

Bazı Yerli Zeytin Çeşitlerinin Edremit Körfezi Ekolojik Koşullarında Olgunluk Süresince Uçucu Bileşiklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi

Mehmet Ali GÜNDOĞDU^{1*}, Kenan KAYNAŞ², Murat ŞEKER³

¹Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale; ORCID: 0000-0002-5802-5505

²Prof. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl., Çanakkale; ORCID: 0000-0002-5925-721X

³Prof. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl., Çanakkale; ORCID: 0000-0002-6886-0547

ÖZ

Bu araştırma; Türkiye’de önemli düzeyde yetiştiriciliği yapılan 2 önemli (Ayvalık ve Gemlik), zeytin çeşidinin Edremit Körfezi ekolojik koşullarında olgunluk süresince uçucu bileşenlerindeki değişimlerin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, 2 yıl süresince (2014 ve 2015 yıllarında) Edremit Zeytincilik Üretim İstasyonu Müdürlüğü Gömeç Koleksiyon Bahçesi’nden 15.09.2014-21.12.2015 tarihleri arasında 10 gün arayla 10 defa hasat yapılmıştır. Her hasat döneminde her çeşitten 300 adet zeytin meyvesi alınmış ve hasat edilen meyve örnekleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarına getirilmiştir. Örneklerin her hasat döneminde olgunluk indeksi belirlenmiş ardından uçucu bileşenlerinin tanımlanması amacıyla ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda her iki zeytin çeşidinde de olgunluk ilerledikçe aldehit oranlarının azaldığı; alkol, ester, hidrokarbon ve keton oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca her iki çeşidin tüm dönemlerinde en yüksek oranda belirlenen uçucu bileşenlerin ise aldehitler grubundan E-2-hekzenal ve hekzenal bileşikler olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Olea europaea* L., aroma, olgunluk indeksi, Ayvalık, Gemlik

Determination of Changes in Volatile Compounds of Some Domestic Olive Varieties during Maturity in Edremit Gulf Ecological Conditions

ABSTRACT

This research was carried out to determine the changes in the volatile compounds of 2 important olive cultivars (Ayvalık and Gemlik), cultivated at an important ratio in Turkey, during maturity under the ecological conditions of Edremit Gulf. Within this scope, harvests were made 10 times from Edremit Olive Cultivation Station Gomec Collection Orchard between 15.09.2014 and 21.12.2015 at 10 days intervals in 2014 and 2015. Samples were collected of 300 fruits in each period for each cultivar. The collected fruit samples were brought to the laboratory of Canakkale Onsekiz Mart University Faculty of Agriculture Department of Horticulture. The maturity index of the samples was determined in each harvest period and then subjected to extraction process in order to identify the volatile components. As a result of the study, it was determined that aldehyde ratios decreased as ripeness progressed in both olive cultivars; alcohol, ester, hydrocarbon and ketone ratios increased. In addition, it was determined that the volatile components determined at the highest rate in all periods of both varieties were E-2-hexenal and hexenal compounds from the aldehydes group.

Keywords: *Olea europaea* L., aroma, maturity index, Ayvalık, Gemlik

GİRİŞ

Zeytin, tarih boyunca Akdeniz çevresindeki ülkelerde dostluk ve barışın bir sembolü olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, insan refahının temel kaynaklarından biri olarak önemli bir rol oynamıştır. Zeytinin kültüre alınmış tarihçesi oldukça köklüdür, yaklaşık 6000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Bu muazzam geçmişle, zeytin ağacı, yazının icadından önce bile insanlar tarafından yetiştirilmeye başlanmıştır. Tarih öncesi dönemlerden bu yana insan beslenmesinde ve sağlığında önemli bir yeri olan zeytin, Akdeniz ve Anadolu medeniyetlerinin sosyal,

kültürel ve ekonomik alanlarında sürekli olarak bulunmuştur. Bu, zeytinin tarihsel derinliği ve önemi hakkında vurgulanan önemli bir kanıttır.

Zeytinin anavatanı konusu tarihçiler arasında birçok görüş ayrılığına neden olsa da, araştırmalar sonucunda zeytinin kökeninin Anadolu, yani günümüzdeki adıyla Türkiye’nin olduğu bilinmektedir [1]. Özellikle Güneydoğu Anadolu bölgemizde bulunan Hatay, Mardin ve Maraş illerinin oluşturduğu üçgen, zeytinin gen merkezlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Zeytin daha sonra tüm Akdeniz havzasına yayılmış ve hatta Amerika gibi

*Sorumlu yazar / Corresponding author: magundogdu@comu.edu.tr

geniş bölgelere dahi yayılarak önemli bir ekonomik gelir kaynağı haline gelmiştir.

Bu nedenle, zeytinin tarihsel ve kültürel değeri, insanlık için sadece bir besin kaynağı olmanın ötesine geçmektedir. Aynı zamanda bu değerli ürün, Akdeniz ve Anadolu medeniyetlerinin zengin mirasının bir parçasıdır ve dünya çapında birçok insanın sağlıklı beslenmesine katkı sağlamıştır. Bu nedenle zeytin, tarih boyunca insanlar için sadece bir yiyecek değil, aynı zamanda bir sembol olmuş ve bu günümüzde de devam etmektedir.

Zeytin meyvesinin olgunlaşma süreci, meyve içinde birçok organik bileşiğin sentezlenmesine ve biyokimyasal ve fizikokimyasal değişimlere yol açar. Bu süreçlerden biri, trigliserit sentezi olarak adlandırılan ve yağ içeriğinin artmasına neden olan süreçtir. Ancak, zeytin meyvesinde sürekli bir yağ artışı gözlemlense dahi, yağ oluşumu ve birikimi belirli bir aşamada duraklar ve zeytinin toplam yağ miktarı sabit kalır [2].

Ülkemizde zeytin yetiştirilen her bölge, il ve yörede farklı zeytin çeşitleri ve hatta tipleri bulunmaktadır. Her genotipin kendine özgü özellikleri vardır. Bu durum ise elde edilen zeytinyağlarının duyu analizlerini ve aromalarını farklı kılar.

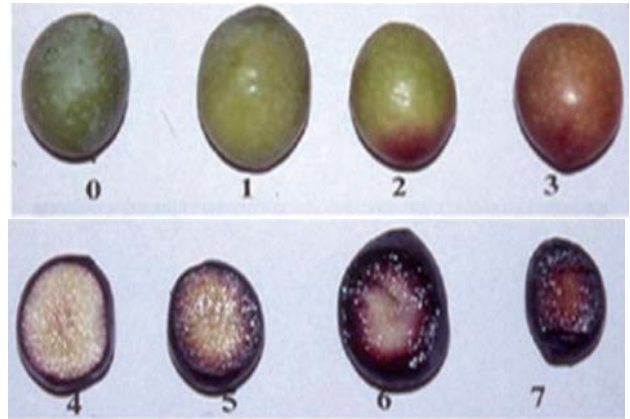
Zeytin ve zeytinyağında bulunan minör bileşenler ve bunların çeşitliliği ve konsantrasyonları, yağın kalitesi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu bileşenlerin miktarları, çeşitli faktörlerin etkisi altında değişiklik gösterebilir, bunlar arasında zeytin çeşidi, iklimsel farklılıklar, bakım koşulları, hasat olgunluğu, hasat ve sonrasında koşullar, zeytinyağı işleme ve zeytinyağının depolanması gibi unsurlar yer almaktadır. Zeytinyağında bulunan bu minör bileşenler, insan sağlığına olumlu katkılarda bulunmanın yanı sıra, yağın oksidasyon stabilitesini artırarak ve aromasını zenginleştirerek önemli bir etkiye sahiptir. Zeytinyağı aromasının biyosentezi, zeytin meyvesinin katkısının anlaşılmasının önemini vurgulamaktadır. Kaliteli zeytinyağının eşsiz lezzeti üzerinde etkili olan bu bileşenlerin ve onların oluşumunu etkileyen faktörlerin daha fazla araştırılmasına ihtiyaç vardır. Tüketici tarafından beğenilen ve tekrar satın alınan gıdalarda aromanın hissedilmesi, diğer kalite ölçütleri kadar önemli bir rol oynamaktadır.

Bu araştırma; Türkiye’de ve Kuzey Ege’de yetiştiriciliği yapılan en önemli iki zeytin çeşidinin (Ayvalık ve Gemlik) Edremit Körfezi ekolojik koşullarında olgunluk süresince uçucu bileşenlerindeki değişimlerin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada bitki materyalleri olarak; Edremit Zeytincilik Üretim İstasyonu Müdürlüğü Gömeç Koleksiyon Bahçesi’nden (EZÜİM-GKB) temin edilmiş olan Ayvalık ve Gemlik zeytin çeşitleri kullanılmıştır. Bu kapsamda, 2 yıl süresince (2014 ve 2015 yıllarında) 15.09.2014-21.12.2015 tarihleri arasında 10 gün aralıklarla 10 periyotta örnekler toplanmıştır. Tarihler ilk yıl için sırasıyla 15.09.2014, 25.09.2014, 08.10.2014, 20.10.2014, 30.10.2014, 10.11.2014, 20.11.2014, 01.12.2014, 11.12.2014 ve 22.12.2014; ve 2. yıl içinde sırasıyla 15.09.2015, 28.09.2015, 08.10.2015, 19.10.2015, 30.10.2015, 09.11.2015, 19.11.2015, 30.11.2015, 10.12.2015 ve 21.12.2015 şeklinde belirlenmiştir. Her örnekleme döneminde her iki çeşitten 6’şar ağaçtan ve ağaçların fizyolojik dengesini bozmayacak şekilde 300’er adet zeytin meyvesi alınmıştır. Hasat edilen meyve örnekleri ivedilikle Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarına getirilmiştir. Örneklerin her hasat döneminde olgunluk indeksi (O.İ.) belirlenmiş ardından uçucu bileşenlerinin tanımlanması amacıyla ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur.

100 adet zeytin 0 ila 7 arasında meyve kabuk rengi ile meyve eti renginin esas alındığı bir skalada derecelendirilmiştir. Her çeşit için 3 tekerrürlü olarak rastgele alınan 100 adet meyvede Uluslararası Zeytinyağı Konseyi’nin öngördüğü yöntemle belirlenmiştir [3]. Bu yöntemde Şekil 1’de gösterilen meyve kabuk rengi ile meyve eti rengi skalası referans alınarak derecelendirilen zeytinlerin sayıları aşağıdaki formüle yerleştirilerek olgunluk indeksi hesaplanmıştır.



Şekil 1. Zeytin meyvelerinin olgunluk indeksinin hesaplanmasında kullanılan renk skalası*

Olgunluk İndeksi = [(0 × n0) + (1 × n1) + (2 × n2) + ... (7 × n7)] / (Toplam Zeytin Adedi). Burada: n0, n1, n2, ..., n7 Şekil 1’de gösterilen 8 kategorinin her

birine ait zeytin adedidir. Bu kapsamda her iki çeşidin de 2014 ve 2015 yıllarında hasat tarihleri ve olgunluk indeksleri Çizelge 1 ve Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Ayvalık zeytin çeşidinin hasat dönemleri ve olgunluk indeksleri

Ayvalık Çeşidi Hasat Dönemleri	2014 ¹	2015 ²	Ortalama
1. Dönem	0,80 h ³	0,97 d	0,88 g
2. Dönem	1,35 g	1,47 d	1,41 g
3. Dönem	2,27 f	2,54 c	2,40 f
4. Dönem	2,48 ef	2,93 bc	2,71 ef
5. Dönem	2,69 e	3,28 bc	2,98 d-f
6. Dönem	3,11 d	3,50 b	3,31 de
7. Dönem	3,38 cd	3,66 b	3,52 cd
8. Dönem	3,68 c	4,52 a	4,10 bc
9. Dönem	4,08 b	5,03 a	4,56 ab
10. Dönem	4,83 a	5,35 a	5,09 a
MSD (p<0,01) ⁴	0,3452	0,8252	0,7412

¹1. Dönem: 15.09.2014; 2. Dönem: 25.09.2014; 3. Dönem: 08.10.2014; 4. Dönem: 20.10.2014; 5. Dönem: 30.10.2014; 6. Dönem: 10.11.2014; 7. Dönem: 20.11.2014; 8. Dönem 01.12.2014; 9. Dönem: 11.12.2014; 10. Dönem: 22.12.2014.

²1. Dönem: 15.09.2015; 2. Dönem: 28.09.2015; 3. Dönem: 08.10.2015; 4. Dönem: 19.10.2015; 5. Dönem: 30.10.2015; 6. Dönem: 09.11.2015; 7. Dönem: 19.11.2015; 8. Dönem 30.11.2015; 9. Dönem: 10.12.2015; 10. Dönem: 21.12.2015.

³Tukey çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (TUKEY p<0,01).

⁴MSD: Minimum Önemli Fark.

Çizelge 2. Gemlik zeytin çeşidinin hasat dönemleri ve olgunluk indeksleri

Gemlik Çeşidi Hasat Dönemleri	2014 ¹	2015 ²	Ortalama
1. Dönem ^{1,2}	0,34 g ³	0,72 g	0,53 f
2. Dönem	1,53 f	2,46 f	2,00 ef
3. Dönem	2,08 ef	3,98 e	3,04 de
4. Dönem	2,42 e	4,67 de	3,54 c-e
5. Dönem	3,52 d	4,88 cd	4,20 b-d
6. Dönem	4,17 cd	5,28 b-d	4,73 a-c
7. Dönem	4,43 bc	5,54 bc	4,99 a-c
8. Dönem	5,03 ab	5,95 ab	5,49 ab
9. Dönem	5,29 a	6,27 a	5,78 ab
10. Dönem	5,50 a	6,43 a	5,97 a
MSD (p<0,01) ⁴	0,6768	0,6986	1,6365

¹1. Dönem: 15.09.2014; 2. Dönem: 25.09.2014; 3. Dönem: 08.10.2014; 4. Dönem: 20.10.2014; 5. Dönem: 30.10.2014; 6. Dönem: 10.11.2014; 7. Dönem: 20.11.2014; 8. Dönem 01.12.2014; 9. Dönem: 11.12.2014; 10. Dönem: 22.12.2014.

²1. Dönem: 15.09.2015; 2. Dönem: 28.09.2015; 3. Dönem: 08.10.2015; 4. Dönem: 19.10.2015; 5. Dönem: 30.10.2015; 6. Dönem: 09.11.2015; 7. Dönem: 19.11.2015; 8. Dönem 30.11.2015; 9. Dönem: 10.12.2015; 10. Dönem: 21.12.2015.

³Tukey çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (TUKEY p<0,01).

⁴MSD: Minimum Önemli Fark.

Farklı olgunluk dönemlerinde toplanan zeytin çeşitlerine ait meyvelerde aromatik bileşenlerin oranı Gündoğdu ve Şeker [4] bildirdikleri yöntem ile belirlenmiştir.

Örneklerin analize hazırlanması (ekstraksiyon) aşamasında homojenizatör ile püre haline getirilen zeytinlerden 50g örnek erlenmayer içinde 100 ml dietil eter çözgeni ile muamele edilmiş ve çözücü 1

ml’ye santrifüj ve konsantratör yardımıyla derişikleştirilmiştir.

Ekstraksiyon sonrasında viallere alınan örneklerin aroma pikleri Shimadzu® marka GC/MS cihazıyla saptanmış, Nist ve Wiley kütüphaneleri ile tanımlanmıştır. Aroma profillerinin belirlenmesinde GC/MS cihazında helyum aktif faz ile Agilent® marka DB-WAX polietilen glikol (PEG) kolon (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm) pasif fazı kullanılmıştır. Aroma profillerinin belirlenmesinde 280°C enjeksiyon sıcaklığında 1:50 split enjeksiyon modu kullanılarak 250°C iyon sıcaklığı ve 230°C interfaz sıcaklığında detektörde 40-350 amu (m/z), 666 amu/sn ve 70eV iyonizasyon sıcaklığında tanımlanmıştır. Fırın sıcaklık programında ise enjekte edilen ekstraktlar başlangıçta 40°C’de 1 dakika bekledikten sonra 4°C/dk hız ile 60°C’de tekrar 1 dakika bekletilmiştir. Akabinde 4°C/dk hız ile 200°C’ye getirilmiş ve 2 dakika bekledikten sonra en sonunda 10°C/dk hız ile 250°C’de 10 dakika beklenerek nihayete erdirilmiştir. Toplam analiz süresi 59 dakika sürmüştür.

Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulan araştırmadan elde edilmiş olan veriler; ‘SAS® ver. 9.0’ istatistik paket programı kapsamında varyans analizine tabi tutulmuş, uygulamalara ait ortalama değerler TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre p<0,01 düzeyinde değerlendirilmiştir. Ayrıca; biplot grafiği, olgunluk indeksi ve aroma bileşik grupları ile hasat dönemleri arasındaki korelasyon değerleri kullanılarak Minitab® istatistik programı ile hazırlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında Ayvalık zeytin çeşidinin her iki yetiştirme sezonunda ve 10 olgunluk döneminde toplanan meyvelerinin uçucu bileşenler olarak toplam 14 adet aldehit, 23 adet alkol, 7 adet ester, 10 adet hidrokarbon, 6 adet keton ve 12 adet terpen olmak üzere toplam 72 adet bileşen saptanmıştır (Çizelge 3 ve Çizelge 4).

Çalışmada materyal olarak kullanılan bir diğer önemli çeşit olan Gemlik zeytin çeşidinde tanımlanan uçucu bileşikler ve bu bileşiklerdeki değişimler her hasat dönemi için izlenmiş ve 1. yıla ait bulgular Çizelge 5’de, 2. yıla ait bulgular ise Çizelge 6’da verilmiştir. Çalışma sonunda Gemlik çeşidinin her iki yetiştirme sezonunda ve 10 farklı olgunluktaki meyvelerinde toplam 11 adet aldehit, 9 adet alkol, 5 adet ester, 8 adet hidrokarbon, 5 adet keton ve 9 adet terpen olmak üzere toplam 47 adet bileşen saptanmıştır.

Çalışma kapsamında tespit edilen bileşikler ve oranları zeytin meyvesinin başlıca aroma bileşen

maddelerinin aldehitler ve alkoller grubunda bulunduğunu göstermektedir. Bununla beraber, Gemlik çeşidi meyvelerinin olgunluk indekslerinin düşük olduğu çalışmanın ilk dönemlerinde aldehit oranlarının çok daha yüksek olduğu olgunluk ilerledikçe alkol, ester, keton ve hidrokarbonların oranlarının arttığı buna karşın aldehit oranlarının azaldığı saptanmıştır. Terpenler ise olgunluk süresince bir süre artmış ancak O.İ. 3,5'i geçtikten sonra yani meyvenin kabuk rengini tamamlamak üzere olduğu dönemden sonra azalma göstermiştir. Kırılan [5], sızma zeytinyağının uçucu bileşenlerinin önemli bir kısmını alkollerin, esterlerin ve hidrokarbonların oluşturduğunu ve özellikle yüksek kaliteli zeytinyağlarında 6 karbonlu düz doymamış ve doymuş yapıda bulunan aldehitlerin etkili olduğunu belirtmiştir. Bu bileşenlerin linoleik asit (C18:2) ve linolenik asitlerden (C18:3) lipoksigenaz enziminin etkinliğiyle 9-hidroperoksitler ve 13-hidroperoksitlerin oluştuğunu, daha sonra 13-hidroperoksitler, hidroperoksit liyaz enzimiyle 6 karbonlu aldehitlere dönüştüğünü belirtmiştir.

Çalışmanın 1. yılında farklı olgunlukta toplanan Ayvalık zeytin çeşidi meyvelerinin uçucu bileşenlerinin verildiği Çizelge 3 incelendiği takdirde aldehitlerin en önemli bileşen grubunu oluşturdukları ve toplam 14 adet aldehit bileşiğinin tanımlandığı görülmektedir. Aldehit grubu içinde hekzanal ve E-2-hekzenal bileşikleri çalışmanın kapsadığı 10 dönem boyunca en yüksek orana sahip bileşikler olmuştur. Meyvelerin olgunluk indeksinin düşük olduğu (O.İ. 0,80) ilk hasatta daha yüksek olan hekzanal (%49,57) ve E-2-hekzenal (%36,02) bileşikleri ve bunları takip eden toplam aldehit oranı (%90,67) olgunluk ilerledikçe azalmış ve son hasatta (O.İ. 4,83) hekzanal, E-2-hekzenal ve toplam aldehit oranları sırasıyla %19,67; %9,93 ve %36,51 olarak gerçekleşmiştir. Ayvalık çeşidinde olgunluk süresince her dönemde tespit edilen diğer aldehitler; Z-3-hekzenal (%4,29-1,02), 3-metil butanal (%0,47-1,19) ve 2,4 heksadienal (%0,32-1,97) bileşikleridir. Çalışma kapsamında tespit edilen diğer aldehitler ise, nonanal (%0,0-1,03), E-2-heptenal (%0,0-0,70), E-2-pentenal (%0,0-0,40) E-3-hekzenal (%0,0-0,40), 2-metil butanal (%0,0-0,88), pentanal (%0,0-0,17), oktanal (%0,0-0,32), undekanal (%0,0-0,10), 2,4-dekadienal (%0,0-0,11) bileşikleridir.

Ayvalık çeşidinde 2. yıl ise meyvelerde önceki yıla benzer olarak aynı uçucu bileşikleri saptanmış ve yine aldehitler en önemli grubu oluşturmuşlardır (Çizelge 4). Toplam 14 adet aldehit bileşeni içerisinde hekzanal ve E-2-hekzenal bileşiklerinin tüm olgunluklarda en yüksek orana sahip bileşikler olduğu saptanmıştır. Meyvelerin olgunluk indeksinin düşük olduğu (O.İ. 0,97) çalışmanın ilk haftasında

daha yüksek olan hekzanal (%48,90) ve E-2-hekzenal (%35,10) bileşikleri ve bunları takip eden toplam aldehit oranı (%89,13) olgunluk ilerledikçe azalmış ve son hasat döneminde (O.İ. 5,35) hekzanal, E-2-hekzenal ve toplam aldehit oranları sırasıyla %14,48; %8,06 ve %29,37 oranlarına düşmüştür. Ayvalık çeşidinde olgunluk süresince her dönemde tespit edilen diğer aldehitler; Z-3-hekzenal (%4,29-1,02), 3-metil butanal (%0,47-1,19), 2,4 heksadienal (%0,32-1,97) ve nonanal (%0,08-1,32) bileşikleridir. Çalışma kapsamında tespit edilen diğer aldehitler ise E-2-heptenal (%0,0-0,98), E-2-pentenal (%0,0-0,37) E-3-hekzenal (%0,0-1,44), 2-metil butanal (%0,0-1,25), pentanal (%0,0-0,25), oktanal (%0,0-0,10), undekanal (%0,0-0,10), 2,4-dekadienal (%0,0-0,10) bileşikleri olmuştur.

Çalışmanın 1. yılını oluşturan 2014-2015 yetiştirme sezonunda toplanan meyvelerin uçucu bileşiklerin değişimi incelendiğinde; Gemlik zeytin çeşidi meyvelerinde aldehitlerin en önemli uçucu bileşen grubunu oluşturduğu ve bu grup içinde toplam 11 adet aldehit bileşiği olduğu tespit edilmiştir. E-2-hekzenal ve hekzanal bileşikleri farklı olgunluk dönemlerinin tamamında en yüksek orana sahip bileşikler olmuştur. Meyvelerin olgunluk indeksinin düşük olduğu (O.İ. 0,34) ilk hasat döneminde daha yüksek olan E-2-hekzenal (%41,08) ve hekzanal (%33,19) bileşikleri ve bunları takip eden toplam aldehit oranı (%86,77) olgunluk ilerledikçe azalmış ve son hasatta (O.İ. 5,50) sırasıyla %19,19; %12,87 ve %36,04 oranlarına düşmüştür. Gemlik çeşidinde olgunluk süresince her dönemde tespit edilen diğer aldehitler; 2-metil butanal (%4,44-0,99), 3-metil butanal (%2,89-0,48), 2,4-heksadienal (%2,81-0,67) ve nonanal (%0,74-0,35) bileşikleridir. Çalışma kapsamında tespit edilen diğer aldehitler ise Z-2-nonanal (%0,0-1,03), E-3-hekzenal (%0,0-1,49), Oktanal (%0,0-0,85), E-2-pentenal (%0,0-0,22), E-2-heptenal (%0,0-0,08) bileşikleridir.

Gemlik çeşidinde çalışmanın 2. yılında ise yine aldehitler en önemli uçucu bileşik grubunu oluşturmakla birlikte ilk yıl saptanan bileşenlerden yalnızca E-2-pentenal bileşeni saptanamamıştır. E-2-hekzenal ve hekzanal bileşikleri çalışmanın kapsadığı 10 olgunluk döneminde de en yüksek orana sahip bileşikler olmuştur. Meyvelerin olgunluk indeksinin düşük olduğu (O.İ. 0,72) çalışmanın ilk haftasında daha yüksek olan E-2-hekzenal (%39,35) ve hekzanal (%31,77) bileşikleri ve bunları takip eden toplam aldehit oranı (%83,42) olgunluk ilerledikçe azalmış ve son hasat döneminde (O.İ. 6,43) sırasıyla %14,28; %8,69 ve %23,41 oranlarına düşmüştür. Bu yıl her dönemde tespit edilen tek diğer aldehit; nonanal (%0,21-0,85)'dir. Bu bileşik de olgunluk dönemlerine göre dalgalı bir değişim göstermiştir.

Tespit edilen diğer aldehit bileşenleri ise: 2-metil butanal, 3-metil butanal, 2,4-hekzadienal, Z-2-nonenal, E-3-hekzenal, oktanal ve E-2-pentenal'dir.

Kıralan [5], E-2-hekzenal ve hekzenal bileşiklerinin lipoksigenaz yolu ile linolenik ve linoleik asitten oluştuğunu ve en fazla erken hasat edilmiş zeytinlerin yağlarında bulunabileceğini açıklamıştır. Benzer şekilde Toker [6], Ayvalık çeşidinden yeşil, alacalı ve siyah olum dönemlerinde farklı yüksekliklerden elde ettikleri zeytinyağı örneklerinde majör uçucu bileşenlerinin E-hekzenal ile hekzenal bileşikler olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı renk dönümü olumunda E-2 hekzenal ve hekzenal miktarlarını sırasıyla 46,03 ppm ile 3,66 ppm olduğunu ve siyah olgunluğa doğru azaldıklarını 34,61 ppm ve 3,04 ppm'e düştüğünü, sonraki 2 yılda da paralel bulgular elde edildiğini açıklamıştır. Kara [7], Ayvalık çeşidinin yağında hekzenal içeriğini Ekim ayında %69,07, Kasım'da %62,00 ve Aralık'ta %45,20 olarak saptamış; Gemlik zeytin çeşidinde ise hekzenal içeriğinin olgunluk ilerledikçe önemli derecede azaldığını, E-2-hekzenal oranının ise %27,30 ile %48,82 arasında değiştiğini bildirmiştir. Baccouri vd. [8] ise, sulamanın hekzenal içeriğini arttırdığını bildirmiştir. Farklı kaynaklarda E-2-hekzenal bileşiğinin yeşil ve elma benzeri veya acı badem ve yeşil veya yeşil buruk hissi uyandırdığı, buna karşın hekzenal bileşiğinde ise düşük oranda olduğunda yeşil, tatlı, çimensi, yüksek oranda olduğunda ise yeşil bir duyusal algılama oluşturmaktadır bildirilmiştir [9, 10, 11].

Kıralan vd. [12], Antalya, Aydın, Balıkesir, Hatay ve Manisa illerinin ana zeytin üretim yörelerinden O.İ. 5 civarında hasat ettikleri Gemlik çeşidine ait yağların uçucu bileşiklerini incelemişler ve yörelere göre E-2-hekzenal oranını %43,81-58,15 arasında bulunduğunu, hekzenal oranını ise %13,89 ile %28,96 arasında değiştiğini, E-2-heptenal bileşiğinin ise yalnızca Antalya ve Manisa illerinden hasat edilen meyvelerin yağlarında tespit etmişlerdir. Kesen vd. [13], Gemlik çeşidinde 17 adet aldehit tespit etmiş ve en baskın bulunan aldehitin E-2-hekzenal ve hekzenal olduğunu belirtmişlerdir. Dağdelen vd. [14], Gemlik zeytin çeşidinin 5,97 O.İ.'ne sahip meyvelerinden elde ettikleri yağlarda E-2-hekzenal oranını %27,95,

hekzenal oranını %51,74, 2 metil butanal bileşiğini ise %3,42 oranında saptamışlardır.

Hekzenal ve trans-2-hekzenal (E-2-hekzenal) 6 karbonlu aldehitler kapsamında zeytinyağının ana aroma bileşenlerini oluşturmaktadır. Bununla birlikte daha stabil olan E-2-hekzenala izomeraz enzimiyle cis-3-hekzenal (Z-3-hekzenal)'in bir kısmı da dönüşebilmektedir. Olgunluğun ilerlemesiyle hekzenal, E-2-hekzenal ve Z-3-hekzenal; alkol dehidrogenaz enzimi yardımıyla alkol formları olan hekzenol, trans-2-hekzenol (E-2-hekzenol) ve cis-3-hekzenol (Z-3-hekzenol)'e dönüşmektedirler. Dönüşen alkoller ise alkol asetil transferaz enzimi ile sayesinde cis-3-hekzenil asetat (Z-3-hekzenil asetat) ve hekzil asetat esterleri üretilmektedir [15, 5]. Hekzenal, hekzenol ve hekzil asetat linoleik asitten, Z-3-hekzenal, E-2-hekzenal, E-2-hekzenol, Z-3-hekzenol ve Z-3-hekzenil asetat bileşikler ise linolenik asitten oluştuğu belirlenmiştir [16, 17].

Zeytinyağının aroma profilleri yukarıda açıklandığı üzere bir seri enzimatik aktiviteye bağlıdır. Bu enzimatik aktiviteler ise birçok faktörün etkisinde kalmaktadır. Bunlar; zeytinin yetiştirildiği yöre iklim ve toprak koşulları, zeytin çeşidi, yağa işlenmeden önce meyvenin fizyolojik durumu (olgunluk durumu), ağacın ürün durumu (var-yok yılı faktörü), hasat sonrası meyvenin maruz kaldığı koşullar (hasat sonrası meyvenin bekleme sıcaklığı ve süresi), zeytinyağına işlenirken uygulanan malaksasyon prosesi (bekleme süresi ve sıcaklığı), yağın çıkarıldığı proses ekipmanları, ekstraksiyon metodu ve depolama koşulları vb.'dir [15, 16, 17, 18, 19, 20, 8, 21]. Aynı çevre koşullarındaki farklı çeşitlerden elde edilen yağların uçucu bileşikler farklı olabildiği gibi farklı coğrafi bölgelerde yetişen aynı çeşitlerin de uçucu bileşikler farklı olabilmektedir [22]. Zeytin meyvesindeki lipoksigenaz aktivite seviyesinin, yağdaki uçucu fraksiyonun sentezinde önemli bir sınırlayıcı faktör olduğu ve bunun çeşide bağlı olduğu da belirtilmiştir [23]. Zeytinyağındaki uçucu bileşenlerin oluşumu ve kaliteyle ilişkisi hakkında Angerosa vd. [14], yaptıkları çalışmada, aynı olgunlaşma safhasında toplanan ve aynı ekstraksiyon prosesi koşullarının sağlandığı farklı zeytin çeşitlerindeki uçucu bileşen miktarlarının farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 3. Ayvalık zeytin çeşidinin 2014-2015 yetiştirme sezonuna ait meyvelerin uçucu bileşenlerinin olgunluk süresince gelişimi (%)

BİLEŞİKLER		DÖNEMLER									
		1 ¹	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aldehitler	Hekzenal	49,57	46,12	42,52	38,00	35,21	28,39	25,72	23,08	21,63	19,67
	E-2-Hekzenal	36,02	34,44	32,02	28,80	25,02	17,99	15,52	13,57	12,18	9,93
	Z-3-Hekzenal	4,29	3,99	2,82	2,30	2,12	1,77	1,54	1,35	1,24	1,02
	3 Metil Butanal	0,47	0,55	0,68	0,90	1,02	1,19	0,96	0,87	0,80	0,61
	2,4-Hekzadienal	0,32	0,59	0,70	0,95	1,08	1,34	1,39	1,47	1,63	1,97
	Nonanal	0,00	0,10	0,17	0,20	0,38	0,60	0,66	0,75	0,92	1,03

BİLEŞİKLER		DÖNEMLER									
		1'	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aldehitler	E-2-Heptenal	0,00	0,05	0,10	0,15	0,30	0,55	0,60	0,66	0,70	0,67
	E-2-Pentalenal	0,00	0,00	0,12	0,20	0,26	0,40	0,37	0,31	0,30	0,21
	E-3-Hekzenal	0,00	0,00	0,10	0,17	0,20	0,40	0,34	0,30	0,25	0,20
	2 Metil Butanal	0,00	0,00	0,10	0,16	0,20	0,22	0,29	0,40	0,61	0,88
	Pentalanal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,15	0,17	0,00	0,00
	Oktanal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,15	0,20	0,32
	Undekanal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,10	0,09	0,00	0,00
	2,4-Dekadienal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,10	0,09	0,00	0,00
Toplam Aldehitler	90,67	85,84	79,33	71,83	65,79	53,25	47,84	43,26	40,46	36,51	
Alkoller	1-Penten-3-ol	1,86	2,58	3,13	3,60	3,99	4,68	4,99	5,52	6,16	6,92
	E-2-Hekzenol	0,91	1,22	1,70	2,03	2,35	2,72	3,02	3,27	3,81	4,14
	3-Penten-2-ol	0,72	0,88	1,10	1,69	2,01	2,98	3,13	3,50	4,09	5,01
	Z-3-Hekzenol	0,10	0,15	0,35	0,55	0,89	1,25	1,70	1,97	2,21	2,96
	E-3-Hekzenol	0,10	0,15	0,32	0,45	0,67	1,19	1,70	2,08	2,52	2,88
	Hekzanol	0,00	0,00	0,15	0,27	0,31	0,60	0,73	0,81	0,95	1,19
	Z-2-Hekzenol	0,00	0,00	0,00	0,13	0,20	0,50	0,62	0,70	0,88	1,00
	Fenil Etanol	0,00	0,00	0,10	0,20	0,21	0,35	0,41	0,50	0,63	0,99
	2-Fenoksi Etanol	0,00	0,00	0,00	0,05	0,10	0,27	0,38	0,44	0,55	0,98
	E-2-Pentenol	0,00	0,00	0,20	0,25	0,30	0,44	0,55	0,67	0,82	0,99
	3-Metil-1-Butanol	0,00	0,00	0,11	0,18	0,22	0,43	0,49	0,67	0,79	0,91
	2-Metil-1-Butanol	0,00	0,00	0,00	0,10	0,15	0,38	0,41	0,62	0,78	0,90
	1-Okten-3-ol	0,00	0,00	0,00	0,20	0,25	0,35	0,38	0,49	0,62	1,07
	Z-2-Pentenol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,31	0,35	0,58	0,82
	1-Oktanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,36	0,40	0,50	0,69
	Farnesol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,16	0,22	0,30	0,30	0,00
	1-Heptanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,19	0,20	0,25	0,00
	1-Dekanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,14	0,18	0,22	0,30
	1-Heptadekanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,14	0,20	0,26	0,00
	1-Nonanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,12	0,20	0,00	0,00
1-Pentenol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,13	0,22	0,00	0,00	
2-Metil propanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,12	0,00	0,00	
Fenol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,15	0,20	0,00	0,00	
Toplam Alkoller	3,69	4,98	7,16	9,70	11,75	17,65	20,37	23,61	26,92	31,75	
Esterler	Hekzil asetat	0,10	0,39	0,60	0,85	1,05	1,32	1,67	1,81	2,29	2,89
	Etil asetat	0,10	0,33	0,66	0,95	1,02	1,27	1,65	1,89	2,32	3,01
	Linalil propionat	0,30	0,39	0,52	0,83	1,00	1,01	1,07	1,01	0,80	0,60
	Z-3-Hekzenil-asetat	0,00	0,33	0,45	0,55	0,85	1,00	1,12	1,35	1,63	1,99
	Etil-2-metil butanoat	0,00	0,00	0,00	0,40	0,45	0,52	0,55	0,69	0,90	1,11
	Etil hekzanoat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,17	0,25	0,30	0,37	0,48
	Sitronellil asetat	0,00	0,00	0,08	0,10	0,10	0,15	0,04	0,08	0,10	0,00
	Toplam Esterler	0,50	1,44	2,31	3,68	4,57	5,44	6,35	7,13	8,41	10,08
Hidrokarbonlar	3-Etil-1,5-octadien	0,26	0,47	0,71	0,96	1,10	1,50	1,96	2,08	2,69	2,87
	Etil benzen	0,00	0,05	0,10	0,20	0,32	0,60	0,71	0,73	0,80	1,13
	2-Etil furan	0,00	0,00	0,20	0,22	0,25	0,54	0,61	0,65	0,70	0,92
	2-Pentil furan	0,00	0,00	0,00	0,20	0,25	0,35	0,37	0,41	0,50	0,83
	Toluene	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,09	0,04	0,10	0,08	0,15
	p-Ksilen	0,00	0,00	0,00	0,10	0,12	0,25	0,28	0,30	0,33	0,62
	Dekan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,26	0,32	0,00	0,00
	Oktan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,16	0,17	0,00	0,00
	Nonan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,27	0,29	0,00	0,00
	Dodekan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,16	0,20	0,00	0,00
Toplam Hidrokarbonlar	0,26	0,52	1,01	1,73	2,15	4,00	4,82	5,25	5,10	6,52	
Ketonlar	1-Penten-3-on	1,13	1,95	2,63	3,00	3,77	4,50	4,85	5,28	5,93	6,51
	6-Metil-5-Hepten-2-on	0,00	0,00	0,20	0,32	0,40	0,45	0,44	0,42	0,45	0,52
	3-Hidroksi-2-Butanon	0,00	0,00	0,00	0,30	0,35	0,39	0,42	0,50	0,80	1,02
	3-Pentanon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,18	0,20	0,32	0,48
	2-Heptanon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,14	0,15	0,21	0,30
	1-Okten-3-on	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,14	0,15	0,19	0,00
	Toplam Ketonlar	1,13	1,95	2,83	3,62	4,52	5,74	6,17	6,70	7,90	8,83
Terpenler	Limonen	0,98	1,49	2,12	2,59	3,01	3,50	3,53	2,96	2,52	1,89
	β -Seski Fellendren	0,81	0,98	1,14	1,34	1,49	2,08	2,09	2,10	2,03	1,84
	E- β -Farnesen	0,71	0,85	1,00	1,38	1,60	1,63	1,77	1,84	1,21	0,33
	α -Farnesen	0,45	0,58	0,79	0,97	1,34	1,54	1,70	1,79	1,08	0,47
	E- β -osimen	0,40	0,49	0,60	0,85	1,01	1,41	1,68	1,77	1,05	0,51
	α -Pinen	0,40	0,51	0,70	0,95	1,10	1,16	1,11	1,07	0,90	0,44
	Allosimen	0,00	0,17	0,25	0,41	0,55	0,88	0,90	0,93	0,89	0,46
	α -Kopaen	0,00	0,00	0,20	0,25	0,27	0,49	0,51	0,50	0,60	0,17
	α -Linalool	0,00	0,10	0,22	0,31	0,40	0,52	0,46	0,41	0,30	0,11
	α -Zingiberen	0,00	0,10	0,25	0,30	0,35	0,48	0,45	0,40	0,30	0,09
α -Bergamoten	0,00	0,00	0,09	0,09	0,10	0,11	0,10	0,13	0,17	0,00	

BİLEŞİKLER	DÖNEMLER									
	1 ¹	2	3	4	5	6	7	8	9	10
β-Siklositral	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,15	0,15	0,16	0,00
Toplam Terpenler	3,75	5,27	7,36	9,44	11,22	13,92	14,45	14,05	11,21	6,31
TOPLAM ORAN	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹1. Dönem: 15.09.2014; 2. Dönem: 25.09.2014; 3. Dönem: 08.10.2014; 4. Dönem: 20.10.2014; 5. Dönem: 30.10.2014; 6. Dönem: 10.11.2014; 7. Dönem: 20.11.2014; 8. Dönem 01.12.2014; 9. Dönem: 11.12.2014; 10. Dönem: 22.12.2014.

Çizelge 4. Ayvalık zeytin çeşidinin 2015-2016 yetiştirme sezonuna ait meyvelerin uçucu bileşenlerinin olgunluk süresince gelişimi (%)

BİLEŞİKLER	DÖNEMLER										
	1 ¹	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Aldehitler	Hekzanal	48,90	45,03	36,98	31,15	26,33	24,22	22,66	20,05	17,11	14,48
	E-2-Hekzanal	35,10	33,81	27,07	20,88	16,43	14,10	13,23	10,37	9,39	8,06
	Z-3-Hekzanal	4,15	3,33	2,22	1,90	1,62	1,45	1,33	0,99	0,87	0,55
	3 Metil Butanal	0,50	0,55	0,94	1,14	1,00	0,95	0,82	0,65	0,51	0,33
	2,4-Hekzadienal	0,40	0,59	0,99	1,25	1,40	1,45	1,53	1,92	2,15	2,40
	Nonanal	0,08	0,15	0,27	0,52	0,65	0,70	0,77	0,99	1,15	1,32
	E-2-Heptenal	0,00	0,80	0,22	0,47	0,58	0,65	0,70	0,74	0,85	0,98
	E-2-Pental	0,00	0,00	0,25	0,35	0,37	0,35	0,30	0,25	0,00	0,00
	E-3-Hekzanal	0,00	0,00	0,20	0,30	0,44	0,35	0,41	0,20	0,15	0,00
	2 Metil Butanal	0,00	0,00	0,20	0,20	0,26	0,35	0,40	0,80	1,00	1,25
	Pentanal	0,00	0,00	0,00	0,10	0,13	0,15	0,17	0,20	0,25	0,00
	Oktanal	0,00	0,00	0,00	0,05	0,10	0,15	0,10	0,08	0,00	0,00
	Undekanal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,4-Dekadienal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam Aldehitler	89,13	84,26	69,34	58,31	49,51	44,97	42,42	37,24	33,43	29,37	
Alkoller	1-Penten-3-ol	1,99	2,75	3,71	4,40	4,90	5,25	5,55	6,14	6,91	7,32
	E-2-Hekzenol	0,99	1,22	2,11	2,60	2,95	3,07	3,33	3,92	4,15	4,44
	3-Penten-2-ol	0,77	0,88	1,80	2,70	3,10	3,40	3,52	4,65	5,09	5,36
	Z-3-Hekzenol	0,19	0,22	0,63	1,11	1,52	1,85	2,00	2,50	3,11	3,52
	E-3-Hekzenol	0,17	0,20	0,52	1,00	1,50	2,00	2,15	2,70	3,25	3,74
	Hekzanol	0,00	0,00	0,30	0,49	0,70	0,75	0,85	1,11	1,32	1,53
	Z-2-Hekzenol	0,00	0,00	0,15	0,40	0,60	0,68	0,75	0,95	1,23	1,49
	Fenil Etanol	0,00	0,00	0,20	0,30	0,40	0,45	0,50	0,90	1,05	1,30
	2-Fenoksi Etanol	0,00	0,00	0,10	0,20	0,35	0,40	0,52	0,90	1,25	1,38
	E-2-Pentenol	0,00	0,00	0,25	0,40	0,51	0,60	0,67	0,90	1,05	1,18
	3-Metil-1-Butanol	0,00	0,00	0,20	0,35	0,45	0,65	0,70	0,86	1,01	1,20
	2-Metil-1-Butanol	0,00	0,00	0,10	0,30	0,40	0,55	0,62	0,85	1,05	1,22
	1-Okten-3-ol	0,00	0,00	0,20	0,30	0,36	0,45	0,52	0,99	1,23	1,39
	Z-2-Pentenol	0,00	0,00	0,10	0,20	0,30	0,35	0,39	0,75	0,85	0,96
	1-Oktanol	0,00	0,00	0,10	0,20	0,35	0,40	0,46	0,65	0,75	0,87
	Farnesol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,25	0,30	0,33	0,45	0,59
	1-Heptanol	0,00	0,00	0,10	0,10	0,15	0,20	0,25	0,33	0,40	0,52
	1-Dekanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,17	0,20	0,25	0,30	0,00
	1-Heptadekanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,00
	1-Nonanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,15	0,20	0,00	0,00	0,00
	1-Pentenol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,20	0,25	0,00	0,00	0,00
	2-Metil propanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,15	0,00	0,00	0,00
Fenol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,17	0,20	0,22	0,35	0,42	
Toplam Alkoller	4,11	5,27	10,57	15,05	19,48	22,27	24,28	30,15	35,10	38,43	
Esterler	Hekzil asetat	0,19	0,48	0,93	1,22	1,55	1,70	1,85	2,60	3,01	3,33
	Etil asetat	0,20	0,40	1,04	1,17	1,48	1,77	1,90	2,85	3,12	3,63
	Linalil propionat	0,31	0,45	0,92	1,01	1,05	1,00	0,90	0,66	0,00	0,00
	Z-3-Hekzenil-asetat	0,10	0,40	0,73	1,00	1,10	1,25	1,40	1,90	2,35	2,60
	Etil-2-metil butanoat	0,00	0,00	0,40	0,50	0,55	0,65	0,72	1,05	1,35	1,49
	Etil hekzanoat	0,00	0,00	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,50	0,62
	Sitronellil asetat	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam Esterler	0,80	1,73	4,12	5,15	6,03	6,72	7,07	9,41	10,33	11,67	
Hidrokarbonlar	3-Etil-1,5-octadien	0,30	0,47	1,00	1,30	1,80	2,00	2,11	2,83	3,01	3,33
	Etil benzen	0,00	0,90	0,25	0,50	0,65	0,70	0,75	1,01	1,19	1,31
	2-Etil furan	0,00	0,00	0,25	0,44	0,60	0,62	0,70	0,88	0,99	1,23
	2-Pentil furan	0,00	0,00	0,20	0,30	0,35	0,40	0,44	0,74	0,88	1,04
	Toluene	0,00	0,00	0,10	0,10	0,05	0,10	0,12	0,10	0,00	0,00
	p-Ksilen	0,00	0,00	0,10	0,20	0,27	0,30	0,35	0,50	0,63	0,70
	Dekan	0,00	0,00	0,05	0,15	0,25	0,30	0,37	0,40	0,55	0,00
	Oktan	0,00	0,00	0,05	0,15	0,15	0,20	0,26	0,30	0,35	0,00
	Nonan	0,00	0,00	0,00	0,10	0,25	0,30	0,36	0,40	0,45	0,48
	Dodekan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,20	0,29	0,35	0,50	0,62
Toplam Hidrokarbonlar	0,30	1,37	2,00	3,24	4,52	5,12	5,75	7,51	8,55	8,71	

BİLEŞİKLER		DÖNEMLER									
		1'	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ketonlar	1-Penten-3-on	1,35	2,11	3,11	4,10	4,72	5,05	5,33	6,04	6,47	6,85
	6-Metil-5-Hepten-2-on	0,00	0,00	0,35	0,45	0,45	0,40	0,45	0,50	0,75	0,88
	3-Hidroksi-2-Butanon	0,00	0,00	0,30	0,40	0,41	0,45	0,50	0,92	1,15	1,33
	3-Pentanon	0,00	0,00	0,10	0,10	0,17	0,20	0,24	0,45	0,60	0,74
	2-Heptanon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,20	0,25	0,00	0,00
	1-Okten-3-on	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,20	0,10	0,00	0,00
	Toplam Ketonlar	1,35	2,11	3,86	5,05	6,05	6,40	6,92	8,26	8,97	9,80
Terpenler	Limonen	1,10	1,41	2,80	3,31	3,55	3,15	3,00	1,93	1,35	1,02
	β -Seski Fellendren	0,87	0,98	1,39	2,00	2,10	2,30	2,02	1,48	1,02	0,50
	E- β -Farnesen	0,75	0,85	1,44	1,65	1,75	1,80	1,90	0,72	0,25	0,05
	α -Farnesen	0,51	0,58	1,10	1,50	1,65	1,75	1,85	0,62	0,45	0,15
	E- β -osimen	0,44	0,49	0,91	1,30	1,60	1,70	1,45	0,75	0,50	0,30
	α -Pinen	0,42	0,55	1,01	1,15	1,12	1,10	1,00	0,55	0,05	0,00
	Allosimen	0,10	0,20	0,48	0,80	0,90	0,98	0,88	0,55	0,00	0,00
	α -Kopaen	0,00	0,00	0,25	0,40	0,53	0,62	0,50	0,33	0,00	0,00
	α -Linalool	0,07	0,10	0,35	0,50	0,50	0,45	0,36	0,25	0,00	0,00
	α -Zingiberen	0,05	0,10	0,28	0,44	0,46	0,40	0,30	0,25	0,00	0,00
	α -Bergamoten	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,12	0,10	0,00	0,00	0,00
	β -Siklositral	0,00	0,00	0,00	0,05	0,15	0,15	0,20	0,00	0,00	0,00
	Toplam Terpenler	4,31	5,26	10,11	13,20	14,41	14,52	13,56	7,43	3,62	2,02
	TOPLAM ORAN		100	100	100	100	100	100	100	100	100

1. Dönem: 15.09.2015; 2. Dönem: 28.09.2015; 3. Dönem: 08.10.2015; 4. Dönem: 19.10.2015; 5. Dönem: 30.10.2015; 6. Dönem: 09.11.2015; 7. Dönem: 19.11.2015; 8. Dönem 30.11.2015; 9. Dönem: 10.12.2015; 10. Dönem: 21.12.2015.

Çizelge 5. Gemlik zeytin çeşidinin 2014-2015 yetiştirme sezonuna ait meyvelerin uçucu bileşenlerinin olgunluk süresince gelişimi (%)

BİLEŞİKLER		DÖNEMLER									
		1'	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aldehitler	E-2-Hekzenal	41,08	38,71	36,24	33,19	29,88	26,42	25,46	23,53	21,99	19,19
	Hekzenal	33,19	30,28	27,69	25,54	21,45	18,51	17,57	15,65	14,31	12,87
	2 Metil Butanal	4,44	3,13	2,87	2,41	2,01	1,84	1,56	1,33	1,12	0,99
	3 Metil Butanal	2,89	2,75	2,12	1,90	1,77	1,40	1,22	1,00	0,85	0,48
	2,4-Hekzadienal	2,81	2,42	2,25	2,03	1,81	1,66	1,40	1,08	0,90	0,67
	Z-2-Nonenal	1,62	1,34	1,21	1,04	0,73	0,67	0,55	0,29	0,30	0,00
	Nonanal	0,74	0,60	0,52	0,41	0,66	0,78	0,89	0,69	0,51	0,35
	E-3-Hekzenal	0,00	0,00	0,00	0,28	0,48	0,60	0,74	1,09	1,21	1,49
	Oktanal	0,00	0,00	0,22	0,36	0,51	0,63	0,85	0,28	0,30	0,00
	E-2-Pental	0,00	0,00	0,00	0,22	0,19	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
	E-2-Heptenal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplam Aldehitler	86,77	79,23	73,12	67,38	59,57	52,61	50,24	44,94	41,49	36,04
	Alkoller	Fenil Etanol	0,70	0,93	1,19	1,33	1,54	1,73	1,88	2,19	2,61
1-Penten-3-ol		0,51	0,71	0,90	1,02	1,29	1,78	1,97	2,60	3,02	3,59
3-Metil-1-Butanol		0,42	0,64	0,88	1,05	1,14	1,33	1,49	1,76	2,01	2,35
Hekzanol		0,13	0,20	0,31	0,44	0,63	1,11	1,40	2,02	2,11	2,40
E-2-Hekzenol		0,00	0,69	0,86	1,00	1,44	2,05	2,41	2,81	3,23	3,78
Z-3-Hekzenol		0,00	0,41	0,77	0,89	1,11	1,34	1,62	2,05	2,40	2,98
2-Metil-1-Butanol		0,00	0,15	0,28	0,39	0,60	1,10	1,35	1,68	1,93	2,07
1-Okten-3-ol		0,00	0,00	0,11	0,23	0,41	0,59	0,71	0,90	1,11	1,20
E-3-Hekzenol		0,00	0,00	0,00	0,11	0,30	0,55	0,87	1,02	1,17	1,35
Toplam Alkoller		1,76	3,73	5,30	6,46	8,46	11,58	13,70	17,03	19,59	23,05
Esterler	Z-3-Hekzenil-asetat	0,00	0,48	1,11	1,42	2,28	2,77	3,35	3,99	4,41	4,87
	Etil asetat	0,00	0,51	0,89	1,00	1,60	2,06	2,59	2,93	3,21	3,39
	Hekzil asetat	0,00	0,00	0,11	0,34	0,66	1,52	2,01	2,22	2,41	2,63
	Etil-2-metil butanoat	0,00	0,00	0,00	0,44	0,55	0,93	1,32	1,66	1,92	2,11
	İsopropil Asetat	0,00	0,00	0,10	0,22	0,52	0,71	0,81	0,90	1,00	1,15
	Toplam Esterler	0,00	0,99	2,21	3,42	5,61	7,99	10,08	11,70	12,95	14,15
Hidrokarbonlar	3-Etil-1.5-octadien	0,56	0,77	0,94	1,73	2,11	2,67	2,81	3,24	3,72	3,99
	Oktan	0,79	0,91	1,02	1,13	1,86	2,06	2,19	2,63	2,85	3,12
	p-Ksilen	0,00	0,32	0,44	0,56	0,67	0,82	0,98	1,25	1,32	1,48
	Nonan	0,00	0,00	0,21	0,32	0,58	0,77	0,88	1,04	0,91	0,59
	2-Etil furan	0,00	0,22	0,33	0,41	0,56	0,86	0,95	1,05	1,16	1,31
	2-Pentil furan	0,00	0,51	0,44	0,36	0,52	0,67	0,76	0,90	1,00	1,16
	Dekan	0,00	0,00	0,00	0,10	0,22	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00
	Etil benzen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplam Hidrokarbonlar	1,35	2,73	3,38	4,61	6,66	8,14	8,57	10,11	10,96	11,65
	Ketonlar	1-Penten-3-on	4,49	4,81	5,07	5,47	5,94	6,82	7,67	8,26	8,42
3-Pentanon		0,30	0,45	0,51	0,65	0,98	1,21	1,32	1,69	1,92	2,09
(E,E)-3,5-Oktadien-2-on		0,00	0,59	0,84	0,91	0,93	1,02	1,11	1,49	1,77	2,01
6-Metil-5-Hepten-2-on		1,26	1,12	1,01	0,94	0,87	0,65	0,30	0,22	0,10	0,00

BİLEŞİKLER		DÖNEMLER									
		1'	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3-Hidroksi-2-Butanon		0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam Ketonlar		6,05	6,97	7,43	8,00	8,80	9,70	10,40	11,66	12,21	12,98
Terpenler	Limonen	2,54	2,14	1,92	1,79	1,66	1,55	1,33	1,11	0,93	0,78
	α -Farnesen	0,74	1,08	1,54	1,85	2,04	2,68	2,21	1,91	1,64	1,35
	Allosimen	0,49	0,79	1,23	1,56	1,15	0,86	0,61	0,31	0,00	0,00
	α -Pinen	0,30	0,66	0,92	1,03	1,30	0,74	0,50	0,00	0,00	0,00
	α -Bergamoten	0,00	0,40	0,73	0,92	1,40	0,79	0,56	0,34	0,00	0,00
	β -Seski Fellendren	0,00	0,42	0,77	0,90	1,31	0,99	0,22	0,00	0,00	0,00
	α -Kopaen	0,00	0,27	0,38	0,50	0,70	0,93	0,72	0,54	0,23	0,00
	α -Linalool	0,00	0,59	1,07	1,21	0,70	0,64	0,25	0,00	0,00	0,00
	E- β -osimen	0,00	0,00	0,00	0,37	0,64	0,80	0,65	0,35	0,00	0,00
	Toplam Terpenler	4,07	6,35	8,56	10,13	10,90	9,98	7,05	4,56	2,80	2,13
TOPLAM ORAN		100	100	100	100	100	100	100	100	100	

¹1. Dönem: 15.09.2014; 2. Dönem: 25.09.2014; 3. Dönem: 08.10.2014; 4. Dönem: 20.10.2014; 5. Dönem: 30.10.2014; 6. Dönem: 10.11.2014; 7. Dönem: 20.11.2014; 8. Dönem: 01.12.2014; 9. Dönem: 11.12.2014; 10. Dönem: 22.12.2014.

Çizelge 6. Gemlik zeytin çeşidinin 2015-2016 yetiştirme sezonuna ait meyvelerin uçucu bileşenlerinin olgunluk süresince gelişimi (%)

BİLEŞİKLER		DÖNEMLER									
		1'	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aldehitler	E-2-Hekzenal	39,35	32,11	25,90	24,61	24,01	21,43	18,50	17,60	16,61	14,28
	Hekzenal	31,77	23,84	18,32	16,96	16,54	14,09	11,97	11,04	9,98	8,69
	2 Metil Butanal	4,80	2,37	1,70	1,50	1,44	1,30	0,85	0,55	0,22	0,00
	3 Metil Butanal	2,80	1,88	1,35	1,11	1,01	0,78	0,35	0,12	0,00	0,00
	2,4-Hekzadienal	2,55	1,92	1,50	1,30	1,27	0,88	0,60	0,39	0,10	0,00
	Z-2-Nonenal	1,50	0,99	0,60	0,44	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Nonanal	0,65	0,50	0,85	0,75	0,75	0,40	0,30	0,21	0,32	0,44
	E-3-Hekzenal	0,00	0,33	0,68	0,85	1,00	1,38	1,65	0,78	0,12	0,00
	Oktanal	0,00	0,41	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	E-2-Pentalen	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	E-2-Heptenal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam Aldehitler	83,42	64,55	51,64	47,52	46,36	40,26	34,22	30,69	27,35	23,41	
Alkoller	Fenil Etanol	0,88	1,41	1,63	2,16	2,24	2,79	3,28	3,44	3,57	3,81
	1-Penten-3-ol	0,63	1,10	1,60	2,21	2,34	2,98	3,61	3,78	3,94	4,43
	3-Metil-1-Butanol	0,55	1,08	1,40	1,65	1,70	1,98	2,21	2,40	2,67	2,91
	Hekzanol	0,22	0,50	1,23	1,75	1,90	2,30	2,56	2,78	2,99	3,29
	E-2-Hekzenol	0,28	1,11	2,25	2,56	2,82	3,39	3,77	4,00	4,21	4,39
	Z-3-Hekzenol	0,00	0,98	1,48	1,80	2,00	2,31	3,11	3,35	3,48	3,74
	2-Metil-1-Butanol	0,00	0,47	1,20	1,45	1,59	2,00	2,22	2,41	2,63	2,79
	1-Okten-3-ol	0,00	0,28	0,60	0,80	0,96	1,15	1,35	1,62	1,91	2,10
	E-3-Hekzenol	0,00	0,25	0,68	0,90	1,01	1,25	1,44	1,58	1,85	2,01
	Toplam Alkoller	2,34	7,18	12,07	15,28	16,56	20,15	23,55	25,36	27,25	29,47
	Z-3-Hekzenil-asetat	0,10	1,77	3,03	3,60	3,75	4,32	5,02	5,59	6,03	6,39
Esterler	Etil asetat	0,10	1,20	2,44	2,75	2,88	3,24	3,48	3,88	4,31	4,69
	Hekzil asetat	0,00	0,41	1,77	2,12	2,34	2,60	2,61	2,88	3,09	3,21
	Etil-2-metil butanoat	0,00	0,49	1,11	1,40	1,52	1,98	2,22	2,48	2,63	2,77
	İsopropil Asetat	0,00	0,00	0,64	0,85	0,93	1,12	1,41	1,67	1,89	2,12
	Toplam Esterler	0,42	3,87	8,99	10,72	11,42	13,26	14,74	16,50	17,95	19,18
	3-Etil-1.5-octadien	0,62	1,97	2,61	2,96	3,10	3,51	4,24	3,98	3,55	2,98
Hidrokarbonlar	Oktan	1,05	1,60	2,10	2,35	2,50	2,77	2,99	3,32	3,53	3,77
	p-Ksilen	0,24	0,60	0,90	1,11	1,25	1,42	1,63	1,89	2,10	2,35
	Nonan	0,00	0,45	0,81	1,01	0,95	0,87	0,47	0,25	0,00	0,00
	2-Etil furan	0,20	0,48	0,90	1,00	1,09	1,23	1,69	1,82	1,98	2,29
	2-Pentil furan	0,00	0,40	0,70	0,80	0,96	1,09	1,25	1,34	1,52	1,70
	Dekan	0,00	0,10	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Etil benzen	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplam Hidrokarbonlar	2,11	5,68	8,18	9,23	9,85	10,89	12,27	12,60	12,68	13,09
Ketonlar	1-Penten-3-on	4,69	5,76	7,11	8,03	8,05	8,61	9,00	9,09	9,16	9,38
	3-Pentanon	0,38	0,79	1,25	1,53	1,60	1,78	1,97	2,18	2,36	2,49
	(E,E)-3,5-Oktadien-2-on	0,34	0,97	1,08	1,31	1,40	1,69	1,97	2,08	2,19	2,38
	6-Metil-5-Hepten-2-on	1,30	0,96	0,45	0,31	0,20	0,14	0,09	0,00	0,00	0,00
	3-Hidroksi-2-Butanon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplam Ketonlar	6,71	8,48	9,89	11,18	11,25	12,22	13,03	13,35	13,71	14,25
Terpenler	Limonen	2,54	1,79	1,47	1,25	1,20	1,01	0,69	0,30	0,17	0,10
	α -Farnesen	0,92	1,92	2,55	2,10	1,94	1,57	1,22	0,98	0,74	0,40
	Allosimen	0,60	1,34	0,72	0,50	0,45	0,32	0,28	0,22	0,15	0,10
	α -Pinen	0,42	1,12	0,89	0,41	0,30	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
	α -Bergamoten	0,00	1,04	0,70	0,38	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	β -Seski Fellendren	0,20	1,01	0,80	0,35	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

BİLEŞİKLER	DÖNEMLER									
	1'	2	3	4	5	6	7	8	9	10
α -Kopaen	0,00	0,56	0,85	0,59	0,35	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
α -Linalool	0,32	1,02	0,50	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E- β -osimen	0,00	0,44	0,75	0,40	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam Terpenler	5,00	10,24	9,23	6,07	4,56	3,22	2,19	1,50	1,06	0,60
TOPLAM ORAN	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹1. Dönem: 15.09.2015; 2. Dönem: 28.09.2015; 3. Dönem: 08.10.2015; 4. Dönem: 19.10.2015; 5. Dönem: 30.10.2015; 6. Dönem: 09.11.2015; 7. Dönem: 19.11.2015; 8. Dönem 30.11.2015; 9. Dönem: 10.12.2015; 10. Dönem: 21.12.2015.

Çalışmamızda her iki zeytin çeşidi meyvelerinde aldehitlerden sonra en önemli uçucu bileşen grubunu alkollerin oluşturduğu ve olgunluk ilerledikçe alkollerin oranlarının arttığı saptanmıştır. Gemlik çeşidinde her iki yetiştirme sezonunda da toplam 9 adet alkol tespit edilmiş ve ilk yıl 4 adet 2. yıl ise 5 adet alkol bileşeni tüm hasat dönemlerinde gözlemlenmiştir (Çizelge 5 ve Çizelge 6).

Ayvalık zeytin çeşidi meyvelerinde ise her iki yetiştirme sezonunda da toplam 25 adet alkol tespit edilmekle beraber bunların yalnızca 5 adedi tüm hasat dönemlerinde gözlemlenmiştir (Çizelge 3. ve Çizelge 4). Alkol gruplarının en önemlileri ve tüm hasat dönemlerinde gözlenenler 1-penten-3-ol (1.yıl %1,86-6,92; 2.yıl %1,99-7,32), E-2-hekzenol (1.yıl %0,91-4,14; 2.yıl %0,99-4,44), 3-penten-2-ol (1.yıl %0,72-5,01; 2.yıl %0,77-5,36), Z-3-hekzenol (1.yıl %0,10-2,96; 2.yıl %0,19-3,52) ve E-3-hekzenol (1.yıl %0,10-2,88; 2.yıl %0,17-3,74) bileşenleridir. Çalışma kapsamında tespit edilen diğer alkoller ise hekzanol, Z-2-hekzenol, fenil etanol, 2-fenoksi etanol, E-2-penten-1-ol, 3-metil-1-butanol, 2-metil-1-butanol, 1-okten-3-ol, Z-2-pentenol ve 1-oktanol bileşikleri her iki yılda da O.İ. 2,5'in üzerinde olduğu dönem karşımıza çıkan ve diğerlerinden nispeten daha yüksek oranda bulunan sekonder düzeyde önemli alkol bileşikleridir. 1-heptanol, farnesol, 1-dekanol, 1-heptadekanol, 2-metil propanol, 1-pentenol, 1-nonanol ve fenol bileşikleri ise daha düşük oranda bulunan ve olgunluğun daha ileri dönemlerinde saptanan alkol bileşikleridir. Olgunluğun düşük olduğu (O.İ. 0,80 ve 0,97) çalışmanın ilk haftasında 1. yıl %3,69 ve 2. yıl ise %4,11 toplam alkol oranları tespit edilmişken olgunluk ilerledikçe artan alkol sentezi ile oranları da artış göstermiş ve O.İ. 4,83 ile O.İ.'de sırasıyla %31,75 ve %38,43 oranlarına ulaşmıştır.

Gemlik çeşidinde ise çalışmanın ilk yılında tüm hasat dönemlerinde tespit edilen alkol gruplarının en önemli bileşikleri fenil etanol (1.yıl %0,70-3,33; 2.yıl %0,88-3,81), 1-penten-3-ol (1.yıl %0,51-3,59; 2.yıl %0,63-4,43), 3-metil-1-butanol (1.yıl %0,42-2,35; 2.yıl %0,55-2,91), hekzanol (1.yıl %0,13-2,40; 2.yıl %0,22-3,29) ve E-2-hekzenol (1.yıl %0,0-3,78; 2.yıl %0,28-4,39) olarak saptanmıştır. Bu kapsamda meyvelerin O.İ. 1,5 ile 2,0 arasında olduğu dönemlerde tespit edilen diğer alkoller ise Z-3-

hekzenol, 2-metil-1-butanol, 1-okten-3-ol ve E-3-hekzenol'dur. Olgunluğun düşük olduğu (O.İ. 0,34 ve 0,72) çalışmanın ilk haftasında 1. yıl %1,76 ve 2. yıl ise %2,56 toplam alkol oranları tespit edilmişken olgunluk ilerledikçe alkol sentezi artmış ve çalışmanın sonlandığı son dönemlerde (O.İ. 5,50 ve 6,43) %23,05 ve %29,47 oranlarına ulaşmıştır.

Kıralan [5], E-2-hekzenol, Z-3-hekzenol, E-3-hekzenol ve hekzanol bileşiklerinin lipoksigenaz ile oluşan 6 karbonlu alkol bileşikleri olduğunu; 1-penten-3-ol, 3-penten-2-ol bileşiklerinin ise yine lipoksigenaz yolu ile linolenik asidin substrat olarak kullanılmasıyla oluşan 5 karbonlu alkol bileşikleri olduğunu belirtmiştir. Bu bileşiklerin olgunlaşma ile miktarında artış olduğu ve özellikle E-2-hekzenol düzeyinin yüksek olduğu örneklerde E-2-hekzenol bileşenin de yüksek oranda belirlendiği bildirilmiştir [24, 25]. E-2-hekzenol bileşiğinin yeşil, çimensi, meyvemsi, yağsı ve keskin bir his uyandırdığı, buna karşın 1-penten-3-ol bileşiğinin ise, yeşil, samansı, çimensi, yumuşak yeşil, zeytin meyvesi, ıslak toprak tereyağı, meyvemsi bir duyuşsal algılama oluşturduğu; Z-3-hekzenol'un duyuşsal olarak muz, yaprak benzeri, yeşil meyvemsi ve keskin kokulu olduğu, E-3-hekzenol'un ise meyvemsi, yağsı, biçilmiş çim ve keskin kokulu olduğu belirtilmiştir [10, 14, 26, 27]. Kiritsakis [28], Angerosa [29] ve Collin vd. [30], yaptıkları çalışmalarda Z-2-hekzenol, 1-penten-3-ol, hekzanol ve fenil etanol'un zeytinyağına sırasıyla yeşil meyve kokusu, ıslak toprak, kesilmiş çimen ve meyvemsi çiçek kokusu verdiklerini; Z-3-hekzenol'un ise duyuşsal olarak muz, yaprak benzeri, yeşil meyvemsi ve keskin kokulu olduğu, E-3-hekzenol'un ise meyvemsi, yağsı, biçilmiş çim ve keskin kokulu bir algılama yarattığını açıklamışlardır.

Kara [7], Gemlik zeytin çeşidinin meyvelerinden elde edilen yağda bulunan fenil etil alkol içeriğinin ileri olgunluk dönemlerinde %0,98 -5,85; 1-penten-3-ol düzeylerinin %1,74-4,69 arasında değiştiğini açıklamıştır. Kıralan vd. [12], Antalya, Aydın, Balıkesir, Hatay ve Manisa illerinin ana zeytin üretim yörelerinden O.İ. 5 civarında hasat ettikleri Gemlik çeşidine ait yağlarda toplam 3 adet alkol bileşeni (fenil etil alkol, 3-metil-1-butanol, 1-penten-3-ol) saptamışlardır. Kesen vd. (2014) [20], Gemlik ve Barnea çeşitlerinin yağlarının aroma maddelerini

karşılaştırdığı çalışmasında Gemlik çeşidinde Barnea çeşidinden daha fazla alkol oranı ve bileşik adedi tespit etmiştir. Araştırmacı en fazla miktarda alkol bileşiğinin C6 alkollerinden Z-3-hekzenol ve E-2-hekzenol olduğunu açıklamıştır. Dağdelen vd. [13] Gemlik zeytin çeşidinin 5,97 O.İ.'ne sahip meyvelerinden elde ettikleri yağlarda alkol olarak yalnızca hekzenol tespit etmişlerdir.

Kıralan [5], Edremit ilçesinde 13.12.2007-07.01.2008 ve 16.01.2008 tarihlerinde hasat edilen Ayvalık çeşidinin yağlarında 1-penten-3-ol düzeylerini %3,69, %6,19 ve %11,08 olarak saptanmışken; Kara [7], Ayvalık çeşidinin farklı olgunluk düzeylerinde ve günün 3 ayrı zamanında hasat ettikleri meyvelerinden elde edilen yağda bulunan 1-penten-3-ol içeriğinin %1,96 ile %3,89 arasında, sonraki yıl ise %0,87 ile %3,54 arasında bulunduğunu, 2-metil-1-butanol oranını ise 10. ayda %0,17, 11. ayda %0,38 ve 12. ayda ise %1,13 oranlarında değiştiğini bildirmiştir.

Çalışmanın her iki yılında da Ayvalık zeytin çeşidi meyvelerinde toplam 7 adet ester; Gemlik çeşidinde ise 5 adet ester bileşeni belirlenmiş ve esterlerin oranlarının olgunluk ilerledikçe arttığı gözlenmiştir (Çizelge 3, 4, 5, 6). Araştırmanın 1.yılında farklı olgunluk dönemlerinde toplanan meyvelerde esterler olarak hekzil asetat, etil asetat ve linalil propionat bileşeni tüm olgunluk dönemlerinde tespit edilmekle beraber olgunluk indeksinin düşük olduğu (O.İ. 0,80) ilk hasatta yalnızca %0,50 oranında olduğu belirlenmiştir. Olgunluk ilerledikçe ester bileşeni sentezi artmış ve son hasat döneminde (O.İ. 4,83) hekzil asetat, etil asetat ve toplam ester oranı sırasıyla %2,89, %3,01 ve %10,08 oranlarında saptanmıştır. Çalışmanın 2.yılında ise başlangıçta (O.İ. 0,97) hekzil asetat (%0,19), etil asetat (%0,20), Z-3-hekzenil asetat (%0,10) ve linalil propionat (%0,31) bileşenleri tespit edilmiş ve toplam ester oranının %0,80 olduğu saptanmıştır. Linalil propionat oranı başlangıca göre artış göstermiş O.İ. 3,68 olduğu Kasım ayının son haftasına kadar en yüksek oranına ulaşmış (%1,07), sonrasında azalarak son hasat döneminde %0,60 oranına ulaşmıştır. 2014 yılında meyvelerde olgunluk süresince tespit edilen diğer esterler ise Z-3-hekzenil asetat (%0,0-1,99), etil-2-metil butanoat (%0,0-1,11), etil hekzanoat (%0,0-0,48) ve sitronellil asetat (%0,0-0,15) bileşenleridir. Meyvelerin olgunlukları ilerledikçe ester bileşenlerinin oranları artmış ve çalışma sonunda toplam ester oranının %11,67 olduğu saptanmıştır.

Araştırmanın 1. yılında Gemlik çeşidinin ilk hasatta toplanan meyveler koyu yeşil renkte ve henüz olgunlaşmanın çok başında olduğu (O.İ. 0,34) için hiçbir ester bileşeni saptanamamıştır. Bundan sonra (O.İ. 1,53) 2.hasat döneminde majör ester bileşenleri

olan Z-3-hekzenil asetat (%0,48) ve etil asetat (%0,51) tespit edilebilmiştir. Çalışmanın 1. yılının son hasat öneminde ise en yüksek orana sahip esterlerin yine Z-3-hekzenil asetat (%4,87) ve etil asetat (%3,39) olmak üzere ester bileşenleri toplam %14,15 değerine ulaşmıştır. Diğer tanımlanan esterler ise hekzil asetat, etil-2-metil butanoat ve isopropil asetat bileşenleridir.

Çalışmanın 2. yılında ise toplanan meyvelerin aroma bileşenleri kapsamında yine 5 adet ester bileşeni tespit edilmekle birlikte ilk hasatta (O.İ. 0,72) 1.yılın aksine Z-3-hekzenil asetat (%0,10) ve etil asetat (%0,10) bileşenleri tespit edilmiştir (Çizelge 5 ve Çizelge 6). Meyvelerin olgunlukları ilerledikçe ester bileşenlerinin oranları artmış ve son olgunluk döneminde toplam %19,18 oranında ester varlığı saptanmıştır. Çalışmanın diğer dönemlerinde olduğu gibi son dönemde de tanımlanan en önemli ester bileşenleri 1. yılda olduğu gibi Z-3-hekzenil asetat (%6,39) ve etil asetat (%4,69)'tır. Hekzil asetat, etil-2-metil butanoat ve isopropil asetat saptanan diğer ester bileşenleridir.

En önemli ester bileşenleri hekzil asetat (%0,19-3,33) ve etil asetat (%0,20-3,63) olduğu tespit edilmekle beraber Z-3-hekzenil asetat (%0,10-2,60), etil-2-metil butanoat (%0,0-1,49), etil hekzanoat (%0,0-0,62) ve sitronellil asetat (%0,0-0,10) bileşenleri tanımlanan diğer bileşiklerdir. Yalnızca linalil propionat oranı ilk yıl olduğu gibi olgunluğun bir aşamasına kadar artış göstermiş O.İ. 3,28 olduğu Ekim ayı sonunda en yüksek oranına ulaşmıştır (%1,05). Sonraki olgunluk aşamalarında azalış göstermiş ve son iki hasat tarihinde saptanamamıştır (Çizelge 3).

Kıralan [5], hekzil asetat ve Z-3-hekzenil asetat bileşiklerinin lipoksigenaz ile sırasıyla linoleik ve linolenik asitten oluştuğunu; Angerosa vd. [14], hekzil asetat, Z-3-hekzenil asetatın alkol asetil transferaz enzimi; alkollerden esterler oluştuğunu açıklamışlardır. Vekiari vd. (2010) [31], hekzil asetat miktarının olgunlaşma ile arttığını bildirmiştir. Etil asetat ise bazı mikroorganizmaların zeytinde oluşturduğu fermentasyon sırasında ortaya çıkmakta olup, duyuşal olarak yapışkan ve tatlımsı bir his uyandırmaktadır [11, 7]. Farklı kaynaklarda hekzil asetat bileşiğinin meyvemsi, tatlı ve çiçeksi, etil asetat bileşeninin yapışkan ve tatlı kokular anımsatan duyuşal algılama ve Z-3-hekzenil asetatın ise yüksek konsantrasyonlarda yeşil, düşük konsantrasyonlarda ise muz benzeri bir duyuşal algılama oluşturduğu bildirilmiştir [9, 14, 10]. 2-Etil furan ve 2-pentil furan oksidasyonun ileri düzeyleri hakkında fikir verebilmektedir. Bu bileşenler kalitesi yüksek yağlar ve ileri düzeyde oksidasyona uğramış yağların ayrılmasında yardımcı olabilecekleri belirtilmektedir

[31]. Bazı araştırmacılar toluen, ksilenler ve etil benzen gibi bileşenlerin dış kaynaklı kontaminasyon ve aroma oluşum yollarından birinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir [28, 34]. Bazı literatürlerde 3-etil-1,5 oktadien'in sardunya benzeri, limoni yeşil kokusu ile çok belirgin olduğu; etil benzen'in güçlü, kurutulmuş yeşil ot ve bitter tadı verdiği, etil furan'ın tatlı bir koku ve tada sahip olduğu bildirilmiştir [22, 9, 28].

Toker [6], yeşil, alacalı ve siyah olum dönemlerinde farklı yüksekliklerden alınan Ayvalık çeşidinin yağlarında majör ester bileşenlerinin hekzil asetat ve Z-3-hekzenil asetat olduğunu belirtmiştir. Ayvalık çeşidinin hekzil asetat miktarını renk dönümü ve siyah olum dönemlerinde 0,57 ppm-0,42 ppm arasında; Z-3-hekzenil asetat miktarını ise 0,71 ppm-0,60 ppm arasında, sonraki yıllarda da 0,80 ppm-1,33 ppm ve 1,15 ppm-0,70 ppm arasında değiştiğini bildirmiştir. Kırılan [5], Edremit ekolojik koşullarında alacalı, siyah olum döneminde hasat edilen Ayvalık çeşidinin yağlarında etil asetat ve Z-3-hekzenil asetat düzeylerini %0,55-0,42-0,73 ve %0,88-1,89-9,38 oranlarında değişim gösterdiğini ve hekzil asetat oranını ise %0,37-0,49-2,29 oranlarında değişim gösterdiğini ve olgunlaşma ile ester bileşenlerinin oranlarının arttığını da belirtmiştir. Kara [7], Ayvalık çeşidinden elde edilen yağda bulunan Z-3-hekzenil asetat oranını Ekim, Kasım ve Aralık aylarında sırasıyla %0,24-0,19-0,56 oranında bulunduğunu ve genellikle akşam saatlerinde ester bileşenlerinin daha yüksek oranda bulunduğunu saptamıştır. Ülkemizin değişik ekolojilerinde yetiştirilen Gemlik çeşidinin yağlarında saptanan ester bileşenleri değerleri ve olgunlaşmayla ester bileşenlerinin artış göstermesi bulgularımızla örtüşmektedir [7, 12, 14].

Çalışmanın her iki yılında da toplanan hem Ayvalık çeşidinin hem de Gemlik çeşidinin meyvelerinde olgunlaşmanın ilerlemesiyle hidrokarbonların oranlarının da arttığı saptanmıştır. Ayrıca tanımlanan uçucu bileşiklerin içinde Ayvalık çeşidinde 10 adet hidrokarbon (1.yıl %0,26-6,52; 2.yıl %0,30-8,71); Gemlik çeşidinde ise 8 adet hidrokarbon (1.yıl %1,35-11,65; 2.yıl %2,11-13,09) tespit edilmiştir (Çizelge 3; Çizelge 4.; Çizelge 5; Çizelge 6). Ayvalık çeşidinde her iki yılda da yalnızca 3-etil-1,5 oktadien (1.yıl %0,26-2,87; 2.yıl %0,30-3,33) tüm dönemlerde tanımlanmıştır. Tanımlanan diğer hidrokarbon bileşikleri olarak; etil benzen, 2-etil furan, 2-pentil furan, p-ksilen, dekan, oktan, nonan, dodekan ve tolüen saptanmıştır. Gemlik çeşidinde ise her iki yılda da oktan (1.yıl %0,79-3,12; 2.yıl %1,05-3,77) ve 3-etil-1,5 oktadien (1.yıl %0,56-3,99; 2.yıl %0,62-2,98) tüm dönemlerde tanımlanmıştır. Ayrıca, oktan ve 3-etil-1,5-oktadien

bileşiklerine ek olarak p-ksilen (1.yıl %0,0-1,48; 2.yıl %0,24-2,35) ve 2-etil furan (1.yıl %0,0-1,31; 2.yıl %0,20-2,29) da çalışmanın 2. yılında tüm dönemlerde tanımlanmıştır. Tanımlanan diğer hidrokarbon bileşikleri ise; dekan, nonan, 2-pentil furan ve etil benzen olmuştur. Tanımlanan bileşiklerden nonan O.İ. 4,6-5,0 arasında yükselmiş olsa da olgunluğun ileri safhalarında oranının azaldığı saptanmıştır. Bununla birlikte etil benzen ve dekan bileşikleri ise her iki yılda da belirli olgunluk durumlarında, O.İ. 2,5-4,5 arasında tanımlanmıştır.

Özellikle linoleat ve linolenat hidroperoksitlerinin bozulma reaksiyonlarının ürünleri olarak ortaya çıktığı düşünülen 2-etil furan ve 2-pentil furan oksidasyonun ileri düzeyleri hakkında fikir verebilmektedir [12]. Bu bileşenlerin kalitesi yüksek yağlar ve ileri düzeyde oksidasyona uğramış yağların ayrılmasında yardımcı olabilecekleri belirtilmektedir [32]. Bazı araştırmacılar toluen, ksilenler ve etil benzen gibi bileşenlerin dış kaynaklı bulaşmalarla ve aroma oluşumundaki yolların birinden kaynaklanabileceğini; bazı literatürlerde ise 3-etil-1,5 oktadien'in sardunya benzeri, limoni yeşil kokusu ile çok belirgin olduğu; etil benzen'in güçlü, kurutulmuş yeşil ot ve bitter tadı verdiği, etil furan'ın tatlı bir koku ve tada sahip olduğu bildirilmiştir [9, 27, 21, 33]. Barrio Perez-Cerezal vd. [35], 100 gün muhafaza edilmiş zeytinyağında oktan konsantrasyonu ile tat ve duyu kalite hakkında ters ilişki olduğunu belirtmiştir. Kara [7], Gemlik zeytin çeşidinin meyvelerinden elde edilen yağda bulunan p-ksilen içeriğinin yıllar arasında farklılık gösterdiğini; oktan içeriğinin ise olgunlaşma ile arttığını saptamıştır. Kırılan vd. [12], farklı bölgelerde yetiştirilen Gemlik çeşidine ait yağlarında 6 adet hidrokarbon ile 2 adet furan bileşeni tespit etmişlerdir. Bu bileşenlerden majör hidrokarbonların m-ksilen, 3-etil-1,5 oktadien, 2-etil furan ve 2 pentil furan olduğunu bunun yanında tolüen, oktan, etilbenzen ve p-ksilen'i diğer hidrokarbonlar olduğunu tespit etmişlerdir. Dağdelen vd. [13], Gemlik zeytin çeşidinin 5,97 O.İ.'ne sahip meyvelerinden elde ettikleri yağlarda toplam 5 adet hidrokarbon tanımlamış ve Z-5-oktadekan (%2,62)'in majör hidrokarbon bileşeni olduğunu saptamış ve 1,2-dimetil benzen, 3-etil-1,5-oktadien ve tetradekan'ı diğer karbonhidratlar olarak bulmuşlardır.

Ayvalık çeşidinin meyvelerinde her iki yılda toplam 6 adet keton ile birlikte Gemlik çeşidinde 1.yılda toplam 5 adet, 2.yılında ise 4 adet keton tanımlanabilmiştir. Her iki çeşitte de 1-penten-3-on (Ayvalık için: 1.yıl %1,13-6,51; 2.yıl %1,35-6,85 ve Gemlik için: 1.yıl %4,49-8,88; 2.yıl %4,69-9,38) her iki yılda da tüm dönemlerde tespit edilmiştir (Çizelge 3; Çizelge 4.; Çizelge 5; Çizelge 6). Gemlik çeşidinde

ayrıca 3-pentanon (1.yıl %0,30-2,09; 2.yıl %0,38-2,49) bileşiği de her iki yılda ve tüm dönemlerde tespit edilmiştir.

Domates ve çilek kokusunu andıran meyvemsi ve tatlı his uyandıran [14] 1-penten-3-on ketonların en yüksek oranına sahip olmasından ötürü etkin keton bileşeni olduğu söylenebilir. Genel olarak olgunlaşmayla birlikte toplam keton oranı da hafifçe artmaktadır (Ayvalık için: 1.yıl %1,13-8,83; 2.yıl %1,35-9,80 ve Gemlik için: 1.yıl %6,05-12,98; 2.yıl %6,71-14,25). Çalışmamızda tanımlaya bildiğimiz diğer keton bileşikleri ise 3-hidroksi-2-butanon, 6-metil-5-hepten-2-one, 3-pentanon, 2-heptanon ve 1-okten-3-on bileşikleridir.

Ayrıca Gemlik çeşidinde (E,E)-3,5-Oktadien-2-on bileşiği ise ilk yıl 1. dönemde saptanmamış olmasına rağmen 2.yıl tüm dönemlerde tanımlanmıştır. (1.yıl %0-2,01; 2.yıl %0,34-2,38). Tanımlanan diğer keton bileşikleri ise 6-metil-5-hepten-2-on (1.yıl %0,0-1,26; 2.yıl %0,0-1,30) ve 3-hidroksi-2-butanon (1.yıl %0,0-0,08) bileşikleridir.

Keton oranları ve olgunluk süresince değişimleri bakımından farklı araştırmacılar Ayvalık çeşidi için farklı gelişim sergilediklerini belirtmişlerdir. Toker [6], Ayvalık çeşidinde 1-penten-3-on oranlarının olgunluk süresince azaldığını; Karagöz vd. [36], Ayvalık çeşidinin O.İ. 2,26-3,93 ve 4,34 olduğu dönemlerde toplanan meyvelerinden elde edilen yağlarda 1-penten-3-on oranlarının arttığını bildirmiştir. Kara [7], Ayvalık çeşidinden elde edilen zeytinyağında 1-penten-3-on oranlarının son olgunluk dönemlerinde (Ekim, Kasım, Aralık) %3,32, %4,75 ve %7,43 oranında giderek arttığını saptamıştır. Kırılan [5], Edremit ilçesinde Aralık ve Ocak aylarında hasat edilen Ayvalık zeytin çeşidinin meyvelerinden elde edilen yağların 1-penten-3-on oranlarını %5,88 ve %6,31 oranlarında değiştiğini bildirmiştir. Genel olarak Ayvalık çeşidinde 1-penten-3-on ve keton oranlarının olgunluk süresince arttığı bildirilen çalışmalarla, araştırmamızın bu kapsamdaki sonuçları uyum sağlamaktadır.

Keton oranları ve olgunluk süresince değişimleri bakımından Gemlik çeşidi için farklı gelişim sergiledikleri, özellikle 6-metil-5-hepten-2-on bileşiğinin zeytinyağında yeşil ve meyvemsi kokular verdiği ve sekiz karbon atomundan uzun olan keton bileşiklerinin duyuşal tadı bozduğu bildirilmiştir [18, 21, 22]. Kara [7], Gemlik çeşidinin meyvelerinden elde edilen zeytinyağlarında 1-penten-3-on bileşenini özellikle erken dönemlerde daha fazla oranda bulunduğunu tespit etmiştir. Kırılan vd. [12], farklı bölgelerden alınan Gemlik çeşidi yağlarında keton bileşenlerinden yalnızca 1-penten-3-on (%3,39-10,71); Kesen vd. [13], Gemlik çeşidinde 5 adet keton bileşiği; Dağdelen vd. ise sadece 1-penten-3-on

(%1,80) ve heptan-2-on (%0,30) bileşenlerini tespit edebilmişlerdir. Gemlik çeşidinde 1-penten-3-on ve keton oranlarının olgunluk süresince arttığı bildirilen çalışmalarla, araştırmada elde edilen sonuçlar uyum sağlamaktadır [14].

Araştırmanın ilk senesi olan 2014-2015 yetiştirme sezonunda Ayvalık çeşidinin meyvelerinde toplam 12 adet terpen tespit edilmekle beraber bunların 6 adedi tüm hasat dönemlerinde gözlemlenmiştir. Gemlik çeşidinin meyvelerinde toplam 9 adet terpen tespit edilmekle beraber yalnızca 2 adedi tüm hasat dönemlerinde gözlemlenmiştir (Çizelge 3, 4, 5, 6).

Terpen gruplarının en önemlileri limonen (Ayvalık: 1.yıl %0,98-3,53 ve Gemlik: 1.yıl %0,78-2,54); β -seski fellendren (Ayvalık: 1.yıl %0,81-2,09 ve Gemlik: 1.yıl %0,0-1,32) ve α -farnesene (Ayvalık: 1.yıl %0,45-1,79 ve Gemlik: 1.yıl %0,74-2,68) bileşikleridir.

Ayvalık çeşidinin 1. yılında tüm dönemlerde tanımlanan diğer terpenler ise E- β -farnesen (%0,71-1,84), E- β -osimen (Ayvalık 1.yıl: %0,40-1,68; Gemlik 1.yıl %0,0-0,80) ve α -pinen (Ayvalık 1.yıl: %0,40-1,16; Gemlik 1.yıl %0,0-1,30)'dir. Çalışma kapsamında her iki çeşidin 1. yılında eser oranda tespit edilen diğer terpen bileşikleri ise allosimen, α -kopaen, α -linalool, α -zingiberen, α -bergamoten ve β -siklositral olmuştur.

Ayvalık çeşidinde olgunluğun düşük olduğu (O.İ. 0,80) çalışmanın ilk haftasında %3,75 oranında terpen tespit edilmişken olgunluk ilerledikçe terpen oranları da artış göstermiş ve meyvelerin alacalı olduğu dönemde (O.İ. 3,38) en yüksek terpen oranına (%14,45) ulaşmıştır. Olgunluk indeksinin 3-4 arasında olduğu dönemlerde en yüksek terpen oranları gözlenmiş olmasına rağmen meyve kabuğunun tamamının karardığı ve renklenen meyve etine yayıldığı (O.İ.>4) aşamadan itibaren terpen miktarlarının azalmaya başladığı gözlenmiş ve çalışmanın 1. yılının son döneminde %6,31 oranında terpen tanımlanmıştır. Ayvalık çeşidinde limonen ve β -seski fellendren etkin terpen bileşenleri olmasından ötürü yukarıda bahsedilen terpenlerin genel dağılımına en büyük etki de bu bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Buna karşın ikincil düzeyde önemli terpen bileşenleri olarak saptanan E- β -farnesen, α -farnesene ve E- β -osimen bileşiklerinin de etkisi göz ardı edilmemelidir.

Ayvalık çeşidinde çalışmanın 2. yılında toplanan meyvelerin aroma bileşenleri kapsamında tespit edilen terpen oranları ve değişimleri incelendiğinde 1. yılda tespit edildiği gibi 12 adet terpen bileşeni tespit edilmiş ve bunların 5'i tüm dönemlerde tanımlanmıştır. Limonen (%1,02-3,55) ve β -seski fellendren (%0,50-2,30) bileşiklerinin 1. yıl olduğu gibi 2. yılda majör önemlilikte olduğu gözlenmiştir.

Bununla birlikte E- β -farnesen (%0,05-1,90), α -farnesene (%0,15-1,85), E- β -osimen (%0,30-1,70) bileşiklerinin toplam terpenler içinde önemli payının bulunduğu gözlenmektedir. Terpen bileşiklerinin en yüksek oranda bulunduğu dönem O.İ.'nin 3,50 olduğu 09.11.2015 tarihi olduğu saptanmakla beraber genel itibariyle O.İ. 3 ile 4 arasında olduğu yani meyvelerin alacalı olgunluk tabir edilen renk dönümünden kabuk rengini tamamladığı aşamaya kadar en yüksek terpen bileşik sayısı ve oranı tespit edilmiştir.

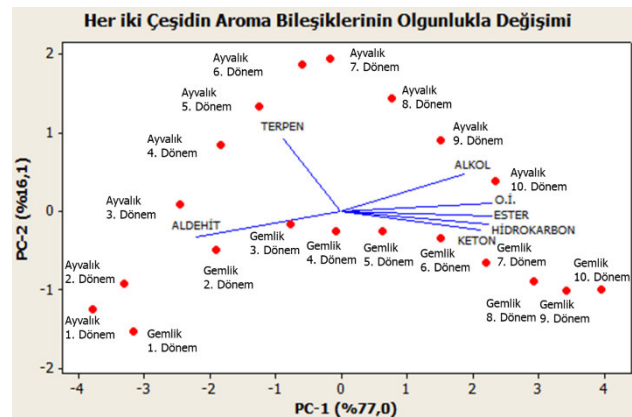
Gemlik çeşidinin 2. yılında ise 1. yılda tespit edildiği gibi 9 adet terpen bileşeni tespit edilmiş ve bunların 3'ü tüm dönemlerde tanımlanmıştır. Limonen (%0,10-2,54) ve β -seski fellendren (%0,40-2,55) bileşikleri 1. yıl olduğu gibi 2. yılda majör önemlilikte olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte allosimen (%0,10-1,34) bileşiğinin de çalışmanın 2. senesinde tüm dönemlerde tanımlanmıştır. Tanımlanan diğer terpenler ise α -pinen, α -bergamoten, β -seski fellendren, α -kopaen, α -linalool ve E- β -osimen'dir. Terpen bileşiklerinin en yüksek oranda bulunduğu dönem O.İ.'nin 2,46 olduğu Ekim ayı sonu olarak saptanmakla beraber genel itibariyle kabuk renklenmesi ve meyve eti renklenmesi ilerledikçe terpen oranı düşmeye başlamıştır. O.İ. 2,46-4,67 arasında yani meyvelerin alacalı olgunluk tabir edilen renk dönümünden kabuk rengini tamamladığı aşamaya kadar en yüksek terpen bileşik sayısı ve oranları gözlenmektedir. Terpenlerin olgunluk süresince her iki yılda da gösterdiği değişimden yalnızca limonen diğerlerinden farklıdır. Başlangıçta olgunluğun düşük olduğu dönemde en yüksek limonen oranı (%2,54) saptanmış olmasına rağmen olgunluk süresince sürekli bir azalış gözlenmiş ve çalışmanın son döneminde en düşük orana (%0,78-0,10) ulaşmıştır.

Terpenlerin zeytinyağında ne tür bir aroma oluşturduğu kesin olmamakla birlikte bu bileşenlerin zeytinyağı aromasına katkısının olabileceği düşünülmektedir [8]. Zeytin çeşitleri ve lokasyonlara bağlı olarak hidrokarbonların ve terpenlerin çeşidi ve miktarı değişebilmekte dolayısıyla bu özellikten yararlanılarak yağları zeytin çeşitlerine ve lokasyonlara göre ayırabilmek mümkün olabilmektedir [32, 33, 34].

Olgunluğun düşük olduğu (O.İ. 0,34) çalışmanın ilk haftasında %4,07 oranında terpen tespit edilmişken olgunluk ilerledikçe terpen oranları da artış göstermiş ve olgunluk indeksinin 3-4 arasında olduğu dönemlerde en yüksek terpen oranına (%10,90) ulaşmıştır. Meyve kabuğunun tamamının karardığı ve renklenmenin meyve etine yayıldığı (O.İ.>4) aşamadan itibaren terpen miktarlarının azalmaya başladığı gözlenmiş ve çalışmanın 1. yılının

son döneminde %2,13 oranında terpen tanımlanmıştır.

Araştırma sonucunda her iki zeytin çeşidinin her iki senesinin tüm dönemleri değerlendirildiğinde aldehit grubunun en önemli bileşik grubu olduğu söylenebilir. Bununla birlikte Gemlik çeşidinde E-2-hekzenal, Ayvalık çeşidinde de hekzenal birleşikleri en önemli birleşikler olup her iki birleşik de iki çeşidin meyvelerinde tüm dönemlerde en yüksek oranda bulunduğu gözlenmektedir. Ayrıca, aldehitlerin meyvenin yeşil olduğu dönemlerde daha yüksek olduğu ve olgunluk ilerledikçe azaldığı buna karşın aldehitlerden sonra en önemli 2. grup olan alkol grubunun arttığı gözlenmektedir. Alkol grubundan ise Ayvalık çeşidinde 1-penten-3-ol, E-2-hekzenol ve 3-penten-2-ol bileşiklerinin; Gemlik çeşidinden ise fenil etanol, 1-penten-3-ol, E-2-hekzenol ve Z-3-hekzenol bileşiklerinin en yüksek oranda bulunduğu belirlenmiştir. Ester grubundan her iki çeşitte de etil asetat, Z-3-hekzenil asetat ve hekzil asetat; keton grubundan 1-penten-3-on; hidrokarbonlardan 3-etil-1,5-oktadien ve terpen grubundan ise limonen, α -farnesene ve β -seski fellendren bileşiklerinin en etkili majör bileşikler olduğu saptanmıştır (Çizelge 3, 4, 5, 6). Bu bileşik gruplarının biplot analizleri irdelendiğinde ise aldehitlerin olgun başlarında daha yüksek olduğu, terpenlerin Ayvalık çeşidinin 6., Gemlik çeşidinin ise 3. ve 4. dönemlerinde daha yüksek olduğu diğer bileşik gruplarının (alkol, ester, hidrokarbon ve keton) ve olgunluk indeksinin (O.İ.) Ayvalık çeşidinin 9. ve 10., Gemlik çeşidinin ise 6. ve sonraki dönemlerinde yoğun olduğu ilişkisi açıklanmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Her iki zeytin çeşidinde belirlenen aroma bileşik gruplarının hasat dönemlerine göre değişimini belirten biplot analizi

SONUÇ

Çalışma sonucunda her iki zeytin çeşidinde de saptanan uçucu bileşikler aldehitler, alkol, esterler,

hidrokarbonlar, ketonlar ve terpenler başlıklarında gruplandırılmıştır.

Her iki yıl ve tüm dönemlerde aldehit grubunun özellikle bu gruptaki E-2-hekzenal (Gemlik) ile hekzenal (Ayvalık) bileşiklerinin en yüksek oranlara sahip olduğu ve olgunluk ilerledikçe oranlarının azaldığı saptanmıştır. Olgunluk süresince aldehit oranları azalmış yerine alkol, ester, hidrokarbon ve ketonlar artmıştır. Araştırma sonucunda Ayvalık ve Gemlik zeytin çeşitlerinin aroma bileşenlerindeki değişimlerin başlıca nedeni zaman içinde meyvelerin olgunlaşması olduğu görülmektedir. Gerçekten de olgunluk indeksi arttıkça meyvelerin aroma bileşenleri değişmiştir.

Terpenlerin ise olgunluk ilerledikçe bir döneme kadar kabuk renklenmesinin tamamlanmasına kadar arttığı, sonraki dönemlerde azaldığı tespit edilmiştir. Ayvalık çeşidinde daha fazla terpen bileşiği tanımlanmıştır. Her iki çeşitte de ortak olarak limonen majör terpen bileşeni olarak dikkati çekmiştir.

Zeytin çeşitlerinin uçucu bileşenleri kapsamında toplam alkol oranları olgunluk süresince artış göstermiştir. Özellikle her iki yılda da Ayvalık çeşidi en çok alkol bileşiği içererek en yüksek orana ulaşmıştır. Toplam alkol oranını etkileyen majör bileşenler ise genel olarak 1-penten-3-ol, E-2-hekzenol ve Z-3-hekzenol bileşikleridir.

Toplam ester bileşenleri oranı ise olgunluk süresince artış göstermiş ve Gemlik çeşidinin her iki yıl için de toplam ester oranlarının çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Toplam ester bileşikleri kapsamında etil asetat, Z-3-hekzenil asetat ve hekzil asetat en önemli esterlerdir.

Çalışmanın her iki yılında da olgunluk süresince hidrokarbon oranları artış göstermiş ve 3-etil-1,5-oktadien bileşeni ise en önemli hidrokarbon bileşiği olduğu saptanmıştır.

Çalışmanın her iki yılında da olgunluk süresince keton oranları artış göstermiş ve majör keton bileşiğinin 1-penten-3-on ve 3-pentanon bileşikleri olduğu gözlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Mehmet Ali Gündoğdu'nun "Bazı Zeytin Çeşitlerinin Farklı Olgunluk Dönemlerinde Pomolojik ve Biyokimyasal Özelliklerindeki Değişim" başlıklı Doktora Tezinin bir bölümünü içermekte ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi imkânlarıyla yürütülen FDK-2015-575 numaralı projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., Sönmez, S. 2011. Dünyada, Türkiye’de, Edremit körfezi çevresinde zeytin ve zeytinyağı. Edremit Belediyesi Kültür Yayınları No:6, 2011.
2. Bravo, J. 1991. Zeytinyağı kalitesinin iyileştirilmesi, zeytinin olgunlaşması, zeytinin hasadı. Aracılar Matbaacılık, İzmir, s:6-14.
3. IOOC, 2007. Optimal Harvest Time. In: Tombesi A., Tombesi S., Eds. Production Techniques in Olive Growing. Artegraf S.A., Madrid, pp:319-327.
4. Gündoğdu, M.A., Şeker, M. 2020. Geyikli yöresi zeytinyağlarının bazı kimyasal özellikleri ile uçucu bileşenlerinin belirlenmesi. Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi 1(1):69-79.
5. Kıralan, M. 2010. Türk zeytinyağlarının zeytin çeşitlerine göre aroma profillerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Türkiye.
6. Toker, C. 2009. Ayvalık zeytin çeşidinde Kuzey Ege agroekolojik şartlarında meyve kalitesi ve aroma bileşenlerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, İzmir. 103 s.
7. Kara, H.H. 2011. Farklı hasat dönemlerinde ve saatlerinde günün çeşitlerinden elde edilen yağların uçucu aroma bileşenleri üniversitesi toplanan zeytin değişiminin araştırılması. Ankara Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 218s, Ankara.
8. Baccouri, O., Bendini, A., Cerretani, L., Guerfel, M., Baccouri, B., Lercker, G., Zarrouk, M., Milled, D.D.B. 2008. Comparative study on volatile compounds from Tunisian and Sicilian monovarietal virgin olive oils. Food Chemistry 11:322-328.
9. Reiners, J., Grosch, W. 1998. Odorants of Virgin olive oils with different flavor profiles. J. Agric. Food Chem. 46(7):2754-2763.
10. Aparicio, R., Luna, G. 2002. Characterization of monovarietal virgin olive oils. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 104(9-10):614-627.
11. Morales, M.T., Luna, G., Aparicio, R. 2005. Comparative study of virgin olive sensory defects. Food Chemistry 91:293-301.
12. Kıralan, M., Özkan, G., Köylüoğlu, F., Uğurlu, H.A., Bayrak, A., Kiritsakis, A. 2012. Effect of cultivation area and climatic conditions on volatiles of virgin olive oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 114:552-557.
13. Kesen, S., Selli, S., Kelebek, H., Cabaroğlu, T., Şen, K., Ulaş, M. 2014. Adana ili Gemlik ve

- Barnea zeytinyağlarının aroma maddelerinin kıyaslanması. *Gıda* 39(2):103-110.
14. Dağdelen, A., Ozkan, G., Karasu, S., Sagdic, O. 2016. Differentiation of olive oils based on rheological and sensory characteristics obtained from six olive cultivars. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* 8(3):415-425.
 15. Angerosa, F., Servili, M., Selvaggini, R., Taticchi, A., Esposto, S., Montedoro, G.F. 2004. Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *Journal of Chromatography A*, 1054:17-31.
 16. Sabatini, N. 2010. A comparison of the volatile compounds, in Spanish-style, Greek-style and Castelvetro-style green olives of the Nocellara del Belice cultivar: alcohols, aldehydes, ketones, esters and acids. In *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, pp:219-231. Academic Press.
 17. İlyasoğlu, H., Özcelik, B., Van Hoed, V., Verhe, R. 2010. Characterization of Aegean olive oils by their minor compounds. *Journal of the American Oil Chemists Society* 87:627-636.
 18. Kanavouras, A., Kiritsakis, A., Hernandez, R.J. 2005. Comparative study on volatile analysis of extra virgin olive oil by dynamic headspace and solid phase micro-extraction. *Food Chemistry* 90:69-79.
 19. Luna, G., Morales, M.T., Apaaricio, R. 2006. Characterization of 39 varietal virgin olive oils by their volatile compositions. *Food Chemistry* 98:243-252.
 20. Kandyliş, P., Vekiari, A.S., Kanellaki, M., Grati, K.N., Msallem, M., Kourkoutas, Y. 2011. Comparative study of extra virgin olive oil flavor profile of Koroneiki variety (*Olea europaea* var. *Microcarpa alba*) cultivated in Greece and Tunisia during one period of harvesting. *Food Sci Technol* 44:1333-1341.
 21. Kesen, S., Kelebek, H., Sen, K., Ulas, M., Selli, S. 2013. GC-MS-olfactometric characterization of the key aroma compounds in Turkish olive oils by application of the aroma extract dilution analysis. *Food Research International* 54:1987-1994.
 22. Kalua, C.M., Allen, M.S., Bedgood, D.R., Bishop, A.G., Prenzler, P.D., Robards, K. 2007. Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: a critical review. *Food Chemistry* 100:273-286.
 23. Sánchez-Ortiz, A., Pérez, A.G., Sanz, C. 2013. Synthesis of aroma compounds of virgin olive oil: Significance of the cleavage of polyunsaturated fatty acid hydroperoxides during the oil extraction process. *Food Research International* 54(2):1972-1978.
 24. Benincasa, C., De Nino, A., Lombardo, N., Perri, E., Sindona, G., Tagarelli, A. 2003. Assay of aroma active components of virgin olive oils from southern Italian regions by SPME-GC/Ion trap mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:733-741.
 25. Gomez-Rico, A., Salvador, M., Fregapane, D. 2009. Effect of malaxation conditions on phenol and volatile profiles in olive paste and the corresponding virgin olive oils (*Olea europaea* L. cv. Cornicabra). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57:3587-3595.
 26. Tura, D., Prenzler, P.D., Bedgood, Jr. D.R., Antolovich, M., Robards, K. 2004. Varietal and processing effects on the volatile profile of Australian olive oils. *Food Chemistry* 84:341-349.
 27. Reboredo-Rodríguez, P., Gonzalez-Barreiro, C., Cancho-Grande, B., Simal-Gandara, J. 2013. Aroma biogenesis and distribution between olive pulps and seeds with identification of aroma trends among cultivars. *Food Chemistry* 141:637-643.
 28. Kiritsakis, A.K. 1998. Flavor components of olive oil - a review. *Jaocs* 75(6):673-681.
 29. Angerosa, F. 2002. Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104(9-10):639-660.
 30. Collin, S., Nizet, S., Muls, S., Iraqi, R., Bouseta, A. 2008. Characterization of odor-active compounds in extracts obtained by simultaneous extraction/distillation from Moroccan black olives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(9):3273-3278.
 31. Vekiari, S.A., Oreopoulou, V., Kourkoutas, Y., Kamoun, N., Msallem, M., Psimouli, V., Arapoglou, D. 2010. Characterization and seasonal variation of the quality of virgin olive oil of the Throumbolia and Koroneiki varieties from southern Greece. *Grasas y Aceites* 61(3):221-231.
 32. Vichi, S., Pizzale, L., Conte, L.S., Buxaderas, S., Lopez-Tamames, E. 2003. Solid-phase microextraction in the analysis of virgin olive oil volatile fraction: modifications induced by oxidation and suitable markers of oxidative status. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:6564-6571.
 33. Bortolomeazzi, R., Berno, P., Pizzale, L., Conte, L.S. 2001. Sesquiterpene, alkene and alkane hydrocarbons in virgin olive oils of different varieties and geographical origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49:3278-3283.
 34. Guinda, A., Lanzón, A., Albi, T. 1996. Differences in hydrocarbons of virgin olive oils

- obtained from several olive varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44:1723-1726.
35. Barrio Perez-Cerezal, A., F. Gutierrez Rosales, R. Gutierrez Gonzalez-Quijano, 1981. Gas-liquid chromatography application, a head-space technic to the olive oils Atrojado problem. *Grasas Aceites* 32:155-161.
36. Karagöz, S.G., Yilmazer, M., Özkan, G., Carbonell-Barrachina, A.A., Kıralan, M., Ramadan, M.F. 2017. Effect of cultivar and harvest time on C6 and C5 volatile compounds of Turkish olive oil. *Eur. Food Res Technol.* 243:1193-1200.