

FARKLI HASAT ZAMANLARININ BERGAMOT (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) KABUK UÇUCU YAĞININ BAZI KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Muharrem GÖLÜKCÜ^{1*}, Haluk TOKGÖZ², Demet YILDIZ TURGUT³

¹Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0003-1646-5876

²Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-9956-0045

³Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-7486-3701

Geliş Tarihi / Received: 25.05.2019

Kabul Tarihi / Accepted: 08.05.2020

ÖZ

Turuncgiller dünyadan tarımı en çok yapılan meyve türlerindedir. Bunlardan biriside bergamot olup, bergamot daha çok uçucu yağ üretiminde kullanılmaktadır. Diğer turuncgil türlerinde olduğu gibi bergamot uçucu yağının bileşimi de hasat zamanı, yetiştirilme şartları, üretim metodu gibi faktörlere göre değişebilmektedir. Bu çalışmada farklı hasat zamanlarının bergamot kabuklarının uçucu yağ verimi ve uçucu yağ bileşimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Örneklerin uçucu yağ içeriği klevenger düzeneğinde hidrodistilasyon yöntemi ile uçucu yağ bileşimi ise GC-MS/FID cihazı ile belirlenmiştir. Bergamot kabuk uçucu yağ miktar ve bileşiminde hasat zamanına göre değişimler olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin uçucu yağ miktarı %2.11-2.99 aralığında değişim göstermiştir. Araştırma kapsamında analiz edilen uçucu yağ örneklerinde 14 farklı bileşenin bulunduğu tespit edilmiştir. Örneklerin bileşiminde makro düzeyde limonen, linalool ve linalil asetat bulunmakta olup oranları hasat zamanına göre sırasıyla %46.20-46.98, %13.42-20.22, %12.20-15.91 aralığında dağılım göstermiştir. Araştırma bulguları bergamot için hasat zamanının uçucu yağ verim ve bileşimi açısından önemli etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Bergamot, *Citrus bergamia* Risso et Poiteau, hasat zamanı, uçucu yağ, kalite

HARVEST TIMES EFFECT ON SOME QUALITY PARAMETERS OF BERGAMOT (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) PEEL ESSENTIAL OIL

ABSTRACT

Citrus fruits are one of the most common fruit species in the world. Bergamot is one of the important species and used extensively in essential oil production. As in other citrus species, the composition of bergamot essential oil may vary depending on many factors such as harvest time, growing conditions, production method etc. In this study, the effect of harvest times on the essential oil content and the composition of bergamot peel were investigated. The essential oil content of the samples was determined by hydrodistillation method in the Clevenger apparatus and the essential oil composition was determined by chromatographic method with GC-MS/FID apparatus. Bergamot peel essential oil content and composition were varied according to the harvest times. Essential oil content of the samples was ranged from 2.11% to 2.99% with respect to harvesting times. Totally, 14 components were determined in these essential oil samples. Limonene, linalool and lineally acetate were main components and their ratios were determined as 46.20-46.98%, 13.42-20.22% and 12.20-15.91% respectively. It is widely used in the production of essential oil. Results showed that harvesting times for bergamot has important effect on essential oil content and composition.

Keywords: Bergamot, *Citrus bergamia* Risso et Poiteau, harvest time, essential oil, quality

GİRİŞ

Turuncgiller dünyada en fazla üretilen ve tüketilen meyve gruplarındandır. Turuncgil meyveleri meyve suyu, konsantre, şurup, dilim kompostosu, reçel, marmelat gibi ürünlere

işlenerek değerlendirilmekte, bunun yanında kabukları da uçucu yağ üretiminde kullanılmaktadır [11, 20].

Turuncgil kabuk yağları içerisinde en yaygın üretimi yapılan kabuk yağlarından birisi kendine has aroması ile bergamot kabuk

*Sorumlu yazar / Corresponding author: muharrem.golukcu@tarimorman.gov.tr

yağıdır. Genellikle soğuk pres veya hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilebilen bu yağ, yaygın olarak kozmetik, eczacılık ve gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde çay, şekerleme, likör gibi bazı ürünlere aroma vermek amacıyla ilave edilmektedir [8, 9, 11, 24]. Bergamot uçucu yağının içerdiği bileşenlerin antiseptik ve antibakteriyel etkiye sahip olduğu bildirilmektedir [6, 8, 13, 15, 19]. Bitkilerin yağı verimi ve bileşimi iklime, bölgeye, olgunluğa, çevre şartlarına, yağın elde edilme yöntemi gibi faktörlere göre değişebilmektedir [16]. Turunçgil kabuk uçucu yağlarının bileşiminde de çeşitli faktörlere göre farklılıklar görülebilmektedir [7, 9, 14, 28]. Turunçgil kabuk uçucu yağları içerisinde kendine has aroması ile bergamot kabuk uçucu yağı oldukça önemli olup bu alanda birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların önemli bir kısmı özellikle bergamot üretiminin yoğunlaştığı İtalya'da yapılmıştır. Poiana ve ark. [26] tarafından farklı ekstraksiyon uygulamalarının bergamot kabuk uçucu yağı bileşimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada limonen, linalil asetat, linalool ve β -pinen ana bileşenler olarak belirlenmiş ve bu bileşenlerin sırasıyla %40.0-47.9, %21.6-29.0, %4.6-8.1 ve %5.9-7.2 aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Dugo ve Bonaccorsi [8]'de bergamot kabuk uçucu yağının ana bileşenlerinin limonen, linalil asetat, linalool ve β -pinen olduğunu ve bu bileşenlerin sırasıyla %24.07-54.85, %15.09-41.36, %1.58-22.68, %4.81-12.80 gibi geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği rapor edilmiştir. Dugo ve ark. [9] tarafından yapılan çalışmada da hasat zamanına göre bergamot kabuk uçucu yağ bileşiminde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Linalool ilk hasat, linalil asetat ise son hasat örneğinde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Ancak bunun yanında Tunus, Cezayir, Gine, Fildişi Sahilleri, İngiltere, Türkiye gibi bazı ülkelerde de bergamot kabuk yağı üzerine çalışmalar yapılmıştır. Tunus'ta yürütülen bir çalışmada hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen bergamot kabuk uçucu yağının bileşimi analiz edilmiştir. Analiz edilen örnekte %59.21 limonen, %16.83 linalil asetat, %9.51 linalool ve %4.38 β -pinen bulunduğu saptanmıştır [23]. Türkiye'de Başer ve ark. [5] tarafından soğuk presleme yoluyla elde edilen bergamot kabuk uçucu yağının

bileşimi analiz edilmiştir. Çalışmada analiz edilen örnekte 36 farklı bileşenin varlığı tespit edilmiş, baskın bileşenlerinde linalil asetat (%37.39), limonen (%32.28) ve linalool (%16.27) olduğu ortaya konulmuştur. Özdemir ve ark. [25] tarafından yapılan çalışmada ise bergamot kabuk uçucu yağında %40.92 ile en yüksek oranda bulunan bileşen olarak limonen olmuş bunu sırasıyla %19.20 ile linalil asetat ve %17.41 ile de linalool takip etmiştir. Yıldız Turgut ve ark. [30] tarafından yapılan çalışmada da bergamot kabuk uçucu yağının ana bileşenleri linalool (%30.59), limonen (%28.13) ve linalil asetat (%23.65) olarak belirlenmiştir.

Bergamot üretiminin en yaygın yapıldığı ülkeler arasında yer alan Türkiye'de bergamot üretimi Antalya civarında yoğunlaşmıştır. Özellikle bu bölgede üretilen bergamot kabuk reçeli üretim aşamasında kabuk rendesi olarak ortaya çıkan atıklar uçucu yağ üretiminde değerlendirilmektedir. Böylece ürüne ek bir katma değer kazandırılmaktadır. Bu işlem yaklaşık 1.5 aylık bir dönemi kapsamaktadır. Ancak olgunluk aşamasının farklı dönemlerinde bergamot kabuk uçucu yağ miktar ve kalitesi konusunda ülkemizde yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada hasat zamanının bergamot kabuk uçucu yağ miktarı ile birlikte, kabuk uçucu yağının kalite parametreleri arasında yer alan kırılma indisi, optikçe aktiflik değeri ve uçucu yağının bileşimi üzerine etki araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Materyal olarak kullanılan meyveler Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Aksu yerleşkesinde bulunan bergamot parselinden temin edilmiştir.

Metot

Örnek hasat olgunluğu başlangıcından itibaren 15'er günlük periyotlarla dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 15.01.2016, 01.02.2016, 16.02.2015 ve 02.03.2016 tarihlerinde hasat yapılmış olup her hasatta aynı ağaçlardan olmak üzere dört farklı ağaçtan

toplam yirmi adet meyve alınmıştır. Hasat edilen meyveler aynı gün içerisinde analizlerin yapılacağı enstitü laboratuvarına getirilmiştir. Öncelikle meyvelerin ağırlıkları tartılmış, daha sonra her bir meyvenin kabukları soyulduktan sonra tartılarak kabuk oranları hesaplanmıştır. Kabuğu soyulan meyvelerden presleme yoluyla elde edilen meyve sularının suda çözünür kuru madde miktarları dijital refraktometre (A. Krüss Optronic GmbH, DR6000, Almanya) ile 20°C'de ölçülmüştür.

Kabukta yağ miktarı hidrodistilasyon yöntemi ile belirlenmiştir [2]. Bu amaçla 20 g meyve kabuğu 200 ml saf su ile birlikte blenderde (Waring 8011ES, ABD) parçalandıktan sonra klevenger düzeneğinde (Wisd WiseTherm, Güney Kore) distilasyon işlemine tabi tutulmuştur. Distilasyon sonucunda elde edilen uçucu yağların kırılma indisi değerleri dijital refraktometre ile 20°C'de ölçüm yoluyla belirlenmiştir [1]. Uçucu yağların optikçe aktiflik değerleri de otomatik polarimetre cihazı (Optical Activity polAAR 31, İngiltere) ile 20°C'de tespit edilmiştir [3].

Örneklerin uçucu yağ bileşen analizleri, gaz kromatografisi (Agilent 7890A) kütle detektörü (Agilent 5975C) cihazı ile kapiler kolon (HP Innowax Capillary; 60.0 m × 0.25 mm × 0.25 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler analiz edilmek üzere 1:50 oranında hekzan ile seyreltilmiştir. Analizde taşıyıcı gaz olarak 0.8 ml dakika⁻¹ akış hızında helyum kullanılmıştır. Örnekler cihaza 1 µl olarak 50:1 split oranı ile enjekte edilmiştir. Enjektör sıcaklığı 250°C'de tutulmuştur. Kolon sıcaklık programı 60°C (10 dakika), 60°C'den 220°C'ye 4°C dakika⁻¹ ve 220°C (10 dakika) olacak şekilde ayarlanmıştır. Kütle detektörü için tarama aralığı (m z⁻¹) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyonu 70 eV kullanılmıştır [18]. Uçucu yağın bileşenlerinin teşhisinde ise Wiley7, Nist11 ve Oil Adams kütüphanelerinin verileri esas alınmıştır. Uçucu yağ oranlarının miktarı ise FID dedektörü verileri esas alınarak verilmiştir.

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir [12]. Araştırmadan elde edilen veriler SAS paket programı yardımıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma testine tabi

tutulmuştur. Sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma kapsamında kullanılan örneklerin bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Elde edilen veriler örneklerin hasat zamanına göre kalite özelliklerinde farklılıklar olabileceğini göstermiştir. Meyvenin suda çözünür kuru madde miktarında hasat zamanındaki ilerleme ile birlikte azalma olduğu görülmüştür. Meyve ağırlığı ve kabuk oranlarında da bazı farklılıklar tespit edilmiştir. Turuncgillerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde çeşit, hasat zamanı, uygulanan kültürel işlemler, bölge gibi faktörlerin etkili olduğu belirtilmektedir [22]. Yapılan bir çalışmada bergamot için kabuk oranının %21.12-25.04 aralığında değişim göstermiştir [29]. Bulgularımız bu anlamda literatür ile benzerlik göstermektedir.

Çalışmanın temel amacı hasat zamanına göre kabuk uçucu yağ miktarı ve bu yağın kalitesinde meydana gelen değişimleri ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda bir değerlendirme yapıldığında en yüksek uçucu yağ miktarı ilk hasat örneklerinde tespit edilmiştir. İlerleyen hasat zamanına paralel olarak kabuk uçucu yağında azalmalar olduğu görülmüştür. Son hasat döneminde analizi yapılan örneklerde kabuk uçucu yağ miktarında ilk hasat zamanına göre yaklaşık %30'luk bir azalma olduğu görülmüştür. Bu veriler uçucu yağ miktarı açısından ilk hasat örneklerinin de daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Uçucu yağın temel kalite parametrelerinden olan kırılma indisi ve optikçe aktiflik değerlerinde de hasat zamanına göre bazı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. İlk hasat dönemi örneğinde 1.4632 olan kırılma indisi değeri son hasat örneğinde 1.4663 değerine ulaşmıştır. Yağların kalitesi hakkında önemli bir gösterge olan optikçe aktiflik değeri de yine birinci hasat döneminden son hasat dönemine doğru bir artış yönünde olmuştur. Kirbaslar ve ark. [21] tarafından yapılan çalışmada kabukta uçucu yağ miktarı %1.9, kırılma indisi değeri de 1.4648 olarak bildirilmiştir. Dugo ve Bonaccorsi [8] tarafından bildirildiğine göre de bergamot kabuk uçucu yağının optikçe aktiflik değerinin

+28'den küçük olması gerektiği bildirilmiştir. Çalışma bulgularımız literatür değerleri ile benzerlikler göstermektedir. Uçucu yağ miktarı ise literatür değerinden biraz yüksek bulunmuştur. Bunun araştırmada kullanılan materyal farklılığından ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında analiz edilen örneklerin kabuk uçucu yağ bileşimlerine ait veriler Çizelge 2'de verilmiştir. Bergamot kabuk yağında toplam 14 bileşen tespit edilmiştir. Araştırma bulguları hasat zamanına göre bergamot kabuk uçucu yağı bileşiminde önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir.

Çizelge 1. Hasat zamanına göre örneklerin bazı kalite parametreleri (ortalama)^z

Table 1. Some quality parameters of samples with respect to harvest times (mean)^z

Hasat zaman Harvest time	SÇKM (°briks) Soluble solids	Meyve ağırlığı (g/adet) Fruit weight	Kabuk miktarı (%) Peel ratio	Uçucu yağ miktarı (%) Essential oil content	Kırılma indisi (nD ₂₀) Refractive index	Optikçe aktiflik Optical activity
1. hasat 1 st harvest	9.08a±0.13	193.30a±10.05	23.34a±1.47	2.99a±0.16	1.4632c±0.0001	+10.33b±0.23
2. hasat 2 nd harvest	8.93a±0.06	205.46a±8.41	26.07a±2.42	2.30b±0.14	1.4641b±0.0001	+11.10b±0.35
3. hasat 3 rd harvest	8.68a±0.15	197.99a±7.83	26.17a±2.10	2.15b±0.11	1.4642b±0.0002	+11.30b±0.23
4. hasat 4 th harvest	8.00b±0.09	228.85a±13.93	24.54a±2.43	2.11b±0.08	1.4663a±0.0003	+11.56a±0.24

^zAynı sütunda yer alan farklı harfler ortalamalar arasında P<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

^zDifferent letters at the same column shows significant difference at P<0.05

Çizelge 2. Hasat zamanına göre bergamot kabuk uçucu yağ bileşimine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (% , ortalama ± standart hata)^z

Table 2. Duncan test results of bergamot peel essential oil composition with respect to harvest times (mean ± standard error)^z

Bileşen Compound	RI ^z	RI ^y	1. hasat 1 st harvest	2. hasat 2 nd harvest	3. hasat 3 rd harvest	4. hasat 4 th harvest
α-pinen	1020	1025	0.85a±0.050	0.86a±0.050	0.98a±0.025	0.98a±0.135
β-Pinen	1103	1110	3.33b±0.030	3.94ab±0.070	4.30ab±0.065	4.69a±0.500
Sabinen	1116	1122	0.59b±0.020	0.71ab±0.020	0.73ab±0.005	0.81a±0.090
β-Mirsen	1157	1161	1.86a±0.005	2.24a±0.435	2.00a±0.050	1.80a±0.000
Limonen	1195	1198	46.80a±1.300	46.20a±1.635	46.98a±1.555	46.80a±1.275
γ-Terpinen	1235	1245	5.26b±0.015	5.98b±0.155	5.84b±0.525	7.15a±0.045
(E)-β-Osimen	1240	1250	0.78a±0.100	0.82a±0.030	0.89a±0.020	0.78a±0.075
Linalool	1535	1543	20.22a±0.380	17.08b±0.100	14.84c±0.590	13.42c±0.515
Linalil asetat	1549	1554	12.20b±0.145	13.64ab±1.275	14.27ab±0.915	15.91a±0.475
α-Terpineol	1692	1694	2.79a±0.460	2.95a±0.140	3.30a±0.260	2.49a±0.415
Neril asetat	1717	1718	1.41a±0.005	1.38a±0.070	1.37a±0.055	1.46a±0.120
Geranil asetat	1747	1751	1.67a±0.225	1.79a±0.100	1.94a±0.160	1.71a±0.105
Nerol	1788	1794	0.67a±0.095	0.69a±0.050	0.71a±0.055	0.58a±0.095
Geraniol	1832	1839	1.59a±0.270	1.71a±0.140	1.86a±0.175	1.42a±0.230

^zAynı satırda yer alan farklı harfler ortalamalar arasında P<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

^zDifferent letters at the same line shows significant difference at P<0.05

RI^z: hesaplanan (calculated), RI^y: Babushok ve ark. [4]

Bergamot kabuk uçucu yağı bileşenlerin büyük bir kısmı monoterpenlerden oluşmaktadır. Monoterpen yapıdaki bileşenlerden limonen γ-terpinen ve β-pinen öne çıkan bileşenler olmuştur. Diğer turuncgil kabuk yağlarında da olduğu gibi bergamot kabuk uçucu yağında da monoterpen yapıdaki baskın bileşen olan limonen oranı araştırma kapsamında gerçekleştirilen hasat periyodu

içerisinde önemli bir farklılık göstermezken γ-terpinen ve β-pinen oranlarında önemli farklılıklar görülmüştür. Bergamot kabuk uçucu yağ bileşimi hasat zamanı, bölge ve elde edilme yöntemine göre önemli farklılık göstermektedir [4]. Nitekim aynı araştırmacıların bildirdiğine göre monoterpen yapıdaki limonen, γ-terpinen ve β-pinen bileşenlerinin oranları bergamot kabuk yağında sırasıyla

%35.42-45.11, %1.35-6.02, %2.90-5.79 aralıklarında değişim göstermiştir. Dugo ve ark. [10] tarafından yapılan çalışmada limonen oranı birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci hasat dönemlerinde hasat edilen örneklerde sırasıyla %38.21, %40.46, %41.97, %40.87, %40.67 olarak tespit edilmiştir. Monoterpen bileşenlerden γ -terpinen ve β -pinen oranları da hasat zamanına göre sırasıyla %7.96-8.53, %6.94-7.36 aralıklarında dağılım göstermiştir. Nabih ve ark. [23] ise Tunus'ta gerçekleştirdikleri çalışmada limonen, γ -terpinen ve β -pinen oranlarını sırasıyla %59.21, %0.01, %4.38 olarak rapor etmişlerdir. Dugo ve ark. [9] tarafından yapılan çalışmada da bergamot kabuk yağında β -pinen oranının %2.90-5.79, γ -terpinen oranının da %1.35-6.02 aralığında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Bulgularımız, Dugo ve ark. [10] tarafından tespit edilen limonen değerinden yüksek, γ -terpinen ve β -pinen değerlerinden ise daha düşüktür. Nabih ve ark. [23] tarafından yapılan çalışmada elde edilen limonen değerinden daha düşük, γ -terpinen değerinden ise daha yüksek olmuştur. Araştırma bulgularımız γ -terpinen ve β -pinen açısından Dugo ve ark. [9] tarafından belirtilen değerlerle benzerlikler göstermiştir. Araştırma bulguları arasındaki farklılıkların bölge, iklim, toprak ve uygulanan kültürel işlem farklılıklarından ileri geldiği düşünülmektedir.

Turuncgil kabuk yağı aromalarında belirleyici olan ve önemli fonksiyonel özelliklere sahip olan ve monoterpen alkol yapıda olan linalool oranı hasat süresindeki ilerlemeye doğru düşüş göstermiştir. Birinci hasat örneklerinde %20.22 olan linalool oranı kademeli bir düşüşle dördüncü hasat örneğinde %13.42 değerine düşmüştür. Nitekim, Dugo ve Bonaccorsi [8]'nin bildirdiğine göre de hasat başlangıcından hasat sonuna (aşırı olgun aşama) kadar linalool oranı %28'den %3 seviyelerine kadar düşmektedir. Bunun yanında linalool içeriği yüksek bergamot yağlarının parfümeri ve çay aromalandırma amaçlı tercih edildiği bildirilmektedir. Örneklerdeki monoterpen asetat yapıdaki linalil asetat oranı ise linalool'un tersine birinci hasattan dördüncü hasada doğru artış göstermiştir. Literatürde de hasat başlangıcında %20'ler düzeyinde olan linalil asetatın hasat sonunda %34 seviyesine

ulaştığını bildirilmiştir. Ayrıca bu bileşenin olgun meyvenin karakteristik aroma bileşeni olduğu belirtilmektedir [8]. Bergamot kabuk yağları için linalool/linalil asetat oranı önemli bir kalite kriteri olarak ele alınmakta ve "esans derecesi" olarak ifade edilmektedir. Bu değer bergamot ve ürünlerinin üretim merkezi olan İtalya'nın Reggio Calabria bölgesi örneklerinde ortalama 0.3 olduğu bildirilmektedir [27]. Çalışma kapsamında analiz edilen örneklerde linalool/linalil asetat oranı 1.66-0.84 aralığında dağılım göstermiş olup bu değerden oldukça yüksektir. Analiz edilen örneklerde ilk hasattan son hasada doğru bu oranda bir düşüş olduğu görülmüştür. Nitekim, Dugo ve Bonaccorsi [2014] hasat zamanının başlangıcında %28 olan linalool oranının hasat zamanının son aşamasında %3'e düştüğünü, aynı zamanda linalil asetat oranının %20'den %34'e yükseldiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda son yıllarda yüksek linalool içeriğinin parfümeri ve bergamot kabuk yağı veya aroması eklenen Early Grey çaylarda tercih edildiğini bildirmişlerdir. Bu durum Pazar ihtiyacına göre bu anlamda hasat zamanına göre bu anlamda bir farklılık yaratılabileceğini göstermiştir. Araştırma kapsamında analiz edilen örneklerde tespit edilen diğer bileşenlerin hasat zamanına göre değişim aralıkları da Çizelge 2'de görülmektedir. Elde edilen veriler hedeflenen ürün elde edilebilmesi amacıyla örneklerin hasat zamanına dikkat edilmesi gerektiği göstermektedir. Araştırma bulguları ayrıca hasat zamanının ürün standardı oluşturulması açısından da önemli olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Araştırma kapsamında elde edilen veriler hasat zamanının bergamot kabuk yağı verim ve kalite özellikleri üzerinde önemli farklılıklara neden olabileceğini göstermiştir. Bu anlamda hasat zamanının ilk dönemlerinin toplam uçucu yağ verimi açısından avantajlı bulunmuştur. Ancak hasat zamanının verim yanında uçucu yağ bileşiminde de önemli farklılıklara neden olduğu dikkate alınmalıdır. Bu anlamda başta bergamot kabuk yağının karakteristik özelliği üzerinde belirleyici olan linalool ve linalil asetat ile bu iki bileşenin birbirlerine oranları ile birlikte kullanım amacına göre diğer bileşenlerin oranları da dikkate alınmalıdır.

Ürün hasat zamanının pazar taleplerine göre oluşturulması yerinde olacaktır. Ancak Türkiye’de mevcut durumda kabuk reçeli üretiminde kullanılan bergamot hasat zamanının Şubat ayı içerisi olduğu dikkate alınırca üretilen ürünün yüksek linalool içeriği ile başta bergamot aromalı Eraly Grey çayı ve parfümeri ürünleri olmak üzere önemli bir kullanım potansiyeli olduğu öngörülmektedir. Türkiye turunçgil kabuk yağları ihtiyacını genellikle ithalat yoluyla karşılamaktadır. Bu veriler ve mevcut turunçgil üretim değerlerimiz dikkate alındığında diğer turunçgil ürünleri ile birlikte turunçgil kabuk yağları üretimi alanında yapılacak yatırımların yerinde olacağı düşünülmektedir. Ayrıca turunçgil kabuk reçelleri üretiminde atık olarak ortaya çıkan kabuk rendesinin yağ üretiminde değerlendirilmesinin de ekonomik anlamda ülke ekonomisine katkılar sunacağı tahmin edilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2009. TS ISO 280, Eteri yağlar-kırılma indisi tayini. *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 8s.*
2. Anonim, 2011. TS EN ISO 6571, Baharatlar, çeşniler ve tıbbi bitkiler-uçucu yağ muhtevasının tayini (hidrodistilasyon yöntemi). *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 12s.*
3. Anonim, 2012. TS ISO 592, Eteri yağlar-optik çevirme açısı tayini-polarimetrik metot. *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 8s.*
4. Babushok, V.I., P.J. Linstrom and I.G. Zenkevich, 2011. Retention indices for frequently reported compounds of plant essential oils. *Journal of Physical and Chemical Reference Data, 40(4):1-47.*
5. Baser, K.H.C., T. Özek and M. Tutas, 1995. Composition of cold pressed bergamot oil from Turkey. *Journal of Essential Oil Research, 7(3):341-342.*
6. Bisignano, G., F. Cimino and A. Saija, 2011. Biological activities of citrus essential oils. pp:529-547. In: Dugo, G., Mondello, L. (Eds), *Citrus oils composition, advanced analytical techniques, contaminants, and biological activity. CRC Press, Taylor & Francis Group, London, UK. 548p.*
7. Costa, R., P. Dugo, M. Navarra, V. Raymo, G. Dugo, and L. Mondello, 2010. Study on the chemical composition variability of some processed bergamot (*Citrus bergamia*) essential oils. *Flavour and Fragrance Journal, 25:4-12.*
8. Dugo, G. and I. Bonaccorsi, 2014. *Citrus bergamia* bergamot and its derivatives. *Taylor & Francis Group, LLC CRC Press, 549p.*
9. Dugo, G., A. Controneo, I. Bonaccorsi and A. Trozzi, 2011. Composition of the volatile fraction of citrus peel oils. pp:1-161. In: Dugo, G., Mondello, L. (Eds.), *Citrus oils composition, advanced analytical techniques, contaminants, and biological activity. CRC Press, Taylor & Francis Group. London, UK. 548p.*
10. Dugo, G., A. Cotroneo, A. Verzera, M.G. Donato and R. Del Duce, 1991. Genuineness characters of Calabrian bergamot essential oil. *Flavour and Fragrance Journal, 6:39-56.*
11. Dugo, G. and A. Di Giacomo, 2002. Citrus the genus citrus. *Taylor & Francis Group, London, UK. 642p.*
12. Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu ve F. Gürbüz, 1987. Araştırma ve deneme metotları. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 1021, Ankara, 229s.*
13. Espina, L., M. Somolinos, S. Loran, P. Conchello, D. Garcia and R. Pagan, 2011. Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. *Food Control, 22: 896-902.*
14. Figoli, A., L. Donato, R. Carnevale, R. Tundis, G.A. Statti, F. Menichini and E. Drioli, 2006. Bergamot essential oil extraction by pervaporation. *Desalination, 193:160-165.*
15. Fisher, K. and C.A. Phillips, 2006. The effect of lemon, orange and bergamot essential oils and their components on the survival of campylobacter jejuni, escherichia coli O157, Listeria monocytogenes, bacillus cereus and staphylococcus aureus in vitro and in food systems. *Journal of Applied Microbiology, 101:1232-1240.*
16. Franz, C. and J. Novak, 2010. Sources of essential oils. pp:39-82. In: Baser, K.H.C.,

- Buchbauer, G. (Eds.), *Handbook of essential oils science, technology and applications*. CRC Press, USA, 975p.
17. Furneri, P.M., L. Mondello, G. Mandalari, D. Paolino, P. Dugo, A. Garozzo and G. Bisignano, 2012. *In vitro* antimycoplasmal activity of *Citrus bergamia* essential oil and its major components. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 52:66-69.
 18. Gölükcü, M., R. Toker, H. Tokgöz ve D. Yıldız Turgut, 2015. Farklı yöntemlerle elde edilen turunc (*Citrus aurantium* L.) kabuk yağlarının uçucu yağ bileşimleri. *Derim*, 32(2):161-170.
 19. Kirbaşlar, F.G., A. Tavman, B. Dülger and G. Türker, 2009. Antimicrobial activity of Turkish citrus peel oils. *Pakistan Journal of Botany*, 41(6):3207-3212.
 20. Kimball, D.A., 1999. Citrus processing a complete guide. *A Chapman & Hall Food Science Book*, Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland, USA, 450p.
 21. Kirbaslar, F.G., S.I. Kirbaslar and U. Dramur, 2001. The compositions of Turkish bergamot oils produced by cold-pressing and steam distillation. *Journal of Essential Oil Research*, 13(6):411-415.
 22. Ladaniya, M.S., 2008. Citrus fruit biology, technology and evaluation. *Academic Press, San Diego, USA*. 575p.
 23. Nabih, B., E.O. Abdelfatteh, K. Faten, C. Herve and C.M. Moncef, 2010. Chemical composition of bergamot (*Citrus bergamia* Risso) essential oil obtained by hydrodistillation. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 4(4):60-62.
 24. Navarra, M., C. Mannucci, M. Delbo and G. Calapai, 2015. *Citrus bergamia* essential oil: from basic research to clinical application. *Frontiers in Pharmacology*, 6:1-7.
 25. Özdemir, K.S., N. Azarabadi and A. Topuz, 2018. Microencapsulation of bergamot peel essential oil with gum Arabic and maltodextrin blends: stability and release characteristics of the essential oil compounds. *Gıda*, 43(6):957-970.
 26. Poiana, M., R. Fresa and B. Mincione, 1999. Supercritical carbon dioxide extraction of bergamot peels. Extraction kinetics of oil and its components. *Flavour and Fragrance Journal*, 14:358-366.
 27. Sawamura, M., Y. Onishi, J. Ikemoto, N.T.M. Tu and N.T.L. Phi, 2006. Characteristic odour components of bergamot (*Citrus bergamia* Risso) essential oil. *Flavour and Fragrance Journal*, 21:609-615.
 28. Tisserand, R. and R. Young, 2014. Essential oil safety. *Churchill Livingstone Elsevier, London UK*, 779p.
 29. Verzera, A., A. Trozzi, F. Gazea, G. Ciciarello and A. Cotroneo, 2003. Effects of rootstock on the composition of bergamot (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) essential oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:206-210.
 30. Yıldız Turgut, D., M. Gölükcü, R. Toker ve H. Tokgöz, 2014. Bergamot (*Citrus bergamia*) esansının uçucu yağ bileşimi. 2. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 23-25.09.2014. Yalova, 65s.