



Zeytinyağının farklı materyallerle filtrasyonunun yağ asitleri kompozisyonu ve bazı kalite özelliklerine etkisi

The effect on some quality properties and fatty acid composition of filtration with different materials of olive oil

Mustafa DİDİN¹, Seval ZUBAROĞLU SAKARYA¹, Dilşat BOZDOĞAN KONUŞKAN¹, Mehmet DOĞAN², Ahmet Doğan DUMAN¹, Zeki AYDIN¹

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Antakya-Hatay, Turkey.

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Bahçe Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Osmaniye

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Ö Z E T / A B S T R A C T

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.910375](https://doi.org/10.37908/mkutbd.910375)

Geliş tarihi /Received:10.04.2021

Kabul tarihi/Accepted:28.06.2021

Keywords:

Olive oil, bentonite, kieselguhr, fatty acid composition, saponification and iodine numbers.

Corresponding author: Mustafa DİDİN

✉: mdidin@hotmail.com

Aims: In this study, natural olive oil produced in Hatay was filtered using different materials (nano-level bentonite, mustard seed, clinoptilolip and kizelgur). Free fatty acids, peroxide value, iodine and saponification numbers, as well as the composition of fatty acids that make up the quality properties of olive oil, were determined.

Methods and Results: In the study, the main fatty acids were oleic (62.77-63.86%), palmitic (15.90-16.51%), linoleic (12.72 %- 14.15), stearic (4.17-4.34%), palmitoleic (1.03-1.20%) and linolenic (0.72-0.99%) acids were found in the unfiltered (control group) and filtered olive oil samples with bentonite, mustard seed, clinoptilolite and kieselguhr. The lowest free fatty acids (0.62% oleic acid) were determined in olive oil filtered with mustard seed, and the lowest peroxide value (7.76 meqO₂/kg) was determined in olive oil filtered with kizelgur.

Conclusions: It has been determined that olive oils filtered using different materials are in the natural extra virgin olive oil class according to the Turkish Food Codex values, and control olive oil was in natural olive oil class. As a result of the study, it was found that the filtration agents used generally have a noticeable effect on the chemical structure of the oil.

Significance and Impact of the Study: In the research, it was determined that bentonite, mustard seed, clinoptilolite and kizelgur used as filtration auxiliary material could be used as alternative filter material. It has been determined that filtration agents have important effects on the free fatty acids of olive oil, saponification, iodine number and fatty acid composition.

Atıf / Citation: Didin M, Zubaroglu Sakarya S , Bozdogan Konuskan D, Dogan M , Duman A.D , Aydın Z, (2021) Zeytinyağının farklı materyallerle filtrasyonunun yağ asitleri kompozisyonu ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 26(2) : 443-451. DOI: 10.37908/mkutbd.910375

GİRİŞ

Zeytin, binlerce yıldan beri var olan tarih boyunca barışın sembolü olmuş, tüm kutsal kitaplarda yer alan Akdeniz ülkelerinin ve uygarlığın simgesi olmuş bir bitkidir (Köseoğlu, 2006). Tipik bir Akdeniz bitkisi olan zeytin Anadolu'da ilk kez M.Ö.4000 yıllarında yetiştirilmeye başlanmış, buradan da Akdeniz'in diğer ülkelerine Ege

Adaları yoluyla Yunanistan, İtalya, Fransa ve İspanya'ya kadar ulaşmıştır (Oktar ve ark.,1983; Bozdoğan Konuşkan, 2008). Zeytinyağı, zeytin ağacı meyvesinden (*Olea europaea L.*) doğal özelliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir dizi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen, kendine has aroma ve kokuda olan berrak, yeşilden sarıya değişebilen renkte doğal

haliyle tüketilebilen tek bitkisel yağdır (Bailey, 1951; Ranalli ve ark., 2000; Bayrak ve ark., 2010, Dalgıç ve ark., 2016).

Zeytinyağının lezzeti ve kalitesi, tarımsal faktörler (zeytin türü, iriliği, fiziksel özellikler vb.) çevresel faktörler (iklim, bölge, sıcaklık vb.) ve teknolojik faktörler (hasat yöntemleri, depolanması, yoğurma, ekstraksiyon ve yağın depolanması vb.) gibi birden çok faktörün etkisine göre değişiklik gösterdiği bildirilmektedir (Kiritsakis, 1998; Angerosa ve ark., 2004; Baccouri ve ark., 2008; Veillet ve ark., 2009; İssaoui ve ark., 2010; Youssef ve ark., 2011; Yorulmaz ve ark., 2017).

Zeytinyağı kendine özgü tat ve aromada, enerji değeri yüksek temel yağ asitleri ile yağda çözünen A, D, E, K vitaminlerinin kaynağı olan, hazım olma derecesi yüksek bir yağdır (Oktar ve ark., 1983; Kelebek ve ark., 2015). Yapısında ihtiva ettiği önemli yağ asitleri (oleik, linoleik, linolenik vb.) ve antioksidan özellikteki bileşenlerinin yüksek olması da zeytinyağını önemli bir kalite özellikleridir (O'Brien, 1998; Owen ve ark., 2000; Salvador ve ark., 2003; Fernandez-Cuesta ve ark., 2013; Yu ve ark., 2021). Zeytinyağı prosesi süresince yıkama, kırma, ezme, yoğurma, presleme, filtrasyon işlemleri ile yağın kimyasal ve duyuşsal parametreleri etkilenmektedir (Aydın ve ark., 2020; Nebioğlu, 2020). Bu çalışmada, Hatay ilinde üretilen zeytinyağının farklı materyaller (bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur) kullanılarak filtre edilmesinin yağın serbest yağ asitleri, peroksit sayısı, sabunlaşma sayısı, iyot sayısı ve yağ asitleri kompozisyonu üzerinde etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Araştırmada, Hatay merkezde (Antakya) bulunan ticari bir zeytinyağı işletmesinden 5 adet 1'er litrelik kahverengi cam şişelere tamamen dolu olacak şekilde filtre edilmemiş (ham) zeytinyağı örnekleri alınmıştır. Örnekler analiz yapıncaya kadar +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Nanodüzeğe indirgenmiş olan bentonit, hardal tohumu klinoptilolit ve kizelgur filtre maddeleri firmalardan temin edilmiştir.

Filtrasyon Yöntemi

Nanodüzeğe getirilmiş bentonit, hardal tohumu klinoptilolit ve kizelgur örneklerinden 50'er g tartılıp, üzerine 700'er ml zeytinyağı ilave edilmiştir. Örnekler iyice karıştırıldıktan sonra filtre materyalinin dibe çökmesi için 12 saat bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda filtrasyon iki aşamada olup, birinci aşamada

kaba filtreden ikinci aşamada mikrofiltreden süzülerek filtrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kimyasal analizler

Nanodüzeğe getirilmiş bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur materyalleri kullanılarak filtrasyon işlemi gerçekleştirilmiş natürel zeytinyağlarında serbest yağ asitleri, peroksit sayısı, iyot sayısı, sabunlaşma sayısı ve yağ asidi kompozisyonu analizleri yapılmıştır.

Serbest yağ asitleri

Natürel zeytinyağlarında serbest yağ asitleri tayini için 5 g yağ örneği alınmış, üzerine 50 ml 1:1'lik etil alkol-dietil eter karışımı ilave edilerek çözdürülmüştür. Hazırlanan örneklerin üzerine birkaç damla fenolftalein ilave edilir, kalıcı pembe renk elde edilinceye kadar 0.1 N etil alkollü potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi ile titre edilmiştir. Sonuçlar %oleik asit cinsinden belirlenmiştir Ca 5a-40 (AOCS, 2017).

Peroksit sayısı

Peroksit tayini için, 2 g yağ örneğinin üzerine 10 ml kloroform ilave edildikten sonra iyice karıştırılarak yağ örneği çözdürülür ve üzerine sırasıyla 15 ml buzlu asetik asit (CH_3COOH) ve 1 ml doymuş potasyum iyodür (KI) çözeltisi eklenmiştir. Örnekler 1 dk. homojenize edildikten sonra 5 dk boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Örneklerin üzerine 75 ml saf su ilave edilip birkaç damla %1'lik nişasta çözeltisi eklendikten sonra 0.01 N sodyum tiyosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) çözeltisi ile titrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda, 1 kg yağda bulunan miliekivalan gram (meq) aktif oksijen cinsinden ifade edilmiştir Cd 8-53 (AOCS, 2017).

İyot sayısı

İyot sayısı, yağların doymuşluk ve doymamışlık derecesi hakkında bilgi verirken, uygulamada ise ağırlık olarak 100 kısım yağın bağlandığı iyodun ağırlığı olarak belirtilir. Örnekten 3 g numune tartılıp, üzerine 15 ml karbon tetraklorür (CCl_4) konup iyice karıştırılmıştır. 25 ml Wijs (9 g iyotriklorür (IF_3), 700 ml asetik asit (CH_3COOH) ve 300 ml karbon tetraklorür (CCl_4) karışımından oluşmuştur) çözeltisi ilave edilmiş, 1 saat karanlık ortamda bekletilmiştir. Örneklerin üzerine 20 ml potasyum iyodür (KI) ve 150 ml damıtık su konarak iyice karıştırılmıştır. Üzerine 1 ml %1'lik nişasta çözeltisi ilave edildikten sonra 0,1 N sodyum tiyosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) çözeltisi ile titre edilmiştir. Sonuçlar harcanan sodyum tiyosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) miktarından yararlanarak

numunedeki iyot sayısı tespit edilmiştir (Nas ve ark., 2001; Tg 1-64 (AOCS, 2017).

Sabunlaşma sayısı

Sabunlaşma sayısı, 1 g yağın sabunlaşması için gerekli olan potasyum hidroksit (KOH) mg olarak ağırlığını ifade etmektedir. 2 g kadar yağ numunesi tartılıp, üzerine 25 ml etanollü potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi ilave edildikten sonra geri soğutucuya bağlanmıştır. Örneklerin üzerine birkaç damla fenoltalein çözeltisi ilave edildikten sonra 0.5 N hidroklorik asit (HCl) çözeltisi ile titre edilerek sabunlaşma sayısı hesaplanmıştır (Nas ve ark., 2001). Cd 3-25 (AOCS, 2017).

Yağ asitleri kompozisyonu

Yağ asidi kompozisyonu belirlemek için IOOC (2001)'de belirtildiği gibi yağ asidi metil esterleri hazırlanmıştır.

Yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması

Analiz için 0.1 g yağ örneği alınıp, üzerine 2 ml n-heptan ilave edilerek karıştırılmıştır. Hazırlanan karışımın üzerine 2 N metanollü potasyum hidroksit (KOH) çözeltisinden 0.2 ml ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler 5000 rpm'de 10 dk santrifüjlenmiştir. Santrifüj işlemi sonrası üstteki berrak faz cam viallere alınmıştır. Elde edilen metil esterler DB-23 (Agilent) (Innowax, 60mx0.25mmx0.25µm) kapiler kolon kullanılarak Agilent 6890/5972 kütle spektrofotometresinde (MS) belirlenmiştir. Enjeksiyon portu sıcaklığı 270 °C, dedektör sıcaklığı 280 °C ve split oranı 1:50'dir. Kolon Sıcaklığı: 150°C'den başlayarak dakikada 8°C artarak, 250°C'de 15 dakika kalacak şekilde programlanmıştır. Akış Hızı: 1/100 (helyum/kuru hava)'dür.

İstatistiksel analizler

Araştırma sonucunda elde edilen veriler SPSS 17.0 paket programında varyans analizine göre değerlendirilmiş, önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmış, elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Serbest yağ asitleri

Hatay ilinde üretimi yapılmış olan ham zeytinyağı, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur gibi farklı materyaller kullanılarak filtre edilen zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitleri, peroksit, iyot ve sabunlaşma sayısı değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 1.'de verilmiştir. Serbest yağ asitleri değerleri ham zeytinyağı, bentonit,

hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinde sırasıyla %0.87, %0.70, %0.62, %0.64 ve %0.69 olarak tespit edilmiştir. Filtrasyon yardımcı maddeleriyle filtrasyon işleminden sonra serbest yağ asitleri içeriğinin nispeten azaldığı saptanmıştır. Bunun nedeninin ise filtrasyon maddelerinin, serbest yağ asitleri artışına neden olabilecek su, tortu gibi maddeleri de uzaklaştırabilme özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Lozano-Sanchez ve ark., 2010) belirlenmiştir. Bozdoğan (2002), Hatay'da üretilen natürel zeytinyağlarının bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini incelediği çalışmasında serbest yağ asitleri değerlerini %0.7-6.3 aralığında tespit etmiştir. Karayiyen (2012), 6 adet zeytinyağı örneğinin serbest yağ asitleri değerlerinin %0.30 ile %2.1 arasında değiştiğini bildirmiştir. Oktar (1988), farklı illerde yetişen bazı zeytin çeşitlerini incelediği çalışmada Hatay yöresine ait Halhalı ve Karamani çeşitlerinde serbest yağ asitlerini sırasıyla %3.01-3.04 olarak tespit etmiştir. Köseoğlu (2006) tarafından yapılan araştırmada ise zeytinyağlarındaki serbest yağ asitleri değerleri %0.18-0.3 olarak belirtilmiştir. Şeker ve ark. (2013) zeytinyağlarının yağ asitleri ve genel kimyasal bileşiminin belirlendiği çalışmada serbest yağ asitlerinin %1.2-1.5 arasında değiştiği bildirilmiştir. Türk Gıda Kodeksi (TGK) serbest yağ asit içeriği natürel sızma zeytinyağı için üst sınır %0.8, natürel birinci zeytinyağı için ise %2.0 olarak belirtilmiştir. Araştırmadaki natürel zeytinyağı örneklerinden bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinin natürel sızma zeytinyağı sınıfında, kontrol amaçlı incelenen ham zeytinyağı örneğinin ise natürel birinci zeytinyağı sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

Peroksit sayısı

En düşük peroksit sayısı (7.76 meqO₂/kg) kizelgur ile filtre edilen zeytinyağında, en yüksek peroksit sayısı ise (10.31 meqO₂/kg) hardal tohumu ile filtre edilen zeytinyağında tespit edilmiştir (Tablo 1.). Bentonit ve klinoptilolit ile filtre edilen zeytinyağlarına ait peroksit değerleri sırasıyla 9.85meqO₂/kg ve 9.30 meqO₂/kg olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin kontrol zeytinyağına ait peroksit değerinden (10.83 meqO₂/kg) düşük olduğu belirlenmiştir. Kizelgur'un peroksit sayısını düşürme nedeninin, peroksitleri ve oksidasyona neden olabilecek diğer maddeleri (prooksidan, klorofil, feofitin vb.) absorbe edebilme özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Lozano-Sanchez ve ark., 2010). Hatay ilinde üretilen natürel zeytinyağlarının kalite özelliklerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada zeytinyağı örneğinin peroksit sayısı değerleri 7.5-17.7 meqO₂/kg aralığında tespit edilmiştir (Karayiyen, 2012).

Şeker ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada örneğin peroksit sayısı değerlerinin 10.45-15.15 meqO₂/kg aralığında olduğu belirtilmiştir. Peroksit sayısı, yağın oksidasyon durumunun kalitatif bir göstergesi olup, yağın oksijen, ısı ve ışık gibi elverişsiz ortamlarda ya da bu ortamların geçişini sağlayacak saydam ambalajlarda bulunması sonucunda peroksit sayısı artmaktadır (Diraman, 2007). TGK (2017)'de natürel zeytinyağlarına ait peroksit sayısı değeri en fazla 20 meqO₂/kg yağ olup elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında bütün örneklerin standartlarda verilen değere uygun olduğu belirlenmiştir.

İyot sayısı

Araştırmada kontrol grubu zeytinyağında iyot sayısı 81.79 olarak, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinde ise sırasıyla 80.00, 80.38, 79.93 ve 79.26 olarak belirlenmiştir. Rafinasyon işlemi, doymamış yağ asitlerinin azalmasına neden olduğu için, iyot sayısında düşmeye neden olabilmektedir (Bayaz, 1992). Elde edilen bulgular sonucunda en yüksek iyot sayısı kontrol grubunda tespit edilmiş olup, en düşük ise kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinde tespit edilmiştir. TGK'ye göre natürel zeytinyağının iyot sayısı 75-94 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2017).

Bozdoğan (2002) zeytinyağlarının bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinin incelendiği çalışmada iyot sayısı değerlerini 79.3-94.7 arasında tespit etmiştir. Şeker ve ark. (2013) tarafından yapılan araştırmada zeytinyağlarının iyot sayısı 78.98- 92.99 arasında değiştiğini vurgulamışlardır.

Sabunlaşma sayısı

Trigliserit bünyesindeki yağ asitlerinin zincir uzunlukları ve buna bağlı olarak trigliseridlerin ortalama molekül ağırlıkları ile ilgili olan sabunlaşma sayısı araştırma sonucunda kontrol örneğinde 192.89 mgKOH/kg, bentonit ile filtre edilen örnekte 192.56 mgKOH/kg, hardal tohumu ile filtre edilen örnekte 192.62 mgKOH/kg, klinoptilolit ile filtre edilen örnekte 192.52 mgKOH/kg ve kizelgur ile filtre edilen örnekte 192.44 mgKOH/kg olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen değerlerin Türk Gıda Kodeksi'nin belirlediği sınırlar (184-196 mgKOH/kg) içerisinde olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2017). Bozdoğan (2002)'in yaptığı çalışmada sabunlaşma sayısı değerlerini 191.6-195.8 mgKOH/kg arasında tespit etmiştir. Türkoğlu ve ark., (2012) Nizip ili ve çevresinde satışı sunulan 10 farklı zeytinyağı örneklerinin bazı özelliklerini belirledikleri çalışmada sabunlaşma sayısını 144-193 mgKOH/kg arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Tablo 1. Kontrol zeytinyağı, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitleri (%oleik asit), peroksit, iyot ve sabunlaşma sayısı değerlerine ait ortalamalar (Ortalama değer ± standart sapma)

Table 1. Control average values of free fatty acids (%oleic acid), peroxide, iodine and saponification of olive oil samples filtered with olive oil, bentonite, mustard seed, clinoptilolite and kizelgur (Mean value ± standard deviation)

| Analizler | Kontrol | Bentonit | Hardal tohumu | Klinoptilolit | Kizelgur | P |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| Serbest Yağ Asidi (% oleik asit) | 0.87±0.03 ^b | 0.70±0.03 ^{ab} | 0.62±0.03 ^a | 0.64±0.03 ^a | 0.69±0.03 ^{ab} | <i>P</i> <0.05 |
| Peroksit Sayısı (meqO ₂ /kg) | 10.83±0.48 ^d | 9.85±0.45 ^{bc} | 10.31±0.48 ^c | 9.30±0.43 ^b | 7.76±0.48 ^a | <i>P</i> <0.05 |
| İyot Sayısı | 81.79±0.42 ^c | 80.00±0.42 ^b | 80.38±0.42 ^{bc} | 79.93±0.42 ^b | 79.26±0.42 ^a | <i>P</i> <0.05 |
| Sabunlaşma Sayısı (mgKOH/kg) | 192.89±0.13 ^a | 192.56±0.13 ^a | 192.62±0.13 ^a | 192.52±0.13 ^a | 192.44±0.13 ^a | <i>P</i> >0.05 |

a-d: Aynı sütunda farklı işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirlerinden farklıdır.

Yağ asitleri kompozisyonu

Zeytinyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonu değerlerine ait ortalama değerleri Tablo 2.'de verilmiştir. Kontrol zeytinyağında ve farklı materyaller kullanılarak filtrasyonu yapılmış zeytinyağlarında hakim yağ asitlerinin oleik (18:1n-9) ve, palmitik (16:0) asitler

olduğu, bunları ise sırayla linoleik (18:2n-6), stearik (18:0), palmitoleik (16:1n-7), linolenik (18:3n-3) ve araşidik asitlerin (20:0) takip ettiği tespit edilmiştir. Zeytinyağı kompozisyonunda en fazla bulunan oleik asit, en yüksek hardal tohumu ile filtre edilen zeytinyağında belirlenirken (%63.54), en düşük ise kontrol amaçlı filtre

edilmemiş zeytinyağında (%62.77) tespit edilmiştir (Tablo 2.). Türkoğlu ve ark. (2012) zeytinyağı örneklerinin oleik asit miktarlarının %62.43-71.32 aralığında olduğunu, Dıraman ve ark. (2009) İzmir ilinde iki hasat döneminde (2001-2002 ve 2002-2003) farklı sistemlerle üretimi yapılan 103 natürel zeytinyağı örneğinde oleik asit miktarlarının %67.68-74.16 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Baccouri ve ark. (2007) yapmış olduğu çalışmada zeytinyağlarının oleik asit değerlerini %54.8-73.9 arasında belirlemiştir. Özdemir ve ark., (2016), Bozdoğan Konuşkan, (2008), ve Karayiyen (2012) tarafından elde edilen bulguların, bu çalışmadaki bulguları destekler nitelikte olduğu belirlenmiştir. TGK'ya göre natürel zeytinyağlarında oleik asit değerlerinin %55.00-83.00 aralığında olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2017). İncelenen zeytinyağı örneklerinin TGK'da belirtilen sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Zeytinyağında en fazla bulunan ikinci yağ asidi palmitik asit olup, örnekler arasında benzerlik göstermekle beraber en yüksek değer (%16.51) hardal tohumu ile filtre edilen natürel zeytinyağında, en düşük değer (%15.9) ise kontrol zeytinyağında tespit edilmiştir. Baccouri ve ark. (2007) zeytinyağında palmitik asit değerlerinin %9.14-19.5 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Bozdoğan Konuşkan (2008), yaptığı başka bir çalışmada palmitik asit miktarlarını sırasıyla %10.9-16.7 ve %11.5- 17.4 arasında tespit etmiştir. Karayiyen (2012), yaptığı çalışmada 6 zeytinyağı örneğine ait palmitik asit miktarını %14.7-%19.7 aralığında belirlemiştir. Araştırmamızda bulunan palmitik asit değerleri ile Bozdoğan Konuşkan (2008) ve Karayiyen'in (2012) bulduğu değerler uyum içerisinde bulunmuştur. Taşan (1995), Dıraman ve ark. (2009) ve Bayrak ve ark. (2010), yapmış oldukları çalışmalarda palmitik asit değerlerini sırasıyla %11-13.3, %11.8-13.6 ve %9.4-14.5 aralığında belirlemiştir. Yapılan bu çalışmadaki palmitik asit miktarları Taşan (1995), Dıraman ve ark. (2009) ve Bayrak ve ark. (2010) tarafından tespit edilen değerlerden yüksek bulunmuştur. TGK'ya göre natürel zeytinyağlarında palmitik asit değerlerinin %7.50-20.00 aralığında olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2017). Zeytinyağı örneklerinin palmitik asit içerikleri TGK'da belirtilen sınırlar içerisinde tespit edilmiştir.

Linoleik asit miktarları bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgurla filtre edilen zeytinyağlarında sırasıyla %12.84, %13.12, %12.72 ve %12.96 olarak belirlenmiştir. En yüksek linoleik asit miktarı ise (%14.15) kontrol örneğinde tespit edilmiştir (Tablo 2.). Araştırma sonucunda tespit edilen linoleik asit miktarları TGK'nın belirlemiş olduğu değerler (%3.5-21) içerisinde yer almaktadır. Karayiyen (2012) çalışmasında linoleik asit içeriğini %5.4-

16.9 aralığında belirlemiştir. Baccouri ve ark. (2007) ve Youssef ve ark. (2011) yapmış oldukları çalışmalarda linoleik asit miktarlarını sırasıyla %6.4-18.4 ve %6.7-14.9 arasında belirlemiştir. Bayrak ve ark. (2010) iki farklı hasat zamanında (2007-2008 ve 2008-2009) elde edilen zeytinyağı örneklerinde linoleik asit miktarlarını sırasıyla %6.1-15.3 ve %7.2-20.4 arasında belirlemiştir. Bozdoğan Konuşkan (2008) tarafından yapılan çalışmada ise linoleik asit değerleri 2005 ve 2006 hasat yıllarında sırasıyla %4.3-12.4 ve %4. 4-17.8 arasında saptanmıştır. Jabeur ve ark. (2017) zeytinyağı filtrasyon maddelerinin yağ asitleri etil ve metil esterlerine önemli etkilerinin olmadığını belirtmiştir. Yapılan çalışmada ise özellikle oleik ve linoleik asit miktarlarında dalgalanmalar olduğu tespit edilmiştir.

Zeytinyağı örneklerindeki stearik asit miktarları filtrasyon işlemi uygulanmış bütün örneklerde yaklaşık %4.3 oranında olup, kontrol örnekte ise %4.2 olarak tespit edilmiştir. Bozdoğan Konuşkan (2008) tarafından yapılan çalışmada bulunan stearik asit miktarları 2005 hasat yılında elde edilen yağlarda %2.4-4.1, 2006 hasat yılında elde edilen yağlarda ise %2.7-4.2 arasında belirlenmiştir. Karayiyen (2012), Hatay zeytinyağlarına ait stearik asit değerlerini %2.7-4.2 aralığında tespit etmiştir. Söz konusu çalışmalardan elde edilen bulgularla çalışmamızdaki stearik asit oranları benzerlik göstermiştir. Taşan (1995) ve Youssef ve ark. (2011) tarafından yapılmış olan araştırmada ise stearik asit (18:0) miktarları sırasıyla %1.4-2.1 ve 1.6-2.2 arasında tespit edilmiştir.

Palmitoleik asit içerikleri klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinde en düşük miktarda (%1.03) bulunurken, bentonit ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde en yüksek miktarda (%1.20) belirlenmiştir. Özdemir ve ark. (2016) Gemlik ve Edincik su melezlemesi ile elde edilen zeytin tiplerinin yağ miktarlarının ve yağ asitleri kompozisyonlarını belirledikleri çalışmada palmitoleik asit miktarının %0.66-0.94 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bozdoğan (2002) tarafından yapılan çalışmada zeytinyağlarının palmitoleik asit miktarları %0.31-0.52 olarak belirlenmiştir. Karayiyen (2012) Hatay zeytinyağlarına ait palmitoleik asit içeriklerini %0.7-%3.4 olarak tespit etmiştir. Baccouri ve ark. (2007) ve İssaoui ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmalarda palmitoleik asit değerleri sırasıyla %1.03-3.1 ve %0.2-2.8 arasında tespit edilmiştir. Zeytinyağı örneklerinde linolenik asit içerikleri %0.72-1 aralığında tespit edilmiş olup, en yüksek değer (%1) kontrol örneğinde, en düşük değer ise (%0.72) klinoptilolit ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde belirlenmiştir. Türkoğlu ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada zeytin yağlarındaki linolenik asit içerikleri %0.44-0.69

olarak belirlenmiştir. Dıraman ve ark., (2009), 103 natürel zeytinyağı örneğinde linolenik asit içeriklerini %0.55-0.73 aralığında saptamıştır. TKG'ye göre linolenik asit miktarı %1 ve %1'den küçük (≤ 1) olmalıdır. Araşidik asit içerikleri ise kontrol örneğinde %0.60 oranında iken, bentonit ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde %0.37, hardal tohumu ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde %0.46, klinoptilolit ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde %0.53, kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde %0.52 olarak belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen

araşidik asit miktarları Dıraman ve ark. (2009) (%0.38-0.43) ve Özdemir ve ark. (2016) (%0.32-0.47 arasında) tarafından tespit edilen değerler ile benzerlik göstermiştir. Elde edilen araşidik asit miktarları TKG'nin belirlemiş olduğu sınırlar (≤ 0.6) içerisinde tespit edilmiştir. Zeytinyağının yağ asitleri bileşimi zeytinin çeşitine, olgunluk düzeyine, toprak yapısına, iklim şartlarına göre değişiklik gösterebilmektedir (Kiritsakis, 1998; Kayahan ve Tekin, 2006).

Tablo 2. Kontrol zeytinyağı, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonuna ait ortalama değerler (%) (Ortalama değer \pm standart sapma)

Table 2. Control average values of fatty acid composition of olive oil samples filtered with olive oil, bentonite, mustard seed, clinoptilolite and kizelgur (%) (Mean value \pm standard deviation)

| Yağ Asidi | Kontrol | Bentonit | Hardal tohumu | Klinoptilolit | Kizelgur | p |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Palmitik (16:0) | 15.90 \pm 0.10 ^a | 16.22 \pm 0.10 ^{bc} | 16.51 \pm 0.10 ^c | 15.98 \pm 0.10 ^{ab} | 16.04 \pm 0.10 ^b | <i>P</i> <0.05 |
| Palmitoleik (16:1n-7) | 1.11 \pm 0.06 ^{ab} | 1.20 \pm 0.06 ^b | 1.11 \pm 0.06 ^{ab} | 1.03 \pm 0.06 ^a | 1.03 \pm 0.06 ^a | <i>P</i> <0.05 |
| Stearik (18:0) | 4.17 \pm 0.03 ^a | 4.31 \pm 0.03 ^{bc} | 4.27 \pm 0.03 ^b | 4.27 \pm 0.03 ^b | 4.34 \pm 0.03 ^c | <i>P</i> <0.05 |
| Oleik (18:1n-9) | 62.77 \pm 0.30 ^a | 63.49 \pm 0.30 ^{bc} | 63.54 \pm 0.30 ^{bc} | 63.86 \pm 0.30 ^c | 62.94 \pm 0.30 ^b | <i>P</i> <0.05 |
| Linoleik (18:2n-6) | 14.15 \pm 0.27 ^c | 12.84 \pm 0.27 ^{ab} | 13.12 \pm 0.27 ^b | 12.72 \pm 0.27 ^a | 12.96 \pm 0.27 ^{ab} | <i>P</i> <0.05 |
| Linolenik (18:3n-3) | 0.99 \pm 0.05 ^a | 0.75 \pm 0.05 ^a | 0.92 \pm 0.05 ^a | 0.72 \pm 0.05 ^a | 0.73 \pm 0.05 ^a | <i>P</i> >0.05 |
| Araşidik (20:0) | 0.60 \pm 0.07 ^b | 0.37 \pm 0.07 ^a | 0.46 \pm 0.07 ^{ab} | 0.53 \pm 0.07 ^{ab} | 0.52 \pm 0.07 ^{ab} | <i>P</i> <0.05 |

a-c: Aynı sütunda farklı işaretlenen ortalamalar istatistik olarak birbirlerinden farklıdır.

Sonuç olarak, ülkemiz için önemli zeytin ve zeytinyağı üretim potansiyeline sahip Hatay'da üretilen zeytinyağı örneğinin bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtrasyonu sonucu elde edilen kontrol ve zeytinyağı örneklerinde serbest yağ asitleri, peroksit sayısı, sabunlaşma sayısı, iyot sayısı ve yağ asitleri kompozisyonu analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda kullanılan filtrasyon maddelerinin genel olarak yağın kimyasal yapısına önemli derecede etki ettiği saptanmıştır. Filtrasyon yapılan yağların serbest yağ asitleri miktarında önemli bir azalma belirlenmiştir. Yine özellikle kizelgur ile filtre edilen yağın peroksit sayısının diğerlerine göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Araştırmada, zeytinyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonunda oleik asit, palmitik asit, linoleik asit, stearik asit, palmitoleik asit, linolenik asit ve araşidik asit olmak üzere başlıca 7 yağ asidi tespit edilmiştir. Filtre edilen yağların yağ asitleri kompozisyonlarında dalgalanmalar belirlenmiştir. Farklı materyaller kullanılarak filtrasyonu yapılmış zeytinyağlarının Türk Gıda Kodeksi değerlerine göre natürel sızma zeytinyağı sınıfında olduğu, kontrol zeytinyağının da natürel birinci

zeytinyağı sınıfında olduğu belirlenmiştir. Araştırmada filtrasyon yardımcı malzemesi olarak kullanılan bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur'un zeytinyağının filtrasyonunda alternatif filtre materyali olarak kullanılabilmesi saptanmıştır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada Hatay'da üretilen natürel zeytinyağının farklı filtrasyon materyalleri (nano düzeye getirilmiş bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur) kullanılarak filtrasyonu yapılmıştır. Farklı filtrasyon malzemelerinin natürel zeytinyağlarının yağ asidi bileşimleri üzerindeki etkileri, elde edilen zeytinyağının kalite özellikleri yağların serbest yağ asitleri, peroksit değeri, yağ asidi bileşimi, iyot ve sabunlaşma sayılarının belirlenmesi ile değerlendirilmiştir.

Yöntem ve Bulgular: Çalışmada filtre edilmeyen zeytinyağı (kontrol grubu), bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinde başlıca yağ asitlerinin oleik (%62.77-63.86)

ve palmitik (%15.90-16.51) asitler olduğu, bunları sırayla linoleik (%12.72-14.15), stearik (%4.17-4.34), palmitoleik (%1.03-1.20) ve linolenik (%0.72-0.99) asitlerin takip ettiği tespit edilmiştir. En düşük serbest yağ asitleri (%0.62 oleik asit) hardal tohumu ile filtre edilen zeytinyağında, en düşük peroksit sayısı (7.76 meqO₂/kg) ise kizelgur ile filtre edilen zeytinyağında olduğu belirlenmiştir.

Genel Yorum: Zeytinyağlarının filtrasyonu farklı filtrasyon yardımcı materyalleri kullanılarak filtrasyonu yapılmış ve zeytinyağlarının Türk Gıda Kodeksi değerlerine göre natürel sızma zeytinyağı sınıfında olduğu, kontrol zeytinyağının da natürel birinci zeytinyağı sınıfında olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre kullanılan filtrasyon maddelerinin genel olarak yağın kimyasal yapısına önemli derecede etki ettiği saptanmıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Araştırmada filtrasyon yardımcı malzemesi olarak kullanılan bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur'un alternatif filtre materyali olarak kullanılabileceği saptanmıştır. Filtrasyon maddelerinin zeytinyağının serbest yağ asitleri, sabunlaşma, iyot sayısı ve yağ asitleri kompozisyonu üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir (p<0,05).

Anahtar Kelimeler: Zeytinyağı, bentonit, kizelgur, yağ asidi kompozisyonu, sabunlaşma ve iyot sayısı.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Angerosa F, Servili M, Selvaggini R, Taticchi A, Esposto, S. and Montedoro G (2004) Volatile compounds in virgin olive oil: Occurrence and their relationship with the quality. *Journal of Chromatography A* 1054: 17-31.
- Anonim (2003) Yemeklik zeytinyağı-muayene ve deney yöntemleri (TS 342). Türk Standartları Enstitüsü, Nisan 2003, ICS 67.200.10.
- Anonim (2017) Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2010/35). <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2010-35.html>. (Erişim tarihi: 14 Şubat 2021)

- AOACS (2017) Official methods of analysis of oils and fats. 20 th ed. Association of American Oil Chemists, Washington, DC., U.S.A.
- Aydın S, Özkan G, Yorulmaz A (2020) çeşit, olgunluk ve yoğurma şartlarının zeytinyağının sterol profili üzerine etkisi. *Akademik Gıda* 181: 87-95.
- Baccouri B, Ben Temime S, Campeol E, Cioni PL, Daoud D and Zarrouk M (2007) Application of solid-phase microextraction to the analysis of volatile compounds in virgin olive oils from five new cultivars. *Food Chemistry* 102: 850-856.
- Baccouri O, Bendini A, Cerretani L, Guerfer M, Baccouri B, Lercker G, Zarrouck M and Ben Miled DD (2008) Comparative study on volatile compounds from tunisian and sicilian monovarietal virgin olive oils. *Food Chemistry* 111: 22-328.
- Bailey AE (1951) Industrial oil and fat products second completely revised and augmented edition. New York, USA.
- Bayaz M (1992) Fiziksel ve kimyasal rafinasyonun zeytinyağının özelliklerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü., Gıda Mühendisliği ABD, İzmir, 75 s.
- Bayrak A, Kırılan M, Çalikoğlu ve Kara HH (2010) Ege bölgesi zeytinyağlarının aroma profilleri ve bazı kalite özelliklerinin araştırılması. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, 94 s.
- Bozdoğan D (2002) Hatay'da üretilen natürel zeytinyağlarının bazı özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü., Gıda Mühendisliği ABD, Antakya, Hatay, 104 s.
- Bozdoğan Konuşkan D (2008) Hatay'da yetiştirilen halhali, sarı haşebi ve gemlik zeytin çeşitlerinden çözücü ekstraksiyonuyla elde edilen yağların bazı niteliklerinin belirlenmesi ve mekanik yöntemle elde edilen zeytinyağları ile karşılaştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü., Gıda Mühendisliği ABD, Adana, 134 s.
- Dalgıç L, Özkan G, Karacabey E (2016) Altın çilek çeşnili zeytinyağı üretiminde işlem koşullarının kalite parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesi ve optimizasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11: 21-34.
- Dıraman H (2007) Türkiye'nin farklı bölgelerinden çeşitli sistemlerle üretilmiş natürel zeytinyağlarında oksidatif stabilite ve serbest asitlik düzeyi üzerine çalışmalar. *Gıda Dergisi* 32: 63-74.
- Dıraman H, Saygı H ve Hışıl Y (2009) İzmir ilinde iki hasat yılı süresince üretilmiş natürel zeytinyağlarının yağ asitleri bileşenleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 12: 1-8.

- Fernandez-Cuesta A, Leon L, Velasco L, De La Rosa R (2013) Changes in squalene and sterols associated with olive maturation. *Food Research International*, 54: 1885-1889.
- IOOC (2001) International olive oil council, Madrid. COI/T.20/Doc.No.19/2001.
- İssaoui M, Flamini G, Brahmi F, Dabbou S, Hassine KB, Taamali A, Chehab H, Ellouz M, Zarrouk M and Hammami M, (2010) Effect of the growing area conditions on differentiation between chemlali and chétoui olive oils. *Food Chemistry* 119: 220-225.
- Jabeur J, Zribi A and Bouaziz M (2017). Changes in chemical and sensory characteristics of Chemlali extra-virgin olive oil as depending on filtration. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 119: 1-10.
- Karayıyın A (2012) Hatay ilinde üretilen natürel zeytinyağlarının bazı kalite özelliklerinin ve kati faz mikro ekstraksiyon tekniğı kullanılarak uçucu bileşenlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü., Gıda Mühendisliğı ABD, Antakya, Hatay, 87.
- Kayahan M, Tekin A (2006) Zeytinyağı üretim teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitapla Serisi:15 Isbn 9944-89-207-6: 198.
- Kelebek H, Kesen S, Selli S (2015) Comparative study of bioactive constituents in turkish olive oils by LC-ESI/MS/MS. *International Journal of Food Properties* 18: 2231-2245.
- Kiritsakis AK (1998) Flavour components of olive oil-a review. *Journal of the American Oil Chemists'Society* 75: 673-681.
- Köseoğlu O (2006) Zeytinden yağ elde etme sistemlerinin zeytinyağının kalitesi ile acılığı üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Gıda Mühendisliğı ABD, İzmir.
- Lozano-Sa'nchez J, Cerretani L, Bendini A, Segura-Carretero A and Ferná'ndez-Gutiérrez A (2010) Filtration process of extra virgin olive oil: effect on minor components, oxidative stability and sensorial and physicochemical characteristics. *Trends in Food Science & Technology* 21: 201-211.
- Nas S, Gökalp HY ve Ünsal M (2001) Bitkisel yağ teknolojisi. 3. Baskı, Pamukkale Üniversitesi, Ders Kitapları No:005, Denizli.
- Nebioğlu M (2020) Gemlik ve memecik çeşitlerinden zeytinyağı üretiminde kullanılan farklı malaksasyon parametrelerinin biofenol miktarı ve duyuşal profili üzerine etkisi. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi* 24: 55-64.
- O'Brien RD (1998) Fats and oils formulating and processing for applications. Lancaster, Pennsylvania 17604, U.S.A., 677s.
- Oktar A, Çolakoğlu A, Işıkılı T ve Acar H (1983) Zeytinyağı ve teknolojisi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 27, Bornova, İzmir.
- Oktar A (1988) Önemli zeytin çeşitlerinin yağ miktarı ve yağ özellikleri üzerine araştırmalar. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 47, Bornova, İzmir.
- Owen RW, Mier W, Giacosa A, Hull WE, Spiegelhalder B and Bartsch H (2000) Isolation, structure elucidation and antioxidant potential of the major phenolic and flavonoid compounds in brined olive drupes. *Food and Chemical Toxicology* 41: 703-717.
- Özdemir Y, Tangu NA, Nebioğlu AM, Kayahan S (2016) Gemlik ve edincik su melezlemesi ile elde edilmiş zeytin tiplerinin yağ miktarlarının ve yağ asitleri kompozisyonlarının belirlenmesi. *Zeytin Bilimi* 6: 41-47.
- Ranalli A, Modestri G, Patumi M and Fontanazza G (2000) The compositional quality and sensory properties of virgin olive oil from a new olive cultivar. *Food Chemistry* 69: 37-46.
- Salvador MD, Aranda F, Gomez-Alonso and Fregapane G (2003) Influence of extraction systems, production year and area on cornicabra virgin olive oil a study of five crop seasons. *Food Chemistry* 80: 359-366.
- Şeker M, Gündoğdu MA, Gül MK, Kaleci N (2013) Doğı karadeniz bölgesi yerli zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının yağ asitleri ve genel kimyasal bileşiminin belirlenmesi. *Zeytin Bilimi* 4: 9-20.
- Taşan M (1995) Tekirdağ ili şarköy yöresinin natürel zeytinyağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliğı ABD, Tekirdağ, 142.
- Türkoğlu H, Kanık Z, Yakut A, Güneri A, Akın M (2012) Nizip ve çevresinde satışı sunulan zeytinyağı örneklerinin bazı özellikleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 16: 1-8.
- Veillet S, Tomao V, Bornard I, Ruiz K and Chemat F (2009) Chemical changes in virgin olive oils as a function of crushing systems: stone mill and hammer crusher. *Comptes Rendus Chimie* 12: 895-904.
- Youssef O, Guido F, Manel I, Youssef NB, Luigi CP, Mohamed H, Daoud D and Mokhtar Z (2011) Volatile compounds and compositional quality of virgin olive oil from oueslati variety: influence of geographical origin. *Food Chemistry* 124: 1770-1776.
- Yu L, Wang Y, Wu G, Jin J, Jin Q, Wang X (2021) Chemical and volatile characteristics of olive oil sex tracted from four varieties grown in southwest of China. *Food Research International* 140: 1-9.

Yorulmaz A, Yıldırım A, Duran M, Kula O, Kıvrak M (2017)
Impact of malaxation on quality and compositional

characteristics of Edremit yağlık olive oil. Journal of
Food Processing and Preservation 1-9.