

## DEFNE (*Laurus nobilis*) UÇUCU YAĞ BİLEŞİMİ ÜZERİNE DİSTİLASYON SÜRESİNİN ETKİSİ

Muharrem Gölükçü , Haluk Tokgöz , Demet Yıldız Turgut 

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, Türkiye

Received: 04.04.2017

Accepted: 02.07.2017

Published online: 07.11.2017

Corresponding author:

Muharrem Gölükçü, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Demircikara Mah. Paşakavakları Cad. No: 11 07100 Muratpaşa/Antalya, Türkiye

E-mail: [muharrem.golukcu@tarim.gov.tr](mailto:muharrem.golukcu@tarim.gov.tr)

### Öz:

Önemli tıbbi-aromatik bitkilerden birisi olan defnenin yaprakları baharat olarak kullanılmasının yanında uçucu yağ üretiminde de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Defne uçucu yağının kalitesi bileşimi ile doğrudan ilişkilidir. Uçucu yağ bileşimi, kullanılan materyalin tür veya çeşidi olmak üzere, yetiştirildiği bölge, hasat zamanı, uygulanan proses gibi değişik faktörlerden etkilenebilmektedir. Çalışma kapsamında hidro-distilasyon süresinin defne uçucu yağ bileşimi üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla beş farklı distilasyon süresinin (10, 20, 30, 60 ve 120 dakika) etkisi incelenmiştir. Araştırma bulguları distilasyon süresinin defne uçucu yağ bileşiminde oldukça etkili olduğunu göstermiştir. Defne yaprak uçucu yağının en önemli bileşeni olan 1,8-sineol uygulama süresine bağlı olarak %57.7-79.4 aralığında değişim göstermiştir. Bulgular distilasyon süresi dikkate alınarak pazar talebi ve uygulama alanına göre farklı bileşimlere sahip defne yaprak uçucu yağı üretilebileceğini ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Defne, *Laurus nobilis*, Distilasyon süresi, Uçucu yağ bileşimi

### Abstract:

#### EFFECT OF DISTILLATION TIME ON ESSENTIAL OIL COMPOSITIONS OF BAY LEAF (*Laurus nobilis* L.)

Bay leaf is an important medicinal and aromatic plant. It is used as spice and also in essential oil production. Leaf essential oil quality is related with its composition. Its composition could be affected from plant species or cultivar, growing area, harvesting time, processing methods. In this study, the effect of hydro-distillation time on essential composition of bay leaf was investigated. For this purpose, essential oil composition of bay leaf was determined during five different distillation periods (10, 20, 30, 60 and 120 minutes). The research findings showed that significant differences were observed in essential oil composition with respect to distillation time. Main component of bay leaf essential oil is 1,8-cineole and ranged between 57.7-79.4% according to distillation time. Results showed that it is possible to produce varied composition bay leaf essential oil by taking in consideration distillation time.

**Keywords:** Bay leaf, *Laurus nobilis*, Distillation time, Essential oil composition

## Giriş

Ülkemizin önemli tıbbi-aromatik bitkilerinden birisi olan defne (*Laurus nobilis* L.) herdem yeşil, çalı veya ağaç formunda bulunabilmektedir. Dünya üretiminin yaklaşık %90'ı ülkemizde bulunmakta olan defne, özellikle Akdeniz Bölgesi'nde oldukça yaygındır (Erden, 2005).

Defne yaprakları baharat olarak kullanılmasının yanında uçucu yağ üretiminde de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Acar, 1985; Polat vd, 2009). Defne yaprak uçucu yağı gıda endüstrisinde koruyucu ve aroma verici olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında defne yapraklarında elde edilen uçucu yağ melanom inhibisyonunda, eklem ve kas ağrılarını gidermede, kozmetik ürünlerde koruyucu olarak, sindirim sistemi ve cilt problemlerinin tedavilerinde, aromaterapide, masaj ürünlerinde, böcek kovucu olarak da kullanılmaktadır (Kaurinovic vd, 2010; Marques vd, 2016). Defne yaprağı başta genotip olmak üzere, yetiştirildiği bölge, hasat zamanı gibi faktörlere göre değişiklik gösterebilmekte olup, %0.20 ile %2.51 aralığında uçucu yağ içermektedir (Acar, 1985; Quijano ve Pino, 2007). Defne yaprak uçucu yağının bileşimi, kaliteyi belirleyen önemli kriterlerinin başında gelmektedir. Uçucu yağ bileşiminde; 1,8-sineol, sabinen,  $\alpha$ -terpinil asetat,  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -pinen gibi bileşenler önemli yer tutmaktadır (Fiorini vd 1997, Bouzouita vd 2001, Karadeniz, 2001; Dadaloğlu ve Evrendilek, 2004; Özcan ve Chalchat, 2005; Sangun vd, 2007; Derwich vd 2009). Uçucu yağ miktar ve bileşimi, bitki tür ve çeşidi, hasat zamanı, yetiştiği bölge, kurutma şekli, üretim yöntemi, depolama yöntemi ve süresi gibi parametrelere göre farklılıklar gösterebilmektedir (Diaz-Maroto vd 2002, Sangun vd 2007, Şekeroğlu vd 2007, Başer ve Buchbauer, 2010, Tuğrul Ay vd 2011, Sellami vd 2011). Üretim yöntemi olarak da, distilasyon metodu, cihaz dizayn şekli, cihaz üretim materyali, ham maddenin durumu, distilasyon süresi, hammadde yükleme şekli, çalışma parametreleri, ekstraksiyon tankının durumu gibi faktörlere göre farklılıklar gösterebilmektedir (Carreda vd 2002, Flamini vd 2007, Handa vd 2008, Başer ve Buchbauer, 2010, Ozek 2012, Cannon vd 2013). Nitekim bazı tıbbi ve aromatik bitkilerden uçucu yağ üretiminde distilasyon süresine bağlı olarak farklı kompozisyonlara sahip ürünler elde edilebileceği belirtilmektedir (Cannon vd 2013). Kekik uçucu yağı üzerine yapılan bir çalışmada farklı distilasyon süresi uygulamaları ile baskın bileşen olan karvakrolde %62.60 ile %86.40 gibi ge-

niş bir aralığa sahip ürün portföyü oluşturulabileceği tespit edilmiştir (Toker vd 2017). Lavanta üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada da distilasyon süresini dikkate alarak lavanta uçucu yağının hakim bileşenleri olan linalol asetat ve sineol oranlarında sırasıyla %6.37-34.52, %15.0-37.8 aralıklarında ürünler oluşturulabileceği ortaya konulmuştur (Zheljazkov vd 2013a). Rezene üzerine yapılan bir diğer çalışmada da 1.25-160 dakika aralığında 8 farklı distilasyon süresi uygulaması ile oransal olarak en yüksek düzeyde bulunan trans-anetol oranında %32.6-59.4 gibi geniş bir aralığa sahip alternatif ürünler üretilebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Zheljazkov vd 2013b). Dünya üretiminde oldukça önemli bir konuma sahip ülkemizde defne yaprak uçucu yağ bileşimi üzerine distilasyon süresinin etkisini ortaya koyan bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

Araştırmanın amacı hidro-distilasyon yöntemi ile uçucu yağ üretiminde; farklı distilasyon sürelerinin defne yaprak uçucu yağ verim ve bileşimi üzerine olan etkisini ortaya koymaktır.

## Materyal ve Metot

Araştırmada materyal olarak taze (*Laurus nobilis* L.) defne yaprağı kullanılmıştır. Örnekler 26.01.2016 tarihinde Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Aksu biriminde yer alan defne ağaçlarından alınmıştır. Örnekler hasat edildikten sonra analiz edilmek üzere Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tıbbi Aromatik Bitkiler Merkezi laboratuvarına sevk edilmiştir.

Örneklerin uçucu yağ miktarları Clevenger cihazında hidro-distilasyon yöntemi ile belirlenmiştir (Anonim, 2011). Distilasyon taze örneklerde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, distilasyon öncesi ortalama 0.5 cm boyutlarında olacak şekilde parçalama işlemine tabi tutulmuş 20 g örnek kullanılmıştır. Distilasyon süreleri; 0-10 dakika, 0-20 dakika, 0-30 dakika, 0-60 dakika, 0-120 dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. Belirlenen distilasyon süreleri kaynamaya başlama noktası dikkate alınarak verilmiştir.

Farklı distilasyon süreleri sonucu elde edilen defne yaprak uçucu yağlarının bileşen analizi FID-GC/MS (Gaz kromatografisi (Agilent 7890A)-kütle detektör (Agilent 5975C)) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla kapiler kolon (HP Innovax Capillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25  $\mu$ m) kullanılmış ve Özek vd (2010) tarafından kullanılan metot referans alınmıştır. Öncelikle uçucu yağ

örnekleri analiz edilmek üzere 1:50 oranında hekzan ile seyreltme işlemine tabi tutulmuştur. Kromatografik analizde mobil faz olarak 0.8 mL/dk akış hızında helyum gazı kullanılmıştır. Hekzan ile seyreltilmiş uçucu yağlar cihaza 1 µL olarak 1:40 split oranı ile verilmiştir. Cihaz enjeksiyon bloğu sıcaklığı 250°C'ye ayarlanmıştır. Uçucu yağ bileşen ayrımını gerçekleştirmek üzere kolon sıcaklık programı 60°C (10 dakika), 60°C'den 220°C'ye 4°C/dakika ve 220°C (10 dakika) olacak şekilde ayarlanmıştır. Kütle detektörü için tarama aralığı (m/z) 35-450 amu ve iyonizasyon için 70 eV kullanılmıştır. Örneklerin uçucu yağın bileşenlerinin teşhisinde Wiley7n, Oil Adams ve Nist05 kütüphanelerinin verileri esas alınmıştır. Elde edilen bileşenlerin yüzdeleri FID dedektör kullanılarak, tanımlaması ise MS dedektör kullanılarak yapılmıştır.

Araştırma tesadüf parselleri deneme düzeninde üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Uçucu yağ bileşen analizleri ise her tekerrürde iki enjeksiyon şeklinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler SAS paket programı kullanılarak Duncan Çoklu Karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. Elde edilen istatistik veriler ortalama±standart hata şeklinde sunulmuştur.

## Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında uygulanan beş farklı distilasyon süresi sonucu elde edilen uçucu yağ oranları ve bu verilerin toplam uçucu yağ miktarına oranları (verim) Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırma bulguları distilasyon süresine bağlı olarak elde edilen uçucu yağ oranlarında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Toplam uçucu yağın ilk on dakikalık distilasyon süresinde yarıdan fazlasının elde edildiğini göstermektedir. Bu veriler distilasyon süresinin ilerleyen aşamalarında eşit zaman aralığı için elde edilen uçucu yağ miktarında oransal bir azalma olduğu göstermektedir. Nitekim, ilk 30 dakikalık sürede bitkisel materyalde bulunan uçucu yağın %80'i, ikinci 30 dakikalık sürede ise toplam uçucu yağın %20'si distilasyon yoluyla alınmıştır. Distilasyonun son aşaması olan 60-120 dakikalık aralıkta ise toplam uçucu yağ miktarında oransal olarak herhangi bir artış olmamıştır. Yapılan bir çalışmada defne yapraklarının hasat dönemi ve sürgün yaşına göre uçucu yağ miktarında %0.68-2.51 gibi önemli farklılıklar olduğu bildirilmektedir. Genç sürgünlerin yaşlı sürgünlere, kış aylarında temin edilenlerinde yaz aylarında temin edilenlere oranla daha yüksek oranda uçucu yağ içerdiği bildirilmektedir (Acar, 1985). Ülkemizde farklı bölgelerden toplanan defne örneklerinin

yaprak uçucu yağ miktarının da %0.4-4.45 aralığında dağılım gösterdiği tespit edilmiştir (Karık vd 2015). Bulgularımız literatür değerleri ile benzerlik göstermektedir. Distilasyon süresinin uçucu yağ verim ve bileşimine etkisini belirlemek amacıyla kekik yağı üzerine yapılan bir çalışmada da 10 dakikalık bir sürede uçucu yağın %53.19'unun alındığı rapor edilmiştir (Toker vd 2017). Bu anlamda da bulgularımız literatür bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Araştırma kapsamında farklı sürelerde elde edilen uçucu yağların bileşen analizleri de gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2). Elde edilen veriler örneklerin uçucu yağ bileşen konsantrasyonları arasında da süreye bağlı olarak önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. Örneklerin tamamında defne uçucu yağ bileşiminin oransal olarak en önemli kısmını 1,8-sineol oluşturmaktadır. Okaliptüs (Başer vd 1998), biberiye (Takayama vd 2016), adaçayı (Bernotiene vd 2007) gibi bazı bitkisel kaynaklarda da önemli oranda 1,8-sineol bulunduğu bildirilmektedir. Ökaliptol olarak da bilinen 1,8-sineol gıda, kozmetik, ilaç gibi birçok üründe farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Defne yaprak uçucu yağ örneklerinin 1,8-sineol içerikleri %57.7-79.4 gibi geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir. Distilasyonun ilk 10 dakikalık periyodunda elde edilen uçucu yağın bileşiminde bulunan 1,8-sineol oranı %79.4 ile en yüksek düzeydedir. Bu süreçteki uçucu yağ oranının %57 olduğu göz önüne alındığında toplam üründe bulunan 1,8-sineol'ün %61.6'sının bu aşamada elde edileceği görülecektir. İlk 20 dakikalık distilasyon uygulaması sonucunda elde edilen üründe ise 1,8-sineol oranı %71.8'e düşmüştür. İlerleyen aşamalarda bu oran daha da azalarak %60'lar seviyesine kadar inmektedir. Bu bileşende olduğu gibi *trans*-sabinen hidrat, *cis*-sabinen hidrat, pinokarvon ve *trans*-pinokarveol oranlarında da distilasyon süresindeki artışla birlikte bir azalma meydana gelmiştir. Yapılan bir çalışmada defne yaprak uçucu yağında 1,8-sineol içeriğinin %43.37-59.94 aralığında dağılım gösterdiği bildirilmektedir (Karadeniz 2001). Karık vd (2015) tarafından yapılan çalışmada da örneğin alındığı bölgeye göre defne yaprak uçucu yağ bileşiminde önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada 1,8-sineol oranının %36.93-66.90 aralığında olduğu saptanmıştır. Bir diğer çalışmada da bu bileşenin oranının %57.8 olduğu tespit edilmiştir (Ozek, 2012). Dadaloğlu ve Evrendilek (2004) tarafından yapılan çalışmada da defne yaprak uçucu yağında 1,8-sineol oranı %60.72 olarak bildirilmiş-

tir. Araştırma bulgularımız üzerinden değerlendirme yapıldığında 120 dakikalık distilasyon uygulaması sonucu elde edilen uçucu yağın bileşiminde tespit edilen 1,8-sineol oranı ile Ozek (2012) ve Dadaloğlu ve Evrendilek (2004) değerlerinin benzerlik gösterdiği görülecektir. Ancak Karadeniz (2001) ve Karık vd (2015) tarafından

yapılan çalışmalarda olduğu gibi özellikle hasat zamanı ve örnek temin yerine göre defne yaprak uçucu yağı bileşiminde önemli varyasyonlar oluşabilmektedir. Elde edilen ürünlerdeki bu farklılık distilasyon süresini dikkate alarak giderilebileceği düşünülmektedir.

**Tablo 1.** Distilasyon sürelerine göre elde edilen uçucu yağ oranları (ortalama±standart hata).

**Table 1.** Essential oil content with respect to distillation time (mean±standard error).

Distilasyon süresi (dakika)	Uçucu yağ miktarı (%)	Verim (%)
0-10	1.00 <sup>c</sup> ±0.038	57
0-20	1.25 <sup>b</sup> ±0.046	71
0-30	1.40 <sup>b</sup> ±0.064	80
0-60	1.75 <sup>a</sup> ±0.052	100
0-120	1.75 <sup>a</sup> ±0.069	100

Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında P<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

**Tablo 2.** Distilasyon sürelerine göre elde edilen uçucu yağların bileşen oranları (% , ortalama±standart hata).

**Table 2.** Essential oil composition of the volatile oil with respect to distillation time (% , mean±standard error).

	RT	0-10 dak	0-20 dak	0-30 dak	0-60 dak	0-120 dak
$\alpha$ -pinen	12,58	1.45 <sup>d</sup> ±0.049	2.77 <sup>c</sup> ±0.095	3.28 <sup>b</sup> ±0.055	4.59 <sup>a</sup> ±0.118	4.59 <sup>a</sup> ±0.162
$\beta$ -pinen	16,32	1.71 <sup>d</sup> ±0.090	2.75 <sup>c</sup> ±0.072	3.21 <sup>b</sup> ±0.046	4.16 <sup>a</sup> ±0.107	4.21 <sup>a</sup> ±0.092
Sabinen	16,91	6.04 <sup>d</sup> ±0.058	9.41 <sup>c</sup> ±0.150	10.5 <sup>b</sup> ±0.113	12.6 <sup>a</sup> ±0.193	12.7 <sup>a</sup> ±0.124
Limonen	20,45	te	0.95 <sup>b</sup> ±0.075	0.84 <sup>b</sup> ±0.072	1.14 <sup>a</sup> ±0.055	1.14 <sup>a</sup> ±0.026
1,8-sineol	20,96	79.4 <sup>a</sup> ±0.456	71.8 <sup>b</sup> ±0.938	64.9 <sup>c</sup> ±0.624	61.4 <sup>d</sup> ±0.214	57.7 <sup>e</sup> ±0.915
<i>p</i> -simen	23,61	te	te	te	te	0.70±0.029
<i>trans</i> -sabinen hidrat	30,85	1.22 <sup>a</sup> ±0.055	0.96 <sup>b</sup> ±0.066	0.98 <sup>b</sup> ±0.078	0.91 <sup>b</sup> ±0.066	0.82 <sup>b</sup> ±0.035
Linalool	33,42	0.43 <sup>ab</sup> ±0.026	0.52 <sup>a</sup> ±0.038	0.44 <sup>ab</sup> ±0.017	te	0.41 <sup>b</sup> ±0.049
<i>cis</i> -sabinen hidrat	33,69	1.01 <sup>a</sup> ±0.064	0.81 <sup>bc</sup> ±0.035	0.89 <sup>ab</sup> ±0.035	te	0.72 <sup>c</sup> ±0.043
Pinokarvon	34,80	0.63 <sup>a</sup> ±0.017	0.45 <sup>b</sup> ±0.038	0.43 <sup>b</sup> ±0.052	te	0.35 <sup>b</sup> ±0.055
Terpinen-4-ol	35,52	1.40 <sup>b</sup> ±0.101	1.38 <sup>b</sup> ±0.064	1.58 <sup>ab</sup> ±0.052	1.69 <sup>a</sup> ±0.032	1.66 <sup>a</sup> ±0.095
<i>trans</i> -pinokarveol	37,20	0.61 <sup>a</sup> ±0.046	0.44 <sup>b</sup> ±0.046	0.48 <sup>b</sup> ±0.009	te	0.41 <sup>b</sup> ±0.046
$\alpha$ -terpineol	38,27	0.52 <sup>a</sup> ±0.026	0.46 <sup>a</sup> ±0.049	0.57 <sup>a</sup> ±0.015	te	0.51 <sup>a</sup> ±0.049
$\alpha$ -terpinil asetat	38,39	5.00 <sup>d</sup> ±0.167	6.53 <sup>c</sup> ±0.098	9.80 <sup>b</sup> ±0.061	11.5 <sup>a</sup> ±0.049	11.8 <sup>a</sup> ±0.162
Metil öjenol	46,71	te	te	1.04 <sup>ab</sup> ±0.075	0.96 <sup>b</sup> ±0.078	1.22 <sup>a</sup> ±0.066
Tanımlanamayan	-	0.58±0.038	0.75±0.055	1.02±0.064	1.05±0.069	1.11±0.026

RT: Alıkonma zamanı (Retention time, dakika), te: tespit edilemedi.

Her satırdaki farklı harfler ortalamalar arasında P<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

Bunun yanında distilasyon süresindeki ilerlemeyle birlikte bazı bileşenlerin oranında da istatistiksel olarak önemli düzeyde artışlar meydana gelmiştir. Bu anlamda oransal olarak en yüksek artış 3.2 kat ile  $\alpha$ -pinen ve 2.5 kat ile  $\beta$ -pinen'de olmuştur. Bu iki bileşeni sırasıyla  $\alpha$ -terpinil asetat ve sabinen takip etmiştir. Bunun yanında limonen, terpinen-4-ol, metil öjenol ve *p*-simen oranlarında da kısmi artışlar olmuştur. Linalool ve  $\alpha$ -terpineol gibi bazı bileşenlerin oranlarında ise belirgin bir yönde değişim gözlenmemiştir. Bu değişimler üzerine her bir bileşenin kaynama noktası, polarite gibi parametreler etkin olabilmektedir (Handa vd

2008). Elde edilen veriler her bir bileşen için distilasyon süresinin farklı düzeyde ve yönde etkisinin olabileceğini göstermektedir.

## Sonuç

Farklı amaçlarla doğadan ve kültürel üretimle temin edilen bitkisel hammaddelerin bileşimleri, başta tür, çeşit ve genotip olmak üzere, bitkinin yaşı, kullanılan kısmı, hasat zamanı, hasat şekli, kurutma yöntemi gibi faktörlerden önemli oranda etkilenebilmektedir. Ancak genel olarak önemli ekonomik pazarlar standart özelliklere sahip ürünler talep etmektedir. Uçucu yağ pazarında da bu durum söz konusudur. Araştırma kapsamında bu anlamda distilasyon süresinden bu anlamda yarar-

lanılıp yararlanılamayacağı araştırılmıştır. Bulgular distilasyon süresi dikkate alınarak pazar talebi ve uygulama alanına göre farklı bileşimlere sahip defne yaprak uçucu yağı üretilebileceğini ortaya koymuştur. Bu veriler bu anlamda ürün çeşitliliği oluşturulabileceğini de göstermektedir. Bu anlamda distilasyonun ilk aşamasında alınan uçucu yağın 1,8-cineol açısından zengin olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler uçucu yağ üretiminde her bir bitkisel materyal ve üretim sistemi için distilasyon süresinde bir optimizasyon işleminin faydalı olabileceğini göstermektedir.

## Kaynaklar

Acar, İ. (1985). *Defne (Laurus nobilis L.) yaprağı ve yaprak eterik yağının üretilmesi ve değerlendirilmesi*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 186. 89 s. Ankara.

Anonim, (2011). TSE EN ISO 6571-Baharatlar, Çeşniler ve Tıbbi Bitkiler - Uçucu Yağ Muhtevasının Tayini (hidrodistilasyon yöntemi). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Başer, K.H.C. & Buchbauer, G. (2010). *Handbook of essential oils: science technology and applications*. CRC Press, New York, 975 pp. ISBN: 978-1-4200-6315-8.

Başer, K.H., Gülbaba, A.G., Azcan, N., Kara, M., Kırmıner, N. & Kürkçüoğlu M. (1998). *Türkiye'de yetiştirilen bazı okaliptüs (Eucalyptus) türlerinin uçucu yağ verim ve bileşimlerinin ve üretim teknolojilerinin belirlenmesi*. Tarsus: Doğu Akdeniz 160 Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 84, DOA Yayın No:11, Teknik Bülten No:7.

Bernotiene, G., Nivinskiene, O., Butkiene, R., & Mockute, D. (2007). Essential oil composition variability in sage (*Salvia officinalis* L.). *Chemija*, 18(4), 38-43.

Bouzouita, N., Nafti, A., Chaabouni, M.M., Lognay, G.C., Marlier, M., Zghoulli, S. & Thonart, P. (2001). Chemical composition of *Laurus nobilis* oil from Tunisia. *Journal of Essential Oil Research*, 13, 116-117.

Cannon, J.B., Cantrell, C.L., Astatkie, T. & Zheljazkov, V.D. (2013). Modification of yield and composition of essential oils by distillation time. *Industrial Crops and Products*, 41, 214-220.

Caredda, A., Marongiu, B., Porcedda, S. & Soro, C. (2002). Supercritical carbon dioxide extraction and characterization of *Laurus nobilis* essential oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 1492-1496

Dadalıoğlu, I. & Evrendilek, G.A. (2004). Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of Turkish oregano (*Origanum minutiflorum*), bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish lavender (*Lavandula stoechas* L.), and fennel (*Foeniculum vulgare*) on common foodborne pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 8255-8260.

Derwich, E., Benziane, Z., & Boukir, A. (2009). Chemical composition and antibacterial activity of leaves essential oil of *Laurus nobilis* from Morocco. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 3818-3824.

Diaz-Maroto, M.C., Perez-Coello, M.S., & Cabezudo, M.D. (2002). Effect of drying method on the volatiles in bay leaf (*Laurus nobilis* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4520-4524.

Erden, Ü. (2005). *Akdeniz Defnesi (Laurus nobilis L.)'nde Mevsimsel Varyabilite Ve Optimal Kurutma Yöntemlerinin Araştırılması*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 47 s. Adana.

Fiorini, C., Fouraste, I., David, B., & Bessiere, J. (1997). Composition of the flower, leaf and stem essential oils from *Laurus nobilis*. *Flavour and Fragrance Journal*, 12(2), 91-93.

Flamini, G., Tebano, M., Cioni, P.L., Ceccarini, L., Ricci, A.S. & Longo, I. (2007). Comparison between the conventional method of extraction of essential oil of *Laurus nobilis* L. and a novel method which uses microwaves applied in situ, without resorting to an oven. *Journal of Chromatography A*, 1143, 36-40.

Handa, S.S., Khanuja, S.P.S., Longo, G. & Rakesh, D.D. (2008). *Extraction technologies for medicinal and aromatic plants*. United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology, 260 pp. Trieste, Italy.

Karadeniz, H. (2001). *Hatay Bölgesi defne yaprağı ve meyvası uçucu yağının özelliklerinin belirlenmesi*. Mustafa Kemal Üniversitesi,

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, 89 s. Hatay.
- Karık, Ü., Çiçek, F., Oğur, E., Tutar, M. & Ayas, F. (2015). Türkiye defne (*Laurus nobilis* L.) popülasyonlarının uçucu yağ bileşenleri. *Anadolu*, 25(1), 1-16.
- Kaurinovic, B., Popovic, M. & Vlasisavljevic, S. (2010). In vitro and in vivo effects of *Laurus nobilis* L. leaf extracts. *Molecules*, 15, 3378-3390.
- Marques, A., Teixeira, B. & Nunes, M.L. (2016). *Bay laurel (Laurus nobilis) oils*. Chapter 26, p: 239- 246. (Editor, Preedy, V.R.: Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, Academic Press, 896 pp. London, UK.
- Ozek, T. (2012). Distillation parameters for pilot plant production of *Laurus nobilis* essential oil. *Records of Natural Products*, 6, 135-143.
- Özcan, M. & Chalchat, J.C. (2005). Effect of different locations on the chemical composition of essential oils of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaves growing wild in Turkey. *Journal of Medicinal Food*, 8, 408-411.
- Özek, G., Demirci, F., Özek, T., Tabanca, N., Wedge, D.E., Khan, S.I., Başer, K.H.C., Duran, A. & Hamzaoglu, E. (2010). Gas chromatographic–mass spectrometric analysis of volatiles obtained by four different techniques from *Salvia rosifolia* Sm., and evaluation for biological activity. *Journal of Chromatography A*, 1217, 741-748.
- Polat, S., Gülbaba, A.G. & Tüfekçi, S. (2009). *Defne (Laurus nobilis L.) alanlarında en uygun yaprak işletme şekli ve maliyetlerinin belirlenmesi (Tarsus Örneği)*. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın no: 391. 55 s.
- Quijano, C.E. & Pino, J.A. (2007). Characterization of the leaf essential oil from laurel (*Laurus nobilis* L.) grown in Colombia. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 38, 371-374.
- Sangun, M.K., Aydin, E., Timur, M., Karadeniz, H., Çaliskan, M. & Ozkan, A. (2007). Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves and fruits from different regions of Hatay. *Journal of Environmental Biology*, 28(4), 731-733.
- Sellami, I.H., Wannas, W.A., Bettaieb, I., Berrima, S., Chahed, T., Marzouk, B. & Limam, F. (2011). Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves as affected by different drying methods. *Food Chemistry*, 126, 691-697
- Şekeroğlu, N., Özgüven, M. & Erden, U. (2007). Effects of the drying temperature on essential oil content of bay leaf (*Laurus nobilis* L.) harvested at different times. *International Symposium on Medicinal and Nutraceutical Plants*, 756: 315-320
- Takayama, C., de Faria, F.M., de Almeida, A.C.A., Dunder, R.J., Manzo, L.P., Socca, E.A.R., Batista, L.M., Salvador, M.J., Souza-Brito, A.R.M. & Luiz-Ferreira, A. (2016). Chemical composition of *Rosmarinus officinalis* essential oil and antioxidant action against gastric damage induced by absolute ethanol in the rat. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(8), 677-681.
- Toker, R., Gölükcü, M. & Tokgöz, H. (2017). Effects of distillation times on essential oil compositions of *Origanum minutiflorum* O. Schwarz Et. And P.H. Davis. *Journal of Essential Oil Research*, 29(4), 330-335.
- Tuğrul Ay, S., Gölükcü, M., Toker, R. & Turgut, K. (2011). Farklı yüksekliğin ve uygulamaların defne bitkisinin kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *IX. Tarla Bitkileri Kongresi*, 2. Cilt (Endüstri Bitkileri ve Biyoteknoloji), s: 1398-1403.
- Zheljazkov, V.D., Cantrell, C.L., Astatkie, T. & Jeliaskova, E. (2013a). Distillation time effects on lavender essential oil yield and composition. *Journal of Oleo Science*, 62, 195–199.
- Zheljazkov, V.D., Horgan, T., Astatkie, T. & Schlegel, V. (2013b). Distillation time modifies essential oil yield, composition, and antioxidant capacity of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *Journal of Oleo Science*, 62, 665–672.