



ADANA İLİNDE YETİŞTİRİLEN GEMLİK ÇEŞİDİ ZEYTİN MEYVESİNİN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN VE AROMA BİLEŞİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Gülcan KOYUNCU¹, Turgut CABAROĞLU^{2*}

¹Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Kilis, Türkiye

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

Geliş / *Received*: 24.07.2020; Kabul / *Accepted*: 09.11.2020; Online baskı / *Published online*: 20.11.2020

Koyuncu, G., Cabaroğlu, T. (2020). Adana ilinde yetiştirilen gemlik çeşidi zeytin meyvesinin kalite özelliklerinin ve aroma bileşiklerinin belirlenmesi. *GIDA* (2020) 45(6) 1163-1174 doi: 10.15237/gida.GD20092

Koyuncu, G., Cabaroğlu, T. (2020). Determination of quality parameters and volatile compounds of gemlik olive variety grown in Adana. GIDA (2020) 45(6) 1163-1174 doi: 10.15237/gida.GD20092

ÖZ

Bu çalışmada Adana’da yetiştirilen hem sofralık hem de yağlık olarak işlenebilen Gemlik çeşidi zeytin meyvesinin kalite özellikleri ve aroma bileşimi araştırılmıştır. Zeytinin aroma bileşikleri purge&trap yöntemi ile ekstrakte edilmiş ve GC-MS/FID ile tanımlanmış ve miktarları hesaplanmıştır. Gemlik zeytininin olgunluk indisi 4.84, et/çekirdek oranı 5.67, kilogramdaki tane sayısı 295, pH değeri 5.40, %asitlik değeri 0.20, şeker miktarı %2.77, yağ miktarı %24.66 olarak belirlenmiştir. Yağ asidi kompozisyonu içerisinde en yüksek orana oleik asit (%66.1) sahip olmuş, bunu sırasıyla palmitik ve linoleik asit takip etmiştir. Zeytin meyvesinde 46 adet aroma bileşiği tanımlanmış ve bunların toplam miktarı 2681.29 µg/kg bulunmuştur. En fazla sayı ve miktarda bileşiğin bulunduğu gruplar; yüksek alkoller, uçucu asitler, aldehytlar, ketonlar ve uçucu fenollerdir. En yüksek oranda bulunan aroma bileşiği grubu yüksek alkoller (%44.61) olurken, bileşimde en baskın bileşikler sırasıyla 4-hidroksi-4-metil-2-pentanon, 2-bütoksietanol ve (E,E)-α-farnesen olmuştur.

Anahtar kelimeler: Gemlik, zeytin, kalite, aroma, purge&trap

DETERMINATION OF QUALITY PARAMETERS AND VOLATILE COMPOUNDS OF GEMLIK OLIVE VARIETY GROWN IN ADANA

ABSTRACT

In this study, the quality parameters and volatile compounds of Gemlik olive variety, which can be used both as table and olive oil, were investigated. The aroma compounds of the olives were extracted by purge&trap method and identified by GC/MS, quantified by GC/FID. The ripening index of Gemlik olives was determined as 4.84, flesh/pit ratio was 5.67, number of fruit/kg was 295, pH value was 5.40, titrable acidity was 0.20, sugar amount was 2.77%, oil amount was 24.66%. The largest proportion in the fatty acid composition was oleic acid (%66.1), followed by palmitic and linoleic acid, respectively. 46 volatile compounds were identified in olive, their total amount was found to be 2681.29 µg/kg. The main volatile groups identified in olive were higher alcohols, volatile acids, volatile phenols, aldehydes and ketones. While the highest amount of volatile compound group was higher alcohols (44.61%), the abundant compounds were 4-hydroxy-4-methyl-2-pentanone, 2-butoxyethanol, (E,E)-α-farnesen, respectively.

Keywords: Gemlik, olive, quality, volatile compounds, purge&trap

* Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ tcabar@cu.edu.tr,

☎ (+90) 322 338 6997

☎ (+90) 322 338 6614

Gülcan Koyuncu; ORCID no: 0000-0001-7406-5331

Turgut Cabaroğlu; ORCID no: 0000-0003-1489-9929

GİRİŞ

Zeytin Oleaceae (zeytingiller) familyasına dahil olup, bu familyanın dünya üzerinde 25 cinsi ve yaklaşık 600 türü bulunmaktadır. Yenilebilir meyvesi olan tek tür, kültür zeytininin dahil olduğu *Olea europaea*'dir. Bu türün ülkemizde iki varyetesi mevcuttur. Bunlar; *Olea europaea* var. *oleaster* (delice, erkek zeytin, yabani zeytin) ve *Olea europaea* var. *sativa* (aşılı zeytin, kültür zeytini)'dir (Alçıtepe ve Tokuşoğlu, 2016; Dıraman ve Gürbüz-Veral, 2017). Dünyadaki zeytin ağacı varlığının %98'i Türkiye'nin de içerisinde bulunduğu Akdeniz havzasındadır (Zeytin vd., 2008; Erbay vd., 2010).

Zeytin, düşük miktarda şeker içeriği, yüksek oranda yağ miktarı ve kendine has acı tadı veren oleuropein ile diğer meyvelerden ayrılmaktadır (Irmak vd., 2010). Akdeniz beslenme kültüründe, fenolik bileşimi sayesinde zeytin, fonksiyonel bir özellik kazanmaktadır. Zeytin minör bileşenlerden dolayı antikanserijenik, antimikrobiyal, antioksidan, antienflamatuar ve antiviral, özellik göstermektedir (Pistarino vd., 2013).

Ülkemizde 88 zeytin çeşidinin olduğu bilinmektedir (Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012). Bu çeşitlerden Gemlik, Ayvalık ve Memecik dışında kalanların üretim miktarları oldukça azdır (Kara ve Özbaş, 2013; Anonymous, 2016). Gemlik çeşidi ülkemizde geniş bir yayılım alanına sahiptir ve ağaç varlığının %11'lik kısmını oluşturur. Ağaç sayısında Memecik ve Ayvalık'tan sonra üçüncü sıradadır (Yıldız, 2014). Bu çeşidin, kabuğu ince ve etine yapışık, et kalınlığı fazla, çekirdeği küçüktür ve oldukça aromatiktir (Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012). Uçucu ve yarı uçucu organik bileşikler zeytin meyvesinin aromasından sorumludurlar. Zeytinde hidrokarbonlar, yüksek alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler ve diğer uçucu bileşenler hoş koku oluşturan bir denge halinde bulunmaktadır (Malheiro vd., 2010; Cabaroğlu ve Koyuncu, 2019).

Akdeniz Bölgesi Türkiye zeytin üretiminde 3. olup, toplam üretimin %18'ini karşılamaktadır. Bu bölgede en fazla zeytin üretimi yapan iller ise Hatay, Mersin, Osmaniye ve Adana'dır. Adana ili

2015 yılında 16.63 ton zeytin üretimi gerçekleştirmiştir (Leventdurur, 2017).

Daha önceki çalışmalara bakıldığında Çukurova Bölgesinde yetiştirilen zeytinlerin kalite ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmesine rağmen aroma bileşikleriyle ilgili bir araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışmada Adana ilinde yetiştirilen Gemlik çeşidi zeytinin olgunluk durumunun, fiziksel, kimyasal özelliklerinin ve aroma bileşenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmada materyal olarak Adana ili İmamoğlu ilçesindeki 400 dekarlık bir bahçeden temin edilen Gemlik çeşidi siyah zeytinler kullanılmıştır. Siyah zeytinler işleme olgunluğuna ulaşıncaya (kabuk rengi mor-siyah ve siyahlaşma kabuktan meyve etine geçmiş) aynı yetiştirme koşullarına sahip farklı ağaçlardan rastgele 350 kg hasat edilmiş ve hemen Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'na getirilerek örneklendirme yapılmıştır.

Fiziksel Analizler

Hasat edilen zeytin meyvelerinin olgunluk indisi meyve yüzeyi ve et rengine göre Göğüş ve Yıldırım (2009)'ın belirttiği şekilde yapılmıştır. Kilogramdaki tane sayısı ve et/çekirdek oranı Akpınar (1994)'a göre tespit edilmiştir. Zeytinlerin renk ölçümünde CIE L*, a*, b* renk değerleri Konica Minolta Chroma Meter CR-400 (Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir (MacDougall, 2002). Hue (renk tonu), ΔC (doğunluk) ve ΔE (toplam renk) değerleri aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Artes vd., 2002).

$$\text{Hue} = \arctg(b^*/a^*) \quad (1)$$

$$\Delta C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

$$\Delta E = [(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2]^{1/2} \quad (3)$$

Kimyasal Analizler

Zeytinin pH değeri potansiyometrik olarak cam elektrotlu dijital pH-metre (Mettler Toledo, İsviçre) kullanılarak belirlenmiştir. Asitlik

tayininde ise meyveden elde edilen süzüntü N/10'luk NaOH ile pH derecesi 8.1'e kadar titre edilmiş laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013). Kurumadde tayini gravimetrik, tuz tayini Mohr, şeker tayini Luff-Scroll, yağ tayini Soxhlet Ekstraksiyon yöntemleriyle yapılmıştır (Cemeroğlu, 2013).

Zeytinlerden elde edilen yağların yağ asidi bileşiminin belirlenebilmesi için öncelikle numuneler Ichihara vd. (1996)'da açıklanan şekilde yağ asidi metil esterleri formuna dönüştürülmüştür. Hazırlanan esterler, üzerinde alev iyonlaştırılmalı dedektöre (FID) bağlı 60 m uzunluk \times 1.25 mm iç çap \times 0.20 μ m film kalınlığına sahip bir DB-23 kapiler kolon bulunan bir gaz kromatografi cihazına (Agilent HP 6890-ABD) enjekte edilmiştir. Zeytinyağı örneklerinden elde edilen pikler ile standart karışımındaki yağ asidi metil esterleri piklerinin alıkonma süreleri karşılaştırılarak (dış standart yöntemi) örneklerin yağ asidi profili % olarak belirlenmiştir. Gaz kromatografi cihazı parametreleri ise: Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 230 °C, dedektör sıcaklığı: 250 °C, akış modu: split (split oranı 1:100), taşıyıcı gaz: helyum, sıcaklık programı: 120°C'de 1 dk., 175°C'ye kadar 10°C/dk.'lık artış, 175°C'de 10 dk, 210°C'ye kadar 5°C/dk.'lık artış, 210°C'de 5 dk, 230°C'ye kadar 5°C/dk.'lık artış, 230°C'de 17 dk.

Acılık (oleuropein) tayini ise Diez vd. (1972)'nin belirttiği şekilde spektrofotometrik yöntemle (Shimadzu UV-1700, Japonya) 345 nm dalga boyunda absorbansı belirlenerek yapılmıştır.

Aroma Bileşikleri Analizi

Zeytinin aroma bileşiklerinin ekstraksiyonu Rodriguez-Bencomo vd. (2015)'e göre, modifiye edilmiş 'Purge&Trap' yöntemi ile yapılmıştır. Ekstraksiyon için parçalayıcıda homojen hale getirilmiş 10 g zeytin örneği, 40 ml'lik viallere konulmuş ve 60°C' lik su banyosunda 10 dk bekletilmiştir. İşlemden önce tuzaklardan 5 ml diklorometan çözgeni geçirilerek şartlandırılmıştır. Isıtma işleminden sonra, viallerden dakikada 500 ml olacak şekilde azot gazı geçirilmiş ve 60°C'de 90 dk işlem devam ettirilmiştir. Aroma maddelerinin tuzağa

tutturulması sağlanmıştır. Süre sonunda tuzak çıkartılmış ve 5 ml diklorometan çözgeni ile yıkanmıştır. Aroma maddeleri çözgen içerisine alınmıştır. İç standart olarak 5 μ l 4-nonanol ilave edilmiştir. Aroma maddelerini içeren çözgen faz 40°C'deki sıcak su banyosunda 0.5 ml kalıncaya kadar konsantre edilmiştir. Konsantre halde elde edilen aromatik ekstrakt doğrudan GC/MS' e enjekte edilmiştir. Analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

Aroma maddelerinin miktar tayini "Agilent 6890" GC-FID (ABD) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Aroma maddelerinin ayrımı DB-WAX kapiler kolon (60 m \times 0.25 mm \times 0.4 μ m) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör sıcaklığı 220°C, dedektör sıcaklığı 250°C, kolon sıcaklığı ise 60°C'de 3 dk beklemeden sonra, dakikada 2°C artarak 220°C'ye ve daha sonra dakikada 3°C artarak 245°C'ye çıkartılarak, bu sıcaklıkta 20 dk sabit kalacak şekilde ayarlanmıştır. Cihaza enjekte edilen örnek miktarı 3 μ l'dir. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 1.5 ml/dk, dedektör ve enjektör sıcaklıkları ise 250°C'dir.

Aroma bileşiklerinin tanımlanması gaz kromatografisine bağlı "Agilent 5975B VL MSD" (ABD) marka kütle spektrometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör tipi ve sıcaklık programı gaz kromatografisi ile aynı koşulları taşımaktadır. Taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyumun hızı 1.5 ml/dk'dır. Piklerin tanısında kütle spektroskopisinin kütüphanesi (MS) ve aroma maddeleri standartlarından (Std) faydalanılmıştır. Piklerin tanısında kütüphane olarak Wiley 7.0, NIST-98, ve Flavor 2L kullanılmıştır. Aroma maddelerinin konsantrasyonları, iç standart yöntemiyle aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Schneider vd., 2001).

$$Ci : (Ai / Ast) \times Cst \times RF \times HF \quad (4)$$

Ci: Bileşiğin konsantrasyonu

Ai: Bileşiğin pik alanı

Ast: İç standardın pik alanı

Cst: İç standardın konsantrasyonu (45.45 μ g/100 ml)

RF: Cevap faktörü (cevap faktörü 1 olarak alınmıştır)

HF: Hesaplama faktörü (örnek miktarının kg'a çevrilmesi için faktör:100)

BULGULAR VE TARTIŞMA**Zeytin Meyvesinin Fiziksel Özellikleri**

Gemlik çeşidi zeytinlerin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla; olgunluk indisi, kilogramdaki tane sayısı, et/çekirdek oranı ve renk değerleri (L^* , a^* , b^* , Hue, ΔC) belirlenmiş, elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Bu özellikler, ürünün kalitesinin belirlenmesinde ve fiyatlandırılmasında önem taşımaktadır (Uylaşer vd., 2008). Çeşit, olgunluk, iklim ve tarımsal uygulamalara bağlı olarak bu özellikler değişim göstermektedir (Yıldız, 2014). Olgunluk indisi hasat zamanını belirlemek için önemli bir göstergedir (Erdoğan, 2014). Doğal salamura yöntemiyle işlenecek zeytinler için olgunluk indisinin yaklaşık 5 olması istenmektedir (Öztürk-Güngör, 2017). Çizelge 1'de görüldüğü gibi, araştırmada kullanılan Gemlik zeytininin olgunluk indisi değeri 4.84 olarak tespit edilmiştir. Çeşitli araştırmalarda Gemlik çeşidinin olgunluk indisi Erdoğan (2014) tarafından 5.36, Irmak (2015) tarafından 5.02, Öztürk-Güngör (2010) tarafından 4.99 olarak bildirilmiştir.

Çizelge 1. Gemlik çeşidi zeytin meyvesinin fiziksel özellikleri

Table 1. Physical properties of Gemlik olive variety

| | |
|--------------------------|------------|
| Olgunluk İndisi | 4.84±0.02* |
| Ripening Index | |
| Kilogramdaki Tane Sayısı | 295±7.07 |
| Number of Fruit/kg | |
| Et/Çekirdek Oranı | 5.67±0.12 |
| Flesh/Pit Ratio | |
| L^* | 28.20±0.37 |
| a^* | 8.12±0.06 |
| b^* | 1.48±0.11 |
| Hue | 10.35±0.65 |
| ΔC | 8.26±0.08 |

*Ortalama değer ± standart hata.

*Average value ± standard deviation.

Sofralık zeytin üretiminde kullanılan zeytinlerin kilogramdaki tane sayısı 295 olarak bulunmuştur. Bu değer Gemlik çeşidi için diğer çalışmalarda 226 ile 330 adet arasında değişmiştir (Akpınar, 1994; Özay ve Borçaklı, 1996; Uylaşer ve Şahin, 2004; Öztürk-Güngör, 2010; Irmak, 2015). Örneklerin et/çekirdek oranı ise 5.67 olarak belirlenmiştir. Yapılan çeşitli araştırmalarda Gemlik çeşidinde bu

değer 2.39-6.86 aralığındadır (Başer ve Kılıç, 1987; Akpınar, 1994; Özdemir, 2011; Erdoğan, 2014; Yıldız, 2014; Irmak, 2015). Buna göre çalışmada kullanılan zeytinlerin küçük çekirdekli, etli ve iri olduğu söylenebilir.

Gemlik zeytininin L^* değeri 28.20 olarak bulunmuştur. Bu değer önceki çalışmalarda Gemlik çeşidi için; 27.33 (Irmak, 2015), 25.89-28.78 (Öztürk-Güngör, 2010), 23.51-28.51 (Yıldız, 2014) ve 24.43 (Erdoğan, 2014) olarak belirlenmiştir. a^* değeri ise 8.12 olarak bulunmuştur. Irmak (2015) bu değeri 4.05 olarak tespit ederken, Öztürk-Güngör (2010) 1.91-3.36 arasında ve Erdoğan (2014) 4.13 olarak belirlemiştir. Bulunan değer araştırmacıların değerlerine göre yüksek olup, çalışmada kullanılan zeytinlerde kırmızılığın daha baskın olduğunu göstermektedir. Romero vd. (2004) ise farklı çeşitlerdeki a^* değerlerini 0.29-8.99 arasında belirlemiştir. Gemlik zeytinlerinin b^* değeri de 1.48 olarak bulunmuştur. Bu değeri Irmak (2015) 0.91, Öztürk-Güngör (2010) -0.11,-1.35 arasında, Yıldız (2014) 0.13-2.34 arasında ve Erdoğan (2014) 1.05 olarak belirlemiştir. Ölçülen L^* , a^* ve b^* değerlerinden de Hue ve ΔC (kroma) değerleri hesaplanmıştır. Hue değeri rengin tonunu göstermekte olup bu çalışmada 10.35 olarak tespit edilmiştir. Gemlik çeşitlerinde Erdoğan (2014) bu değeri 14.49 olarak tespit ederken, Leventdurur (2017) Çukurova bölgesindeki zeytinlerde 4-31 arasında bulmuştur. ΔC değeri doygunluğu belirtmektedir ve 8.26 olarak hesaplanmıştır. Bu değeri Erdoğan (2014) 4.28 olarak, Leventdurur (2017) 2.08-4.57 arasında belirlemiştir. Renk değerlerinin hasat zamanı ve olgunluk indisine göre değişiklik gösterdiği tahmin edilmektedir.

Zeytin Meyvesinin Kimyasal Özellikleri

Gemlik çeşidi zeytin meyvesinin kimyasal özelliklerini belirlemek için yapılan analizlere ait sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Zeytin etinin asitlik değeri %0.20, pH değeri ise 5.40 olarak belirlenirken, Gemlik çeşidinde yapılan diğer çalışmalarda bu değerler asitlik için 0.04-0.73, pH için 5.03-5.29 aralığında bulunmuştur (Akpınar, 1994; Özay vd., 1994; Uylaşer vd., 2008; Erdoğan, 2014; Yıldız, 2014; Irmak, 2015; Leventdurur, 2017). Elde ettiğimiz pH değeri Leventdurur

(2017)'un Çukurova bölgesinden temin ettiği Gemlik çeşidi zeytinler için bildirdiği pH değerleri (5.06-5.58) ile uyumluluk göstermektedir.

Çizelge 2. Gemlik çeşidi zeytinlerin kimyasal özellikleri

| <i>Table 2. Chemical properties of Gemlik olive variety</i> | |
|---|------------|
| pH | 5.40±0.01* |
| Asitlik (% , laktik asit cinsinden) | 0.20±0.00 |
| <i>Titrable Acidity (% , lactic acid)</i> | |
| Tuz (%) | 0.40±0.01 |
| <i>Salt (%)</i> | |
| Kurumadde (%) | 35.58±0.98 |
| <i>Dry matter (%)</i> | |
| Şeker (%) | 2.77±0.03 |
| <i>Sugar (%)</i> | |
| Oleuropein (absorbans) | 0.71±0.00 |
| <i>Oleuropein (absorbance)</i> | |
| Yağ (%) | 24.66±0.58 |
| <i>Fat (%)</i> | |
| Yağ Asitleri (yağ asitleri içerisinde) | |
| <i>Fatty Acids (%)</i> | |
| Palmitik Asit | 18.34±0.04 |
| <i>Palmitic Acid</i> | |
| Palmitoleik Asit | 2.08±0.19 |
| <i>Palmitoleic Acid</i> | |
| Stearik Asit | 2.79±0.13 |
| <i>Stearic Acid</i> | |
| Oleik Asit | 66.14±0.41 |
| <i>Oleic Acid</i> | |
| Linoleik Asit | 9.80±0.16 |
| <i>Linoleic Acid</i> | |
| Linolenik Asit | 0.64±0.06 |
| <i>Linolenic Acid</i> | |
| Margarik Asit | 0.03±0.04 |
| <i>Margaric Acid</i> | |
| Heptadesenoik Asit | 0.08±0.00 |
| <i>Heptadecenoic Acid</i> | |
| Araşidik Asit | 0.10±0.00 |
| <i>Arachidic Acid</i> | |
| SFA | 21.26±0.05 |
| MUFA | 68.30±0.62 |
| PUFA | 10.44±0.22 |

*Ortalama değer ± standart hata. *Average value ± standard deviation.

Zeytinlerin %tuz miktarı 0.40 olarak belirlenmiştir. Bu değer Özay vd. (1994) (0.005), Akpınar (1994) (0.264) ve Yıldız (2014) (0.20-0.32)'dan yüksek bulunurken; Uylaşer ve Şahin (2004) (0.47)'in bulduklarından düşüktür. Öztürk-Güngör (2010) ise zeytin meyvesinde tuz tespit

edememiştir. Zeytinlerin kurumadde miktarı %35.58 olarak tespit edilmiştir. Diğer araştırmacıların bildirdiği kurumadde miktarları ise 29.59- 64.99 arasındadır (Uylaşer ve Şahin, 2004; Öztürk-Güngör, 2010; Erdoğan, 2014; Yıldız, 2014; Leventdurur, 2017).

Gemlik çeşidi zeytinlerin şeker miktarı %2.77 olarak hesaplanmıştır. Yapılan farklı araştırmalarda Gemlik çeşidinin şeker miktarı %1.12-4.62 arasında belirlenmiştir (Akpınar, 1994; Özay ve Borçaklı, 1996; Uylaşer ve Şahin, 2004; Öztürk-Güngör, 2010; Yıldız, 2014; Irmak, 2015). Zeytinlerin oleuropein miktarlarını belirlemek için spektrofotometrede 345 nm'de ölçüm yapılmış ve absorbans değeri 0.71 olarak bulunmuştur. Bu değeri; Akpınar (1994) 0.12, Irmak (2015) 1.73 ve Öztürk-Güngör (2010) 0.73-1.17 arasında bulmuşlardır. Bu farkın olgunluk düzeyinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gemlik zeytinlerinin %yağ miktarı 24.66 olarak tespit edilmiştir. Zeytinlerin yağ oranını diğer araştırmacılar 21.34-36.59 aralığında belirlemişlerdir (Özay vd., 1994; Uylaşer ve Şahin, 2004; Öztürk-Güngör, 2010; Yıldız, 2014; Irmak, 2015). Yağ miktarının yetiştirme koşulları ve hasat zamanına bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmektedir (Öztürk-Güngör, 2010).

Zeytinyağında baskın yağ asidi olarak oleik asit bulunmuş ve yağ asitleri arasındaki oranı %66.14 olmuştur. Oleik asidi %18.34 ile palmitik asit, %9.80 ile linoleik asit, %2.79 ile stearik asit, %2.08 ile palmitoleik asit ve %0.64 ile linolenik asit takip etmiştir. Zeytinyağında bulunan minör yağ asitleri ise %0.10 ile araşidik asit, %0.08 ile heptadesenoik asit ve %0.03 ile margarik asittir. Yağ asitleri içerisindeki doymuş yağ asitlerinin oranı %21.26 iken tekli doymamış yağ asitlerinin oranı %68.30 ve çoklu doymamış yağ asitlerinin oranı %10.44 olarak bulunmuştur. Irmak (2015) ise Gemlik çeşidi zeytinlerin yağ asitleri dağılımını %73.16 oleik asit, %13.92 palmitik asit, %6.2 linoleik asit, %3.06 stearik asit ve % 0.65 linolenik asit olarak tespit etmiştir. Özdemir (2011) oleik asidi %69.42, palmitik asidi %14.93, linoleik asidi %9.64, stearik asidi %2.15, palmitoleik asidi %1.71, linoleik asidi %0.87, araşidik asidi %0.44, heptadesenoik asidi %0.23 ve margarik asidi %0.11 olarak bulmuştur.

Yağ asidi kompozisyonlarındaki farklılık çeşit ve çevresel faktörlerden kaynaklanmaktadır.

Zeytin Meyvesinin Aroma Bileşimi

Gemlik zeytininde; 15 adet yüksek alkol, 7 adet uçucu asit, 6 adet uçucu fenol, 4 adet ester, 4 adet hidrokarbon, 3 adet keton, 1 adet lakton, 1 adet aldehit, 1 adet terpen ve 4 adet diğer bileşik olmak üzere toplam 46 adet aroma bileşiği

tanımlanmıştır (Çizelge 3). Toplam aromanın %44.61'ini yüksek alkoller, %40.55'ini aldehitler ve ketonlar, %4.33'ünü hidrokarbonlar, %6.24'ünü terpenler, %1.20'sini uçucu fenoller, %1.04'ünü asitler, %0.81'ini esterler, %0.09'unu laktonlar ve %1.13'ünü diğer bileşikler oluşturmuştur. Tanımlanan aroma bileşiklerinin toplam miktarı 2681.29 µg/kg bulunmuştur.

Çizelge 3. Gemlik çeşidi zeytin meyvesinin aroma bileşimi

Table 3. Aroma compounds of gemlik olive variety

| LRI ^a | Aroma Bileşikleri <i>Volatile Compounds</i> | Konsantrasyon ^b <i>Concentration</i> | Tanımlama ^c <i>Identification</i> |
|------------------|---|--|---|
| | Uçucu Asitler <i>Volatile Acids</i> | | |
| 1570 | 2-Metil propanoik asit <i>2-Methyl propanoic acid</i> | 3.34±0.02 | LRI, MS |
| 1620 | Bütanoik asit <i>Butanoic acid</i> | 1.60±0.09 | LRI, MS, std |
| - | 2-Metil-2-propenoik asit <i>2-Methyl-2-propenoic acid</i> | 5.50±0.06 | MS, tent |
| 1873 | Hekzanoik asit <i>Hexanoic acid</i> | 12.66±0.13 | LRI, MS, std |
| 1139 | 3,5,5 Trimetilhekzanoik asit <i>3,5,5 Trimethylhexanoic acid</i> | 0.75±0.02 | LRI, MS, tent |
| 2071 | Oktanoik asit <i>Octanoic acid</i> | 2.13±0.02 | LRI, MS, std |
| 2241 | Dekanoik asit <i>Decanoic acid</i> | 1.89±0.02 | LRI, MS, std |
| | Yüksek Alkoller <i>Higher Alcohols</i> | | |
| 1177 | 3-Penten-2-ol | 54.27±1.63 | LRI, MS, std |
| 1217 | 3-Metil-1-bütanol <i>3-Methyl-1-butanol</i> | 50.00±1.22 | LRI, MS, std |
| 1370 | 1-Undekanol <i>1-Undecanol</i> | 61.16±0.26 | LRI, MS, std |
| 1977 | 1-Dodekanol <i>1-Dodecanol</i> | 12.84±0.24 | LRI, MS, std |
| 1250 | 2-Hekzanol <i>2-Hexanol</i> | 34.61±0.18 | LRI, MS, std |
| 1347 | 1-Hekzanol <i>1-Hexanol</i> | 14.04±0.36 | LRI, MS, std |
| 1386 | (Z)-3-Hekzen-1-ol <i>(Z)-3-Hexen-1-ol</i> | 54.80±0.59 | LRI, MS, std |
| 1484 | 2-Etilhekzanol <i>2-Ethylhexanol</i> | 47.08±0.75 | LRI, MS, std |
| - | 2-Metil-2,3-pentandiol <i>2-Methyl-2,3-pentandiol</i> | 9.55±0.23 | MS, tent |

Gemlik zeytininde kalite ve aroma belirlenmesi

| | | | |
|------|--|---------------|---------------|
| 1513 | 2,3-Bütandiol <i>2,3-Butanediol</i> | 3.62±0.11 | LRI, MS, std |
| 1603 | 1,2-Propandiol <i>1,2-Propanediol</i> | 2.25±0.14 | LRI, MS, std |
| 1187 | 2-Bütoksietanol <i>2-Butoxyethanol</i> | 798.43±12.78 | LRI, MS, tent |
| 1912 | Benzil alkol <i>Benzyl alcohol</i> | 7.41±0.05 | LRI, MS, std |
| 2004 | Feniletıl alkol <i>Phenylethyl alcohol</i> | 45.61±0.93 | LRI, MS, std |
| - | Etanol, 2,2-oksibis <i>Ethanol, 2,2-oxybis</i> Aldehitler/Ketonlar <i>Aldehydes / Ketones</i> | 0.60±0.01 | MS, tent |
| 1616 | (E)-2-Dekanal <i>(E)-2-Decanal</i> | 1.77±0.03 | LRI, MS, std |
| 1277 | 3-Hidroksi-2-bütanon <i>3-Hydroxy-2-butanone</i> | 3.51±0.00 | LRI, MS, tent |
| 1356 | 4-Nonanon <i>4-Nonanone</i> | 30.80±0.25 | LRI, MS, std |
| 1309 | 4-Hidroksi-4-metil-2-pentanon <i>4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanone</i> Esterler <i>Esters</i> | 1051.09±39.89 | LRI, MS, tent |
| - | 2-Hidroksi-metil propanoat <i>2-Hydroxy-methyl propanoate</i> | 3.76±0.10 | MS, tent |
| 793 | 2-Hidroksi-etıl propanoat <i>2-Hydroxy-ethyl propanoate</i> | 4.56±0.11 | LRI, MS |
| - | 3-Hidroksi-2,4,4-trimetıl fenıl 2-metil propanoat <i>3-Hydroxy-2,4,4-trimethyl phenyl 2-methyl propanoate</i> | 10.24±0.20 | MS, tent |
| - | Bis (2-metilpropil) benzen-1,2-dikarboksilat <i>Bis (2-methylpropyl) benzene-1,2-dicarboxylate</i> Hidrokarbonlar <i>Hydrocarbons</i> | 3.23±0.12 | MS, tent |
| 202 | Dodekan <i>Dodecane</i> | 17.87±0.07 | LRI, MS, std |
| 236 | Tetradekan <i>Tetradecane</i> | 49.87±1.29 | LRI, MS, std |
| 2056 | Eikosan <i>Eicosene</i> | 38.60±1.00 | LRI, MS |
| 268 | Hekzadekan <i>Hexadecane</i> Uçucu Fenoller <i>Volatile Phenols</i> | 9.70±0.03 | LRI, MS |
| 2110 | p-Kresol <i>p-Cresol</i> | 2.86±0.15 | LRI, MS |
| 2003 | 4-Etilfenol <i>4-Ethylphenol</i> | 3.00±0.10 | LRI, MS, std |
| - | di-t-bütıl-fenol | 5.58±0.06 | MS, tent |

| | | | |
|------|--|-------------|---------------|
| | <i>di-t-butyl-phenol</i> | | |
| 2999 | Tyrosol | 11.53±0.04 | LRI, MS, std |
| 1856 | Gaiakol | 5.39±0.02 | LRI, MS, std |
| 1956 | Kreosol | 3.71±0.05 | LRI, MS, std |
| | Laktonlar <i>Lactones</i> | | |
| 1760 | Δ-Nonalakton <i>Δ-Nonalactone</i> | 2.49±0.02 | LRI, MS, std |
| | Terpenler <i>Terpenes</i> | | |
| 1755 | (E,E)-α-Farnesen <i>(E,E)-α-Farnesene</i> | 167.22±0.01 | LRI, MS, tent |
| | Diğerleri <i>Others</i> | | |
| - | (2,6-Dimetil-fenil)-Hidrazin <i>(2,6-Dimethyl-phenyl)-hydrazine</i> | 1.00±0.03 | MS, tent |
| 1582 | Dimetil sülfoksit <i>Dimethyl sulfoxide</i> | 18.92±0.91 | LRI, MS, tent |
| 1711 | N-Metil Benzenamin <i>N-Methyl Benzenamine</i> | 2.15±0.13 | LRI, MS, tent |
| 1837 | (E)-Anetol | 8.30±0.20 | LRI, MS, tent |

^aLRI:DB-Wax kolonda linear alıkonma indeksi. ^bKonsantrasyon: 3 ekstraksiyon tekerrürünün ortalaması ($\mu\text{g}/\text{kg}$)±standart hata olarak verilmiştir. ^cTanımlama: LRI (Linear alıkonma indeksi); MS tent. (MS ile tentatif tanımlama), Std (Standart kimyasal madde).

^aLRI: *Linear retention index calculated on DB-WAX capillary column.* ^bConcentration: *The mean of the 3 extractions is given as ($\mu\text{g}/\text{kg}$)± standard deviation.* ^cIdentification: *LRI (linear retention index), MS tent (tentatively identified by MS), Std (chemical standard).*

Gemlik zeytininde sayı ve miktar olarak en baskın aroma grubu yüksek alkoller olmuştur. En yüksek miktarda bulunan yüksek alkol bileşiği 798.43 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ile 2-bütoksietanoldür. Tespit edilen diğer önemli yüksek alkoller ise; 1-undekanol, (Z)-3-hekzen-1-ol, 3-penten-2-ol, 3-metil-1-bütanol, 2-etilhekzanol ve feniletıl alkoldür. 1-hekzanol meyveli, aromatik, yumuşak (Ridolfi vd., 2002; Sabatini vd., 2008), (Z)-3-hekzen-1-ol yeşil (Ridolfi vd., 2002; Sabatini vd., 2008; Bleve vd., 2014), muz (Ridolfi vd., 2002; Sabatini vd., 2008) kokuları vermektedir. Yapılan çalışmalarda farklı çeşit zeytinlerde; (Z)-3-hekzen-1-ol, feniletıl alkol ve benzil alkol bileşiklerinin bulunduğu bildirilmiştir (Cabaroğlu ve Koyuncu, 2019). Yüksek alkoller, meyve olgunlaşmasında enzimatik reaksiyonlardan ileri gelebilmektedir. (Z)-3-hekzen-1-ol gibi yüksek alkoller çoklu doymamış yağ asitlerinin lipoksigenaz döngüsüyle ortaya çıkmaktadır (Cortes-Delgado vd., 2016). Ridolfi vd. (2002), yaptıkları çalışmada 3-metil-1-

bütanol bileşiğini FS17 ve Kalamata çeşidi zeytin meyvelerinde belirlerken, 1-hekzanol bileşiğinin zeytinde olmayıp sadece zeytinyağında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Gemlik zeytininde 6 adet uçucu fenol bileşiği tespit edilmiş olup, bu bileşiklerin toplam miktarı 32.07 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 'dır. Bu bileşiklerden tyrosol en yüksek miktarda bulunan uçucu fenoldür. 5.39 $\mu\text{g}/\text{kg}$ düzeyinde tespit edilen gaiakol ise fenolik, yanık kokusu vermektedir (Iraqı vd., 2005). Zeytin meyvesinde belirlenen 4 farklı esterın toplam miktarı 21.79 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olup bunun büyük bir kısmını 3-hidroksi-2,4,4-trimetilfenil 2-metil propanoat oluşturmaktadır.

Zeytin örneklerinde 7 adet uçucu asit belirlenmiş ve uçucu asitlerin toplam miktarı 27.87 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak hesaplanmıştır. Uçucu asitlerin içerisinde en yüksek miktara palmitik asit ve hekzanoik asitler sahip olmuştur. Zeytin meyvesinde

bulunan oktanoik asit yağlı (Dabbou vd., 2012), bütanoik asit ransit, ve heksanoik asit keskin kokular vermektedir (Xiao vd., 2010). Bütanoik asit, heksanoik asit, oktanoik asit ve dekanolik asitin farklı zeytin çeşitlerinde de bulunduğu tespit edilmiştir (Cabaroğlu ve Koyuncu, 2019).

Örneklerde belirlenen 4 hidrokarbonun toplam miktarı 116.04 µg/kg'dır. Tetradekan ve eikosan en fazla tespit edilen hidrokarbonlar olurken düşük miktarlarda dodekan ve heksadekan bulunmuştur. Dabbou vd. (2012), dodekanın istenmeyen koku oluşturduğunu bildirmişlerdir. Gemlik zeytinlerinde 3 adet ketonik bileşik belirlenmiştir. 4-hidroksi-4-metil-2-pentanon (diaseton alkol) Gemlik Zeytininde en yüksek miktarda (1051.09 µg/kg) tespit edilen bileşik olmuştur. Diğer iki bileşik ise 4-nonanon (30.80 µg) ve 3-hidroksi-2-bütanon (3.51 µg)'dur. Bulunan tek aldehit bileşiği (E)-2-dekanal'in miktarı ise 1.77 µg/kg olmuştur. Bu bileşiğin acı, balık ve yağlı koku verdiği bildirilmiştir (Dabbou vd., 2012; Blevé vd., 2014).

Lakton grubundan belirlenen tek bileşik Δ -nonalakton olup miktarı 2.49 µg/kg'dır. (E,E)- α -farnesen ise belirlenen tek terpen bileşiği olmuş ve miktarı 167.22 µg/kg bulunmuştur. Dabbou vd. (2012) bu bileşiğin az pişmiş sebze kokusunda olduğunu belirtmişlerdir. İraqı vd. (2005) de terpen bileşiklerinin zeytin meyvesinde bulunduğunu bildirmiştir. Zeytin meyvesinde belirlenen diğer aroma bileşikler ise dimetil sülfoksit, (E)-anetol, N-metil benzenamin ve (2,6-dimetil-fenil)-hidrazin'dir. Bu bileşiklerin toplam miktarı 30.37 µg/kg olarak belirlenmiştir. Malheiro vd. (2015), Cobrançosa, Madural ve Verdeal çeşidi zeytinlerin aroma bileşiklerini belirlemişler ve zeytinlerde 7 kimyasal sınıftan (alkoller, aldehitler, aromatik hidrokarbonlar, esterler, ketonlar, seskiterpenler ve terpenler) 34 aroma bileşiği tanımlamışlardır. Aromaya katkı veren temel bileşiklerin çoğunlukla alkoller ((Z)-3-hekzen-1-ol), aldehitler ve esterler ((Z)-3-hekzen-1-ol asetat) olduğunu bildirmişlerdir.

SONUÇ

Bu çalışma ile Adana ilinde yetiştirilen Gemlik çeşidi zeytin meyvesinin fiziksel, kimyasal

özellikleri ve aroma profili belirlenmiştir. Araştırmada materyal olarak kullanılan Gemlik çeşidi zeytinin; olgunluk indisi 4.84 olarak belirlenirken, pH değeri 5.40, asitlik değeri ise laktik asit cinsinden %0.20, şeker miktarı %2.77 ve oleuropein absorbansı 0.71 olarak bulunmuştur. Araştırmada kullanılan zeytinin küçük çekirdekli, etli, iri ve sofralık zeytin olarak kullanılması için yeterli şeker miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Zeytin meyvesinde toplam miktarı 2681.29 µg/kg olan 46 farklı uçucu aroma bileşeni tespit edilmiştir. Bu aroma bileşenlerinin dahil olduğu gruplar ise; uçucu asitler, yüksek alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler, hidrokarbonlar, uçucu fenoller, terpenler, laktonlar ve diğerleridir. En yüksek oranda (%44.61) bulunan aroma grubu yüksek alkoller olurken, en fazla miktarda tespit edilen bileşen 4-hidroksi-4-metil-2-pentanon olmuştur. Gemlik çeşidi zeytinin meyveli, aromatik, yumuşak, çimen, sebze gibi kokular veren 1- heksanol, (Z)-3-hekzen-1-ol ve (E,E)- α -farnesen gibi koku bileşenlerini içerdiği tespit edilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Bu makalede yazarların, diğer kişilerin ve kurumların arasında bir çıkar çatışması yoktur.

YAZAR KATKILARI

Tüm yazarlar makalenin yapılmasında, yazılmasında ve yayınlanmasında eşit katkı sağlamışlardır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu makale Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FDK-2017-7735 proje numarası ile desteklenen "Sofralık Zeytin Fermantasyonunda Starter Kültür Kullanımının Zeytinin Aroması ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi" başlıklı ilk yazının Doktora Tezinin bir kısmını oluşturmaktadır. Projeyi destekleyen Çukurova Üniversitesine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Akpınar, A. (1994). Trilye (Gemlik) çeşidi zeytinlerin konserve tipi sofralık siyah zeytin üretimine uygunluğu üzerine bir araştırma.

- Uludağ Üniversitesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa, Türkiye, 88s.
- Aktan, N., Kalkan-Yıldırım, H. (2012). Sofralık zeytin teknolojisi. Meta Basım, İzmir, Türkiye, s.138. ISBN:978-605-86980-0-0.
- Alçıtepe, E., Tokuşoğlu, Ö. (2016). Botanik bilimine göre zeytin. Özel Meyve: Zeytin Kimyası, Kalite ve Teknolojisi, Tokuşoğlu, Ö. (baş ed.), Sidas Medya, İzmir, Türkiye, s.17-27.
- Anonymous (2016). Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Türkiye zeytincilik sektör raporu. <http://www.nto.org.tr/download/raporlar/10060/T%C3%BCrkiyezeytinciliksektorraporu2016.pdf>.
- Artes, F., Minguez, M.I., Hornero, D. (2002). Analysing changes in fruit pigments. Colour in Food: Improving Quality, MacDougall, D.B. (chief ed.), Woodhead Publishing, CRC Press, Boca Raton, USA, s.248-282.
- Başer, D., Kılıç, O. (1987). Gemlik çeşidi zeytinlerden kaliteli ve az tuzlu siyah sofralık zeytin üretimi üzerine bir araştırma. *Gıda*, 12(2):73-80.
- Bleve, G., Tufariello, M., Durante, M., Perbellini, E., Ramires, F.A., Grieco, F., Cappello, M., De Domenico, S., Mita, G., Tasioula-Margari, M., Logrieco, A.F. (2014). Physico-chemical and microbiological characterization of spontaneous fermentation of Cellina Di Nardo and Leccino table olives. *Frontiers in Microbiology*, 5(570):1-9, doi: 10.3389/fmicb.2014.00570.
- Cabaroğlu, T., Koyuncu, G. (2019). Fermente gıdaların aroma bileşimi. Fermente Gıdalar Mikrobiyoloji, Teknoloji, Sağlık. Anlı, R.E. (baş ed.), Nobel Yayıncılık, Ankara, Türkiye, s. 65-81.
- Cemeroğlu, B. (2013). Gıda analizlerinde genel yöntemler. Gıda Analizleri, Cemeroğlu, B.S. (baş ed.), Bizim Grup Basımevi, Ankara, Türkiye, s.1-85.
- Cortes-Delgado, A., Sanchez, A.H., De Castro, A., Lopez-Lopez, A., Beato, V.M., Montano, A. (2016). Volatile profile of spanish-style green table olives prepared from different cultivars grown at different locations. *Food Res Internat*, 83:131-142, doi: 10.1016/j.foodres.2016.03.005.
- Dabbou, S., Issaoui, M., Brahmi F., Nakbi, A., Chehab, H., Mechri, B., Hammami, B. (2012). Changes in volatile compounds during processing of Tunisian-style table olives. *J Am Oil Chem Soc*, 89:347–354, doi: 10.1007/s11746-011-1907-8.
- Dıraman, H., Gürbüz-Veral, M. (2017). Zeytincilik tarihine kısa bir giriş. Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi, Susamcı, E. (baş ed.), Bassaray Matbaası, İzmir, Türkiye, s.1-13.
- Diez, M. J. F., Fernandez, A. L., Cancho, F. C., Quintana, M. C. D., Casanovas, J. L. C. (1972). Elaboracion de aceitunas negras de mesa. *Grasas y Aceites*, 23: 91-93.
- Erbay, B., Küçüksayan, S., Küçüköner, E. (2010). Renklendirilmiş fermente “Memecik” çeşidi zeytinlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri. *Akademik Gıda*, 8(6):13-18.
- Erdoğan, M. (2014). Sofralık salamura siyah zeytin üretiminde farklı klorür tuzları kullanımının kalite üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, 82s.
- Göğüş, F., Yıldırım, N. (2009). Zeytinyağı işleme sistemleri. Zeytinyağı, Göğüş, F. (baş ed.), Eflatun Yayınevi, Ankara, Türkiye, s.59-93.
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., Nakayama, T. (1996). An improved method for rapid analysis of fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31:535-539, doi: 10.1007/BF02522648.
- Iraqi, R., Vermeulen, C., Benzekri, A., Bouseta, A., Collin, S. (2005). Screening for key odorants in Moroccan green olives by gas chromatography-olfactometry/aroma extract dilution analysis. *J Agric Food Chem*, 53:1179-1184, doi: 10.1021/jf040349w.
- Irmak, Ş. (2015). Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytinlerin muhafazasında yararlanılan farklı yöntemlerin raf ömrü ve kalite üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, İzmir, Türkiye, 451s.

- Irmak, Ş., Öztürk-Güngör, F., Susamcı, E. (2010). Bazı sofralık zeytin çeşitlerimizin toplam fenolik madde miktarları ve işleme tekniklerinin bu bileşikler üzerine etkileri. *Zeytin Bilimi*, 1(2):57-64.
- Kara, G.N., Özbaş, Z.Y. (2013). Sofralık zeytin üretiminde doğal maya florasının önemi. *Gıda*, 38(6):375-382, doi: 10.5505/gıda.2013.08108.
- Leventdurur, S. (2017). Çukurova bölgesinde yetiştirilen Gemlik zeytin çeşidinin sofralık siyah zeytine işlenmesi ve starter geliştirilmesi üzerine araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, Türkiye, 260s.
- MacDougall, D.B. (2002). Colour measurement of food. *Colour in Food: Improving Quality*, MacDougall, D.B. (chief ed.), Woodhead Publishing, CRC Press, Boca Raton, USA, s.33-63.
- Malheiro, R., De Pinho, P.G., Casal, S., Bento, A., Pereira, J.A. (2010). Determination of the volatile profile of stoned table olives from different varieties by using HS-SPME and GC/IT-MS. *J Sci Food Agric*, 91:1693-1701, doi: 10.1002/jsfa.4372.
- Malheiro, R., Casal, S., Cunha, S.C., Baptista, P., Pereira, J.A. (2015). Olive volatiles from Portuguese cultivars Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana: role in oviposition preference of *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae). *Plos One*, 10(5):1-15, doi: 10.1371/journal.pone.0125070.
- Meral, Y., Şahin, A. (2013). Tüketicilerin coğrafi işaretli ürün algısı: Gemlik zeytini örneği. *KSÜ Doğa Bil Der*, 16(4):16-24, doi: 10.18016/ksujns.62240.
- Özay, G., Borçaklı, M. (1996). Effect of brine replacement and salt concentration on the fermentation of naturally black olives. *Food Res Internat*, 28(6):553-559, doi: 10.1016/0963-9969(95)00054-2.
- Özay, G., Borçaklı, M., Alperden, İ., Özsan, E., Erdek, Y. (1994). Farklı iki tip zeytin (Gemlik ve Edincik) fermantasyonlarının kimyasal ve mikrobiyolojik yönden incelenmesi. *Gıda*, 19(1):37-43.
- Özdemir, Y. (2011). Bazı melez zeytinlerin fizikokimyasal özelliklerinin ve starter kültür (*Lactobacillus plantarum*) ilaveli sofralık zeytin fermantasyonuna uygunluklarının belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Tekirdağ, Türkiye, 125s.
- Öztürk-Güngör, F. (2010). Farklı yörelerde yetiştirilen Gemlik zeytininden sofralık siyah zeytin elde edilmesi sırasında temel bileşenlerinde meydana gelen değişimler üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir, Türkiye, 103s.
- Öztürk-Güngör, F. (2017). Salamura siyah zeytin. *Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi*, Susamcı, E. (baş ed.), Bassaray Matbaası, İzmir, Türkiye, s.87-94.
- Pistarino, E., Aliakbarian, B., Casazza, A.A., Paini, M., Cosulich, M.E., Perego, P. (2013). Combined effect of starter culture and temperature on phenolic compounds during fermentation of Taggiasca black olives. *Food Chem*, 138:2043-2049, doi: 10.1016/j.foodchem.2012.11.021.
- Ridolfi, M., Terenziani, S., Patumi, M., Fontanazza, G. (2002). Characterization of the lipoxygenases in some olive cultivars and determination of their role in volatile compounds formation. *J Agric Food Chem*, 50:835-839, doi: 10.1021/jf0109118.
- Rodriguez-Bencomo, J.J., Kelebek, H., Sönmezdağ, A.S., Rodriguez-Alcala, L.M., Fontecha, J., Selli, S. (2015). Characterization of the aroma-active, phenolic, and lipid profiles of the pistachio (*Pistacia vera* L.) nut as affected by the single and double roasting process. *J Agric Food Chem*, 63(35): 7830-7839, doi: 10.1021/acs.jafc.5b02576.
- Romero, C., Brenes, M., Yousfi, K., Garcia, P., Garcia, A., Garrido, A. (2004). Effect of cultivar and processing method on the contents of polyphenols in table olives. *J Agric and Food Chem*, 52:479-484, doi: 10.1021/jf030525l.
- Sabatini, N., Mucciarella, M.R., Marsilio, V. (2008). Volatile compounds in uninoculated and inoculated table olives with *Lactobacillus plantarum*

(*Olea Europaea* L., cv. Moresca and Kalamata). *Food Sci Technol*, 41:2017-2022, doi: 10.1016/j.lwt.2007.12.002.

Schneider, R., Rauzungles, A., Augier, C., Baumes, R. (2001). Monoterpenic and norisoprenoid glycoconjugates of *Vitis vinifera* L. cv. Melon B. as precursors of odorants in muscadet wines. *J Chromatogr*, 936:145-157, doi: 10.1016/S0021-9673(01)01150-5.

Uylaşer, V., şahin, İ. (2004). Salamura siyah zeytin üretiminde geleneksel Gemlik yönteminin günümüz koşullarına uyarlanması. *Uludağ Üni Ziraat Fak Der*, 18(1):105-113.

Uylaşer, V., Tamer, C.E., İncedayı, B., Vural, H., Çopur, Ö.U. (2008). The quantitative analysis of some quality criteria of Gemlik variety olives. *J Food, Agric & Env*, 6(3&4):26-30.

Xiao, Z.B., Zhu, J.C., Feng, T., Tian, H.X., Yu, H.Y., Niu, Y.W., Zhang, X.M. (2010). Comparison of volatile components in chinese

traditional pickled peppers using HS-SPME-GC-MS, GC-O and multivariate analysis. *Natural Product Res*, 24(20):1939-1953, doi: 10.1080/14786419.2010.506875.

Yıldız, G. (2014). Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytinin fenolik bileşikleri üzerine yöre ve işleme tekniğinin etkisinin araştırılması. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Bursa, Türkiye, 207s.

Yıldız, G., Uylaşer, V. (2011). Doğal bir antimikrobiyel: oleuropein. *Uludağ Üni Ziraat Fak Der*, 25(1):131-142.

Zeytin, M.A., Arslan, D., Özcan, M. (2008). Domat, Edremit ve Gemlik zeytin çeşitlerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine farklı işleme metotlarının etkisi. I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi 17-18 Mayıs 2008, Edremit-Balıkesir, Türkiye, 241 s.