



Investigation of Stability of Olive Oils Aromatized with Some Local Plants

Buket Aydeniz-Güneşer^{1,a,*}

¹Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Uşak University, 64000 Uşak, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 21/08/2020 Accepted : 12/08/2021</p> <p>Keywords: Aromatized Phenolic compound Local plant Caroten Extra virgin olive oil</p>	<p>The aims of this study were to evaluate the total phenolic and pigment contents of five edible plants collected from Eastern Black Sea region and to test the storage stability of extra virgin olive oils aromatized with traditionally consumed plants. Aromatized extra virgin olive oils were prepared by addition of dry forms of local plants such as mendek (<i>Aegopodium podagraria</i> L.), çalıçilek (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.), galdirik (<i>Trachystemon orientalis</i> L.), sakarca (<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.) and hırnık (<i>Diospyros lotus</i> L.). Changes in the quality status of extra virgin olive oil were monitored with free fatty acid, peroxide value, total phenol content, pheophtyin a, lutein and beta carotene analyses during 5-month storage period at 24°C. Furthermore, <i>hue</i> and chrome values, total phenolic, chlorophyll and carotene contents were also analysed to determine the characteristic properties of plant samples. The addition of mendek and çalıçilek have remarkable effects on the transfer of phenolic compounds and pigments from plants to oil during all storage. It was determined that the addition of plant materials can improve the oil stability and cause to a lower free fatty acid and peroxide values in aromatized extra virgin olive oils. Obtained findings suggest that the aromatized olive oils with local plants is sensorial and nutritionally acceptable and can be used safely in aromatization and preparation of healthy and tasty foods at non-thermal process.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(9): 1658-1668, 2021

Yöresel Bazı Bitkiler ile Aromatize Edilen Zeytinyağlarının Stabilitelerinin Araştırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 21/08/2020 Kabul : 12/08/2021</p> <p>Anahtar Kelimeler: Aromalandırma Fenolik madde Yöresel bitki Karoten Sızma zeytinyağı</p>	<p>Bu çalışmanın amacı Doğu Karadeniz Bölgesi'nden toplanan yenilebilir beş bitkinin toplam fenolik madde ve pigment içeriklerinin değerlendirilmesi ile geleneksel olarak tüketilen bu bitkilerle aromatize edilen sızma zeytinyağlarının depolama stabilitelerinin test edilmesidir. Aromalandırılmış zeytinyağlarının hazırlanmasında yöresel mendek (<i>Aegopodium podagraria</i> L.), çalıçilek (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.), galdirik (<i>Trachystemon orientalis</i> L.), sakarca (<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.) ve hırnık (<i>Diospyros lotus</i> L.) bitkileri kullanılmıştır. 24°C' de 5 aylık depolama süresince, sızma zeytinyağlarının kalite statüsündeki değişimler serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, toplam fenol içeriği, feofitin a, lutein ve beta-karoten analizleri ile izlenmiştir. Buna ilaveten, bitki örneklerinin karakteristik özelliklerini ortaya koymak amacıyla <i>hue</i> ve kroma değerleri, toplam fenol, klorofil ve karoten içerikleri de analiz edilmiştir. Mendek ve çalıçilek ilavesinin tüm depolama süresince bitkiden yağa fenolik madde ve pigment geçişinde gözle görülür etki sergilediği ortaya koyulmuştur. Bitki örneklerinin ilavesinin aromalandırılmış zeytinyağlarının stabilitesini geliştirerek, daha düşük serbest asitlik ve peroksit değerlerinin alınmasına neden olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, yöresel bitkilerle aromalandırılmış zeytinyağları besinsel ve duyuşal açıdan kabul edilebilir nitelikte olup, ısı olmayan proseslerde sağlıklı ve lezzetli yemeklerin aromalandırılmasında ve hazırlanmasında güvenle kullanılabilir.</p>

buket.guneser@usak.edu.tr

<http://orcid.org/0000-0003-2197-5504>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Modern tıptaki buluşların ve bilimsel kanıta dayalı başarılı sonuçların giderek hız kazandığı günümüzde, eski çağlardan beri süregelen “tabiat eczanesi” terimi halen gizemini korumaktadır. İçerdikleri biyoaktif bileşenler nedeniyle geleneksel tıpta kullanım alanı bulmuş çoğu yöresel bitki üzerinde yürütülen epidemiyolojik çalışmalar, bitkilerin damar sertliğinden obeziteye kadar çoğu dejeneratif ve kronik rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmalarına olanak sağlamaktadır (Onaga, 2001; Luna-Guevara ve ark., 2018).

Doğal olarak yetişen hatta endemik yayılım gösteren birçok bitkinin kök, yaprak, gövde, tohum, çiçek vb. kısımlarının farklı kompozisyonel yapıya sahip olması, o bitkiyi antioksidan vitaminler, mineraller, esansiyel yağlar bazen de fenolik bileşenler ve pigmentler yönünden değerli kılabilmektedir (Zeitouny, 2007).

İnce yapılı, küçük yeşil yapraklara ve saplara sahip olan mendek (*Aegopodium podagraria* L.), çok yıllık, otsu ve endemik olmayan bir türdür. Gut ve eklem rahatsızlıklarını tedavi edici ve yara iyileştirici özellikleri rapor edilen bitki yapraklarının, yöresel olarak kavurma şeklinde tüketimi yaygındır (Stefanovic ve ark., 2009).

Çalı formunda orman ve dağlarda yayılım sergileyen, parlak yeşil yaprakları ve pembemsi-kırmızı çiçekleri ile dikkat çeken çok yıllık çalı çileği (çoban üzümü, çileklik) (*Vaccinium myrtillus* L.), son yıllarda ekonomik önemi ve market satışı giderek artan bitkiler arasında yer almaktadır. Bitkinin özellikle safra bozuklukları, öksürük ve tüberküloz gibi rahatsızlıklarda terapötik etki sergilediği, yüksek flavanol ve karakteristik renginden sorumlu antosiyanın içeriğiyle de diyabet, obezite, kalp-damar Rahatsızlıklarındaki pozitif etkilerinin de klinik olarak kanıtlandığı bildirilmiştir (Güder ve ark., 2015; Pires ve ark., 2020).

Yöresel olarak kaldirik, kaldırayak, buğı ve salut isimleriyle bilinen galdirik (*Trachystemon orientalis* L.) tüylü bir yapıya sahip, endemik olmayan çok yıllık bir bitkidir. Bitkiye ait yaprak, sap ve hatta çiçek kısımlarının kavurma, haşlama veya fermantasyon gibi farklı üretim teknikleri kullanılarak tüketildiği ve geleneksel tıpta idrar söktürücü, ateş düşürücü ve kan temizleyici etkileriyle kullanıldığı bilinmektedir (Akçin ve ark., 2004; Saraç ve ark., 2013).

Çok yıllık, otsu karakterde ve endemik olmayan bir diğer bitki türü olan ve kuzguncuk soğanı olarak da bilinen sakarcanın (*Ornithogalum umbellatum* L.) yeşil saplarına ek olarak yumru/soğan kısmının da kızartma veya kavurma biçiminde yaygın tüketildiği rapor edilmiştir (Arslanoğlu ve Yalçın, 2009). Bitkinin fenolik kompozisyonu farklı

araştırmacılar tarafından çalışılmış ve güçlü antioksidan özellik sergilediği farklı ölçüm teknikleriyle ortaya koyulmuştur (Renda ve ark., 2018).

Kışın yapraklarını döken ve ağaç formunda yetişen *Diospyros lotus* L., Karadeniz ve Doğu Anadolu’da yayılım sergilemekte ve halk arasında hırnik olarak bilinmektedir (Topaloğlu ve ark., 2019). Terpenler, polifenoller, tanenler, hidrokarbonlar, benzopiren ve naftakinon gibi bitkinin farklı kısımlarından izole edilmiş fitokimyasal bileşenlerin, bitkinin biyolojik aktivitesinde önemli role sahip olduğu belirtilmektedir. Bitki yapraklarının ve taze yada kuru olarak tüketilebilen meyvesinin antidiyabetik, antihelminitik, antipiretik, antihipertansif, analjezik ve enzim-inhibisyon aktiviteleri de *in vivo-in vitro* testlerle kanıtlanmıştır (Uddin ve ark., 2014; Rauf ve ark., 2017).

Bu çalışma kapsamında, terapötik ve klinik uygulamaları birçok araştırmacı tarafından rapor edilen beş farklı yöresel bitkinin sızma zeytinyağlarına ilave edilerek hem zeytinyağlarının aromalandırılmasında ve depolama stabilitesinin iyileştirilmesinde kullanılıp-kullanılmayacağı incelenmiş, hem de bitkilere yeni bir katma değer kazandırılması amaçlanmıştır. Aromalandırılmış zeytinyağlarının hazırlanmasında mendek (*Aegopodium podagraria* L.), çalıçilek (*Vaccinium myrtillus* L.), galdirik (*Trachystemon orientalis* L.), sakarca (*Ornithogalum umbellatum* L.) ve hırnik (*Diospyros lotus* L.) kullanılmıştır. 24°C’ de 5 aylık depolama süresince, sızma zeytinyağlarının kalite statüsündeki değişimler serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, toplam fenol içeriği, feofitin a, lutein ve beta-karoten analizleri ile izlenmiştir. Buna ilaveten, bitki örneklerinin karakteristik özelliklerini ortaya koymak amacıyla, *hue* ve kroma değerleri, toplam fenol, klorofil ve karoten içerikleri de analiz edilmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmanın ana materyallerinden mendek, çalıçilek, galdirik ve sakarca’nın temini için Giresun, hırnik temini için de hem Giresun hem Kars il merkezinde kurulan semt pazarlarına 2018 ilkbahar-yaz aylarında ziyaret gerçekleştirilmiştir. Laboratuvara getirilen tüm bitki örnekleri temel bileşen analizlerinin yapılabilmesi için temizleme, ayıklama, yıkama ve açık hava akımında kurutma gibi ön işlemlerden geçirilmiştir. Çalışmada kullanılan bitkilerin yöresel ve latince adları, familyaları ve kullanılan kısımları Çizelge 1’de yer almaktadır.

Çizelge 1. Zeytinyağlarının aromalandırılmasında kullanılan yöresel bitkiler ve kullanılan kısımları*
Table 1. Local plants and their part used in aromatization of virgin olive oil

Yöresel Adı	Latince Adı	Familya	Kullanılan kısım
Mendek	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	Apiaceae	Yapraklar
Çalı çileği	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Ericaceae	Yapraklar
Galdirik	<i>Trachystemon orientalis</i> (L.) G. Don.	Boraginaceae	Tüm gövde
Sakarca	<i>Ornithogalum umbellatum</i>	Liliaceae	Yeşil saplar ve soğansı kısımlar
Hırnik	<i>Diospyros lotus</i>	Ebenaceae	Kurutulmuş meyve

*(Uzun ve ark., 2004; Şekeroğlu ve ark., 2006; Ceylan ve Yücel, 2015; Demir ve ark., 2017)

Aromalı zeytinyağlarının hazırlanmasında natürel sızma zeytinyağı (max %1 serbest yağ asitliği, Ayvalık Natürel Sızma Zeytinyağları, Ayvalık Tarım Ürünleri, Balıkesir) tercih edilmiştir. Katkılama öncesi tüm bitki örnekleri yüksek devirli bir parçalayıcıda (Warring 8011B, CT, ABD) öğütülerek, 60 meshlik elekten geçirilmiş ve elek üstünde kalan kısımlar yağa %3 oranında katılanmıştır. Katkılanacak oran yapılan ön değerlendirmeler (%1, 3, 5 ve 10) sonucunda belirlenmiş ve bu tercihte bitkilerin zeytinyağının tat, koku, renk gibi duyuşsal parametrelerine olan etkileri dikkate alınmıştır. Kontrol grubu (katkılama yapılmayan grup) ve bitkilerle aromatize edilen yağ örnekleri oda sıcaklığında (24°C) ve karanlıkta 5 ay boyunca depolanmıştır. Depolamanın ilk gününü takiben ilk 2 ay boyunca her 15 günde bir, sonrasında ise her 30 günde bir gerçekleştirilen analizler neticesinde zeytinyağının kalite parametrelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Bitkilere Uygulanan Temel Bileşen Analizleri

Karotenoid içeriğinin belirlenmesi

Bitkilerin toplam karotenoid içerikleri Al-Farsi ve ark. (2005)'e göre spektrofotometrik metodla ve karotenoid yıkımını minimuma indirmek için yarı-aydınlık koşullarda analiz edilmiştir. Bu amaçla öğütülmüş bitki örnekleri 1:10 oranında çözgen solüsyonu ile karıştırılmış (aseton:etanol 1:1 hacim/hacim) ve karışım 3000 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Süre bitiminde açık renkli fazlar alınmış ve kalan rezidü üzerine 3 ml solüsyon ilavesiyle ekstraksiyon prosedürü (renksiz bir çözelti oluşuncaya kadar) tekrarlanmıştır. Elde edilen tüm berrak fazlar birleştirilmiş ve 100 ml hacme tamamlanarak 470 nm'de absorbans ölçümü yapılmış ve aşağıdaki formüle göre karotenoid içeriği (TKİ) hesaplanmıştır.

$$TKİ = \frac{A_{\max} \times \text{ekstraktın toplam hacmi} \times 106}{2500 \times 100 \times \text{Örnek Ağırlığı (g)}}$$

Klorofil içeriğinin belirlenmesi

Bitkilerin klorofil miktarları spektrofotometrik metodla 3 farklı dalga boyunda (645, 652 ve 663 nm) belirlenmiştir (Vernon, 1960). Öğütülen bitki örneklerinin (4 g, W) üzerine 35 ml aseton (%80) ilave edilmesini takiben vorteksleme (Heidolph Reax Top, Heidolph, Almanya) ve santrifüjleme işlemleri (4000 rpm, 10 dakika) gerçekleştirilmiştir. Santrifüjleme sonrası aseton fazı Whatman No:2 filtre kağıdıyla ayrılmış ve kalan rezidü üzerine 10 ml (V) aseton ilavesiyle, ekstraksiyon basamakları tekrarlanmıştır. Elde edilen tüm aseton fazları birleştirilmiş ve toplam hacim 50 ml'ye tamamlanmıştır. Aşağıdaki formüller kullanılarak klorofil hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{Klorofil a} &= [12,7(A663) - 2,69(A645)] \times V / (1000 \times W) \\ \text{Klorofil b} &= [22,9(A645) - 4,68(A663)] \times V / (1000 \times W) \\ \text{T.Klorofil} &= [20,2(A645) + 8,02(A663)] \times V / (1000 \times W) \\ \text{Feofitin a} &= [20,66(A663) - 5,87(A652)] \\ \text{Feofitin b} &= [31,9(A652) - 13,4(A663)] \end{aligned}$$

Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

Zeytinyağlarının kırılma indisi değerleri gün ışığında, 20°C'de saf suya ($n_D^{20°C} = 1.333$) karşı kalibre edilen Abbe

Refraktometresi'nde (Abbe 60, Bellingham and Stanley, İngiltere) ISO 6320:20002' e göre analiz edilmiştir (ISO, 2000). Renk tayini için kolorimetre (Konica- Minolta CR-400, Osaka, Japonya) kullanılmış ve CIE L^* , a^* , b^* renk modeli esas alınmıştır. Ölçülen temel 3 renk parametresi kullanılarak, bitki ve zeytinyağı örneklerinde kroma ve hue açısı değerleri de hesaplanmıştır (Igdiam ve ark., 2018)

$$\begin{aligned} \text{Kroma} &= (a^2 + b^2)^{0.5} \\ \text{Hue açısı} &= \text{Arctan}(b/a) \end{aligned}$$

Aromalandırılmış zeytinyağlarının karotenoid bileşenleri Franke ve ark. (2010) ile Rodriguez-Amaya ve Kimura (2004)'e göre belirlenmiştir. Bu amaçla 0,5 g yağ örneğinin 2 mL petroleter:aseton (1:1 v/v) karışımında homojen biçimde çözündürülmesini takiben tüp içeriği petroleter:aseton (1:1 v/v) karışımına karşılık 445 nm'de okunmuştur (Agilent 8453 UV-Vis Spektrofotometre, Waldbronn, Almanya). Yağların toplam karotenoid içerikleri (mg/kg yağ), uygun absorbans katsayıları göz önüne alınarak (beta karoten için petrol eterde absorbasyon katsayısı 2592; lutein için petrol eterde absorbasyon katsayısı 2600) aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$X \left(\frac{\text{mg}}{100} \right) = \frac{A \times y (\text{mL}) \times 10^6}{A\%1\text{cm} \times 1000\text{g}}$$

X = Toplam karotenoid içeriği (mg/100 g)
A = Absorbans değeri (445 nm)
y = Ekstraksiyon solüsyonunun miktarı (mL)
A%1cm = Karotenoid molekülü için ortalama absorbasyon katsayısı (2500)

Depolama süresince zeytinyağlarında gerçekleşen hidroliz ve oksidasyon reaksiyonlarının belirlenmesinde büyük önem taşıyan serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı değerleri sırasıyla AOCS Ca 5a-40 ve Cd 8-53 (AOCS, 2003)'e göre analiz edilmiştir.

Beş farklı bitki örneği ve bu bitkilerle aromalandırılan zeytinyağı örneklerinde toplam fenolik madde tayininin gerçekleştirilmesi için ilk aşamada ekstraksiyon prosedürü uygulanmıştır (Aydeniz ve ark., 2014). Bu amaçla, bitki ve yağ örneklerinden sırasıyla, falkon tüplere 5 ve 10 g örnekleme yapılmış ve üzerine 1:1 oranında çözgen karışımı (su:metanol, 60:40 hacim/hacim) ilave edilerek, 1 dk kuvvetlice çalkalamayı (Heidolph Reax Top, Heidolph, Almanya) takiben santrifüj uygulamasına (7500 rpm, 4°C, 10 dk) tabi tutulmuştur. Süre bitiminde berrak fazlar alınarak, kalan rezidü üzerinde 1 kez daha çözgenle ekstraksiyon basamağı uygulanmıştır. Toplanan berrak fazlar 0,45 µm filtelerden geçirilerek fenolik madde tayini için kullanılmıştır.

Toplam fenolik madde miktarları Folin-Ciocalteu tekniğiyle gallik asit cinsinden Chotimarkorn ve ark. (2008)'na göre analiz edilmiştir. İlk aşamada ekstrakte edilen metanollü fazların (250 µL) üzerine sırasıyla Folin-Ciocalteu ayırıcı (500 µL), saf su (6 ml) ve Na₂CO₃ çözeltisi (2 ml, %15 w/w) ilave edilerek, tüp içeriği 2 dk vortekslemeye tabi tutulmuştur. Son hacmi 10 ml'ye tamamlanan tüpler karanlık bir ortamda (24°C) 2 saat bekletilmiş ve süre bitiminde 750 nm'de absorbans

kayıtları alınmıştır (Agilent 8453 UV-Visible Spektrofotometre, Waldbrann, Almanya).

Tüketici Beğeni Testi

Yöresel bitkilerle aromalandırılmış zeytinyağlarının tüketici kabulünde önem taşıyan duyuşal parametreleri depolama bitiminde (150. gün) analiz edilmiştir. Yağ örneklerinin analize hazırlanmasında 3 haneli sayısal kodlar kullanılmış ve rengin objektif değerlendirilebilmesi açısından şeffaf cam bardaklarda tüketiciye sunulmuştur. Tüketicinin test sıralamasının görünüş, renk, koku ve tat/lezzet değerlendirmesi şeklinde olması sağlanmıştır. Kontrol grubu dahil aromalandırılmış tüm yağ örneklerinin her biri 80 farklı tüketici (50 bayan, 30 erkek, 20-40 yaş aralığına sahip üniversite çalışanları ve öğrenciler) tarafından, 9 puanlık hedonik skala kullanılarak değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Zeytinyağlarının aromate edilmesinde kullanılan yöresel bazı bitkilerin ve bu bitkilerle aromalandırılmış zeytinyağı örneklerinin temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, pigment ve fenolik madde içeriklerinin

istatistiksel olarak karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) tekniği uygulanmıştır. Yöresel bitkiler ve bunlarla aromate edilen zeytinyağı örnekleri arasındaki farklılıklar ise Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile ortaya koyulmuştur. İstatistiksel analizler Minitab (version 16) ve SPSS (Version 20) paket programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Doğal boyar maddelerin eldesinde bitkilerin kullanımı çok eski çağlara dayanan bir gelenektir. Bitkilerin farklı kısımlarının farklı karakterdeki renk maddelerine sahip olmaları, onlara gıda endüstrisinden tekstil endüstrisine kadar geniş bir kullanım alanı sağlamaktadır.

Zeytinyağlarının aromalandırılmasında kullanılan kurutulmuş bitkiler görsel olarak incelendiğinde (Resim 1), kuru mendeğin diğer türlere göre halen yeşil formunu koruduğu, galdirik ve hırnık örneklerinin ise kurutmayla birlikte giderek koyu kahverengi bir forma dönüştükleri gözlenmiştir.



Resim 1. Zeytinyağlarının aromate edilmesinde kullanılan kurutulmuş bitki örnekleri (a: mendek, b: çalıçilek, c: galdirik, d: sakarca, e: hırnık)

Figure 1. Dried plant samples used in aromatization of virgin olive oil

Çizelge 2. Zeytinyağlarının aromalandırılmasında kullanılan kurutulmuş bitkilerin temel özellikleri

Table 2. Basic properties of dried plants used in aromatization of virgin olive oil

Örnek adı	L^* değeri	a^* değeri	b^* değeri	Chroma	Hue
Mendek	38,23±0,53 ^b	-4,91±0,14 ^d	15,95±0,20 ^b	16,69±0,23 ^b	107,09±0,24 ^a
Çalıçilek	42,83±0,10 ^a	1,89±0,04 ^c	17,17±0,23 ^{ab}	17,27±0,23 ^b	83,69±0,05 ^b
Galdirik	39,47±0,01 ^b	2,07±0,10 ^c	12,52±0,01 ^c	12,70±0,02 ^d	80,60±0,45 ^c
Sakarca	39,27±0,43 ^b	4,73±0,21 ^b	18,41±0,04 ^a	19,04±0,09 ^a	75,17±0,57 ^d
Hırnık	40,14±0,95 ^{ab}	8,73±0,10 ^a	11,45±0,44 ^c	14,40±0,40 ^c	52,64±0,74 ^e

^{a-e} Aynı sütundaki küçük harfler incelenen özellikler açısından bitki örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P \leq 0,05$).

CIE sisteminden alınan değerlere göre (Çizelge 2), tüm bitkiler içerisinde sadece mendekte yeşil renk gözleendiği, hırnık değerinin ise en yüksek kırmızılık değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Kurutmanın bitki dokusundan suyu uzaklaştırması ve doğal renk pigmentlerinde bir miktar kayba yol açacağı göz önüne alındığında ise en yüksek sarılık değerinin Resim 1'deki görselle uyumlu olarak sakarca da kaydedildiği, bunu sırasıyla çalıçilek ve mendeğin takip ettiği görülmektedir. L^* değeri bakımından ölçüm sonuçlarının geniş bir aralık sergilemediği (38,23-42,83) ve kuru formda dahi olsa çalıçileğin daha aydınlık değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Gerek görsel (Resim 1) gerekse enstrümental olarak analiz edilen (Çizelge 2)

tüm renk değişimlerinin uyum içerisinde oldukları gözlenmiştir.

Renk yoğunluğu olarak ifade edilen kroma değerleri incelendiğinde en yoğun renge (19,04) sakarca örneğinde, en düşük (12,70) renk yoğunluğuna ise galdirik örneğinde rastlanmıştır. Ürüne ait a^* ve b^* değerlerinin formüle edilmesiyle hesaplanan hue değerinin küçülmesi rengin kırmızıya doğru yaklaştığını ifade etmektedir. Özellikle hırnık örneğinin en düşük hue, en yüksek a^* değerine sahip olması bu durumu destekler niteliktedir. Mendek örneğinin hue değerinin diğerlerine kıyasla açık ara önde olması da dikkat çeken bir durumdur.

Bitkilerin fonksiyonel özelliklerinin ortaya koyulmasında elzem olan toplam fenolik içeriği analiz edildiğinde önemli istatistiksel farklılıklar ($P \leq 0,05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Sakarca en düşük fenol içeriğine sahip iken, çalıçileğin fenolik madde açısından diğer tüm bitkilerden yaklaşık 6-10 kat daha yüksek (1615 mg gallik asit/100 g bitki) içeriğe sahip olması dikkat çekicidir. Galdirik ve çalıçilek için Ceylan ve Yücel (2015) tarafından rapor edilen toplam fenol ve antioksidan kapasite değerlerine göz atıldığında ise, galdirikteki toplam fenol (320 g kafeik asit/kg bitki) ve antioksidan kapasite (4,399 mmol Trolox/g bitki) değerlerinin, çalıçilek bitkisine kıyasla (142,5 g kafeik asit /kg bitki ve 1,946 mmol Trolox/g bitki) 2 kat daha yüksek olduğu görülmektedir. Her iki bitki türü için tespit ettiğimiz toplam fenol değerleri literatüre kıyasla çok daha yüksek bulunmuştur.

Sakarcanın taze ve pişirilmiş formunun toplam fenolik ve flavonoid içeriklerinin analiz edildiği güncel bir araştırmada, 15 dk ısıl işlemin fenol ve flavonoid içeriğinde istatistiksel olarak önemli indirgenmeye neden olduğu belirlenmiştir (Apaydın ve Yolcu, 2017). Taze bitkiye ait metanollü ekstraktın rapor edilen toplam fenol içeriğinin (582,1 mg gallik asit/100 g bitki), çalışmamızda rapor edilen değerden daha yüksek (106,31 mg gallik asit/100 g bitki) olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte, Ordu ve çevresinden toplanan yedi farklı sakarca ekstraktında analiz edilen toplam fenolik madde içeriklerinin 28,35-51,60 mg gallik asit/ 100 g aralığında değiştiği ve en yüksek değer dahi bizim sonuçlarımızdan daha düşük olduğu da belirlenmiştir (Demirkol ve ark., 2017). Giresun ve Ordu gibi birbirine çok yakın lokasyonlarda yetişen aynı bitki türlerindeki toplam fenolik madde içeriğindeki bu keskin farklılığın coğrafik ve iklimsel koşullardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Resim 1'den de görülebileceği gibi zeytinyağlarına ilave edilen bitkiler kahve-yeşilden bordo-siyaha kadar değişen farklı renklere sahiptirler. Tüm bu renk aralıklarını ifade edebilmek için klorofil ve karoten değerleri analiz edilmiş (Çizelge 3) ve görselleriyle uyumlu olarak mendek, çalıçilek ve galdirik bitkilerinin pigment kompozisyonunda toplam klorofil içeriğinin karotenlere nazaran daha baskın olduğu, bunun aksine sakarca ve hırnık bitkilerinin ise klorofile kıyasla karoten bakımından 2 kat daha zengin olduğu belirlenmiştir. En yüksek toplam klorofil ve karoten değerleri ise mendek bitkisi için analiz edilmiş ve her iki değer de istatistiksel olarak önemli

olduğu ortaya koyulmuştur. Gerek bitkilerde analiz edilen pigment içerikleri gerekse literatür bulgularından yola çıkılarak, zeytinyağına bitki ilavesinin yağın natürel rengi üzerinde etki gösterebileceği öngörülmüştür.

Zeytinyağlarının farklı pigment, fenolik ve antioksidan kapasite değerlerine sahip bitkilerle katılanmasının, yağlarda analiz edilen çoğu fiziksel ve kimyasal parametreler üzerinde belirgin farklılıklar yarattığı ve bu farklılıkların çoğu parametre için istatistiksel olarak önemli olduğu ortaya koyulmuştur.

Türk Gıda Kodeksi'ne göre (2017) natürel zeytinyağları, natürel sızma, natürel birinci zeytinyağı ve rafinajlık/ham zeytinyağı olarak sınıflandırılmış ve serbest yağ asitleri değerleri sırasıyla maksimum %0,8, 2,0 ve 2,0 ve üstü olarak sınırlandırılmıştır. Çalışmamızda kullanılan yağlar, bitkilerden olabildiğince aroma geçişlerinin olabilmesi adına natürel sızma olarak seçilmiş ve 5 aylık depolama süresince tüm yağların serbest asitlik değerinin tebliğde belirtilen üst limit aşmadıkları belirlenmiştir (Çizelge 4).

Depolamanın ilk günü yani 24. saatin sonunda tüm bitkilerin serbest asitlik miktarında bir miktar artışa neden olduğu dikkat çekmektedir. Serbest asitlik değerleri depolama süresince artış göstererek 150. günün sonunda kontrol grubunda en yüksek değere (%0,56) ulaşmış ve onu sırasıyla sakarca katkılı zeytinyağlarının (%0,50) takip ettiği belirlenmiştir. Mendek ve hırnık katkılı yağların serbest asitliği depolama süresince benzer trendde seyrederken, depolama bitiminde en düşük serbest asitlik değeri çalıçilek katkılı zeytinyağları (%0,38) için rapor edilmiştir.

2017 yılında yürütülen bir araştırmada (Sacchi ve ark., 2017) limon çeşnili zeytinyağları geliştirmek amacıyla, malaksasyon aşamasında siyah ve yeşil zeytin hamurlarına 0,35 kg/kg oranında limon ilave edilerek, duyuşsal ve kimyasal parametrelerdeki değişimler izlenmiştir. Limon içeriğindeki sitrik asidin her iki zeytin hamurundan elde edilen yağlardaki serbest asitlik değerlerini yaklaşık 2 kat artırdığı, benzer şekilde UV özgül absorpsiyon değerlerinde de (K232 ve K270) istatistiksel olarak önemli artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Limonun içerdiği C vitamini ve antioksidanlar nedeniyle de yağların peroksit değerlerinde indirgenme gözlenmiştir. Zeytinyağının aromatik profili de limon ilavesinden etkilenmiş ve yağda daha önce tespit edilmeyen limonen, α -pinen, β -pinen, sabinen gibi yeni uçucu bileşenlerin yağda algılanmasına yol açmıştır.

Çizelge 3. Zeytinyağlarının aromalandırılmasında kullanılan kurutulmuş bitkilerin toplam fenolik madde (mg gallik asit/100 g bitki), klorofil (mg/g bitki) ve karoten (mg karoten/100 g bitki) içerikleri

Table 3. Total phenolic compound (mg gallic acid equiv./ 100g plant), chlorophyll (mg/g plant) and caroten (mg/100 g plant) contents of dried plants used in aromatization of virgin olive oil

Örnek adı	Toplam fenolik madde	Feofitin a	Feofitin b	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	Toplam karotenoid
Mendek	224,54±1,65 ^c	28,00±7,05 ^a	28,70±10,30 ^a	38,43±9,97 ^a	50,90±16,80 ^a	92,80±29,40 ^a	29,67±4,53 ^a
Çalıçilek	1615,4±4,08 ^a	22,89±0,01 ^{ab}	6,18±0,01 ^{ab}	30,87±0,01 ^a	10,25±0,01 ^{ab}	41,62±0,01 ^{ab}	20,89±0,01 ^{abc}
Galdirik	293,32±1,54 ^b	12,57±0,01 ^{abc}	4,78±0,01 ^{ab}	33,99±0,01 ^a	16,27±0,16 ^{ab}	25,60±0,03 ^{ab}	15,80±0,02 ^{bc}
Sakarca	106,31±0,25 ^c	7,15±0,01 ^{bc}	1,37±0,02 ^b	4,80±0,01 ^b	1,23±0,02 ^b	11,91±0,04 ^b	25,20±0,04 ^{ab}
Hırnık	174,20±1,74 ^d	1,97±0,01 ^c	1,53±0,01 ^b	1,32±0,01 ^b	1,57±0,01 ^b	5,57±0,01 ^b	10,79±0,01 ^c

^{a-c} Aynı sütundaki küçük harfler incelenen özellikler açısından bitki örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P \leq 0,05$).

Çizelge 4. Farklı depolama zamanlarında aromalandırılmış zeytinyağlarının serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerinin değişimi
Table 4. Changes in free fatty acid and peroxide values of aromatized virgin olive oil at different storage times

Katkılı Örnek	Depolama günleri							
	1	15	30	45	60	90	120	150
Serbest yağ asitliği (%)								
Kontrol	0,11±0,01 ^b	0,13±0,0 ^c	0,20±0,01 ^b	0,24±0,01 ^b	0,31±0,01 ^a	0,44±0,01 ^a	0,52±0,01 ^a	0,56±0,01 ^a
Mendek	0,17±0,20 ^a	0,29±0,01 ^a	0,31±0,01 ^a	0,31±0,06 ^a	0,35±0,01 ^a	0,35±0,06 ^{ab}	0,39±0,01 ^b	0,44±0,05 ^b
Çalıçilek	0,14±0,13 ^b	0,18±0,06 ^b	0,18±0,01 ^b	0,21±0,07 ^b	0,24±0,07 ^b	0,27±0,06 ^b	0,34±0,01 ^c	0,38±0,01 ^c
Galdirik	0,18±0,01 ^a	0,21±0,06 ^a	0,23±0,06 ^{ab}	0,30±0,07 ^a	0,31±0,01 ^a	0,37±0,01 ^{ab}	0,39±0,01 ^b	0,41±0,01 ^{bc}
Sakarca	0,19±0,07 ^a	0,24±0,07 ^a	0,28±0,06 ^a	0,31±0,01 ^a	0,32±0,06 ^a	0,40±0,01 ^a	0,43±0,01 ^{ab}	0,50±0,01 ^{ab}
Hırnık	0,20±0,07 ^a	0,22±0,13 ^a	0,30±0,06 ^a	0,32±0,06 ^a	0,35±0,05 ^a	0,36±0,01 ^{ab}	0,42±0,01 ^{ab}	0,44±0,06 ^b
Peroksit sayısı (meg aktif oksijen /kg yağ)								
Kontrol	10,60±17,90 ^b	12,10±10,60 ^b	14,02±4,95 ^{bc}	18,45±1,02 ^b	21,10±3,57 ^b	22,00±0,01 ^b	23,00±15,10 ^b	17,45±0,55 ^b
Mendek	11,72±1,12 ^a	12,72±0,76 ^b	17,96±7,97 ^b	17,76±2,06 ^{bc}	19,80±16,60 ^{bc}	21,57±6,43 ^b	20,16±5,70 ^{bc}	20,92±2,86 ^a
Çalıçilek	10,80±18,7 ^b	10,93±0,74 ^b	11,59±0,69 ^d	12,36±1,15 ^c	15,60±17,60 ^d	16,66±4,45 ^c	15,16±5,70 ^c	16,92±2,86 ^c
Galdirik	10,56±0,51 ^b	11,15±1,32 ^b	11,76±0,30 ^d	12,54±0,04 ^c	13,28±1,84 ^c	14,43±2,22 ^d	16,28±3,83 ^c	17,85±0,09 ^b
Sakarca	10,34±1,34 ^b	16,88±1,67 ^a	22,50±21,50 ^a	26,80±17,00 ^a	34,00±5,25 ^a	51,18±3,03 ^a	56,30±19,20 ^a	18,55±1,14 ^b
Hırnık	11,64±17,90 ^a	12,11±10,60 ^b	13,57±4,95 ^{bc}	16,20±1,02 ^{bc}	21,76±3,57 ^b	22,09±0,01 ^b	23,70±15,10 ^b	23,01±0,55 ^a

^{a-d} Aynı sütundaki küçük harfler incelenen özellikler açısından, yağ örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P≤0,05).

Köseoğlu (2013), Ayvalık ve Memecik zeytinyağlarının 15 ay karanlıkta depolanması süresince serbest asitlik ve peroksit değerlerinin düzenli olarak arttığını gözlemiştir. 2019 yılı 1. hasat Ayvalık ve Memecik zeytinyağlarının asitlik değerleri depolama başlangıcında sırasıyla %0,44 ve %0,35, peroksit değerleri ise sırasıyla 3,35 ve 5,40 meq O₂/kg yağ, olarak analiz edilirken, depolamanın 150. gününde ölçülen serbest asitlik değerleri artış sergileyerek %0,55 ve %0,47 seviyelerine, peroksit değerleri ise sırasıyla 4,33 meq O₂/kg yağ ve 6,18 meq O₂/kg yağ düzeylerine ulaşmıştır.

Bizim çalışmamızda da benzer şekilde karanlıkta depolanan natürel sızma zeytinyağlarının serbest asitlik değerleri Köseoğlu (2013)'nin başlangıç değerlerine kıyasla daha düşük olmakla beraber, özellikle 150. günlük depolama sonunda kontrol grubumuzla çok yakın bir değere ulaşmıştır.

Akçar ve Gümüşkesen (2012) tarafından yürütülen bir çalışmada, çeşnili sızma zeytinyağlarının hazırlanması için %0,05 düzeyinde kekik ve %0,07 düzeyinde fesleğen, biberiye ve turunc bitkileri kullanılmış ve aromalandırmanın yağın hidrolitik ve oksidatif parametreleri ile raf ömrü üzerindeki etkileri irdelenmiştir. Kekik, fesleğen, biberiye ve turunc ilavesinin, herhangi bir ilave yapılmamış sızma zeytinyağlarına (kontrol) kıyasla serbest yağ asitliğinde dikkat çeken bir artışa neden olmadığı ve serbest yağ asitliği değerlerinin tebliğde belirtilen üst limiti (max %0,8 serbest yağ asitliği) aşmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, bitkilerin içerdiği pro-oksidan bileşenlerin sızma zeytinyağının indüksiyon periyodunun ve dolayısıyla raf ömrünün indirgenmesine yol açtığı rapor edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (2017) natürel sızma ve natural birinci zeytinyağları için peroksit sayısı üst limitini 20 meq aktif oksijen/kg yağ olarak ifade etmektedir. Bitkilerle katkılamının genel olarak serbest asitlik ve peroksit değerlerinde artışa yol açtığı gözlenmesine rağmen, çalıçilekle katkılanan yağlardan serbest asitlik ve peroksit sayısı için en düşük ölçümler alınmıştır (Çizelge 4). Bununla birlikte, yağların mendek ve hırnıkla katkılamasının peroksit sayısı değerlerinde istatistiksel olarak önemli artışlara neden olduğu gözlenmiştir. Sakarca ile katkılanan

zeytinyağlarında 120. günde ölçülen peroksit değerinin 56,30 meq aktif oksijen/kg yağ değerine ulaşması ve bunu takiben 150. günde değerin %67' lik indirgenmesinin; oksidasyonun birincil oksidasyon ürünlerinin yıkılarak ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşmasına neden olacak şekilde ilerlemesiyle açıklanabileceği düşünülmektedir. Tüm peroksit değerleri incelendiğinde natürel sızma zeytinyağlarının özellikle çalıçilek ve galdirikle katkılanan yağların, diğer yağlara kıyasla oksidatif açıdan daha iyi kalitede olduğu ortaya çıkmaktadır.

Akdeniz mutfağının vazgeçilmez olan zeytinyağı, yine vazgeçilmez çeşnileri olan aromatik bitki ve baharatlarla iki farklı teknik kullanılarak katkılanmış ve aromalandırılmış yağlardaki kimyasal ve duyuşsal değişimler irdelenmiştir. (Caponia ve ark., 2016). Kuru fesleğen (%5), kuru kırmızı biber (%20) ve kuru kırmızı biber+sarımsak (%20 + %10) kombinasyonunun hem malaksasyon aşamasında (26 °C de 30 dk) zeytin hamuruna, hem de infüzyon yöntemiyle direkt yağa katkılanmasıyla (7 gün infüzyon süresi) gerçekleştirilen çalışmada, malaksasyon sırasında aromalandırmanın yağın toplam fenol ve antioksidan bileşenlerinin korunmasında infüzyondan çok daha etkili olduğu bildirilmiştir. Buna ek olarak, serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerinin ise aromalandırma metodundan etkilenmediği ve sırasıyla %0,41-0,45 ile 6,38-8,68 meq O₂/kg aralığında değiştiği, infüzyon tekniğinde kırmızı biberin, malaksasyonda ise kırmızı biber + sarımsak kombinasyonunun daha yüksek fenol ve antioksidan değerlerine yol açtığı dikkati çekmiştir.

Fenolik bileşikler, aromatik benzen halkasında bir veya daha fazla hidroksil grubu içeren ikincil metabolitler olarak kabul edilmektedir. Zeytinyağlarının renk ve tadım notlarındaki karakteristik özelliklerin fenolik bileşen içeriğiyle yakından ilişkili olduğu hatta yağın oksidatif stabilitesinin %30' unun fenolik bileşenlerce desteklendiği belirlenmiştir (Morello ve ark., 2004).

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar, zeytinyağı acılığı (K225 değeri) üzerinde lokasyondan ziyade kültür çeşidi ve hasat zamanının önemli rol oynadığını göstermektedir. K225 değeri için ulusal yada uluslararası bir limit değeri bulunmamakla birlikte,

tüketicinin tercihi bazen acılığı çok yüksek bazen de daha hafif tadımlı yağlar için olabilmektedir (Aguilera ve ark., 2005; Condelli ve ark., 2015). Fenolik bileşenlerin sağlık üzerindeki pozitif katkıları bilen bir kısım tüketici ise, zeytinyağı acılığının fenolik kaynaklı olduğunu düşünerek, tüketim tercihlerini özellikle acılık değeri yüksek yağlardan yana kullanmaktadır (Inarejos-García ve ark., 2009).

Aromalandırılmış zeytinyağlarının toplam fenol içeriğindeki değişimler de incelenmiştir. Kontrol grubunun toplam fenol içeriğinin 120 günlük depolama süresince %30' luk bir indirgenme sergilediği; aromalandırmanın ise depolamanın başlangıcından itibaren, yağların toplam fenol içeriğini geliştirici yönde etki ettiği ve özellikle çalıçilek katkılı yağların 120. günde kontrolden 3 kat daha fazla fenolik madde içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir (Çizelge 5). Mendek ve sakarca katkılı zeytinyağlarının fenol içerikleri birbirine yakın değere sahip iken, hırnık katkılı zeytinyağlarının depolama bitiminde kontrolden daha düşük fenolik madde içermesi dikkat çeken bir bulgudur.

Kotsiou ve Tasioula-Margari (2016) tarafından yürütülen bir araştırmada 24 aylık depolama süresince zeytinyağlarının fenolik bileşenleri ve degradasyon ürünlerindeki varyasyonlar incelenmiştir. Araştırmacılar yağın başlangıçtaki yağ asidi kompozisyonu, serbest asitlik ve peroksit değerleri ile toplam fenolik bileşiklerin indirgenme düzeyleri arasında bir korelasyon ($R^2=0,744$) olabileceğini ifade etmiş ve fenolik bileşenlerdeki indirgenmenin 18 ve 24. Ayın sonunda sırasıyla %25 ve %31 olarak rapor etmişlerdir.

Zeytinyağlarının karanlıkta depolanmasının toplam klorofil, karotenoid ve fenolik içeriği ile antioksidan kapasite değerleri bakımından, aydınlıkta depolanan örneklerle kıyasla daha üstün özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Köseoğlu, 2013).

Her bir bitki türünün toplam fenolik madde değerleri ile yağların depolama süresince sergilediği serbest asitlik değerleri de uyum içerisinde. Çizelge 3'ten de görüleceği üzere, en yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip çalıçilekle muamele edilen yağların serbest asitlik içeriği en düşük olarak kaydedilmiş; yakın fenolik içeriğine sahip galdirik ve mendek bitkileri ile katkılanmış zeytinyağlarının serbest asitlik değerlerinin ise istatistiksel olarak farklı olmadığı tespit edilmiştir.

Zeytin meyvesindeki başlıca renk maddeleri klorofil-a (mavi-yeşil) ve klorofil-b (sarı-yeşil) gibi hidrofobik

bileşenler, feofitin a (gri-kahve), feofitin b (zeytin yeşili), lutein ve beta-karoten olarak rapor edilmiştir. Zeytindeki doğal pigmentlerin yağa işlenmesi sırasında ekstraksiyon prosesine bağlı olarak %80 oranında kayba uğrayabileceği bildirilmiş; kırma, öğütme, ısıtma vb. proses parametrelerinin etkisinde klorofil-a'nın feofitin-a'ya dönüşerek zeytinyağının baskın klorofil türevi haline geldiği, buna ilaveten lutein ve beta-karotenin de majör karotenoid bileşenleri olduğu rapor edilmiştir (Boskou ve ark., 2006; Giuffrida ve ark., 2007; Giuliani ve ark., 2011).

Gerek bitkilerde analiz edilen pigment içeriklerinden gerekse literatür bulgularından yola çıkılarak, zeytinyağına bitki ilavesinin yağın natürel rengi üzerinde etki gösterebileceği öngörülmüştür. Çizelge 3'teki bulguları destekler nitelikte, diğer bitkilere kıyasla daha yüksek klorofil içeriğine sahip mendek, karotenoid içeriğine sahip mendek ve sakarca bitkilerinden depolama boyunca yağa daha yüksek klorofil ve karoten geçişi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Mendek katkılı zeytinyağlarının feofitin a içeriği, depolama bitiminde diğer gruplara kıyasla yaklaşık 3-6 kat daha yüksek (18,55 ppm) iken, kontrol grubu ile kıyaslandığından hırnık hariç her bitkinin zeytinyağının klorofil içeriğini artırdığı tespit edilmiştir.

Tsimidou (2006) zeytinyağlarının toplam karoten miktarının 1-20 mg/kg yağ arasında değişebileceğini bildirmiştir. Analiz edilen tüm yağlar içerisinde, tüm depolama süresince lutein ve beta karotene en zengin yağların sakarca ile katkılanan örneklerde (23,89 ve 26,97 ppm) olduğu ve bunu takiben çalıçilek ve mendekle katkılanmanın yağın karoten içeriğinde istatistiksel olarak da dikkat çeken önemli artışları tetiklediği gözlenmiştir.

Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerinin elde edilerek 15 ay boyunca aydınlık ve karanlık koşullarda bekletilen natürel sızma zeytinyağlarının kalite parametrelerinde meydana gelen değişimlerin ortaya koyulması amacıyla yürütülen bir çalışmada, betakaroten ve feofitin a'nın başlıca renk pigmentleri olduğu ve karanlıkta depolama süresince toplam klorofil, toplam karotenoid, beta-karoten ve feofitin-a değerlerinin aydınlık şartlarda depolanan örneklerle kıyasla çok daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Karanlıkta depolanan Memecik zeytinyağlarında depolamanın 150. gününde ölçülen feofitin a, lutein ve beta karoten değerleri sırasıyla 3,66 mg/kg, 2,99 mg/kg ve 17,70 mg/kg olarak ölçülürken, depolama süresince feofitin a (3,75 mg/kg) ve beta karoten (21,34 mg/kg) miktarlarında belirgin bir indirgenmeler olması da araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Köseoğlu,2013).

Çizelge 5. Farklı depolama zamanlarında aromalandırılmış zeytinyağlarının toplam fenolik madde (mg gallik asit/kg yağ) içeriğinin değişimi

Table 5. Changes in total phenolic compounds (mg gallic acid/kg oil) of aromatized virgin olive oil at different storage times

Katkılı Örnek	Depolama günleri						
	1	15	30	45	60	90	120
Kontrol	46,63±0,34 ^c	43,86±0,35 ^c	39,18±1,56 ^d	35,09±0,69 ^d	27,60±0,35 ^d	32,78±0,34 ^d	32,65±0,87 ^d
Mendek	58,55±0,17 ^b	56,05±0,87 ^b	48,18±1,56 ^c	43,22±0,35 ^c	47,36±0,34 ^c	49,03±0,52 ^b	46,33±0,17 ^b
Çalıçilek	86,92±1,74 ^a	107,49±0,87 ^a	108,91±0,35 ^a	130,48±1,22 ^a	97,28±5,17 ^a	92,91±0,35 ^a	94,86±0,52 ^a
Galdirik	65,15±0,17 ^b	59,98±1,74 ^b	58,86±0,52 ^b	51,18±0,35 ^b	57,85±0,35 ^b	51,64±0,34 ^b	52,59±0,34 ^b
Sakarca	50,41±0,34 ^{bc}	57,99±1,73 ^b	55,02±0,69 ^b	54,61±0,17 ^b	53,24±1,02 ^b	44,75±0,69 ^c	40,42±0,34 ^c
Hırnık	49,55±0,51 ^{bc}	46,25±0,51 ^c	42,56±0,86 ^{cd}	41,29±1,20 ^c	32,56±0,86 ^d	34,25±0,51 ^d	30,33±1,37 ^d

^{a-d} Aynı sütundaki küçük harfler incelenen özellikler açısından yağ örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P \leq 0,05$).

Çizelge 6. Farklı depolama zamanlarında aromalandırılmış zeytinyağlarının doğal renk maddelerinin değişimi
Table 6. Changes in natural colour pigments of aromatized virgin olive oil at different storage times

Katkılı Örnek	Depolama günleri							
	1	15	30	45	60	90	120	150
Feofitin a (mg/kg yağ)								
Kontrol	3,19±0,01 ^b	2,88±0,05 ^c	5,76±0,01 ^b	6,06±0,05 ^b	3,15±0,05 ^d	3,24±0,05 ^c	3,22±0,05 ^d	3,21±0,05 ^d
Mendek	6,54±0,35 ^a	8,82±0,50 ^a	10,82±0,85 ^a	9,37±0,75 ^a	10,92±0,90 ^a	11,57±1,80 ^a	12,27±2,025 ^a	18,55±2,25 ^a
Çalıçilek	5,55±0,20 ^a	3,54±0,03 ^{ab}	5,76±0,20 ^b	6,26±0,16 ^b	7,09±0,15 ^b	6,19±0,05 ^b	6,54±0,05 ^b	6,87±0,90 ^b
Galdirik	2,41±0,11 ^c	3,74±0,02 ^c	3,93±0,40 ^c	3,31±0,05 ^c	3,52±0,05 ^d	3,48±0,12 ^c	3,50±0,05 ^d	3,50±0,05 ^d
Sakarca	3,97±0,15 ^b	4,55±0,06 ^b	4,60±0,45 ^{bc}	4,86±0,10 ^{bc}	4,66±0,10 ^c	5,12±0,11 ^{bc}	5,45±0,10 ^c	5,43±0,05 ^c
Hırnık	3,22±0,05 ^b	3,81±0,10 ^c	3,19±0,05 ^c	6,45±0,40 ^b	3,29±0,05 ^d	3,34±0,01 ^c	3,38±0,08 ^d	3,22±0,26 ^d
Lutein (mg/kg yağ)								
Kontrol	14,60±0,22 ^c	13,97±1,30 ^d	14,35±1,95 ^b	19,02±0,05 ^a	14,85±0,05 ^c	15,32±0,05 ^c	13,79±0,05 ^d	13,96±0,05 ^c
Mendek	16,82±2,05 ^b	18,52±3,40 ^b	18,61±2,06 ^a	19,42±0,15 ^a	20,64±0,05 ^a	19,42±2,05 ^a	21,43±3,05 ^a	20,19±3,12 ^a
Çalıçilek	17,30±3,10 ^a	26,70±4,05 ^a	19,06±4,02 ^a	19,09±1,06 ^a	18,35±0,07 ^{ab}	18,15±0,05 ^b	18,88±0,99 ^b	20,25±3,53 ^{ab}
Galdirik	14,44±0,90 ^c	15,39±2,05 ^c	14,52±1,50 ^b	17,81±0,40 ^b	17,45±0,05 ^b	15,41±0,05 ^c	16,01±0,20 ^c	15,30±0,65 ^c
Sakarca	16,31±3,40 ^b	16,85±2,78 ^c	18,75±2,96 ^a	18,68±0,92 ^{ab}	18,25±0,08 ^{ab}	19,09±2,97 ^a	19,38±3,07 ^b	23,89±3,90 ^b
Hırnık	15,16±2,70 ^c	15,67±3,04 ^c	17,47±1,45 ^{ab}	18,12±1,06 ^{ab}	14,99±0,05 ^c	15,24±0,05 ^c	15,58±0,04 ^c	15,13±0,80 ^c
Beta karoten (mg/kg yağ)								
Kontrol	14,65±0,05 ^c	14,01±0,11 ^c	14,40±0,05 ^c	14,07±0,10 ^c	14,89±0,05 ^c	15,37±0,30 ^c	13,82±0,05 ^d	14,01±0,10 ^c
Mendek	16,87±0,02 ^a	16,58±0,15 ^a	17,67±2,15 ^a	18,48±1,40 ^a	19,70±2,09 ^a	20,48±0,25 ^a	19,49±1,02 ^a	19,67±4,08 ^a
Çalıçilek	17,34±0,80 ^a	16,78±0,05 ^b	19,11±2,60 ^a	19,15±1,70 ^a	18,40±0,90 ^b	18,21±0,19 ^{bc}	18,93±0,05 ^{bc}	20,21±3,70 ^b
Galdirik	14,48±0,51 ^c	15,43±0,02 ^{bc}	16,85±0,05 ^b	17,86±0,50 ^{bc}	17,50±0,05 ^{bc}	15,46±0,40 ^c	16,06±0,24 ^c	15,35±0,02 ^c
Sakarca	16,63±0,48 ^a	16,90±0,91 ^b	18,80±0,40 ^a	20,73±1,08 ^b	21,30±1,22 ^b	25,16±2,05 ^b	26,44±1,38 ^b	26,97±0,44 ^b
Hırnık	15,21±0,17 ^b	15,72±0,01 ^{bc}	17,52±0,10 ^b	18,17±0,65 ^b	15,03±0,14 ^c	15,29±0,05 ^c	15,63±0,11 ^c	15,18±0,16 ^c

^{a-d} Aynı sütundaki küçük harfler incelenen özellikler açısından yağ örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0,05).

Yüzelli gün boyunca karanlıkta depolanan zeytinyağlarımızda bulunan feofitin a (3,21 mg/kg) ve beta karoten (14,01 mg/kg) değerleri Köseoğlu (2013)'nin bulguları ile benzerlik sergilemektedir.

Bununla birlikte klorofil ve karotenlerin miktarlarına bağlı olarak yağın oksidatif stabilitesini destekleyici etkiye ilaveten stabiliteyi olumsuz etkileyen pro-oksidan aktivite de sergileyebileceği bilinmektedir. Özellikle feofitinlerde ve klorofillerde, ışık varlığının pro-oksidan etkinin ortaya çıkmasında etkili olduğu ve çoklu doymamış yağ asitlerinin oto- oksidasyonunda katalizör olarak rol aldığı bildirilmiştir (Lanfer-Marquez ve ark., 2005). Lutein ve beta-karotenin nispeten düşük düzeylerde bulunması ise oto-oksidasyondaki etkisini minimize etmektedir (Tsimidou, 2006).

Gutierrez-Rosales ve ark. (1992) tarafından, klorofil bileşenlerinin ışık altında (1340 lux) ve karanlıkta bekletilen zeytinyağlarının oksidatif stabilitesi üzerindeki etkisini test etmek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Klorofil a ve b ilavesi (9,30 ppm) yapılan zeytinyağlarının 36 °C de 3 aylık karanlıkta depolama süresince, kontrol (herhangi bir katkılama yapılmayan) grubuna kıyasla benzer peroksit değerlerine ve fakat daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar ışık altında depolanan zeytinyağlarının stabiliteilerinin ise üç ay süresince sırasıyla %50, 75 ve 90 oranında azalabileceğini de bildirmiştir. Bununla birlikte yağın oksidasyonunda ışığın klorofillerden daha etkili olduğu ve bunun yağda bulunan diğer renk pigmentlerinin klorofillerin pro-oksidan etkisini sınırlayıcı yönde aktivite sergilemesiyle ilişkili olduğu ifade edilmiştir.

Tüm depolama süresince zeytinyağlarının L, hue ve kroma değerlerindeki değişimler de irdelenmiş (Çizelge 7) ve aromalandırılmış zeytinyağlarının bitkilerden renk geçişi olması sebebiyle kontrole kıyasla daha düşük L*

değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Çalıçilekle aromalandırılmış zeytinyağının başlangıç ve ilk 4 aydaki kroma değerleri diğer örneklerin çok altında seyretmiş, 5. aydan itibaren yükselmeye geçmesine rağmen mendek hariç diğer örneklere kıyasla çok daha düşük olarak kaydedilmiştir.

Kontrol grubu ile mendek, çalıçilek, galdirik, sakarca ve hırnıkla aromalandırılmış zeytinyağlarının duyuşal parametreleri belirlemek amacıyla tüketici testi de gerçekleştirilmiştir. Yağ örneklerinin görünüş, renk, koku ve tat/lezzet özelliklerine ait değerler Çizelge 8'de görülmektedir.

Zeytinyağlarının sarımsı-yeşil rengi tüketicinin satın alma tercihlerinde her daim pozitif bir algı olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, hırnık, galdirik ve sakarca aromalı yağların en yüksek görünüş ve renk skorları ile tüketici beğenisi kazandığı görülmektedir. 150. gün sonunda yağlar ransit bir kokuya sahip olmamasına rağmen, özellikle mendek ve çalıçilekle katkılanmış yağların koku skorları daha düşük gelmiştir. Hırnık ve galdirik aromalı yağlarda ise yakın koku skorları alınmakla beraber, sakarca aromalı yağ ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak önemli bir koku farklılığı tespit edilememiştir. Tüketici kabulünde kritik önem taşıyan tat/lezzet değerlendirme sonuçlarına göre, sakarca ve hırnıkla aromalı yağların skorları istatistiksel olarak farklı ve daha yüksektir. Çalıçilek aromalı yağların diğerlerine göre çok daha yüksek fenolik madde içermesinin (Tablo 5), zeytinyağlarında acılık ve dolayısıyla da gırtlak yakıcılığı algısına neden olduğu, bu yüzden tüketici tarafından en düşük puanı aldığı düşünülmektedir. Genel olarak sakarca, hırnık ve galdirikle aromalandırılmış zeytinyağlarının renk, koku ve lezzet bakımından kontrolden daha fazla beğenildiği ve tercih edilebilir olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 7. Farklı depolama zamanlarında aromalandırılmış zeytinyağlarında renk değişimi

Table 7. Colour change of aromatized virgin olive oil at different storage times

Katılı Örnek	Depolama günleri							
	1	15	30	45	60	90	120	150
L* değeri								
Kontrol	28,95±1,27 ^a	29,93±0,23 ^{ab}	29,65±0,14 ^a	31,29±0,39 ^a	28,16±0,05 ^b	32,33±1,10 ^a	30,17±0,05 ^a	36,25±0,35 ^a
Mendek	25,08±0,40 ^b	20,94±0,01 ^c	24,48±0,66 ^c	24,64±0,19 ^c	24,60±0,01 ^d	24,30±0,10 ^c	24,44±0,20 ^d	25,83±0,06 ^c
Çalıçilek	21,72±0,05 ^c	20,20±0,06 ^c	22,15±0,02 ^d	18,67±0,77 ^d	20,85±0,23 ^e	21,27±0,02 ^d	21,30±0,01 ^e	25,41±0,43 ^c
Galdirik	28,61±0,31 ^a	29,12±1,27 ^{ab}	29,74±0,12 ^a	29,54±0,80 ^{ab}	27,14±0,10 ^c	28,76±0,29 ^b	29,16±0,10 ^b	34,12±0,82 ^a
Sakarca	27,58±0,36 ^{ab}	27,88±0,18 ^b	27,82±0,18 ^b	27,20±0,01 ^{bc}	26,79±0,07 ^c	26,35±0,17 ^{bc}	26,03±0,03 ^c	30,26±0,38 ^b
Hırnık	28,45±0,07 ^a	31,62±0,01 ^a	30,46±0,15 ^a	29,50±0,80 ^{ab}	29,40±0,08 ^a	28,33±0,13 ^b	29,07±0,05 ^b	33,79±0,30 ^a
Kroma değeri								
Kontrol	12,70±1,55 ^a	13,91±0,18 ^a	13,62±0,09 ^a	17,06±0,34 ^a	11,09±0,07 ^c	14,51±0,65 ^a	14,23±0,01 ^a	28,18±0,73 ^a
Mendek	10,21±0,92 ^{ab}	7,47±0,01 ^b	10,82±0,74 ^b	10,94±0,32 ^b	11,10±0,01 ^c	10,48±0,08 ^b	10,78±0,17 ^c	14,67±2,25 ^b
Çalıçilek	7,77±0,05 ^b	6,38±0,08 ^b	8,34±0,03 ^c	4,63±0,32 ^c	7,22±0,22 ^d	7,61±0,04 ^c	7,52±0,01 ^d	14,66±1,69 ^b
Galdirik	12,93±0,24 ^a	13,41±1,44 ^a	13,91±0,07 ^a	13,91±0,95 ^{ab}	10,71±0,15 ^c	13,49±0,45 ^a	14,10±0,09 ^a	26,72±1,98 ^a
Sakarca	12,53±0,83 ^a	13,91±0,13 ^a	13,79±0,14 ^a	13,35±0,04 ^{ab}	13,10±0,06 ^b	12,76±0,17 ^a	12,24±0,02 ^b	20,05±0,52 ^{ab}
Hırnık	12,93±0,05 ^a	11,43±0,01 ^a	14,97±0,11 ^a	14,73±1,32 ^{ab}	14,13±0,04 ^a	13,07±0,18 ^a	14,01±0,04 ^a	25,54±0,40 ^a
Hue değeri								
Kontrol	99,89±0,50 ^a	99,59±0,04 ^a	100,12±0,21 ^a	94,55±0,29 ^{ab}	99,23±0,10 ^a	100,26±0,01 ^a	99,50±0,01 ^a	96,99±0,09 ^a
Mendek	95,07±0,38 ^d	86,97±0,03 ^d	90,56±0,28 ^d	90,31±0,01 ^b	90,49±0,02 ^d	89,67±0,05 ^d	88,85±0,31 ^d	87,22±0,64 ^c
Çalıçilek	86,35±0,13 ^e	81,99±0,02 ^e	87,39±0,13 ^e	73,94±2,75 ^e	83,10±0,05 ^e	85,40±0,02 ^e	84,81±0,08 ^e	86,27±0,92 ^c
Galdirik	97,28±0,13 ^{bc}	99,51±0,57 ^a	98,16±0,06 ^b	98,87±0,03 ^a	96,06±0,08 ^c	97,47±0,02 ^b	97,59±0,13 ^b	96,08±0,04 ^a
Sakarca	96,45±0,07 ^{cd}	93,77±0,15 ^c	94,72±0,14 ^c	93,04±0,01 ^{ab}	91,68±0,07 ^d	91,28±0,09 ^c	90,39±0,02 ^c	90,61±0,11 ^b
Hırnık	98,05±0,03 ^b	97,97±0,02 ^b	98,99±0,13 ^b	94,61±0,03 ^{ab}	97,42±0,04 ^b	97,62±0,22 ^b	97,15±0,04 ^b	94,99±0,24 ^a

^{a-c} Aynı sütundaki küçük harfler incelenen özellikler açısından yağ örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0,05).

Çizelge 8. Depolama bitiminde aromalandırılmış zeytinyağlarında tüketici beğeni skorları

Table 8. Consumer scores of aromatized virgin olive oil at the end of storage

Özellik	Kontrol	Mendek katkı	Çalıçilek katkı	Galdirik katkı	Sakarca katkı	Hırnık katkı
Görünüş (p=0,020)	8,19±0,10 ^a	4,20±0,07 ^b	3,50±0,07 ^b	8,60±0,08 ^a	8,41±0,46 ^a	8,95±0,50 ^a
Renk (p=0,010)	7,01±0,25 ^b	3,10±0,07 ^c	2,07±0,07 ^c	8,51±0,20 ^a	7,60±0,70 ^{ab}	8,70±0,81 ^a
Koku (p=0,718)	7,20±0,19 ^b	4,81±0,10 ^c	5,50±0,05 ^c	7,74±0,11 ^a	7,10±0,96 ^{ab}	7,95±0,17 ^a
Tat/Lezzet (p=0,000)	7,58±0,09 ^b	4,30±0,11 ^c	3,17±0,10 ^d	6,42±0,13 ^{bc}	8,56±0,46 ^a	8,10±0,50 ^a

^{a-c} Aynı sütundaki küçük harfler incelenen özellikler açısından yağ örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0,05).

Sonuçlar ve Öneriler

Beş farklı yöresel bitkiyle aromalandırılmış zeytinyağlarının 150 gün boyunca depolanması süresince, kullanılan tüm bitkilerin yağın fenolik madde ve pigment içeriğinde artan bir trende neden olduğu, serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerinin ise ilgili tebliğde belirtilen üst limitleri aşmadıkları sonucuna varılmıştır. İlave edilen tüm bitkiler arasında, özellikle çalıçilekle aromalandırmanın, zeytinyağında çok daha düşük serbest asitlik ve peroksit değerlerinin ölçülmesine yol açtığı, mendek ve hırnıkla aromalandırmanın da depolama süresince peroksit sayısındaki artışı indüklediği sonucuna ulaşılmıştır. Aromalandırmanın zeytinyağlarının tüketici kabulünde önem taşıyan renk, koku hatta lezzet algısı üzerinde de pozitif etki sağladığı ve tüketici tarafından kontrole kıyasla daha yüksek duyuşal skorlara sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, aromalandırılmış zeytinyağlarının stabilite, fenolik bileşenler ve duyuşal açıdan literatürde ve ilgili tebliğ de kabul görebilecek değerlere sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Kaynaklar

Akçar HH, Gümüşkesen AS. 2012. Çeşnili zeytinyağlarının kalite kriterlerinin belirlenmesi. GIDA, 37 (6): 333-340.

Akçin ÖE, Kandemir N, Akçin Y. 2004. A morphological and anatomical study on a medicinal and edible plant *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don (Boraginaceae) in the Black Sea Region. Turkish Journal of Botany, 28(4): 435-442.

Al-Farsi M, Alasalvar C, Morris A, Baron M, Shahidi F. 2005. Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(19): 7592-7599. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf050579q>

AOCS. 2003. Firestone D (editor). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society. 5th ed. Champaign, IL: American Oil Chemist's Society (AOCS). ISBN 0935315977 (print).

Aguilera MP, Beltrán G, Ortega D, Fernández A, Jiménez A, Uceda M. 2005. Characterisation of virgin olive oil of Italian olive cultivars: Frantoio' and Leccino', grown in Andalusia. Food Chemistry, 89(3): 387-391. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.046>

Apaydın E, Yolcu M. 2017. Giresun yöresine ait sakarca (*Ornithogalum umbellatum* L.) bitkisinde toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve iyon kromatografik anyon-katyon içeriklerinin tayinleri. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 7(2): 152-160.

- Arslandoğlu F, Yalçın T. 2009. The consumption of some plants gathered from nature in Eastern Black Sea Region. VIII Field Crops Congress, Hatay, Turkey, 19-22 September 2009, pp. 2469-253.
- Aydeniz B, Güneşer O, Yılmaz E. 2014. Physico-chemical, sensory and aromatic properties of cold press produced safflower oil. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 91: 99-110. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-013-2355-4>
- Boskou D, Blekas G, Tsimidou M. 2006. Olive Oil Composition. In: Boskou D (editor). *Olive Oil: Chemistry And Technology*. MA: Academic Press and AOCS Press, pp. 41-72. ISBN: 9781893997882 (print), ISBN: 9780128043547 (online)
- Caponio F, Durante V, Varva G, Silletti R, Previtali MA, Viggiani I, Baiano A. 2016. Effect of infusion of spices into the oil vs. combined malaxation of olive paste and spices on quality of naturally flavoured virgin olive oils. *Food Chemistry*, 202: 221-228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.005>
- Ceylan F, Yücel E. 2015. Düzce ve çevresinde gıda olarak tüketilen yabancı bitkilerin tüketim biçimleri ve besin ögesi değerleri. *Afyon Kocatepe University Journal of Science & Engineering*, 15(3).
- Chotimarkorn C, Benjakul S, Silalai N. 2008. Antioxidative effects of rice bran extracts on refined tuna oil during storage. *Food Research International*, 41: 616-622. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.04.002>
- Condelli N, Caruso MC, Galgano F, Russo D, Milella L, Favati F. 2015. Prediction of the antioxidant activity of extra virgin olive oils produced in the Mediterranean area. *Food Chemistry*, 177: 233-239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.001>
- Demir E, Sürmen B, Harun Ö, Kutbay HG. 2017. Salıpazarı ve çevresinde (Samsun/Türkiye) doğal olarak yetişen bitkilerin etnobotanik özellikleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2): 68-78.
- Demirkol M, Çelik ÖF, Tarakçı Z. 2017. Ordu ilinde yetişen sakarca (*Ornithogalum umbellatum*) bitkisinin antibakteriyel aktivitesi ve toplam fenolik madde içeriği. *ordu üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2): 312-318.
- Franke S, Fröhlich K, Werner S, Böhm V, Schöne F. 2010. Analysis of carotenoids and vitamin E in selected oilseeds, press cakes and oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(10): 1122-1129. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900251>
- Güder A, Gür M, Engin MS. 2015. Antidiabetic and antioxidant properties of bilberry (*Vaccinium myrtillus* linn.) fruit and their chemical composition. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(2): 387-400.
- Giuffrida D, Salvo F, Salvo A, La Pera L, Dugo G. 2007. Pigments composition in monovarietal virgin olive oils from various sicilian olive varieties. *Food chemistry*, 101(2): 833-837. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.030>
- Giuliani A, Cerretani L, Cichelli A. 2011. Chlorophylls in olive and in olive oil: chemistry and occurrences. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 51(7): 678-690. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408391003768199>
- Gutiérrez-Rosales F, Garrido-Fernández J, Gallardo-Guerrero L, Gandul-Rojas B, Minguez-Mosquera MI. 1992. Action of chlorophylls on the stability of virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 69(9): 866-871. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02636334>
- International Standardization Organization (ISO), 2000. ISO 6320:2000. Animal and Vegetable Fats and Oils. Determination of Refractive Index. Geneva, ISO.
- Iqdiq BM, Mostafa H, Goodrich-Schneider R, Baker GL, Welt B, Marshall MR. 2018. High power ultrasound: impact on olive paste temperature, malaxation time, extraction efficiency, and characteristics of extra virgin olive oil. *Food and Bioprocess Technology*, 11(3): 634-644. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-017-2035-8>
- Inarejos-García AM, Gómez-Rico A, Salvador MD, Fregapane G. 2009. Influence of malaxation conditions on virgin olive oil yield, overall quality and composition. *European Food Research and Technology*, 228(4): 671-677. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-008-0977-9>
- Karakurt H, Aslantaş R. 2008. Bitki renk maddelerinin (pigmentler) oluşum ve değişim fizyolojisi. *Alatırım*, 7(2): 34-41.
- Kotsiou K, Tasioula-Margari M. 2016. Monitoring the phenolic compounds of Greek extra-virgin olive oils during storage. *Food Chemistry*, 200: 255-262. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.090>
- Köseoğlu O. 2013. Ege Bölgesinde Yetiştirilen Başlıca Zeytin Çeşitlerinden (Ayvalık, Memecik) Elde Edilen Yağların Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etki Eden Bileşenlerin Zeytinyağlarının Raf Ömrüne Etkileri. MSc Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Cukurova University, İzmir, Turkey.
- Lanfer-Marquez UM, Barros RM, Sinnecker P. 2005. Antioxidant activity of chlorophylls and their derivatives. *Food Research International*, 38(8-9): 885-891. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.02.012>
- Luna-Guevara ML, Luna-Guevara JJ, Hernández-Carranza P, Ruiz-Espinosa H, Ochoa-Velasco CE. 2018. Phenolic Compounds: A Good Choice Against Chronic Degenerative Diseases. In: Rahman A (editor). ISBN: 9780444636010 (print) ISBN: 9780444636096 (Online)
- Minitab, Minitab 16.1.1. 2010. Statistical Software. Minitab, Inc., State College, Pennsylvania, USA.
- Morelló JR, Motilva MJ, Tovar MJ, Romero MP. 2004. Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chemistry*, 85(3): 357-364. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.07.012>
- Onaga L. 2001. Cashing in on nature's pharmacy. *EMBO reports*, 2(4): 263-265. DOI: <https://doi.org/10.1093/embo-reports/kve077>
- Pires TC, Caleja C, Santos-Buelga C, Barros L, Ferreira IC. 2020. *Vaccinium myrtillus* L. fruits as a novel source of phenolic compounds with health benefits and industrial applications-a review. *Current Pharmaceutical Design*, 26(16), 1917-1928. DOI: <https://doi.org/10.2174/1381612826666200317132507>
- Ranalli A, Cabras P, Iannucci E, Contento S. 2001. Lipochromes, vitamins, aromas and other components of virgin olive oil are affected by processing technology. *Food Chemistry*, 73(4): 445-451. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00328-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00328-9)
- Rauf A, Uddin G, Patel S, Khan A, Halim SA, Bawazeer S, Ahmad K, Muhammad N, Mubarak MS. 2017. Diospyros, an under-utilized, multi-purpose plant genus: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 91: 714-730. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.05.012>
- Renda G, Özel A., Turumtay EA, Barut B, Korkmaz B, Ayvaz MÇ, Demir A. 2018. Comparison of phenolic profiles and antioxidant activity of three *Ornithogalum* L. species. *Turkish Journal of Biochemistry*, 44(3): 299-306.
- Rodriguez-Amaya DB, Kimura M. 2004. Harvest Plus handbook for carotenoid analysis (Vol. 2). Washington: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Sacchi R, Della Medaglia D, Paduano A, Caporaso N, Genovese A. 2017. Characterisation of lemon-flavoured olive oils. *LWT-Food Science and Technology*, 79: 326-332. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.025>
- Saraç DU, Özkan ZC, Akbulut S. 2013. Ethnobotanic features of Rize/Turkey province. *Biological Diversity and Conservation*, 6(3): 57-66.
- Sekeroglu N, Ozkutlu F, Deveci M, Dede O, Yılmaz N. 2006. Evaluation of some wild plants aspect of their nutritional values used as vegetable in eastern Black Sea region of Turkey. *Asian Journal of Plant Sciences*. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajps.2006.185.189>

- SPSS, SPSS Professional Statistics 10.1. 1994. SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
- Stefanovic O, Comic L, Stanojevic D, Sukdolaks S. 2009. Antibacterial activity of *Aegopodium podagraria* L. extracts and interaction between extracts and antibiotics. Turkish Journal of Biology, 33(2): 145-150.
- TGK. 2017. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, Tebliğ No: 2017/26, 17 Eylül 2017, Ankara.
- Topaloğlu E, Öztürk M, Ustaömer D, Serdar B. 2019. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı meyve ağaçlarının odun anatomisi özellikleri ve kâğıt üretimi açısından değerlendirilmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6(2): 142-151.
- Tsimidou MZ. (2006). Olive oil quality. In: Boskou D (editor). Olive Oil: Chemistry and Technology. MA: Academic Press and AOCS Press, pp. 93-111. ISBN: 9781893997882 (print), ISBN: 9780128043547 (online)
- Uddin G, Rauf A, Siddiqui BS, Muhammad N, Khan A, Shah SUA. 2014. Anti-nociceptive, anti-inflammatory and sedative activities of the extracts and chemical constituents of *Diospyros lotus* L. Phytomedicine, 21(7): 954-959. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2014.03.001>
- Uzun E, Sariyar G, Adsersen A, Karakoc B, Ötük G, Oktayoglu E, Pirildar S. 2004. Traditional medicine in Sakarya province (Turkey) and antimicrobial activities of selected species. Journal of Ethnopharmacology, 95(2-3): 287-296. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.07.013>
- Vernon LP. 1960. Spectrophotometric determination of chlorophylls and pheophytins in plant extracts. Analytical Chemistry, 32(9): 1144-1150. DOI: <https://doi.org/10.1021/ac60165a029>
- Zeitouny J. 2007. Wild Edible Plant Consumption and Age-Related Cataracts in a Rural Lebanese Elderly Population: A Case Control Study (Doctoral dissertation, McGill University, School of Dietetics and Human Nutrition, Montreal, QC, Canada).