısa bir ayakla zemine tutunan algin üst kısmı oldukça geniştir. Tuzlu ve acı sularda bulunabilir. Dünyada toplanan yeşil alglerin %25'inin *Ulva* cinsine ait olduğu ifade edilmektedir (Kaykaç 2007).

Çizelge 2.3. *Ulva rigida*'nın sistematikteki yeri (Kaykaç 2007)

Filum	Chlorophyta (Yeşil Algler)
Sınıf	Chlorophyceae
Takım	Ulvales
Familya	Ulvaceae
Cins	<i>Ulva</i>
Tür	<i>rigida</i>



Şekil 2.3. *Ulva rigida*'nın genel görünüşü (Orijinal)

2.4. Uskumru Balığı (*Scomber scombrus* L. 1758)'nin Genel Özellikleri

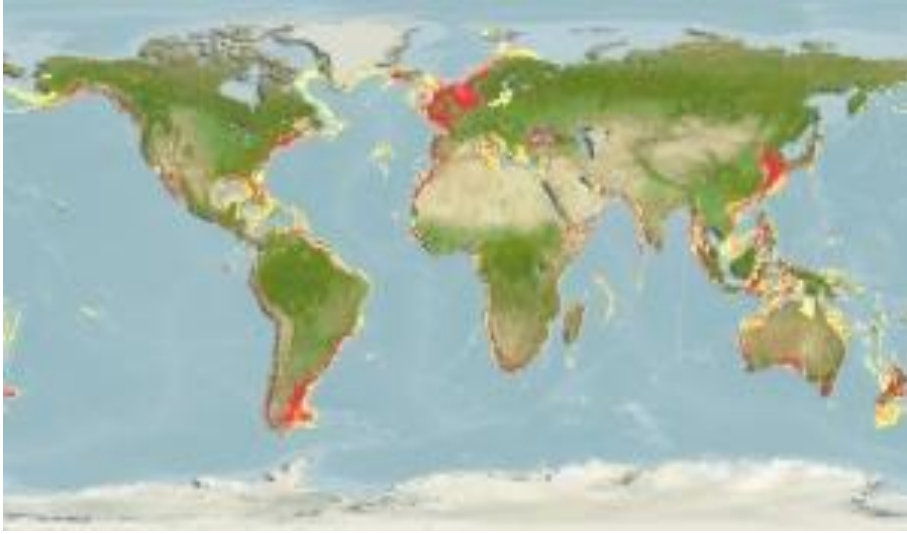
Sistematikteki yeri aşağıda verilen uskumru balığı (Çizelge 2.4), ortalama 30-35 cm olup, maksimum 50 cm çatal boya ulaşabilmektedir (Şekil 2.4). Dişiler erkeklerden daha fazla büyümektedir. Uskumru balığı dünya üzerinde geniş bir dağılım alanına sahip olmakla birlikte (Şekil 2.5), Atlantik uskumrusu Kuzey Amerika sahilleri, Kuzey Denizi, Akdeniz, Ege Denizi, Marmara Denizi ve Karadeniz'de yayılım göstermektedir (Şekil 2.6) (Demir 1996, Moyle ve Cech 2000, Anonim 2014).

Çizelge 2.4. Uskumru balığı (*Scomber scombrus* L. 1758)'nin sistematikteki yeri (Demir 1996)

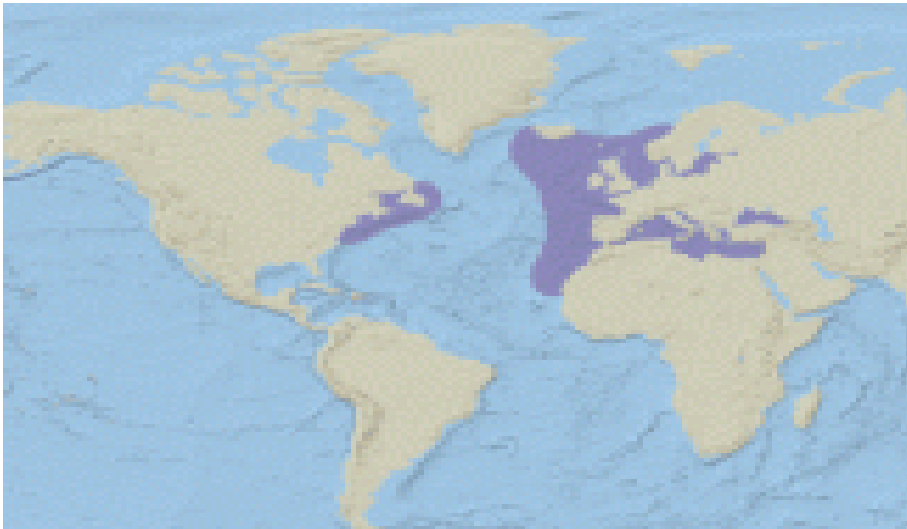
Alem	Animalia (Hayvanlar)
Şube	Chordata (Kordalılar)
Sınıf	Actinopterygii (Işınsal yüzgeçliler)
Takım	Perciformes
Familya	Scombridae
Cins	<i>Scomber</i>
Tür	<i>scombrus</i>



Şekil 2.4. Uskumru balığı (*Scomber scombrus* L.1758) (Anonim 2014)



Şekil 2.5. Uskumru balığının dünya üzerindeki dağılım alanları (Anon 2014a)

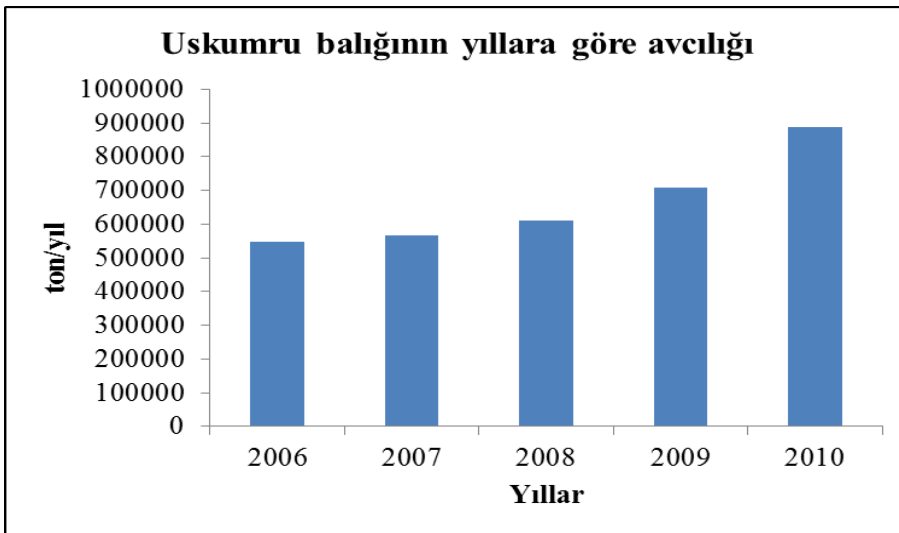


Şekil 2.6. Atlantik uskumrusunun coğrafik olarak dağılımı (Anon 2014b)

Ülkemiz sularında 11 türü bulunan uskumru balığı; uzun vücutlu (fusiform şekilli), küçük pullu, sırtı mavi-açık yeşil renkli, karnına doğru eğri koyu çizgiler

uzanan ve hava kesesi bulunmayan bir türdür. Karın kısmı gümüşü beyazdır. Kuyruğu çift çatalı, iki sırt yüzgeci birbirinden ayrıdır. İkinci dorsal yüzgeç ile kuyruk yüzgeci arasında yüzgeç benzeri pinnular bulunur. 8 ile 11 yıl arasında yaşarlar. Çok hızlı yüzücülerdir. Soğuk ve ılıman iklimlerde yaşayan, epipelajik ve mezodemersal türlerdir. Sürü halinde yaşayan bu tür, aşırı soğukları derinlerde geçirirler, su sıcaklığının 11-14 °C olduğu ilkbaharda kıyıya yakın bulunurlar. Cinsi olgunluğa ulaşma yaşı 2-3 yıldır. Amerika kıyılarında bulunan popülasyonların ilk olgunluk boyu dişilerde yaklaşık 34 cm ve erkeklerde 32 cm'dir. Coğrafik olarak doğu kesiminde yaşayan Kuzeybatı ve kuzeydoğu (Akdeniz dahil) olmak üzere iki ayrı popülasyonu vardır. Bu popülasyonlar yaklaşık 30 cm boyda cinsi olgunluğa ulaşırlar. Batı popülasyonu yaz döneminde Chesapeake Körfezi ile Newfoundland arasında güneyden başlayarak kuzeye doğru yumurtlamaya devam eder. Yumurtlama aktivitesinin çoğu 10-30 millik kıyı şeridinde gerçekleşir. Fakat az tuzlu bölgelerde yumurtlama olmaz. Yumurtlama göçünde ilk önce büyük balıklar yumurtlama alanına ulaşırlar. Doğu popülasyonu ise Akdeniz'de Mart-Nisan ve Mayıs-Temmuz aylarında, İngiltere ve Kuzey Fransa bölgesindeki balıklar Kuzey denizindeki Kattegat ve Skagerrak bölgesinde, Haziran-Temmuz'da yumurtlarlar. Ortalama olarak 200 bin-450 bin arasında yumurta verirler. Karnivor olup, juvenil balıklar zooplankton (balık larvaları, küçük kurustaseanlar, pteropodlar gibi), yetişkinler ise küçük balık, karides ve solucanlarla beslenirler (Kuru 1994, Moyle ve Cech 2000, FAO 2014).

Uskumru balıkları gırgır tekneleri ile avlanmaktadır. Termoklin tabakasının 15-20 m olduğu dönemlerde balık derinlere inemediğinden yüzeyde yakalanması kolay olur. Kullanılan diğer av aracı çeşitleri trol, uzatma ağları ve tuzaklar gibi av araçlarıdır. Atlantik uskumru balığının 2010 yılında bildirilen toplam avlama miktarı 887.314 tondur (Şekil 2.7). En fazla avcılık yapan ülkeler İngiltere ve Norveç'tir. Ekonomik değeri yüksek olan bu türün taze, dondurulmuş, tütsülenmiş ve konserve olarak ticareti yapılmaktadır (FAO 2014).



Şekil 2.7. Atlantik uskumru balığının 2006-2010 yılları arasındaki küresel avcılık miktarı (FAO 2014)

2.5. Biyoaktif Bileşenlerin Kaynağı Olarak Denizel Makroalgler

Besin ve sağlık arasındaki ilişki üzerine yapılan araştırmalarda, besinlerde bulunan yararlı bileşenlerin yaygın hastalıkların riskini azaltma ve iyileştirmede etkili olduğu bildirilmektedir. Son zamanlarda bilinçli tüketiciler, sağlığı düzeltici yararları bilinen gıda ürünlerini tercih etmeye başlamışlardır. Bu nedenle, araştırmacılar arasında doğal kaynaklardan biyolojik aktiviteye sahip olan yeni içeriklerin araştırılması büyük ilgi görmektedir (Wang vd 2011).

Denizel makroalglerin, Asya ülkelerinde sağlık açısından yararları çok iyi bilinmekte olup, geleneksel tıpta ve gıda olarak kullanımları uzun bir tarihsel geçmişe sahiptir. Deniz algleri sadece fiber, protein, vitamin ve mineralleri değil aynı zamanda karasal bitkilerde bulunmayan çeşitli biyolojik aktiviteleri bulunan ikincil metabolitleri içermektedir. Sağlık açısından bilinen yararlı özellikleri nedeniyle fonksiyonel katkı maddelerinin bir kaynağı olarak alglerin potansiyel uygulamaları araştırmaların yeni hedefi durumundadır (Wang vd 2011).

Makroalglerden elde edilen bileşiklerin çoğu biyolojik aktivitelere sahip olup, insan ve hayvan sağlığı için faydalıdır. Özellikle hiperlipidemi, tromboz, tümör ve obesiteye karşı potansiyel faydalara sahiptir. Bazı makroalgler patojen mikroorganizmalara karşı bakteriyostatik etki gösterdiği gibi aynı zamanda antioksidan aktiviteye de sahiptir (Borowitzka 1993, Athukorala vd 2003a). Günümüzde çalışmalar, makro alglerin antitümör, antikolestrolemik ve antioksidan aktiviteleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Makroalglerde bulunan çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) insan kanser hücrelerine karşı sitotoksik etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir (Venugopal 2009).

Son yıllarda, çok sayıda potansiyel antioksidan bileşikler yenilebilir makroalgleden izole edilmiş ve tanımlanmıştır. Özellikle, kahverengi alglerden izole edilen florotaninlerin (polyphloroglucinol fenolikler) antioksidan, antikarsinojenik, antibakteriyel, anti-inflamatuar ve anti-allerjik özellikler gibi çoklu fizyolojik aktiviteler gösterdiği tespit edilmiştir. Fitokimyasalların kaynağı olan makroalglerde bulunan önemli diğer biyoaktif bileşikler sülfatlı polisakkaritler, fiber, PUFA, steroller, phycocyanin, karotenoidler ve alfa-tokoferoller'dir (Borowitzka 1993, Plaza vd 2008, Wang vd 2011). Ayrıca, Solani-K olarak adlandırılan (%30 potasyum, %60 sodyum klorit içerir) bitkisel tuz makroalglerden (*Kappaphycus alvarezii* ve *Salicornia brachiata*) elde edilmektedir. Bu tuz kan basıncını azaltıcı bir etkiye sahiptir. Tuzdaki potasyum klorit, kan basıncının artmasına neden olan sodyum kloridin etkisini azaltarak kasın gevşemesine yardımcı olmaktadır. Bu tuz Hindistan'daki marketlerde ticari olarak satılmaktadır (Venugopal 2009). Çizelge 2.5'de denizel makroalglerden izole edilen biyoaktif bileşenler ve bu biyoaktif bileşenlerin çoklu işlevsel özelliklerinin bazı örnekleri sunulmuştur.

Çizelge 2.5. Deniz makroalglerinden izole edilen bazı biyoaktif bileşenler ve onların çoklu işlevsel özellikleri (Wang vd 2011)

Biyoaktif bileşenler	Alg türleri	Biyoaktif özellikleri	Kaynaklar
Florotaninler	Phaeophyceae: <i>Ecklonia cava</i> , <i>Ecklonia kurome</i> , <i>Ecklonia stolonifera</i> , <i>Eisenia bicyclis</i> , <i>Eisenia Arborea</i> , <i>Fucus vesiculosus</i> , <i>Fucus spiralis</i> , <i>Fucus serratus</i> , <i>Ascophyllum nodosum</i> , <i>Sargassum kjellmanianum</i> , <i>Sargassum ringgoldianum</i> , <i>Sargassum siliquastrum</i> , <i>Ishige okamurae</i>	Antioksidan, anti-inflamatuar, anti-allerjik, anti-tümör, anti-diyabetik, antibakteriyel, HIV-1'e karşı transkriptaz ve proteaz engelleyici, damar hastalıklarına karşı kemoprevensiyon	Ahn vd 2004 Kim vd 2004 Jung vd 2006 Sugiura vd 2007 Shibata vd 2008 Wang vd 2009b
Sülfath polisakkaritler	Phaeophyceae: <i>Laminaria japonica</i> , <i>Ecklonia cava</i> , <i>Ecklonia kurome</i> , <i>Undaria pinnatifida</i> , <i>Fucus vesiculosus</i> , <i>Fucus evanescens</i> , <i>Ascophyllum nodosum</i> , <i>Padina gymnospora</i> , <i>Dictyota menstrualis</i> , <i>Spatoglossum schroederi</i> , <i>Sargassum fusiforme</i> , <i>Sargassum thunbergii</i> , <i>Sargassum stenophyllum</i> , <i>Sargassum latifolium</i> , <i>Sargassum fulvellum</i> Rhodophyceae: <i>Gigartina skottsbergii</i> , <i>Chondrus ocellatus</i> , <i>Porphyra haitanesis</i> , <i>Gracilaria cornea</i> , <i>Grateloupia filicina</i> , <i>Grateloupia longifolia</i> Chlorophyceae: <i>Ulva pertusa</i> , <i>Ulva conglobata</i> , <i>Codium pugniformis</i> , <i>Codium cylindricum</i> , <i>Monostroma angicava</i> , <i>Monostroma latissimum</i> , <i>Monostroma nitidum</i>	Antioksidan, antikoagulant, anti-inflamatuar, antiviral, antibakteriyel, anti-tümör, antivaskulojenik, antitrombotik, immunomodülatör, radyoprotektif	Hayakawa vd 2000 Yan vd 2003 Zhao vd 2004 Smit 2004 Zhou vd 2004 Qi vd 2005 Yuan ve Song 2005 Dias vd 2008 Zhao vd 2008 Zhang vd 2008

Çizelge 2.5'in Devamı

Biyoaktif bileşenler	Alg türleri	Biyoaktif özellikleri	Kaynaklar
Fukoksantin	Phaeophyceae: <i>Hizikia fusiformis</i> , <i>Undaria pinnatifida</i> , <i>Laminaria japonica</i>	Antioksidan, antikanserojen, anti-obesity, anti-diabet, anti-inflamatuar	Nomura vd 1997 Yan vd 1999 Maeda vd 2005 Sachindra vd 2007 Miyashita ve Hosokawa 2008
Steroller	Phaeophyceae: <i>Pelvetia siliquosa</i> , <i>Sargassum carpophyllum</i> , <i>Sargassum muticum</i> , <i>Sargassum parvivesiculosum</i> , <i>Ecklonia stolonifera</i> Chlorophyceae: <i>Ulva lactuca</i>	Antioksidan, anti-diabet, anti-inflamatuar, anti-tümör, antibakteriyel, Alzheimer'ın engellenmesi	Lee vd 2003 Lee vd 2004 Yoon vd 2008
Biyoaktif peptidler	Phaeophyceae: <i>Uradaria pinnatifida</i> , <i>Sargassum carpophyllum</i> , <i>Sargassum fulvellum</i> , <i>Sargassum horneri</i> , <i>Sargassum coreanum</i> , <i>Ishige okamurae</i> , <i>Ecklonia cava</i> Rhodophyceae: <i>Porphyra yezoensis</i> Chlorophyceae: <i>Chlorella pyrenoidosa</i>	Antihipertensif, antioksidan, antimikrobiyal, mineral bağlayıcı, immunomodülatör, antikanserojen, antiviral, uyuşturma etkisi	Suetsuna 1998 Suetsuna ve Nakano 2000 Sato vd 2002
PUFA (n-3)	Phaeophyceae: <i>Undaria pinnatifida</i> , <i>Hizikia fusiforme</i> , <i>Himantalia elongata</i> , <i>Laminaria ochroleuca</i> Rhodophyceae: <i>Porphyra spp.</i> , <i>Palmaria stenogona</i> , <i>Polysiphonia urceolata</i> , <i>Pachymeniopsis lanceolata</i> , <i>Gelidium amansii</i> , <i>Chondria crassicaulis</i> Chlorophyceae: <i>Ulva fenestrata</i>	Anti-inflamatuar, anti-tümör, antiviral, antimikrobiyal, trombos, koroner kalp hastalıkları ve damar tıkanıklığı önleme etkisi	Sanchez-Machado vd 2004 Khan vd 2007 Plaza vd 2008

2.6. Algal Polifenollerin Varlığı ve Mekanizması

Denizel makroalgler polifenollerin zengin kaynaklarıdır. Kateşin (gallokateşin, epikateşin ve kateşin gallat vb.), flavonoller ve flavonol glikozidler gibi bir seri fenolik bileşikler metanol ekstraktı ile kırmızı ve kahverengi alglerden tanımlanmıştır (Yoshie vd 2000, Santoso vd 2002, Yoshie vd 2003). Kahverengi alglerden elde edilen polifenollerin en büyük gruplarından olan florotaninler pek çok fizyolojik aktiviteler göstermektedir (Çizelge 2.5). Florotaninler, *Ecklonia cava*, *Ecklonia stolonifera*, *Eisenia bicyclis*, *Sargassum kjellmanianum*, *Sargassum ring-goldianum*, *Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus* ve *Ascophyllum nodosum* gibi kahverengi makroalglerden tanımlanmıştır (Wang vd 2011).

Florotaninin ilave hidroksil grup sayısı ile floroglisinol alt üniteleri arasındaki yapısal bağların tipleri temel alındığında, sistematik olarak altı önemli alt grupta sınıflandırma yapılabilir. Bunlar; floreohtoller, fukoller, fuhaloller, fukofloretoeller, isofuhaloller ve eckoller'dir (Ragan ve Glombitza 1986, Targett ve Arnold 1998, Wang vd 2011).

Fukoller, florotaninin polimerleridir ve floroglukinol üniteleri C-C bağlarıyla bağlıdırlar. Floreohtollerdeki floroglikinol üniteleri sadece C-O-C bağlarıyla bağlıdır. Fukofloretoeller biaryl ve aryl-ether bağları içerir. Fuhaloller sadece eter bağlarıyla bağlıdırlar. Eckoller en az bir üçlü halkayla dibenzo-1,4-dioksin ünitesi fenoksil grubuyla C-4 pozisyonunda yer değiştirdiğinde gerçekleşir. Izofuhaloller ve endofukofloretoeller spesifik alglerden izole edilmiş özel küçük gruplardır. Dahası, bazı florotaninler sülfatlı ya da halojenli olabilirler (Ragan ve Glombitza 1986, Wang vd 2011).

Pek çok çalışmaya göre, yüksek molekül ağırlıklı florotaninler monomer floroglukinolollerden daha fazla antioksidan aktiviteye sahiptir. Floroglukinolün oligomerizasyonu radikal indirgeme aktivitesinin artırılmasında önemlidir. Fakat antioksidan aktivitesi ile polimerlerin yapısal karakterizasyonu arasında açık bir bağlantı kurulamamıştır (Wang vd 2011).

Yan vd (1996), *Sargassum kjellmanianum*'dan elde edilen yüksek molekül ağırlıklı florotaninlerin balık yağındaki acılaşmayı engellemek için düşük molekül ağırlıklı florotaninlerden daha etkili olduğunu ve %1 konsantrasyonlu yüksek molekül ağırlıklı florotaninlerin antioksidan aktivitesinin %0.02 Butil Hidroksi Toluen (BHT)'ninkinden 2.6 kat daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Wang vd 2011).

Shibata vd (2008), eckol, florofucofuroeckol A, dieckol ve 8,8-bieckol gibi pek çok florotanini Laminariacea'dan (*E. bicyclis*, *E. cava* ve *Ecklonia kurome*) izole etmiş ve tanımlamışlardır. Bu çalışmada bütün floroglucinol oligomerler potansiyel 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radikal indirgeme aktivitesi göstermiş ve yaklaşık olarak kateşin, askorbik asit ve α -tokoferol'ün etkisinin iki katı etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Eckol hariç, florotaninler sıra dışı süperoksit anyon radikal indirgeme kabiliyeti sergilemekte olup, askorbik asit ve α -tokoferolün etkisinden 2-10 kat daha yüksek etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Florotanin polimerlerinin çeşitli radikal indirgeme özelliklerinin, eckol iskeletine eklenen fenolik hidroksi gruplarıyla sağlandığı bildirilmektedir (Wang vd 2011).

Soya proteinleri antioksidan aktiviteye sahip izoflovanlarca zengin olmasına karşın, florotanin soya proteinine göre daha fazla DPPH radikal indirgeme aktivitesine sahiptir. Florotaninlerdeki yüksek molekül ağırlıklı floroglusinolün varlığı soya proteinine göre florotaninlerin benzerliğini arttırmaktadır (Shibata vd 2008). Bu nedenle florotaninler, gıda endüstrisi için antioksidan kapasiteli yeni fonksiyonel materyallerin geliştirilmesinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Samaraweera vd 2012).

Bazı bitkisel fenolikler belli koşullar altında pro-oksidan özelliklere sahip olmasına karşın, fenolik bileşiklerin elde edildiği bitki ve algler çeşitli sistemlerde potansiyel antioksidanlar olarak davranmaktadırlar. Ancak algal fenollerin sadece antioksidan mekanizması değil, yapısal aktivite ilişkisi de bu güne kadar açıklanamamıştır. Varsayılan mekanizmalar serbest radikalleri indirgeme, tekli oksijen verme, metal iyonu şelatlaması (kenetleme) ve güç indirgeme ile açıklanmaktadır (Wanasundara ve Shahidi 1998, Shahidi ve Naczk 2004, Wang vd 2011).

Çeşitli makroalglerin antioksidan aktivitesi üzerine en fazla fenolik bileşiklerin etkili olduğu, farklı makroalg ekstraktlarının toplam fenolik içeriği ile antioksidan aktivitesi arasında yüksek bir korelasyonun varlığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Jiménez-Escrig vd 2001, Santoso vd 2002, Kumar vd 2008, Zubia vd 2008). Fakat bazı araştırmacılara göre, toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivite arasında düşük korelasyon olduğu (Lim vd 2002), ekstraktlarda bulunan askorbik asit ve vitamin A (β -karoten) hariç diğer aktif bileşiklerden fukoksantin ve sterollerin (suda ve enzimatik ekstraktlarda suda çözülebilir sülfatlı polisakkaritler, protein yada peptitler, askorbik asit ve glutatyon) tüm antioksidan aktiviteye katkıda bulunduğu görüşündedirler (Wang vd 2011).

Wang vd (2009b), kahverengi alglerin sekiz fenol halkalı polifenollerinin karasal bitkilerden elde edilen analog polifenollerden daha yüksek oranda multifonksiyonel antioksidan aktivite potansiyeline sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte fenolik bileşiklerin serbest radikalleri indirgeyici potansiyele sahip olduğu bildirilmektedir (Shahidi ve Naczk 1995, Shahidi ve Naczk 2004). Ancak polifenollerin metal şelatlama (kenetleme) kabiliyeti yönüyle literatürlerde çelişkiler bulunmaktadır. Bazı çalışmalar, kahverengi alglerden elde edilen polifenollerin demir iyonu şelatlama potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir (Senevirathne vd 2006, Chew vd 2008). Diğer taraftan, Rice-Evans vd (1996) fenolik bileşiklerin elde edildiği pek çok bitkinin antioksidan aktivitesinde metal iyonu şelatlamasının küçük bir rol oynadığını rapor etmişlerdir. Yine bu görüşü destekleyecek şekilde, farklı yöntemlerle çeşitli makroalglerden elde edilen ekstraktların antioksidan aktivitesinde demir iyonu şelatlama kabiliyetinin toplam fenolik madde içeriği, DPPH radikal indirgeme aktivitesi veya oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC) ile bağlantılı olmadığı bildirilmiştir (Wang vd 2009b). Bu nedenle, algal polifenollerin en önemli rollerinin radikal indirgeme potansiyeli ve primer zincir kırma antioksidan etkisine sahip olduğu savunulmaktadır (Wang vd 2009b, Wang vd 2011).

Kumar vd (2008), *Kappaphycus alvarezii* makroalginden farklı çözenler kullanarak fenol içeriğindeki değişimleri incelemişlerdir. Sonuç olarak; kloroform:metanol (2:1) karışımı kullanıldığında fenol içeriğinin maksimum olduğunu,

bunu etanol, metanol, n-propanol ve etil alkolün takip ettiğini, aseton, n-hekzan ve kloroform gibi diğer çözücülerle elde edilen ekstraktların %1'den daha düşük fenol içeriği gösterdiğini rapor etmişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucu kullanılan çözgen ya da ekstraksiyon metodunun antioksidan aktiviteyi belirleyici en önemli unsurlar olduğu bildirilmektedir (Kumar vd 2008, Wang vd 2011).

2.7. Gıda Endüstrisinde Antioksidan Madde Olarak Makroalglerin Kullanılması

Antioksidanlar, oksidasyon zincir reaksiyonunun başlangıcını ya da ilerlemesini engelleyerek hücrel substratların oksidasyonunu önleyen ya da geciktiren maddelerdir. Bu maddeler genellikle oksidatif strese karşı organizmada normal şartların devamlılığını muhafaza etmek için üretilir (Song vd 2010, O'Sullivan vd 2011, Samaraweera vd 2012). Doğal kaynaklardan elde edilen antioksidanların gıdalarda kullanılması ürünün raf ömrünü artırmaktadır (Schwarz vd 2001). Aynı zamanda antioksidanların tüketimi ve gıda materyallerine eklenmesi gıdalar gibi vücudumuzu da korumaktadır (Ganesan vd 2008). Dahası, gıdalarda lipid oksidasyona ve hedef dokularda oksidatif strese karşı makroalglerin potansiyel koruma etkisine sahip olduğu bildirilmektedir (Yuan vd 2005).

Hücrel substratların oksidasyonu hidrojen peroksit (H_2O_2), peroksi (ROO^*), alkolsi (RO^*), hidro peroksi (HOO^*), hidroksil radikali (OH^*), süperoksit anyon (O^{2-}) ve nitrit oksit (NO) gibi reaktif oksijen türü (ROS) olarak da bilinen serbest radikallerin oksijen bağlamasıyla başlar. Oksidasyon çeşitli hücrel gerilimlerden kaynaklanan stresten dolayı biyolojik sistemlerde sentezlenir. Oksidatif durumlara karşı prooksidan-antioksidan denge değişebilir. Özellikle protein, lipid ve DNA gibi önemli moleküllerin zincir reaksiyonları sırasında ROS 'ların aşırı üretimi bu dengeye zarar verebilmektedir. Bu durum hayvanlarda, fonksiyon bozukluğu ve sitotoksiditeye neden olabilmektedir (O'Sullivan vd 2011, Samaraweera vd 2012). Bu nedenle besinlerle antioksidan alımı organizmalardaki normal şartların devamlılığının korunmasına yardımcı olur. Besin sistemlerindeki ROS 'un şekli gıda bozulması ve lipidlerin oksidasyonuna neden olur. ROS 'un neden olduğu problemler antioksidanların varlığında azaltılabilir. Aynı zamanda, antioksidanlar oksidatif yıkıma karşı önemli bir koruyucudur ve mükemmel serbest radikal indirgeme etkisine sahiptir (Ohr 2006, Venugopal 2009).

Sentetik antioksidanlardan bütillenmiş hidroksianisol (BHA), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), tertiaribütıl hidrokuinon (TBHQ) ve propil gallat (PG) gıda üretiminde gıda güvenliğini garanti etmek ve raf ömrünü uzatmak, gıdaların besinsel ve duyu kalitesini muhafaza etmek amacıyla kullanılmaktadır (Ngo vd 2011, Samaraweera vd 2012). Fakat bu sentetik bileşiklerin toksiditeye ve kansorejen etkiye sahip olduklarından şüphelenilmektedir (Ito vd 1986, Venugopal 2009, Song vd 2010, Samaraweera vd 2012). BHT ve α -tokoferol balıklarda olduğu gibi kompleks gıda sistemlerinde antioksidan olarak etkisiz kalabilmektedir (He ve Shahidi 1997, Samaraweera vd 2012). Bu nedenle etkili ve güvenilir alternatif antioksidanlar, özellikle doğal orjinli olanlar birinci derecede önem taşımaktadırlar. Bunun için araştırmacıların ilgisi gıda sistemlerinde katkı maddesi olarak doğal antioksidanların kullanılması üzerine odaklanmıştır. Doğal kaynaklardan elde edilen antioksidanlar tüketici güvenliği ve kabul edilebilirliği bakımından avantajlara sahip olup, düzenleyici otoriteler tarafından herhangi bir güvenilir test garantisine gereksinim duyulmamaktadır

(Pokorny 1991, Kitts 1996, Venugopal 2009). Makroalgler en zengin doğal antioksidan kaynaklardan birisidir (Wijesekara vd 2011, Samaraweera vd 2012). Son zamanlarda makroalglerden elde edilen sülfatlı polisakkaritler, fenolik bileşikler, aminoasit gibi mikosporinler ve karotenoidler gibi bileşiklerin antioksidan potansiyelleri araştırılmaktadır (Çizelge 2.6) (Samaraweera vd 2012). Makroalgler antioksidan metabolitlerin zengin bir kaynağı olduğundan, gıda ürünlerinin raf ömrünü arttırarak gıda kalitesini geliştirmek için kullanılabilebileceği araştırmacılar tarafından tavsiye edilmektedir (Bergman vd 2003, Sabeena Farvin ve Jacobsen 2013, O’Sullivan vd 2013, Cox vd 2013).

Yeşil, kahverengi ve kırmızı alglerden elde edilen sülfatlı polisakkaritlerin antioksidan aktivitesi son on yıldır çeşitli araştırmacılar tarafından çalışılmaktadır. Çoğu sülfatlı polisakkaritlerin, ticari sentetik antioksidanlardan daha iyi antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Örneğin, yeşil alg (*Bryopsis plumose*)’lerden ekstrakte edilen sülfatlı heteropolisakkaritlerin bir grubunun vitamin C ile karşılaştırıldığında daha yüksek süperoksit indirgeme aktivitesine sahip olduğu görülmüştür (Song vd 2010, Samaraweera vd 2012).

Sülfatlı polisakkaritlerin antioksidan aktivitesi; sülfat içeriği, sülfatın pozisyonu, molekül ağırlığı ve ekstraksiyon çözücüsünün tipine bağlı olarak değişmektedir (Ye vd 2008, Wang vd 2009a, Ngo vd 2011). Düşük molekül ağırlığına sahip polisakkaritler yüksek moleküllü polisakkaritler ile karşılaştırıldığında hücrede protonları daha etkili bir şekilde verebilmektedir (Wijesekara vd 2011). Bu durum düşük molekül ağırlığına sahip sülfatlı polisakkaritlerin daha yüksek antioksidan aktivite göstermesine olanak sağlamaktadır (Song vd 2010). Fakat moleküler ağırlığı belirleyen en önemli faktörler şekerin yapısı ve glikozidik bağların tipidir (Samaraweera vd 2012).

Sülfatlı polisakkarit ve polifenollere ilave olarak, antioksidan aktivite aminoasit gibi mikosporinler (MAAs), mannitol, alkoloidler, terpenler, askorbik asit, tokoferoller ve karotenoidlerde de (astaksantin ve fokoastaksantin) gözlenmiştir (Zubia vd 2008, Yuan vd 2009, Wang vd 2009a, O’Sullivan vd 2011, Samaraweera vd 2012). Karotenoid pigmentlerin antioksidan aktiviteleri çoklu doymamış yapılarıyla ilişkilendirilmektedir (Ngo vd 2011, Samaraweera vd 2012). Mannitol kahverengi alglerin fotosentezle ürettikleri bir şeker alkoldür ve mannitol hidrat antioksidan özellik göstermektedir (Zubia vd 2008, Samaraweera vd 2012).

Genellikle taze makroalgler işlenmiş olanlardan daha iyi antioksidan aktivite göstermektedirler (Jiménez-Escrig vd 2001, Samaraweera vd 2012). Bu nedenle, antioksidan aktiviteyi korumak için işleme yöntemi önemli bir rol oynamaktadır. Sağlık endüstrisinde ticari alginat eldesi sırasında geri kalan rezüdi alginatların doğal antioksidan üretmek için önemli kaynaklar olduğu bildirilmektedir (Ngo vd 2011, Samaraweera vd 2012).

Çizelge 2.6. Potansiyel antioksidan kaynağı olarak makroalglerde bulunan bileşenler (Sülfatlı polisakkaritler, polifenoller, ve aminoasit gibi mikosporinler vb.) (Samaraweera vd 2012)

Sınıf	Tür	Aktif bileşen	Kaynaklar
Phaeophyceae	<i>Hijikia fusiformis</i>	Fukoksantin	Yan vd 1999
	<i>Fucus vesiculosus</i>	Fukoidan	Souza vd 2007
	<i>Padina gymnospora</i>	Fukan	
Rhodophyceae	<i>Gigartina acicularis</i>	Lambda karragenan	Souza vd 2007
	<i>Gigartina pisillata</i>	Kappa karragenan	
	<i>Eucheuma cottonii</i>	Lota karragenan	
Phaeophyceae	<i>Eucheumia spinosa</i>	Lota karragenan	
Phaeophyceae	<i>Sargassum pallidum</i>	Polisakkaritler	Ye vd 2008
Chlorophyceae	<i>Bryopsis plumosa</i>		Song vd 2010
Phaeophyceae	<i>Dictyota cervicornis</i> <i>Dictyopteris delicatula</i> <i>Dictyota menstrualis</i> <i>Dictyota mertensii</i> <i>Sargassum filipendula</i> <i>Spatoglossum schroederi</i> <i>Laminaria japonica</i>	Sülfatlı polisakkaritler	Costa vd 2010 Zhang vd 2010
Rhodophyceae	<i>Gracilaria caudata</i> <i>Porphyra haitanensis</i>		
Chlorophyceae	<i>Caulerpa cupressoides</i> <i>Caulerpa prolifera</i> <i>Caulerpa sertularioides</i> <i>Codium isthmocladum</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Enteromorpha linza</i> <i>Bryopsis plumose</i>		
Phaeophyceae	<i>Sargassum mangarevense</i> <i>Turbinaria ornata</i> <i>Ascophyllum nodosum</i> <i>Pelvetia canaliculata</i> <i>Fucus serratus</i> <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Sargassum siliquastrum</i> <i>Ecklonia cava</i>	Fenoller	Lim vd 2002 Senevirathne vd 2006 Zubia vd 2008 O'Sullivan vd 2011 Keyrouz vd 2011
Rhodophyceae	<i>Palmaria palmata</i> <i>Kappaphycus alvarezii</i> <i>Rhodomela confervoides</i>		Yuan vd 2005 Kumar vd 2008 Wang vd 2009a

Çizelge 2.6'nın Devamı

Sınıf	Tür	Aktif bileşen	Kaynaklar	
Phaeophyceae	<i>Fucus vesiculosus</i> <i>Fucus serratus</i> <i>Laminaria digitata</i> <i>L. hyperborea</i> <i>Saccharina latissima</i> <i>Alaria esculenta</i>	Toplam Fenol	Wang vd 2009b	
	Rhodophyceae			<i>Palmaria palmata</i> <i>Chondrus crispus</i>
	Chlorophyceae			<i>Ulva lactuca</i>
Phaeophyceae	<i>Laminaria sp.</i> <i>L. ochroleuca</i> <i>Undaria pinnatifida</i> <i>Fucus vesiculosus</i>	Polifenoller	Jimenez-Escrig vd 2001 Zaragoza vd 2008 Devi vd 2008	
Rhodophyceae	<i>Porphyra sp.</i> <i>Chondrus crispus</i> <i>Porphyra umbilicalis</i> <i>Gelidella acerosa</i>			
	<i>Porphyra</i> <i>rosengurttii</i>	Porphyra-334, Shinorine	De La Coba vd 2009	
	<i>Gelidium corneum</i>	Asterina-330, Palythine		
	<i>Ahnfeltiopsis</i> <i>devoniensis</i>	Shinorine		
	<i>Palmaria palmata</i>	Palythine, Shinorine, Palythinol, Asterina-330, Porphyra-334	Yuan vd 2009	
Phaeophyceae	<i>Eisenia bicyclis</i>	Phylopheophytin	Cahyana vd 1992	
	<i>S. kjellamanianum</i> <i>Eisenia bicyclis</i> <i>Ecklonia kurome</i> <i>Ecklonia cava</i>	Florotanninler (phloroglucinol, eckol, dieckol)	Yan vd 1996 Ahn vd 2007 Shibata vd 2008	

Antioksidanlar hücre dejenerasyonu, doku yıkılması ve hastalıklarla ilişkili DNA ve RNA üzerine olumsuz etkileri engellemektedir. Antioksidan özelliği olan makroalgler oksidatif stres, iskemik ve inflamasyonu azaltmaktadır (Lim vd 2002, Athukorala vd 2003a, Samaraweera vd 2012). *Hippophaerham noides*'in antioksidan aktivitesi sigara içenlerin toksik bileşiklerini azaltıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir (Süleyman vd 2002, Samaraweera vd 2012).

Farklı makroalg türlerinin değişik düzeyde antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmektedir. Kahverengi makroalgler genellikle yeşil ve kırmızı makroalgelere göre daha iyi antioksidan kapasitesi sergilemektedir. Özellikle, *F. vesiculosus*, *E. cava*, ve *S.*

ringgoldianum gibi bazı türlerin yüksek antioksidan kapasiteye sahip oldukları rapor edilmiştir (Wang vd 2011). Japonya’da, 25 makroalg türü %50’lik etanol ekstraksiyonu ile ekstrakte edilerek bu alglerin antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. En yüksek radikal indirgeme etkisi *S. ringgoldianum* için tespit edilmiştir. Florotaninin kimyasal yapısı matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) analizi ile bifuhalol oligomer olarak tanımlanmıştır. Kısmen florotanince zengin fraksiyonun süperoksit anyon radikaller üzerine önemli temizleme etkisi olduğu görülmüştür. Bu etkinin kateşinin etkisinden beş kat daha fazla olduğu bildirilmektedir (Nakai vd 2006, Wang vd 2011).

İzlanda’daki makroalglerin on türü üzerinde %70 aseton ve su karışımı kullanılarak ekstrakte edilen alglerin potansiyel antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, farklı makroalg türleri farklı oranlarda toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Üç fukoid türün (*F. vesiculosus*, *F. serratus*, ve *A. nodosum*) DPPH ve peroksil radikallere (demir şelatlama kabiliyeti) karşı en yüksek temizleme aktivitesi gösterdiği saptanmıştır (Wang vd 2009b, Wang vd 2011).

Kahverengi alglerin yedi türünden elde edilen enzimatik ekstraktların potansiyel antioksidan aktiviteleri ROS’un temizlik etkisini belirlemek için dört farklı yöntem DPPH serbest radikali, superoksit anyon, hidroksil radikali ve hidrojen peroksit) kullanılarak değerlendirilmiştir. Kahverengi makroalglerden suda çözülebilir ekstrakt hazırlamak için karbonhidrat ve proteazın iki enzim seti (her bir set ticari olarak beş enzim içermektedir) kullanılarak hidroliz edilmiştir. Enzimatik ekstraktların hidrojen peroksit temizlik aktivitesi (yaklaşık %90) diğer aktivitelerle mukayese edildiğinde daha iyi aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Bu ekstraktların aktiviteleri genellikle ticari antioksidanlar olarak kullanılan BHT ve BHA’dan daha yüksek bulunmuştur. Bu iki ekstraktın antioksidan aktivitesinin sıcaklık stabilitesi ve doza bağlı olduğu bildirilmektedir. Enzimatik ekstraktın DNA zararına bağlı oksidasyonu azalttığı ve aktivitelerin ekstraktın fenol içeriği ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Kahverengi algler zengin antioksidan kaynağı olarak kullanılmaktadır (Heo vd 2005, Venugopal 2009).

Kahverengi alglerden *Scytosiphon lomentaria* Japonya’nın Noto bölgesinde geleneksel gıda olarak tüketilmektedir. Makroalgin su ekstraktının toplam fenol içeriği 5.5 mg kateşin eşdeğeri bulunmuş olup, güçlü bir antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmektedir. Fakat etanol ekstraktının antioksidan aktivitesi su ekstraktıyla karşılaştırıldığında ya çok az bir fark olduğu ya da hiç olmadığı belirlenmiştir. Antioksidan aktivitesi sadece demir şelatlama yöntemi ile değil aynı zamanda süperoksit anyon radikali indirgeme yöntemi ile de belirlenmiştir (Kuda vd 2005b, Venugopal 2009).

Fucus vesiculosus, 22 °C suda asit ve alkali dilusyonu ile ekstrakte edilmiştir. Ekstraktların doğal şeker, üronik asit, sülfat, bir kısım protein ve polifenollerden oluştuğu belirlenmiştir. Temel doğal şekerler fukoz, glukoz, galaktoz ve ksiloz’dur. Fukoz içeren asit ekstrakt dilusyonunun en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, *Sargassum siliquastrum* için ham metanol ekstraktı kırmızı kan hücre hemolisisi ve lipid peroksidasyonu için en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermiştir. Metanol ekstraktan izole edilen ve fenolik bileşik içeren

fraksiyonun kan hücrelerinin korunmasında oldukça etkili olduğu saptanmıştır (Lim vd 2002, Venugopal 2009). Başka bir karşılaştırmalı çalışmada, 16 makroalg lipofilik ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri gaz kromatografi ve gaz kromatografi kütle spektrofotometresi ile analiz edilmiştir. Seçilen makro alglerin dietil eter ekstraktları antioksidan aktivitelerin çeşitliliğini ortaya koymuştur. BHT ile mukayese edildiğinde, en yüksek aktivite *Rhodomela confervoides* ve *Symphyclocladia latiuscula*, 'dan elde edilmiştir. Makroalglerin lipofilik antioksidanların ekstraksiyonu için en iyi kaynak olduğu belirtilmektedir (Huang ve Wang 2004, Venugopal 2009). Makroalglerin içerdiği fukoidan sülfat polisakkaritlerin antioksidan aktiviteleri üzerine etkili olduğu ve bileşenin sülfat miktarının antioksidan aktiviteyi arttırdığı bildirilmektedir. Fukoidanın aşırı sülfasyonunun antitümör aktivitesini arttırdığı belirlenmiştir (Koyanagi vd 2003, Venugopal 2009). Fukoidana ilave olarak, fukozantin olan karotenoidin de antioksidan aktiviteyi güçlendirdiği bildirilmektedir (Yan vd 1999, Venugopal 2009). Bu veriler tüketilebilir deniz alglerinin gıda endüstrisinde doğal antioksidanlar olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Ruperez vd 2002, Venugopal 2009).

Athukorala vd (2003b) denizel kırmızı makroalg türü olan *Grateloupia filicina* ekstraktının 65 °C sıcaklıkta tutulan balık yağı ve linoleik asitler üzerine antioksidan aktivitesini değerlendirmişlerdir. Linoleik asit ve balık yağına uygulanan bu algal ekstrakt (%0.01, %0.03 ve %0.05), BHT, BHA ve α - tokoferol gibi ticari antioksidanların %0.01 konsantrasyonlarıyla kıyaslanmıştır. %0.05 konsantrasyonu uygulanan alg ekstraktının balık yağı ve linoleik asidin oksidasyonunun engellenmesinde kullanılan tüm ticari antioksidanlardan daha iyi aktivite gösterdiği bildirilmiştir.

Ganesan vd (2008), Hindistan kırmızı alglerinden (*Euchema kappaphycus*, *Gracilaria edulis* ve *Acanthophora spicifera*) sağlanan metanol ekstraktlarının ve onların farklı çözünen fraksiyonlarının antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Kullanılan makroalglerin ham ekstraktları ve fraksiyonlarının antioksidan aktivite sergilediklerini ve bu ekstraktların doğal antioksidan bileşenlerin bir kaynağı olarak kullanılabileceğini önermektedirler. Toplam (metanol) ekstraktından sağlanan farklı çözünen fraksiyonlarının sonuçları toplam ekstraktla kıyaslandığında daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Makroalglerde bulunan biyoaktif bileşenlerin, farklı gıda ve eczacılık ürünlerinde doğal antioksidan madde olarak kullanılmasının büyük bir potansiyele sahip olduğu ve ileride büyük bir atılım olarak beklediği bildirilmektedir.

Kindleysides vd (2012) Yeni Zelanda mezgit (*Macruronus novaezelandiae*) karaciğer yağlarının içerisine doğal antioksidan madde olarak Yeni Zelanda makroalg (*Ecklonia radiata*, *Macrocystis pyrifera*, *Champia sp.* ve *Porphyra sp.*) ekstraktlarını ve sentetik bir antioksidan madde olan BHT'yi aynı konsantrasyonlarda eklemiş ve lipid oksidasyonu üzerine etkilerini belirlemek için 60 °C sıcaklıkta hızlı oksidasyon sağlayarak oksidasyon değişimlerini incelemişlerdir. Tüm makroalg ekstraktlarının balık yağlarında oksidasyonu engellediğini belirlenmiş ve en iyi ekstraktın kahverengi bir alg olan *E. radiata* olduğunu ve balık yağında antioksidan madde olarak makroalg ekstraktlarının sentetik antioksidanlar yerine kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Sabeena Farvin ve Jacobsen (2013) Danimarka sahillerinden topladığı 16 tür makroalgden etanol ve su ekstraktları elde etmişlerdir. İn-vitro antioksidan yöntemleri kullanarak (DPPH, azaltma gücü, demir iyonu şelatlama aktivitesi) antioksidan aktivitelerini belirlemişlerdir. Dahası, balık yağlarında lipid peroksidasyonunun engelleme etkilerinin belirlenmesi için hızlandırılmış testler kullanarak çalışmışlardır. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde türler arasında istatiki açıdan önemli farklılıklar belirlemişler, polifenol ekstraksiyonu için etanol ekstraksiyonunun su ekstraksiyonundan daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Araştırmada kullanılan tüm *Fucus* türlerinin oksidasyona karşı gıdaların korunması için doğal antioksidanların zengin bir kaynağı olarak kullanılabileceğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte bazı türlerin düşük toplam fenolik içeriği olmasına rağmen iyi antioksidatif etki göstermiş olmasının nedenini ise ekstrakt içerisinde antioksidan etkiye katkıda bulunan etanolik ekstraktlarda pigment ve tokoferol, su ekstraktlarında sülfatlı polisakkaritler, proteinler ya da peptidler gibi yardımcı bileşenlerin olduğunu bildirmektedirler.

Wang vd (2010), doğal orjinli potansiyel antioksidan aktiviteye sahip olan bileşiklerin gıdalarda oksidatif yıkımın geciktirilmesi, gıda güvenliğinin artırılması bakımından kullanılabileceğini belirtmektedirler. Fakat pek çok araştırma göstermiştir ki, hayvan ya da gıda modelleri kullanılarak in-vivo yolla mekanizmanın tanımlanması ve aktif bileşiklerin karakterizasyonu, saflaştırılması, fraksiyonları ve ekstraksiyonun optimizasyonu gelecekte araştırılıp, açıklığa kavuşturulması gerekli konular olarak gözükmektedir (Samaraweera vd 2012).

2.8. Gıda Endüstrisinde Antimikrobiyal Madde Olarak Makroalglerin Kullanılması

Gıda bozulması; fiziksel, kimyasal (oksidasyon, renk değişimi vb.) ve mikrobiyal değişimden kaynaklanan kötü tad ve koku olarak tanımlanmaktadır (Gram vd 2002). Bununla birlikte; gıda bozulmasının esas sebebi; mikrobiyal gelişim ve mikrobiyal metabolizma sonucu oluşan, istenmeyen ve kabul edilemez lezzet kaybına neden olan aminler, sülfidler, alkoller, aldehytler, ketonlar ve organik asitlerdir (Leroi vd 2001, Mohan vd 2010). Oksidasyon ve mikrobiyal kontaminasyon sonucu oluşan, istenmeyen tat ve koku, renk değişimi ve diğer kalite kaybından sorumlu olan bileşenlerin oluşumu gıda muhafazası sırasında iki ana problem olarak karşımıza çıkmaktadır (Cox vd 2013). Soğutulmuş protein içerikli gıdaların bozulması genellikle, kötü koku, aroma, renk değişimi, gaz üretimi ve mukus üretiminden sorumlu olan *Pseudomonas* türlerinden kaynaklanmaktadır (Oussalah vd 2006, Gutierrez vd 2009). Aerobik olarak depolanan ve vakum paketlenmiş deniz balıklarında ise en yaygın olarak bulunan spesifik bozucu bakteri türleri soğuk su balıklarında sülfid üretici *Shewanella putrefaciens* ve tropik sularda *Vibrio* sp.'dir (Gram vd 1987). Balıklarda sülfid üretici bakteri olarak *Aeromonas* ve *Enterobacteriaceae* üyeleri de izole edilmektedir (Gram vd 1987, Skjerdal vd 2004).

Sodyum benzoat, sodyum nitrit ve sorbik asit gibi sentetik antimikrobiyal maddeler, gıdaların kalite ve güvenliğini korumak için gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda, bu sentetik koruyucuların yerine doğal maddelerin kullanımına karşı eğilimler artmaktadır (Cox vd 2013). Bitkilerde bulunan ikincil

metabolitler herbivorlar, böcek zararlıları ve patojenlere karşı savunmada rol oynamaktadır. İkincil metabolitlerin savunma gücü, alkaloidler, flavonoller ve fenolik bileşenlerin antimikrobiyal etkisinden kaynaklanmaktadır (Lopez-Malo vd 2002, Cox vd 2013).

Gıdalarda kullanılacak olan antimikrobiallerin etki durumu, antimikrobialin aktivite genişliğine, kimyasal özelliğine, fizikokimyasal özelliklerine bağlı olmaktadır. Gıda ürününün kompozisyonu, kullanılan muhafaza ya da işleme yöntemi ve depolama sistemleri gibi çeşitli faktörler de antimikrobialin etki değerini değiştirmektedir. Bunun için, gıdalarda hangi tip antimikrobiyal kullanılacağı antimikrobialin faaliyet mekanizmasına ve/veya hedef hücreye göre de değişiklik gösterebilmektedir (Davidson ve Branen 2005, Kuş 2012).

Makroalglerin antibakteriyel özelliklerine ilişkin çok sayıda çalışma Phaeophyceae, Rhodophyceae, ve Chlorophyceae için rapor edilmiştir (Padmini Sreenivasa Rao 1991, Venugopal 2009). Makroalglerin virüs, mantar ve maya gibi insan patojenlerine karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu pekçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Samaraweera vd 2012). Makroalglerin antimikrobiyal aktivitesi klorofil türevleri, akrilik asit, terpenler, fenolik maddeler, halojenli alifatik bileşenler ve sülfür içeren heterosiklik bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Bu bileşenlerin yanında antimikrobiyal aktivite bazı aminoasitler, florotanninler, steroidler, halojenli ketonlar ve alkanlar, siklik polisüfitler ve yağ asitlerinden de kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, hala cevaplanması gereken pek çok soru bulunmaktadır ve bu yüzden literatürde sürekli olarak yeni çalışmaların olduğu görülmektedir (Espeche vd 1984, Watson ve Cruz-Rivera 2003, Cox vd 2009, Srivastava vd 2010, Salem vd 2011, Radhika vd 2012, Gupta vd 2012, de Almeida Mendes 2012).

Yeşil alglerden; *Ulva lactuca*, *Halimelia gracilis*, kırmızı alglerden; *Gracilaria edulis*, *Hypnea musiformis* ve kahverengi alglerden; *Turbinaria conoides*, *Sargassum myricytum* türlerinin ekstraktları *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Enterococcus faecalis* gibi insan patojenlerine karşı etkili olduğu belirlenmiştir (Lima-Filho vd 2002, Samaraweera vd 2012).

Demirel vd (2009), İzmir sahillerinden toplanan kahverengi alglerden (*Colpomenia sinuosa*, *Dictyota dichotoma* var. *Implexa*, *Petalonia fascia* ve *Scytosiphon lomentaria*) metanol, diklorometan ve hekzan ekstraktlarının buhar distilasyon ile esansiyel yağlarını elde etmişler ve bunların antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerini çalışmışlardır. Sonuç olarak, diklorometan ekstraktlarının 1 ve 1.5 mg/disk konsantrasyonlarında diğer iki çözümden daha iyi antioksidan ve antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirlemişlerdir.

Gerasimenko vd (2010) alglerin antimikrobiyal ve hemolitik aktiviteleri üzerine yaptıkları çalışmada *Laminaria cichorioides* kahverengi alginin etanol ekstraktının antimikrobiyal etkilerini belirlemek için *Candida albicans*, *Aspergillus niger* ve *Fusarium oxysporum*, *Staphylococcus aureus* ve *Escheria coli* mikroorganizmalarını kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, ekstraktın mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Gupta vd (2010), tüketilebilir İrlanda kahverengi makroalglerinin (*Laminaria digitata*, *Laminaria saccharina* ve *Himanthalia elongata*) %60 metanol ekstraktlarının *Listeria monocytogenes*, *Salmonella abony*, *Enterococcus faecalis* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterilerine karşı antimikrobiyal etkilerini araştırmışlardır. Çalışılan dört bakteriyel organizmanın tümüne karşı taze makroalglerden sağlanan ekstraktların güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdikleri belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan mikroorganizmaların tümüne karşı engelleme etkisi en yüksek olan tür *Himanthalia elongata* olarak tespit edilmiştir. Çalışılan makroalg türlerinin metanol ekstraktlarının *Listeria monocytogenes*'e karşı maksimum engelleme gösterdiği tespit edilmiştir. Test edilen ekstraktların sodyum nitrit ve sodyum benzoat gibi sentetik koruyucularla kıyaslandığında neredeyse eşit aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Salem vd (2011), Kızıl Deniz (Mısır)'den toplanan kahverengi (*Cystoesria myrica*, *Cystoesira trinodis*, *Padina gymnospora*, *Sargassum dentifolium* ve *Sargassum hystrix*), kırmızı (*Actinotrichia fragilis*) ve yeşil (*Caulerpa racemosa* ve *Codium fragile*) makroalgere ait metanol ve etilasetat ekstraktlarını gram pozitif (*Staphylococcus aureus* ve *Bacillus cereus*) ve gram negatif (*Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella* sp. ve *Pseudomonas aeruginosa*) bakterilere karşı test etmişlerdir. Algal ekstraktların gram pozitif bakteriler üzerine (19 mm'ye kadar inhibisyon zonu) gram negatif bakterilerden (14 mm'ye kadar inhibisyon zonu) daha fazla etkili olduğu rapor edilmiştir. Test edilen mikroorganizmalar üzerine etil asetat ekstraktlarının metanolik ekstraktlardan daha iyi sonuç verdiği ve *Caulerpa racemosa* etil asetat ekstraktlarının en güçlü engelleyici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Gupta vd (2012), *Himanthalia elongata* kahverengi makroalg ekstraktlarının gıdaların korunması için doğal bir antimikrobiyal madde olarak kullanım olanaklarını ve üç kinetik modelleme yönteminin bu amaç için uygunluğunu araştırmışlardır. Gıdaların bozulmasına neden olan (*Pseudomonas aeruginosa* ve *Enterococcus faecalis*) ve gıda patojeni (*Listeria monocytogenes* ve *Salmonella abony*) mikroorganizmaların gelişim kinetikleri üzerine *Himanthalia elongata* ekstraktının farklı konsantrasyonlarının etkilerini incelemişlerdir. *Himanthalia elongata* ekstraktının %6'lık konsantrasyonunun çalışılan tüm mikroorganizmaların gelişimini engellediği tespit edilmiştir.

Sargassum wightii ve *Gracilaria edulis* gibi besinsel değeri yüksek makro alglerin antimikrobiyal özelliklere de sahip olduğu belirlenmiştir (Vallinayagam vd 2009, Samaraweera vd 2012). *Codium decortatum*'un eter ve metanol ile ekstraksiyonunda gram pozitif bakterilerden *Streptococcus pneumoniae* ve *Staphylococcus aureus* ile gram negatif bakterilerden *Escheria coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır. Bu etkinin glikozitler, alkaloidler, fotoesteroller, saponinler gibi ikincil metabolitlerin varlığından kaynaklandığı belirtilmektedir (Anbu Jeba Sunilson vd 2009, Samaraweera vd 2012).

Güney Afrika'nın Roky Körfez'inde mevsimsel olarak toplanan yedi makroalgin (*Caulerpa racemosa* var. *laetevirens*, *Codium capitatum*, *Halimeda cuneata*, *Ulva fasciata*, *Amphiroa bowerbankii*, *Amphiroa ephedraea* ve *Dictyota humifusa*) antifungal

ve antibakteriyel aktiviteleri araştırılmıştır. *Dictyota humifusa*'nın en yüksek antifungal aktivite gösterdiği görülmüştür. Makroalg ekstraktlarının gram pozitif bakterilerden *B. subtilis*'in büyümesini *S. aureus*'a göre daha fazla engellediği ve *D. humifusa*'nın gram negatif *E. coli*'yi inhibe eden tek makroalg olduğu belirlenmiştir. Makroalgler arasında antifungal aktiviteleri bakımından farklılık bulunmamasına karşın, antibakteriyel aktiviteleri arasında farklılıklar gözlenmiştir. Yaz döneminde toplanan makroalglerde antibakteriyel aktivite gözlenmez iken, Temmuz, Eylül ve Kasım'da toplananlarda antibakteriyel aktivite gözlenmiştir. Tüm yıl boyunca bakteriyel aktivite gösteren makroalg *D. humifusa* olmuştur (Stirk vd 2007, Venugopal 2009).

Kırmızı alglerden (*Laurencia majuscula* ve *Laurencia marinensis*) izole edilen halojenli terpenlerden lembeyne A ve lembeyne B pek çok karasal ve denizel bakterilere karşı antibakteriyel aktivite göstermiştir. *Plocamium hamatum* alginden izole edilen monoterpenler anti-tüberküler aktivite göstermiştir. *Sphaerococcus coronopifolius*'dan izole edilen bromoditerpenin (bromospehaerone) *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkisi olduğu belirlenmiştir. Almazole D (antibakteriyel oxazole dipeptid) deniz alglerinden izole edilen bir diğer anti-bakteriyel aktivite gösteren maddedir (Smit 2004, Venugopal 2009).

El-Baky vd (2009), *Ulva lactuca* deniz makroalg ekstraktlarının doğal koruyucu madde olarak kullanımını araştırmışlardır. Ekstraktların yüksek antioksidan ve antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu rapor etmişlerdir. *Ulva lactuca* ham organik ekstraktlarının 6 bakteriyel suşa (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Serratia marcescens*) karşı potansiyel antibakteriyel aktivite sergilediği tespit edilmiştir. Bu yüzden *Ulva lactuca* ekstraktlarının gıda ve eczacılık endüstrisinde doğal bir koruyucu madde olarak kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Vijayavel ve Martinez (2010) iki Hawaii makroalg türünün (*Ulva fasciata* ve *Gracilaria salicornia*) antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini değerlendirmişlerdir. Bu iki algin etanol ekstraktlarının hücre içi reaktif 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline)-6-sulfonic radikali, nitrik oksit, süperoksit radikali ve hidroksil radikali süpürme aktivitesi sergilediğini belirlemişlerdir. Bu alglerin antioksidan aktivitesine ek olarak, antimikrobiyal ve toplam fenolik içeriğine de sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu iki deniz algine ait tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, nutrasetikal ajan gibi biyoaktif bileşik olarak kullanılabilceğini rapor etmişlerdir.

Seenivasan vd (2010), Hindistan'ın güneydoğu sahillerinden Chennai yakınlarındaki (Tamil Nadu sahili) Ennore sahilinden toplanan üç adet yeşil alge (*Chaetomorpha aerea*, *Enteromorpha intestinalis* ve *Ulva fasciata*) ait, aseton, metanol ve etanol ekstraktlarının in-vitro antibakteriyel aktivitesini test etmişlerdir. Bu test organizmaları gram negatif (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Klebsiella pneumoniae*) ve gram pozitif (*Staphylococcus aureus*) bakterileri içermektedir. Çalışmada kuyu difüzyon agar yöntemi kullanılarak aktivite belirlenmiştir. Yeşil alglerin böyle organik (%80 etanol, metanol ve aseton) ekstraktlarının gram negatif ve gram pozitif bakterilerin gelişimini engelleme yeteneğine sahip olduklarını saptamışlardır.

Salmonella enteritidis, *S. typhimurium*, *Vibrio mimicus*, *Aeromonas hydrophila*, enterotoksik *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, ve *Staphylococcus aureus* gibi patojen bakterilere karşı diyet polisakkaritlerin (κ -karragenan, ι -karragenan, λ -karragenan, ve aynı zamanda diğer pektin içeren gamlar) antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir. Polisakkaritler arasında karragenanlar en etkin engelleyici olarak belirlenmiştir. Bütün bakteriyel suşların büyümesi *L. monocytogenes* hariç özellikle karragenan tarafından engellenmiştir. *S. enteritidis*'in inhibisyonunda karragenanın bakterisidal değil bakteriostatik etkisi olduğu görülmüştür. Karragenin bakteriostatik etkisinde sülfatların önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, polisakkaritlerden karragenanların işlenmiş gıdalarda etkili bir koruyucu olarak kullanılabileceği bildirilmektedir (Yamashita vd 2001, Venugopal 2009).

Antimikrobiyal maddeler gıda kaynaklı bakterilerin gelişimini engellemek ve işlenmiş gıdaların raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılmaktadır. Bitki ve baharatların yanı sıra denizel makroalglerden elde edilen ekstraktların da büyük bir çoğunluğu antimikrobiyal fonksiyonlara sahip olup, gıda bozucu ve patojen bakterilere karşı önemli bir antimikrobiyal madde olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Yamashita vd 2001, Bagamboula vd 2003, Venugopal 2009, Albayrak vd 2010, Vijayavel ve Martinez 2010, Samaraweera vd 2012).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Makroalgler

Araştırmamızda, denizel makroalglerden kırmızı alglere (Rhodophyta) ait *Gracilaria verrucosa* (Şekil 3.1) ve yeşil alglere (Chlorophyta) ait *Ulva rigida* (Şekil 3.2) türleri kullanılmıştır. Mayıs 2012 tarihinde İnciraltı (İzmir/Türkiye) sahilinden her bir türe ait yaklaşık 15 kg toplanmıştır. Toplanan makroalglerin tür teşhisi Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Yetiştiricilik Bölümü'nde makroalg konusunda uzman Dr. Gamze TURAN tarafından yapılmıştır.



Şekil 3.1. *Gracilaria verrucosa* (Orijinal)



Şekil 3.2. *Ulva rigida* (Orijinal)

3.1.2. Balık

Araştırmada materyal olarak Norveç'ten ithal edilen, dondurulmuş uskumrular (*Scomber scombrus*) kullanılmıştır (Şekil 3.3). Özel bir işleme fabrikasından Haziran

2013 tarihinde temin edilen balıklar fabrikada fileto edilerek -40 °C’de şoklanıp -18 °C’de depolanarak, frigorifik araçla Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir.

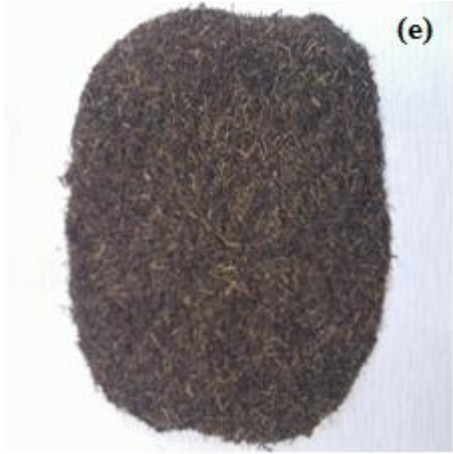


Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan uskumrular (*Scomber scombrus*) (Orijinal)

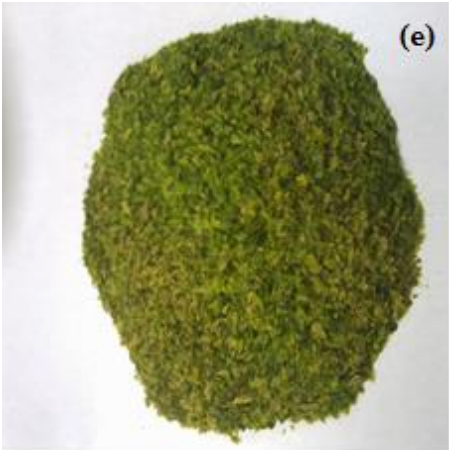
3.2. Metot

3.2.1. Makroalg özütlerinin (ekstraktlarının) hazırlanması

Toplanan makroalgler saklama kaplarına konulmuş ve buz içerisinde vakit kaybetmeden Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuara getirilen algler yıkama işlemine başlamadan önce 4 ± 2 °C’de muhafaza edilmiştir. Makroalglerin tuzunu, toprağını, üzerindeki epifitleri ve diğer canlıları uzaklaştırmak için çeşme suyunun altında yıkanmıştır. Daha sonra 3 kez saf sudan geçirilmiştir. Yıkama işlemi tamamlanan makroalgler file çuvallar içerisine konulmuş ve suyunun süzülmesi için 4 ± 2 °C’lik soğutma odasında bulunan askılara asılmıştır. Suyu süzülen makroalglerin kurutma işlemi hızlandırabilmek için elle küçük parçalara bölünmüştür. Bu işlemden sonra algler fitokimyasal bileşiklerin zarar görmemesi için 40 °C’ye ayarlanmış kurutucu dolabın içerisine yerleştirilmiş ve burada 17 saat tutularak ön kurutma işlemi yapılmıştır. Daha sonra yine 40 °C’ye ayarlanmış fanlı etüv içerisine yerleştirilmiş ve burada da 7 saat tutularak kurutma işlemi toplamda 24 saat süre sonunda tamamlanmıştır. Belirtilen işlemler her iki tür içinde aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Kurutma işleminden sonra algler avuç içerisinde ovuşturularak küçük parçalar haline getirilmiştir. Daha sonra bu algler 1 mm göz açıklığındaki eleğe sahip laboratuvar tipi çekiçli değirmen ile öğütülmüştür. Öğütülen *Gracilaria verrucosa* ve *Ulva rigida* türleri vakum poşet içerisine 50’şer gram tartılarak alınmış ve daha sonra vakum paketleme işlemi yapılmıştır (Şekil 3.4 ve 3.5). Vakum paketlenen algler -18°C’deki dondurucuda kullanılıncaya kadar muhafaza edilmiştir.

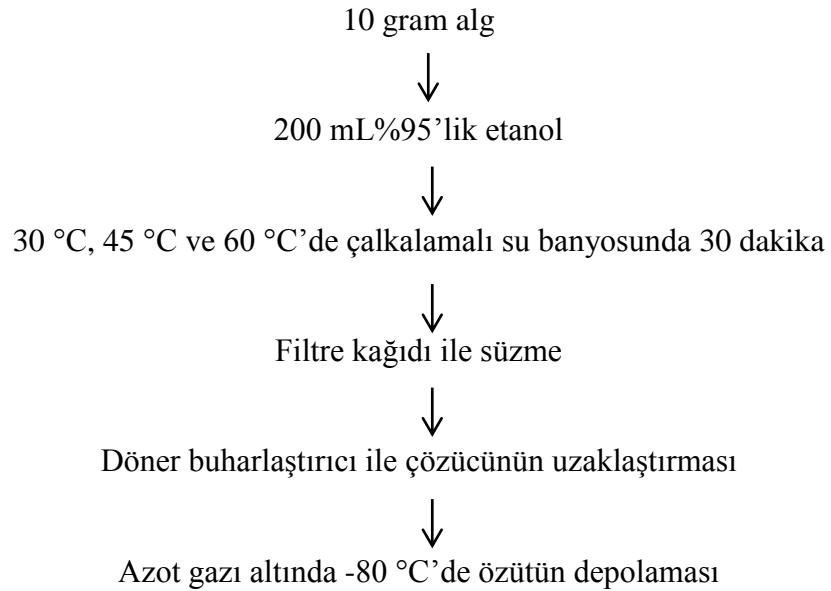


Şekil 3.4. *Gracilaria verrucosa*'nın yıkama ve kurutma aşamalarına ait fotoğraflar (a) yıkama, (b) saf sudan geçirme ve süzme, (c) nemini alma, (d) kurutma işlemi, (e) öğütülmüş *Gracilaria verrucosa*, (f) vakum paketlenmiş *Gracilaria verrucosa*



Şekil 3.5. *Ulva rigida*'nın yıkama ve kurutma aşamalarına ait fotoğraflar (a) yıkama, (b) saf sudan geçirme ve el ile küçük parçalara ayırma, (c) kurutma işlemi, (d) kurutulmuş *Ulva rigida*, (e) öğütülmüş *Ulva rigida*, (f) vakum paketlenmiş *Ulva rigida*

Ekstraksiyon işlemi Yerlikaya ve Gökoğlu (2010b) ve Rodriguez-Bernaldo De Quiros vd'nin (2010) yöntemleri modifiye edilerek yapılmıştır. Ekstraksiyon işlemi öncesi kurutulmuş ve toz haline getirilmiş algler 1:20 (g/ml) oranında %95'lik etanolle karıştırılmış üç farklı sıcaklıkta (30 °C, 45 °C ve 60 °C) çalkalamalı su banyosunda 30 dakika muamele edilmiştir. Daha sonra ekstraktlar filtre edilmiş ve döner buharlaştırıcı (rotary evaporatör) ile 1-2 ml kalıncaya kadar çözgen uzaklaştırılmıştır. Özütler eppendorf tüpler içerisine alınmış üzerine azot gazı basarak kapatılmış ve analizlerde kullanılmaya kadar -80 °C'de muhafaza edilmiştir (Şekil 3.6). Üç farklı sıcaklık uygulanarak elde edilen özütlerden antioksidan ve antimikrobiyal aktivite analiz sonuçları en iyi olan ekstrakt yöntemi seçilmiş ve ürüne bu ekstrakt yöntemine göre biriktirilen özütlerden ilave edilmiştir. Hazırlanan özütler -80 °C'de depolanmış ve buzdolabında çözdürüldükten sonra özütler %0.5, %1 ve %2 oranlarında uskumru kıymasına uygulanmıştır. Ekstraktlar balık kıymasına eklenmeden önce mikroorganizmalardan ari duruma getirmek için 30 dakika süre ile UV ışığı altında steril edilmiştir.



Şekil 3.6. Alg özütü hazırlama akış şeması

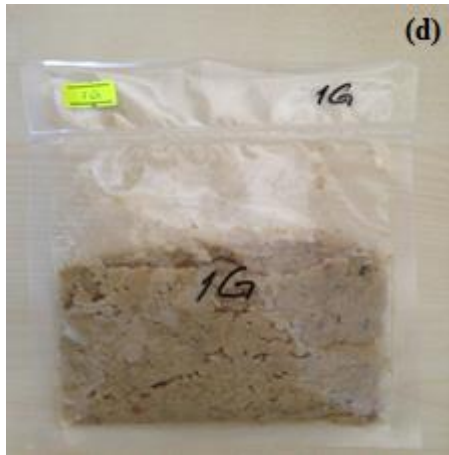
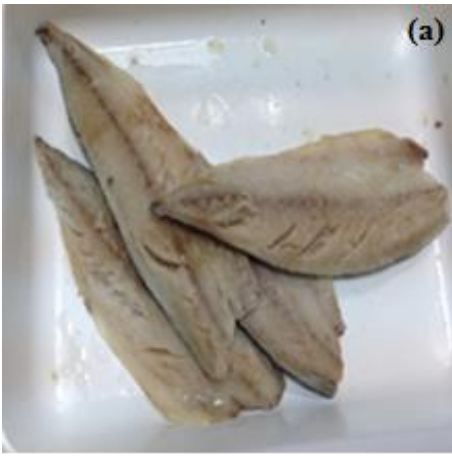
3.2.2. Makroalg özütlerinin (ekstraktlarının) uskumru kıymasına uygulanması

Üç farklı sıcaklığa göre hazırlanan özütlerde yapılan antioksidan ve antimikrobiyal analiz sonuçlarına göre en iyi özüt olarak belirlenen 60 °C sıcaklıkta hazırlanan özüt ürüne eklenmiştir. Dondurulmuş olarak laboratuvarımıza getirilen balıklar 4 °C sıcaklıktaki soğutma odasına çözünmesi için bir gece önceden alınmıştır. Sabah çözünen uskumru filetolarının derisi uzaklaştırıldıktan sonra sanayi tipi kıyma makinesi kullanılarak balıklar kıyma haline getirilmiştir. Elde edilen kıymalar her grup için 2 kg olacak şekilde toplam 7 gruba ayrılmıştır. Uskumru kıymalarına %0.5, %1 ve %2 oranlarında *Gracilaria verrucosa* ve *Ulva rigida* özütlerinden eklenmiş ve sanayi tipi mikser ile her grup 5 dakika süre ile karıştırılmıştır. Kontrol grubuna ise hiçbir muamele yapılmamıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Farklı konsantrasyonlardaki makroalg özütlerinin uskumru kıymasına (UK) uygulanması

Makroalg türü	Eklenen özüt konsantrasyonu (%)			
	Kontrol	0.5	1	2
<i>U. rigida</i> (U)	UK+0 U	UK+0.5 U	UK+1 U	UK+2 U
<i>G. verrucosa</i> (G)	UK+0 G	UK+ 0.5 G	UK+1 G	UK+2 G

Tüm gruplar için, her bir paket içerisine 100 g uskumru kıyması eklenmiş ve poşetlerin ağzı kapatılarak 2 ± 2 °C’de depolanmıştır (Şekil 3.7). Örnekler depolamanın 0, 3, 6, 9, 12 ve 15. günlerinde analize alınmıştır. Çalışmada veriler, her analiz gününde her bir grup için 2 farklı paket kullanılarak elde edilmiştir.



Şekil 3.7. Makroalg özütlerinin uskumru kıymasına eklenme işlem basamaklarına ait fotoğraflar (a) uskumru filetolarının derilerinin uzaklaştırılması, (b) kıyma işlemi, (c) özütlerin kıyma ile karıştırılması, (d) paketleme

3.2.3. Makroalg özütlerinde (ekstraktlarında) gerçekleştirilen analizler

3.2.3.1. Kurumadde tayini

Elde edilen makroalg özütleri 80 °C'ye ayarlanmış etüvde 8 saat süre ile kurutulmuştur (AOAC 1990). İlk önce nem miktarı tespit edilmiş ve 100'den bu değerin çıkarılması ile kuru madde miktarı belirlenmiştir. Sabit tartıma ulaşan örneklerin nem ve kuru madde miktarının hesaplanması aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Nem Miktarı (\%)} = [((A+C)-B)/C]*100 \quad (3.1)$$

A: İlk tartım (Boş petri) (g)
B: Son tartım (g)
C: Özüt miktarı (g)

$$\text{Kuru Madde Miktarı (\%)} = 100 - \text{Nem Miktarı} \quad (3.2)$$

3.2.3.2. Toplam fenolik madde (TFM)

Spektrofotometrik yöntemle, toplam fenolik madde miktarını belirlemek için, elde edilen özütlerden 0.5 mL kapaklı cam tüpler içerisine alınmıştır. Sırasıyla 2.5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (saf su ile 10 kat seyreltilmiş) ve 2 mL %7.5'lik sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra 30 sn süre ile vorteks ile karıştırılmıştır. Bu karışım 50 °C'deki su banyosunda 5 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda su banyosundan alınan örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve spektrofotometrede (Thermo Scientific, Evolution 160 UV-VIS, Almanya) 760 nm dalga boyunda, saf su ile aynı işlemlerin uygulandığı köre karşı absorbansı okunmuştur. Örneklerin okuması, gallik asit çözeltileri ile oluşturulan eğriye göre yapılmıştır. Toplam fenolik madde sonuçları, mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g olarak verilmiştir (Skerget vd 2005).

3.2.3.3. Antioksidan aktivitesi

3.2.3.3.1. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC)

Re vd'ne (1999) göre makroalg özütlerinin TEAC aktiviteleri ölçülmüştür. 7 mM ABTS çözeltisi içerisine 2.45 mM potasyum persülfat eklenmiştir. Bu karışım oda sıcaklığında ve karanlıkta yaklaşık 14-16 saat bekletilerek radikal çözelti (ABTS+•) hazırlanmıştır. Örneklerin spektrofotometrede okuması yapılmadan önce, belirtilen radikal çözelti 734 nm'de 0.700±0.02 absorbans verecek şekilde saf etanol ile seyreltmesi yapılmıştır.

Makroalg özütlerinin TEAC aktivite sonucunun, troloks karşılığı olarak belirlenmesi amacıyla özütlere ve troloksa (Sigma-Aldrich Cat:23,881-3) ait bir seri konsantrasyonlar hazırlanmıştır. Makroalg özütlerinin eğimini belirlemek için; uygun seyreltme faktörü bulunduktan sonra, 1 mL ABTS+• üzerine 5 µL, 10 µL, 15 µL ve 20 µL özütlerden eklenerek homojen bir karışım sağlanmıştır. 6 dakika bekleme süresinden sonra absorbanstaki azalma kaydedilmiştir. Troloksun eğimini belirlemek için; 500

ppm, 1000 ppm, 1500 ppm ve 2000 ppm'lik troloks konsantrasyonları hazırlanmıştır. 1 mL ABTS+• üzerine 10 µL farklı troloks konsantrasyonlarından eklenmiş ve 6 dakika boyunca absorbanstaki azalma gözlenmiştir. Konsantrasyonlara karşılık yüzde inhibisyonun çizildiği grafiklerden eğim hesaplanmıştır. Makroalg özütlerine ait eğimin troloks konsantrasyonlarına ait eğime oranının seyreltme faktörü ile çarpımı TEAC sonucunu vermektedir.

$$\text{TEAC } (\mu\text{M troloks eşdeğeri}) = \left(\frac{\text{Örneğe Ait Eğim}}{\text{Troloksa Ait Eğim}} \right) \times \text{Seyreltme Faktörü} \quad (3.3)$$

3.2.3.3.2. Serbest radikal 2,2-Diphenyl-1 picrylhydrazil (DPPH) antioksidan kapasitesi

Analiz, DPPH radikalinin inhibisyonu temel alınan yöntemle yapılmıştır (Von Gadov vd 1997, Maisuthisakul vd 2007). Bu yöntemde her bir makroalg özütünden beş farklı konsantrasyonda (%20, %40, %60, %80 ve %100) hazırlanan çözeltilerden birer tüp içerisine 100'er µL alınarak üzerine 4'er mL 6×10^{-5} M DPPH (Sigma-Aldrich D9132) çözeltisi (metanol içerisinde hazırlanmış) ilave edilmiştir. Çözeltiler oda sıcaklığında karanlık bir yerde 30 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözeltilerin absorbanansı ($A_{A(t)}$) metanole karşı spektrofotometrede (Thermo Scientific, Evolution 160 UV-VIS, Almanya) 516 nm dalga boyunda okunmuştur. Kör için 100 µL methanol üzerine 4 mL DPPH çözeltisi ilave edilerek elde edilen çözeltinin absorbanansı ($A_{C(0)}$) aynı dalga boyunda okunarak aşağıdaki formül yardımıyla inhibisyonu hesaplanmıştır (Yen ve Duh 1994, Katalinic vd 2006).

$$\text{İnhibisyon } (\%) = \left[\frac{A_{C(0)} - A_{A(t)}}{A_{C(0)}} \right] \times 100 \quad (3.4)$$

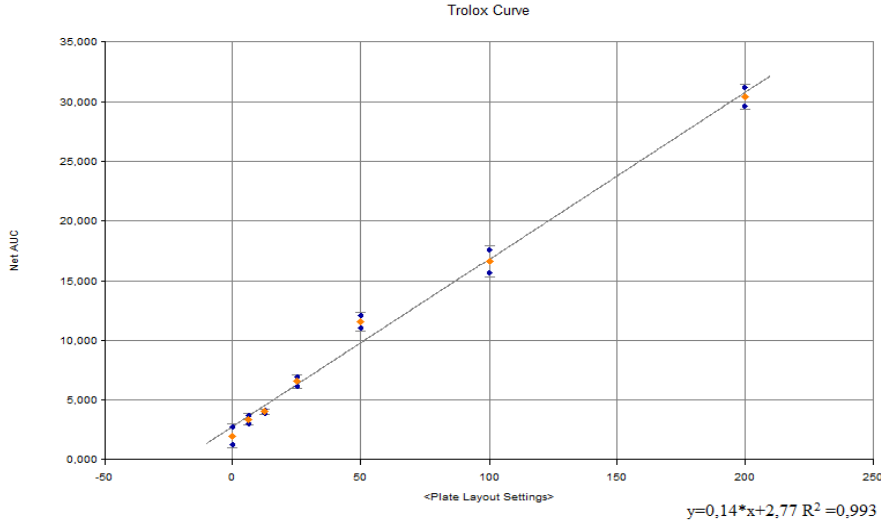
t = 30 dk

DPPH radikalinin %50'sini inhibe eden özüt konsantrasyonu olarak tanımlanan IC_{50} değeri ise 5 farklı konsantrasyonda hazırlanan özütlere karşı çizilen DPPH radikalinin % inhibisyon oranından elde edilen doğru denklemden hesaplanmıştır (Molyneux 2004, Bilusic Vundac vd 2007, Dinçer 2007).

3.2.3.3.3. Radikal oksijen absorban kapasitesi (ORAC)

Antioksidan aktivite ölçümü kinetik olarak Biotek Synergy™ HT Multi-Detection mikropilaka okuyucu (Winooski, Vermont, USA) cihazında gerçekleştirilmiştir. Analiz için; örnek seyreltmeleri, fosfat tampon (pH 7.4) çözeltisi kullanılarak yapılmıştır. Her okuma sırasında standart eğri oluşturulması için 0, 12.5, 25, 50, 100 ve 200 µL troloks konsantrasyonlarından ve örnek dilüsyonundan mikropilaka kuyucuklarına 25 µL eklenmiştir. Çalışmaya ait troloks eğri grafiği Şekil 3.8'de verilmiştir. Cihaz analize başlamadan önce, analiz yönteminin kayıtlı olduğu program üzerine örneklerin kodlamaları yapılmıştır. Analiz esnasında, cihaz ilk önce mikropilakalara 0.004 µM konsantrasyonunda hazırlanan flourescein stok çözeltisinden 150 µL eklemiş ve 37 °C'de karanlıkta 30 dakika inkübasyon süresini beklemiştir. Bu sürenin bitiminde ikinci olarak, mikropilakadaki kuyucuklara 25 µL 2,2'-Azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride (AAPH) (153 mM) çözeltisinden ilave etmiş ve 37 °C'de karanlıkta 90 dakika sürecek reaksiyon başlatmıştır. Reaksiyon süresinin her dakikasında 485-520

nm egzitasyon-emisyon dalga boyunda flouresans okuma yapılarak Gen 5TM bilgisayar yazılım programına kaydedilmiştir (Wu vd 2008, Budak 2010).



Şekil 3.8. Troloks eğri grafiği

3.2.3.4. Disk difüzyon metodu ile antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi

Çalışmada antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi için BD (Becton, Dickinson Company, ABD) şirketinden liyofilize boncuk halinde bakteri ve maya suşları temin edilmiştir. Gram pozitif (*Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Listeria monocytogenes* ATCC 35152) ve gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) olmak üzere toplamda 6 bakteri türü kullanılmıştır. Antifungal aktivite için ise *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404), *Candida albicans* (ATCC 10231) türleri kullanılmıştır.

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi uygulanmıştır. Bu metoda göre, 9 mm çapında steril diskler (Whatman 2017-009) aseptik koşullarda makroalg özütlerinden 30 µL emdirilmiştir. Bakteri kültürlerinin antimikrobiyal aktivitelerini belirlemede, Mueller Hinton Agar (MHA, Merck 1.10293), maya kültürlerinin antimikrobiyal aktivitelerini belirlemede Glukoz-Yeast Extract Penicilin Streptomycin Agar besiyerinden yararlanılmıştır. Denemede kullanılacak olan bakteri kültürlerini aktifleştirmek için Tryptic Soy Broth (TSB, Merck, 1.05459), maya kültürleri için Glukoz-Yeast Extract Penicilin Streptomycin Broth kullanılmıştır. Bakteri kültürlerini aktifleştirmek için 10 mL TSB bulunan deney tüpü içerisine 1 adet boncuk atılmış ve 37 °C'deki inkübatörde 24 saat tutulmuştur. Maya kültürlerini aktifleştirmek için 10 mL Glukoz-Yeast Extract Penicilin Streptomycin Broth bulunan 100 mL'lik erlen içerisine 1 adet boncuk atılmış ve 25 °C'deki inkübatörde 24 saat tutulmuştur. Bu süre sonunda bakteriyel tüplerin tamamı 50 mL'lik steril falcon tüplerine alınmış ve soğutmalı santrifüj içerisinde 4 °C'de 5000 rpm devirde 15 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Tüplerdeki brothlar boşaltılmış ve dibe çöken bakteriler Maximum Recovery Diluent (MRD, Merck 1.12535) ile cam tüpe alınmış ve bakteri süspansiyonu MacFarland 0.5'e göre ayarlanmıştır. MacFarland

0.5'e göre ayarlanmış bakteri süspansiyonu içine steril bir eküvyon daldırılarak karıştırılmış ve bu eküvyon MHA bulunan petri yüzeyine sık aralıklarla taramak suretiye 3 ayrı yönde sürülerek ekim yapılmıştır. Mayalar santrifüjde çökmediği için santrifüj yapılmamıştır. Steril bir eküvyon daldırılarak karıştırılmış ve bu eküvyon Glukoz-Yeast Extract Penicilin Streptomycin Agar bulunan petri yüzeyine sık aralıklarla taramak suretiye 3 ayrı yönde sürülerek ekim yapılmıştır. Tüm petri plakları bundan sonra 5-15 dakika süre ile oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. 90 mm ölçüsünde olan petriler üzerine 4 adet steril disk ilave edilmiş ve bu diskler üzerine aseptik olarak 50 µL alg özütü emdirilmiştir. Her bakteri ve maya türü için negatif kontrol olarak, 50 µL %95'lik etanol disk üzerine emdirilmiştir. Pozitif kontrol olarak ise; her bakteri türü için ayrı olarak Penicilin G (P10) 10 µg/disk (Oxoid CT0043Bx3373), Erythromycin (E15) 15 µg/disk (Oxoid CT0020Bx3314) ve Oxytetracycline (OT 30) 30 µg/disk (Oxoid CT041Bx3368) olmak üzere üç farklı antibiyotik ilave edilmiştir. Maya türlerinde ise pozitif kontrol olarak disk üzerine 50 µl formaldehit emdirilmiştir. Çalışma iki tekerrür ve iki paralel olarak yapılmıştır. Bakterilerin inokule edildiği plaklar 37 °C'de, mayaların inokule edildiği plaklar 25 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmışlardır. Süre sonunda disklerin etrafında oluşan inhibisyon zonlarının çapları (9 mm disk dahil) ölçülmüştür (NCCLS 1993).

3.2.4. Depolama süresince uskumru kıymalarına uygulanan analizler

3.2.4.1. Duyusal ve fiziksel analizler

3.2.4.1.1. Çiğ uskumru kıymalarındaki duyusal analiz

Uskumru kıymasının çiğ olarak 5 farklı panelist tarafından yapılan duyusal değerlendirilmesi, morina balığı için önerilen yöntemin modifiye edilen Kalite İndeks Metodu (QIM)'na göre yapılmıştır (Bonilla vd 2007, Kuş 2012). QIM şeması toplam 8 puan olmak üzere 4 parametreden oluşmaktadır (Çizelge 3.2). Her bir parametre için 0 tazeliği gösterirken, değerler arttıkça balığın bozulmuşluk derecesinin arttığını göstermektedir.

Çizelge 3.2. Uskumru kıyması için modifiye edilmiş kalite indeks metodu

Kalite parametreleri		Kontrol	05G	1G	2G	05U	1U	2U
Koku	Taze ve nötral	0	0	0	0	0	0	0
	Yosunumsu	1	1	1	1	1	1	1
	Ekşimiş süt	2	2	2	2	2	2	2
	Asetik ve amonyak kokusu	3	3	3	3	3	3	3
Renk	Beyaz ve kahverengi	0	0	0	0	0	0	0
	Sarımsı ve koyu kahverengi	1	1	1	1	1	1	1
Görünüş	İyi	0	0	0	0	0	0	0
	Orta	1	1	1	1	1	1	1
	Kötü	2	2	2	2	2	2	2
Genel Beğeni	İyi	0	0	0	0	0	0	0
	Orta	1	1	1	1	1	1	1
	Kötü	2	2	2	2	2	2	2
Bu balık kıymasını satın alırmıydınız ?		Evet	Hayır					

¹Not: 0 taze balık etini gösterirken, daha yüksek puanlar daha düşük kaliteyi belirtmiştir.

3.2.4.1.2. Pişmiş uskumru kıymalarındaki duyuşal analiz

Pişmiş balık kıymalarının duyuşal değerlendirmesi 5 farklı panelist tarafından yapılmıştır. Uskumru kıymaları misket şeklinde köfte yapılarak 120 °C'deki fırında 10 dakika pişirilmiştir. Panelistler örnekleri Çizelge 3.3'de verilen özellikleri açısından değerlendirmişlerdir. 9 taze balığı göstermekte olup, değerlerin azalması balığın bozulma belirtilerini sergilemesinin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir. Panelistler tarafından verilmiş olan puanların ortalamaları alınarak duyuşal kalite değerlendirilmiştir (Simeonidou vd 1997, Yerlikaya 2008).

Çizelge 3.3. Pişmiş uskumru kıymaları için kullanılan hedonik skala

Özellikler	Kontrol	05G	1G	2G	05U	1U	2U
Koku							
Görünüş							
Genel Kabul Edilebilirlik							
Çok iyi (9); Oldukça iyi (8); İyi (7); Biraz İyi (6); Yorumsuz (5); Biraz kötü (4); Kötü (3); Oldukça Kötü (2); Çok kötü (1)							

3.2.4.1.3. Renk

Uskumru kıymalarının renk ölçümü CR-400 Minolta chromameter renk ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır. Kullanılmadan önce cihazın beyaz standart magnezyum oksit plaka ile kalibrasyonu yapılmıştır. Örneklerde CIE renk sistemine göre; L (siyahlık-beyazlık), a (kırmızılık-yeşillik) ve b (sarılık-mavilik) değerlerinin ölçümleri yapılmıştır.

3.2.4.1.4. pH analizi

Uskumru kıymalarının pH'ı, dijital bir pH metre (Hanna Instruments, Almanya) kullanılarak analiz edilmiştir. 5 gram uskumru kıyması alınarak üzerine 50 mL saf su eklenmiş (1/10; w/v) ve mağnetik karıştırıcı yardımıyla 5 dakika karıştırılmış, pH metrenin probu bu solüsyona daldırılarak ölçümler yapılmıştır (Özoğul vd 2011, Kuş 2012).

3.2.4.2. Kimyasal kalite analizleri

3.2.4.2.1. Trimetilamin azot (TMA-N) tayini

10 g uskumru kıyması üzerine 90 mL %10'luk triklorasetik asit (TCA) ilave edilmiş ve ultraturax ile homojenize edilmiştir. 4 ml filtre edilen homojenizattan 30 mL'lik sızdırmaz kapaklı cam tüp içerisine alınmıştır. Üzerine 1 mL %20'lik formaldehit, 10 ml toluol, 3 mL %50'lik potasyum hidroksit (KOH) eklenmiştir. Tüpler vorteksle süt beyaz kıvamı görene kadar karıştırıldıktan sonra faz ayrımı için 10 dakika bekletilmiştir. Üstteki fazdan 5 mL alınmış ve üzerine %0.02'lik 5 mL pikrik asit ilave edilmiştir. Spektrofotometrede 410 nm'de pikrik asit eklenir eklenmez vakit geçirmeden ölçümleri yapılmıştır (Schormüller 1968).

3.2.4.2.2. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) tayini

10 g uskumru kıyması, 2 g magnezyum oksit (MgO) ve 100 mL distile su Kjeldahl tüplerine alınmıştır. 250 mL'lik erlenler içerisinde ise; 100 ml distile su ve 10 mL %3'lük borik asit ve 8 damla Taşıro indikatörü eklenmiştir. Daha sonra tüp ve erlen Kjeldahl cihazına yerleştirilerek erlen içerisinde 200 ml destilat birikinceye kadar destilasyon işlemine devam edilmiştir. Destilatın 0.1 N'lik HCl asit ile titrasyonu yapılarak, pembemsi rengin olduğu noktada titrasyona son verilmiş ve sarfiyat not edilmiştir. TVB-N miktarının hesaplanması aşağıdaki formüle göre yapılmıştır (Antonocopoulos 1973).

$$\text{TVB-N (mg/100 g)} = \frac{\text{Harcanan 0.1 N Asit Miktarı (mL)} \times 1.4 \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \quad (3.5)$$

3.2.4.3. Yağlarda oluşan oksidasyonu belirlemek için yapılan analizler

3.2.4.3.1. Peroksit sayısı

Uskumru kıymalarından eter ekstraksiyonu ile elde edilen 1 g yağ örneği üzerine 20 mL kloroform, 50 mL asetik asit:kloroform (60:40) çözeltisi eklenmiş ve yağ tamamen çözülene kadar çalkalanmıştır. Bu işlemden sonra 1 mL doymuş potasyum iyodür eklenerek, kısa bir süre çalkalanmıştır. Karanlık bir ortamda 30 dakika bekletildikten sonra üzerine 100 mL distile su ve %1'lik nişasta solüsyonundan 1 mL eklenmiştir. 0.002 M'lik sodyum tiyosülfatla berrak renk oluşana kadar titre edilmiştir. Aynı işlemlerin tamamı yağ örneği olmaksızın kör içinde yapılmıştır. Peroksit sayısı değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (AOAS 1994).

$$\text{Peroksit Sayısı (meq O}_2\text{/kg)} = 2 \times (A-B) / C \quad (3.6)$$

A: 0.002 M'lik sodyum tiyosülfat sarfiyatı (mL)

B: Kör için harcanan 0.002 M'lik sodyum tiyosülfat (mL)

C: Örnek Ağırlığı

3.2.4.3.2. UV spektrum

0.020 gram yağ örneği 10 mL izo-oktan içerisinde homojen bir şekilde çözdürülmüştür. Her örneğin 220 ile 320 nm dalga boyları arasında spektrumları alınmıştır. Oksidasyona bağlı olarak UV absorbans değerlerinde görülen değişimler belirlenmiştir (IUPAC 1987).

3.2.4.3.3. Tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARS) sayısı tayini

Tiyobarbitürik asit içeriğinin spektrofotometrik belirlenmesi, tiyobarbitürik asit reaktifıyla yağlarda bulunan malondialdehit'in kolorizasyonu prensibine bağlı olarak belirlenmiştir (AOCS 1998). Uskumru kıymalarından ekstrakte edilmiş olan yağdan 25 ml'lik balon joje içerisinde 0.1 g tartılarak çizgisine 1-butanol ile tamamlanmıştır. Daha sonra sızdırmaz kapaklı cam deney tüpüne 5 mL'si alınmıştır. Üzerine 5 mL TBA

reaktifi eklenmiş ve vorteksle karıştırılmıştır. 120 dakika 95 °C su banyosunda tutulmuştur. Soğutulan örnekler 530 nm dalga boyunda ölçülmüş ve sonuçlar mg malondialdehit/kg örnek olarak değerlendirilmiştir. TBARS miktarının hesaplanması aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{TBARS (mg MDA/kg)} = 50 \times (\text{Yağ Örneğinin Absorbansı} - \text{Körün Absorbansı}) / \text{Örnek Ağırlığı (mg)} \quad (3.7)$$

3.2.4.4. Yağlarda hidroliz derecesinin göstergesi olan serbest yağ asitliği analizi

0.5 g yağ 50 ml dietileter:ethanol (1:1 mL oranında) içerisinde çözdürülmüştür. Üzerine 1 mL %1'lik fenolfitalein indikatörü eklenmiştir. 0.1 N'lık sodyum hidroksit ile pembe renk oluşuna kadar titre edilmiştir. %'de serbest yağ asitliği miktarı aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır (AOAS 1994).

$$\text{Serbest Yağ Asitliği (\%)} = [(A-B) \times 2.805] / C \quad (3.8)$$

A: Harcanan 0.1 N'lık NaOH miktarı mL cinsinden

B: Kör için harcanan 0.1 N'lık NaOH miktarı mL cinsinden

C: Örnek ağırlığı

2.805: Dönüşüm faktörü

3.2.4.5. Mikrobiyolojik analiz

Aseptik koşullarda stomacher poşet içerisine alınan 10 g balık eti üzerine 90 mL ringer çözeltisi ilave edilmiş ve stomacher cihazında 3 dakika süre ile homojenizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ekimler için homojenizatın ilk seyreltmesi sağlanmış ve devam eden ondalık seyreltmeleri hazırlanmıştır. Daha sonra petrilere yayma metoduna göre ekim yapılmıştır (ICMSF 1982). Ekim sonrası emilimin tam olarak gerçekleşebilmesi için petri kutuları 10 dakika steril kabin içerisinde bekletilmiştir. İnkübasyon sonrası 30-300 arasında koloni oluşturan plakların sayımı yapılmıştır. Sonuçlar, gramda koloni oluşturan birim (kob/g) olarak verilmiş ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Kuş 2012).

$$\text{Mikrobiyal Analiz Sonucu (kob/g)} = (\text{Koloni Sayısı} \times \text{Seyreltme Faktörü}) / 0.1 \quad (3.9)$$

3.2.4.5.1. Toplam mezofilik aerob bakteri sayımı (TMAB)

Toplam mezofilik aerob bakteri sayımı için "Plate Count Agar" (PCA, Merck 1.05463) kullanılmıştır. Plaklar 30 °C'de 48 saat inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir.

3.2.4.5.2. Toplam psikrofilik aerob bakteri sayımı (TPAB)

Toplam psikrofilik aerob bakteri sayımı için "Plate Count Agar" (PCA, Merck 1.05463) kullanılmıştır. Plaklar 5 °C'de 10 gün inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir.

3.2.4.5.3. Pseudomonas sayımı

Pseudomonas sayımı için “Pseudomonas Selektif Agar” (Merck 1.07620) kullanılmıştır. Plaklar 30 °C’de 48 saat inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir.

3.2.4.5.4. Laktik asit bakteri sayımı

Laktik asit bakteri sayımı için “de man, Rogosa and Sharpe Agar” (MRS, Merck 1.10660) kullanılmıştır. Anaerobik kavonozlar içerisine petri kutuları yerleştirilmiş ve içerisine anerogen konulmuştur. Plaklar, oksijensiz ortamda 37 °C’de 24 saat inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir.

3.2.4.5.5. Maya ve küf sayımı

Besiyeri olarak %10’luk sitrik asit kullanılarak pH’sı 3.5’e ayarlanmış olan “Potato Dextrose Agar” (PDA, Merck 1.10130) kullanılmıştır. Plaklar 25 °C’de 5 gün inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir.

3.2.5. Verilerin değerlendirilmesi

Analizler iki paralelli yapılmış ve denemeler iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, SAS 9.0 Windows programı kullanılarak varyans analizine (F Testi) tabi tutulup, önemli varyans kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile $P<0.01$ ve $P<0.05$ önem seviyesine göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Düzgüneş vd 1987).

4. BULGULAR

4.1. Makroalg Özütlerine İlişkin Araştırma Bulguları

4.1.1. Makroalg özütlerinin kurumadde içeriğine ait bulgular

Elde edilen *G. verrucosa* ve *U. rigida* makroalg özütlerine ait kuru madde içeriği istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Makroalg özütlerinin kuru madde değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	0.04940833	0.91
Sıcaklık	2	0.51340833	9.47*
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	0.00730833	0.13
Hata	6	0.05424167	

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli

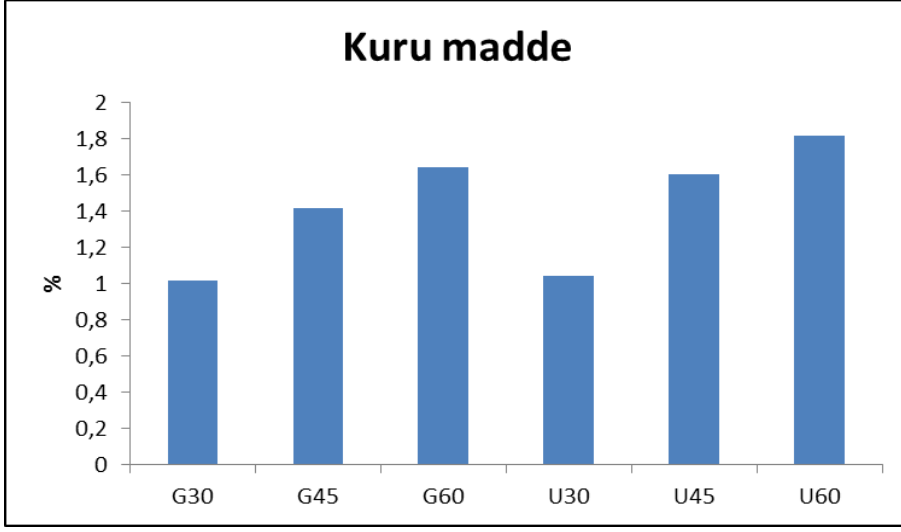
Kullanılan makroalg özütünün kuru madde üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığı, ancak farklı sıcaklık derecelerinin önemli düzeyde ($p < 0.05$) etkili olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu farklılıklara ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Makroalg özütleri ve farklı sıcaklık uygulamasının kuru madde değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Kuru madde (%)
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	1.3600 ^a
<i>U. rigida</i>	1.4883 ^a
Sıcaklık (° C)	
30	1.0300 ^b
45	1.5125 ^a
60	1.7300 ^a

^{a-b}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Kuru madde içeriği bakımından *G. verrucosa* ve *U. rigida* özütleri arasında fark görülmemekle birlikte, farklı sıcaklık uygulamaları arasında; 30 °C’de elde edilen özütlerde istatistiksel olarak farklılık belirlenmiştir ($p < 0.05$). Gruplar için belirlenen değerler Şekil 4.1 ve Çizelge 4.3’de görülmektedir.



Şekil 4.1. Makroalg özütlerinin kuru madde değerleri

Çizelge 4.3. Makroalg özütlerine ait kuru madde, toplam fenolik madde, TEAC, DPPH, ORAC değerleri

Analizler	Gruplar					
	G30	G45	G60	U30	U45	U60
Kuru madde (%)	1.02±0.33 ^c	1.42±0.28 ^{abc}	1.64±0.30 ^{ab}	1.04±0.05 ^{bc}	1.61±0.15 ^{abc}	1.81±0.13 ^a
TFM (mg gallik asit/g ekstrakt)**	0.06±0.00 ^f	0.12±0.00 ^e	0.19±0.00 ^b	0.14±0.00 ^d	0.15±0.00 ^c	0.22±0.00 ^a
TEAC (µmol troloks eşdeğeri)**	0.66±0.03 ^d	0.71±0.04 ^d	1.49±0.07 ^b	1.22±0.03 ^c	1.31±0.04 ^c	2.18±0.00 ^a
DPPH (mg/mg DPPH)**	228.67±10.58 ^a	125.54±0.76 ^c	87.90±3.69 ^e	170.78±1.19 ^b	108.73±0.04 ^d	63.89±0.13 ^f
ORAC (µmol troloks eşdeğeri)*	3.56±0.59 ^c	4.08±0.27 ^{bc}	4.71±0.25 ^{bc}	4.99±0.86 ^{ab}	5.10±0.14 ^{ab}	5.95±0.31 ^a

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{a-f} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

G30; *G. verrucosa* makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

G45; *G. verrucosa* makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

G60; *G. verrucosa* makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

U30; *U. rigida* makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

U45; *U. rigida* makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

U60; *U. rigida* makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

4.1.2. Makroalg özütlerinin toplam fenolik madde içeriğine ait bulgular

Elde edilen *G. verrucosa* ve *U. rigida* özütlerinin toplam fenolik madde içeriği istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Makroalg özütlerinin toplam fenolik madde içeriğine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	0.00563333	338.00**
Sıcaklık	2	0.01143333	686.00**
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	0.00053333	32.00**
Hata	6	0.00001667	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

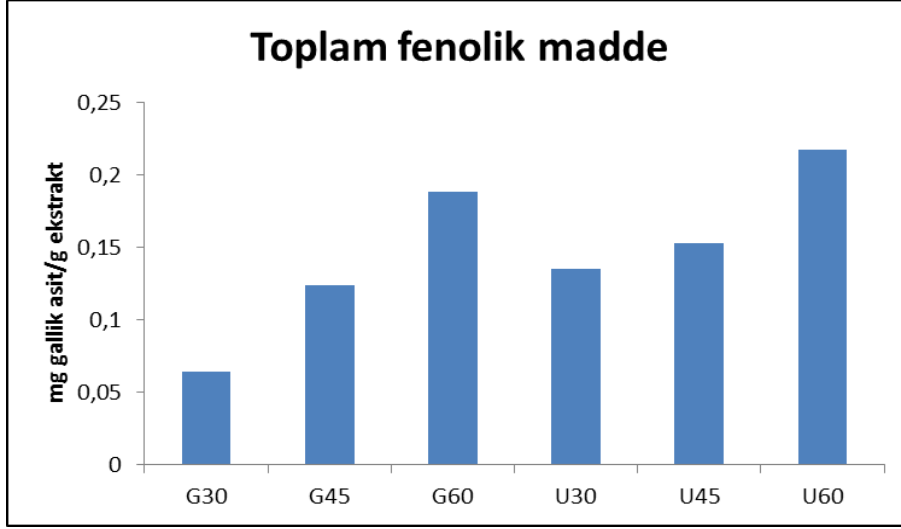
Çalışmamızda kullanılan makroalg özütleri, uygulama sıcaklıkları ve bunların birbirleri arasındaki interaksyonun toplam fenolik madde içeriği üzerine önemli düzeyde (p<0.01) etkili olduğu istatistiksel olarak ortaya konulmuştur. Belirlenen bu farklılıklara ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Makroalg özütleri ve farklı sıcaklık uygulamasının toplam fenolik madde içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Toplam fenolik madde (mg gallik asit/g ekstrakt)
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	0.125000 ^b
<i>U. rigida</i>	0.168333 ^a
Sıcaklık (° C)	
30	0.100000 ^c
45	0.135000 ^b
60	0.205000 ^a

^{a-c}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Gruplar arasında en yüksek toplam fenolik madde içeriği, 60 °C sıcaklıkta elde edilen *U. rigida* makroalg özütünde olduğu belirlenmiştir (p<0.01). Toplam fenolik madde içeriği, farklı sıcaklıklarda elde edilen özütler arasında önemli derecede farklılık göstermektedir (p<0.01). Örnekler için belirlenen değerler Şekil 4.2. ve Çizelge 4.3’de görülmektedir.



Şekil 4.2. Makroalg özütlerinin toplam fenolik madde içeriği

4.1.3. Makroalg özütlerinin antioksidan aktivitesine ait bulgular

Antioksidan aktivitenin belirlenmesi amacıyla birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışmada ise; Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ve radikal oksijen absorbans kapasitesi (ORAC) analiz yöntemleri ile antioksidan aktivite belirlenmiştir.

4.1.3.1. Makroalg özütlerinin troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC)'ne ait bulgular

Üç farklı sıcaklıkta hazırlanan *G. verrucosa* ve *U. rigida* özütlerine ait toplam 6 adet özüt, ön denemelerle belirlenen uygun seyreltme faktörü ile hazırlanmış ve troloks standart eğrisine karşı antioksidan aktivitesi hesaplanmıştır. 30 °C ve 45 °C sıcaklıkta hazırlanan *G. verrucosa* özütleri için seyreltme yapılmamış olup özütün TEAC aktivitesi belirlenmiştir. 60 °C'de hazırlanan *G. verrucosa*, 30 °C ve 45 °C'de hazırlanan *U. rigida* özütleri 1/2 oranında, 60 °C'de hazırlanan *U. rigida* özütlerinin ise 1/3 oranında saf etanol ile seyreltmeleri yapılarak TEAC aktiviteleri belirlenmiştir. Konsantrasyona karşı elde edilen % inhibisyonlar sırasıyla trolox, 30 °C, 45 °C ve 60 °C'de hazırlanan *G. verrucosa* ve *U. rigida* özütleri için Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

ABTS yöntemi ile troloks eşdeğeri olarak tespit edilen antioksidan aktivitesi sonuçları incelenmiş ve özütler arasındaki fark istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Makroalg özütlerinin troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	1.13467500	705.50**
Sıcaklık	2	0.98852500	614.63**
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	0.00452500	2.81
Hata	6	0.00160833	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

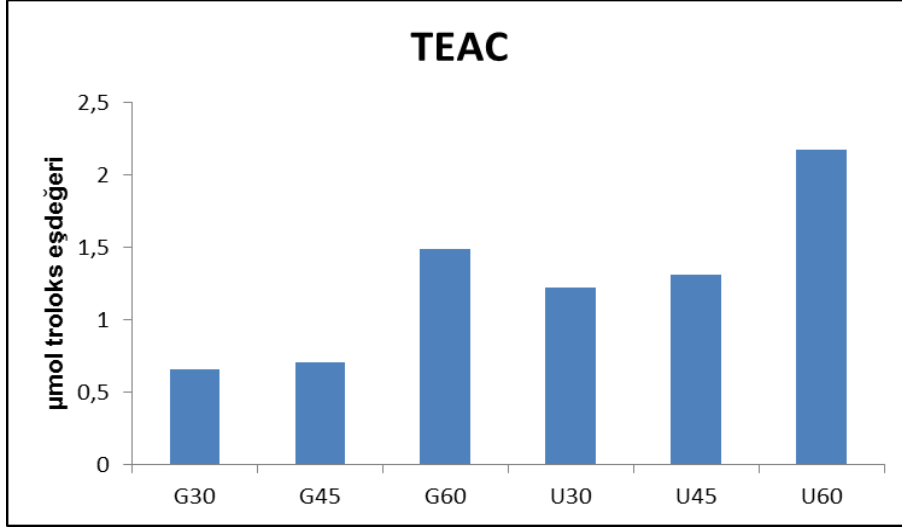
Çalışmamızda kullanılan makroalg özütleri ve uygulama sıcaklıkları arasında troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi bakımından önemli düzeyde (p<0.01) farklılık olduğu istatistiksel olarak ortaya konulmuştur. Belirlenen bu farklılıklara ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Makroalg özütleri ve farklı sıcaklık uygulamasının troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

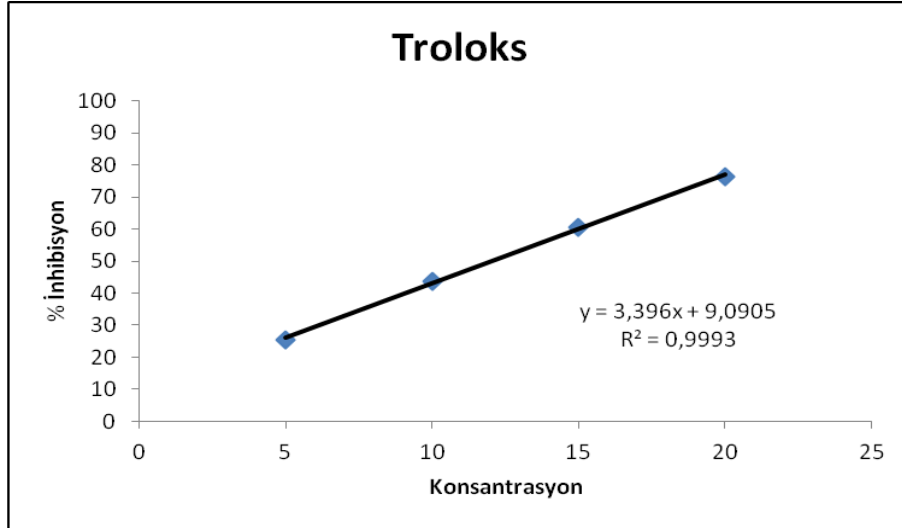
	TEAC değeri (µmol troloks eşdeğeri)
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	0.95500 ^b
<i>U. rigida</i>	1.57000 ^a
Sıcaklık (° C)	
30	0.94000 ^c
45	1.01250 ^b
60	1.83500 ^a

^{a-c}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

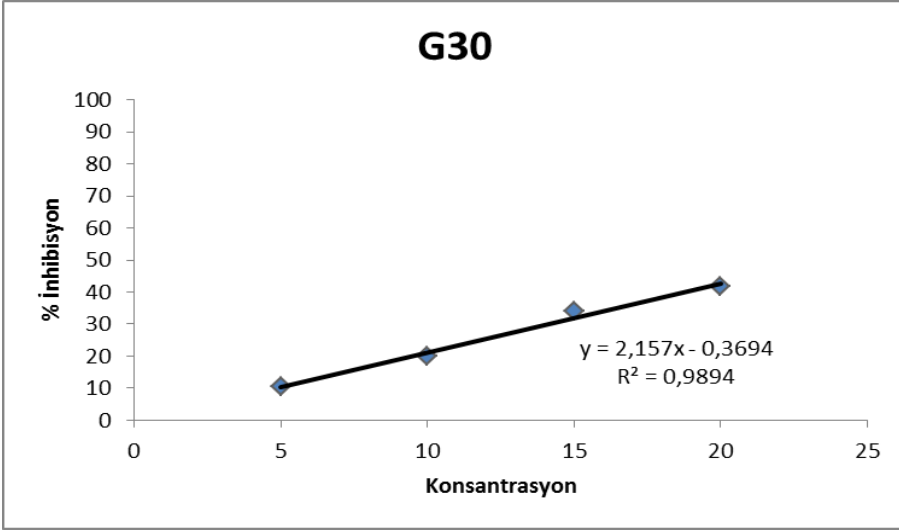
Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre özütler ve uygulama sıcaklıkları arasındaki istatistiksel farklılık önemli olup (p<0.01), en yüksek TEAC içeriğinin 60 °C sıcaklıkta elde edilen *U. rigida* makroalg özütünde olduğu belirlenmiştir (p<0.01). Her iki tür içinde 30 °C'de elde edilen özütlerin TEAC aktivitesi diğer sıcaklık gruplarına göre düşük belirlenmiştir. Gruplar için belirlenen değerler Şekil 4.3 ve Çizelge 4.3'de verilmiştir.



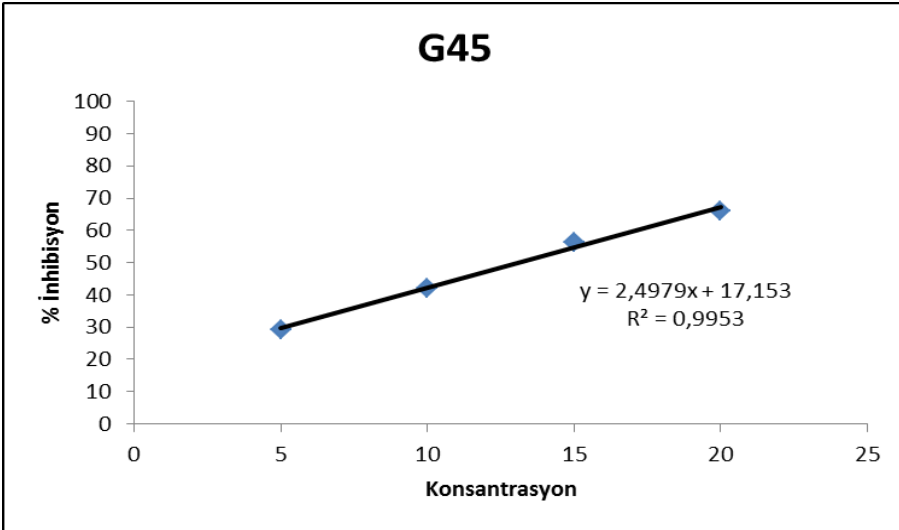
Şekil 4.3. Makroalg özütlerinin troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi



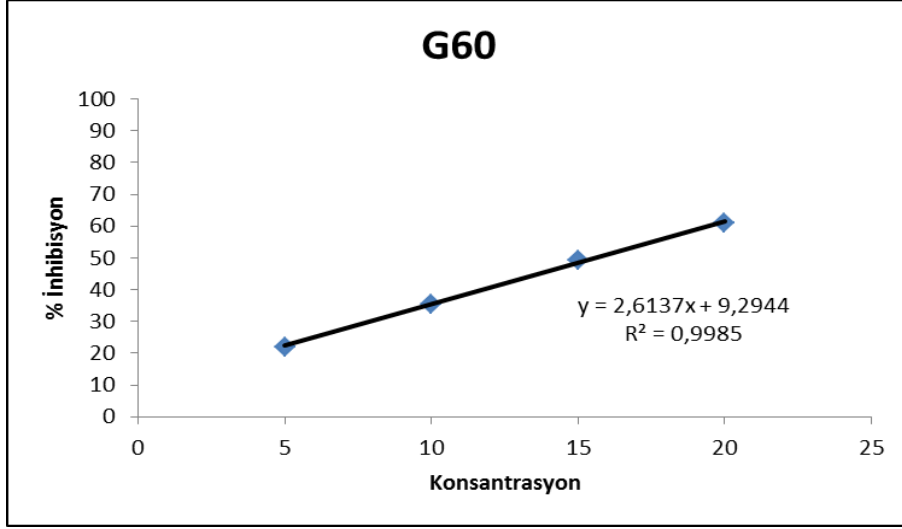
Şekil 4.4. Troloks standardına ait % inhibisyon



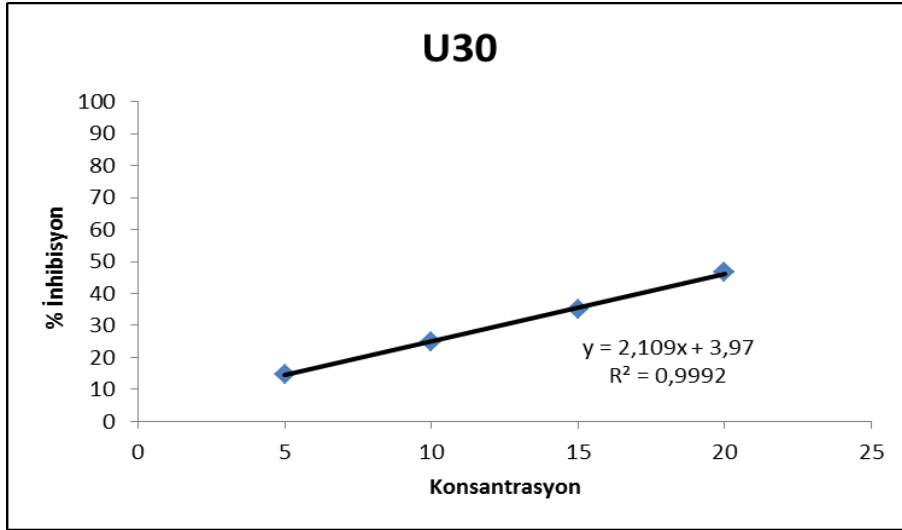
Şekil 4.5. *G. verrucosa* makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon



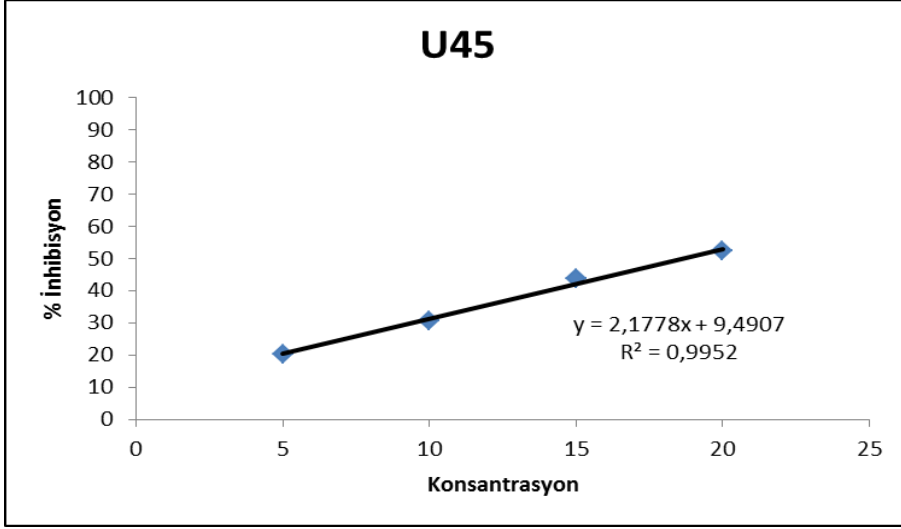
Şekil 4.6. *G. verrucosa* makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon



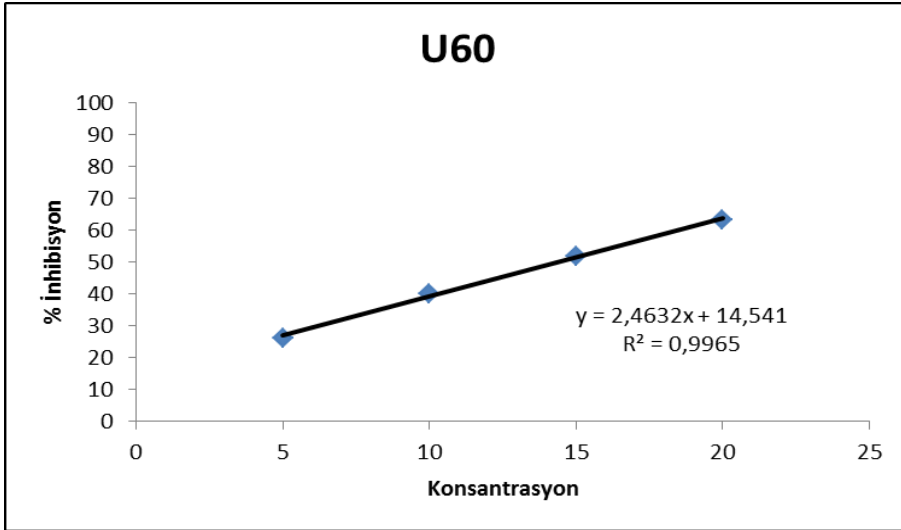
Şekil 4.7. *G. verrucosa* makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon



Şekil 4.8. *U. rigida* makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon



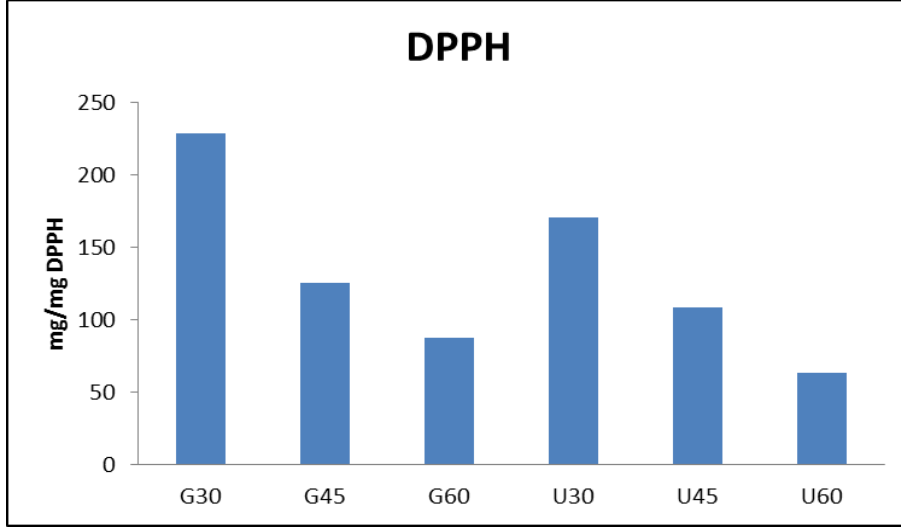
Şekil 4.9. *U. rigida* makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon



Şekil 4.10. *U. rigida* makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon

4.1.3.2. Makroalg özütlerinin serbest radikal 2,2-Diphenyl-1 picrylhydrazil (DPPH) antioksidan kapasitesine ait bulgular

G. verrucosa ve *U. rigida* özütlerinin antioksidan aktivitesi örneklerin DPPH radikalini süpürücü etkileri değerlendirilerek hesaplanmıştır. Buna göre DPPH radikalinin %50'sinin inhibisyonu için gerekli madde konsantrasyonu olarak tanımlanan IC₅₀ değerleri belirlenerek hesaplama sonucu özütün DPPH'i süpürme miktarı Şekil 4.11 ve Çizelge 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Makroalg özütlerinin DPPH antioksidan kapasitesi

Araştırma kapsamında, farklı sıcaklık uygulamalarında elde edilen *G. verrucosa* ve *U. rigida* özütlerinin DPPH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.9’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Makroalg özütlerinin DPPH antioksidan kapasitesine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	3247.5590	152.76**
Sıcaklık	2	15904.49781	748.13**
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	481.08521	22.63**
Hata	6	21.25904	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.9. Makroalg özütleri ve farklı sıcaklık uygulamasının DPPH antioksidan kapasitesine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

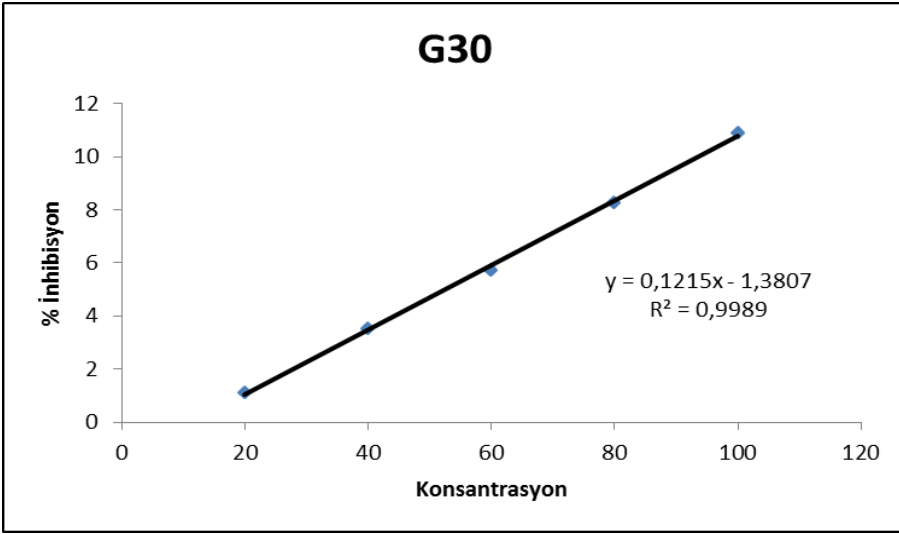
DPPH değeri (mg/mg DPPH)	
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	147.370 ^a
<i>U. rigida</i>	114.468 ^b
Sıcaklık (° C)	
30	199.728 ^a
45	117.135 ^b
60	75.895 ^c

^{a-c}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

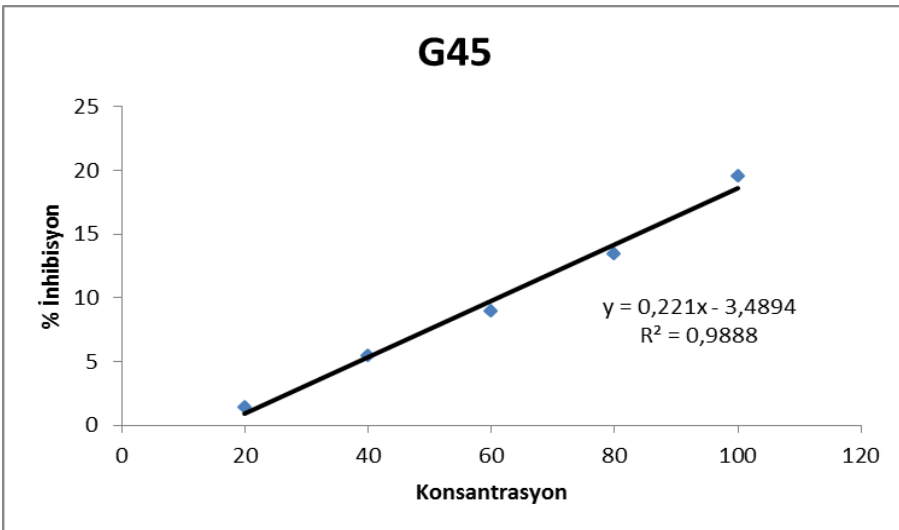
Varyans analiz sonuçlarına göre özüt çeşidi ve farklı sıcaklık uygulamaları ve bunların birbirleri ile interaksyonlarının DPPH değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (p<0.01). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

sonuçlarına göre; DPPH radikalini en fazla süpürme etkisini 60 °C sıcaklıkta elde edilen *U. rigida* özütü göstermiştir (p<0.01).

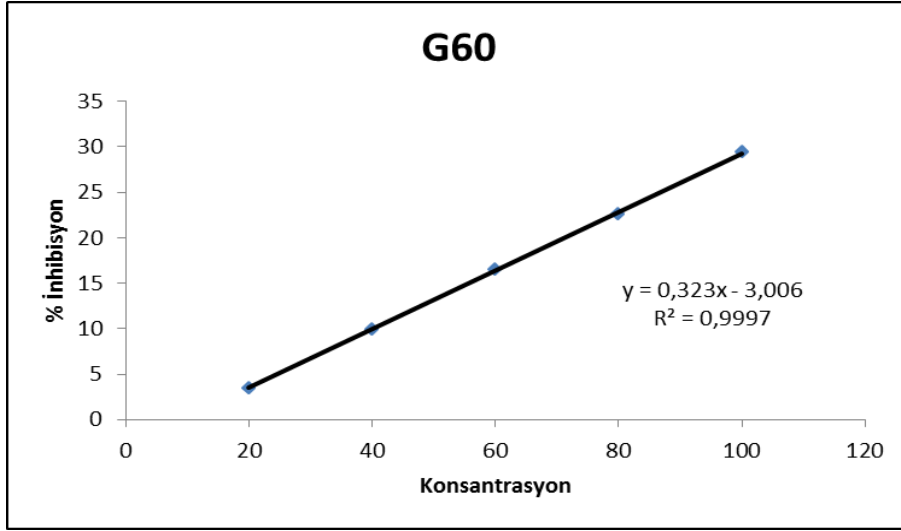
G. verrucosa ve *U. rigida* türlerine ait toplam 6 özüt için yapılan ön denemeler sonucunda; her özüt için %20, %40, %60, %80 ve kendisi olmak üzere 5 farklı konsantrasyon hazırlanmış ve bu konsantrasyonlardan 0,1 mL kapaklı bir tüpe alınarak üzerine 4 mL DPPH radikal çözeltisi eklenmiştir. 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra spektrofotometrede absorbansları ölçülmüştür. Konsantrasyona karşı elde edilen % inhibisyonlar sırasıyla 30 °C, 45 °C ve 60 °C’de hazırlanan *G. verrucosa* ve *U. rigida* özütleri için Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de verilmiştir.



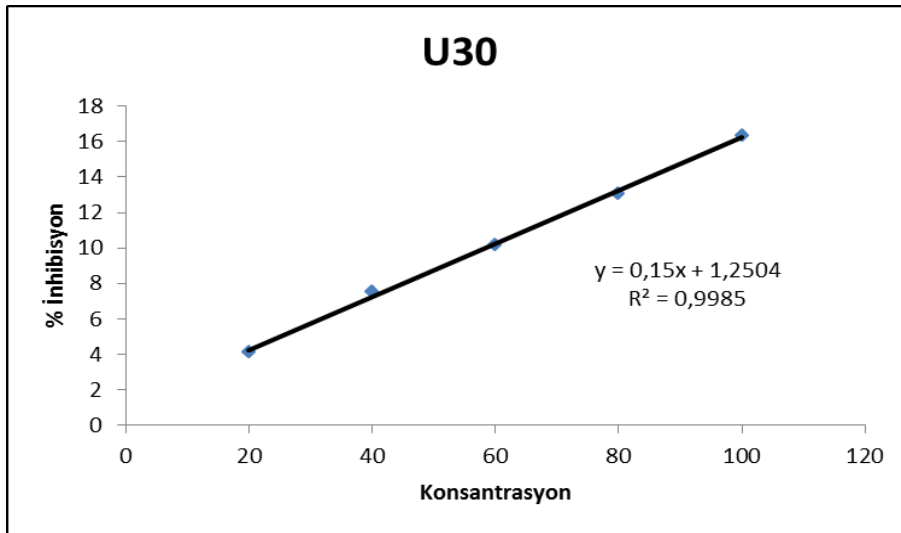
Şekil 4.12. *G. verrucosa* makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon



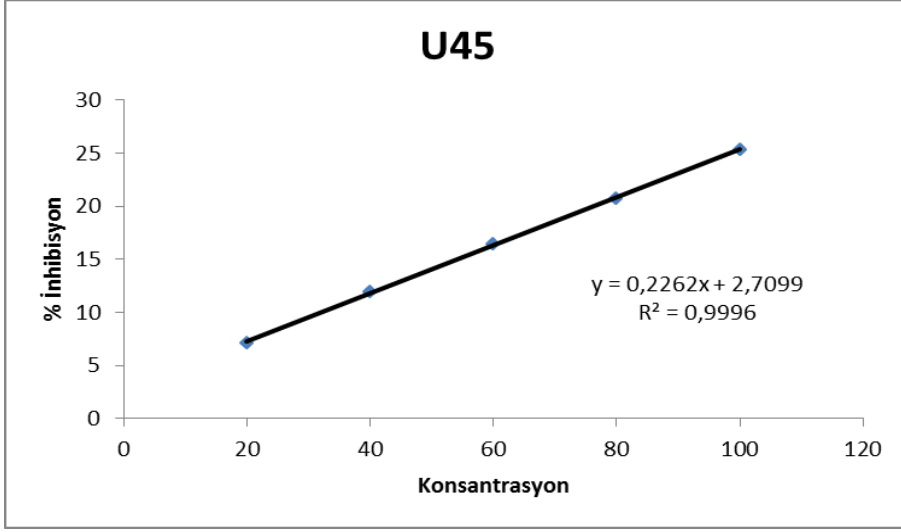
Şekil 4.13. *G. verrucosa* makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon



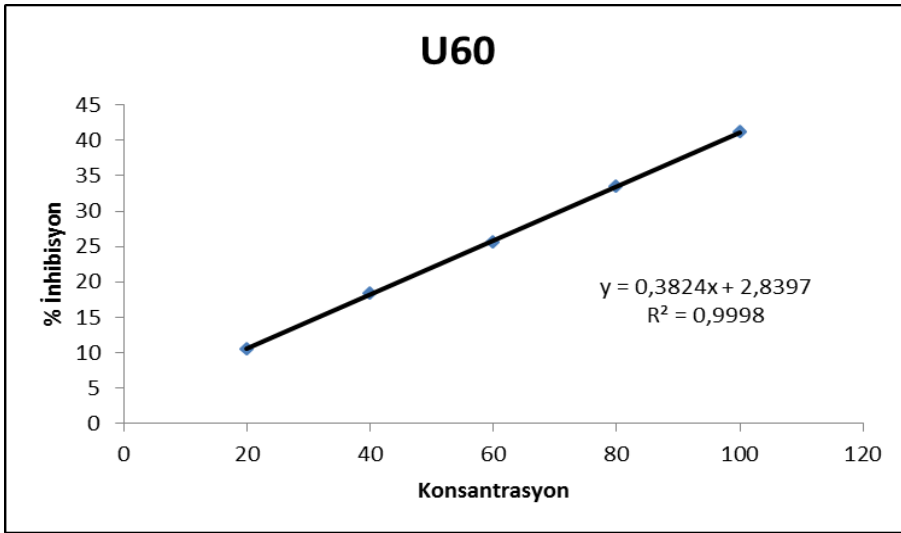
Şekil 4.14. *G. verrucosa* makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon



Şekil 4.15. *U. rigida* makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon



Şekil 4.16. *U. rigida* makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon



Şekil 4.17. *U. rigida* makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüte ait % inhibisyon

4.1.3.3. Makroalg özütlerinin radikal oksijen absorbands kapasitesi (ORAC)'ne ait bulgular

Örneklere ait elde edilen ORAC aktivitesine ait verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da ve değerlerin ortalamaları arasındaki Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4. 11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Makroalg özütlerinin ORAC antioksidan kapasitesine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	4.50187500	20.12**
Sıcaklık	2	1.17323333	5.24*
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	0.04210000	0.19
Hata	6	0.22379167	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

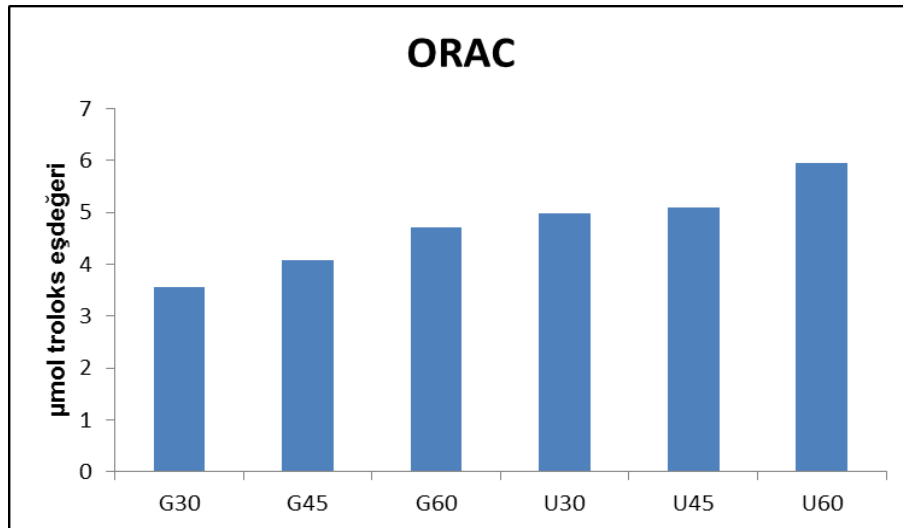
(*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.11. Makroalg özütleri ve farklı sıcaklık uygulamasının ORAC antioksidan kapasitesine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

ORAC değeri (µmol troloks eşdeğeri)	
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	4.1217 ^b
<i>U. rigida</i>	5.3467 ^a
Sıcaklık (° C)	
30	4.2775 ^b
45	4.5925 ^{ab}
60	5.3325 ^a

^{a-b}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

ORAC aktivitesi üzerine özüt çeşidinin p<0.01 düzeyinde, sıcaklık uygulamasının ise p<0.05 düzeyinde önemli, özüt çeşidi ile sıcaklık arasındaki interaksiyonun ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. 60 °C sıcaklıkta hazırlanan *U. rigida* özütünün en yüksek ORAC aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Örnekler için ORAC sonuçları Çizelge 4.3 ve Şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18. Makroalg özütlerinin ORAC antioksidan kapasitesi

4.1.4. Makroalg özütlerinin antimikrobiyal aktivitesine ait bulgular

Çalışmada antibakteriyel aktivitenin belirlenmesi için gram pozitif (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes*) ve gram negatif (*Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*) olmak üzere toplamda 6 bakteri türü kullanılmıştır. Antifungal aktivite için ise *Aspergillus brasiliensis* ve *Candida albicans* türleri kullanılmıştır.

Antimikrobiyal aktivite disk difüzyon metodu kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen *G. verrucosa* ve *U. rigida* özütlerinin disk çapları (kağıt disk çapı hariç) her mikroorganizma türü için istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.12, Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Çizelge 4.15, Çizelge 4.16, Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Makroalg özütlerinin *Bacillus subtilis*’e karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	140.0833333	43.10 **
Sıcaklık	2	6.5833333	2.03
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	16.0833333	4.95
Hata	6	3.2500000	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.13. Makroalg özütlerinin *Staphylococcus aureus*’a karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	5.3333333	3.20
Sıcaklık	2	3.2500000	1.95
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	14.0833333	8.45 *
Hata	6	1.6666667	

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.14. Makroalg özütlerinin *Enterococcus faecalis*’e karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	0.3333333	0.20
Sıcaklık	2	18.0833333	10.85 *
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	21.5833333	12.95 **
Hata	6	1.6666667	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15. Makroalg özütlerinin *Listeria monocytogenes*'e karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	24.08333333	10.70*
Sıcaklık	2	15.75000000	7.00*
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	7.58333333	3.37
Hata	6	2.25000000	

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.16. Makroalg özütlerinin *Escherichia coli* 'ye karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	16.33333333	3.50
Sıcaklık	2	14.25000000	3.05
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	4.08333333	0.87
Hata	6	4.66666667	

Çizelge 4.17. Makroalg özütlerinin *Pseudomonas aeruginosa* 'ya karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	48.00000000	48.00 **
Sıcaklık	2	6.08333333	6.08 *
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	1.75000000	1.75
Hata	6	1.00000000	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.18. Makroalg özütlerinin *Candida albicans*'a karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Özüt çeşidi	1	80.08333333	41.78 **
Sıcaklık	2	4.75000000	2.48
Özüt çeşidi x Sıcaklık	2	1.58333333	0.83
Hata	6	1.91666667	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Çalışmamızda, makroalg özütlerinin *Aspergillus brasiliensis* türüne karşı antifungal etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Kullanılan özüt çeşidinin *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans* türlerine karşı p<0.01 seviyesinde, *Listeria monocytogenes* türüne karşı p<0.05 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes* ve *Pseudomonas aeruginosa* türleri üzerine farklı sıcaklık uygulamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Belirlenen bu farklılıklara ait Duncan Çoklu Karşılaştırma

Testi sonuçları Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21, Çizelge 4.22, Çizelge 4.23, Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Makroalg özütlerinin *Bacillus subtilis*’e karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>B. subtilis</i> (mm)
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	13.500 ^a
<i>U. rigida</i>	6.667 ^b
Sıcaklık (° C)	
30	9.750 ^a
45	9.000 ^a
60	11.500 ^a

^{a-b}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.20. Makroalg özütlerinin *Staphylococcus aureus*’a karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>S. aureus</i> (mm)
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	7.6667 ^a
<i>U. rigida</i>	6.3333 ^a
Sıcaklık (° C)	
30	6.7500 ^a
45	6.2500 ^a
60	8.0000 ^a

Çizelge 4.21. Makroalg özütlerinin *Enterococcus faecalis*’e karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>E. faecalis</i> (mm)
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	6.0000 ^a
<i>U. rigida</i>	5.6667 ^a
Sıcaklık (° C)	
30	3.7500 ^b
45	8.0000 ^a
60	5.7500 ^b

^{a-b}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.22. Makroalg özütlerinin *Listeria monocytogenes*'e karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>L. monocytogenes</i> (mm)	
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	6.1667 ^a
<i>U. rigida</i>	3.3333 ^b
Sıcaklık (° C)	
30	3.250 ^b
45	4.000 ^b
60	7.000 ^a

^{a-b}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.23. Makroalg özütlerinin *Escherichia coli* 'ye karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>E. coli</i> (mm)	
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	7.667 ^a
<i>U. rigida</i>	5.333 ^a
Sıcaklık (° C)	
30	4.750 ^a
45	8.500 ^a
60	6.250 ^a

Çizelge 4.24. Makroalg özütlerinin *Pseudomonas aeruginosa* 'ya karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>P. aeruginosa</i> (mm)	
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	6.1667 ^a
<i>U. rigida</i>	2.1667 ^b
Sıcaklık (° C)	
30	2.7500 ^b
45	4.7500 ^a
60	5.0000 ^a

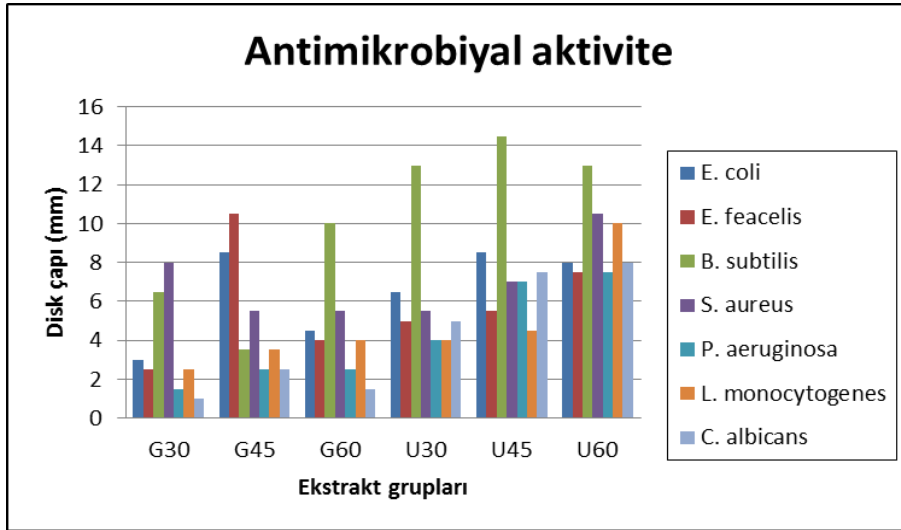
^{a-b}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.25. Makroalg özütlerinin *Candida albicans*'a karşı oluşturduğu inhibisyon zonuna ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>C. albicans</i> (mm)	
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	6.8333 ^a
<i>U. rigida</i>	1.6667 ^b
Sıcaklık (° C)	
30	3.0000 ^a
45	5.0000 ^a
60	4.7500 ^a

^{a-b}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Araştırmada kullanılan *G. verrucosa* ve *U. rigida* özütlerinin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla disk difüzyon yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemde göre; mikroorganizmaların ekildiği petrielerde disk çapı dahil kağıt diskin etrafında oluşan zon ölçülmüş ve hesaplanan test sonuçları (disk çapı hariç) Şekil 4.19 ve Çizelge 4.26'da verilmiştir.



Şekil 4.19. Makroalg özütlerinin disk difüzyon metoduna göre belirlenmiş olan antimikrobiyal aktivitesi (Kağıt disk çapı hariç)

E. coli bakterisi türünde oluşan inhibisyon zonlarına göre gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Gruplar arasında *E. feacelis*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa* ve *C. albicans* türü için $p < 0.01$, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* türü için $p < 0.05$ önem düzeyinde farklılık olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. *E. feacelis* için; G45, *B. subtilis* için; *U. rigida* makroalg türüne ait tüm gruplar, *S. aureus* için; U60, *P. aeruginosa* için; U45 ve U60, *L. monocytogenes* için; U60, *C. albicans* için; U45 ve U60 en yüksek aktivite gösteren özütler olarak tespit edilmiştir. *A. brasiliensis* türüne ait hiç bir grupta zon oluşumu gözlemlenmemiştir. Pozitif kontrol olarak, bakteriler için antibiyotikler (P, OT ve E) ve mantarlar için formaldehit kullanımı sonucu oluşan zonların çapları verilmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Makroalg özütlerinin oluşturdukları inhibisyon zonları (Kağıt disk çapı hariç) (mm)

Bakteriler	Gruplar						Antibiyotikler			
	G30**	G45**	G60*	U30*	U45**	U60	P	OT	E	Formaldehit
<i>E. coli</i>	3±1,41 ^{Ba}	8,5±0,71 ^{Aa}	4,5±0,71 ^{Ba}	6,5±3,54 ^{Ba}	8,5±2,12 ^{Ba}	8±2,83 ^{Ba}	0	20	0	—
<i>E. feacelis</i> **	2,5±0,71 ^{Bc}	10,5±2,12 ^{Aa}	4±1,41 ^{Bc}	5±1,41 ^{Bbc}	5,5±0,71 ^{BCbc}	7,5±0,71 ^{Bab}	22	13	18	—
<i>B. subtilis</i> **	6,5±0,71 ^{Abc}	3,5±0,71 ^{BCc}	10±2,83 ^{Aab}	13±2,83 ^{Aa}	14,5±0,71 ^{Aa}	13±1,41 ^{Aa}	39	28	35	—
<i>S. aureus</i> *	8±1,41 ^{Aab}	5,5±0,71 ^{Bb}	5,5±2,12 ^{Bb}	5,5±0,71 ^{Bb}	7±1,41 ^{BCb}	10,5±0,71 ^{ABa}	47	30	34	—
<i>P. aeruginosa</i> **	1,5±0,71 ^{Bb}	2,5±0,71 ^{Cb}	2,5±0,71 ^{Bb}	4±1,41 ^{Bb}	7±1,41 ^{BCa}	7,5±0,71 ^{Ba}	0	12	0	—
<i>L. monocytogenes</i> *	2,5±0,71 ^{Bb}	3,5±0,71 ^{BCb}	4±1,41 ^{Bb}	4±1,41 ^{Bb}	4,5±0,71 ^{Cb}	10±2,83 ^{ABa}	0	0	0	—
Mantarlar										
<i>C. albicans</i> **	1±0,00 ^c	2,5±0,71 ^{bc}	1,5±0,71 ^{bc}	5±2,83 ^{ab}	7,5±0,71 ^a	8±1,41 ^a	—	—	—	10
<i>A. brasiliensis</i>	■	■	■	■	■	■	—	—	—	10

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-C} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-c} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

(—): Test edilmedi.

(■): Zon oluşmadı.

P: Penicilin G (P10) 10 µg/disk (Pozitif kontrol olarak kullanılan antibiyotik)

OT: Oxytetracycline (OT 30) 30 µg/disk (Pozitif kontrol olarak kullanılan antibiyotik)

E: Erythromycin (E15) 15 µg/disk (Pozitif kontrol olarak kullanılan antibiyotik)

G30; *G. verrucosa* makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

G45; *G. verrucosa* makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

G60; *G. verrucosa* makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

U30; *U. rigida* makroalginden 30 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

U45; *U. rigida* makroalginden 45 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

U60; *U. rigida* makroalginden 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özüt

4.2. Uskumru Kıymalarına İlişkin Araştırma Bulguları

Balık etine uygulanması ve direkt tüketime yönelik olması nedeniyle etanol ekstraksiyonu (1/20: g/ml) ile elde edilen özütler için yapılan analiz sonuçlarına göre 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özütlerin en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olması nedeniyle uskumru kıymalarına *U. rigida* ve *G. verrucosa* özütlerinden üç farklı konsantrasyonda (% 0.5, %1 ve %2) ilave edilmiş ve soğuk muhafazası esnasında, duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri incelenmiştir.

4.2.1. Duyusal ve fiziksel analiz bulguları

4.2.1.1. Çiğ uskumru kıymalarındaki duyuşal analiz bulguları

Duyusal değerlendirmesi yapılan çiğ uskumru kıymalarının koku, renk, görünüş ve genel beğenisine ait panelistler tarafından verilen puanlar istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar sırasıyla Çizelge 4.27, Çizelge 4.28, Çizelge 4.29 ve Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.27. Çiğ uskumru kıymalarının koku değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	11.07200000	754.91**
Özüt çeşidi	1	0.08333333	5.68*
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.02933333	2.00
Konsantrasyon	3	1.87222222	127.65**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.63955556	43.61**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.02333333	1.59
Hata	63	0.01466667	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.28. Çiğ uskumru kıymalarının renk değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	0.99533333	179.16**
Özüt çeşidi	1	0.00333333	0.60
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.00333333	0.60
Konsantrasyon	3	0.11666667	21.00**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.05800000	10.44**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.00555556	1.00
Hata	63	0.00555556	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.29. Çiğ uskumru kıymalarının görünüş değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	3.62750000	4353.00**
Özüt çeşidi	1	0.00083333	1.00
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.00083333	1.00
Konsantrasyon	3	0.30750000	369.00**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.13416667	161.00**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.00083333	1.00
Hata	63	0.00083333	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.30. Çiğ uskumru kıymalarının genel beğeni değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	3.63200000	480.71**
Özüt çeşidi	1	0.01333333	1.76
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.01333333	1.76
Konsantrasyon	3	0.66000000	87.35**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.21200000	28.06**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.01555556	2.06
Hata	63	0.00755556	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Koku üzerine depolama süresi, konsantrasyon ve depolama süresi x konsantrasyon arasındaki interaksyonun p<0.01 düzeyinde, kullanılan özüt çeşidinin ise p<0.05 düzeyinde önemli olduğu istatistiki olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Varyans analiz sonuçlarına göre renk ve görünüş değerleri üzerine depolama süresi, konsantrasyon ve bunlara ait olan interaksyonun p<0.01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29)

Çiğ uskumru kıymalarının genel beğeni durumu değerlendirildiğinde, depolama süresi, konsantrasyon ve bunlar arasındaki interaksyonun önemli düzeyde etkili olduğu bulunmuştur (p<0.01) (Çizelge 4.30).

Örneklerin koku, renk, görünüş ve genel beğeni değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.31, Çizelge 4.32, Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Çiğ uskumru kıymalarının koku değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Koku
Depolama süresi	
0. Gün	0.00000 ^d
3. gün	0.00000 ^d
6. gün	0.00000 ^d
9. gün	0.62500 ^c
12. gün	1.85000 ^b
15. gün	2.77500 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	0.91667 ^a
<i>U. rigida</i>	0.83333 ^b
Konsantrasyon (%)	
0	1.26667 ^a
0.5	1.15000 ^b
1	0.63333 ^c
2	0.45000 ^d

^{a-d}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.32. Çiğ uskumru kıymalarının renk değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Renk
Depolama süresi	
0. Gün	0.00000 ^c
3. gün	0.00000 ^c
6. gün	0.00000 ^c
9. gün	0.00000 ^c
12. gün	0.40000 ^b
15. gün	0.85000 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	0.21667 ^a
<i>U. rigida</i>	0.20000 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	0.30000 ^a
0.5	0.28333 ^a
1	0.15000 ^b
2	0.10000 ^b

^{a-c}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.33. Çiğ uskumru kıymalarının görünüş değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Görünüş	
Depolama süresi	
0. Gün	0.00000 ^c
3. gün	0.00000 ^c
6. gün	0.00000 ^c
9. gün	0.00000 ^c
12. gün	0.50000 ^b
15. gün	1.67500 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	0.366667 ^a
<i>U. rigida</i>	0.358333 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	0.50000 ^a
0.5	0.50000 ^a
1	0.25000 ^b
2	0.20000 ^c

^{a-c}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.34. Çiğ uskumru kıymalarının genel beğeni değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Genel Beğeni	
Depolama süresi	
0. Gün	0.00000 ^d
3. gün	0.00000 ^d
6. gün	0.00000 ^d
9. gün	0.15000 ^c
12. gün	0.95000 ^b
15. gün	1.60000 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	0.46667 ^a
<i>U. rigida</i>	0.43333 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	0.70000 ^a
0.5	0.58333 ^b
1	0.33333 ^c
2	0.18333 ^d

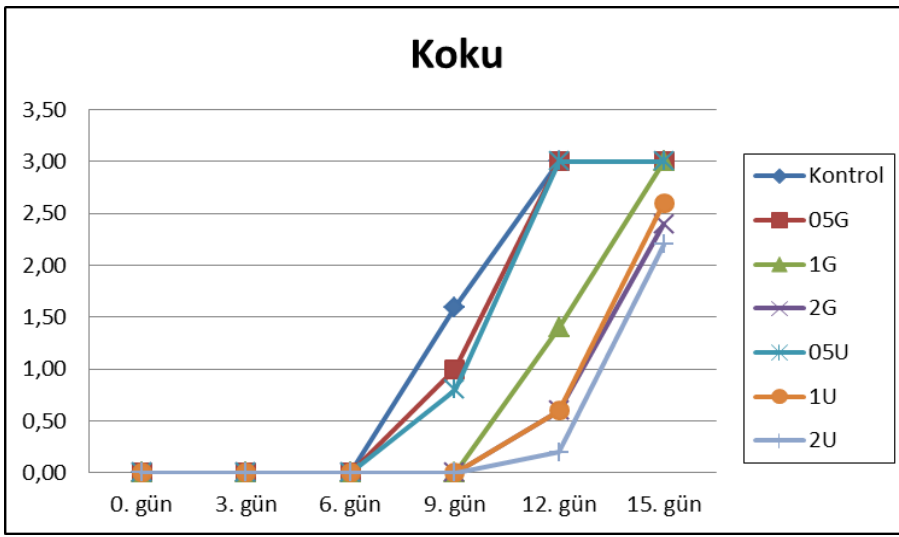
^{a-d}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

U. rigida özütlerinin *G. verrucosa* özütlerine göre daha iyi sonuç verdiği ve konsantrasyondaki artışın uskumru kıymalarında zaman içerisinde oluşabilecek kokuyu iyi yönde etkilediği belirlenmiştir ($p < 0.01$).

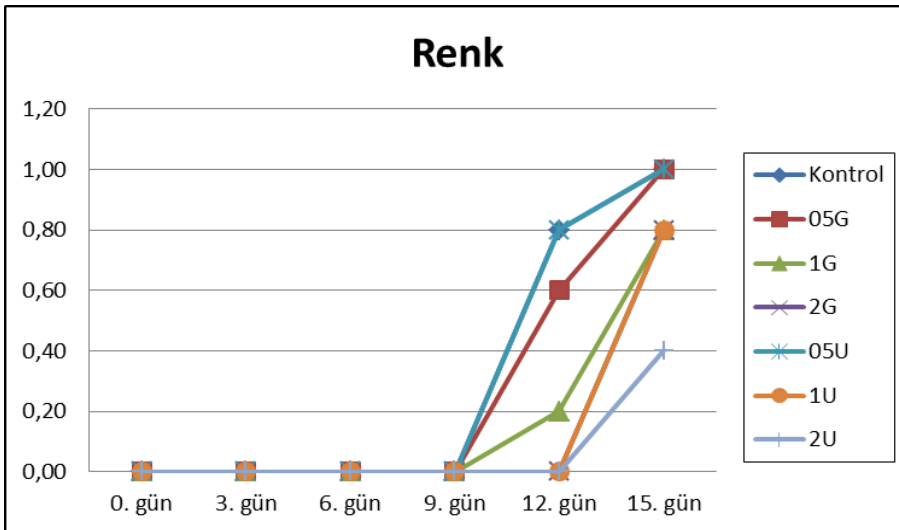
Uygulanan özüt çeşidinin, çiğ uskumru kıymalarının renk ve görünüşünde önemli etkiye neden olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Depolama sırasında zamana bağlı olarak renk ve görünüş değerinde artış gözlenmiştir ($p<0.01$).

Çiğ uskumru kıymalarının genel beğenisi değerlendirildiğinde; kullanılan özüt çeşidinin etkili olmadığı görülmüştür. Konsantrasyonun artması genel beğeniyi olumlu yönde arttırırken, depolama süresince zamana bağlı olarak genel beğenin azaldığı belirlenmiştir ($p<0.01$).

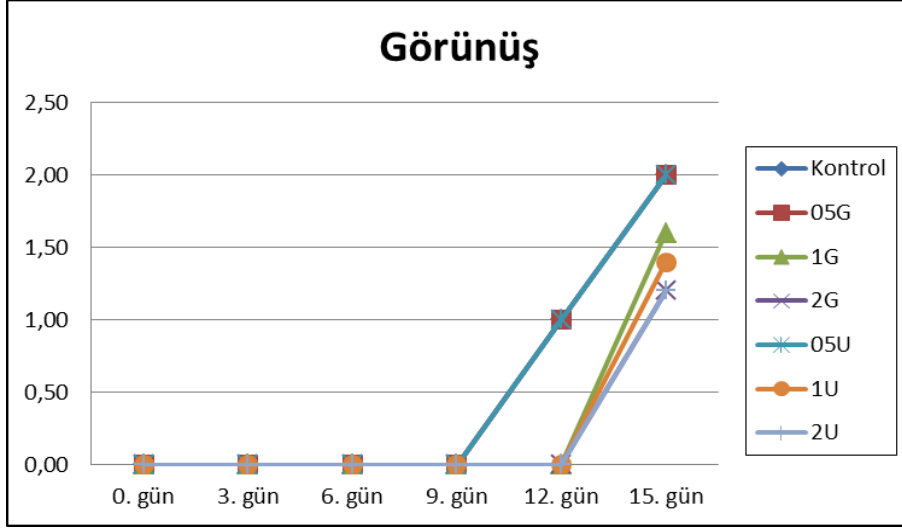
Çiğ uskumru kıymalarına ait koku, renk, görünüş ve genel beğeni değerlendirme sonuçları sırasıyla Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23, ile Çizelge 4.35, Çizelge 4.36, Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.38’de verilmiştir.



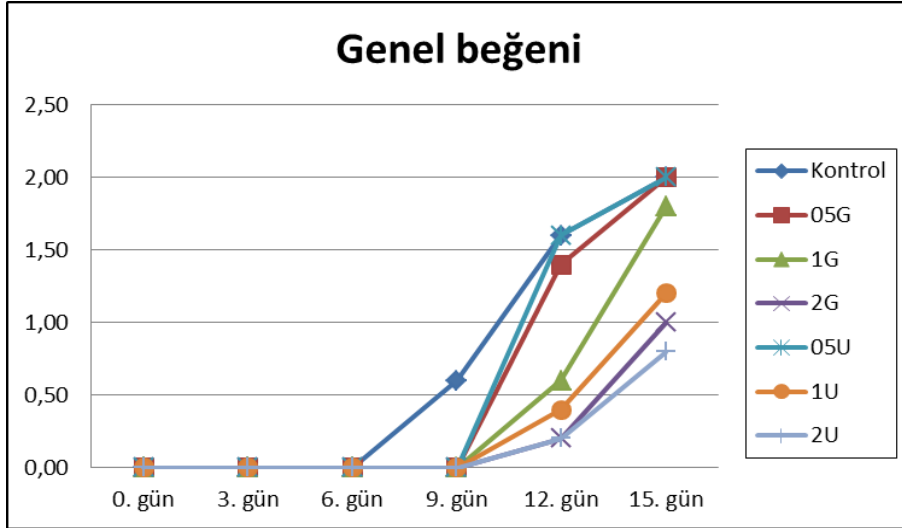
Şekil 4.20. Çiğ uskumru kıymalarının koku değerleri



Şekil 4.21. Çiğ uskumru kıymalarının renk değerleri



Şekil 4.22. Çiğ uskumru kıymalarının görünüş değerleri



Şekil 4.23. Çiğ uskumru kıymalarının genel beğeni değerleri

Çizelge 4.35. Çiğ uskumru kıymalarının koku değerlendirmeleri

Günler	Gruplar						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}
3	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}
6	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}
9**	1.60±0.00 ^{Ba}	1.00±0.00 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Cd}	0.00±0.00 ^{Cd}	0.80±0.00 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Cd}	0.00±0.00 ^{Cd}
12**	3.00±0.00 ^{Aa}	3.00±0.00 ^{Aa}	1.40±0.00 ^{Bb}	0.60±0.00 ^{Bc}	3.00±0.00 ^{Aa}	0.60±0.00 ^{Bc}	0.20±0.00 ^{Bd}
15**	3.00±0.00 ^{Aa}	3.00±0.00 ^{Aa}	3.00±0.00 ^{Aa}	2.40±0.00 ^{Ac}	3.00±0.00 ^{Aa}	2.60±0.00 ^{Ab}	2.20±0.00 ^{Ad}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-C} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-d} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

Çizelge 4.36. Çiğ uskumru kıymalarının renk değerlendirmeleri

Günler	Gruplar						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
3	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
6	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
9	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
12**	0.80±0.45 ^{Ba}	0.60±0.55 ^{Bb}	0.20±0.45 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Bd}	0.80±0.45 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Bd}	0.00±0.00 ^{Bd}
15**	1.00±0.00 ^{Aa}	1.00±0.00 ^{Aa}	0.80±0.45 ^{Ab}	0.80±0.45 ^{Ab}	1.00±0.00 ^{Aa}	0.80±0.45 ^{Ab}	0.40±0.55 ^{Ac}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-C} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-d} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

Çizelge 4.37. Çiğ uskumru kıymalarının görünüş değerlendirmeleri

Günler	Gruplar						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
3	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
6	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
9	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
12**	1.00±0.00 ^{Ba}	1.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Bb}	1.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Bb}
15**	2.00±0.00 ^{Aa}	2.00±0.00 ^{Aa}	1.60±0.55 ^{Ab}	1.20±0.45 ^{Ad}	2.00±0.00 ^{Aa}	1.40±0.55 ^{Ac}	1.20±0.45 ^{Ad}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-C} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-d} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

Çizelge 4.38. Çiğ uskumru kıymalarının genel beğeni değerlendirmeleri

Günler	Gruplar						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	0.00±0.00 ^{Da}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}
3	0.00±0.00 ^{Da}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}
6	0.00±0.00 ^{Da}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}
9**	0.60±0.55 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Cb}	0.00±0.00 ^{Cb}	0.00±0.00 ^{Cb}	0.00±0.00 ^{Cb}	0.00±0.00 ^{Cb}	0.00±0.00 ^{Cb}
12**	1.60±0.55 ^{Ba}	1.40±0.55 ^{Bb}	0.60±0.55 ^{Bc}	0.20±0.45 ^{Be}	1.60±0.55 ^{Ba}	0.40±0.55 ^{Bd}	0.20±0.45 ^{Be}
15**	2.00±0.00 ^{Aa}	2.00±0.00 ^{Aa}	1.80±0.45 ^{Ab}	1.00±0.71 ^{Ad}	2.00±0.00 ^{Aa}	1.20±0.45 ^{Ac}	0.80±0.84 ^{Ae}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-D} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-e} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.1.2. Pişmiş uskumru kıymalarındaki duyuşal analiz bulguları

Uskumru kıymalarından küçük misketler yapılarak etüvde pişirilmiştir. Panelistlere ılık olarak sunulan örnekler için duyuşal değerlendirme puanları istatistiksel olarak incelenmiş ve Çizelge 4.39, Çizelge 4.40 ve Çizelge 4.41’de verilmiştir.

Çizelge 4.39. Pişmiş uskumru kıymalarının koku değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	33.4733333	1434.57**
Özüt çeşidi	1	0.0533333	2.29
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.0193333	0.83
Konsantrasyon	3	1.5922222	68.24**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.3688889	15.81**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.0733333	3.14
Hata	63	0.0233333	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.40. Pişmiş uskumru kıymalarının görünüş değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	13.23950000	678.95**
Özüt çeşidi	1	0.04083333	2.09
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.02883333	1.48
Konsantrasyon	3	0.27638889	14.17**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.11638889	5.97**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.00750000	0.38
Hata	63	0.01950000	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.41. Pişmiş uskumru kıymalarının genel kabul edilebilirlik değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	46.1120000	1503.65**
Özüt çeşidi	1	0.0533333	1.74
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.0613333	2.00
Konsantrasyon	3	3.0155556	98.33**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.7008889	22.86**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.0333333	1.09
Hata	63	0.0306667	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Pişmiş uskumru kıymalarının varyans analiz sonuçlarına göre, depolama süresi, konsantrasyon ve bunların birbirleri ile interaksyonu koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik parametreleri üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir (p<0.01).

Pişmiş uskumru kıymalarının duyuşal değerlendirmesine ait koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik parametre değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.42, Çizelge 4.43 ve Çizelge 4.44’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Pişmiş uskumru kıymalarının koku değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Koku
Depolama süresi	
0. Gün	9.00000 ^a
3. gün	9.00000 ^a
6. gün	9.00000 ^a
9. gün	6.90000 ^b
12. gün	5.77500 ^c
15. gün	4.17500 ^d
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	7.27500 ^a
<i>U. rigida</i>	7.34167 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	7.06667 ^c
0.5	6.95000 ^c
1	7.48333 ^b
2	7.73333 ^a

^{a-d}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.43. Pişmiş uskumru kıymalarının görünüş değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Görünüş
Depolama süresi	
0. Gün	9.00000 ^a
3. gün	9.00000 ^a
6. gün	8.70000 ^b
9. gün	7.65000 ^c
12. gün	7.25000 ^d
15. gün	5.72500 ^e
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	7.91667 ^a
<i>U. rigida</i>	7.85833 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	7.76667 ^b
0.5	7.75000 ^b
1	7.98333 ^a
2	8.05000 ^a

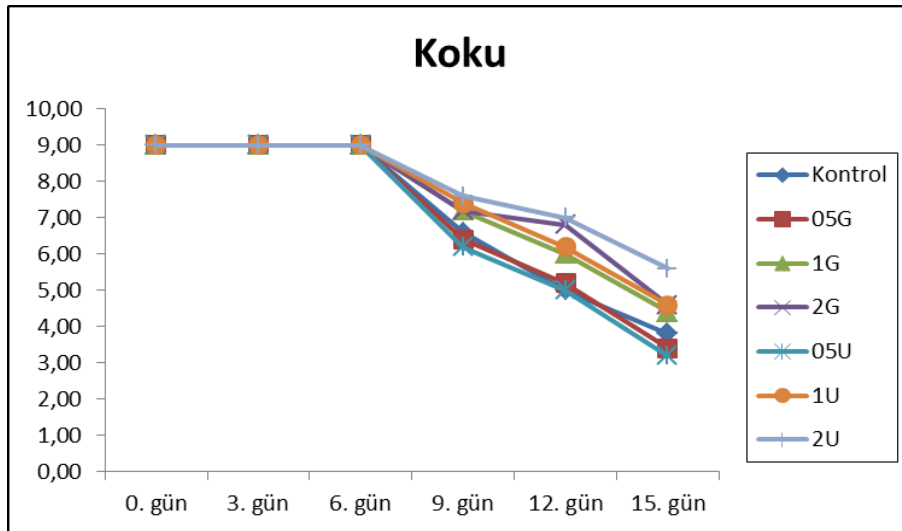
^{a-e}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.44. Pişmiş uskumru kıymalarının genel kabul edilebilirlik değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

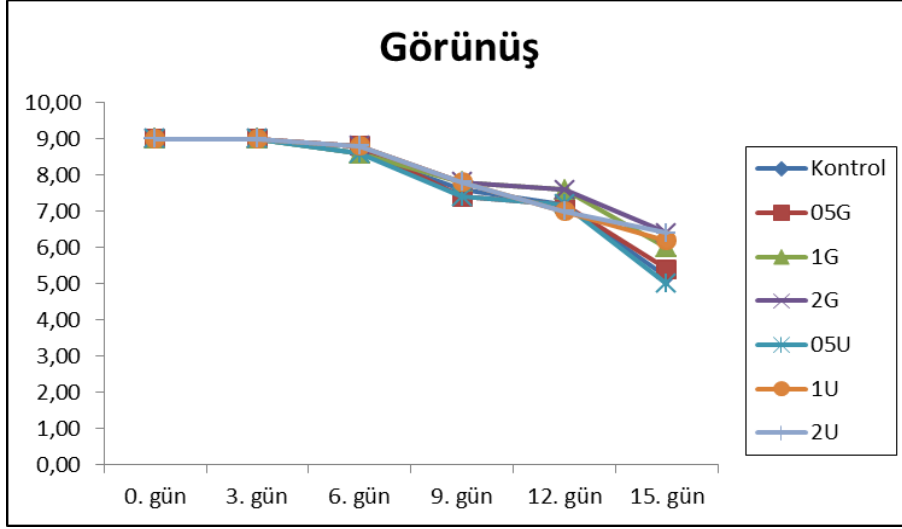
Genel Kabul Edilebilirlik	
Depolama süresi	
0. Gün	9.00000 ^a
3. gün	9.00000 ^a
6. gün	9.00000 ^a
9. gün	6.50000 ^b
12. gün	5.10000 ^c
15. gün	3.40000 ^d
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	6.96667 ^a
<i>U. rigida</i>	7.03333 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	6.56667 ^c
0.5	6.58333 ^c
1	7.30000 ^b
2	7.55000 ^a

^{a-d}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

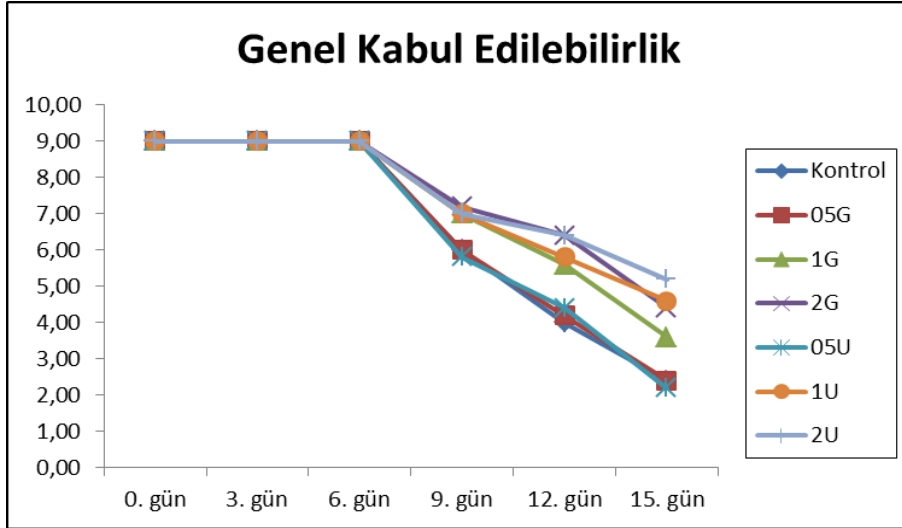
Pişmiş uskumru kıymalarına ait koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik değerlendirmesi sonuçları sırasıyla Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26 ile Çizelge 4.45, Çizelge 4.46 ve Çizelge 4.47’de verilmiştir.



Şekil 4.24. Pişmiş uskumru kıymalarının koku değerleri



Şekil 4.25. Pişmiş uskumru kıymalarının görünüş değerleri



Şekil 4.26. Pişmiş uskumru kıymalarının genel kabul edilebilirlik değerleri

Çizelge 4.45. Pişmiş uskumru kıymalarının koku değerlendirmeleri

Günler	Gruplar						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}
3	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}
6	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}
9**	6.60±0.89 ^{Bd}	6.40±1.14 ^{Be}	7.20±0.45 ^{Bc}	7.20±0.84 ^{Bc}	6.20±1.30 ^{Bf}	7.40±0.55 ^{Bb}	7.60±0.55 ^{Ba}
12**	5.00±1.00 ^{Cf}	5.20±0.45 ^{Ce}	6.00±1.41 ^{Cd}	6.80±0.84 ^{Cb}	5.00±1.22 ^{Cf}	6.20±0.84 ^{Cc}	7.00±0.71 ^{Ca}
15**	3.80±1.48 ^{Dd}	3.40±1.52 ^{De}	4.40±0.55 ^{Dc}	4.60±1.14 ^{Db}	3.20±0.84 ^{Df}	4.60±1.67 ^{Db}	5.60±1.52 ^{Da}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-D} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-f} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

Çizelge 4.46. Pişmiş uskumru kıymalarının görünüş değerlendirmeleri

Günler	Gruplar						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}
3	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}
6**	8.60±0.55 ^{Bb}	8.80±0.45 ^{Ba}	8.60±0.55 ^{Bb}	8.80±0.45 ^{Ba}	8.60±0.55 ^{Bb}	8.80±0.45 ^{Ba}	8.80±0.45 ^{Ba}
9**	7.60±0.55 ^{Cb}	7.40±0.55 ^{Cc}	7.80±0.84 ^{Ca}	7.80±0.84 ^{Ca}	7.40±0.55 ^{Cc}	7.80±0.84 ^{Ca}	7.80±0.84 ^{Ca}
12**	7.20±1.92 ^{Db}	7.20±0.84 ^{Db}	7.60±0.55 ^{Da}	7.60±0.55 ^{Da}	7.20±1.30 ^{Db}	7.00±1.22 ^{Dc}	7.00±1.22 ^{Dc}
15**	5.20±0.84 ^{Ec}	5.40±0.55 ^{Ed}	6.00±1.00 ^{Ec}	6.40±1.52 ^{Ea}	5.00±0.71 ^{Ef}	6.20±0.84 ^{Eb}	6.40±0.89 ^{Ea}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-E} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-f} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

Çizelge 4.47. Pişmiş uskumru kıymalarının genel kabul edilebilirlik değerlendirmeleri

Günler	Gruplar						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}
3	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}
6	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}	9.00±0.00 ^{Aa}
9**	6.00±1.22 ^{Bc}	6.00±1.22 ^{Bc}	7.00±0.71 ^{Bb}	7.20±0.84 ^{Ba}	5.80±1.30 ^{Bd}	7.00±0.71 ^{Bb}	7.00±0.71 ^{Bb}
12**	4.00±0.71 ^{Cf}	4.20±0.84 ^{Ce}	5.60±0.55 ^{Cc}	6.40±1.14 ^{Ca}	4.40±0.55 ^{Cd}	5.80±0.84 ^{Cb}	6.40±0.55 ^{Ca}
15**	2.40±1.14 ^{De}	2.40±1.14 ^{De}	3.60±1.14 ^{Dd}	4.40±1.14 ^{Dc}	2.20±1.30 ^{Df}	4.60±1.67 ^{Db}	5.20±1.64 ^{Da}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-D} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

^{a-f} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir..

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.1.3. Renk ölçümüne ait bulgular

4.2.1.3.1. L değeri bulguları

G. verrucosa ve *U. rigida* özütleri uygulanmış olan uskumru kıymalarının parlaklık değerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Uskumru kıymalarının L değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	357.875289	55.47**
Özüt çeşidi	1	12.034584	1.87
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	3.673147	0.57
Konsantrasyon	3	38.925337	6.03**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	17.861971	2.77**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	7.685387	1.19
Hata	63	6.451682	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Depolama süresi ve konsantrasyondaki değişimin uskumru kıymalarının L değerini önemli düzeyde (p<0.01) etkilediği gözlenmiştir. Buna paralel olarak, depolama süresi ve konsantrasyon arasındaki interaksyonun da önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.01). Ortalamalar arasındaki farklılıklara ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.49’da verilmiştir.

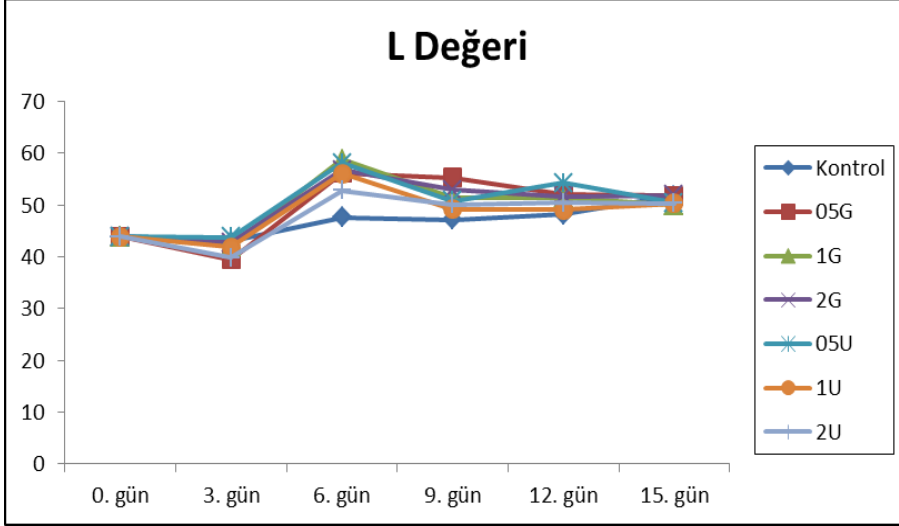
Çizelge 4.49. Uskumru kıymalarının L değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	L Değeri
Depolama süresi	
0. Gün	43.8800 ^c
3. gün	41.9931 ^d
6. gün	54.2625 ^a
9. gün	50.5131 ^b
12. gün	50.6519 ^b
15. gün	51.0638 ^b
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	49.0815 ^a
<i>U. rigida</i>	48.3733 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	46.9625 ^b
0.5	50.0046 ^a
1	48.9896 ^a
2	48.9529 ^a

^{a-d}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Uskumru kıymalarına uygulanan özütler arasında farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Özütlerin L değeri konsantrasyon oranlarına göre önemli bir

farklılık göstermezken, muamele gruplarının L değeri kontrol grubununkinden önemli derecede ($p<0.01$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.49). Buna göre, her uygulama grubu için özütlerin uskumru kıymalarının parlaklığını arttırdığı söylenebilir. L değerine ait sonuçlar Şekil 4.27 ve Çizelge 4.50’de verilmiştir.



Şekil 4.27. Uskumru kıymalarının L değerleri

Çizelge 4.50. Uskumru kıymalarının L değerleri

Günler	Gruplar						
	Kontrol	05G**	1G**	2G*	05U**	1U*	2U*
0	43.87±5.70 ^{Ba}	43.87±5.70 ^{Ba}	43.87±5.70 ^{Ca}	43.87±5.70 ^{BCa}	43.87±5.70 ^{Ca}	43.87±5.70 ^{BCa}	43.87±5.70 ^{BCa}
3*	42.98±2.32 ^{Bab}	39.56±2.66 ^{Bb}	42.15±0.71 ^{Cab}	42.79±0.17 ^{Cab}	43.77±0.23 ^{Ca}	41.84±0.86 ^{Cab}	39.86±0.98 ^{Cb}
6*	47.66±1.08 ^{ABc}	56.19±0.65 ^{Aab}	58.75±0.44 ^{Aa}	56.74±4.60 ^{Aab}	58.19±0.78 ^{Aa}	56.09±0.33 ^{Aab}	52.80±2.56 ^{Ab}
9*	47.21±1.01 ^{ABc}	55.28±2.35 ^{Aa}	51.32±0.53 ^{Bb}	52.99±1.24 ^{Aab}	50.76±1.51 ^{BCbc}	49.18±1.83 ^{Bbc}	50.13±1.28 ^{ABbc}
12*	48.19±0.07 ^{ABd}	52.00±0.40 ^{Aab}	51.32±0.18 ^{Bbc}	51.65±2.33 ^{ABabc}	54.25±0.46 ^{ABa}	49.09±1.59 ^{Bcd}	50.50±0.42 ^{ABcd}
15	51.83±1.75 ^{Aa}	51.85±0.11 ^{Aa}	50.03±0.59 ^{Ba}	51.88±0.41 ^{ABa}	50.42±2.92 ^{BCa}	50.33±1.67 ^{ABa}	50.32±1.74 ^{ABa}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-C} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-d} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.1.3.2. a değeri bulguları

Uskumru kıymalarının a değerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.51. Uskumru kıymalarının a değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	2.7513935	50.87**
Özüt çeşidi	1	7.1013760	131.29**
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.4046835	7.48**
Konsantrasyon	3	35.7139427	660.26**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	1.7323435	32.03**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.9067094	16.76**
Hata	63	0.0540905	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

a değeri üzerine depolama süresi, özüt çeşidi ve konsantrasyondaki farklılıklar önemli (p<0.01) bulunmuştur. Belirtilen parametrelerin depolama süresi, özüt çeşidi ve konsantrasyon arasındaki interaksiyonun da istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu saptanmıştır. Ortalamalar arasındaki Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.52’de verilmiştir.

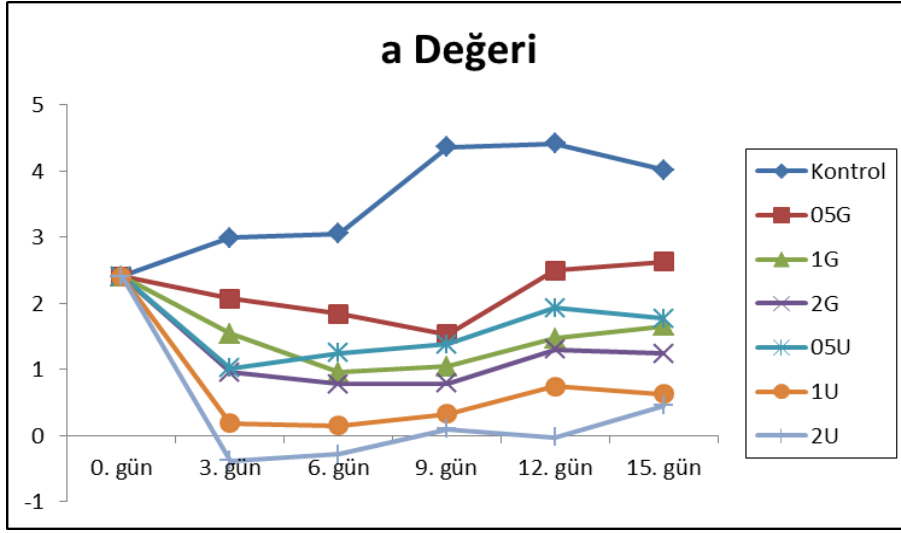
Çizelge 4.52. Uskumru kıymalarının a değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	a Değeri
Depolama süresi	
0. Gün	2.41000 ^a
3. gün	1.42313 ^d
6. gün	1.35062 ^d
9. gün	1.73875 ^c
12. gün	2.09562 ^b
15. gün	2.05500 ^b
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	2.11750 ^a
<i>U. rigida</i>	1.57354 ^b
Konsantrasyon (%)	
0	3.54333 ^a
0.5	1.89625 ^b
1	1.13000 ^c
2	0.81250 ^d

^{a-d}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

G. verrucosa özütünün kırmızılık değerinde daha fazla yükselmeye yol açtığı (p<0.01) tespit edilmiştir. Kontrol grubunun a değeri özüt uygulanmış örneklerden yüksek bulunmuştur. Konsantrasyon miktarı arttıkça a değerinde önemli derecede (p<0.01) azalma belirlenmiştir. Özütlerin kullanımı sonucu azalan a değeri, depolama

süresince önemli seviyede ($p<0.01$) artış göstermiştir (Çizelge 4.52). Elde edilen sonuçlar Şekil 4.28 ve Çizelge 4.53’de verilmiştir.



Şekil 4.28. Uskumru kıymalarının a değerleri

Çizelge 4.53. Uskumru kıymalarının a değerleri

Günler	Gruplar						
	Kontrol**	05G	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	2.41±0.21 ^{Ba}	2.41±0.21 ^{Aa}	2.41±0.21 ^{Aa}	2.41±0.21 ^{Aa}	2.41±0.21 ^{Aa}	2.41±0.21 ^{Aa}	2.41±0.21 ^{Aa}
3**	2.99±0.14 ^{Ba}	2.07±0.16 ^{ABb}	1.54±0.42 ^{BCc}	0.96±0.08 ^{gBCd}	1.02±0.07 ^{Dd}	0.19±0.20 ^{Ce}	-0.38±0.01 ^{Ef}
6**	3.05±0.34 ^{Ba}	1.84±0.30 ^{ABb}	0.96±0.07 ^{Cc}	0.78±0.11 ^{Cc}	1.25±0.06 ^{CDc}	0.15±0.21 ^{Cd}	-0.28±0.02 ^{DEd}
9**	4.36±0.41 ^{Aa}	1.53±0.34 ^{Bb}	1.04±0.02 ^{BCbc}	0.79±0.23 ^{Ccd}	1.38±0.01 ^{Cb}	0.33±0.17 ^{BCde}	0.10±0.19 ^{Ce}
12**	4.42±0.13 ^{Aa}	2.49±0.27 ^{Ab}	1.47±0.37 ^{BCd}	1.30±0.07 ^{Bd}	1.93±0.07 ^{Bc}	0.75±0.09 ^{Be}	-0.03±0.15 ^{CDf}
15**	4.02±0.29 ^{Aa}	2.63±0.51 ^{Ab}	1.66±0.04 ^{Bc}	1.24±0.13 ^{Bc}	1.77±0.02 ^{Bc}	0.63±0.12 ^{Bd}	0.45±0.11 ^{Bd}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-E} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-f} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.1.3.3. b değeri bulguları

Soğutulmuş depolama boyunca makroalg özütleri uygulamasının uskumru kıymalarının b değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.54’de verilmiştir.

Çizelge 4.54. Uskumru kıymalarının b değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	12.27464688	72.47**
Özüt çeşidi	1	5.98500938	35.33**
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.30176687	1.78
Konsantrasyon	3	9.53268438	56.28**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.83417188	4.92**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	1.23607882	7.30**
Hata	63	0.1693864	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda b değeri üzerine depolama süresi, özüt çeşidi ve konsantrasyonun p<0.01 önem düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi x konsantrasyon ve özüt çeşidi x konsantrasyon interaksiyonunda istatistiksel açıdan önemli (p<0.01) farklılıklar olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.54). Ortalamalar arasındaki farklılıklara ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.55’de verilmiştir.

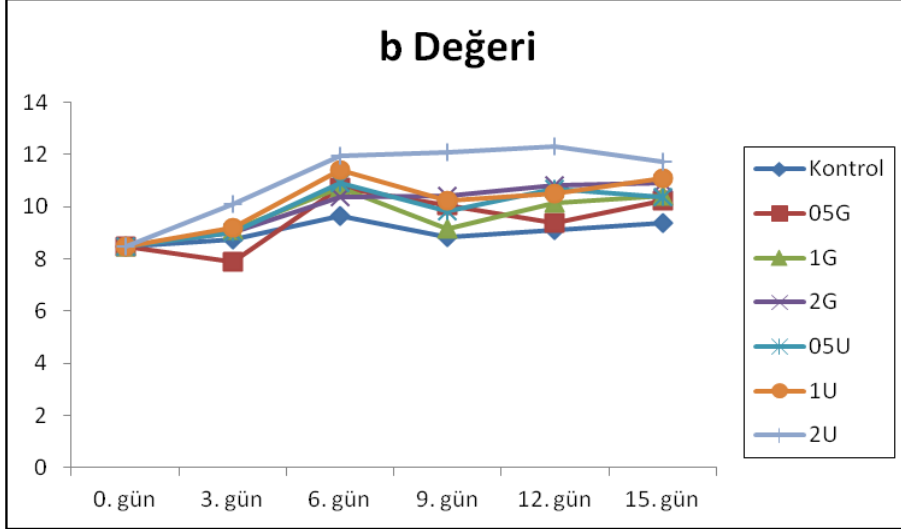
Çizelge 4.55. Uskumru kıymalarının b değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	b Değeri
Depolama süresi	
0. Gün	8.4900 ^e
3. gün	8.9756 ^d
6. gün	10.6875 ^a
9. gün	9.9394 ^c
12. gün	10.2606 ^b
15. gün	10.4488 ^{ab}
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	9.55062 ^b
<i>U. rigida</i>	10.05000 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	9.0392 ^d
0.5	9.6779 ^c
1	9.9204 ^b
2	10.5638 ^a

^{a-e}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Uskumru kıymalarına uygulanan özütlerin b değeri üzerine etkisi, kullanılan özüt çeşidi ve konsantrasyona bağlı olarak önemli düzeyde (p<0.01) etkili olduğu

görülmüştür (Çizelge 4.55). Özütlemlerin doğal renginden kaynaklanan etki tüm konsantrasyon gruplarında kendini ortaya koymuş ve en yüksek konsantrasyonda özüt uygulanmış örneklerin değeri de depolama süresince yüksek seyretmiştir. Şekil 4.29 ve Çizelge 4.56'da depolama süresi ile birlikte b değerinde görülen değişimler görülmektedir.



Şekil 4.29. Uskumru kıymalarının b değerleri

Çizelge 4.56. Uskumru kıymalarının b değerleri

Günler	Gruplar						
	Kontrol	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	8.49±8.49 ^{Ca}	8.49±8.49 ^{CDa}	8.49±8.49 ^{Da}	8.49±8.49 ^{Ba}	8.49±8.49 ^{Ca}	8.49±8.49 ^{Ca}	8.49±8.49 ^{Ca}
3*	8.75±0.31 ^{BCbc}	7.88±0.80 ^{Dc}	9.11±0.14 ^{Cab}	9.02±0.12 ^{Bb}	9.01±0.25 ^{BCb}	9.18±0.16 ^{Cab}	10.09±0.59 ^{Ba}
6*	9.65±0.48 ^{Ac}	10.74±0.28 ^{Abc}	10.74±0.19 ^{Abc}	10.39±0.82 ^{Abc}	10.91±0.57 ^{Aab}	11.42±0.24 ^{Aab}	11.98±0.45 ^{Aa}
9**	8.84±0.07 ^{ABCd}	10.04±0.70 ^{ABbc}	9.16±0.00 ^{Ccd}	10.44±0.30 ^{Ab}	9.83±0.37 ^{ABbcd}	10.25±0.34 ^{Bb}	12.10±0.62 ^{Aa}
12**	9.12±0.05 ^{ABCd}	9.38±0.02 ^{BCcd}	10.16±0.03 ^{Bbc}	10.81±0.39 ^{Ab}	10.70±0.64 ^{Ab}	10.50±0.59 ^{Bb}	12.31±0.12 ^{Aa}
15**	9.38±0.31 ^{ABe}	10.26±0.33 ^{ABd}	10.42±0.02 ^{ABcd}	10.93±0.13 ^{Abc}	10.38±0.24 ^{Ad}	11.11±0.24 ^{ABb}	11.71±0.03 ^{Aa}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-D} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-e} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.1.4. pH değerine ait analiz bulguları

Depolama işlemi süresince gruptan elde edilen pH ölçüm sonuçları istatistiksel analize tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.57’de verilmiştir.

Çizelge 4.57. Uskumru kıymalarının pH değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	0.49104000	992.85**
Özüt çeşidi	1	0.00510417	10.32**
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.00216167	4.37**
Konsantrasyon	3	0.15921528	321.92**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.02477111	50.09**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.00292639	5.92**
Hata	63	0.00049458	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

İstatistiksel değerlendirme sonucu pH değerinin depolama süresi, özüt çeşidi ve konsantrasyon oranından önemli düzeyde ($p < 0.01$) etkilendiği ve belirtilen bu parametreler arasındaki etkileşimlerde de önemli farklılıkların ($p < 0.01$) bulunduğu belirlenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılık ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile ortaya konulmuştur (Çizelge 4.58).

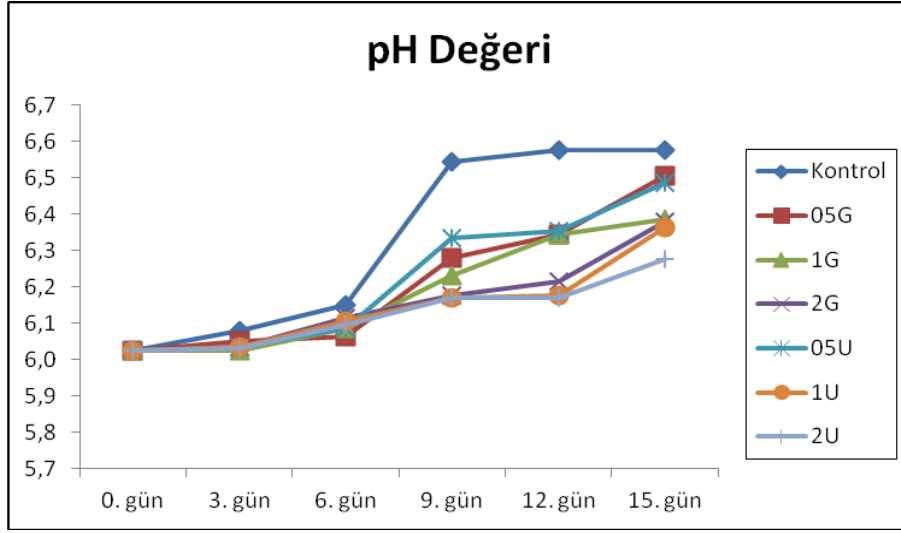
Çizelge 4.58. Uskumru kıymalarının pH değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	pH Değeri
Depolama süresi	
0. Gün	6.025000 ^f
3. gün	6.046250 ^e
6. gün	6.106250 ^d
9. gün	6.306250 ^c
12. gün	6.344375 ^b
15. gün	6.443125 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	6.219167 ^a
<i>U. rigida</i>	6.204583 ^b
Konsantrasyon (%)	
0	6.325000 ^a
0.5	6.215833 ^b
1	6.164167 ^c
2	6.142500 ^d

^{a-f}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

pH değeri depolama süresince önemli düzeyde ($p < 0.01$) artış göstermiş, konsantrasyon değeri arttıkça pH değerinde azalma gözlenmiştir ($p < 0.01$). Kullanılan özüt çeşidinin ise pH değeri üzerine $p < 0.01$ önem seviyesinde etkili olduğu

belirlenmiştir (Çizelge 4.58). Şekil 4.30 ve Çizelge 4.59’da depolama süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimler görülmektedir.



Şekil 4.30. Uskumru kıymalarının pH değerleri

Çizelge 4.59. Uskumru kıymalarının pH değerleri

Günler	Gruplar						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	6.03±0.01 ^{Da}	6.03±0.01 ^{Ea}	6.03±0.01 ^{Ea}	6.03±0.01 ^{Ea}	6.03±0.01 ^{Da}	6.03±0.01 ^{Da}	6.03±0.01 ^{Da}
3**	6.08±0.01 ^{Ca}	6.05±0.01 ^{DEb}	6.03±0.01 ^{Ebc}	6.04±0.01 ^{Ebc}	6.04±0.01 ^{Dbc}	6.04±0.01 ^{Dbc}	6.03±0.00 ^{Dc}
6**	6.15±0.01 ^{Ba}	6.07±0.01 ^{Dd}	6.09±0.01 ^{Dcd}	6.12±0.01 ^{Db}	6.09±0.01 ^{Ccd}	6.11±0.01 ^{Cbc}	6.10±0.01 ^{Cbc}
9**	6.55±0.01 ^{Aa}	6.28±0.01 ^{Cc}	6.23±0.00 ^{Cd}	6.18±0.01 ^{Ce}	6.34±0.02 ^{Bb}	6.17±0.00 ^{Be}	6.17±0.00 ^{Be}
12**	6.58±0.01 ^{Aa}	6.35±0.02 ^{Bb}	6.35±0.01 ^{Bb}	6.22±0.01 ^{Bc}	6.36±0.01 ^{Bb}	6.18±0.01 ^{Bd}	6.17±0.01 ^{Bd}
15**	6.58±0.02 ^{Aa}	6.51±0.01 ^{Ab}	6.39±0.01 ^{Ac}	6.38±0.00 ^{Ac}	6.49±0.01 ^{Ab}	6.37±0.01 ^{Ac}	6.28±0.01 ^{Ad}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-E} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-e} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.2. Kimyasal kalite analiz bulguları

4.2.2.1. Trimetilamin azot (TMA-N) değerine ait bulgular

Su ürünlerinde kalite göstergesi olan trimetilamin azot değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.60'da verilmiştir.

Çizelge 4.60. Uskumru kıymalarının TMA-N değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	1602.807065	688.92**
Özüt çeşidi	1	8.401667	3.61
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	10.838609	4.66**
Konsantrasyon	3	494.932657	212.73**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	124.486351	53.51**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	19.161036	8.24 **
Hata	63	2.32655	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Depolama süresi ve konsantrasyon TMA-N değerini önemli (p<0.01) düzeyde etkilemiştir. Depolama süresi, özüt çeşidi ve konsantrasyonlar arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli (p<0.01) bulunmuştur. Ortalama değerler arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile Çizelge 4.61'de verilmiştir.

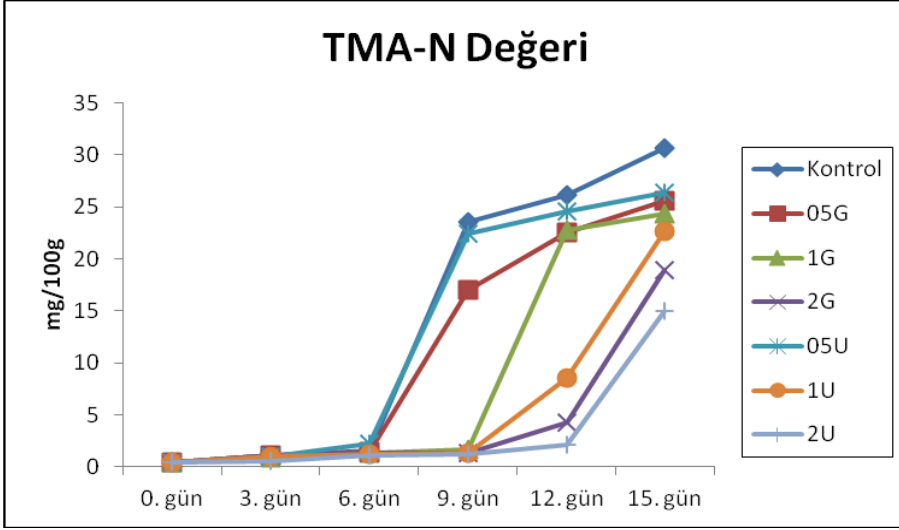
Çizelge 4.61. Uskumru kıymalarının TMA-N değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	TMA-N (mg/100g)
Depolama süresi	
0. Gün	0.4000 ^d
3. gün	0.9863 ^d
6. gün	1.4650 ^d
9. gün	11.5288 ^c
12. gün	17.1406 ^b
15. gün	24.2906 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	9.5977 ^a
<i>U. rigida</i>	9.0060 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	13.9133 ^a
0.5	12.1038 ^b
1	7.2188 ^c
2	3.9717 ^d

^{a-d}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Duncan testi sonuçlarına göre özüt çeşidinin TMA-N değerini istatistiksel olarak etkilemediği görülmektedir. Depolama süresince TMA-N değerinin önemli düzeyde (p<0.01) artış gösterdiği belirlenmiştir. Konsantrasyon oranı arttıkça TMA-N değerinin

istatistiksel olarak ($p < 0.01$) azalma gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.61). Uskumru kıymalarının TMA-N değerlerine ait analiz sonuçları Şekil 4.31 ve Çizelge 4.62’de verilmiştir.



Şekil 4.31. Uskumru kıymalarının trimetilamin azot (TMA-N) değerleri

Çizelge 4.62. Uskumru kıymalarının trimetilamin azot (TMA-N) değerleri

Günler	Gruplar (mg/100 g)						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	0.40±0.40 ^{Da}	0.40±0.40 ^{Ea}	0.40±0.40 ^{Ea}	0.40±0.40 ^{Da}	0.40±0.40 ^{Fa}	0.40±0.40 ^{Da}	0.40±0.40 ^{Ca}
3*	1.08±1.08 ^{Da}	1.11±1.11 ^{Da}	0.94±0.94 ^{DEa}	1.06±1.06 ^{Ca}	1.05±1.05 ^{Ea}	1.02±1.02 ^{CDa}	0.57±0.57 ^{Cb}
6**	1.56±1.56 ^{Db}	1.42±1.42 ^{Dbc}	1.29±1.29 ^{CDcd}	1.31±1.31 ^{Ccd}	2.23±2.23 ^{Da}	1.23±1.23 ^{Cde}	1.13±1.13 ^{BCe}
9**	23.61±1.10 ^{Ca}	17.06±0.40 ^{Cc}	1.69±0.06 ^{Cd}	1.33±0.00 ^{Cd}	22.43±0.50 ^{Cb}	1.29±0.05 ^{Cd}	1.22±0.02 ^{BCd}
12**	26.18±0.50 ^{Ba}	22.49±0.30 ^{Bc}	22.77±0.39 ^{Bc}	4.22±0.01 ^{Be}	24.61±0.25 ^{Bb}	8.56±0.00 ^{Bd}	2.10±1.24 ^{Bf}
15**	30.66±0.36 ^{Aa}	25.63±0.23 ^{Ab}	24.41±0.41 ^{Ac}	18.94±0.21 ^{Ae}	26.40±0.12 ^{Ab}	22.65±0.65 ^{Ad}	14.99±0.30 ^{Af}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-F} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-f} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.2.2. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerine ait bulgular

Su ürünlerinin bozulması ile ilişkili olarak meydana gelen uçucu bazik azot (TVB-N) değerine ait istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.63’de verilmiştir.

Çizelge 4.63. Uskumru kıymalarının TVB-N değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	1176.792938	406.33**
Özüt çeşidi	1	18.638438	6.44*
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	8.576938	2.96*
Konsantrasyon	3	402.934549	139.13**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	92.808715	32.05 **
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	55.932882	19.31**
Hata	63	2.896123	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

Depolama süresi ve konsantrasyon toplam uçucu bazik azot değerini önemli (p<0.01) derecede etkilemiştir. Uskumru kıymalarının TVB-N değeri üzerine özüt çeşidinin ise p<0.05 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre ortalamalar arasındaki farklılıklar Çizelge 4.64’de verilmiştir.

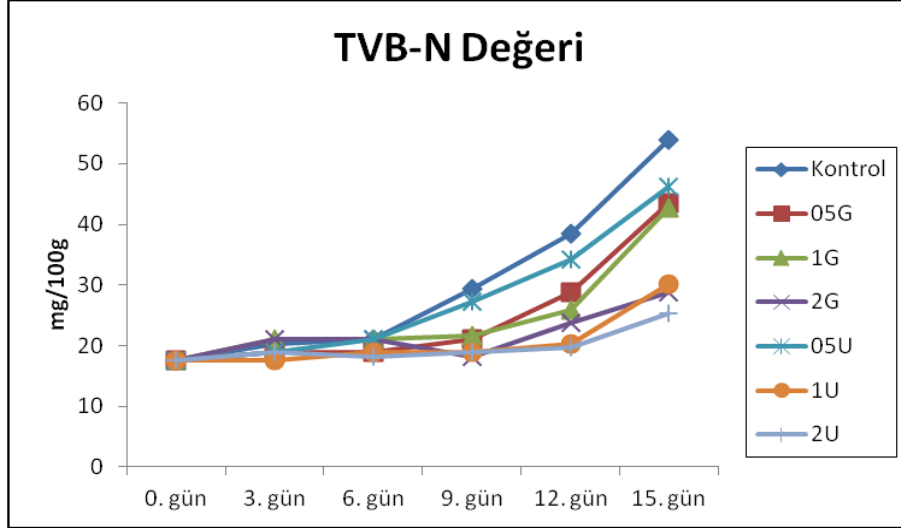
Çizelge 4.64. Uskumru kıymalarının TVB-N değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	TVB-N (mg/100 g)
Depolama süresi	
0. Gün	17.5000 ^c
3. gün	19.6000 ^d
6. gün	20.1250 ^d
9. gün	23.1000 ^c
12. gün	28.7625 ^b
15. gün	40.5188 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	25.3750 ^a
<i>U. rigida</i>	24.4938 ^b
Konsantrasyon (%)	
0	30.1000 ^a
0.5	26.1333 ^b
1	22.7500 ^c
2	20.7542 ^d

^{a-e}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Depolama süresince TVB-N değerinde görülen artış istatistiki olarak önemli (p<0.01) bulunmuştur. Kullanılan makroalg özüt çeşidine göre oluşan toplam uçucu bazik azot miktarı değişim göstermiş, kontrol grubuna göre özellikle *U. rigida* özütü ile

daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Özüt konsantrasyonu TVB-N değerlerini önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilemiş olup, konsantrasyon miktarı arttıkça TVB-N değeri azalmıştır. TVB-N sonuçları Şekil 4.32 ve Çizelge 4.65’de verilmiştir.



Şekil. 4.32. Uskumru kıymalarının toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerleri

Çizelge 4.65. Uskumru kıymalarının toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerleri

Günler	Gruplar (mg/100 g)						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G*	05U**	1U**	2U**
0	17.50±0.99 ^{Da}	17.50±0.99 ^{Da}	17.50±0.99 ^{Da}	17.50±0.99 ^{Da}	17.50±0.99 ^{Ca}	17.50±0.99 ^{Ba}	17.50±0.99 ^{Ba}
3*	20.30±0.99 ^{Da}	18.90±0.99 ^{CDab}	21.00±0.00 ^{Ca}	21.00±0.00 ^{Ca}	18.90±0.99 ^{Cab}	17.50±0.99 ^{Bb}	18.90±0.99 ^{Bab}
6	21.00±1.98 ^{Da}	18.90±0.99 ^{CDab}	21.00±0.00 ^{Ca}	21.00±0.00 ^{Ca}	21.00±0.00 ^{Ca}	18.90±0.99 ^{Bab}	18.20±0.00 ^{Bb}
9**	29.40±1.98 ^{Ca}	21.00±1.98 ^{Cbc}	21.70±0.99 ^{Cb}	18.20±0.00 ^{Dc}	27.30±0.99 ^{Ca}	18.90±0.99 ^{Bbc}	18.90±0.99 ^{Bbc}
12**	38.50±0.99 ^{Ba}	28.70±0.99 ^{Bc}	25.90±0.99 ^{Bd}	23.80±0.00 ^{Bd}	34.30±0.99 ^{Bb}	20.30±0.99 ^{Be}	19.60±1.98 ^{Be}
15**	53.90±0.99 ^{Aa}	43.40±0.00 ^{Ab}	42.70±0.99 ^{Ab}	28.70±0.99 ^{Ac}	46.20±3.96 ^{Ab}	30.10±2.97 ^{Ac}	25.25±0.64 ^{Ac}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-D} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-e} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.3. Yağ oksidasyonunun göstergesi olan analiz bulguları

4.2.3.1. Peroksit sayısı değerine ait bulgular

Uskumru kıymalarının 15 gün boyunca depolanması süresince, ilk oksidasyon ürünü olan peroksit değerleri istatistiki olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.66'da verilmiştir.

Çizelge 4.66. Uskumru kıymalarının peroksit değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	8.77966000	143.01**
Özüt çeşidi	1	0.00201667	0.03
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.12577917	2.05
Konsantrasyon	3	9.94161806	161.94**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.67612389	11.01**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.51539722	8.40**
Hata	63	0.061391	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

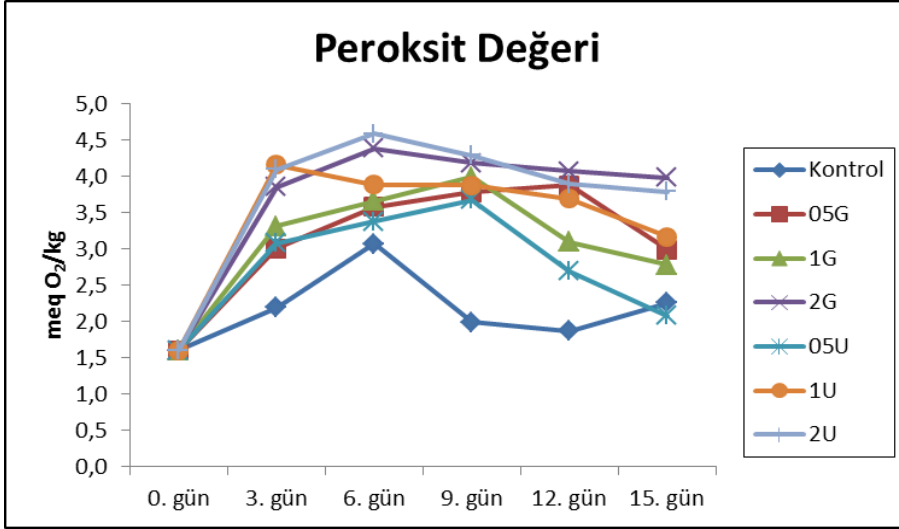
Uskumru kıymalarının peroksit değeri üzerine depolama süresi ve konsantrasyonun önemli düzeyde (p<0.01) etkili olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi x konsantrasyon ve özüt çeşidi x konsantrasyon arasındaki etkileşimlerin de önemli olduğu bulunmuştur (p<0.01). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre ortalamalara ait farklılıklar Çizelge 4.67'de verilmiştir.

Çizelge 4.67. Uskumru kıymalarının peroksit değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Peroksit değeri (meq O ₂ /kg)
Depolama süresi	
0. Gün	1.60500 ^e
3. gün	3.23813 ^c
6. gün	3.70250 ^a
9. gün	3.47250 ^b
12. gün	3.13188 ^c
15. gün	2.91375 ^d
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	3.01521 ^a
<i>U. rigida</i>	3.00604 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	2.16333 ^d
0.5	2.94583 ^c
1	3.23792 ^b
2	3.69542 ^a

^{a-e}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Uygulanan özüt çeşidinin peroksit değeri üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir. Tüm uygulama gruplarında 9. güne kadar peroksit değerinde artış gözlenmiş olup, daha sonra bir azalış tespit edilmiştir. Konsantrasyondaki artış peroksit değerinde artışa neden olup, en yüksek peroksit değeri %2 oranında özüt içeren gruplarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.67). Uskumru kıymalarının depolanması süresince peroksit sayısındaki değişimler Şekil 4.33 ve Çizelge 4.68’de verilmiştir.



Şekil 4.33. Uskumru kıymalarının peroksit değerleri

Çizelge 4.68. Uskumru kıymalarının peroksit değerleri

Günler	Gruplar (meq O ₂ /kg)						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	1.60±0.01 ^{Ca}	1.60±0.01 ^{Ca}	1.60±0.01 ^{Da}	1.60±0.01 ^{Ba}	1.60±0.01 ^{Da}	1.60±0.01 ^{Ca}	1.60±0.01 ^{Ca}
3**	2.19±0.19 ^{Bd}	3.01±0.41 ^{Bc}	3.31±0.04 ^{BCbc}	3.86±0.11 ^{Aab}	3.08±0.15 ^{BCc}	4.16±0.32 ^{Aa}	4.10±0.20 ^{ABa}
6**	3.07±0.29 ^{Ad}	3.58±0.14 ^{AcD}	3.66±0.01 ^{ABc}	4.39±0.12 ^{Aab}	3.38±0.14 ^{ABcd}	3.89±0.02 ^{ABbc}	4.59±0.43 ^{Aa}
9**	1.99±0.13 ^{BCb}	3.78±0.16 ^{Aa}	3.99±0.14 ^{Aa}	4.19±0.14 ^{Aa}	3.67±0.01 ^{Aa}	3.88±0.54 ^{ABa}	4.29±0.16 ^{ABa}
12**	1.87±0.15 ^{BCd}	3.88±0.13 ^{Aa}	3.10±0.43 ^{Cbc}	4.07±0.44 ^{Aa}	2.69±0.43 ^{Cc}	3.70±0.15 ^{ABab}	3.89±0.01 ^{Ba}
15**	2.26±0.18 ^{Bcd}	2.99±0.28 ^{Bb}	2.78±0.28 ^{Cbc}	3.98±0.26 ^{Aa}	2.08±0.14 ^{Dd}	3.17±0.29 ^{Bb}	3.79±0.01 ^{Ba}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

^{A-D} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-d} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.3.2. UV absorbands (232 nm) ölçümüne ait bulgular

Oksidasyonun primer göstergelerinden olan 232 nm absorbands değerleri incelenmiş, elde edilen sonuçlar istatistiksel değerlendirmeye tabi tutularak Çizelge 4.69'da verilmiştir. 232 nm'de ölçülen absorbands değerleri için ortalamalara ait sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.70'de verilmiştir.

Çizelge 4.69. Uskumru kıymalarının 232 nm UV absorbandsına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	0.22965417	60.46**
Özüt çeşidi	1	0.00806667	2.12
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.00118667	0.31
Konsantrasyon	3	0.03961806	10.43**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.00875472	2.30*
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.00251389	0.66
Hata	63	0.00379854	

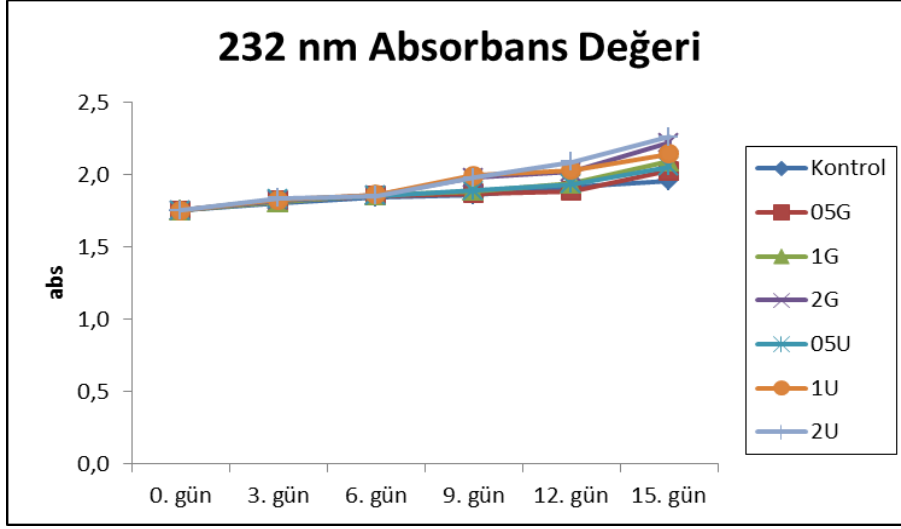
(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.70. Uskumru kıymalarının 232 nm UV absorbandsına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	232 nm UV absorbands (abs)
Depolama süresi	
0. Gün	1.75500 ^e
3. gün	1.81750 ^d
6. gün	1.85375 ^d
9. gün	1.91625 ^c
12. gün	1.97375 ^b
15. gün	2.09000 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	1.89188 ^a
<i>U. rigida</i>	1.91021 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	1.85833 ^c
0.5	1.88125 ^{bc}
1	1.91250 ^b
2	1.95208 ^a

^{a-e}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

232 nm UV absorbands üzerine farklı özüt kullanımının etkisi önemsiz bulunurken, depolama süresi (p<0.01), uygulanan özütlerin konsantrasyon miktarı (p<0.01) ve bunların birbirleri ile interaksiyonlarının önemli düzeyde (p<0.05) etkili olduğu belirlenmiştir. Uskumru kıymalarının 232 nm UV absorbands değerleri Şekil 4.34 ve Çizelge 4.71'de gösterilmiştir.



Şekil 4.34. Uskumru kıymalarının 232 nm UV absorbans değerleri

Çizelge 4.71. Uskumru kıymalarının 232 nm değerleri

Günler	Gruplar (abs)						
	Kontrol	05G	1G*	2G**	05U*	1U**	2U**
0	1.76±0.17 ^{Ba}	1.76±0.17 ^{Ba}	1.76±0.17 ^{Ca}	1.76±0.17 ^{Da}	1.76±0.17 ^{Ca}	1.76±0.17 ^{Ca}	1.76±0.17 ^{Da}
3	1.81±0.01 ^{ABb}	1.82±0.01 ^{Bab}	1.81±0.01 ^{BCab}	1.82±0.02 ^{CDab}	1.83±0.01 ^{BCab}	1.83±0.00 ^{BCab}	1.84±0.01 ^{CDa}
6	1.85±0.01 ^{ABa}	1.85±0.00 ^{ABa}	1.86±0.01 ^{BCa}	1.86±0.00 ^{BCDa}	1.86±0.00 ^{BCa}	1.86±0.00 ^{BCa}	1.85±0.02 ^{CDa}
9**	1.86±0.00 ^{ABb}	1.87±0.01 ^{ABb}	1.89±0.00 ^{BCb}	1.98±0.01 ^{BCa}	1.89±0.01 ^{ABCb}	2.00±0.01 ^{ABa}	1.98±0.01 ^{BCa}
12**	1.92±0.00 ^{ABcd}	1.89±0.00 ^{ABd}	1.94±0.01 ^{ABc}	2.02±0.00 ^{Bb}	1.94±0.02 ^{ABc}	2.03±0.03 ^{Ab}	2.09±0.00 ^{ABa}
15**	1.96±0.01 ^{Ae}	2.03±0.04 ^{Ade}	2.09±0.06 ^{AcD}	2.22±0.03 ^{Aab}	2.06±0.04 ^{Ad}	2.14±0.01 ^{Abc}	2.26±0.05 ^{Aa}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-D} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-e} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.3.3. UV absorbans (270 nm) ölçümüne ait bulgular

Oksidasyonun ikincil ürünlerinin bir göstergesi olan 270 nm dalga boyunda belirlenen absorbans değerlerinin istatistiksel sonuçları Çizelge 4.72’de, ortalamalar arasındaki farklılıklara ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.73’de verilmiştir.

Çizelge 4.72. Uskumru kıymalarının 270 nm UV absorbansına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	0.00646128	16.34**
Özüt çeşidi	1	0.00194168	4.91*
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.00034497	0.87
Konsantrasyon	3	0.00073865	1.87
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.00029463	0.75
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.00027799	0.70
Hata	61	0.00039536	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

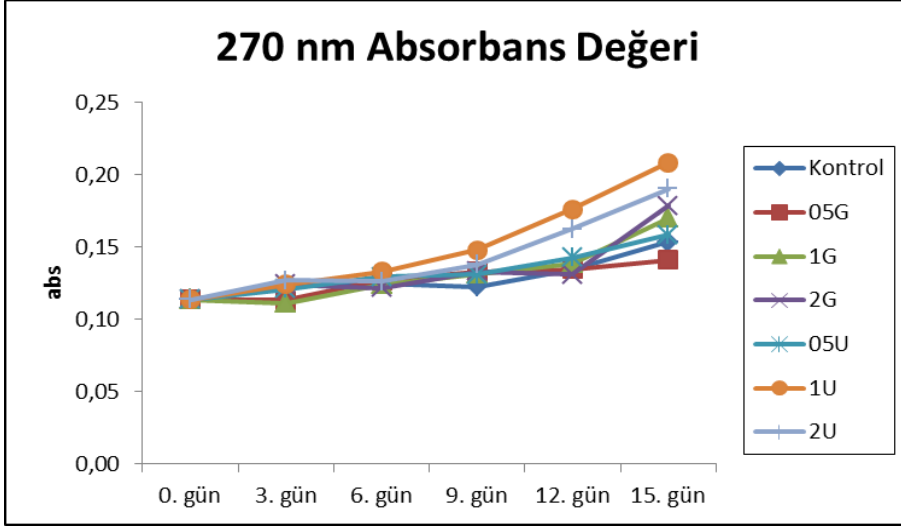
(*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.73. Uskumru kıymalarının 270 nm UV absorbansına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

270 nm UV absorbans (abs)	
Depolama süresi	
0. Gün	0.113500 ^d
3. gün	0.120938 ^{cd}
6. gün	0.126563 ^{cd}
9. gün	0.132625 ^{bc}
12. gün	0.145786 ^b
15. gün	0.169375 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	0.130354 ^b
<i>U. rigida</i>	0.138957 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	0.128227 ^b
0.5	0.130042 ^{ab}
1	0.141167 ^a
2	0.138292 ^{ab}

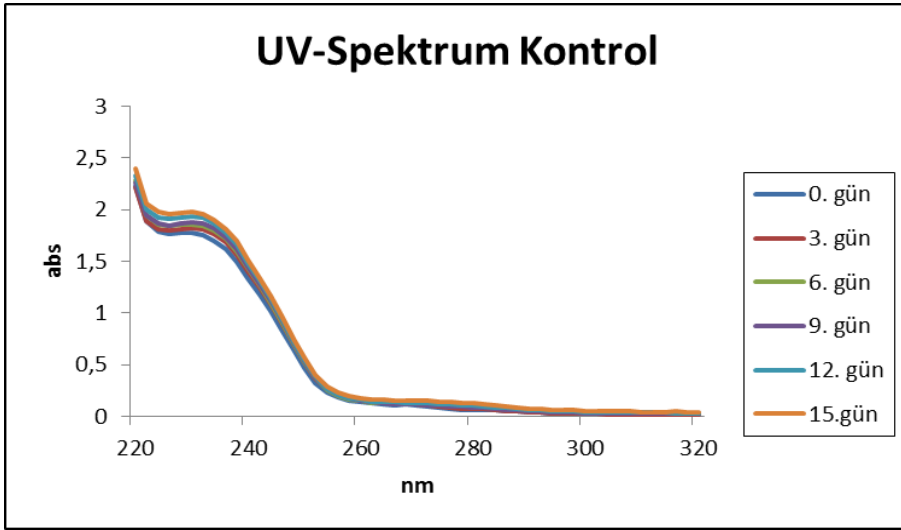
^{a-d}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Uskumru kıymalarının 270 nm UV absorbans değeri üzerine depolama süresi p<0.01 düzeyinde, uygulanan özüt çeşidi ise p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ürüne eklenen konsantrasyon oranının ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince tüm gruplarda 270 nm UV absorbans değerinde artış gözlenmiştir (p<0.01). Şekil 4.35 ve Çizelge 4.74’de depolama süresi ile birlikte 270 nm absorbansta belirlenen değişim görülmektedir.

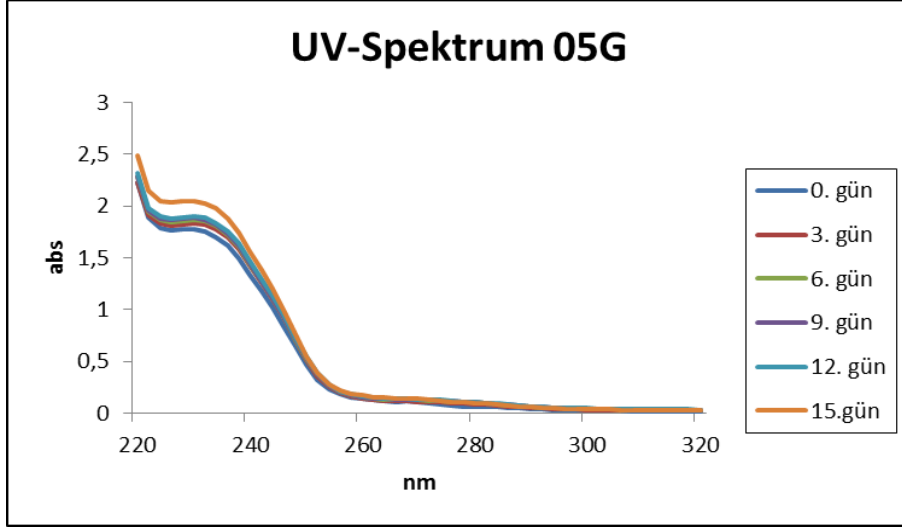


Şekil 4.35. Uskumru kıymalarının 270 nm değerleri

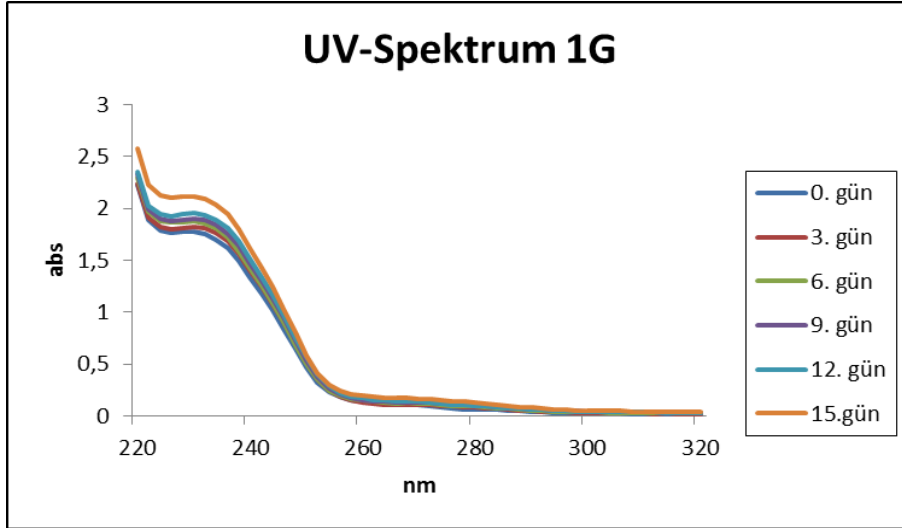
Depolama süresince tüm uygulama gruplarına ait 220-320 nm arası UV spektrumlar Şekil 4.36, Şekil 4.37, Şekil 4.38, Şekil 4.39, Şekil 4.40, Şekil 4.41 ve Şekil 4.42’de verilmiştir.



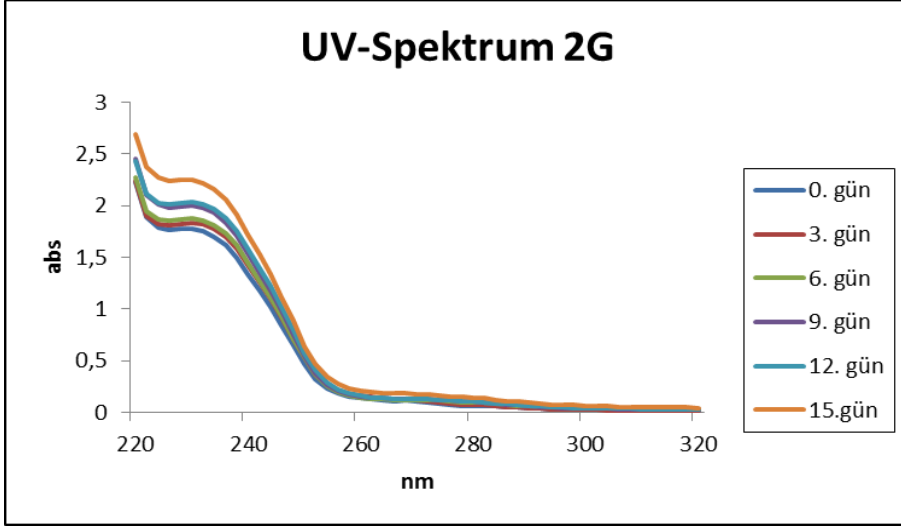
Şekil 4.36. Kontrol grubuna ait UV spektrum



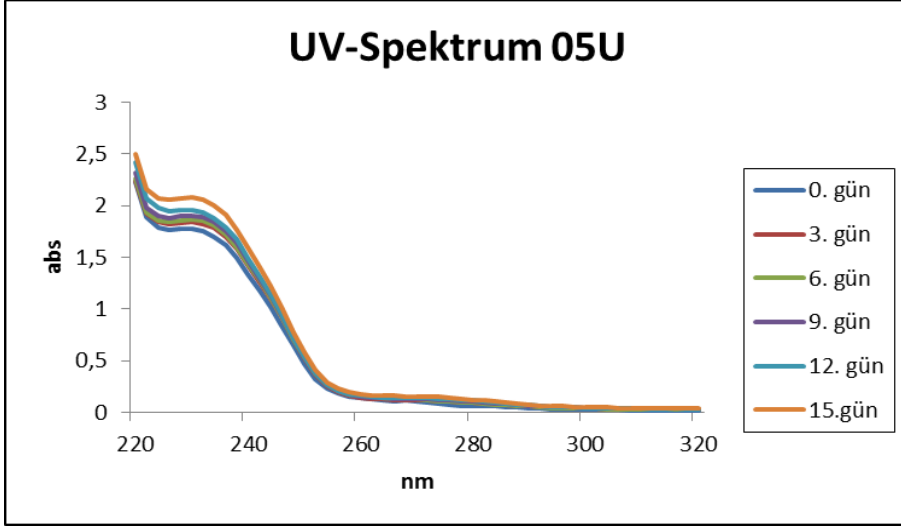
Şekil 4.37. %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum



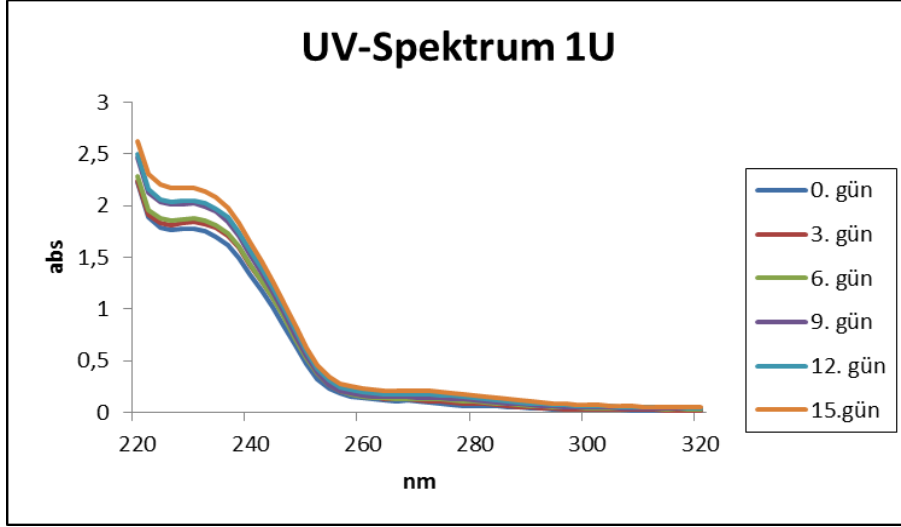
Şekil 4.38. %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum



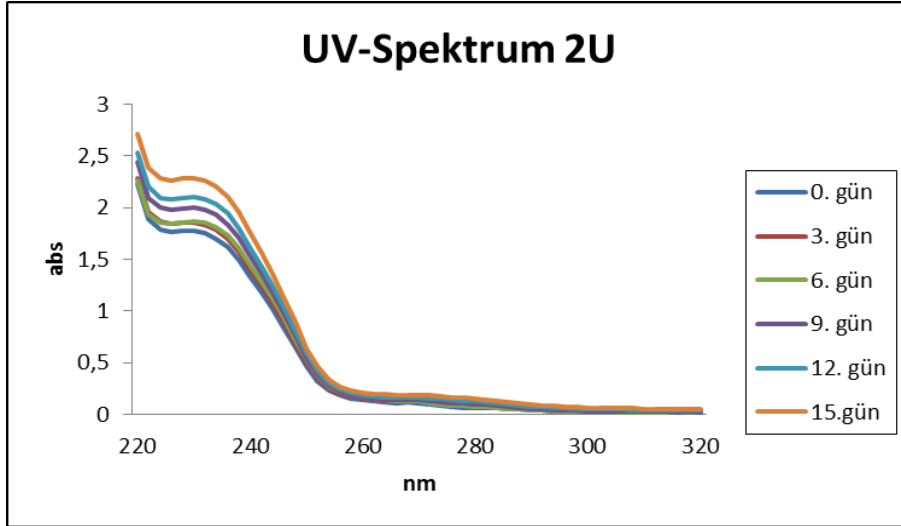
Şekil 4.39. %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum



Şekil 4.40. %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum



Şekil 4.41. %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum



Şekil 4.42. %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıymalarına ait UV spektrum

Çizelge 4.74. Uskumru kıymalarının 270 nm değerleri

Günler	Gruplar (abs)						
	Kontrol	05G*	1G	2G*	05U	1U	2U
0	0.114±0.017 ^{Ba}	0.114±0.017 ^{Ba}	0.114±0.017 ^{Aa}	0.114±0.017 ^{Ba}	0.114±0.017 ^{Aa}	0.114±0.017 ^{Aa}	0.114±0.017 ^{Ba}
3	0.123±0.002 ^{Ba}	0.114±0.003 ^{Ba}	0.111±0.002 ^{Aa}	0.124±0.000 ^{Ba}	0.121±0.000 ^{Aa}	0.124±0.018 ^{Aa}	0.127±0.002 ^{Aba}
6	0.125±0.002 ^{Ba}	0.127±0.004 ^{ABa}	0.124±0.014 ^{Aa}	0.122±0.001 ^{Ba}	0.129±0.007 ^{Aa}	0.133±0.022 ^{Aa}	0.126±0.003 ^{Aba}
9	0.123±0.002 ^{Bb}	0.133±0.004 ^{Aab}	0.132±0.010 ^{Aab}	0.133±0.007 ^{Bab}	0.131±0.011 ^{Aab}	0.148±0.010 ^{Aa}	0.138±0.001 ^{ABab}
12	0.135±0.012 ^{ABa}	0.135±0.006 ^{Aa}	0.139±0.017 ^{Aa}	0.131±0.003 ^{Ba}	0.143±0.009 ^{Aa}	0.176±0.053 ^{Aa}	0.163±0.039 ^{Aba}
15	0.154±0.014 ^{Aa}	0.141±0.000 ^{Aa}	0.170±0.062 ^{Aa}	0.179±0.022 ^{Aa}	0.159±0.045 ^{Aa}	0.209±0.069 ^{Aa}	0.190±0.054 ^{Aa}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-B} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-b} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.3.4. Tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARS) değerine ait bulgular

İkincil oksidasyon ürünleri varlığının bir göstergesi olan TBARS değerine ait istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.75’de verilmiştir.

Çizelge 4.75. Uskumru kıymalarının TBARS değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	3.35965917	189.88**
Özüt çeşidi	1	0.00183750	0.10
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.01543500	0.87
Konsantrasyon	3	0.16996389	9.61**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.06991972	3.95**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.02649028	1.50
Hata	63	0.01769392	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre TBARS değeri üzerine özüt çeşidi etkisinin önemsiz olduğu, depolama süresi ve konsantrasyonun gruplar arasında önemli düzeyde (p<0.01) etkili olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak depolama süresi ve konsantrasyon arasındaki interaksiyonunda önemli olduğu saptanmıştır (p<0.01). Ortaya çıkan bu değişim Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile incelenerek sonuçlar Çizelge 4.76’da verilmiştir.

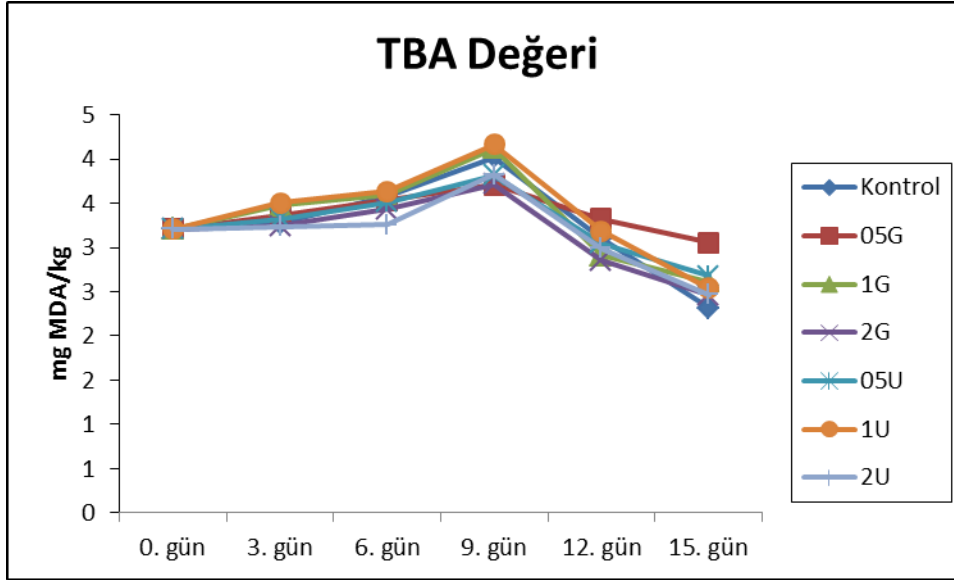
Çizelge 4.76. Uskumru kıymalarının TBARS değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	TBARS (mgMDA/kg)
Depolama süresi	
0. Gün	3.21000 ^d
3. gün	3.33688 ^c
6. gün	3.51500 ^b
9. gün	3.92563 ^a
12. gün	3.06375 ^e
15. gün	2.55625 ^f
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	3.27229 ^a
<i>U. rigida</i>	3.26354 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	3.25083 ^b
0.5	3.31625 ^{ab}
1	3.34750 ^a
2	3.15708 ^c

^{a-f}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Peroksit değerlerinde olduğu gibi tüm gruplarda 9. güne kadar TBARS değerleri artış göstermiş (p<0.01) ve 12. günden itibaren örneklerin TBARS değerlerinde bir azalma görülmüştür. Depolama süresinin sonunda hala tüketilebilme sınırı olan 10

mg/100g değeri aşılmamıştır. Depolamanın son gününde en düşük TBARS değeri kontrol grubunda tespit edilmiş olup, diğer oksidasyon analizlerinde olduğu gibi uskumru kıymalarına uygulanan özütlerin TBARS değerini arttırdığı belirlenmiştir. Uskumru kıymalarının TBARS değerindeki değişimler Şekil 4.43 ve Çizelge 4.77’de verilmiştir.



Şekil 4.43. Uskumru kıymalarının tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARS) değerleri

Çizelge 4.77. Uskumru kıymalarının tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARS) değerleri

Günler	Gruplar (mgMDA/kg)						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	3.21±0.07 ^{Ca}	3.21±0.07 ^{CDa}	3.21±0.07 ^{CDa}	3.21±0.07 ^{Ba}	3.21±0.07 ^{CDa}	3.21±0.07 ^{Ca}	3.21±0.07 ^{BCa}
3	3.27±0.00 ^{BCa}	3.37±0.06 ^{BCa}	3.48±0.51 ^{BCa}	3.25±0.02 ^{Ba}	3.32±0.17 ^{BCa}	3.50±0.05 ^{Ba}	3.23±0.11 ^{Ba}
6*	3.58±0.15 ^{Ba}	3.53±0.02 ^{ABa}	3.59±0.08 ^{ABa}	3.43±0.00 ^{Bab}	3.51±0.15 ^{Ba}	3.64±0.07 ^{Ba}	3.26±0.00 ^{Bb}
9	4.02±0.28 ^{Aab}	3.71±0.06 ^{Ab}	4.12±0.05 ^{Aa}	3.71±0.20 ^{Ab}	3.82±0.04 ^{Aab}	4.17±0.11 ^{Aa}	3.83±0.03 ^{Aab}
12*	3.10±0.00 ^{Cabc}	3.33±0.15 ^{Ca}	2.91±0.06 ^{CDcd}	2.85±0.06 ^{Cd}	3.05±0.02 ^{Dbcd}	3.19±0.17 ^{Cab}	2.99±0.01 ^{Cbcd}
15*	2.32±0.10 ^{Db}	3.06±0.02 ^{Da}	2.61±0.31 ^{Db}	2.46±0.01 ^{Db}	2.68±0.04 ^{Eb}	2.54±0.18 ^{Db}	2.46±0.19 ^{Db}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-E} Büyük harfler aynı sütündeki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-d} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.4. Yağlarda hidroliz derecesinin göstergesi olan serbest yağ asitliği değerine ait bulgular

Depolama süresince balık yağında meydana gelen serbest yağ asitleri değerlerinin değişimi incelenmiş ve sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.78).

Çizelge 4.78. Uskumru kıymalarının serbest yağ asitliği değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	1.74221104	20.33**
Özüt çeşidi	1	0.03337604	0.39
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.00604104	0.07
Konsantrasyon	3	0.13527049	1.58
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.04071882	0.48
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.05672604	0.66
Hata	63	0.08571612	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

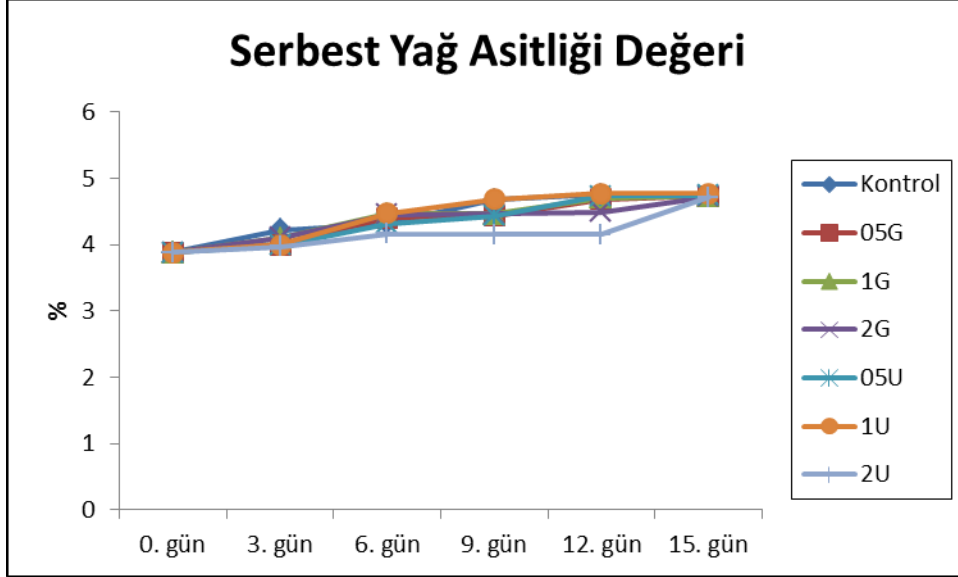
Varyans analiz sonuçlarına göre, uskumru kıymalarının serbest yağ asitliği değerleri üzerine depolama süresinin önemli olduğu (p<0.01), özüt çeşidi ve konsantrasyon oranının etkili olmadığı belirlenmiştir (p<0.01). Belirlenen ortalamalara ait farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.79'da verilmiştir.

Çizelge 4.79. Uskumru kıymalarının serbest yağ asitliği değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Serbest yağ asitliği (%)
Depolama süresi	
0. Gün	3.8800 ^d
3. gün	4.0712 ^d
6. gün	4.3613 ^c
9. gün	4.4963 ^{bc}
12. gün	4.6300 ^{ab}
15. gün	4.7331 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	4.38063 ^a
<i>U. rigida</i>	4.34333 ^a
Konsantrasyon (%)	
0	4.42667 ^a
0.5	4.40917 ^a
1	4.35208 ^a
2	4.26000 ^a

^{a-d}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Tüm gruplarda depolama süresince serbest yağ asitliğine ait değerlerin önemli düzeyde ($p<0.01$) artış gösterdiği belirlenmiştir. Kullanılan özüt çeşidi ve konsantrasyon oranının önemli olmadığı tespit edilmiştir. Depolama sonunda gruplar arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır ($p<0.01$). Uskumru kıymalarının depolanması süresince serbest yağ asitliğinde oluşan değişimler Şekil 4.44 ve Çizelge 4.80’de verilmiştir.



Şekil 4.44. Uskumru kıymalarının serbest yağ asitliği değerleri

Çizelge 4.80. Uskumru kıymalarının serbest yağ asitliği değerleri

Günler	Gruplar (%)						
	Kontrol	05G	1G	2G*	05U*	1U*	2U
0	3.88±0.35 ^{Aa}	3.88±0.35 ^{Ba}	3.88±0.35 ^{Ba}	3.88±0.35 ^{Ca}	3.88±0.35 ^{Ba}	3.88±0.35 ^{Ba}	3.88±0.35 ^{Aa}
3	4.22±0.04 ^{Aa}	3.99±0.30 ^{Ba}	4.10±0.03 ^{Ba}	4.10±0.11 ^{BCa}	3.99±0.09 ^{Ba}	3.99±0.08 ^{Ba}	3.97±0.17 ^{Aa}
6	4.32±0.21 ^{Aa}	4.40±0.02 ^{ABa}	4.46±0.04 ^{ABa}	4.45±0.02 ^{ABa}	4.32±0.01 ^{ABa}	4.47±0.01 ^{ABa}	4.16±0.46 ^{Aa}
9	4.68±1.10 ^{Aa}	4.44±0.05 ^{ABa}	4.46±0.00 ^{ABa}	4.46±0.01 ^{ABa}	4.43±0.08 ^{ABa}	4.69±0.33 ^{Aa}	4.15±0.39 ^{Aa}
12	4.75±0.39 ^{Aa}	4.69±0.36 ^{Aa}	4.71±0.44 ^{Aa}	4.49±0.00 ^{ABa}	4.73±0.39 ^{Aa}	4.77±0.40 ^{Aa}	4.15±0.39 ^{Aa}
15	4.72±0.03 ^{Aa}	4.74±0.05 ^{Aa}	4.74±0.05 ^{Aa}	4.73±0.02 ^{Aa}	4.74±0.03 ^{Aa}	4.77±0.00 ^{Aa}	4.71±0.05 ^{Aa}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-C} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^a Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.5. Mikrobiyal kalite analiz bulguları

4.2.5.1. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımına ait bulgular

Toplam mezofilik aerob bakteri sayımına ait veriler istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.81’de, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.82’de verilmiştir.

Çizelge 4.81. Uskumru kıymalarının TMAB değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	67.6017575	952.87**
Özüt çeşidi	1	0.8550375	12.05**
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.6166200	8.69**
Konsantrasyon	3	8.2377611	116.11**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	1.1199819	15.79**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.8951819	12.62**
Hata	63	0.0709455	

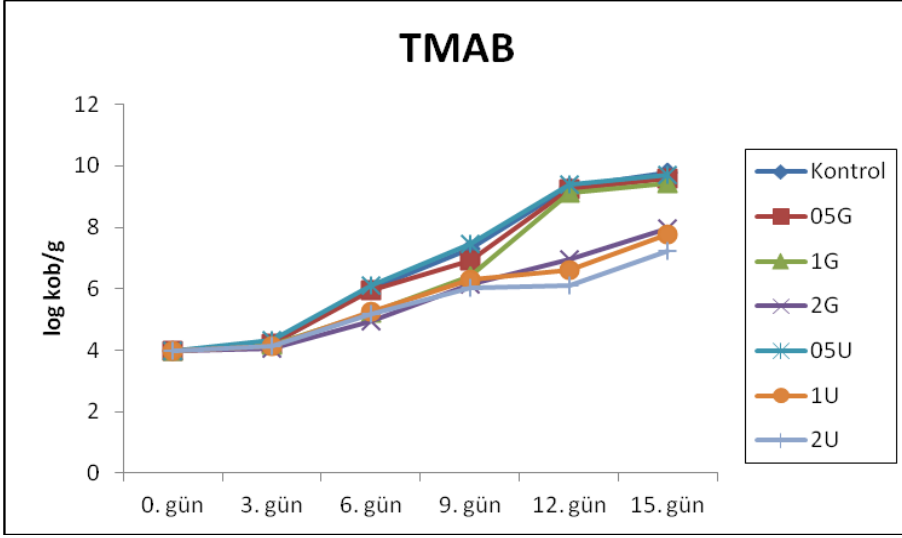
(**) p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.82. Uskumru kıymalarının TMAB değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	TMAB (log kob/g)
Depolama süresi	
0. Gün	3.99000 ^e
3. gün	4.17438 ^e
6. gün	5.58438 ^d
9. gün	6.74250 ^c
12. gün	8.25125 ^b
15. gün	8.90000 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	6.36813 ^a
<i>U. rigida</i>	6.17938 ^b
Konsantrasyon (%)	
0	6.76833 ^a
0.5	6.73750 ^a
1	6.03000 ^b
2	5.55917 ^c

^{a-e}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Uskumru kıymalarının TMAB değerine depolama süresi, özüt çeşidi, konsantrasyon oranı ve bunların birbirleri ile olan etkileşimlerinin önemli düzeyde (p<0.01) etkili olduğu ortaya konulmuştur. Konsantrasyondaki artış TMAB değerinde azalmaya neden olmuştur (p<0.01). Depolama süresince tüm gruplarda TMAB değerinde artış gözlenmiştir (p<0.01). Uskumru kıymalarının toplam mezofilik aerob bakteri sayımı sonuçları Şekil 4.45 ve verilerin istatistiksel değerlendirmeleri Çizelge 4.83’de verilmiştir.



Şekil 4.45. Uskumru kıymalarının toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı

Çizelge 4.83. Uskumru kıymalarının toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı

Günler	Gruplar (log kob/g)						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	3.99±0.06 ^{Fa}	3.99±0.06 ^{Fa}	3.99±0.06 ^{Fa}	3.99±0.06 ^{Ea}	3.99±0.06 ^{Fa}	3.99±0.06 ^{Ea}	3.99±0.06 ^{Ea}
3**	4.21±0.02 ^{Eb}	4.20±0.02 ^{Eb}	4.16±0.02 ^{Eb}	4.04±0.07 ^{Ec}	4.32±0.06 ^{Ea}	4.12±0.03 ^{Ebc}	4.14±0.01 ^{Dbc}
6**	6.01±0.00 ^{Da}	5.93±0.01 ^{Da}	5.22±0.06 ^{Db}	4.96±0.17 ^{Dc}	6.12±0.16 ^{Da}	5.26±0.00 ^{Db}	5.17±0.02 ^{Cbc}
9**	7.32±0.11 ^{Ca}	6.93±0.06 ^{Cb}	6.41±0.04 ^{Cc}	6.15±0.03 ^{Cde}	7.47±0.01 ^{Ca}	6.31±0.17 ^{Ccd}	6.04±0.01 ^{Be}
12**	9.31±0.02 ^{Bab}	9.24±0.03 ^{Bb}	9.11±0.07 ^{Bc}	6.94±0.05 ^{Bd}	9.39±0.06 ^{Ba}	6.59±0.05 ^{Be}	6.12±0.04 ^{Bf}
15**	9.77±0.07 ^{Aa}	9.59±0.12 ^{Aa}	9.44±0.02 ^{Aa}	7.95±0.36 ^{Ab}	9.69±0.15 ^{Aa}	7.78±0.02 ^{Ab}	7.22±0.04 ^{Ac}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-F} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-f} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.5.2. Toplam psikrofilik aerob bakteri (TPAB) sayımına ait bulgular

Toplam psikrofilik aerob bakteri sayımına ait veriler istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.84’de, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.85’de verilmiştir.

Çizelge 4.84. Uskumru kıymalarının TPAB değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	50.4681342	4536.19**
Özüt çeşidi	1	0.0532042	4.78*
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.0538267	4.84**
Konsantrasyon	3	6.9170333	621.72**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.9430842	84.77**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.1341486	12.06**
Hata	63	0.0111257	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

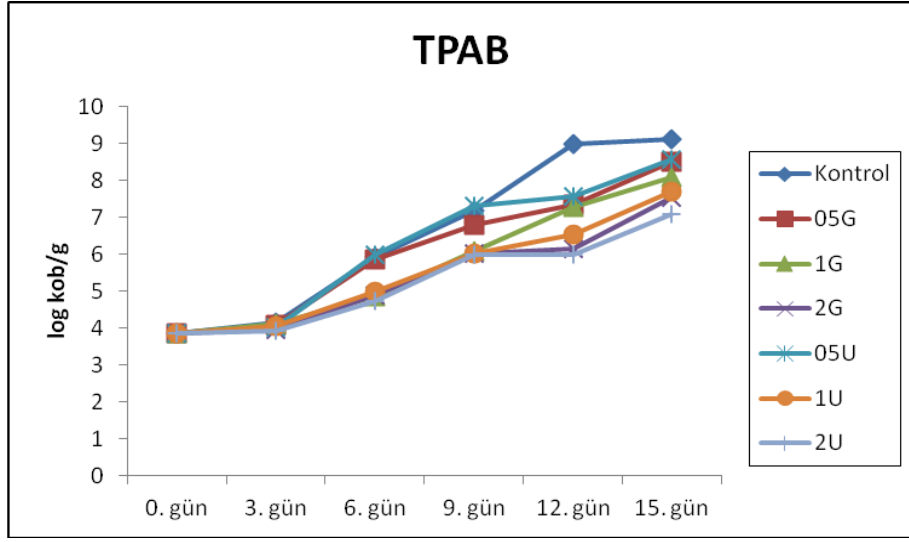
Çizelge 4.85. Uskumru kıymalarının TPAB değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	TPAB (log kob/g)
Depolama süresi	
0. Gün	3.85000 ^f
3. gün	4.05750 ^e
6. gün	5.40438 ^d
9. gün	6.56938 ^c
12. gün	7.36250 ^b
15. gün	8.21125 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	5.93271 ^a
<i>U. rigida</i>	5.88563 ^b
Konsantrasyon (%)	
0	6.53917 ^a
0.5	6.14250 ^b
1	5.62000 ^c
2	5.33500 ^d

^{a-f}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Uskumru kıymalarının TPAB değeri üzerine depolama süresi ve konsantrasyon oranının p<0.01 önem düzeyinde, özüt çeşidinin ise p<0.05 önem düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi x özüt çeşidi, depolama süresi x konsantrasyon ve özüt çeşidi x konsantrasyon interaksyonlarının önemli düzeyde (p<0.01) etkili olduğu belirlenmiştir. Konsantrasyondaki artış TPAB değerinde azalmaya neden olmuştur (p<0.01). Depolama süresince tüm gruplarda TPAB değerinde artış gözlenmiştir (p<0.01). Uskumru kıymalarının toplam psikrofilik aerob bakteri sayımı

sonuçları Şekil 4.46 ve verilerin istatistiksel değerlendirmeleri Çizelge 4.86'da verilmiştir.



Şekil 4.46. Uskumru kıymalarının toplam psikrofilik aerob bakteri (TPAB) sayımı

Çizelge 4.86. Uskumru kıymalarının toplam psikrofilik aerob bakteri (TPAB) sayımı

Günler	Gruplar (log kob/g)						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	3.85±0.04 ^{Fa}	3.85±0.04 ^{Fa}	3.85±0.04 ^{Fa}	3.85±0.04 ^{Da}	3.85±0.04 ^{Fa}	3.85±0.04 ^{Fa}	3.85±0.04 ^{Da}
3**	4.15±0.02 ^{Ea}	4.08±0.00 ^{Ebc}	4.12±0.04 ^{Eab}	3.97±0.02 ^{Def}	4.01±0.01 ^{Ede}	4.05±0.03 ^{Ecd}	3.92±0.01 ^{Df}
6**	5.93±0.03 ^{Da}	5.88±0.04 ^{Da}	4.87±0.04 ^{Db}	4.90±0.06 ^{Cb}	6.00±0.02 ^{Da}	5.00±0.02 ^{Da}	4.74±0.05 ^{Cb}
9**	7.18±0.03 ^{Ca}	6.79±0.09 ^{Cb}	6.08±0.02 ^{Cb}	6.02±0.11 ^{Bb}	7.30±0.03 ^{Ca}	6.02±0.10 ^{Cb}	5.99±0.00 ^{Bb}
12**	9.00±0.02 ^{Ba}	7.34±0.01 ^{Bc}	7.29±0.01 ^{Bc}	6.15±0.01 ^{Be}	7.57±0.05 ^{Bb}	6.54±0.05 ^{Bd}	6.00±0.02 ^{Bf}
15**	9.12±0.00 ^{Aa}	8.49±0.02 ^{Ab}	8.09±0.04 ^{Ac}	7.54±0.03 ^{Ae}	8.56±0.08 ^{Ab}	7.69±0.02 ^{Ad}	7.09±0.04 ^{Af}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-F} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-f} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.5.3. Pseudomonas sayımına ait bulgular

Pseudomonas sayımına ait veriler istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.87’de, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.88’de verilmiştir.

Çizelge 4.87. Uskumru kıymalarının pseudomonas değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	5	4.34061354	736.50**
Özüt çeşidi	1	0.15600937	26.47**
Depolama süresi x Özüt çeşidi	5	0.03613187	6.13**
Konsantrasyon	3	7.09862326	1204.47**
Depolama süresi x Konsantrasyon	15	0.52414576	88.94**
Özüt çeşidi x Konsantrasyon	3	0.02118715	3.59*
Hata	63	0.00589357	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

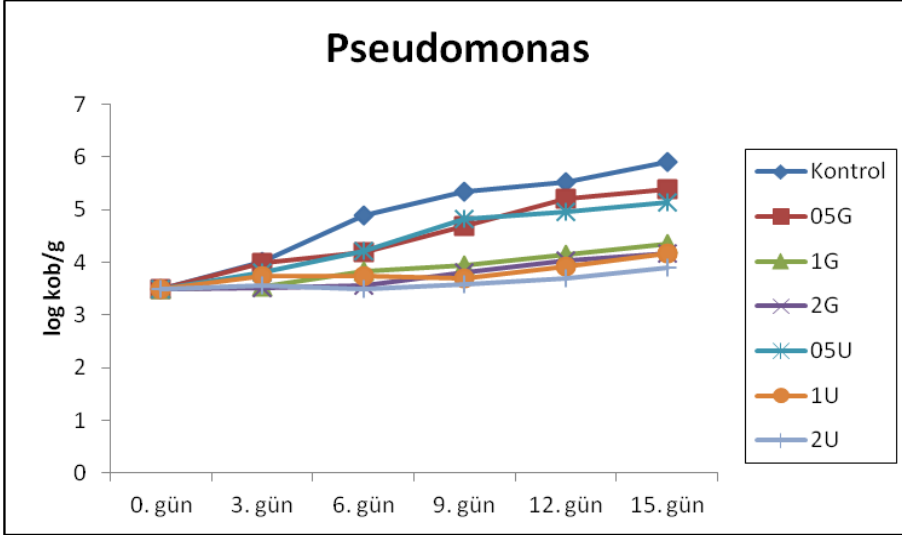
(*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.88. Uskumru kıymalarının pseudomonas değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Pseudomonas (log kob/g)
Depolama süresi	
0. Gün	3.49000 ^f
3. gün	3.77438 ^e
6. gün	4.10688 ^d
9. gün	4.40250 ^c
12. gün	4.62812 ^b
15. gün	4.86250 ^a
Özüt çeşidi	
<i>G. verrucosa</i>	4.25104 ^a
<i>U. rigida</i>	4.17042 ^b
Konsantrasyon (%)	
0	4.86250 ^a
0.5	4.44833 ^b
1	3.83875 ^c
2	3.69333 ^d

^{a-f}Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Uskumru kıymalarının pseudomonas değeri üzerine depolama süresi, özüt çeşidi ve konsantrasyon oranının önemli düzeyde (p<0.01) etkili olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi x özüt çeşidi ve depolama süresi x konsantrasyon arasındaki interaksyonun p<0.01 önem düzeyinde, özüt çeşidi x konsantrasyon arasındaki interaksyonun ise p<0.05 önem düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Konsantrasyondaki artış pseudomonas değerinde azalmaya neden olmuştur (p<0.01). Depolama süresince tüm gruplarda pseudomonas değerinde artış gözlenmiştir (p<0.01). Uskumru kıymalarının pseudomonas sayımı sonuçları Şekil 4.47 ve verilerin istatistiksel değerlendirmeleri Çizelge 4.89’da verilmiştir.



Şekil 4.47. Uskumru kıymalarının pseudomonas sayımı

Çizelge 4.89. Uskumru kıymalarının pseudomonas sayımı

Günler	Gruplar (log kob/g)						
	Kontrol**	05G**	1G**	2G**	05U**	1U**	2U**
0	3.49±0.01 ^{Fa}	3.49±0.01 ^{Fa}	3.49±0.01 ^{Ea}	3.49±0.01 ^{Ca}	3.49±0.01 ^{Ea}	3.49±0.01 ^{Da}	3.49±0.01 ^{Ca}
3**	4.02±0.02 ^{Ea}	3.98±0.02 ^{Ea}	3.54±0.10 ^{Ec}	3.51±0.05 ^{Cc}	3.81±0.09 ^{Db}	3.75±0.02 ^{BCb}	3.57±0.05 ^{BCc}
6**	4.89±0.02 ^{Da}	4.20±0.01 ^{Db}	3.83±0.05 ^{Dc}	3.57±0.07 ^{Cd}	4.22±0.07 ^{Cb}	3.74±0.01 ^{BCc}	3.50±0.04 ^{Cd}
9**	5.35±0.02 ^{Ca}	4.69±0.10 ^{Cb}	3.94±0.00 ^{Cc}	3.81±0.11 ^{Bcd}	4.82±0.09 ^{Bb}	3.70±0.05 ^{Cde}	3.58±0.05 ^{BCe}
12**	5.52±0.02 ^{Ba}	5.21±0.02 ^{Bb}	4.15±0.00 ^{Bd}	4.04±0.03 ^{Ade}	4.95±0.03 ^{Bc}	3.93±0.18 ^{Be}	3.70±0.01 ^{Bf}
15**	5.90±0.07 ^{Aa}	5.39±0.01 ^{Ab}	4.34±0.03 ^{Ad}	4.17±0.02 ^{Ae}	5.13±0.03 ^{Ac}	4.17±0.07 ^{Ae}	3.89±0.14 ^{Af}

Değerler; ortalama ± standart sapma

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

^{A-F} Büyük harfler aynı sütundaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

^{a-f} Küçük harfler aynı satırdaki gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir

05G: %0.5 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

1G: %1 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

2G: %2 *G. verrucosa* özütü içeren uskumru kıyması

05U: %0.5 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

1U: %1 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

2U: %2 *U. rigida* özütü içeren uskumru kıyması

4.2.5.4. Laktik asit bakteri sayımına ait bulgular

Uskumru kıymalarının depolanması sırasında laktik asit bakterilerine rastlanmamıştır.

4.2.5.5. Maya ve küf sayımına ait bulgular

Uskumru kıymalarının muhafazası boyunca maya ve küflere ait mikroorganizmalara rastlanmamıştır.

5. TARTIŞMA

5.1. Makroalg Özütleri ile İlgili Tartışma

Çok sayıda araştırmacı farklı makroalg türlerinden farklı ekstraksiyon yöntemi kullanarak özüt elde etmiş ve farklı analiz metodları kullanarak in-vitro antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini belirlemişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız makroalg türleri ile ilgili yapılan çalışmaların azlığı nedeniyle bu bölümde, en az cins düzeyinde aynı olan makroalg özütlerinin sonuçları ile bizim özütlerimizin sonuçları tartışılmıştır.

5.1.1. Makroalg özütlerinin toplam fenolik madde içeriği

Fenolik bileşenler, yaygın olarak bitkilerde varolan ikincil metabolitler olarak da adlandırılan biyoaktif bileşenlerdir (Kumaran ve Karunakaran 2007). Araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda denizel makroalg ekstraktlarının polifenol içeriklerinin antioksidan aktiviteyi de içeren birçok biyolojik özelliklere sahip olduğu rapor edilmektedir (Yan vd 1999, Lim vd 2002, Santoso vd 2002, Kuda vd 2005a, Ye vd 2009, O'Sullivan vd 2011). Kurutma ve depolama işlemlerinin, makroalglerde bulunan fenolik bileşenler üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Jimenez-Escrig vd 2001).

Zhang vd (2007) *Gracilaria vermiculophylla*, *Gracilaria lemaneiformis*, *Gracilaria gracilis* ve *Gracilaria textorii* türlerinin metanol : kloroform (2:1) ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriğini sırasıyla; 0.62 ± 0.01 , 0.88 ± 0.01 , 0.10 ± 0.00 ve 0.67 ± 0.01 mg gallik asit eşdeğeri/g kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir.

Ganesan vd (2008), Hindistan kırmızı alglerinden (*Eucheama kappaphycus*, *Gracilaria edulis* ve *Acanthophora spicifera*) sağlanan metanol ekstraktlarının ve onların farklı çözgen fraksiyonlarının antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. *Gracilaria edulis*'in metanol ekstraktının toplam fenolik madde içeriği 4.1 ± 0.31 mg gallik asit eşdeğeri/g ekstrakt olarak tespit edilmiş olup, en yüksek fenolik içeriğinin (16.26 mg gallik asit eşdeğeri/g ekstrakt) petrol eter fraksiyonunda olduğunu tespit etmişlerdir.

El-Baky vd (2009), *Ulva lactuca* türünün diklorometan : metanol (1:1 v/v) ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriğini 4.6 ± 0.58 mg/g gallik asit eşdeğeri olarak bulmuşlardır.

Yangthong vd (2009), Tayland'ın güney sahillerinden topladığı *Gracilaria tenuistipitata* var. *tenuistipitata* ve *Ulva lactuca* türlerinin su kullanılarak kaynatma ve otoklavlama ile elde ettikleri ekstraktlara ait toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 3951 ± 182 , test edilmedi, 4296 ± 216 ve 1874 ± 121 mg tannik asit eşdeğeri/100 g kuru ekstrakt olarak saptamışlardır.

Wang vd (2009b), *Ulva lactuca* türüne ait su ve %70 aseton ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriğinin 5 g floroglukinol eşdeğeri/100 g ekstraktan daha düşük ve polifenolik bileşenlerin ekstrakte edilmesinde %70 aseton ekstraktlarının su ekstraktlarından daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Sachindra vd (2010), *Gracilaria edulis* ve *Gracilaria corticata* makroalglerinin metanol ekstraktlarının ve farklı çözügenler kullanarak fraksiyonlarının antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. *Gracilaria edulis* için ham ekstrakt (metanol ekstraktı), hekzan, etil asetat, bütanol ve sulu fraksiyonlarının toplam fenolik madde sonuçları sırasıyla; 5.1±0.10, 3.5±0.40, 6.6±0.44, 2.5±0.50 ve 1.8±0.73 mg/g kateşin eşdeğeri olarak, *Gracilaria corticata* için ham ekstrakt (metanol ekstraktı), hekzan, etil asetat, bütanol ve sulu fraksiyonlarının toplam fenolik madde sonuçları sırasıyla; 5.8±0.18, 4.4±0.12, 8.7±0.31, 5.4±0.58 ve 4.1±0.05 mg/g kateşin eşdeğeri olarak belirlenmiştir.

Cho vd (2011), *Enteromorpha prolifera*'yı 60 °C sıcaklıkta 2 saat süre ile bekleterek %95'lik etanolde ekstrakte etmişlerdir. Toplam fenolik içeriği 47.9±0.2 mg gallik asit eşdeğeri/g olarak tespit etmişlerdir.

Sabeena Farvin ve Jacobsen (2013), Danimarka sahillerinden topladığı *Ulva lactuca* ve *Gracilaria vermiculophylla* türlerinin etanol ekstraktlarına ait toplam fenolik madde içeriğini sırasıyla 236.5±7.8 ve 95.2±8.6 kuru ağırlık üzerinden mg/100 g gallik asit eşdeğeri olarak belirlemişlerdir.

Çalışmamızda toplam fenolik madde içeriği kullanılan türler arasında istatistiki olarak önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılık göstermektedir. *U. rigida* özütüne ait toplam fenolik madde değerinin *G. verrucosa* özütünden daha yüksek olduğu ve 60 °C sıcaklıkta elde edilen özütlerden fenolik içeriğin daha iyi ekstrakte edildiği belirlenmiştir. Diğer çalışmalarla değerlerimizin farklılık taşımamasının başlıca sebepleri; farklı türlerin kullanılmış olmasından kaynaklanmakla beraber, makroalglerin bulunduğu coğrafik koşullarla fitokimyasal yapısının doğrudan ilişkili olması, makroalgelere uygulanan ön işlemler, değişik çözücülerin kullanılması, ekstraksiyon sıcaklığı ve süre gibi parametrelerin de özütlerde bulunan fenolik madde içeriğini etkilediği düşünülmektedir.

5.1.2. Makroalg özütlerinin antioksidan aktivitesi

Bu tez çalışmasında *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa* makroalg özütlerinin antioksidan aktivitesinin in-vitro yöntemlerle belirlenmesi için 3 farklı metot (TEAC, DPPH ve ORAC) kullanılmıştır.

Makroalglerin antioksidan bileşenlerin zengin bir kaynağı olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Lim vd 2002, Heo vd 2005, Kuda vd 2005a, Yuan vd 2005, Duan vd 2006, Song vd 2010, Costa vd 2010, Zhang vd 2010, Kindleysides vd 2012, Sabeena Farvin ve Jacobsen 2013).

Ganesan vd (2008) kırmızı makroalglerden 3 türün (*Euchema kappaphycus*, *Gracilaria edulis* ve *Acanthophora spicifera*) metanol ekstraktlarının in-vitro antioksidan aktivitelerini araştırdıkları çalışmada, türlerin antioksidan aktivitelerini doza bağlı olarak sergilediklerini ve ekstraktların konsantrasyonlarının artmasıyla antioksidan aktivitenin de arttığını bildirmektedirler.

Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC), ortamdaki antioksidan varlığında radikal kationun (ABTS⁺) okside edilmesiyle renkte meydana gelen değişimin ölçülmesi sonucu antioksidan aktivitenin belirlenmesi temeline dayanan bir analizdir. Suda ve yağda çözülebilir gıda örneklerinin antioksidan kapasitesini belirlemek için kullanılır (Huang vd 2005). Bu aktivite yöntemi, ticari algal ürünler (Diaz-Rubio vd 2009, Cofrades vd 2010) ve farklı alglerin sulu ve etanol ekstraktları için çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılmıştır (Demirel vd 2009, Boonchum vd 2011, Balboa vd 2013).

DPPH, indirgeyici maddeleri değerlendirmek için serbest bir radikal olarak tercih edilen (Cotelle vd 1996) ve bileşenlerin serbest radikal süpürücü aktivitelerinin araştırılması için kullanılan bir reaktiftir (Duan vd 2006). Radikal indirgeme, oksidasyonu engelleyen antioksidanların mekanizmalarından birisidir ve algler için kullanılan serbest radikalleri içeren (DPPH ve ABTS gibi) in-vitro yöntemler arasında bulunmaktadır. DPPH radikalının absorbanstaki azalma, radikalın renginin mordan yeşile dönüşmesi ile görsel olarak farkedilebilir bir durumdur. IC₅₀'nin daha düşük değeri daha yüksek bir aktiviteyi göstermektedir (Ganesan vd 2011). DPPH, alg ve alg ürünlerinin doğal antioksidan değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılan stabil serbest radikallerden birisidir (Kang vd 2003, Kuda vd 2007). Bu yöntem kullanılarak birçok makroalg türü için etanol ve su ekstraktlarının antioksidan kapasitesi belirlenmiştir (Kuda vd 2005a, Zahra vd 2007, Zubia vd 2009, Balboa vd 2013).

Cao vd (1993) tarafından geliştirilen Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi (ORAC) yöntemi önceleri β-fitoeritrinin özelliklerine dayanan bir yöntemdir. Ancak β-fitoeritrin stabil olmayıp, uzun süreli ışıktan etkilenmektedir (Singh ve Singh 2008). Bundan dolayı ORAC yönteminde β-fitoeritrin yerine çok daha stabil olan fluorescein çözültisi kullanılmaya başlanmıştır (Huang vd 2002, Budak 2010). ORAC metodu, fluoresceinin varlığında oksidasyonu başlatan belirli peroksil radikallerini indirgeme kabiliyetini değerlendirerek makroalg ekstraktlarının antioksidan kapasitelerini belirlemek için kullanılan bir yöntemdir (Prior vd 2003, Kindleysides vd 2012). Sıklıkla 2,2-azobis-(2-amidinopropane) dihidroklorid (AAPH), bir peroksil radikali üreticisi olarak kullanılır. ORAC yöntemi, kompleks reaksiyon mekanizmaları ve çoklu bileşenleri içeren gıda, nutraseutikal ve algler gibi ürünlerin antioksidan kapasitelerini belirlemek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Price vd 2006). Bu aktivite yöntemi, farklı çözgenlerle elde edilen çeşitli alg ekstraktlarının antioksidan kapasitesini belirlemek amacıyla da kullanılmaktadır (Diaz-Rubio vd 2009, Wang vd 2009b, Plaza vd 2010, Kindleysides vd 2012, Balboa vd 2013).

Zhang vd (2007), *Gracilaria lemaneiformis* ve *Gracilaria gracilis* türlerinin metanol: kloroform (2:1) ekstraktlarının DPPH değerini sırasıyla %19.12 ve %3.62 olarak belirlemişlerdir.

Ganesan vd (2008), Hindistan kırmızı alglerinden (*Euchema kappaphycus*, *Gracilaria edulis* ve *Acanthophora spicifera*) sağlanan metanol ekstraktları ve onların çözgen fraksiyonlarının antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. *Gracilaria edulis*'in metanol ekstraktının DPPH aktivitesini %5.20±0.35 olarak saptamışlardır.

Yangthong vd (2009), Tayland'ın güney sahillerinden toplanan 4 tüketilebilir makroalg türünden elde edilen su ekstraktlarının antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Kurutulmuş ve toz haline getirilmiş makroalgelere su eklenmiş ve 120 °C'de 3 saat süre ile birinci grup kaynatılarak, ikinci grup ise otoklavlanarak ekstraktlar elde edilmiştir. *Gracilaria tenuistipitata* var. *Tenuistipitata*'nın DPPH değeri birinci grup için 24.22±0.87 DPPH mg/mL olarak belirlenirken, ikinci grup için aktivite ölçülmemiştir. *Ulva lactuca*'nın DPPH değeri birinci grup için; 103.73±0.59 DPPH mg/mL ve ikinci grup için ise 61.68±0.51 DPPH mg/mL olarak tespit edilmiştir.

El-Baky vd (2009), *Ulva lactuca* türünün diklorometan : metanol (1:1 v/v) ekstraktlarının ve piyasada kullanılan bazı sentetik antioksidanların, antioksidan aktivitesini DPPH yöntemi kullanarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar IC₅₀ değerini *Ulva lactuca* ekstraktları için 16.50 mg/mL, BHA için 13.10 mg/mL, BHT için 12.20 mg/mL ve α-tokoferol için 14.40 mg/mL olarak tespit etmişlerdir. *Ulva lactuca* ekstraktları sentetik antioksidanlarla (BHA, BHT ve α-tokoferol) kıyaslandığında antioksidan etkisinin çok iyi olduğunu ve insan sağlığı açısından zararlı etkileri bulunan bu sentetik antioksidanlar yerine doğal antioksidanlar olarak bu ekstraktların tercih edilebileceğini belirtmektedirler.

Wang vd (2009b), İzlanda makroalglerinden elde ettikleri su ve %70 aseton ekstraktlarının farklı yöntemler kullanarak antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. *Ulva lactuca*'nın antioksidan aktivitesi su ekstraktları ile karşılaştırıldığında %70 aseton ekstraktlarının daha yüksek aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. DPPH süpürme etkisi 20 mg/ml'den ve ORAC aktivitesi 500 µmol troloks eşdeğeri/g'dan daha az olduğu tespit edilmiştir.

Sachindra vd (2010), *Gracilaria edulis* ve *Gracilaria corticata* makroalglerinin metanol ekstraktlarını ve bu ham ekstraktların farklı çözümler kullanarak ayırdıkları fraksiyonlarına ait antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. *Gracilaria edulis* için ham ekstraktın (metanol ekstraktı), hekzan, etil asetat, bütanol ve sulu fraksiyonlarının ABTS sonuçları sırasıyla; %10.2±2.16, %3.4±1.07, %14.4±2.58, %20±1.17 ve %7.9±3.16, *Gracilaria corticata* için ise; ham ekstraktın (metanol ekstraktı), hekzan, etil asetat, bütanol ve sulu fraksiyonlarının ABTS sonuçları sırasıyla; %16.1±5.29, %13.8±1.86, %38.6±5.07, %21.5±1.58 ve %8.5±2.38 olarak belirlenmiştir.

Cho vd (2011), *Enteromorpha prolifera*'nın %95 etanol ekstraktının DPPH radikal aktivitesini 0.06, 0.13, 0.25, 0.5 ve 1.0 olmak üzere 5 farklı aralıkta değerlendirmişlerdir. Sonuçlar sırasıyla; %23.1, %31.3, %44, %67.4 ve %96.3 olarak tespit edilmiştir.

Sabeena Farvin ve Jacobsen (2013), Danimarka sahillerinden topladığı *Ulva lactuca* ve *Gracilaria vermiculophylla* türlerinin etanol ekstraktlarına ait DPPH radikali süpürme etkisini sırasıyla 1266.7±11 ve 1033.3±2.6 µg/ml olarak belirlemişlerdir.

Çalışmamızda, toplam fenolik madde içeriği sonuçlarını destekleyecek şekilde test edilen 3 farklı antioksidan aktivite sonuçlarına göre en yüksek aktiviteyi 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen *U. rigida* özütlerinin gösterdiği tespit edilmiştir. Diğer araştırmacıların ekstraktlarda belirlemiş olduğu antioksidan aktiviteleri ile

çalışmamızdaki ekstraktların antioksidan aktivite kapasiteleri farklılık göstermektedir. Kullanılan makroalg türü, elde edilen özütün fitokimyasal özellikleri (fenolik ve flavonoid içeriği) ve antioksidan aktivite üzerinde etkili olan diğer bileşenlerin varlığı gibi nedenlerden dolayı farklılık gösterdiği düşünülmektedir. Makroalg bünyesinde antioksidan gösteren bileşenlerin farklı çözücülerde farklı oranlarda çözünmesinin bir sonucu olarak ekstraktlar farklı antioksidan kapasiteye sahip olmaktadır. Bu çalışmada uygulanan ekstraksiyon yöntemi, sıcaklık ve süre gibi faktörlere bağlı olarak tespit edilen antioksidan aktivite değerleri ile diğer araştırmacıların belirledikleri antioksidan aktivite değerleri farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle, çalışmalar arasında benzer makroalg ekstraktlarının antioksidan kapasitesinin birbirleri ile kıyaslanması materyalin biyolojik çeşitliliği ve ekstraksiyon metodunun farklılığından dolayı zordur (Moon ve Shibamoto 2009). Bu farklılıklar, mevsim, çevresel ve genetik faktörler gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır (Kindleysides vd 2012).

5.1.3. Makroalg özütlerinin antimikrobiyal aktivitesi

Literatürde deniz makroalglerinin pek çok türünün antibakteriyel ve antifungal aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir (El-Baky vd 2009, Gerasimenko vd 2010, Gupta vd 2010). Bazı çalışmalarda, makroalglerin antibakteriyel aktiviteleri üzerine farklı organik çözücülerin de etkileri araştırılmıştır (Sastry ve Rao 1994, Tüney vd 2006, Seenivasan vd 2010, Salem vd 2011). Her makroalg türünün içeriğinin birbirinden farklı olması nedeniyle, en az cins düzeyinde aynı olan makroalglerin antimikrobiyal aktiviteleri ile bizim sonuçlarımızın tartışması yapılmıştır.

Araştırmamızda, *G. verrucosa* ve *U. rigida* makroalglerinden farklı sıcaklıklarda elde edilen özütlerin antimikrobiyal aktiviteleri mikroorganizma türüne ve özüt çeşidine göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. *E. faecalis* için; 45 °C sıcaklıkta sağlanan *G. verrucosa* özütü, *B. subtilis* için; *U. rigida* makroalg türüne ait tüm gruplar, *S. aureus* için; 60 °C sıcaklıkta elde edilen *U. rigida* özütü, *P. aeruginosa* için; 45 °C ve 60 °C sıcaklıkta elde edilen *U. rigida* özütleri, *L. monocytogenes* için; 60 °C sıcaklıkta elde edilen *U. rigida* özütü, *C. albicans* için; 45 °C ve 60 °C sıcaklıkta elde edilen *U. rigida* özütleri en yüksek aktivite gösteren özütler olarak belirlenmiştir. *A. brasiliensis* türüne ait hiç bir grupta zon oluşumu belirlenmemiştir.

Kandhasamy ve Arunachalam (2008) Hindistan'ın güneydoğu sahillerinden topladıkları yeşil algler (*Caulerpa racemosa* ve *Ulva lactuca*), kırmızı algler (*Gracilaria folifera* ve *Hypneme muciformis*) ve kahverengi algler (*Sargassum myricocystum*, *Sargassum tenneerimum* ve *Padina tetrastomatica*)'e ait metanol ekstraktlarının gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı in-vitro antibakteriyel özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmada, yeşil alglere ait üyelerin, test edilen alglerin diğer üyelerinden daha yüksek antimikrobiyal aktivite sergiledikleri belirlenmiştir. *Ulva lactuca* ve *Gracilaria folifera* metanol ekstraktlarının (10 µL/disk) antibakteriyel aktiviteleri *Pseudomonas aeruginosa* (13±0.78 mm, 13±0.65 mm), *Enterococcus faecalis* (12±0.83 mm, 14±0.51 mm), *Staphylococcus aureus* (17±0.38 mm, 14±0.32 mm), *Bacillus subtilis* (14±0.51 mm, 12±0.31 mm) bakterilerine karşı test edilmiş ve antibakteriyel aktivite değerleri belirlenmiştir.

El-Baky vd (2009), *Ulva lactuca* ekstraktlarının doğal koruyucu madde olarak kullanımını araştırmışlardır. Antibakteriyel aktiviteyi kağıt disk difüzyon yöntemi ile 4 adet gram pozitif ve 2 adet gram negatif bakteri kullanarak test etmişlerdir. Kağıt diske üç farklı konsantrasyonda (1, 2 ve 4 mg/her disk için) *Ulva lactuca* ekstraktı emdirilmiştir. Her kağıt diske 1, 2 ve 4 mg eklenen ekstraktların oluşturmuş olduğu inhibisyon zonu sırasıyla; *Bacillus cereus* için; 8, 12 ve 15 mm, *Bacillus subtilis* için; 9, 13 ve 16 mm, *Staphylococcus aureus* için; 8, 12 ve 15 mm, *Micrococcus luteus* için; 9, 12 ve 15 mm, *Serratia marcescens* için; 10, 14 ve 17 mm, *Klebsiella pneumoniae* için 11, 14 ve 17 mm olarak belirlemişlerdir. *Ulva lactuca* ekstraktları kloramfenikol antibiyotiği ile kıyaslandığında ise ticari olarak kullanılan bu antibiyotik kadar etkili olmadığı ancak ekstraktların antibakteriyel aktivitesinin kullanılan doza bağlı olarak arttığını belirtmişlerdir.

Kolanjinathan vd (2009), *Gracilaria edulis*'in etanol ekstraktlarını *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus faecalis* ve *Bacillus cereus* olmak üzere toplam 6 patojen bakteriye karşı çalışmışlardır. *Gracilaria edulis*'in etanol ekstraktlarının *Bacillus cereus* ve *Enterobacter aerogenes* hariç tüm test mikroorganizmalarının büyümesini engellediğini belirlemişlerdir. *Gracilaria edulis*'in etanol ekstraktları, *Staphylococcus aureus*'a karşı 13.7 mm ile maksimum, *Enterobacter aerogenes*'e karşı 3.1 mm ile minimum zonu oluşturmuştur.

Mansuya vd (2010), yeşil alglerden; *Cladophora glomerata*, *Ulva lactuca*, *Ulva reticulata*, kırmızı alglerden; *Gracilaria corticata*, *Kappaphycus alvarezii*, kahverengi alglerden; *Sargassum wightii* ekstraktlarının kuyu difüzyon yöntemi ile antibakteriyel aktivitesini çalışmışlardır. Maksimum aktivite (45 mm) *Ulva reticulata* su ekstraktının 200 mg'ı *Salmonella typhi*'ye karşı, minimum aktivite (9 mm) ise *Ulva lactuca* su ekstraktının 50 mg'ı *Streptococcus pyogenes*'e karşı kayıt edilmiştir. Metanol ekstraktlarının su ekstraktlarından daha yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir. Maksimum aktivite (40 mm) *Escherichia coli* ve *Streptococcus pyogenes*'e karşı *Ulva reticulata*'nın metanol ekstraktının 200 mg'ında belirlenmiştir. Alglerin tamamının ham metanol ekstraktları tüm test patojenlerine karşı engelleyici etki göstermiş ve *Ulva reticulata* ekstraktının en etkili tür olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, *Ulva reticulata*'nın su ekstraktının *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı engelleyici etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

Christobel vd (2011), Hindistan'ın güneybatı sahillerinden toplanan 7 makroalg türünün su ekstraktlarının 10 patojenik bakteri suşuna ait antibakteriyel aktivitesini araştırmışlardır. Test edilen bakteri isolatlarının %70'ine karşı en yüksek aktiviteyi *Ulva fasciata*, *Gracilaria corticata*, *Sargassum wightii* ve *Padina tetrastratica*'nın gösterdiğini bildirmişlerdir. Maksimum engelleme zonu kırmızı alg türü *Gracilaria corticata*'nın *Proteus mirabilis* (17 mm)'e karşı olduğu tespit edilmiştir. *Ulva fasciata* ve *Gracilaria corticata*'nın su ekstraktının sırasıyla; *S. aureus* (9-10/9-11 mm), *B. subtilis* (7-9/7-10 mm), *P. aeruginosa* (8-11/10-12 mm) ve *E. coli* (7-9/7-10 mm)'ye karşı antibakteriyel etki gösterdiği belirlenmiştir.

Ertürk ve Taş (2011), Türkiye'de Vona kıyısından toplanan yeşil algler (*Cladophora glomerata*, *Enteromorpha linza*, *Ulva rigida*), kahverengi algler

(*Cystoseira barbata*, *Padina pavonica*) ve kırmızı alglerden (*Corallina officinalis*, *Ceramium ciliatum*) toplam yedi deniz alg türünden elde ettikleri etanol ekstraktlarını altı bakteri ve iki fungusu karşı in-vitro koşullarda antibakteriyel ve antifungal aktivitelerini kağıt disk-difüzyon metodu ile değerlendirmişlerdir. *Ulva rigida*'nın etanol ekstraktının *E. coli* (11 mm), *B. cereus* (10 mm), *S. aureus* (15 mm), *S. typhimurium* (15 mm), *L. monocytogenes* (10 mm), *P. aureginosa* (14 mm), *Candida albicans* (12 mm) ve *Aspergillus niger* (12 mm)'e karşı yani test edilen tüm mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Zbakh vd (2012), Akdeniz'in Morocco sahillerinden toplanan 20 makroalg türünün (9 yeşil alg, 3 kahverengi alg ve 8 kırmızı alg) metanol ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesini *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis*'e karşı test etmişlerdir. Kırmızı algelere ait çalışılan türlerin test edilen 3 bakteri suşunun büyümesini engellediği ve 20-24 mm arasında zon oluşturduğu belirlenmiştir. Test edilen algler arasında 17 tanesinin antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. *Ulva lactuca*, *Gracilaria bursa-pastoris* ve *Chaetomorpha linum* ekstraktlarının en yüksek antibakteriyel aktiviteye sahip oldukları belirlenmiştir. 15 ekstrakt (%75) *Staphylococcus aereus*'a, 7 ekstrakt (%35) *E. coli*'ye ve 2 ekstraktın (%10) *Enterococcus faecalis*'e karşı hayli aktif engelleyici etkisinin olduğu bildirilmiştir. *Ulva rigida*'nın metanol ekstraktının ise test edilen tüm suşlara karşı engelleyici etki gösterdiği rapor edilmektedir.

Ghanthikumar vd (2012), 6 adet bakteriyel insan patojeni üzerine, 6 denizel makroalgin metanol ve toluol ekstraktlarının antibakteriyel etkilerini disk difüzyon yöntemine göre çalışmışlardır. *Gracilaria pygmaea*'nın metanol ekstraktları, *Salmonella typhimurium* (1.5 mm), *Escherichia coli* (2.3 mm), *Klebsiella pneumoniae* (0.9 mm), *Staphylococcus aureus* (0.8 mm)'a karşı antibakteriyel etki gösterirken, *Bacillus subtilis* ve *Proteus vulgaris*'e karşı aktivite göstermediği tespit edilmiştir. *Gracilaria pygmaea*'nın toluol ekstraktları, *B. subtilis* (1 mm), *K. pneumoniae* (1 mm), *E.coli* (1 mm) ve *P. vulgaris* (0.7 mm)'e karşı antibakteriyel etki gösterirken *S. aureus* ve *S. typhimurium*'a karşı antibakteriyel etki göstermediği belirlenmiştir. *Ulva fasciata*'nın metanol ekstraktları *B. subtilis* (0.7 mm), *E. coli* (1 mm), *K. pneumonia* (0.7 mm) ve *P. vulgaris* (1.2 mm)'e karşı antibakteriyel etki gösterirken, *S. aureus* ve *S. typhimurium*'a karşı inhibisyon zonu oluşturmadığı tespit edilmiştir. *Ulva fasciata*'nın toluol ekstraktı; *B. subtilis* (0.8 mm), *E. coli* (1.3 mm), *K. pneumoniae* (1.2 mm), *S. aureus* ve *S. typhimurium* (0.8 mm)'e karşı antibakteriyel etki gösterirken, *P. vulgaris*'e karşı antibakteriyel etki göstermediği belirlenmiştir. Çalışmada sağlanan sonuçlara göre; bu makroalg ekstraktlarının, test edilen mikroorganizmaların neden olduğu hastalıkların tedavisinde kullanılabileceği araştırmacılar tarafından tavsiye edilmektedir.

Priyadharshini vd (2011), *Ulva fasciata*'nın butanol, metanol ve su ekstraktlarının balık patojenlerine (*Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas fluorescens*, *Proteus* sp., *Vibrio alginolyticus*, *Enterobacter* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus niger* ve *Candida* sp.) karşı antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır. *Vibrio alginolyticus*'a karşı maksimum (16 mm), *Enterobacter* sp.'ye karşı minimum (12 mm) engelleme zonu oluşturduğu tespit edilmiştir. *Ulva fasciata*'nın fungal patojenlere karşı daha zayıf

aktivite gösterdiği bildirilmektedir. *Aspergillus niger* ve *Candida sp.* mantarlarına karşı antifungal aktivite göstermediği belirlenmiştir.

Varier vd (2013), kırmızı alglerin (*Gelidiella acerosa*, *Gracilaria verrucosa* ve *Hypnea musciformis*) ham ekstraktlarını gram pozitif (*Salmonella paratyphi*, *Enterococcus aerogenes* ve *Staphylococcus epidermidis*) ve gram negatif (*Salmonella typhi* ve *Shigella flexneri*) bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesini disk difüzyon yöntemi ile belirlemişlerdir. Makroalglerin ekstraksiyonu için metanol, etanol, kloroform ve su çözen olarak kullanılmıştır. *Gracilaria verrucosa*'nın kloroform ekstraktlarının *Salmonella paratyphi*'ye karşı en yüksek inhibisyon zonunu (21 mm) oluşturduğu rapor edilirken su ekstraktlarının hiçbirinin antibakteriyel aktivite göstermediği belirlenmiştir. Makroalglerin tümü, seçilen bu patojen bakterilere karşı potansiyel bir antibakteriyel ajan olarak kullanılabileceği bildirilmektedir.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar ile diğer araştırmacıların sonuçları arasında, kullanılan makroalg tür farklılığı, özütün elde edilme yöntemi, özütün kimyasal içeriği, çözücü çeşidi, kullanılan mikroorganizma türü veya aynı türün farklı suşlarının kullanılması, farklı metot kullanılması gibi nedenlerden dolayı makroalg özütleri farklı antimikrobiyal kapasiteye sahip olabilmektedir. Bu tez çalışmasında, farklı sıcaklıklarda elde edilen *U. rigida* ve *G. verrucosa* makroalglerinin etanol özütlerine ait tüm grupların test edilen bakterilerin tamamına karşı antibakteriyel etki gösterdiği, *C. albicans* mantarına karşı özütlerin zon oluşturduğu, *A. brasiliensis* mantarına karşı zon oluşturmadığı belirlenmiştir. Pozitif kontrol olarak kullanılan penisilin (47 mm) ve oksitetrasiklin (30 mm) ticari antibiyotiklerine karşı en yüksek direncin *S. aureus*, eritromisin ticari antibiyotığına karşı ise en yüksek direncin *B. subtilis* (35 mm) bakteri suşuna karşı olduğu tespit edilmiştir. Araştırmamızda kullanılan makroalg özütlerinin, özellikle *E. faecalis*, *B. subtilis* ve *S. aureus* bakterileri üzerine bu ticari antibiyotikler kadar etkili olmadığı ancak diğer çalışmalarda ifade edildiği gibi özütlerin aktivitesinin kullanılan doz artışına bağlı olarak artabileceğinin göz önünde bulundurulması gerektiğini düşünmekteyiz.

5.2. Uskumru Kıymaları ile İlgili Tartışma

5.2.1. Duyusal analizler

Çeşitli teknoloji ve işleme yöntemleri uygulanarak üründe depolama süresince duyusal özelliklerde olumsuz değişime yol açan mikroorganizmaların gelişimi ve çeşitli kimyasal reaksiyonların oluşumu yavaşlatılsa bile tamamen durdurulamamaktadır. Özellikle protein ve lipidlerde oluşan değişimler duyusal özellikleri de etkilemekte ve ransit, koku, istenmeyen lezzet ve olumsuz tekstür oluşumuna neden olmaktadır (Yerlikaya 2008).

Gökoğlu (1994), soğuk depolama sırasında uskumru köftelerinin doku, koku, lezzet ve görünüş yönünden 10. güne kadar yenilebilirlik özelliğini koruduğunu fakat depolamanın son günü olan 10. gün koku ve lezzet değişimleri gösterdiğinden ürünlerin bozulduğunu bildirmiştir.

Vareltzis vd (1997), dondurarak depolanan istavrit (*Trachurus trachurus*) ve Akdeniz berlam (*Merluccius mediterraneus*) fileto ve kıymalarına, biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ekstraktı uygulamasının panelistler tarafından kontrol grubuna göre daha çok tercih edildiğini bildirmişlerdir.

Corbo vd (2009), timol, limon ve üzüm çekirdeği ekstraktıyla muamele ettikleri balık burgerleri 5 °C'de depolamışlardır. Çalışma bulguları timol, limon ve üzüm çekirdeği ekstraktıyla (10-14 gün) muamele edilen grupların kontrol grubundan (6 gün) daha uzun süre duyuşal kabuledilebilirlik sınır değerini aşmadığı, ekstrakt muamelesinin balık burgerlerin duyuşal özelliklerini arttırdığı ve burgerlerin tazeliğini uzun süre sürdürdüğünü göstermektedir.

Uçak vd'nin (2011) uskumru balığı (*Scomber scombrus*)'ndan hazırladıkları pişmiş burgerlerin duyuşal analiz sonuçlarına göre; renk, koku, lezzet, elastikiyet ve genel kabul edilebilirlik özellikleri hedonik skala üzerinden incelenmiştir. Burgerlerin duyuşal analiz sonuçlarının 15 günlük muhafaza süresince tüm gruplarda düşüş gösterdiği ve burgerlere uygulanan biberiye ekstraktlarının kontrol grubu ile kıyaslandığında duyuşal özelliklerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında; makroalg özütleri uygulanan çiğ uskumru kıymalarının depolanması süresince duyuşal parametreler bakımından kontrol ve muamele grupları arasında önemli farklılıklar ($p<0.01$) gözlenmiştir. Kullanılan makroalg özütleri kıymalara kabuledilebilir bir koku, renk ve görünüş kazandırmıştır. Özellikle balığımsı kokuyu uzaklaştırması bakımından panelistler tarafından beğenilmiştir. Çiğ uskumru kıymalarında duyuşal puanlar depolama süresince artış sergilemiştir. Depolamanın 9. gününden itibaren kontrol ve % 0.5 özüt içeren grupların koku parametresine ait değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama sonunda çiğ uskumru kıymalarının genel beğenisi değerlendirildiğinde kontrol ve % 0.5 özüt içeren grupların daha yüksek puanlara sahip olduğu belirlenmiştir. Oksidasyon analiz sonuçlarına göre uskumru kıymalarına özüt eklenmesi üründe pro-oksidan bir etkiye neden olmasına rağmen depolama sonunda bile, yağ oksidasyonunu belirlemek için yapılan analizlerin sonucuna göre tüketilebilirlik sınır değerini aşmadığı için bu durum üründe duyuşal olarak hissedilmemiştir. Uskumru kıymalarına %1 ve %2 oranında makroalg özütü eklenmesi kalite korunumunu sağlması ve mikrobiyal gelişmeyi azaltmasının yanında panelistler tarafından da daha çok beğenilmiştir.

Pişmiş uskumru kıymaları koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik parametreleri bakımından incelendiğinde toplam duyuşal puanlar depolama süresince düşüş göstermiştir. Gruplar arasında duyuşal parametreler bakımından önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.01$). Çiğ uskumru kıymalarının duyuşal sonuçlarında olduğu gibi %1 ve %2 oranında özüt içeren gruplar kontrol ve %0.5 özüt içeren gruplara göre panelistler tarafından daha çok tercih edilmiştir.

5.2.2. Renk

Kasın renk ve görünüşü, pek çok balık türünün değeri ve kabul edilebilirliği üzerine direkt bir etkiye sahiptir. Toplam myoglobin içeriği kasın rengini etkilemektedir. Oxy-myoglobin/hemoglobin (parlak kırmızı), myoglobin/hemoglobin (koyu kırmızı) ve met-

myoglobin/hemoglobin (gri-kahverengi) oranı ette çeşitli renkler üretmektedir. Metmyoglobin/hemoglobin formunun okside olmasıyla, bu proteinlerin denatürasyonu başlamakta ve etin rengi bu durumdan etkilenmektedir. Su ürünleri etinin rengi koyu kırmızı iken atmosferik basınçta oksijenin etkisiyle kısa bir sürede myoglobin oksimiyoglobine dönüşmekte ve et parlak kırmızı bir renk almaktadır. Taze ette renk, myoglobin, oksimiyoglobin miktarına bağlı olarak değişmekte, oksidasyonun ilerlemesi ile metmyoglobin miktarı artmakta ve renk koyulaşmaktadır (Yağız vd 2007).

Cofrades vd (2008) gel/emülsiyon model sistemlerine ve Lopez-Lopez vd (2009) frankfurterlere makrolağ eklenmesi ile L ve a değerinde azalma, b değerinde ise bir artış olduğunu, zamana bağlı olarak ise tüm gruplarda a değerinde artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Moroney vd (2013), taze ve pişirilmiş domuz köftelerinin raf ömrü ve kalitesi üzerine laminarin ve fukoidan içeren kahverengi alg (*Laminaria digitata*) ekstraktlarının etkilerini araştırmışlardır. Ekstrakt eklenen taze domuz köftelerindeki tüm gruplarda L değeri 14 gün depolama süresince artmış ve bu durum ekstrakt konsantrasyonundan etkilenmemiştir. %0.1 ve %0.5 ekstrakt içeren domuz köftelerinin a değerinde depolamanın 7, 11 ve 14. günlerinde azalma belirlenmiştir. Bunun nedeni ise; artan yağ oksidasyonu ve oxymyoglobinin oksidasyonundan kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Depolama süresince b değerinde ise %0.1 ekstrakt içeren grupta azalma, %0.5 ekstrakt içeren grupta ise artma olduğu saptanmıştır. Domuz köftelerinde sarılık değerlerindeki değişimlerin ekstraktların doğal renk pigmentlerinden kaynaklandığı belirtilmektedir.

Yerlikaya ve Gökoğlu (2010b), dondurma işlemi öncesinde palamut filetoalarını yeşil çay, üzüm çekirdeği ve nar kabuğu ekstraktlarına daldırılmış, glazelemiş ve -18 °C'de 5 ay depolamıştır. Palamut filetoalarında nar kabuğu ve üzüm çekirdeği ekstraktının dondurarak muhafaza süresince L değerini azalttığını, yeşil çay ekstraktının ise arttırdığını belirlemişlerdir. Filetoaların kırmızılık değeri üzüm çekirdeği ekstraktının ve sarılık değeri ise nar kabuğu ekstraktının doğal renginden etkilendiğini rapor etmişlerdir. Nar kabuğunun doğal renginin muhafaza süresince sarılık değerini yüksek tuttuğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, kıymalara özüt ilave edilmesi ile depolama süresi sonunda L değeri üzerine özüt çeşidi ve konsantrasyonun önemli bir etkisinin bulunmadığı, a değeri üzerinde önemli bir azalmaya neden olup, depolama sonunda ise tüm gruplarda a değerinde bir yükselme olduğu tespit edilmiştir. b değeri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ise, özütlerin doğal renk içeriklerinden dolayı konsantrasyon oranı arttıkça b değerinde artma olduğu belirlenmiş ve depolama süresince de tüm gruplarda b değerinde yükselme olduğu tespit edilmiştir.

5.2.3. pH

Ölüm sonrasında balık etinde bulunan glikojenin laktik asite dönüşmesi sonucunda depolamanın başlangıcında pH değeri düşük seviyelerde bulunmaktadır (Ruiz-Capillas ve Moral 2001, Yerlikaya 2008). Depolamanın ilerlemesi ile birlikte mikrobiyal aktiviteden dolayı amino grubu bileşiklerin yıkımından ve bazik bileşiklerin

oluşumundan dolayı pH değerinde artış olmaktadır (Sallam vd 2007, Kuş 2012). pH değerinin depolama sıcaklığına bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir (Özyurt vd 2007, Kuş 2012). pH değeri 6.0-6.5 arasında olduğunda balığın taze olduğu, 6.8-7 değerinin ise tüketilebilirlik sınır değeri olduğu bildirilmiştir (Varlık vd 1993).

Lopez-Lopez vd (2009), tüketilebilir makroalg (*Himanthalia elongata*) ve n-3 PUFA ile zenginleştirilmiş düşük yağlı frankfurterlerin fizikokimyasal, duyu ve mikrobiyal özellikleri üzerine zeytin yağı ve soğutulmuş depolamanın etkilerini araştırmışlardır. Kontrol (6.56) ile kıyaslandığında tüm formülasyonlarda [makroalgli frankfurter (6.33), zeytinyağlı frankfurter (6.48) ve makroalg+zeytinyağlı frankfurter (6.24)] pH değerinin önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir.

Cofrades vd (2008), yaptıkları çalışmada et emülsiyonlarına tüketilebilir makroalg eklenmesiyle pH değerinde azalma olduğunu rapor etmişlerdir.

Moroney vd (2013), taze ve pişirilmiş domuz köftelerinin raf ömrü ve kalitesi üzerine laminarin ve fukoidan içeren kahverengi alg (*Laminaria digitata*) ekstraktlarının etkilerini araştırmışlardır. Taze domuz köftelerinin pH'ı 14 gün depolama periyodu sırasında 5.7'den 5.6'ya düşmüş ve domuz köftelerine makroalg eklenmesinin pH'ı etkilemediğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, uskumru kıymalarına uygulanan makroalg özütlerinin tüm depolama süresince pH üzerinde olumlu etkiye neden olarak kontrol grubu ile kıyaslandığında muamele gruplarının daha düşük pH değerine sahip olduğu görülmektedir. Uskumru kıymalarına uygulanan etanol özütlerinin konsantrasyon oranı arttıkça pH değerinin azaldığı saptanmıştır.

5.2.4. Kimyasal kalite analizleri

5.2.4.1. TMA-N

Soğutulmuş depolanan balıklarda enzimatik ve bakteriyel faaliyetler sonucu TMA-O TMA-N'a dönüşmekte ve depolama süresince artış göstermektedir. Oluşan trimetilamin, dimetil amin ve formaldehit kadar parçalanmaktadır. Formaldehit oluşumu su ürününün cinsine ve trimetilamin oksit miktarına bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle balıkta bozulmuşluk göstergesi olan TMA-N miktarı, 4 mg/100g olduğunda taze, 10 mg/100g olduğunda tüketilebilir ve 12 mg/100g'ın üzerinde olduğunda ise bozulmuşluk derecesi olarak kabul edilmektedir (Varlık vd 1993).

Gökoğlu (1994), uskumru köftelerinin başlangıçtaki TMA-N değerini 1 mg/100g, 10. günde ise 3.4 mg/100g olarak belirlemiş ve depolama süresi boyunca sınır değeri aşmadığını bildirmiştir.

Yerlikaya vd (2010), domates, sarımsak ve üzüm çekirdeği ekstraktları kullanarak hamur kapladıkları karidesleri dondurarak depolama süresince kalite parametrelerini incelemişlerdir. En düşük TMA konsantrasyonunun sarımsak özütü içeren hamur kaplamalı karides olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, depolama süresinin sonunda en yüksek TMA-N değerine kontrol grubu ile ulaşılmıştır. Kontrol ve % 0.5 konsantrasyon gruplarına ait örneklerin 9. günde, % 1'lik *G. verrucosa* özütü içeren grubun 12. günde ve depolamanın son günü olan 15. günde ise tüm grupların TMA'nın sınır değerini aştığı belirlenmiştir.

5.2.4.2. TVB-N

Balık kasında, trimetilamin, dimetilamin, amonyak ve diğer uçucu bazik azotlu bileşikler toplam uçucu bazik azot (TVB-N) içeriğini oluşturmaktadır (Sallam vd 2007, Pezeshk vd 2011, Kuş 2012). Bakteri aktivitesi ve endojen enzimlerin artışı TVB-N değerinin yükselmesine neden olmaktadır (Özoğul vd 2004, Ruiz-Capillas ve Moral 2005, Kuş 2012). Su ürünleri tazeliğinin belirlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılan TVB-N analizi, balığın bozulması ile birlikte artış göstermektedir. Balıklarda TVB-N içeriğine göre kalite sınıflandırması; 25 mg/100g'a kadar "çok iyi", 30 mg/100g'a kadar "iyi"; 35 mg/100g'a kadar "pazarlanabilir" ve yukarısı "bozulmuş" şeklinde tanımlanmaktadır (Sikorski vd 1990, Varlık vd 1993).

Gökoğlu (1994), uskumru köftelerinin başlangıçtaki TVB-N değerini 10 mg/100g, 10 günlük depolama süresi sonunda 36.4 mg/100g olarak belirlemiş ve 10. gün uskumru kıymalarının TVB-N değeri sonucuna göre bozulduğunu saptamıştır.

Uçak vd (2011), uskumru burgerlerin TVB-N içeriklerini muhafazanın başlangıcında 15.80 mg N/100g değerinde iken muhafazanın sonunda 19.83 mg N/100g değerine yükseldiğini ancak sınır değeri aşmadığını ve kullanılan biberiye ekstraktlarının mikrobiyal gelişmeyi engellediği için muamele gruplarının TVB-N değerinin kontrole göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Gerçekleştirilen çalışmada depolama süresinin sonunda en yüksek TVB-N değerine kontrol grubu ile ulaşılmıştır. Kontrol grubu depolamanın 15. gününde 53.90±0.99 mg/100 g değerine ulaşırken, depolamanın son günü olan 15. günde bile 2G, 1U ve 2U gruplarının TVB-N değerlerinin tüketilebilir özelliğini koruduğu belirlenmiştir.

5.2.5. Yağlarda oluşan oksidasyon analizleri

5.2.5.1. Peroksit sayısı

Yağlı balıkların raf ömrü lipidlerin okside olmasından dolayı yağsız balıklara göre daha az olmaktadır. Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu oluşan ilk ürünler hidroperoksitler olup, peroksit sayısı analizi ile belirlenmektedir. Bu nedenle ransiditenin ilk oluşum aşamasında peroksitlerin saptanması kalitenin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Doymamış yağ asitlerinin çift bağlarına oksijenin eklenmesiyle peroksitler oluşmaktadır. Peroksitler, tatsız kokusuz bileşikler olduğu için tüketiciler tarafından fark edilemezler. Fakat ransiditeyi algılamamızı sağlayan aldehitler, ketonlar ve karboksilik asitler gibi ikincil ürünlerin ortaya çıkmasına neden olurlar (Porter vd 1992, Özden ve Gökoğlu 1997, Hamilton vd 1998, Kenar 2009, Uçak 2010).

Peroksit sayısı 1 kg numunedeki aktif oksijenin ölçülebilir miktarı olarak tanımlanmaktadır (Bonnell 1994). Peroksit sayısı çok taze bir materyalde 2 miliekivalent oksijen/kg'dan az olmalı, iyi bir materyalde ise 5 miliekivalent oksijen/kg'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri ise 8-10 miliekivalent oksijen/kg arasında olduğu bildirilmektedir (Varlık vd 1993).

Athukorala vd (2003b), denizel kırmızı makroalg türü olan *Grateloupia filicina* ekstraktını üç farklı konsantrasyonda (%0.01, %0.03 ve %0.05) balık yağı ve linoleik asitlere eklemiş ve antioksidan aktivitesini değerlendirmişlerdir. 65 °C sıcaklıktaki fırında hızlandırılmış oksidasyondan sonra depolamanın son günü kontrol grubu ile kıyaslandığında alg ekstraktı uygulanan linoleik asit ve balık yağlarının daha düşük peroksit değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Santoso vd (2004), Endonezya makroalglerinden (*Caulerpa sertularoides*, *Cladophoropsis vauchaeriaeformis*, *Halimeda macroloba*, *Ulva reticulata*, *Padina australis*, *Sargassum polycystum* ve *Turbinaria conoides*) sağlanan metanol ekstraktlarının ringa balığı yağı emülsiyon sisteminde antioksidan aktiviteleri üzerine yaptıkları çalışmada, yağ oksidasyonunu peroksit değeri ve demir iyonu şelatlama etkisi analizleri ile 50 °C'de bekletilen örneklerde 3. ve 24. saat sonunda yaptıkları ölçümler ile belirlemişlerdir. Demir iyonunun varlığında 3 saat inkübasyon sonrası ve demir iyonu içeren ve içermeyen yağ emülsiyonlarının 24 saat inkübasyon sonrası, kontrol grubu ile kıyaslandığında makroalg ekstraktlarının peroksit değerini önemli düzeyde geciktirdiğini saptamışlardır. Demir iyonunun yokluğunda inkübasyonun 3. saatinde, 4 makroalg ekstraktının (*C. vauchaeriaeformis*, *U. reticulata*, *S. polycystum* ve *T. conoides*) pro-oksidan olarak etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılara göre; makroalg ekstraktlarından sağlanan metanol ekstraktları sadece polifenolik bileşenleri değil aynı zamanda çoklu doymamış yağ asitleri (EPA vb.), mineral (bakır, demir vb.) ve pigment (klorofil vb.) gibi diğer bileşenleri de içermektedir. Bu bileşenler, polifenolik bileşenlerle interaksiyona girebilmekte ya da direkt olarak emülsiyon sistemlerini etkilemektedir. Bu nedenle, bir pro-oksidan gibi etki gösterebilmektedir. Dahası, fenolik bileşenlerin antioksidan aktivitesi lipid sistemlerine, metal katalistleme etkisine, sıcaklığa, antioksidanın konsantrasyon oranına ve oksidasyon düzeyini belirlemek için kullanılan metoda bağlı olarak değişmektedir. Araştırmacılar, bu çalışma ile demir katalizörü polifenolik bileşenlerin antioksidan yada pro-oksidan olarak etki göstermesinin önemli bir role sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Makroalglerin ham ekstraktlarının sadece antioksidatif bileşenleri değil aynı zamanda pro-oksidatif bileşenleri de içerdiğini ve pro-oksidan bileşenlerin küçük bir miktarı varsa bile oksidasyonun başlangıcını etkileyebildiğini bildirmektedirler. Yapılan bu çalışma ile, demir katalizörünün, antioksidan ya da prooksidan olarak görev almasının polifenolik bileşenlerin rolleri üzerine önemli bir etkiye sahip olabileceği belirtilmektedir.

Uçak vd (2011), uskumru burgerlerin peroksit değerini muhafazanın başlangıcında 4.19 meq O₂/kg değerinde iken muhafazanın sonunda 3.79 meq kg/kg olarak tespit etmişlerdir. Muhafaza süresi boyunca peroksit değerinde dalgalanmalar gözlemlenmişlerdir. % 0.4 ve % 0.8 biberiye ekstrakt grupları arasında 10. güne kadar istatistiki açıdan önemli bir fark belirlenmezken, 10. günden sonra farklılıklar tespit edilmiş ve % 0.8 biberiye ekstraktı içeren örneklerin peroksit değerinin daha düşük

olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, biberiye ekstraktlarının oksidasyonu engellediğini rapor etmişlerdir.

Kindleysides vd (2012), Yeni Zellanda mezgit (*Macruronus novaezelandiae*) karaciğer yağı içerisinde aynı konsantrasyonlarda 4 farklı makroalg ekstraktı (*Ecklonia radiata*, *Macrocystis pyrifera*, *Champia* sp. ve *Porphyra* sp.) ve BHT eklemiş ve 65 °C sıcaklıkta 12 gün bekletilerek oksidasyondaki değişimleri incelemişlerdir. Kontrolle kıyaslandığında tüm muamele gruplarının peroksit değerinin azaldığı görülmüştür. BHT ile kıyaslandığında en iyi antioksidan etkiyi *Ecklonia radiata* ve *Champia* sp. makroalg ekstraktlarının gösterdiği ve bu ekstraktların birincil oksidasyon ürünü olan peroksit oluşumunu geciktirdiği belirlenmiştir. 8. ve 10. gün örneklerinde, *M. pyrifera* ve *Champia* sp. ekstraktlarının birincil oksidasyon ürün değerleri benzer fakat kontrol grubundan farklı bulunmuştur. 12. günde *E. radiata* ve *Champia* sp. ekstrakt gruplarında peroksit değeri artmıştır. Bu denemede peroksit sonuçları göstermiştir ki, *E. radiata*'dan hazırlanan lipit ekstraktlarının en iyi antioksidan etkiye sahip olduğu, *Porphyra* sp. ekstraktlarının ise yağları oksidasyona karşı korumada sınırlı olduğu ve bunun kontrol grubunun peroksit değerleri ile benzer sonuçları verdiği tespit edilmiştir.

Araştırmamızda, başlangıç peroksit sayısı değeri 1.60 meq O₂/kg olarak belirlenmiş ve tüm gruplarda depolama sırasında artış ve azalışlar gözlenmiştir. Depolamanın son gününde en yüksek değer 3.98 meq O₂/kg değeri ile % 2 oranında *Gracilaria verrucosa* özütü içeren grubun olmakla birlikte, 10 meq O₂/kg olarak önerilen peroksit limitine depolama süresince hiçbir grupta ulaşamamıştır. Elde edilen bulgulara göre, uskumru kıymalarına özüt uygulamanın yağlar üzerinde pro-oksidatif etkiye neden olduğu tespit edilmiştir.

5.2.5.2. UV absorbans (232 ve 270 nm)

UV absorbans, okside olmuş yağların analizinde uygun bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Oksidasyonun ilerlemesi ile 232 nm ve 270 nm'de belirlenen absorbans değerleri artmaktadır (Yerlikaya 2008). Oksidasyonun başlaması ile çift bağlarda kaymalar oluşmakta ve çoklu doymamış yağ asitlerinin bozulması sonucu UV ışığın emilimi artmaktadır (Saldamlı 1998, Yerlikaya 2008).

Her lipidin absorbans değeri ayrı olarak değerlendirilmektedir. Saf zeytinyağı için Avrupa Birliği'nin belirlediği oksidasyon göstergeleri olup, peroksit ve absorbans değerleri sınırlandırılmış olmasına rağmen balık yağları için henüz bir genelleme yapılmamıştır. Bunun nedeni ise; her bir yağın farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Yerlikaya 2008).

Bu tez çalışmasında, 232 nm absorbans başlangıç değeri 1.76±0.17 olup, soğutulmuş depolama süresinin sonu olan 15. günde 232 nm absorbans ölçümünde tespit edilen en düşük absorbans değeri kontrol grubunda (1.96±0.01) ve en yüksek absorbans değeri ise % 2 oranında *Ulva rigida* özütü uygulanmış grupta (2.26±0.05) belirlenmiştir.

Uskumru kıymalarının 270 nm başlangıç absorbens değeri ise 0.114 ± 0.017 tespit edilmiş olup, soğutulmuş depolamanın sonunda % 1 oranında *Ulva rigida* özütü içeren grupta 0.209 ± 0.069 ile en yüksek düzeye ulaşmıştır.

Athukorala vd (2003b), 65°C sıcaklıktaki fırında hızlandırılmış oksidasyona uğrattıkları balık yağlarının depolama süresince diğer gruplarla kıyaslandığında kontrol grubunun konjuge-dien değerinin hızla arttığını tespit etmişlerdir. Özellikle depolamanın 120. saatinde % 0.01 alg ekstraktı içeren linoleik asit ve balık yağının aynı konsantrasyonda (% 0.01) test edilen ticari antioksidanlardan daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği ve konjuge-dien oluşumunu engellediğini bildirmişlerdir.

Yerlikaya ve Gökoğlu (2010a), dondurulmuş depolama sırasında palamut balığı filetoalarının oksidasyonunu engellemesi için yeşil çay ve üzüm çekirdeği ekstraktlarının etkilerini araştırmışlardır. Depolama sırasında 232 ve 270 nm absorbens değerinin istatistiki açıdan önemli düzeyde arttığını belirlemişlerdir. En düşük absorbens değerinin kontrol grubu ile kıyaslandığında, yeşil çay ve üzüm çekirdeği ekstraktı ile muamele edilen gruplarda olduğunu saptamışlardır. 232 nm UV absorbens değerinin ekstrakt solüsyonu ile glaze edilen grubun, dondurmadan önce bitki ekstraktlarıyla muamele edilen gruptan daha yüksek olduğunu, ancak 270 nm UV absorbens değerinde farklılık görülmediğini bildirmişlerdir.

Sanchez-Alonso vd (2007), istavrit kıymalarına % 2 ve % 4 oranlarında kırmızı üzüm lifi eklemiş ve -20 °C'de 6 ay boyunca lipid oksidasyonunu engelleme etkilerini araştırmışlardır. Kontrol ile kıyaslandığında muamele gruplarının konjuge-dien ve konjuge-trien ve TBARS değerlerinin daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuca göre; dondurulmuş depolamanın ilk üç ayı sırasında kırmızı üzüm lifinin istavrit kıymalarında oksidasyonu engellediği ve balık kıymalarında oksidasyonu engellemek için kırmızı üzüm lifinin antioksidan bir madde olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Araştırmamızda, depolama süresince oksidasyon oluşumu ile birlikte absorbens değeri tüm gruplarda artış göstermiştir. Makroalg özütlerinin uskumru kıymalarına eklenmesi sonucu, kontrol grubu ile kıyaslandığında bütün muamele gruplarında 232 ve 270 nm absorbens değerlerinde yükselme olduğu görülmüştür. Özellikle 232 nm absorbens değerlerinin konsantrasyondaki artışa bağlı olarak yükseldiği tespit edilmiştir. Bu durum, 232 nm absorbens ölçümü gibi birincil oksidasyon ürünü olan peroksit bulgularını da desteklemektedir. Diğer oksidasyon sonuçlarında olduğu gibi özüt uygulanan gruplarda yağlarda pro-oksidatif etkinin oluştuğu görülmüştür.

5.2.5.3. TBARS

Depolanan su ürünlerinde, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu koku, lezzet ve tekstürde olumsuz değişimler oluşmaya başlamaktadır. Tuzlama, pişirme ve kıyma gibi su ürünlerinin işlenmesi oksidasyon oluşumunu yükseltmektedir (Özoğul vd 2011). Yağlarda oluşan ikincil oksidasyon ürünü olan malondialdehit (MDA) oluşum miktarını belirlemek için kullanılan TBARS analizi su ürünlerinde yaygın olarak kullanılan bir kalite parametresidir (Aubourg 1999, Manousaridis vd 2005, Goulas ve Kontominas 2007, Özoğul vd 2011, Uçak vd 2011). MDA, çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA)

oksijenle girdiği reaksiyon sonucu başlangıç ürünü olarak oluşan hidroperoksitlerden oluşmaktadır (Fernandez vd 1997, Özoğul vd 2011). Çok iyi bir örnekte TBARS değeri 3 mg MDA/kg'dan az, 5 mg MDA/kg'dan fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 7-8 mg MDA/kg'dır (Varlık vd 1993).

Ramanathan ve Das (1992), taze ve pişirilmiş *Scomberomorus commerson* ezmelerine, rutin, quersetin, morin, mirisetin, kaempferol, tannik asit, ellajik asit, L-askorbik asit, α -tokoferol ve BHT gibi farklı polifenollerden aynı oranda (30 ppm ve 200 ppm) ekleyerek, 4 °C ve -20 °C'de 3 hafta süre ile muhafaza etmişlerdir. 4 °C sıcaklıkta depolanan çiğ balık örneklerinin 14. gününde, rutin (30 ppm ve 200 ppm) ve α -tokoferol (30 ppm) hariç, kullanılan tüm antioksidanların lipid oksidasyonunu engellemede etkili olduğu belirlenmiştir. 4 °C ve -20 °C'de depolanan örneklerin 1 hafta depolama sonrası TBARS analiz sonuçlarına göre, L-askorbik asitin mikrodalgada ve buharda pişirilen örnekler üzerine prooksidan etki gösterdiği saptanmıştır. Aynı şartlar altında quersetin (200 ppm), mirisetin (200 ppm), tannik asit (30 ppm ve 200 ppm) ve ellajik asit (30 ppm ve 200 ppm) polifenollerinin potansiyel antioksidanlar olduğunu bildirmişlerdir.

Athukorala vd (2003b), denizel kırmızı makroalg türü olan *Grateloupia filicina* karbon tetraklorür ekstraktının 65 °C sıcaklıktaki fırında hızlandırılmış oksidasyon sonrası balık yağı ve linoleik asitin TBARS değerini geciktirdiğini belirlemişlerdir. Alg ekstraktının ikincil oksidasyon ürünü olan TBARS'nın oluşumunun azaltılması açısından balık yağında linoleik asite göre daha etkili olduğunu bildirmektedirler.

Uçak vd (2011), uskumru burgerlerin TBARS değeri muhafazanın başlangıcında 1.47 mg MA/kg iken depolama süresince önemli derecede artarak, depolamanın son günü olan 15. günde kontrol grubunda 4.80 mg MA/kg değerine yükseldiğini belirlemişlerdir. % 0.4 ve % 0.8 oranında biberiye ekstraktı eklenen grupların TBARS analiz sonuçları, kontrol ile kıyaslandığında TBARS değerini düşük düzeylerde tuttuğu ve kullanılan biberiye ekstraktlarının oksidasyona karşı koruyucu etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

D'Souza ve Skonberg (2011), alabalık kıymalarında soya proteini ve soya fasulyesi ununun su ve metanol ekstraktlarının antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Soya fasulyesi unundan su ekstraktı ile muamele edilen grubun en düşük TBARS değerine sahip olduğu bulunmuştur. Soya fasulyesi unu ekstraktlarının buzdolabı sıcaklığında depolanan alabalık kıymalarının lipid oksidasyonunu geciktirmede daha etkili olduğu saptanmıştır.

Moroney vd (2013), kahverengi makroalgden (*Laminaria digitata*) elde edilen laminarin (%9.3) ve fukoidan (%7.8) içeren püskürtücü kurutucu ile kurutulan ekstraktları % 0.01, % 0.1 ve % 0.5 oranlarında domuz kıymasına eklemişlerdir. Taze ve pişirilmiş domuz kıyması, % 80 O₂ : % 20 CO₂ ve % 70 N₂ : % 30 CO₂ içeren modifiye atmosferde paketlenerek 14 gün 4 °C'de depolanmışlardır. Taze ve pişmiş domuz köftelerinin lipid oksidasyon düzeyleri TBARS yöntemi ile belirlenmiş ve depolama süresince tüm gruplarda TBARS değeri yükselmiştir. Taze domuz köftelerinde TBARS değerindeki artış; % 0.5 laminarin/fukoidan (L/F) içeren grup > % 0.1 L/F içeren grup > Kontrol > % 0.01 L/F içeren grup > çay katesini içeren grup

olarak belirlenmiştir. Depolama günlerinde kontrol grupları (kontrol ve çay kateşini içeren pozitif kontrol) ve ekstrakt muamele grupları (%0.1 L/F ve %0.01 L/F) arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Çay kateşini içeren domuz köftelerinin lipid oksidasyon düzeyinin en düşük grup olduğu tespit edilmiştir. % 0.5 L/F içeren taze domuz köftelerinin her ölçüm gününde en yüksek TBARS değerine sahip olarak lipidler üzerinde pro-oksidan etkiye neden olduğu saptanmıştır. Pro-oksidan etki eşit düzeyde tuz içeren domuz köftelerinde de gözlenmiştir. % 0.5 L/F grubunda Na varlığının taze domuz köftelerinde lipid oksidasyonun katalizinden sorumlu olabileceği düşünülmektedir. L/F ekstraktları aynı zamanda et ürünlerinde lipid oksidasyonunu arttırdığı bilinen demir (250 mg/kg kuru madde üzerinden) ve bakır (20 mg/kg kuru madde üzerinden) gibi mineral maddeleri de içermektedir (Decker ve Xu 1998, Bandy vd 2001, Rhee ve Ziprin 2001, Moroney vd 2013). Özellikle demir gibi geçişli metaller direkt ya da diğer başlangıç faktörlerinin oluşumunu kolaylaştırarak dolaylı olarak lipid oksidasyonunu başlatabilir. Metaller aynı zamanda lipid hidroperoksitlerin yıkımını katalizleyerek lipid oksidasyonunun yayılımında rol oynamaktadır ve demir, et ürünlerinde oksidatif ransiditenin temel katalizörüdür (Ruiz vd 2000, Moroney vd 2013). L/F ekstraktlarında bulunan mineral maddelerin, taze domuz köftelerinde lipid oksidasyonunun katalizörlüğünden sorumlu olabileceği bildirilmektedir (Moroney vd 2013). Ekstraktlarda bulunan pro-oksidan bileşenler (sodyum, bakır ve demir) lipid oksidasyonu üzerine pro-oksidan bir etki yaptığı belirtilmektedir. Bununla birlikte, % 0.01 düzeyinde L/F ekstraktları içeren grup diğer muamele gruplarının tersine domuz köftelerinin kabul edilebilirliği, tekstürü, rengi ve lipid oksidasyonunu olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Et ürünlerinde rafine edilmiş ya da saflaştırılmış laminarin ve fukoidanın etkilerini incelemek için daha fazla araştırma yapma gerekliliğinin olduğu bildirilmektedir (Moroney vd 2013).

Araştırmamızda, depolamanın başlangıcında TBARS değeri 3.21 ± 0.07 mg MDA/kg olarak belirlenmiş ve depolamanın 9. gününe kadar kademeli olarak artış göstermiştir. Depolamanın 12. ve 15. günlerinde tüm gruplarda TBARS değerinde azalma belirlenmiş olup, bu durumun ikincil oksidasyon ürünlerinin yıkımından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Depolamanın son günü olan 15. gün ise en düşük TBARS değeri kontrol grubunda 2.32 ± 0.10 MDA/kg olarak tespit edilmiş ve tüm muamele gruplarının TBARS değerlerinin kontrol grubundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. TBARS sonuçları değerlendirildiğinde diğer oksidasyon analizleri gibi uskumru kıymalarına özüt uygulanmasının üründe pro-oksidan etkiye neden olduğu ancak grupların tamamında sınır değere ulaşılmadığı belirlenmiştir.

5.2.6. Yağlarda hidroliz derecesini gösteren serbest yağ asitliği (FFA)

Yağlar endojen lipolitik enzimler (lipaz vb) ve diğer faktörler tarafından hidrolize uğradığında trigliseridler, digliseridler ve fosfolipitlerden, serbest yağ asitleri ortaya çıkmaktadır (Özoğul vd 2005, Özyurt vd 2012). Daha sonra, aldehitler ve ketonlar gibi düşük molekül ağırlıklı bileşenleri üretmek için oksidasyona maruz kalmaktadır (Hamilton vd 1997, Özoğul vd 2005). Bu bileşenler, istenmeyen lezzet, koku ve balığın tadından sorumludur. Buna ilave olarak, serbest yağ asitleri ve onların oksidasyon ürünlerinin, miyofibriller proteinlerle olan etkileşimi ve protein birikimini yükselttikleri için kasın tekstür ve fonksiyonel özellikleri üzerine de etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Pacheco-Aguilar vd 2000, Özoğul vd 2005, Özoğul vd 2011). Özoğul

vd (2011), serbest yağ asitleri içeriği zamanla arttığı için, serbest yağ asitleri oluşumu ve tazelik kaybı arasında bir ilişki olduğunu rapor etmişlerdir.

Stodolnik vd (2005), dondurulmuş uskumru (*Scomber scombrus*) balıklarında keten tohumu ekstraktının ransidite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Dondurulmuş depolama süresince serbest yağ asitliği değerinin muamele edilen ve edilmeyen grubun her ikisinde de arttığı, 1. ve 12. aylarda farklılıkların önemli olduğu ($p<0.05$) ve tüm depolama süresince keten tohumu ekstraktı ile muamele edilen grubun daha düşük lipid hidroliz değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Quitral vd (2009), kekik otu ve biberiye yapraklarının sulu ekstraktlarından hazırlanan buz ile geleneksel buz uygulamasının Şili istavritlerinde (*Trachurus murphyi*) kullanılmalarını karşılaştırdıkları çalışmada, serbest yağ asitliği değerinin bütün uygulama gruplarında artış gösterdiğini ve soğutma ortamında bitki ekstraktlarının varlığının daha düşük ($p<0.05$) lipid hidroliz gelişimi (serbest yağ asidi formasyonu) sağladığını bildirmişlerdir.

Uçak vd (2011), uskumru burgerlerin serbest yağ asitliği değerini depolamanın başlangıcında % 5.56 olarak belirlemiş olup, depolamanın son günü olan 15. günde maksimum değer % 6.89 olarak kontrol grubunda bulunmuştur. Biberiye ekstraktıyla muamele edilen örneklerde lipid hidrolizinin daha düşük oranda geliştiği bildirilmiştir.

Araştırmamızda, depolamanın başında uskumru kıymasının serbest yağ asitliği değeri % 3.88 olarak bulunmuştur. Depolama süresince tüm grupların serbest yağ asitliği değerinde artış gözlenmiş ve depolamanın son gününde gruplar arasında istatistiki açıdan bir fark olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, uskumru kıymalarına uygulanan makroalg özütlerinin serbest yağ asitliği oluşumu üzerine bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

5.2.7. Mikrobiyal kalite

Taze balık, içerdiği biyolojik kompozisyonundan dolayı hızlı bozulabilen ürünler arasında yer almaktadır. Esansiyel yağ asitlerinin, yağda çözülebilen vitaminlerinin ve protein fonksiyonlarının kaybına, biyojen amin üretimine, istenmeyen kokunun oluşumuna neden olan tipik olarak bozulmadan sorumlu su ürünleri mikroorganizmalarının aktiviteleri, bozulmanın ana sebeplerindendir (Haard 1992, Fraser ve Sumar 1998, Gram ve Huss 1996, Gram ve Dalgaard 2002, Corbo vd 2008). Kalite kaybına neden olan bakteriyolojik aktivite sonucunda balıklar hızla bozulmaktadır (Mohan vd 2010). Bir ürün mikrobiyolojik olarak bozulduğunda, bozulmaya neden olan mikrofloranın çoğu zararsız türler, sağlık riskine yol açabilen türler ve kötü koku ve lezzet üretme yeteneğine sahip olan bakteri türlerinin bir karışımını içerdiği bildirilmektedir (Huss vd 1997, Mohan vd 2010). Oksijenli depolama şartlarında buzdolabında depolanan balık ve balık ürünlerinin bakteriyel bozulma kaynağı özellikle gram negatif psikrotrofik mikroorganizmalar (*Pseudomonas*, *Shewanella* ve *Flavobacterium* spp. gibi) olmaktadır (Hubbs 1991, Mohan vd 2010). *Pseudomonas* spp. ve *Shewanella putrefaciens*'in, eriyen buz içerisinde, oksijenli ortamda depolanan deniz balıklarının bozulmasıyla ilgili en sık olarak rastlanan bakteriler olduğu bildirilmiştir (ICMSF 1998, Gram vd 2002, Corbo vd 2008). Bu

psikrotrofik organizmalar, bozulan balıkların mikroflorasında sayı olarak baskın ve çok aktif olarak bulunmaktadır. Bu bakterilerin steril balık kasına inoküle edildiğinde veya düşük sıcaklıklarda sıvı olarak kaslara preslendiği zaman balıkta tipik olarak hissedilen bozulma kokusu üretme yeteneğine sahip olduğu görülmektedir. Yetersiz oksijen olduğu ortamlarda *Pseudomonas spp.*'nin sayısı azalmaktadır ancak *Photobacterium phosphoreum* ve *Shewanella putrefaciens* gibi fakültatif anaerob bakteriler, oksijensiz ortamda terminal elektron alıcısı olarak trimetilamin oksiti kullanabilme yeteneğine sahip olup, 10^{-6} - 10^{-8} kob/g düzeyine kadar gelişebildikleri bildirilmiştir (Gram ve Huss 1996, Gram vd 2002, Corbo vd 2008). Balıklarda bulunan bakteri türü ve sayısını; balığın bulunduğu alan, çevresel faktörler, avlama metodu, güverte üzerindeki işlemler, depolama ve taşıma koşulları direkt olarak etkileyen faktörler arasındadır (Botta vd 1987, Ward ve Baj 1988, Mohan vd 2010). ICMSF (1986) tarafından, tatlı su ve deniz türlerinin insan tüketimi için, 30 °C'de toplam mezofilik bakteri sayımı için limit değeri 7 log kob/g ya da 7 log kob/cm² olarak tavsiye edilmektedir.

Birçok makroalg türünde varolan biyoaktif bileşenler üzerine invitro antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda, pek çok gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bildirilirken, gıda ürünlerinde makroalg ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine yeterli düzeyde bilimsel çalışma bulunmamaktadır (Gupta ve Abu-Ghannam 2011, Moroney vd 2013).

Cox vd (2013), makroalg (*Himanthalia elongata*) ekstraktlarının karbonhidrat ve protein gıda model sistemlerinde *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella abony* bakterileri üzerine antimikrobiyal etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada kullanılan gıda model sisteminin her ikisi için de üç farklı konsantrasyon (%1, %5 ve %10) hazırlanarak içerisine 7 farklı konsantrasyonda (8, 4, 2, 1, 0.5, 0.25 ve 0.125 mg/mL) makroalg ekstraktı eklenmiştir. Karbonhidrat gıda model sisteminde 2, 4 ve 8 mg/mL ekstrakt konsantrasyonları antibakteriyel etki göstermiş, 1 mg/mL konsantrasyon ve altındaki gruplarda bakteriyel engelleme gözlenmemiştir. Protein model gıda sisteminde ise ekstraktlar, tüm konsantrasyon gruplarında (8, 4, 2, 1, 0.5, 0.25 ve 0.125 mg/mL) bakteriyel engelleme sergilemiştir. Her iki bakteriye karşı, %1 ve %5 konsantrasyon protein model gıda sistemlerinde bakteri engelleme oranı % 100 olduğu tespit edilmiştir. Beklendiği gibi, daha yüksek ekstrakt konsantrasyonları bakterilerin gelişiminin engellenmesi üzerine daha etkili sonuçlar vermiştir. Ekstraktların gıda model sistemlerinde *S. abony* üzerine daha etkili olduğu saptanmıştır. Çalışma sonuçları göstermiştir ki; makroalg ekstraktının yeni bir antimikrobiyal madde olarak büyük bir potansiyele sahip olduğu ve sodyum benzoat gibi sentetik ticari antimikrobiyal madde ile kıyaslandığında etkisinin eşit olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda, test edilen makroalg hidrofilik ekstraktlarının farklı gıda model sistemlerine karşı daha güçlü antioksidan ve antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir. Bu yüzden, bu çalışma ile gıda ya da içecek ürünlerinde gıda kalitesini geliştirmek için antioksidan madde olarak ve aynı zamanda ürünlerin raf ömrü ve gıda güvenliğini arttırmak açısından antimikrobiyal madde olarak ekstraktların kullanımı için umut verici bulgular sağlanmaktadır.

Moroney vd (2013), taze ve pişirilmiş domuz köftelerinin raf ömrü ve kalitesi üzerine laminarin ve fukoidan (L/F) içeren kahverengi alg (*Laminaria digitata*)

ekstraktlarının etkilerini araştırmışlardır. Taze domuz koftelerinde depolama sırasında toplam mezofilik ve psikrofilik bakteri sayısı sırasıyla ~3.6'dan 9.2 log kob/g'ya ve ~5.0'den 9.8'e kadar yükselmiştir. Her depolama gününde tüm muamele grupları (% 0.01 L/F, % 0.1 L/F ve % 0.5 L/F) için sonuçlar benzer bulunmuş ve kontrol ile kıyaslandığında L/F ekstraktları ile muamele edilen taze domuz koftelerinde antimikrobiyal etki göstermediği belirlenmiştir.

Mohan vd (2010), *Scomberomorus commerson* bifteklerinin soğuk muhafazası (1-2 °C) sırasında mikrobiyal kalitesi üzerine sodyum asetat (%2 w/v) muamelesinin ve paketlerde azaltılan atmosferik oksijenin etkilerini araştırmışlardır. Balıkların başlangıç mezofilik ve psikrofilik değerleri sırasıyla 4.78 ve 4.70 log kob/g olarak belirlenmiştir. Oksijeni absorbe edilmiş paketlerde 5. günden itibaren, muamele ve muamele edilmemiş örnekler arasında mezofilik ve psikrofilik bakteri sayımlarında önemli (p<0.01) düzeyde farklılıklar gözlenmiştir. Depolama sırasında tüm gruplarda mezofilik ve psikrofilik bakterilerin arttığı belirlenmiştir. Ancak paketlerde düşük oksijen konsantrasyonu ve sodyum asetat muamelesinin mikrofloranın gelişmesi üzerine engelleyici etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Örneklerin başlangıç *Pseudomonas* sayısı 1.3 log kob/g olarak belirlenmiş ve tüm gruplarda depolama süresince arttığı görülmüştür. Havada paketlenen kontrol grubunda *Pseudomonas* yükünün hızlı olarak yükseldiği ve depolamanın son günü olan 15. günde 5.4 log kob/g'a ulaştığı bulunmuştur. Bununla birlikte, paketlerde absorbe edilen oksijen içeriğinin *Pseudomonas*'ların gelişimlerini engellendiği bildirilmektedir. Sodyum asetat muamelesi ve oksijen konsantrasyonunu azaltmak *Pseudomonas*'ın hassasiyetine neden olabileceği rapor edilmiştir.

Uçak vd (2011), uskumru burgerlerin toplam mezofilik bakteri yükünü muhafazanın başlangıcında 4.47 log kob/g olarak belirlemişlerdir. İşlemeden önce taze balığın toplam mezofilik bakteri yükünü ise; 2 log kob/g'ın altında bulunduğunu ve bu durumun burgerlere eklenen katkı maddelerinin (mısır unu, buğday unu vb. gibi) steril edilmeden kullanılmış olmasından kaynaklandığı rapor edilmiştir. Toplam mezofilik bakteri yükünün 15 günlük muhafaza süresi boyunca arttığını bununla birlikte, tüm gruplar için (<5 log kob/g) sınır değerini aşmadığını bildirmişlerdir. Muamele grupları ile kıyaslandığında kontrol grubunun daha yüksek toplam mezofilik bakteri içerdiği, muamele grupları arasında farklılık olmadığı ve biberiye ekstraktlarının mikroorganizmaların büyümesini kontrol etmede etkili olduğu bildirilmektedir.

Çalışmamızda, depolama süresince mikrobiyal yükü en yüksek olan gruplar kontrol grubu ve bunu takiben % 0.5 özüt uygulanan gruplarda gözlenmiştir. Uskumru kıymalarına % 1 ve % 2 oranında özüt uygulanması toplam mezofilik ve psikrofilik aerob bakteri ve *Pseudomonas* cinsi bakterilerin gelişiminde önemli düzeyde (p<0.01) düşüşlere yol açtığı ve bu durumun kullanılan özüt çeşidi ve artan konsantrasyon oranından etkilendiği belirlenmiştir. TMAB ve TPAB sonuçlarına göre; kontrol ve % 0.5 özüt içeren grupların 9. gün sınır değere ulaştığı ancak diğer grupların ise hala tüketilebilir özelliklerini koruduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada, depolama süresi boyunca hiçbir muamele grubunda laktik asit bakterisi, maya ve küf tespit edilmemiştir. Gruplar arasında % 2 oranında *U. rigida* özütü içeren grubun bakteri gelişiminin engellendiği en iyi grup olduğu belirlenmiştir. Bizim sonuçlarımız ile diğer araştırma sonuçları arasında farklılık olmasının nedeni, kullanılan materyal farkı,

materyalin işlendiği andaki taşıdığı mikrobiyal yük, avlanma mevsimi, avlanma koşulları, farklı işleme yöntemlerinin uygulanması, kullanılan makroalg ve bitki çeşidi, özüt elde etme yöntemi ve konsantrasyon oranı gibi çeşitli faktörlerin etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

6. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, farklı sıcaklık uygulamaları ile elde edilen makroalg özütlerinin en yüksek toplam fenolik madde miktarı, 60 °C sıcaklıkta sağlanan *U. rigida* özütüne (0.22 mg gallik asit/g ekstrakt) ait olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik madde içeriği bakımından *G. verrucosa* ve *U. rigida* özütleri arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu ve artan sıcaklıkla beraber fenolik madde ekstraksiyonunun da önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir ($p<0.01$).

Makroalg özütlerinin in-vitro antioksidan aktiviteleri TEAC, DPPH ve ORAC yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Kullanılan bu üç yöntemin sonuçlarına göre *U. rigida* özütlerinin antioksidan kapasitesinin *G. verrucosa* özütlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra; özütlere uygulanan üç farklı sıcaklık uygulaması da önemli düzeyde ($p<0.05$) farklılıklara neden olmuş ve artan sıcaklıkla birlikte özütlerin antioksidan kapasitesinin de yükseldiği tespit edilmiştir. Bu durumun, fenolik madde ekstraksiyon sonuçlarını da desteklediği görülmektedir.

Farklı sıcaklıklarda elde edilen *U. rigida* ve *G. verrucosa* özütlerine ait disk difüzyon yöntemine göre yapılan antimikrobiyal aktivite sonuçları incelendiğinde; bütün grupların test edilen tüm bakterilere karşı antibakteriyel etki sergiledikleri görülmektedir. *C. albicans* mantarına karşı özütler antifungal aktiviteye sahipken, özütlerin *A. brasiliensis* mantarına karşı antifungal aktivite göstermediği belirlenmiştir. *E. coli*, *E. faecalis* ve *S. aureus*'a karşı oluşturulan direncin *U. rigida* ve *G. verrucosa* özüt grupları arasında istatistiki olarak farklılık göstermediği, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, *L. monocytogenes* ve *C. albicans* için oluşturulan direncin *U. rigida* ve *G. verrucosa* özüt grupları arasında istatistiki açıdan farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. *B. subtilis*, *S. aureus*, *E. coli* ve *C. albicans* mikroorganizmalarına karşı, farklı sıcaklık uygulaması ile sağlanan özütlerde tespit edilen zonlar arasında istatistiki açıdan farkların önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Toplam fenolik madde, antioksidan ve antibakteriyel aktivite sonuçları değerlendirildiğinde; en iyi özütün 60 °C sıcaklık uygulanarak elde edilen özütler olduğu belirlenmiş ve uskumru kıymalarına, 60 °C sıcaklıkta sağlanan *U. rigida* ve *G. verrucosa* özütlerinden % 0.5, % 1 ve % 2 oranlarında ilave edilmiştir.

Tüm duyuşal değerlendirmeler sonucunda makroalg özütü uygulamasının kontrol grubuna göre daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Bununla birlikte, makroalg özütlerinin yüksek konsantrasyonları duyuşal değerlendirmelerde panelistler tarafından daha fazla beğeni kazanmıştır.

Kalite kontrol parametrelerinden olan TVB-N ve TMA-N değerlerinin uskumru kıymalarına uygulanan özüt ve konsantrasyon miktarından önemli ölçüde etkilendiği görülmektedir. En düşük TVB-N ve TMA-N değeri % 2 *U. rigida* özütü içeren grupta belirlenirken, bunu % 2 *G. verrucosa* özütü içeren grup izlemiştir. Bu durumun pH sonuçları ile de desteklendiği görülmektedir. En yüksek TVB-N ve TMA-N değeri kontrol grubunda bulunmuştur. Uskumru kıymalarına eklenen makroalg özütlerinin, üründe tazeliğin korunması açısından etkili olduğu görülmektedir. Uskumru kıymalarına eklenen makroalg özütlerinin yüksek konsantrasyonları TVB-N, TMA-N

ve pH değerleri üzerine olumlu yönde etki yapmıştır. Depolama süresince tüm gruplarda TVB-N, TMA-N ve pH değerleri yükselmiştir. Depolamanın 12. gününde kontrol ve % 0.5 *U. rigida* özütü içeren grubun TVB-N sınır değerini aştığı belirlenmiştir. Muhafazanın 9. gününde kontrol ve % 0.5 özüt içeren gruplarda TMA-N sınır değerine ulaşılmıştır. Kullanılan özütler arasında en iyi etki gösterenin *U. rigida* özütü olduğu ve özütlerin yüksek konsantrasyonlarının daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Balık yağında birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin belirlendiği analiz sonuçları (Peroksit, 232 ve 270 nm UV spektrum ve TBARS) kontrol grubu ile kıyaslandığında, makroalg özütleri ile muamele etmenin uskumru kıymalarının yağ oksidasyonunu hızlandırdığı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan özütlerin in-vitro analiz sonuçlarına göre antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenirken, üründe pro-oksidan etki sergilediği görülmüştür. Balık yağının hidroliz derecesini belirlemek için kullanılan serbest yağ asitliği sonuçlarına göre, depolama süresince bütün gruplarda serbest yağ asitliği değeri artış göstermiş fakat depolama sonunda makroalg özütleri ve konsantrasyon oranlarının hidroliz derecesi üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Uskumru kıymaları üzerine makroalg özütlerinin antibakteriyel etkilerini belirlemek için yapılan mikrobiyal analiz verilerine dayanarak, kullanılan makroalg özütlerinin TMAB, TPAB ve *Pseudomonas* cinsi bakteri yükünü azalttığı saptanmıştır. Tüm gruplarda depolama süresince TMAB, TPAB ve *Pseudomonas* sayımında artış gözlenmiş ve makroalg özütlerinin konsantrasyonundaki artış ile mikrobiyal gelişmenin azaldığı tespit edilmiştir.

Makroalgler, biyolojik aktiviteler sonucu oluşan ve ikincil metabolitler olarak da bilinen antioksidan ve antimikrobiyal gibi biyoaktif bileşenlerin önemli bir kaynağıdır. Diğer taraftan, her makroalg türünün kendine özgü farklı biyoaktif bileşenleri içerdiği bilinmektedir. Bu çalışmada, *U. rigida* ve *G. verrucosa* makroalg türlerinden sağlanan etanol özütlerinin in-vitro antioksidan ve antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmamızda, % 95'lik etanol ekstraksiyonu ile elde edilen özütlerde lipofilik bileşenlerin daha fazla bulunduğu, ancak hidrofilik bileşenlerin de elde edebilmesi için su ya da su-etanol karışımı gibi farklı çözümler ile ekstraksiyon işlemi yapılarak makroalglerde var olan antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip bileşenlerin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Makroalglerden elde edilen doğal antioksidan ve antimikrobiyal bileşenler üzerine araştırmalar artış gösterirken, sağlık açısından önemli olan bu bileşenlerin gıda katkı maddesi olarak kullanımı her geçen gün daha popüler hale gelmektedir. Aynı zamanda, gıdalar içerisinde yüksek dozlarda makroalg özütlerinin kullanımı yasal düzenleme gerektirmemesinden dolayı sentetik koruyuculara göre daha avantajlıdır. Antioksidan ve antimikrobisellerin kullanımı, taze ve işlenmiş gıda ürünlerinde güvenli gıda üretimini sağlamak, kaliteyi sürdürmek ve raf ömrünü uzatmak için gereklidir. Bununla birlikte, antioksidan ve antibakteriyel aktiviteye sahip doğal bileşenlerin ürünlere eklenmesi gibi ısıl işlem uygulanmayan metotlar gıdaların korunmasında artan bir ilgiyle dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, uskumru kıymasına makroalg özütlerinin ilave edilerek soğuk muhafaza sırasında yapılan duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal analiz bulgularının tamamı üründe kalitenin bir göstergesi olarak olumlu

sonuç vermesine karşın, oksidasyonun göstergesi olan analiz sonuçlarına göre özüt ile muamele edilen gruplarda pro-oksidan etkinin olduğu görülmüştür. Tüm bu kalite parametrelerinin bir bütün olarak değerlendirilmesi gerektiği için uskumru kıymalarına uygulanan bu makroalg özütlerinin doğal bir katkı maddesi olarak kullanılmayacağı kanaatindeyiz. Bu nedenle ileriki çalışmalarda, farklı makroalg türü, farklı ekstraksiyon yöntemi, farklı sıcaklık, farklı süre ve farklı çözümler ile özüt elde edilmeli ve bu özütlerin farklı ürünlerde, değişik konsantrasyonlarda doğal katkı maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmalıdır. Su ürünlerinin duyu kalitesini ve raf ömrünü arttıracak antioksidan ve antimikrobiyal nitelikteki makroalg özütlerinin belirlenmesi; üretimde doğal katkı maddelerinin kullanımını özendirerek, gerek doğada var olan makroalglerin ekonomiye kazandırılması gerekse tüketici sağlığının korunması açısından ayrı bir öneme sahip olacaktır.

Denizlerimiz, ekonomik değeri yüksek olan makroalgler bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyelden etkin ve sürdürülebilir şekilde yararlanmanın yolu; öncelikle ekonomik değeri bulunan makroalg türlerinin bulunduğu bölge, mevsim ve stok miktarının tespit edilmesi, denizel kıyılarımızın korunması, alglerin toplanması ve işlenmesi ile ilgili yöntem ve teknolojilerin geliştirilmesi ile mümkün olacaktır. Ekonomik değeri bulunan denizel makroalg türlerinin doğadan toplanması yanında yetiştiricilik yoluyla üretilmesi de hem ülke ekonomisine hem de denizel ekosistemin korunmasına önemli düzeyde katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

7. KAYNAKLAR

- ABETZ, P. 1980. Seaweed extracts: have they a place in Australian agriculture or horticulture? *J. Australian Institute of Agricultural Science*, 46: 23-29.
- AHN, M.J., YOON, K.D., MIN, S.Y., LEE, J.S., KIM, J.H., KIM, T.G., KIM, S.H., KIM, N.G., HUH, H. and KIM, J. 2004. Inhibition of HIV-1 reverse transcriptase and protease by phlorotannins from the brown alga *Ecklonia cava*. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 27 (4): 544-547.
- AHN, G.N., KIM, K.N., CHA, S.H., SONG, C.B., LEE, J., HEO, M.S., YEO, I.K., LEE, N.H., JEE, Y.H., KIM, J.S., HEU, M.S. and JEON, Y.J. 2007. Antioxidant activities of phlorotannins purified from *Ecklonia cava* on free radical scavenging using ESR and H₂O₂-mediated DNA damage. *European Food Research Technology*, 226: 71-79.
- AK, İ. and CİRİK, S. 2004. Distribution of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) papenfuss (Rhodophyta) in Izmir Bay (Eastern Aegean Sea). *Pakistan J. Biological Sciences*, 7 (11): 2022-2023.
- AKKÖZ, C., ARSLAN, D., ÜNVER, A., ÖZCAN, M.M. and YILMAZ, B. 2011. Chemical composition, total phenolic and mineral contents of *Enteromorpha intestinalis* (L.) kütz. and *Cladophora glomerata* (L.) kütz seaweeds. *J. Food Biochemistry*, 35: 513-523.
- ALBAYRAK, S., AKSOY, A., SAGDIC, O. and HAMZAOGLU, E. 2010. Compositions, antioxidant and antimicrobial activities of *Helichrysum* (Asteraceae) species collected from Turkey. *Food Chemistry*, 119 (1): 114-122.
- ALGHAZEER, R., SAEED, S. and HOWELL, N.K. 2008. Aldehyde formation in frozen mackerel (*Scomber scombrus*) in the presence and absence of instant green tea. *Food Chemistry*, 108 (3): 801-810.
- ANBU JEBA SUNILSON, J., SURAJ, R., ANANDARAJAGOPAL, K., REJITHA, G., VIGNESH, M. and PROMWICHIT, P. 2009. Preliminary phytochemicals analysis, elemental determination and antibacterial screening of *Codium decortiatum*- A marine green algae. *International J. Biological Chemistry*, 3 (2): 84-89.
- ANONIM. 2014. Deniz Balıkları, Uskumru. <http://suurunleri.ibb.gov.tr/deniz-baliklari/uskumru/>.
- ANONYMOUS. 2014a. FishBase Species Summary. <http://www.fishbase.org/summary/Scomber-scombrus.html#>.
- ANONYMOUS. 2014b. <http://oceana.org/en/explore/marine-wildlife/atlantic-mackerel>.

- ANTONOCOPOULUS, N. 1973. Bestimmung des flüchtigen basenstickstoffs. In: Ludorf, W., Meyer, V.; Fische und fischerzeugnisse, aulage verlag paul parey, pp.224-225, Berlin und Hamburg.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of AOAC International. VA.: AOAC International, Arlington, USA.
- AOAS. 1994. American Oil Chemists' Society. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, Champaign, IL, USA.
- AOCS. 1998. American Oil Chemists' Society. AOCS Official Method Cd 19-90. 2-Thiobarbituric acid value. Direct Method. In Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 5th ed. (D. Firestone, ed.) AOCS, Champaign, III.
- ATHUKORALA, Y., LEE, K.W., SONG, C., AHN, C.B., SHIN, T.S., CHA, Y.J., SHAHIDI, F. and JEON, Y.J. 2003a. Potential antioxidant activity of marine red algae *Grateloupia filicina* extracts. *J. Food Lipids*, 10 (3): 251-265.
- ATHUKORALA, Y., LEE, K.W., SHAHIDI, F., HEU, M.S., KIM, H.T., LEE, J.S. and JEON, Y.J. 2003b. Antioxidant efficacy of extracts of an edible red alga (*Grateloupia filicina*) in linoleic acid and fish oil. *J. Food Lipids*, 10 (4): 313-327.
- ATHUKORALA, Y., LEE, K.W., PARK, E.J., HEO, M.S., YEO, I.K., LEE, Y.D. and JEON, Y.J. 2005. Reduction of lipid peroxidation and H₂O₂-mediated DNA damage by a red alga (*Grateloupia filicina*) methanolic extract. *J. Science of Food and Agriculture*, 85: 2341-2348.
- AUBOURG, S.P. 1999. Lipid damage detection during frozen storage of an underutilized fish species. *Food Research International*, 32 (7): 497-502.
- BAGAMBOULA, C.F., UYTTENDAELE, M. and DEBEVERE, J. 2003. Antimicrobial effect of spices and herbs on *Shigella sonnei* and *Shigella flexneri*. *J. Food Protection*, 66 (4): 668-673.
- BALBOA, E.M., CONDE, E., MOURE, A., FALQUE, E. and DOMINGUEZ, H. 2013. In vitro antioxidant properties of crude extracts and compounds from brown algae. *Food Chemistry*, 138 (2-3): 1764-1785.
- BANDY, B., WALTER, P.B., MOON, J. and DAVISON, A.J. 2001. Reaction of oxygen with 6-hydroxydopamine catalyzed by Cu, Fe, Mn and V complexes: identification of a thermodynamic window for effective metal catalysis. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 389 (1): 22-30.
- BERGMAN, M., PERELMAN, A., DUBINSKY, Z. and GROSSMAN, S. 2003. Scavenging of reactive oxygen species by a novel glucurinated flavonoid antioxidant isolated and purified from spinach. *Phytochemistry*, 62 (5): 753-762.

- BILUSIC VUNDAC, V., BRANTNER, A.H. and PLAZIBAT, M. 2007. Content of polyphenolic constituents and antioxidant activity of some *Stachys* taxa. *Food Chemistry*, 104 (3): 1277-1281.
- BLUNDEN, G. 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. In: Guiry, M.D. and Blunden G. Seaweed resources in Europe: uses and potential. John Wiley and Sons, pp. 65-81, Chichester.
- BONILLA, A.C., SVEINSDOTTIR, K. and MARTINSDOTTIR, E. 2007. Development of quality index method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. *Food Control*, 18: 352-358.
- BONNEL, A.D. 1994. Quality Assurance in Seafood Processing: A Practical Guide, Chapman and Hall, ISBN: 0-442-00879-1, UK New York, USA.
- BOONCHUM, W., PEERAPORNPIHAL, Y., KANJANAPOTHI, D., PEKKOH, J., PUMAS, C., JAMJAI, U., AMORNLERDPISON, D., NOIRAKSAR, T. and VACHARAPIYASOPHON, P. 2011. Antioxidant activity of some seaweed from the Gulf of Thailand. *International J. Agriculture and Biology*, 13: 95-99.
- BOROWITZKA, M.A. 1993. Products from microalgae. *Infofish International*, 5: 21-26.
- BOTTA, J.R., BONNELL, G. and SQUIRES, B.E. 1987. Effect of method of catching and time of season on sensory quality of fresh raw Atlantic cod (*Gadus morhua*). *J. Food Science*, 52 (4): 928-931.
- BUDAK, H.N. 2010. Elma ve üzümünden üretilen sirkelerin bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri üzerine araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, 2010, Isparta, 167 s.
- BURTIN, P. 2003. Nutritional value of seaweeds. *Electronic J. of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 2 (4): 498-503.
- CAO, G., ALESSIO, H.M. and CUTLER, R.G. 1993. Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*, 14 (3): 303-311.
- CAHYANA, A.H., SHUTO, Y. and KINOSHITA, Y. 1992. Pyropheophytin a as an antioxidative substance from the marine algae, arame (*Eisenia bicyclis*). *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 56 (10): 1533-1535.
- CHAPMAN, V.J. and CHAPMAN, D.J. 1980. Sea vegetables, algae as food for man, in seaweed and their uses, 3rd ed., p. 95. Chapman and Hall, London.
- CHEW, Y.L., LIM, Y.Y., OMAR, M. and KHOO, K.S. 2008. Antioxidant activity of three edible seaweeds from two areas in South East Asia. *LWT-Food Science and Technology*, 41 (6): 1067-1072.

- CHO, M.L., LEE, H.S., KANG, I.J., WON, M.H. and YOU, S.G. 2011. Antioxidant properties of extract and fractions from *Enteromorpha prolifera*, a type of green seaweed. *Food Chemistry*, 127 (3): 999-1006.
- CHRISTOBEL, G.J., LIPTON, A.P., AISHWARYA, M.S., SARIKA, A.R. and UDAYAKUMAR, A. 2011. Antibacterial activity of aqueous extract from selected macroalgae of southwest coast of India. *Seaweed Research and Utilization*, 33 (1-2): 67-75.
- CİRİK, Ş. ve CİRİK, S. 1999. Su Bitkileri (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi Ekolojisi Yetiştirme Teknikleri). *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, No:58 Ders Kitabı Dizini: 26, İzmir.
- CİRİK, Ş. 2001. Gökova Körfezi Deniz Bitkileri. D.E.U. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Piri Reis Yayınları No: 3, İzmir.
- COFRADES, S., LOPEZ-LOPEZ, I., SOLAS, M.T., BRAVO, L. and JIMENEZ-COLMENERO, F. 2008. Influence of different types and proportions of added edible seaweed on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. *Meat Science*, 79 (4): 767-776.
- COFRADES, S., LOPEZ-LOPEZ, I., BRAVO, L., RUIZ-CAPILLAS, C., BASTIDA, S., LARREA, M.T. and JIMENEZ-COLMENERO, F. 2010. Nutritional and antioxidant properties of different brown and red Spanish edible seaweeds. *Food Science and Technology International*, 16: 361-370.
- CORBO, M.R., SPERANZA, B., FILIPPONE, A., GRANATIERO, S., CONTE, A., SINIGAGLIA M. and DEL NOBILE, M.A. 2008. Study on the synergic effect of natural compounds on the microbial quality decay of packed fish hamburger. *International J. Food Microbiology*, 127 (3): 261-267.
- CORBO, M.R., DI GIULIO, S., CONTE, A., SPERANZA, B., SINIGAGLIA, M. and DEL NOBILE, M.A. 2009. Thymol and modified atmosphere packaging to control microbiological spoilage in packed fresh cod hamburgers. *International J. Food Science and Technology*, 44 (8): 1553-1560.
- COSTA, L.S., FIDELIS, G.P., CORDEIRO, S.L., OLIVEIRA, R.M., SABRY, D.A., CAMARA, R.B.G., NOBRE, L.T.D.B., COSTA, M.S.S.P., ALMEIDA-LIMA, J., FARIAS, E.H.C., LEITE, E.L. and ROCHA H.A.O. 2010. Biological activities of sulfated polysaccharides from tropical seaweeds. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 64 (1): 21-28.
- COTELLE, N., BERNIER, J.L., CATTEAU, J.P., POMMERY, J., WALLET, J.C. and GAYDOU, E.M. 1996. Antioxidant properties of hydroxy-flavones. *Free Radical Biology and Medicine*, 20 (1): 35-43.

- COX, S., ABU-GHANNAM, N. and GUPTA, S. 2009. An assessment of the antioxidant and antimicrobial activity of six species of edible Irish seaweeds. *International Food Research J.*, 17 (1): 205-220.
- COX, S., TURLEY, G.H., RAJAURIA, G., ABU-GHANNAM, N. and JAISWAL, A.K. 2013. Antioxidant potential and antimicrobial efficacy of seaweed (*Himanthalia elongata*) extract in model food systems. *J. Applied Phycology*, (DOI 10.1007/s10811-013-0215-0).
- ÇELİKLER, S., VATAN, O., YILDIZ, G. and BİLALOĞLU, R. 2009. Evaluation of anti-oxidative, genotoxic and antigenotoxic potency of *Codium tomentosum* stackhouse ethanolic extract in human lymphocytes in vitro. *Food and Chemical Toxicology*, 47 (4): 796-801.
- ÇETİN, Z. 2008. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) papenfuss'nın sera koşullarında farklı kültür ortamlarında yetiştiriciliği ve agar verimlerinin karşılaştırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Aralık 2008, Çanakkale, 50 s.
- D'SOUZA, N. and SKONBERG, D.I. 2011. Antioxidant properties of aqueous and methanol soy extracts in minced trout muscle. *LWT-Food Science and Technology*, 44 (4): 1212-1217.
- DAVIDSON, P.M. and BRANEN A.L. 2005. Food Antimicrobials. In Antimicrobials in Food, Third Edition Edited by P. Michael Davidson, John N. Sofos, and A. L. Branen CRC Press, Taylor & Francis Group, p.706, LLC, USA.
- DE ALMEIDA MENDES, M.S. 2012. Functional activity of seaweed extracts from north Portuguese coast. Universidade Católica Portuguesa, Escola Superior de Biotecnologia, Mikrobiyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2012, Porto/Portekiz, 49 s.
- DECKER, E.A. and XU, Z. 1998. Minimizing rancidity in muscle foods. *Food Technology*, 52: 54-59.
- DE LA COBA, F., AGUILERA, J., FIGUEROA, F.L. DE GALVEZ, M.V. and HERRERA, E. 2009. Antioxidant activity of mycosporine-like amino acids isolated from three red macroalgae and one marine lichen. *J. Applied Phycology*, 21: 161-169.
- DEMİR, N. 1996. İhtiyoloji, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, Sayı: 3903, Yayın No: 236, İkinci Baskı, İstanbul, 394 s.
- DEMİREL, Z., YILMAZ-KOZ, F.F., KARABAY-YAVAŞOĞLU, U.N., ÖZDEMİR, G. and SUKATAR, A. 2009. Antimicrobial and antioxidant activity of brown algae from the Aegean Sea. *J. Serbian Chemical Society*, 74 (6): 619-628.

- DENIS, C., MORANÇAIS, M., LI, M., DENIAUD, E., GAUDIN, P., WIELGOSZ-COLLIN, G., BARNATHAN, G., JAOUEN, P. and FLEURENCE, J. 2010. Study of the chemical composition of edible red macroalgae *Grateloupia turuturu* from Brittany (France). *Food Chemistry*, 119 (3): 913-917.
- DEVI, K.P., SUGANTHY, N., KESIKA, P. and PANDIAN, S.K. 2008. Bioprotective properties of seaweeds: in vitro evaluation of antioxidant activity and antimicrobial activity against food borne bacteria in relation to polyphenolic content. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 8: 38.
- DIAS, P.F., SIQUEIRA, J.M., MARASCHIN, M., FERREIRA, A.G., GAGLIARDI, A.R. and RIBEIRO-DO-VALLE, R.M. 2008. A polysaccharide isolated from the brown seaweed *Sargassum stenophyllum* exerts antivasculogenic effects evidenced by modified morphogenesis. *Microvascular Research*, 75 (1): 34-44.
- DIAZ-RUBIO, M.E., PEREZ-JIMENEZ, J. and SAURA-CALIXTO, F. 2009. Dietary fiber and antioxidant capacity in *Fucus vesiculosus* products. *International J. Food Sciences and Nutrition*, 60: 23-34.
- DİNÇER, C. 2007. Bazı adaçayı (*Salvia* spp.) ve dağ çayı (*Sideritis* spp.) türlerinin kimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2007, Antalya, 70 s.
- DUAN, X.J., ZHANG, W.W., LI, X.M. and WANG, B.G. 2006. Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, *Polysiphonia urceolata*. *Food Chemistry*, 95 (1): 37-43.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1021, Ankara, 381 s.
- EILERS, J.R. 1990. New foods provide new food safety challenges. *Food Processing*, 51 (6): 104-108.
- EL-BAKY, H.H.A., EL-BAZ, F.K. and EL-BAROTY, G.S. 2009. Natural preservative ingredient from marine alga *Ulva lactuca* L. *International J. Food Science and Technology*, 44 (9): 1688-1695.
- ELY, R., SUPRIYA, T. and NAIK, C.G. 2004. Antimicrobial activity of marine organisms collected off the coast of South East India. *J. Experimental Marine Biology and Ecology*, 309 (1): 121-127.
- ERTÜRK, Ö. and TAŞ, B. 2011. Antibacterial and antifungal effects of some marine algae. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17 (Supl A): S121-S124.
- ESPECHE, M.E., FRAILE, E.R. and MAYER, A.M.S. 1984. Screening of Argentine marine algae for antimicrobial activity. *Hydrobiologia*, 116/117: 525-528.

- FAO. 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/fishery/publications/yearbooks/en>.
- FERNANDEZ, J., PEREZ-ALVAREZ, J.A. and FERNADEZ-LOPEZ, J.A. 1997. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry*, 59 (3): 345-353.
- FLEURENCE, J. 1999. Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science and Technology*, 10 (1): 25-28.
- FRASER, O. and SUMAR, S. 1998. Compositional changes and spoilage in fish - an introduction. *Nutrition and Food Science*, 98 (5): 275-279.
- GALLAND-IRMOULI, A.V., FLEURENCE, J., LAMGHARI, R., LUÇON, M., ROUXEL, C., BARBAROUX, O., BRONOWICKI, J.P., VILLAUME, C. and GUEANT, J.L. 1999. Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmate* (dulse). *The J. Nutritional Biochemistry*, 10 (6): 353-359.
- GANESAN, P., KUMAR, C.S. and BHASKAR, N. 2008. Antioxidant properties of methanol extract and its solvent fractions obtained from selected Indian red seaweeds. *Bioresource Technology*, 99 (8): 2717-2723.
- GANESAN, K., SURESH KUMAR, K. and SUBBA RAO, P.V. 2011. Comparative assessment of antioxidant activity in three edible species of green seaweed, *Enteromorpha* from Okha, Northwest coast of India. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12 (1): 73-78.
- GERASIMENKO, N.I., CHAYKINA, E.L., BUSAROVA, N.G. and ANISIMOV, M.M. 2010. Antimicrobial and hemolytic activity of low-molecular metabolites of brown seaweed *Laminaria cichorioides* (Miyabe). *Applied Biochemistry and Microbiology*, 46 (4): 426-430.
- GHANTHIKUMAR, S., VANILA, D., MASILLAMANI, A. and KANTHASAMY, R. 2012. Antibacterial activity of some seaweeds. *Applied Biology and Biotechnology*, 1 (1): 1-5.
- GINZBERG, A., COHEN, M., SOD-MORIAH, U.A., SHANY, S., ROSENSHTRAUCH, A. and ARAD, S. 2000. Chickens fed with biomass of the red microalga *Porphyridium* sp. have reduced blood cholesterol level and modified fatty acid composition in egg yolk. *J. Applied Phycology*, 12: 325-330.
- GOLDBERG, I. 1996. Functional foods. Designer foods, pharmafood, nutraceuticals. Chapman and Hall, p.3, Londres, Gran Bretana.
- GOULAS, A.E. and KONTOMINAS, M.G. 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life

of sea bream (*Sparus aurata*): biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 100 (1): 287-296.

- GÖKOĞLU, N. 1994. Balık köftesinin soğukta depolanması. *Gıda*, 19 (3): 217-220.
- GRAM, L., TROLLE, G. and HUSS, H.H. 1987. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0 °C) and high (20 °C) temperatures. *International J. Food Microbiology*, 4 (1): 65-72.
- GRAM, L. and HUSS, H.H. 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. *International J. Food Microbiology*, 33 (1): 121-137.
- GRAM, L., RAVN, L., RASCH, M., BRUHN, J.B., CHRISTENSEN, A.B. and GIVSKOV, M. 2002. Food spoilage-interactions between food spoilage bacteria. *International J. Food Microbiology*, 78 (1-2): 79-97.
- GRAM, L. and DALGAARD, P. 2002. Fish spoilage bacteria - problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, 13 (3): 262-266.
- GUIRY, M.D. 1996. *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) M. Steentoft, L.M. Irvine & W.F. Farnham. Retrieved January, 20, 2014, from http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=18.
- GUPTA, S., RAJAURIA, G. and ABU-GHANNAM, N. 2010. Study of the microbial diversity and antimicrobial properties of Irish edible brown seaweeds. *International J. Food Science and Technology*, 45: 482-489.
- GUPTA, S. and ABU-GHANNAM, N. 2011. Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12: 600-609.
- GUPTA, S., COX, S., RAJAURIA, G., JAISWAL, A.K. and ABU-GHANNAM, N. 2012. Growth inhibition of common food spoilage and pathogenic microorganisms in the presence of brown seaweed extracts. *Food and Bioprocess Technology*, 5 (5): 1907-1916.
- GUTIERREZ, J., BARRY-RYAN, C., BOURKE, P. 2009. Antimicrobial activity of plant essential oils using food model media: efficacy, synergistic potential and interaction with food components. *Food Microbiology*, 26 (2): 142-150.
- HAARD, N.F. 1992. Technological aspects of extending prime quality of seafood: a review. *J Aquatic Food Product Technology*, 1 (3-4): 9-27.
- HAMILTON, R.J., KALU, C., PRISK, E., PADLEY, F.B. and PIERCE, H. 1997. Chemistry of free radicals in lipids. *Food Chemistry*, 60 (2): 193-199.

- HAMILTON, R.J., KALU, C., MCNEILL, G.P., PADLEY, F.B. and PIERCE, J.H. 1998. Effects of tocopherols, ascorbyl palmitate, and lecithin on autoxidation of fish oil. *JAACS*, 75 (7): 813-822.
- HAN, K.H., LEE, E.J. and SUNG, M.K. 1999. Physical characteristics and antioxidative capacity of major seaweeds. *J. Food Science and Nutrition*, 4 (3): 180-183.
- HAYAKAWA, Y., HAYASHI, T., LEE, J.B., SRISOMPORN, P., MAEDA, M., OZAWA, T. and SAKURAGAWA, N. 2000. Inhibition of thrombin by sulphated polysaccharides isolated from green algae. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1543 (1): 86-94.
- HAYES, J.E., STEPANYAN, V., ALLEN, P., OGRADY, M.N. and KERRY, J.P. 2010. Effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on the quality and shelf-life stability of packaged raw minced beef patties. *Meat Science*, 84 (4): 613-620.
- HE, Y. and SHAHIDI, F. 1997. Antioxidant activity of green tea and its catechins in a fish meat model system. *J. Agricultural Food Chemistry*, 45: 4262-4266.
- HEO, S.J., PARK, E.J., LEE, K.W. and JEON, Y.J. 2005. Antioxidant activities of enzymatic extracts from brown seaweed. *Bioresource Technology*, 96 (14): 1613-1623.
- HORIE, S., TSUTSUMI, S., TAKADA, Y. and KIMURA, J. 2008. Antibacterial quinone metabolites from the brown alga, *Sargassum sagamianum*. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 81 (9): 1125-1130.
- HOSOKAWA, M., BHASKAR, N., SASHIMA, T. and MIYASHITA, K. 2006. Fucoxanthin as a bioactive and nutritionally beneficial marine carotenoid: a review. *Carotenoid Science*, 10: 15-28.
- HUANG, H.L. and WANG, B.G. 2004. Antioxidant capacity and lipophilic content of seaweed collected from the Qingdao coastline, *J. Agricultural and Food Chemistry*, 52 (16): 4993-4997.
- HUANG, D., OU, B., HAMPSCH-WOODILL, M., FLANAGAN, J.A. and PRIOR, R.L. 2002. High-throughput Assay of oxygen radical absorbance capacity (ORAC) using a multichannel liquid handling system coupled with a microplate fluorescence reader in 96-well format. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 50: 4437-4444.
- HUANG, D., OU, B. and PRIOR, R.L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 53 (6): 1841-1856.
- HUBBS, J. 1991. Fish: microbiological spoilage and safety. *Food Science and Technology Today*, 5: 166-173.

- HUSS, H.H., DALGAARD, P. and GRAM, L. 1997. Microbiology of Fish and Fish Products. In: Luten, J.B., Borresen, T. and Oehlenschläger, J. (Editors), *Seafood from Producer to Consumer, Integrated Approach to Quality, Development in Food Science*, Elsevier, vol. 38. pp. 413-430.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Foods). 1982. *Microorganisms in Foods. Their Significance and Method of Enumeration*. In: R.P. Elliott, D.S. Clark, K.H. Lewis, H. Lundbeck, J.C. Olsen and J.B. Simonsen. (Eds). *Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications*, 2nd Edition, Vol. 2. University of Toronto Press, pp. 181-196, Toronto, Canada.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Foods) 1986. *Sampling Plans for Fish and Shellfish*. In: *Microorganisms in Foods 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications*, 2nd Edition, Vol. 2. Blackwell Scientific Publications, pp. 181-196.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Food) 1998. *Microorganisms in foods. Microbial Ecology of Food Commodities*, vol. 6. Blackie Academic and Professional, pp. 130-189, London, UK.
- INDAP, M.A., RADHIKA, S., MOTIWALE, L. and RAO, K.V.K. 2006. Anticancer activity of phenolic antioxidants against breast cancer cells and a spontaneous mammary tumor. *Indian J. Pharmaceutical Sciences*, 68 (4): 470-474.
- INDERGAARD, M. and MINSAAAS, J. 1991. Animal and human nutrition. In: *Seaweed resources in Europe: Uses and potential*, John Wiley and Sons, pp. 21-64, Toronto, Canada.
- ITO, N., HIROSE, M., FUKUSHIMA, S., TSUDA, H., SHIRAI, T. and TATEMATSU, M. 1986. Studies on antioxidants: their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology*, 24 (10-11): 1071-1082.
- IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). 1987. Method Number 2.505. Evidence of purity and deterioration from ultraviolet spectrometry. In: *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivates*. 7th Edition (edited by C. Paquet and A. Hautfenne), pp. 144-145. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications.
- JIMENEZ-ESCRIG, A., JIMENEZ-JIMENEZ, I., PULIDO, R. and SAURACALIXTO, F. 2001. Antioxidant activity of fresh and processed edible seaweeds. *J. Science of Food and Agriculture*, 81: 530-534.
- JUNG, H.A., HYUN, S.K., KIM, H.R. and CHOI, J.S. 2006. Angiotensin-converting enzyme I inhibitory activity of phlorotannins from *Ecklonia stolonifera*. *Fisheries Science*, 72 (6): 1292-1299.

- KAAS, R. 1998. The seaweed resources of France. In A.T. Crichley and M. Ohno (Eds.), *Seaweedresources of the world*. pp. 233-244. Japan International Cooperation Agency. Yokusuka, Japan.
- KANDHASAMY, M. and ARUNACHALAM, K.D. 2008. Evaluation of *in vitro* antibacterial property of seaweeds of southeast coast of India. *African J. Biotechnology*, 7 (12): 1958-1961.
- KANG, K., PARK, Y., HWANG, H.J., KIM, S.H., LEE, J.G. and SHIN, H.C. 2003. Antioxidative properties of brown algae polyphenolics and their perspectives as chemopreventive agents against vascular risk factors. *Archives of Pharmacal Research*, 26 (4): 286-293.
- KATALINIC, V., MILOS, M., KULISIC, T. and JUKIC, M. 2006. Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*, 94 (4): 550-557.
- KAYKAÇ, G.O. 2007. Bazı alg türlerinin (*Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa*) tatlarında etkili olan aminoasitlerin mevsimsel değişimi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2007, Çanakkale, 62 s.
- KENAR, M. 2009. Aromatik bitkilerden elde edilen doğal antioksidanların balık filetosu üzerindeki duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2009, Adana, 80 s.
- KEYROUZ, R., ABASQ, M.L., LE BOURVELLEC, C., BLANC, N., AUDIBERT, L., ARGALL, E. and HAUCHARD, D. 2011. Total phenolic contents, radical scavenging and cyclic voltammetry of seaweeds from Brittany. *Food Chemistry*, 126 (3): 831-836.
- KHAN, M.N.A., CHO, J.Y., LEE, M.C., KANG, J.Y., PARK, N.G., FUJII, H. and HONG, Y.K. 2007. Isolation of two anti-inflammatory and one pro-inflammatory polyunsaturated fatty acids from the brown seaweed *Undaria pinnatifida*. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 55: 6984-6988.
- KIM, J.A., LEE, J.M., SHIN, D.B. and LEE, N.H. 2004. The antioxidant activity and tyrosinase inhibitory activity of phlorotannins in *Ecklonia cava*. *Food Science and Biotechnology*, 13: 476-480.
- KINDLEYSIDES, S., QUEK, S.Y. and MILLER, M.R. 2012. Inhibition of fish oil oxidation and the radical scavenging activity of New Zealand seaweed extracts. *Food Chemistry*, 133: 1624-1631.

- KITTS, D.D. 1996. Toxicity and safety of fats and oil. In: Hui, Y.H. (Eds.), *Baileys Industrial Oil and Fat Products*, 5th Edition, Vol. 1, Wiley-Interscience, p. 215-280, New York, USA.
- KOLANJINATHAN, K., GANESH, P. and GOVINDARAJAN, M. 2009. Antibacterial activity of ethanol extracts of seaweeds against fish bacterial pathogens. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 13 (3): 173-177.
- KOYANAGI, S., TANIGAWA, N., NAKAGAWA, H., SOEDA, S. and SHIMENO, H. 2003. Oversulfation of fucoidan enhances its anti-angiogenic and anti-tumor activities. *Biochemical Pharmacology*, 65 (2): 173-179.
- KUDA, T., TSUNEKAWA, M., GOTO, H. and ARAKI, Y. 2005a. Antioxidant properties of four edible algae harvested in the Noto Peninsula, Japan. *J. Food Composition and Analysis*, 18 (7): 625-633.
- KUDA, T., TSUNEKAWA, M., HISHI, T. and ARAKI, Y. 2005b. Antioxidant properties of dried kayamo-nori, a brown alga *Scytosiphon lomentaria* (*Scytosiphonales*, *Phaeophyceae*). *Food Chemistry*, 89 (4): 617-622.
- KUDA, T., KUNII, T., GOTO, H., SUZUKI, T. and YANO, T. 2007. Varieties of antioxidant and antibacterial properties of *Ecklonia stolonifera* and *Ecklonia kurome* products harvested and processed in the Noto Peninsula, Japan. *Food Chemistry*, 103 (3): 900-905.
- KUMAR, K.S., GANESAN, K. and RAO, P.V.S. 2008. Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty - an edible seaweed. *Food Chemistry*, 107 (1): 289-295.
- KUMARAN, A. and KARUNAKARAN, R.J. 2007. In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. *LWT-Food Science and Technology*, 40 (2): 344-352.
- KURU, M. 1994. Omurgalı Hayvanlar. Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Sayı: 186, Yayın No: 22, 841 s., Ankara.
- KUŞ, B. 2012. Altınotu ve ökseotu bitki ekstraktlarının alabalık filetosu üzerindeki antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2012, Adana, 97 s.
- LEE, S., LEE, Y.S., JUNG, S.H., KANG, S.S. and SHIN, K.H. 2003. Antioxidant activities of fucosterol from the marine algae *Pelvetia siliquosa*. *Archives of Pharmacal Research*, 26 (9): 719-722.
- LEE, Y.S., SHIN, K.H., KIM, B.K. and LEE, S. 2004. Anti-diabetic activities of fucosterol from *Pelvetia siliquosa*. *Archives of Pharmacal Research*, 27 (11): 1120-1122.

- LEROI, F., JOFFRAUD, J.J., CHEVALIER, F. and CARDINAL, M. 2001. Research of quality indices for cold-smoked salmon using a stepwise multiple regression of microbiological counts and physico-chemical parameters. *J. Applied Microbiology*, 90 (4): 578-587.
- LIM, S.N., CHEUNG, P.C.K., OOI, V.E.C. and ANG, P.O. 2002. Evaluation of antioxidative activity of extracts from a brown seaweed, *Sargassum siliquastrum*. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 50 (13): 3862-3866.
- LIMA-FILHO, J.V.M., CARVALHO, A.F.F.U., FREITAS, S.M. and MELO, V.M.M. 2002. Antibacterial activity of extracts of six macroalgae from the northeastern Brazilian coast. *Brazilian J. Microbiology*, 33 (4): 311-313.
- LOPEZ-LOPEZ, I., COFRADES, S. and JIMENEZ-COLMENERO, F. 2009. Low-fat frankfurters enriched with n-3 PUFA and edible seaweed: effects of olive oil and chilled storage on physicochemical, sensory and microbial characteristics. *Meat Science*, 83 (1): 148-154.
- LOPEZ-MALO, A., ALZAMORA, S.M. and PALOU, E. 2002. *Aspergillus flavus* dose-response curves to selected natural and synthetic antimicrobials. *International J. Food Microbiology*, 73 (2-3): 213-218.
- MABEAU, S. and FLEURENCE, J. 1993. Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects. *Trends in Food Science and Technology*, 4 (4): 103-107.
- MAEDA, H., HOSOKAWA, M., SASHIMA, T., FUNAYAMA, K. and MIYASHITA, K. 2005. Fucoxanthin from edible seaweed, *Undaria pinnatifida*, shows antiobesity effect through UCPI expression in white adipose tissues. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 332 (2): 392-397.
- MAISUTHISAKUL, P., SUTTAJIT, M. and PONGSAWATMANIT, R. 2007. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chemistry*, 100 (4): 1409-1418.
- MANACH, C., SCALBERT, A., MORAND, C., RÉMÉSY, C. and JIMÉNEZ, L. 2004. Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American J. Clinical Nutrition*, 79 (5): 727-747.
- MANOUSARIDIS, G., NERANTZAKI, A., PALEOLOGOS, E.K., TSIOTSIAS, A., SAVVAIDIS, I.N. and KONTOMINAS, M.G. 2005. Effects of ozone on microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels. *Food Microbiology*, 22 (1): 1-9.
- MANSUYA, P., ARUNA, P., SRIDHAR, S., KUMAR J.S. and BABU, S. 2010. Antibacterial activity and qualitative phytochemical analysis of selected seaweeds from Gulf of Mannar region. *J. Experimental Sciences*, 1 (8): 23-26.

- MCHUGH, D.J. 2003. A guide to the seaweed industry, FAO Fisheries Technical Paper: 441. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- MIYASHITA, K. and HOSOKAWA, M. 2008. Beneficial health effects of seaweed carotenoid, fucoxanthin. In: C. Barrow and F. Shahidi (Eds.), *Marine Nutraceuticals and Functional Foods*, pp. 297-320, CRC Press, Boca Raton, USA.
- MOHAN, C.O., RAVISHANKAR, C.N., SRINIVASA GOPAL, T.K., LALITHA, K.V. and ASHOK KUMAR, K. 2010. Effect of reduced oxygen atmosphere and sodium acetate treatment on the microbial quality changes of seer fish (*Scomberomorus commerson*) steaks stored in ice. *Food Microbiology*, 27 (4): 526-534.
- MOLYNEUX, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn J. Science and Technology*, 26 (2): 211-219.
- MORONEY, N.C., O'GRADY, M.N., O'DOHERTY, J.V. and KERRY, J.P. 2013. Effect of a brown seaweed (*Laminaria digitata*) extract containing laminarin and fucoidan on the quality and shelf-life of fresh and cooked minced pork patties. *Meat Science*, 94 (3): 304-311.
- MOYLE, P.B. and CECH, J.J. 2000. *Fishes, An Introduction to Ichthyology*. Fourth edition, 612 pages, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 07458, USA.
- NAGAYAMA, K., IWAMURA, Y., SHIBATA, T., HIRAYAMA, I. and NAKAMURA, T. 2002. Bactericidal activity of phlorotannins from the brown alga *Ecklonia kurome*. *J. Antimicrobiology Chemother*, 50 (6): 889-893.
- NAKAI, M., KAGEYAMA, N., NAKAHARA, K. and MIKI, W. 2006. Phlorotannins as radical scavengers from the extract of *Sargassum ringgoldianum*. *Marine Biotechnology*, 8 (4): 409-414.
- NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards) 1993. Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests. Approved Standard NCCLS Publication M2-A5, Villanova, PA, USA.
- NGO, D.H., WIJESEKARA, I., VO, T.S., TA, Q.V. and KIM, S.K. 2011. Marine food-derived functional ingredients as potential antioxidants in the food industry: an overview. *Food Research International*, 44 (2): 523-529.
- NOMURA, T., KIKUCHI, M., KUBODERA, A. and KAWAKAMI, Y. 1997. Proton-donative antioxidant activity of fucoxanthin with 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH). *Biochemistry and Molecular Biology International*, 42 (2): 361-370.

- O'SULLIVAN, A.M., O'CALLAGHAN, Y.C., O'GRADY, M.N., QUEGUINEUR, B., HANNIFFY, D., TROY, D.J., KERRY, J.P. and O'BRIEN, N.M. 2011. *In vitro* and cellular antioxidant activities of seaweed extracts prepared from five brown seaweeds harvested in spring from the west coast of Ireland. *Food Chemistry*, 126 (3): 1064-1070.
- O'SULLIVAN, A.M., O'CALLAGHAN, Y.C., O'GRADY, M.N., HAYES, M., KERRY, J.P. and O'BRIEN, N.M. 2013. The effect of solvents on the antioxidant activity in Caco-2 cells of Irish brown seaweed extracts prepared using accelerated solvent extraction (ASE). *J. Functional Foods*, 5 (2): 940-948.
- OHR, L.M. 2006. Nutraceuticals, joint health. *Food Technology*, 60 (1): 57-59.
- OUSSALAH, M., CAILLET, S., SAUCIER, L. and LACROIX, M. 2006. Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat Sciences*, 73 (2): 236-244.
- ÖZDEN, Ö. ve GÖKOĞLU, N. 1996. Soğukta saklanan sardalya balığının *Sardina pilchardus* (W. 1792) raf ömrünün belirlenmesi. *Gıda Teknolojisi*, 1: 42-45.
- ÖZDEN, Ö. ve GÖKOĞLU, N. 1997. Sardalya balığının [*Sardina pilchardus* (Wal. 1792)] soğukta depolanması sırasında yağında oluşan değişimlerin incelenmesi. *Gıda*, 22: 309-313.
- ÖZOĞUL, F., POLAT, A. and ÖZOĞUL, Y. 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). *Food Chemistry*, 85 (1): 49-57.
- ÖZOĞUL, Y., ÖZYURT, G., ÖZOĞUL, F., KULEY, E. and POLAT, A. 2005. Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. *Food Chemistry*, 92 (4): 745-751.
- ÖZOĞUL, Y., DURMUŞ, M., BALIKÇI, E., ÖZOĞUL, F., AYAS, D. and YAZGAN, H. 2011. The effects of the combination of freezing and the use of natural antioxidant technology on the quality of frozen sardine fillets (*Sardinella aurita*). *International J Food Science and Technology*, 46 (2): 236-242.
- ÖZYURT, G., POLAT, A. and TOKUR, B. 2007. Chemical and sensory changes in frozen (-18 °C) wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) captured at different fishing seasons. *International J. Food Science and Technology*, 42: 887-893.
- ÖZYURT, G., KULEY, E., BALIKÇI, E., KAÇAR, Ç., GÖKDOĞAN, S., ETYEMEZ, M. and ÖZOĞUL, F. 2012. Effect of the icing with rosemary extract on the oxidative stability and biogenic amine formation in sardine (*Sardinella aurita*) during chilled storage. *Food and Bioprocess Technology*, 5 (7): 2777-2786.

- PACHECO-AGUILAR, R., LUGO-SANCHEZ, M.E. and ROBLES-BURGUENO, M.R. 2000. Postmortem biochemical and functional characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0 °C. *J. Food Science*, 65 (1): 40-47.
- PADMINI SREENIVASA RAO, P. 1991. Biological investigation of Indian marine algae and screening of some green, red and brown seaweeds for their antimicrobial activity. *Seaweed Research Utilization*, 14 (1): 37-43.
- PEZESHK, S., REZAEI, M. and HOSSEINI, H. 2011. Effects of turmeric, shallot extracts, and their combination on quality characteristics of vacuum-packaged rainbow trout stored at 4±1 °C. *J. Food Science*, 76 (6): M387-M391.
- PLAZA, M., CIFUENTES, A. and IBANEZ, E. 2008. In the search of new functional food ingredients from algae. *Trends in Food Science and Technology*, 19 (1): 31-39.
- PLAZA, M., AMIGO-BENAVENT, M., DEL CASTILLO, M.D., IBANEZ, E. and HERRERO, M. 2010. Facts about the formation of new antioxidants in natural samples after subcritical water extraction. *Food Research International*, 43 (10): 2341-2348.
- POKORNY, J. 1991. Natural antioxidants for food use. *Trends in Food Science and Technology*, 2: 223-227.
- PORTER, P.J., KENNISH, J.M. and KRAMER, D.E. 1992. The Effects of Exsanguination of Sockeye Salmon on the Changes in the Lipid Composition During Frozen Storage (Edited by: E.G. Bligh). *Seafood Science and Technology*, Fishing News Books, pp. 76-84, Oxford.
- PRICE, J.A., SANNY, C.G. and SHEVLIN, D. 2006. Application of manual assessment of oxygen radical absorbent capacity (ORAC) for use in high throughput assay of “total” antioxidant activity of drugs and natural products. *J. Pharmacological and Toxicological Methods*, 54 (1): 56-61.
- PRIOR, R.L., HOANG, H., GU, L., WU, X., BACCHIOCCA, M., HOWARD, L., HAMPSCH-WOODILL, M., HUANG, D., OU, B. and JACOB, R. 2003. Assay for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC_{FL})) of plasma and other biological and food samples. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 51 (11): 3273-3279.
- PRIYADHARSHINI, S., BRAGADEESWARAN, S., PRABHU, K. and SOPHIA RAN, S. 2011. Antimicrobial and hemolytic activity of seaweed extracts *Ulva fasciata* (Delile 1813) from Mandapam, Southeast coast of India. *Asian Pacific J. Tropical Biomedicine*, 1 (Supl 1): S38-S39.
- QI, H., ZHANG, Q., ZHAO, T., CHEN, R., ZHANG, H. NIU, X. and LI, Z. 2005. Antioxidant activity of different sulfate content derivatives of polysaccharide

extracted from *Ulva pertusa* (Chlorophyta) in vitro. *International J. Biological Macromolecules*, 37 (4): 195-199.

QUITRAL, V., DONOSO, M.L., ORTIZ, J., HERRERA, M.V., ARAYA, H. and AUBOURG, S.P. 2009. Chemical changes during the chilled storage of Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*) effect of a plant-extract icing system. *LWT-Food Science and Technology*, 42 (8): 1450-1454.

RADHIKA, D., VEERABAHU, C. and PRIYA, R. 2012. Antibacterial activity of some selected seaweeds from the Gulf of Mannar coast, South India. *Asian J. of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5 (4): 89-90.

RAGAN, M.A. and GLOMBITZA, K.W. 1986. Phlorotannins, brown algal polyphenols. In: Round, F.E. and Chapman, D.J. (Eds.), *Progress in Phycological Research*. Vol. 4. pp. 129-241, Biopress, Bristol, UK.

RAMANATHAN, L. and DAS, N.P. 1992. Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 40 (1): 17-21.

RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A., PANNALA, A., YANG, M. and RICE-EVANS, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26 (9-10): 1231-1237.

RHEE, K.S. and ZIPRIN, Y.A. 2001. Pro-oxidative effects of NaCl in microbial growth-controlled and uncontrolled beef and chicken. *Meat Science*, 57 (1): 105-112.

RICE-EVANS, C.A., MILLER, N.J. and PAGANGA, G. 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20 (7): 933-956.

RODRIGUEZ-BERNALDO DE QUIROS, A., FRECHA-FERREIRO, S., VIDAL-PEREZ, A.M. and LOPEZ-HERNANDEZ, J. 2010. Antioxidant compounds in edible brown seaweeds. *European Food Research Technology*, 231: 495-498.

RUIZ, J.A., PEREZ-VENDRELL, A.M. and ESTEVE-GARCIA, E. 2000. Effect of dietary iron and copper on performance and oxidative stability in broiler leg meat. *British Poultry Science*, 41 (2): 163-167.

RUIZ-CAPILLAS, C. and MORAL, A. 2001. Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. *Food Research International*, 34 (5): 441-447.

RUIZ-CAPILLAS, C. and MORAL, A. 2005. Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food Chemistry*, 89 (3): 347-354.

- RUPEREZ, P., AHRAZEM, O. and LEAL, J.A. 2002. Potential antioxidant capacity of sulfated polysaccharides from the edible marine brown seaweed *Fucus vesiculosus*. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 50 (4): 840-845.
- SABEENA FARVIN, K.H. and JACOBSEN, C. 2013. Phenolic compounds and antioxidant activities of selected species of seaweeds from Danish coast. *Food Chemistry*, 138 (2-3): 1670-1681.
- SACHINDRA, N.M., SATO, E., MAEDA, H., HOSOKAWA, M., NIWANO, Y., KOHNO, M. and MIYASHITA, K. 2007. Radical scavenging and singlet oxygen quenching activity of marine carotenoid fucoxanthin and its metabolites. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 55 (21): 8516-8522.
- SACHINDRA, N.M., AIRANTHI, M.K.W.A., HOSOKAWA, M. and MIYASHITA, K. 2010. Radical scavenging and singlet oxygen quenching activity of extracts from Indian seaweeds. *J. Food Science Technology*, 47 (1): 94-99.
- SALDAMLI, İ. 1998. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 527 s.
- SALEM, W.M., GALAL, H. and NASR EL-DEEN, F. 2011. Screening for antibacterial activities in some marine algae from the red sea (Hurghada, Egypt). *African J. Microbiology Research*, 5 (15): 2160-2167.
- SALLAM, K.I., AHMED, A.M., ELGAZZAR, M.M. and ELDALY, E.A. 2007. Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4 °C. *Food Chemistry*, 102 (4): 1061-1070.
- SAMARAWEERA, A.M., VIDANARACHCHI, J.K. and KURUKULASURIYA, M.S. 2012. Industrial Applications of Macroalgae. In: Kim, S.K. (Editor), Handbook of Marine Macroalgae. Biotechnology and Applied Phycology. Wiley-Blackwell Publishing Ltd., pp. 500-521, Oxford, UK.
- SANCHEZ-ALONSO, I., JIMENEZ-ESCRIG, A., SAURO-CALIXTO, F. and BORDERIAS, A.J. 2007. Effect of grape antioxidant dietary fibre on the prevention of lipid oxidation in minced fish: evaluation by different methodologies. *Food Chemistry*, 101 (1): 372-378.
- SANCHEZ-MACHADO, D.I., LOPEZ-CERVANTES, J., LOPEZ-HERNANDEZ, J. and PASEIRO-LOSADA, P. 2004. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chemistry*, 85 (3): 439-444.
- SANTELICES, B. and DOTY, M.S. 1989. A review of *Gracilaria* farming. *Aquaculture*, 78 (2): 95-133.
- SANTOSO, J., YOSHIE, Y. and SUZUKI, T. 2002. The distribution and profil of nutrients and catechins of some Indonesian seaweeds. *Fisheries Science*, 68 (Suppl.): 1647-1648.

- SANTOSO, J., YOSHIE-STARK, Y. and SUZUKI, T. 2004. Anti-oxidant activity of methanol extracts from Indonesian seaweeds in an oil emulsion model. *Fisheries Science*, 70 (1): 183-188.
- SASTRY, V.M.V.S. and RAO, G.R.K. 1994. Antibacterial substances from marine algae: successive extraction using benzene, chloroform and methanol. *Botanica Marina*, 37 (4): 357-360.
- SATO, M., OBA, T., YAMAGUCHI, T., NAKANO, T., KAHARA, T., FUNAYAMA, K., KOBAYASHI, A. and NAKANO, T. 2002. Antihypertensive effects of hydrolysates of wakame (*Undaria pinnatifida*) and their angiotensin-I-converting enzyme inhibitory activity. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 46 (6): 259-267.
- SCHORMULLER, J. 1968. Handbuch der Lebensmittelchemie (Band III/2). Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 1482-1537, New York, USA.
- SCHWARZ, K., BERTELSEN, G., NISSEN, L.R., GARDNER, P.T., HEINONEN, M.I., HOPIA, A., HUYNH-BA, T., LAMBELET, P., MCPHAIL, D., SKIBSTED, L.H. and TIJBURG, L. 2001. Investigation of plant extracts for the protection of processed foods against lipid oxidation. Comparison of antioxidant assays based on radical scavenging, lipid oxidation and analysis of the principal antioxidant compounds. *European Food Research and Technology*, 212: 319-328.
- SEENIVASAN, R., INDU, H., ARCHANA, I.G. and GEETHA, S. 2010. The antibacterial activity of some marine algae from South East coast of India. *American-Eurasian J. Agriculture and Environment Sciences*, 9 (5): 480-489.
- SENEVIRATHNE, M., KIM, S.H., SIRIWARDHANA, N., HA, J.H., LEE, K.W. and JEON, Y.J. 2006. Antioxidant potential of *Ecklonia cava* on reactive oxygen species scavenging, metal chelating, reducing power and lipid peroxidation inhibition. *Food Science and Technology International*, 12: 27-38.
- SHAHIDI, F. and NACZK, M. 1995. Antioxidant properties of food phenolics. In: Shahidi, F. and Naczk, M. (Eds.), *Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects, and Applications*. Technomic Publishing Company Inc., pp. 235-273, Lancaster, PA.
- SHAHIDI, F. and NACZK, M. 2004. Antioxidant properties of food phenolics. In: Shahidi, F. and Naczk, M. (Eds.), *Phenolics in Food and Nutraceuticals*. CRC Press, pp. 403-442, Boca Raton, FL.
- SHIBATA, T., ISHIMARU, K., KAWAGUCHI, S., YOSHIKAWA, H. and HAMA, Y. 2008. Antioxidant activities of phlorotannins isolated from Japanese Laminariaceae. *J. Applied Phycology*, 20 (5): 705-711.

- SIKORSKI, Z.E., KOLAKOWSKA, A. and BURT, J.R. 1990. Postharvest biochemical and microbial changes. In: Sikorski, Z.E. (Eds.), *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*. CRC Press, Inc., pp. 55-75, Boca Raton, FL.
- SIMEONIDOU, S., GOVARIS, A. and VARELTZIS, K. 1997. Effect of frozen storage on the quality of whole fish and fillets of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and Mediterranean hake (*Merluccius mediterraneus*). *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 204 (6): 405-410.
- SINGH, S. and SINGH, R.P. 2008. In vitro methods of assay of antioxidants: an overview. *Food Reviews International*, 24 (4): 392-415.
- SKERGET, M., KOTNIK, P., HADOLIN, M., HRAS, A.R., SIMONIC, M. and KNEZ, Z. 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 89 (2): 191-198.
- SKJERDAL, O.T., LORENTZEN, G., TRYLAND, I. and BERG, J.D. 2004. New method for rapid and sensitive quantification of sulphide-producing bacteria in fish from arctic and temperate waters. *International J. Food Microbiology*, 93 (3): 325-333.
- SMIT, A.J. 2004. Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: a review. *J. Applied Phycology*, 16 (4): 245-262.
- SONG, H., ZHANG, Q., ZHANG, Z. and WANG, J. 2010. In vitro antioxidant activity of polysaccharides extracted from *Bryopsis plumosa*. *Carbohydrate Polymers*, 80 (4): 1057-1061.
- SRIVASTAVA, N., SAURAV, K., MOHANASRINIVASAN, V., KANNABIRAN, K. and SINGH, M. 2010. Antibacterial potential of macroalgae collected from the Madappam coast, India. *British J. Pharmacology and Toxicology*, 1 (2): 72-76.
- SOUZA, M.C.R.D., MARQUES, C.T., DORE, C.M.G., SILVA, F.R.F.D., ROCHA, H.A.O. and LEITE, E.L. 2007. Antioxidant activities of sulfated polysaccharides from brown and red seaweeds. *J. Applied Phycology*, 19 (2): 153-160.
- STIRK, W.A., REINECKE, D.L. and VAN STADEN, J. 2007. Seasonal variation in antifungal, antibacterial and acetylcholinesterase activity in seven South African seaweeds. *J. Applied Phycology*, 19 (3): 271-276.
- STODOLNIK, L., STAWICKA, A., SZCZEPANIK, G. and AUBOURG, S.P. 2005. Rancidity inhibition study in frozen whole mackerel (*Scomber scombrus*) following flaxseed (*Linum usitatissimum*) extract treatment. *Grasas y Aceites*, 56 (3): 198-204.

- SUETSUNA, K. 1998. Purification and identification of angiotensin I-converting enzyme inhibitors from the red alga *Porphyra yezoensis*. *J. Marine Biotechnology*, 6 (3): 163-167.
- SUETSUNA, K. and NAKANO, T. 2000. Identification of an antihypertensive peptide from peptic digest of wakame (*Undaria pinnatifida*). *The J. Nutritional Biochemistry*, 11 (9): 450-454.
- SUGIURA, Y., MATSUDA, K., YAMADA, Y., NISHIKAWA, M., SHIOYA, K., KATSUZAKI, H., IMAI, K. and AMANO, H. 2007. Anti-Allergic phlorotannins from the edible brown alga, *Eisenia arborea*. *Food Science and Technology Research*, 13: 54-60.
- SÜLEYMAN, H., GÜMÜŞTEKİN, K., TAYSI, S., KELES, S., ÖZTAŞAN, N., AKTAŞ, O., ALTINKAYNAK, K., TIMUR, H., AKCAY, F., AKAR, S., DANE, S. and GÜL, M. 2002. Beneficial effects of *Hippophae rhamnoides* L. on nicotine induced oxidative stress in rat blood compared with vitamin E. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 25 (9): 1133-1136.
- TARGETT, N.M. and ARNOLD, T.M. 1998. Mini review-predicting the effects of brown algal phlorotannins on marine herbivores in tropical and temperate oceans. *J. Phycology*, 34 (2): 195-205.
- TAŞKIN, E., ÇAKI, Z., ÖZTÜRK, M. and TAŞKIN, E. 2010. Assessment of in vitro antitumoral and antimicrobial activities of marine algae harvested from the eastern Mediterranean Sea. *African J. Biotechnology*, 9 (27): 4272-4277.
- TURAN, G., AK, İ., CİRİK, S., KORU, E. ve KAYMAKÇI-BAŞARAN., A. 2006. Entansif balık kültüründe *Gracilaria verrucosa* (Hudson) papenfuss yetiştiriciliği. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/2): 305-309.
- TÜNEY, İ., ÇADIRCI, B.H., ÜNAL, D. ve SUKATAR, A. 2006. Antimicrobial activities of the extracts of marine algae from the coast of Urla (İzmir, Turkey). *Turk J. Biology*, 30: 171-175.
- UÇAK, İ. 2010. Biberiye ekstraktının vakum paketlenmiş uskumru (*Scomber scombrus* L., 1758) burgerlerinin raf ömrüne etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, 63 s.
- UÇAK, İ., ÖZOĞUL, Y. and DURMUŞ, M. 2011. The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International J. Food Science and Technology*, 46 (6): 1157-1163.
- VAIRAPPAN, C. C., DAITOH, M., SUZUKI, M., ABE, T. and MASUDA, M. 2001. Antibacterial halogenated metabolites from the Malaysian *Laurencia* sp. *Phytochemistry*, 58 (2): 291-297.

- VALLINAYAGAM, K., ARUMUGAM, R., RAGUPATHI RAJA KANNAN, R., THIRUMARAN, G. and ANANTHARAMAN, P. 2009. Antibacterial activity of some selected seaweeds from Pudumadam coastal regions. *Global J. Pharmacology*, 3 (1): 50-52.
- VAN NETTEN, C., HOPTION CANN, S.A., MORLEY, D.R. and VAN NETTEN, J.P. 2000. Elemental and radioactive analysis of commercially available seaweed. *Science of The Total Environment*, 255 (1-3): 169-175.
- VARELTZIS, K., KOUFIDIS, D., GAVRIILIDOU, E., PAPAVERGOU, E. and VASILIADOU, S. 1997. Effectiveness of a natural rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. *Zeitschrift fur Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 205 (2): 93-96.
- VARIER, K.M., MILTON, M.C.J., ARULVASU, C. and GAJENDRAN, B. 2013. Evaluation of antibacterial properties of selected red seaweeds from Rameshwaram, Tamil Nadu, India. *J. Academia and Industrial Research*, 1 (11): 667-670.
- VARLIK, C., UĞUR, M., GÖKOĞLU, N. ve GÜN, H. 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No: 17, İstanbul, 174 s.
- VENUGOPAL, V. 2009. Marine products for healthcare. Functional and bioactive nutraceutical compounds from the ocean. CRS press, Taylor and Francis group, pp. 527, Boca Raton, FL.
- VIJAYAVEL, K. and MARTINEZ, J.A. 2010. *In vitro* antioxidant and antimicrobial activities of two Hawaiian marine limu: *Ulva fasciata* (Chlorophyta) and *Gracilaria salicornia* (Rhodophyta). *J. Medicinal Food*, 13: 1494-1499.
- VON GADOW, A., JOUBERT, E. and HANSMANN, C.F. 1997. Comparison of the antioxidant activity of rooibos tea (*Aspalathus linearis*) with green, oolong and black tea. *Food Chemistry*, 60 (1): 73-77.
- WANASUNDARA, U.N. and SHAHIDI, F. 1998. Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chemistry*, 63 (3): 335-342.
- WANG, B.G., ZHANG, W.W., DUAN, X.J. and LI, X.M. 2009a. *In vitro* antioxidative activities of extract and semi-purified fractions of the marine red alga, *Rhodomela confervoides* (Rhodomelaceae). *Food Chemistry*, 113 (4): 1101-1105.
- WANG, T., JONSDOTTIR, R. and OLAFSDOTTIR, G. 2009b. Total phenolic compounds, radical scavenging and metal chelation of extracts from Icelandic seaweeds. *Food Chemistry*, 116 (1): 240-248.

- WANG, H., CHIU, L.C.M., OOI, V.E.C. and ANG JR, P.O. 2010. A potent antitumor polysaccharide from the edible brown seaweed *Hydroclathrus clathratus*. *Botanica Marina*, 53 (3): 265-274.
- WANG, T., OLAFSDOTTIR, G., JONSDOTTIR, R., KRISTINSSON, H.G. and JOHANNSSON, R. 2011. Functional and nutraceutical ingredients from marine macroalgae. In: Alasalvar, C., Miyashita, K., Shahidi, F. and Wanasundara, U. (Eds.), *Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications*. Wiley-Blackwell Publishing Ltd., pp. 508-521, Oxford, UK.
- WARD, D.R. and BAJ, N.J. 1988. Factors affecting microbiological quality of seafoods. *Food Technology*, 42 (3): 85-89.
- WATSON, S.B. and CRUZ-RIVERA, E. 2003 Algal chemical ecology: an introduction to the special issue. *Phycologia*, 42 (4): 319-323.
- WIJESEKARA, I., PANGESTUTI, R. and KIM, S.K. 2011. Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae. *Carbohydrate Polymers*, 84 (1): 14-21.
- WU, C., DUCKETT, S.K., NEEL, J.P.S., FONTENOT, J.P. and CLAPHAM, W.M. 2008. Influence of finishing systems on hydrophilic and lipophilic oxygen radical absorbance capacity (ORAC) in beef. *Meat Science*, 80 (3): 662-667.
- YAĞIZ, Y., KRISTINSSON, H.G., BALABAN, M.O. and MARSHALL, M.R. 2007. Effect of high pressure treatment on the quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and mahi mahi (*Coryphaena hippurus*). *J. Food Science*, 72 (9): C509-C515.
- YAMASHITA, S., SUGITA-KONISHI, Y. and SHIMIZU, M. 2001. In vitro bacteriostatic effects of dietary polysaccharides. *Food Science and Technology Research*, 7 (3): 262-264.
- YAN, J., ZONG, H., SHEN, A., CHEN, S., YIN, X., SHEN, X., LIU, W., GU, X. and GU, J. 2003. The β -(1-6)-branched β -(1-3) glucohexaose and its analogues containing an α -(1-3)-linked bond have similar stimulatory effects on the mouse spleen as lentinan. *International Immunopharmacology*, 3: 1861-1871.
- YAN, X.J., LI, X.C., ZHOU, C.X. and FAN, X. 1996. Preservation of fish oil rancidity by phlorotannins from *Sargassum kjellmanianum*. *J. Applied Phycology*, 8: 201-203.
- YAN, X., CHUDA, Y., SUZUKI, M. and NAGATA, T. 1999. Fucoxanthin as the major antioxidant in *Hijikia fusiformis*, a common edible seaweed. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 63 (3): 605-607.

- YANGTHONG, M., HUTADILOK-TOWATANA, N. and PHROMKUNTHONG, W. 2009. Antioxidant activities of four edible seaweeds from the Southern coast of Thailand. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64: 218-223.
- YE, H., WANG, K., ZHOU, C., LIU, J. and ZENG, X. 2008. Purification, anti-tumor and antioxidant activities in vitro of polysaccharides from the brown seaweed *Sargassum pallidum*. *Food Chemistry*, 111: 428-432.
- YE, H., ZHOU, C., SUN, Y., ZHANG, X., LIU, J., HU, Q. and ZENG, X. 2009. Antioxidant activities in vitro of ethanol extract from brown seaweed *Sargassum pallidum*. *European Food Research Technology*, 230: 101-109.
- YEN, G.C. and DUH, P.D. 1994. Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active-oxygen species. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 42 (3): 629-632.
- YERLİKAYA, P. 2008. Bazı bitki ekstraktlarının dondurulmuş palamut balığı (*Sarda sarda*) filetolarının fiziksel, kimyasal ve duyusal niteliklerine etkisinin incelenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ocak 2008, Antalya, 173 s.
- YERLİKAYA, P. and GÖKOĞLU, N. 2010a. Inhibition effects of green tea and grape seed extracts on lipid oxidation in bonito fillets during frozen storage. *International J. Food Science and Technology*, 45: 252-257.
- YERLİKAYA, P. and GÖKOĞLU, N. 2010b. Effect of previous plant extract treatment on sensory and physical properties of frozen bonito (*Sarda sarda*) fillets. *Turkish J. Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 341-349.
- YERLİKAYA, P., GÖKOĞLU, N. and TOPUZ, O.K. 2010. Use of natural plant extracts in batter coating of shrimp and their effects on the quality of shrimp during frozen storage. *J. Food Processing and Preservation*, 34 (1): 127-138.
- YOON, N.Y., CHUNG, H.Y., KIM, H.R. and CHOI, J.S. 2008. Acetyl- and butyrylcholinesterase inhibitory activities of sterols and phlorotannins from *Ecklonia stolonifera*. *Fisheries Science*, 74 (1): 200-207.
- YOSHIE, Y., WANG, W., PETILLO, D. and SUZUKI, T. 2000. Distribution of catechins in Japanese seaweeds. *Fisheries Science*, 66 (5): 998-1000.
- YOSHIE, S.Y., HSIEH, Y.P. and SUZUKI, T. 2003. Distribution of flavonoids and related compounds from seaweeds in Japan. *J. Tokyo University of Fisheries*, 89: 1-6.
- YUAN, H. and SONG, J. 2005. Preparation, structural characterization and *in vitro* anti-tumor activity of *kappa*-carrageenan oligosaccharide fraction from *Kappaphycus striatum*. *J. Applied Phycology*, 17 (1): 7-13.

- YUAN, Y.V., BONE, D.E. and CARRINGTON, M.F. 2005. Antioxidant activity of dulce (*Palmaria palmata*) evaluated in vitro. *Food Chemistry*, 91 (3): 485-494.
- YUAN, Y.V. 2008. Marine Algal Constituents. In: C. Barrow and F. Shahidi (Eds.), *Marine Nutraceuticals and Functional Foods*, CRC Taylor and Francis Press Inc., pp. 259-296, Boca Raton, FL.
- YUAN, Y.V., WESTCOTT, N.D., HU, C. and KITTS, D.D. 2009. Mycosporine-like amino acid composition of the edible red alga, *Palmaria palmata* (dulce) harvested from the west and east coasts of Grand Manan Island, New Brunswick. *Food Chemistry*, 112 (2): 321-328.
- ZAHRA, R., MEHRNAZ, M., FARZANEH, V. and KOHZAD, S. 2007. Antioxidant activity of extract from a brown alga, *Sargassum boveanum*. *African J. Biotechnology*, 6: 2740-2745.
- ZARAGOZA, M.C., LOPEZ, D., SAIZ, M.P., POQUET, M., PEREZ, J., PUIG-PARELLADA, P., MARMOL, F., SIMONETTI, P., GARDANA, C., LERAT, Y., BURTIN, P., INISAN, C., ROUSSEAU, I., BESNARD, M. and MITJAVILA, M.T. 2008. Toxicity and antioxidant activity in vitro and in vivo of two *Fucus vesiculosus* extracts. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 56 (17): 7773-7780.
- ZBAKH, H., CHIHEB, H., BOUZIANE, H., SÁNCHEZ, V.M. and RIADI, H. 2012. Antibacterial activity of benthic marine algae extracts from the Mediterranean coast of Morocco. *J. Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2 (1): 219-228.
- ZEMKE-WHITE, W.L. and OHNO, M. 1999. World seaweed utilisation: An end-of-century summary. *J. Applied Phycology*, 11 (4): 369-376.
- ZHANG, W.W., DUAN, X.J., HUANG, H.L., ZHANG, Y. and WANG, B.G. 2007. Evaluation of 28 marine algae from the Qingdao coast for antioxidative capacity and determination of antioxidant efficiency and total phenolic content of fractions and subfractions derived from *Symphyclocladia latiuscula* (Rhodomelaceae). *J. Applied Phycology*, 19 (2): 97-108.
- ZHANG, H.J., MAO, W.J., FANG, F., LI, H.Y., SUN, H.H., CHEN, Y. and QI, X.H. 2008. Chemical characteristics and anticoagulant activities of a sulfated polysaccharide and its fragments from *Monostroma latissimum*. *Carbohydrate Polymers*, 71 (3): 428-434.
- ZHANG, Z., WANG, F., WANG, X., LIU, X., HOU, Y. and ZHANG, Q. 2010. Extraction of the polysaccharides from five algae and their potential antioxidant activity in vitro. *Carbohydrate Polymers*, 82 (1): 118-121.

- ZHAO, X., XUE, C.H., LI, Z.J., CAI, Y.P., LIU, H.Y. and QI, H.T. 2004. Antioxidant and hepatoprotective activities of low molecular weight sulfated polysaccharide from *Laminaria japonica*. *J. Applied Phycology*, 16 (2): 111-115.
- ZHAO, X., XUE, C.H. and LI, B.F. 2008. Study of antioxidant activities of sulfated polysaccharides from *Laminaria japonica*. *J. Applied Phycology*, 20 (4): 431-436.
- ZHOU, G., SUN, Y.P., XIN, H., ZHANG, Y., LI, Z. and XU, Z. 2004. *In vivo* antitumor and immunomodulation activities of different molecular weight lambda-carrageenans from *Chondrus ocellatus*. *Pharmacological Research*, 50 (1): 47-53.
- ZUBIA, M., PAYRI, C. and DESLANDES, E. 2008. Alginate, mannitol, phenolic compounds and biological activities of two range-extending brown algae, *Sargassum mangarevense* and *Turbinaria ornata* (Phaeophyta: Fucales), from Tahiti (French Polynesia). *J. Applied Phycology*, 20 (6): 1033-1043.
- ZUBIA, M., FABRE, M.S., KERJEAN, V., LANN, K.L., STIGER-POUVREAU, V., FAUCHON, M. and DESLANDES, E. 2009. Antioxidant and antitumoural activities of some Phaeophyta from Brittany coasts. *Food Chemistry*, 116 (3): 693-701.

ÖZGEÇMİŞ

Bahar GÜMÜŞ 1981 yılında Isparta'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Isparta'da tamamladı. 1999 yılında girdiği Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi'nden 2003 yılında Su Ürünleri Mühendisi olarak mezun oldu. 2005 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Aynı yılın Ekim ayında Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Görevlisi kadrosuna atandı. Yüksek lisans eğitimini 2008 yılında tamamlayarak Eylül 2008 tarihinde yine aynı bölümde doktora eğitimine başladı. Halen aynı kurumda görevine devam etmektedir.