

Orman Bakanlığı Yayın No: 084
DOA Yayın No: 11

ISSN: 1300 - 7912

**TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN
BAZI OKALİPTÜS (*Eucalyptus*) TÜRLERİNİN
UÇUCU YAĞ VERİM VE BİLEŞİMLERİNİN VE ÜRETİM
TEKNOLOJİLERİNİN BELİRLENMESİ**

ODC: 892.62

Study of the Technology, Yield and Composition of
Essential Oils from Some *Eucalyptus* species
Grown in Turkey

**K.Hüsnü Can BAŞER, A. Gani GÜLBABA, Nezihe AZCAN,
Mustafa KARA, Neş'e KIRIMER, Mine KÜRKÇÜOĞLU,
Temel ÖZEK, Nurten ÖZKURT**

TEKNİK BÜLTEN NO: 7

**ORMAN BAKANLIğI
DOĞU AKDENİZ
ORMANCILIK ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ**

**EASTERN MEDITERRANEAN
FORESTRY RESEARCH INSTITUTE**

TARSUS

K.Hüsnü Can BAŞER, Nezihe AZCAN, Mustafa KARA,

Neş'e KIRIMER, Mine KÜRKÇÜOĞLU, Temel ÖZEK

Anadolu Üniversitesi Tıbbi ve Aromatik Bitki ve İlaç Araştırma Merkezi (TBAM)

Medicinal and Aromatic Plant and Drug Research Center (TBAM), ESKİŞEHİR

A.Gani GÜLBABA, Nurten ÖZKURT

Orman Bakanlığı Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü

Eastern Mediterranean Forestry Research Institute, TARSUS

İÇİNDEKİLER

ÖZ**ABSTRACT**

1. GİRİŞ	1
1.1. <i>Eucalyptus globulus</i> Uçucu Yağının Kullanım Alanları ve Farmakolojik Çalışmalar.....	3
1.2. 1,8-sineol'ün Özellikleri ve Kullanım Yerleri.....	5
1.3. <i>Eucalyptus</i> Yağlarının Dünya Pazarı.....	6
1.4. Türkiye'de okaliptüs Yetiştiriciliği ve Uçucu Yağ Üretim Çalışmaları.....	7
1.5. Uçucu Yağ Üretim Metotları.....	9
1.5.1. Distilasyon.....	9
1.5.1.1. Su Distilasyonu.....	9
1.5.1.2. Buhar Distilasyonu.....	10
1.5.1.3. Su – Buhar Distilasyonu.....	10
1.5.1.4. Kuru Distilasyon.....	10
1.5.1.5. Hidrodifüzyon	10
1.5.2. Ekstraksiyon.....	11
1.5.2.1. Organik Çözücü ile Ekstraksiyon.....	11
1.5.2.2. Sabit Yağ ile Ekstraksiyon.....	11
1.5.2.3. Sıvılaştırılmış Gazlarla Ekstraksiyon.....	12
1.5.2.4. Sıkma.....	12
1.6. Amaç.....	12
2. MATERYAL VE YÖNTEM	13
2.1. Kullanılan Bitkisel Materyal, Kimyasal Maddeler ve Aletler.....	13
2.1.1. Bitkisel Materyal.....	13
2.1.2. Kimyasal Maddeler.....	13
2.1.3. Aletler.....	13
2.2. Teknolojik Çalışmalar.....	14
2.2.1. Nem Tayini.....	14
2.2.2. Distilasyon İşlemleri.....	14
2.2.2.1. Laboratuvar Ölçekli Su Distilasyonu.....	14
2.2.2.2. Su Buharı Distilasyonu.....	14
2.2.3. Analitik Çalışmalar.....	15
2.2.3.1. Yoğunluk Tayini.....	15

2.2.3.2. Kırılma indisi.....	16
2.2.3.3. Optik Çevirme.....	16
2.2.3.4. Gaz Kromatografisi (GC).....	16
2.2.3.5. Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi (GC/MS).....	17
3. BULGULAR	17
3.1. Nem Miktarı.....	17
3.2. Uçucu Yağ Elde Edilmesi.....	18
3.2.1. Su Distilasyonu Bulguları.....	19
3.2.2. Teknolojik Çalışmalara (Su Buharı Distilasyonuna) ait Bulgular.....	21
3.3. Uçucu Yağlar Üzerinde Yapılan Çalışmalara ait Bulgular.....	30
3.3.1. Analitik Çalışmaların Sonuçları.....	30
3.3.2. Gaz Kromatografisi (GC) Sonuçları.....	31
3.3.3. Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometrisi (GC/MS) Sonuçları.....	37
3.3.4. <i>E. globulus</i> ssp. <i>globulus</i> ve <i>E. camaldulensis</i> Uçucu Yağı Fraksiyonlarının Analizi.....	37
4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	39
ÖZET	41
SUMMARY	42
KAYNAKÇA	43
EK ÇİZELGELER	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge No		Sayfa No
Çizelge 1.	<i>E. globulus</i> Yağının Türk Standardı (TSE).....	5
Çizelge 2.	Gaz Kromatografisi Analiz Koşulları.....	16
Çizelge 3.	GC/MS Koşulları.....	17
Çizelge 4.	Nem Miktarı.....	18
Çizelge 5.	Su Distilasyonu Uçucu Yağ Verimleri (%).....	19
Çizelge 6.	<i>Eucalyptus globulus</i> Alt Türlerinin Değişik Bölümlerinin Su Distilasyonu ile Elde Edilen Uçucu Yağ Verimleri (%)....	20
Çizelge 7.	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> 'in Değişik Bölümlerinin Su Distilasyonu Sonucundaki Uçucu Yağ Verimleri.....	21
Çizelge 8.	30 lt'lik İmbik ile <i>E.globulus</i> ssp. <i>maidenii</i> Yapraklarından Uçucu Yağ Elde Etme Çalışmaları Sonuçları.....	21
Çizelge 9.	<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>globulus</i> Pilot Ölçek Su Buharı Distilasyonu Sonuçları.....	22
Çizelge 10.	<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>bicostata</i> Pilot Ölçek Su Buharı Distilasyonu Sonuçları.....	23
Çizelge 11.	<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>maidenii</i> Pilot Ölçek Su Buharı Distilasyonu Sonuçları.....	24
Çizelge 12.	<i>E. camaldulensis</i> Pilot Ölçek Su Buharı Distilasyonu Sonuçları.....	25
Çizelge 13.	<i>E. grandis</i> Pilot Ölçek Su Buharı Distilasyonu Sonuçları.....	26
Çizelge 14.	Uçucu Yağların Fizikokimyasal Özellikleri.....	31
		47
EK ÇİZELGELER		
Ek Çizelge 1.	<i>E.globulus</i> ssp. <i>globulus</i> Uçucu Yağının Kimyasal Bileşenleri.....	48
Ek Çizelge 2.	<i>E.globulus</i> ssp. <i>bicostata</i> Uçucu Yağının Kimyasal Bileşenleri.....	50
Ek Çizelge 3.	<i>E.globulus</i> ssp. <i>maidenii</i> Uçucu Yağının Kimyasal Bileşenleri.....	52
Ek Çizelge 4.	<i>E. grandis</i> Uçucu Yağının Kimyasal Bileşenleri.....	54
Ek Çizelge 5.	<i>E. camaldulensis</i> Uçucu Yağının Kimyasal Bileşenleri.....	56
Ek Çizelge 6.	<i>E.camaldulensis</i> Uçucu Yağı Fraksiyonlarının Analiz Sonuçları.....	59

Ek Çizelge 7. <i>E. globulus</i> ssp. <i>globulus</i> Uçucu Yağı Fraksiyonlarının Analiz Sonuçları.....	60
---	----

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No		Sayfa No
Şekil 1.	<i>E. globulus</i> Alt Türlerinin Zamana Karşı Yağ Miktarları.....	27
Şekil 2.	<i>E. globulus</i> ssp. <i>Globulus</i> 'un Değişik Buhar Akış Hızlarında Zamana Karşı Uçucu Yağ Verimleri.....	28
Şekil 3.	<i>E. globulus</i> ssp. <i>Bicostata</i> 'nın Değişik Buhar Akış Hızlarında Zamana Karşı Uçucu Yağ Verimleri.....	28
Şekil 4.	<i>E. globulus</i> ssp. <i>maidenii</i> 'nin Değişik Buhar Akış Hızlarında Zamana Karşı Uçucu Yağ Verimleri.....	29
Şekil 5.	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> 'in Değişik Buhar Akış Hızlarında Zamana Karşı Uçucu Yağ Verimleri.....	29
Şekil 6.	<i>Eucalyptus grandis</i> 'in Değişik Buhar Akış Hızlarında Zamana Karşı Uçucu Yağ Verimleri.....	30
Şekil 7.	Buhar Distilasyonu İle Elde Edilen <i>E.globulus</i> ssp. <i>globulus</i> Uçucu Yağının Gaz Kromatogramı.....	32
Şekil 8.	Buhar Distilasyonu İle Elde Edilen <i>E.globulus</i> ssp. <i>bicostata</i> Uçucu Yağının Gaz Kromatogramı.....	33
Şekil 9.	Buhar Distilasyonu İle Elde Edilen <i>E.globulus</i> ssp. <i>maidenii</i> Uçucu Yağının Gaz Kromatogramı.....	34
Şekil 10.	Buhar Distilasyonu İle Elde Edilen <i>E. camaldulensis</i> Uçucu Yağının Gaz Kromatogramı.....	35
Şekil 11.	Buhar Distilasyonu İle Elde Edilen <i>E.grandis</i> Uçucu Yağının Gaz Kromatogramı.....	36
Şekil 12.	<i>E. globulus</i> ssp. <i>globulus</i> Uçucu Yağının İçerdiği Ana Bileşiklerin Distilasyon Sırasında Zamana Karşı Değişimi.....	38
Şekil 13.	<i>E.camaldulensis</i> Uçucu Yağının İçerdiği Ana Bileşiklerin Distilasyon Sırasında Zamana Karşı Değişimi.....	38

ÖZ

Anadolu Üniversitesi Tıbbi ve Aromatik Bitki ve İlaç Araştırma Merkezi ve Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğüne gerçekleştirilen proje kapsamında Tarsus'ta kültür bitkisi olarak yetiştirilen ve kerestesinden faydalanılan bazı *Eucalyptus* türlerinin yaprak uçucu yağlarının laboratuvar ve pilot ölçekte elde edilmesi ve bileşenlerinin belirlenmesi konusunda çalışmalar yapılmıştır.

Bu amaçla, değişik dönemlere ait ince dallı yaprakların buhar distilasyonu ile yapılan çalışmalarda en çok uçucu yağ verimine *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*'un (% 2.7-4.1) en az yağ verimine de *E. camaldulensis* (% 0.5-1.4) ve *E. grandis*'in (% 0.4-1.3) sahip olduğu tespit edilmiştir.

Uçucu yağların kimyasal analizleri gaz kromatografisi (GC) ve gaz kromatografisi/kütle spektrometrisi (GC/MS) ile yapılmış ve uçucu yağların fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

1,8-sineol içeriği *E. globulus* alt türlerinde % 61.0-79.3 arasında değişmekte olup en yüksek değere (% 79.3) *bicostata* alt türünün yağında rastlanmıştır. Öte yandan, 1,8-sineol yüzdesi *E. grandis* ve *E. camaldulensis*'te standartların (% 70) hayli altında olup, *E. grandis* için en yüksek % 31.2, *E. camaldulensis* için en yüksek % 55.7 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *E. globulus* ssp. *globulus*, *E. globulus* ssp. *bicostata*,
E. globulus ssp. *maidenii*, *E. camaldulensis*, *E. grandis*,
uçucu yağ, 1,8-sineol, GC, GC/MS

ABSTRACT

This study was carried out jointly by Medicinal and Aromatic Plant and Drug Research Center (TBAM) and Eastern Mediterranean Forestry Research Institute (DOA). The aim was to determine the essential oil yields and chemical compositions of some Eucalyptus species grown in Turkey using both laboratory scale water distillation and pilot scale steam distillation techniques.

E. globulus ssp. globulus gave the highest oil yield (2.7-4.1 %), while *E. camaldulensis* (0.5-1.4 %) and *E. grandis* (0.4-1.3 %) both gave the lowest yields in leaf oils (in pilot scale).

The analyses were made by GC and GC/MS. Chemical and physical characteristics of the oils were determined.

Percentage content of 1,8-cineole in the leaf oils of *E.globulus* subspecies ranged between 61.0-79.3 %, the best being in the oil of *subsp. bicostata* (79.3 %). On the other hand, the lowest 1,8-cineole contents were found in the leaf oils of *E.grandis* (31.2 %) and *E. camaldulensis* (55.7 %). These values are far below the accepted 1,8-cineole content in *Eucalyptus* oils (70 %).

Key Words: *E.globulus ssp. globulus*, *E. globulus ssp. bicostata*,
E.globulus ssp. maidenii, *E. camaldulensis*, *E. grandis*,
essential oil, 1,8-cineole, GC, GC/MS

1. GİRİŞ

Uçucu yağ, katı ya da sıvı, değişik birçok kimyasal bileşiğin birbiri içinde çözünerek homojen bir çözelti oluşturduğu uçucu özellikte olan kompleks bir karışımdır. Kimyasal ve fiziksel özellikler açısından sabit yağlardan oldukça farklıdır. Temel bileşikleri bitkiler aleminde doğal olarak ve yaygın şekilde bulunan terpenoitlerdir. Terpenoitler ise terpenik hidrokarbonlar ile bunların alkol, aldehit, keton, fenolik ester, eter, asit ve esterler gibi oksijenlenmiş türevleridir. Bunun yanında daha az miktarda doymuş alifatik, olefinik, asetilenik ve aromatik hidrokarbonlar ve türevleri de bulunabilir. Uçucu yağlar salgı kanalları, salgı cepleri veya salgı tüylerinde bulunurlar . Uçucu yağlar tedavi edici etkilerinden ötürü (örn. *Eucalyptus* yağı), tatlandırma amacıyla, (örn. limon yağı) veya parfümeride (örn. gül yağı) kullanılırlar. Uçucu yağlar üretildikleri bitkilere özel, karakteristik hoş kokuya sahip olup kozmetik, parfümeri ve gıda endüstrisinde önemli bir ekonomik değer taşırlar. Terapötik amaçlı kullanımı antik çağlara kadar uzanmakta ve çok sayıda uçucu yağ ilaç endüstrisinde hammadde olarak kullanılmakta ve farmakopelere girmektedir.

Günümüzden 4000 yıl önce Mısırlılar sedir ağacının kuru distilasyonu ile sedir katranı elde etmişlerdir. Benzer üretim tekniği antik çağlarda Çinliler, Hintliler, Persler, Yunanlı ve Romalılar tarafından da kullanılmıştır. Orta çağda ilk olarak İbni Sina tarafından uygulanan su buharı distilasyonu tekniği ile uçucu yağ üretimi daha da geliştirilmiş ve ürün çeşitliliğinde de büyük artmalar gözlenmiştir. Özellikle 19. yüzyıldan başlayarak içerdikleri kimyasal bileşiklerin aydınlanması ve önemli ekonomik değerleri nedeniyle uçucu yağ üretiminde çok hızlı bir artış gerçekleşmiştir. Günümüzde 3000'den fazla uçucu yağın bileşimi bilinmekte ve 150'den fazla uçucu yağ ticari amaçla üretilmektedir (EVANS 1989; RADOIAŞ ve CADERIN 1982).

Uçucu yağların dünya üretiminin yılda 120.000-130.000 ton olduğu tahmin edilmektedir. Yıllık üretimi 500 tonun üzerindeki 15 uçucu yağ toplam üretimin %90'ına tekabül etmektedir. Uçucu yağ üretiminin %65'i odunsu bitkilerden yani ağaç ve çalılarından elde edilmektedir. Dünya çapında ticareti yapılan 300 çeşit uçucu yağdan yarısı tarımı yapılan, yarısı ise yabani bitkilerden üretilmektedir (BAŞER 1993;1999).

Gelişmekte olan ülkeler uçucu yağ üretiminde büyük potansiyele sahiptir. Toplam dünya üretiminin %54'ten fazlası gelişmekte olan ülkelere, %9'u ise doğu Avrupa ülkelerince sağlanmaktadır. Çin, Brezilya, Türkiye, Endonezya, Fas, Hindistan ve Mısır gibi, yedi ülke gelişmekte olan ülkelerin toplam üretiminin %85'ini karşılamaktadır (BAŞER 1993;1999).

Uçucu yağ endüstrisinin gelişmesi, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ortak çabalarına bağlıdır. Uçucu yağ taşıyan bitkiler doğal olarak genellikle çok az veya az gelişmiş ülkelerde yetişmektedir.

Uçucu yağ üreticisi gelişmekte olan ülkeler bu yağları sadece kendi kullanımları için değil aynı zamanda uçucu yağların ihracat potansiyellerinden dolayı üretmektedirler. Bu ülkeler uçucu yağ taşıyan tarımsal ürünleri

yetiştirmek ve bunları işleyip mamul ürün haline getirmek için teknoloji de geliştirmektedirler (*Örneğin*; esanslar, parfümler, deodorantlar, kozmetik ürünleri ve benzerleri gibi). Diğer yandan birçok gelişmiş ülke kendi endüstrileri için gerekli olan hammaddeler bakımından gelişmekte olan ülkelere bağımlıdırlar. Bu durumda gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerin ortak çıkarları için fakir ulusları geliştirme çabalarında kuzey ve güney ülkeleri arasında teknolojiyi paylaşma ve işbirliğine gitme uçucu yağ endüstrisinin gelişmesi için kaçınılmaz bir gereksinimdir.

1960-70 yılları arasında uçucu yağ endüstrisi özellikle gelişmekte olan ülkelere ümit verici olarak görülmemiş, doğal afetler, (kasırđa, haşarat veya kuraklık nedeniyle ürünlerin yok olması), politik karışıklık veya basit ihmaller nedeniyle sentetik ürünlerin üretim ve kullanımı doğal ürünleri bastırmıştır.

Bununla birlikte bu durum 70'li yıllardan itibaren değişme sürecine girmiştir. Doğal ürünlere göre sentetiklerin fiyatı eskiye nazaran avantajlı olmaktan çıkmış, petrol krizi ve dünya çapındaki enflasyon, gelişmekte olan ülkelere uçucu yağ endüstrisine değişik boyutlar kazandırmıştır.

Gelişmekte olan ülkelerin birçoğu uçucu yağ taşıyan bitkilerin tarımı ve teknolojisi açısından uzmanlığa sahiptir. Örneğin, distilasyon teknolojisi ve hepsinden önemli olan kalite kontrolü ileri analitik metotlarla yapılmaktadır. Bugün gelişmekte olan ülkelerin birçoğu uçucu yağ üretimiyle sadece yukarıda sözü edilen nedenlerden dolayı ilgilenmemekte, aynı zamanda kendileri için gerekli olan kozmetik ve farmasötik kullanımları da göz önüne almaktadırlar. Çin, Hindistan ve Brezilya gibi birçok ülke uçucu yağ üretimine ve bunun yan ürünlerine dayanan çok gelişmiş endüstriyi, öncelikle iç tüketim için kurmuşlardır.

Bir ülkede uçucu yağ endüstrisinin başlaması ve gelişmesi için gerekli olan gereksinimler: a) uygun bitki materyalinin miktar olarak yeterince sağlanabilir olması, b) ilgili distilasyon teknolojisinin mevcut olması, b) ürünün kalite kontrolü için gerekli donanımın mevcut olması (aletli analiz), d) uygun pazarlama kanallarının ve iç kullanıcı piyasasının mevcudiyeti, şeklinde sıralanmaktadır (ANONYMOUS 1981)

Ülkemizde uçucu yağ üretimi artış göstermekle beraber gül yağı üretiminin önemi büyüktür. Gül yağı ihracatı ekonomimize büyük katkı sağlamaktadır. Bunun yanında küçük üreticiler tarafından çeşitli uçucu yağlar üretilip ihracatı yapılmaktadır. Bunlara örnek olarak, kekik, defne, adaçayı, kimyon ve ardıç yağı verilebilir.

Ülkemizde yabancı olarak yetişen ve gerektiğinde tarımı yapılabilecek çok sayıda bitki bulunmakta ve bu bağlamda geliştirilecek uçucu yağ endüstrisi iç istihdamı, ihracat ile döviz girdisi, ithalatın azaltılması ve diğer ülkelerle işbirliği konularında ülkemizin gelişmesine çok yönlü katkılarda bulunacaktır.

Okaliptüs yağı, değişik okaliptüs türlerinin yapraklarından su buharı distilasyonu ile elde edilen uçucu yağdır. Karakteristik, aromatik, kafura benzer kokuda, ağık sarı renkte ve kafur benzeri ferahlatıcı ve yakıcı tattadır. Yağ

büyük oranda (en az %70) 1,8-sineol (okaliptol), α -pinen, çok az fellandren ve diğer terpenleri içerir. Suda çok az, alkolde %70 oranında çözünür. İyice doldurulmuş kaplarda, 25°C yi geçmeyen sıcaklıkta ışıktan korunarak saklanabilir (REYNOLDS 1982).

Okaliptüs uçucu yağları genellikle üç grup altında sınıflandırılmaktadır.

1- Sineolik Uçucu Yağlar: Okaliptüs cinsi içindeki en önemli ve yaygın olan uçucu yağlardır ve büyük miktarda üretimleri yapılmaktadır. Bu yağların fellandren ve aldehit içerikleri de uygun seviyededir. Tıbbi kullanıma uygun yağlardır. Genellikle *E.polybractea*, *E. smithii* ve *E. globulus*'tan elde edilirler.

2- Parfümeri Uçucu Yağları: Bu sınıftaki yağlar *E. citriodora*, *E. staigeriana* ve *E. macarthuri*'den elde edilir. Bunlardan *E.citriodora* yağının %65-85 oranında içerdiği citronellal parfümeride önemli bir üründür.

3- Endüstriyel Uçucu Yağlar: Bu yağların ana kaynağını üç tür oluşturmaktadır. *E. radiata* var "*B*" uçucu yağı α -felandren'ce zengindir. *E. dives* "type" ve *E. radiata* var "*C*" yağları piperiton içerirler ki bu madde timol ve mentol sentezinde kullanılır (ZRIRA 1992; REYNOLDS 1982).

1.1. *Eucalyptus globulus* Uçucu Yağının Kullanım Alanları ve Farmakolojik Çalışmalar

E. globulus uçucu yağı boğaz pastillerinin ve öksürük ilaçlarının terkbine giren antiseptik, rubefiyen etkili, uyarıcı bir yağdır. Yaprakları antiseptik özellik taşır. Afrikalılar ince pudra haline getirilmiş kabuklarını böcek öldürücü olarak kullanırlar. Meksikalılar diş etlerini kuvvetlendirmek için yapraklarını çiğnerler. Ayrıca bal için iyi bir bitki olduğu da söylenir. *E. globulus* yaprakları ve uçucu yağı halk arasında kemik romatizması, astım, çıban, bronşit, yanık, kanser, soğuk algınlığı, öksürük, sistit, şeker hastalığı, dizanteri, hazımsızlık, ateş, nezle, grip, enflamasyon (iltihabi), larenjit, cüzzam, sıtma, miasma, zafiyet, burun rahatsızlıkları, ağrı, spazm, verem, vaginitis ve yaralarda kullanılır. Venezüellalılar suda bekletilmiş yaprakların suyunu göğüs hastalıkları ve soğuk algınlığında içerler. Guatemalalılar öksürük ve grip için, Jamaikalılar soğuk algınlığı için alırlar. Kübalılar uçucu yağını bronşit, dalak, karaciğer enfeksiyonlarında, sıtmada, akciğer ve mide rahatsızlıklarında kullanırlar. Yapraklar taşıdıkları tanenden dolayı, kabız ve tonik özelliklere sahiptir. Öksürük kesici olarak infüzyon (%2), toz (günde 5-10 gr), tentür, şurup ve pastil halinde kullanılmaktadır (BAYTOP 1963).

E.globulus yaprakları homeopatide bronşit, soğuk algınlığı, nezle, larenjit, ve romatizma için kullanılır. Yaprak uçucu yağı Asya ülkelerinde anestezi, antiseptik, balgam söktürücü, ateş düşürücü, kurt düşürücü olarak kullanılır. Yaprak yağı ayrıca kolera, tifo, cilt rahatsızlıklarında (yanık, ülser ve

yaralar), sulu ekstresi ise eklem ağrıları, bakteriyel dizanteri, verem ve benzeri durumlarda kullanılır.

Toksisitesi: Bir çok uçucu yağ gibi okaliptüs uçucu yağı da büyük miktarlarda alındığında ölüme sebebiyet veren zehirlenmeye neden olabilir. 3.5 - 24 ml arasında uçucu yağın alınmasıyla ölüm meydana geldiği kaydedilmiştir. Mide ve bağırsakta yanma ve tahriş, bayılma, kusma, ishal, oksijen yetersizliği, baş dönmesi, halsizlik, stupor, solunum zorluğu, sayıklama, felç, spazm, havale ve ölüm, meydana gelir. Hassas kişilerin bitkinin herhangi bir bölümüne veya yaprağına dokunmasıyla ciltte kızarıklıklar görülebilir (DUKE 1985).

E.globulus uçucu yağının gram-pozitif ve gram-negatif 15 bakteriye karşı antibakteriyal özellikleri incelendiğinde *Bacillus anthracis*, *Bacillus subtilis* ve *Micrococcus glutamicus*'a karşı çok etkili olduğu tespit edilmiştir (KUMAR ve SHARMA 1988). Biyolojik antimikrobiyal aktivite etki testleriyle 1,8-sineol arasında bir ilginin olmadığı gözlenmiştir (DELLACASSA ve ark. 1988).

Aynı konuda diğer bir çalışmada ise *E. globulus* yağının diğer türlerin (sineolce zengin) yağından farkının 1,8-sineol içeriği ile ilgili değil, uçucu yağın toplam içeriği ile ilgili olduğu bulunmuştur (FRAZAO ve ark. 1986). *E. globulus* yaprağından buhar distilasyonu ile elde edilen uçucu yağ altı farklı dermofit mantara karşı test edildiğinde de antifungal etkisinin olduğu gözlenmiştir (DESHMUKH ve ark. 1981).

Sineolce zengin okaliptüs yağının aromaterapide ve ev ilacı olarak kullanımları aşağıda özetlenmiştir.

Aromaterapide; analjezik, antinevraljik, antiromatik, antiseptik, antispazmodik, antiviral, balsamik, sikatrizan, dekonjestant, deodorant, depuratif, diüretik, ekspektoran, febrifuj, hipoglisemik, parasitisit, profilaktik, rubefiyon, stimulan, vermifuj etkilerinden ötürü kullanılır (LAWLESS 1992).

Cilt	: Yanıklar, yakı, kesik, uçuk, böcek sokmaları, bit deri enfeksiyonları, yaralarda, yakılarda ve böcek uzaklaştırıcılarda,
Dolaşım, Kaslar ve Eklemler	: Adale ağrıları, dolaşım yetersizliği, romatoid artrit, burkulmalar
Solunum Sistemi	: Astım, bronşit, soğuk algınlığı, öksürük, sinüzit, boğaz enfeksiyonları
Ürojenital Sistem	: Sistit, lökore
Bağışıklık Sistemi	: Su çiçeği, soğuk algınlığı, nezle, kızamık

Sinir Sistemi : Asteni, baş ağrısı, nevralsi
(LAWLESS 1992)

Okaliptüs Yağının Türk Standardı

Türk Standartlar Enstitüsünün belirlediği *E.globulus* uçucu yağ özellikleri Çizelge 1.'de verilmiştir (ANONYMOUS 1994).

Çizelge 1. *E. globulus* Yağının Türk Standardı (TSE)

Table 1. Turkish standart of *E.globulus* essential oil

Özellikler Characteristics	TSE Standardı Standarts
Görünüş	Berrak sıvı
Renk	Hemen hemen renksiz ya da soluk sarı
Koku	Karakteristik sineol kokusunda
Bağıl Yoğunluk 20/20 °C 'da	En az 0.906, en çok 0.925
Kırılma İndisi 20°C'da	En az 1.59, en çok 1.467
Optik Çevirme Açısı 20°C'da	0° ile + 10° arasında
1,8-sineol Muhtevası	En az %70

1.2. 1,8-Sineol'ün Özellikleri ve Kullanım Yerleri

1,8-sineol bir çok uçucu yağda bulunur. Ganapathi bir çalışmasında sineolün 260 uçucu yağda bulunduğunu göstermiştir. Bazı okaliptüs türleri %30-70 oranlarında 1,8-sineol içerir. *Eucalyptus polybractea* uçucu yağının %92'sini oluşturduğu Berry ve Swanson tarafından belirlenmiştir. Cajuput yağında (Cajuputi oleum) %40, Niaouli yağında (Niaouli oleum) %35-60, defne (*Laurus nobilis*) yaprak yağında ise %50 oranındadır. Ayrıca kakule (*Elettaria cardamomum*), zencefil (*Zingiber officinale*), lavanta (*Lavandula*) türleri, biberiye (*Rosmarinus officinalis*), reyhan (*Ocimum*) türleri, *Artemisia alpina* yağları gibi birçok uçucu yağda bulunur. 1,8-sineol okaliptüs uçucu yağından fraksiyonlu distilasyonla ayrılabilir (TYLER ve ark. 1981).

Özellikleri: 1,8-sineol; renksiz, kafur kokusunda ve yakıcı lezzettedir.

Kullanımı: Dahilen ve haricen uygulanan ilaçların terkbine girer. Dahilen kronik bronşitte nefes açıcı etki gösterir. Haricen enflamasyon tedavisinde kullanılır. Anestezik ve antiseptiktir. Bunların dışında sineol, oda sprelerinde, losyonlarda ve kozmetik preparatlarda kullanılır (GUNTHER 1975). Avrupa farmakopesinin okaliptüs yağında aradığı özelliklerden en önemlisi yağın en az %70 oranında 1,8-sineol içermesidir (ZRIRA 1992).

2 Ağustos 1999 tarihli Chemical Market Report'tan edinilen bilgiye göre 1,8-sineol'ün Newyork Spot Market fiyatı 4 \$/lb, %80 1,8-sineol içeren okaliptüs yağının ise 2.25 \$/lb'dir.

1.3. Okaliptüs Yağlarının Dünya Pazarı

Tüm okaliptüs yağlarının yıllık dünya ihracatı yaklaşık 1600-1750 tondur. Bunun 100 tonu *E. citriodora* uçucu yağı ve 20-30 tonu fellandrence zengin yağlardır (BAŞER 1999). Dünya ihracatının yaklaşık 2/3'ü sineol bakımından zengin yağlardır ki bunların çoğu Çin tarafından üretilir. Geriye kalan ihracatın yarısını Portekiz ve İspanya ve diğer yarısını Güney Afrika, Brezilya, Avusturalya ve Hindistan yapmaktadır. Dünya pazarında okaliptüs yağları arasında sineolce zengin olan *E.globulus* yağının payı büyüktür. Okaliptüs yağının temel üreticileri sırasıyla Çin, İspanya ve Portekiz'dir. Diğer üreticiler ise; Avusturalya, A.B.D ve İngiltere'dir. Üretici olarak Avustralya son yıllarda (1984) Portekiz'in yerini alıp üçüncü sıraya çıkma eğilimindedir (ANONYMOUS 1986).

Okaliptüs yağı ithalatı genellikle Batı Avrupa (Avrupa Ekonomik Topluluğu ve İsviçre) ülkeleri tarafından yapılmakta olup, yılda yaklaşık 1000 tondur. Amerika yılda 300 ton, Japonya 40-50 ton ithalat yapmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri Fransa'dan sonra ikinci büyük okaliptüs yağı ithalatçısıdır. 1980-1984 yılları arasında yıllık ortalama ithalatı 318 tona yükselmiştir. Amerika'da ithalatın yaklaşık %10-15'ini *E. citriodora* yağı, %5'ini fellandrence ve piperitonca zengin yağlar, geri kalanını ise sineolce zengin yağlar oluşturur.

Okaliptüs yağının bazı Batı Avrupa ülkelerindeki tüketimi (1980) ise Fransa: 550-560 ton, Batı Almanya: 230-240 ton, Hollanda: 80-90 ton, İsviçre: 30-40 ton, İngiltere: 180-190 tondur. Bölgedeki yıllık toplam tüketim 1150 - 1200 ton arasındadır. Bunun yaklaşık 70-80 tonunu *E. citrodora* yağı, yaklaşık 10 tonunu fellandrence ve piperitonca zengin yağlar oluşturmaktadır.

E.globulus uçucu yağının Avrupa'daki en büyük üreticisi İspanya'dır. Kendi ihtiyacından çok daha fazlasını ihraç etmektedir. İspanya yılda 100 ton yağ ithal edip bunu işledikten sonra yeniden ihraç eder. İspanya ve Portekiz'de en iyi kalite *E.globulus* yağı üretilmesine rağmen Çin'de üretilen yağ ucuz olmasından dolayı pazardan daha fazla pay almaktadır.

Japonya'nın okaliptüs yağı ithalatı 42 tondan (1970) 35 tona (1980-1984) düşmüştür. Çünkü Japonya okaliptüs ağaçları üzerindeki çalışmalarını sentetik yakıt üretimi üzerine çevirmiştir (DORASWAMY ve ark. 1982).

Brezilya 60 ton/yıllık üretim kapasitesi ile ülkenin iç talebini karşılamaktadır.

Paraguay'da okaliptüs yağının üretimi 1977'den beri devam etmektedir. Yağ *E.globulus*'dan elde edilmektedir. 1980 yılı verilerine göre yıllık üretimi 20 tondur.

Türkiye'nin dört yıllık okalıptüs yağı ithalatı aşağıdaki gibidir.
(ANONYMOUS 1994)

1989	1 821 kg
1990	3 600 kg
1991	4 250 kg
1992	5 320 kg

Yukarıdaki rakamlardan da anlaşılacağı gibi Türkiye'nin okalıptüs yağı ithalatı 1989-1992 yılları arasında hızla artmıştır. 1992 yılı itibariyle okalıptüs yağı ithalatı A.B.D., Almanya, Fransa, İngiltere, İspanya, İsviçre ve İtalya'dan yapılmıştır. İstatistik Enstitüsünden edinilen bilgiye göre, 1992 yılından sonraki ithalat değerleri 'Diğer Uçucu Yağlar' başlığı altında toplanmıştır.

1.4. Türkiye'de Okalıptüs Yetiştiriciliği ve Uçucu Yağ Üretim Çalışmaları

Ülkemizde okalıptüs ile ağaçlandırılan alan yaklaşık olarak 20.000 hektar civarındadır (GÜRSES 1993). Yer ve tür seçiminin iyi yapıldığı yerlerde çok güzel gelişme gösteren, özel ve kamu sektörüne ait okalıptüs ağaçlandırma alanları vardır. 1967 yılından beri ülkemizde okalıptüslerle ilgili bazı bilimsel çalışmalar yapılmaktadır (GÜRSES 1990). Bununla birlikte okalıptüs yaprak uçucu yağı hakkında ilk çalışma 1945 yılında OKAY ve GÜRGEN (1945) tarafından yapılmış ve daha sonra 1970'li yıllarda, önce *E. camaldulensis* uçucu yağı üzerine yapılan iki araştırmayı takiben Tarsus Karabucak ormanında yetiştirilen bazı okalıptüs türleri SEZİK (1976) tarafından detaylı olarak çalışılmıştır. Fakat endüstriyel ölçekli uçucu yağ üretimi hiç gerçekleşmemiştir. Bu nedenle ülkemizde çeşitli alanlarda gereksinim duyulan okalıptüs yaprak uçucu yağı yurt dışından ithal yoluyla sağlanmıştır. Oysa ülke gereksiniminin büyük bir kısmı ya da tamamı yurt içinde üretilebilir ve hatta ihracatı yapılarak ülke ekonomisine belirli bir katkı sağlanabilir (OKAY ve GÜRGEN 1945; SEZİK 1976).

Okalıptüsler genel olarak Avustralya ve yakın çevresindeki adaların asli ağacı olarak bilinirse de, yayılışları yalnızca buralarla sınırlı değildir. Bazı türler Papua Yeni Gine'de, Endonezya takım adalarının doğusunu oluşturan bazı adalarda (Timor, Filores, Wetoor) ve Filipinler'in Mindanao adasında doğal olarak bulunurlar (ANONYMOUS 1979). Okalıptüslerin bugünkü doğal yayılışı yukarıda açıklandığı şekilde olmakla birlikte, ADALI (1944) okalıptüslerin önceleri üçüncü jeolojik devirlerde Avrupa'da yaşadığını, yapraklarının ve tohumlarının Almanya'da rastlanan taşlar üzerindeki fosilleriyle saptandığını ve yine aynı şekilde Grönland'da da okalıptüs fosilleri bulunduğunu ifade etmektedir.

Diğer yandan, KAYACIK (1982) *E. oceanicafolia* türünün Tersiyer'de bundan 50-60 milyon yıl önce Tarsus dolaylarında doğal olarak yetiştiğinin saptandığını ifade etmektedir.

Ülkemizde okaliptüs ile ağaçlandırılmış 14 bin hektarlık alanda 1.5 milyon m³ e yakın servet olduğu tahmin edilmektedir (GÜRSES 1987).

Tarsus'taki Karabucak bataklığını kurutup sıtma hastalığından kurtulmak için ilk olarak 1939 yılında 885 hektarlık arazide ilk fidan dikilmiş, bataklığın ağaçlandırmasına paralel olarak odun hammaddesine duyulan ihtiyacın da karşılanması amaçlanmıştır. Aslında Türkiye bu ağaçlandırmanın gerçekleşmesini o tarihlerde kömür havzalarında had safhaya ulaşan maden galerilerinin direk ihtiyacının kısa sürede karşılanması isteğine borçludur. Bu amaçla kurulan heyet yaptığı araştırmalar sonucunda Dörtyol, Ceyhan, Karataş ve Antalya yörelerinde okaliptüs yetiştirmeye uygun yerler saptamış ve çalışmalara Dörtyol ve Karataş'ta başlamıştır. Ancak buralarda bazı sorunlar çıkması üzerine çalışmalar Tarsus yakınındaki Karabucak ve Aynaz bataklıklarına kaydırılmış, ilk dikimler 4.2.1939 tarihinde Karabucak'ta yapılmıştır (ADALI 1944).

Karabucak ağaçlandırması için gerekli tohumlar Fransız tohum firması Vilmorin kanalıyla yurt dışından getirilmiş olup firmanın okaliptüs tohumlarını Cezayir okaliptüs ağaçlandırmalarından sağlandığı tahmin edilmektedir (SAATÇIOĞLU ve PAMAY 1957). Bu ilk plantasyonu 1956-1961 yılları arasında tesis edilen ve 105.8 hektar büyüklüğündeki Antakya-Haceraslı okaliptüs ağaçlandırması izlemiştir (GÜRSES 1990). 1986 yılı sonu itibariyle Türkiye'de 7842.13 hektarı devlet tasarrufunda 5663.39 hektarı özel sektör tasarrufunda olmak üzere toplam 13505.52 hektar okaliptüs ormanı bulunmaktadır (GÜRSES 1987).

Bunların yanı sıra Adana, Mersin, Muğla dolayları, İstanbul'da Yıldız Parkında (BAYTOP 1985) ve İstanbul Büyük Ada'da rastlanmaktadır. Yaprak dökmediğinden yol kenarlarını süslemek amacıyla park ve bahçelere dikilmektedir.

1.5. Uçucu Yağ Üretim Metotları

Uçucu yağlar bitkilerden; ısı ve suya hassasiyetleri, yoğunlukları ve sudaki çözünürlüklerine bağlı olarak farklı yöntemlerle elde edilebilirler (KULKARNI 1982; LAWRENCE 1995; WIJESEKERA 1990).

Uçucu yağ eldesinde uygulanan yöntemler:

- Distilasyon
- Ekstraksiyon
- Sıkma'dır.

1.5.1. Distilasyon

Uçucu yağların su buharı ile sürüklenebilme özelliğinden yararlanılarak distilasyonla elde edilmeleri mümkün olmaktadır.

Distilasyonla uçucu yağ eldesinde kullanılan yöntemler:

- Su distilasyonu
- Buhar distilasyonu
- Su-Buhar distilasyonu
- Kuru distilasyon
- Hidrodifüzyon

1.5.1.1. Su Distilasyonu

Uçucu yağ eldesinde bilinen en eski yöntemdir. Su distilasyonu, ısıtma ile bozulmayan taze ve kuru, bitkisel materyale uygulanabilen bir yöntemdir. Bitkisel materyalin üstünü örtecek kadar su ilave edildikten sonra ısıtılır. Kaynama sırasında buhar ile sürüklenen uçucu yağ, soğutucuda kondanse olup toplama kabına geldiği zaman yoğunluk farkından dolayı genellikle suyun üstünde birikir. Bu yöntemlerde toplama kabı olarak **Florentin Kapları** kullanılmaktadır.

1.5.1.2. Buhar Distilasyonu

En yaygın olarak kullanılan bu metotta bitki materyali kazandaki ızgara üzerine yüklenir ve ızgara altına yerleştirilmiş delikli buhar halkaları yardımıyla başka bir yerde üretilmiş doymuş su buharı bitki içerisine püskürtülür. Uçucu yağ hücre zarı içerisinde sulu çözeltiye difüzyonundan sonra buharlaşır ve yükselen buharla taşınır. Bundan dolayı yağın tamamen distile edilebilmesi için buhar içinde belli bir miktarda nemin olması gerekir.

Yüksek basınçlı buhar önemli derecede kompozisyonun bozulmasına neden olduğundan distilasyonu düşük basınçlı buhar ile başlatmak en iyisidir. İşlem sonuna doğru yüklemenin içerdiği yağ miktarında önemli bir azalma olduğunda veya uçucu yağın yüksek kaynama noktalı bileşenleri kazan içinde kaldığı zaman daha yüksek basınçlı buhar ile devam edilebilir.

1.5.1.3. Su-Buhar Distilasyonu

Materyal, alt kısmında su bulunan kazanlara ızgaralar üzerine yerleştirilir. Başka bir kaynaktan üretilen su buharı kazana gönderilerek

kaynama sağlanır. Su buharıyla sürüklenen uçucu yağ ve su toplama kabında birikir. Kazanın alt kısmından bir nevi sulu ekstre elde edilir. Az gelişmiş teknolojilerde ve arazide yapılan distilasyonlarında kullanılır. Buhar distilasyonu kadar verimli değildir.

1.5.1.4. Kuru Distilasyon

Özel imbiklerde genellikle odun gibi kuru materyale uygulanan yöntemdir. Yüksek sıcaklıkta kuru ısıtmaıyla uygulanan bu işlem **Pirojenasyon** adını alır ve doğal olmayan, bozulma ürünlerinden oluşan bir ürün elde edilir.

1.5.1.5. Hidrodifüzyon

Bitkisel materyalin distilasyonu difüzyon ve osmoz olayları ile yakından ilgilidir. Distilasyon sırasında buhar kuru hücre membranına tam olarak nüfuz etmeyebilir. Çünkü bitkisel dokulardaki uçucu yağın bir kısmı yüzeyde bulunurken bir kısmı da iç dokularda bulunur. Yüzeye yakın olmayan bölgelerdeki uçucu yağ difüzyon işleminden sonra yüzeye ulaşır ve buhar ile sürüklenir.

Hidrodifüzyon endüstride, buharın bitkisel materyal dolu kazana üstten verilmesi ve alttan çıkan buharın soğutucuda yoğunlaştırılması şeklinde uygulanır. Bu yöntemle elde edilen uçucu yağ miktarı yüksek olmakla birlikte suda çözünen maddelerin ya da sabit yağların uçucu yağa geçmesi nedeniyle endüstriyel kullanımı yaygın değildir.

1.5.2. Ekstraksiyon

Bitkisel ve hayvansal droglardan etken maddeleri çıkarmak amacıyla çok çeşitli ekstraksiyon yöntemleri kullanılmaktadır.

Uçucu yağ eldesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemleri;

- Organik çözücü ile ekstraksiyon
- Sabit yağ ile ekstraksiyon
- Sıvılaştırılmış gazlarla ekstraksiyon

1.5.2.1. Organik Çözücü İle Ekstraksiyon

Drog, benzen, hekzan, heptan gibi uygun bir çözücü ile ekstre edilir. Bu esnada uçucu yağ, sabit yağ, mum ve boya maddeleri organik çözücüye geçer. Organik çözücünün alçak basınçta uçurulmasıyla elde edilen ürün **Konkret** adını alır. Konkret'ten uçucu bileşikleri almak için, konkret etanole tüketilir. Etanollü ekstrenin soğutulması ile içinde çözünmeyen maddeler çöktürülerek ayrılır. Etanolün alçak basınçta uçurulmasıyla **Absolü** elde edilir.

1.5.2.2. Sabit Yağ İle Ekstraksiyon

Uçucu yağ miktarının az olduğu ve diğer distilasyon yöntemlerin uygun olmadığı durumlarda kokusuz, renksiz, yumuşak bir sabit yağ uçucu yağ eldesinde kullanılır. Bu işlem için en çok saf domuz yağı kullanılır. Sabit yağ ince bir yüzey üzerine yayılır. Materyal bu yağ üzerine serilir. Sabit yağ doymun hale gelinceye kadar üste yayılan materyal yenilenir. Yağ, yeteri kadar kokulu madde adsorbe edince etanol ile tüketilir. Etanollü ekstreden soğukta mumların ve diğer maddelerin çöktürölme işlemlerinden sonra etanol alçak basınçta uçurulur. Bu yöntem **Enfleurage** adını alır.

1.5.2.3. Sıvılaştırılmış Gazlarla Ekstraksiyon

Sıvılaştırılmış gazlarla ekstraksiyonda çözücü olarak en çok sıvılaştırılmış CO₂ kullanılmaktadır. İşlem sıvılaştırılmış gazın, kritik noktası civarında (73 kg/cm² basınç ve 31°C sıcaklıkta), yüksek basınçlı ekstraksiyon kabında drog üzerinden sirkülasyonu ile gerçekleştirilir. Çözücü gaz, ekstreden basıncın değışmesi veya buharlaştırılmasıyla uzaklaştırılır. Bu yöntemle elde edilen ürün çözücü artığı taşımadığı için değerlidir. Bu üretim sisteminin kurulması yüksek maliyetli olduğundan ancak pahalı ürünlerin eldesinde kullanılmaktadır.

Daha düşük basınçlarda uygulanabilen diğer bir gaz 1,1,1,2-tetrafloroetan'dır. Çözme gücü daha düşük olan bu gaz daha çok spesifik amaçlarla kullanılmakta ve metot "phytosol tekniğı" adıyla bilinmektedir. Başka soğutucu gazlar da aynı amaçla kullanılmaktadır.

1.5.2.4. Sıkma

Narenciye kabukları gibi diğer distilasyon yöntemleri ile bozunan materyaller için preslerde sıkma ya da benzeri mekanik yollar uygulanır. Sıkışmış kabukların su ile yıkanması sonucu ayrılan yağ-su emülsiyonu da bir kaptan toplanır. Bu emülsiyon santrifüj edilerek uçucu yağ elde edilir.

1.6. Amaç

Okalıptüs, ülkemizde sadece odun hammaddesi üretimi amacıyla yetiştirilmektedir. Oysa en az odunu kadar kıymetli olan uçucu yağlarından da faydalanılabilir. Fakat, yaprakları hiçbir şekilde değerlendirilmemektedir. Oysa belli bir yatırım ve teknoloji ile bu yapraklardan uçucu yağ üretilip ek bir gelir sağlanabilir. Bu amaçla okalıptüs türlerinden bazılarının laboratuvar ölçekte yaprak yağ verimlerinin belirlenmesi, elde edilen uçucu yağların fiziksel ve kimyasal olarak en modern teknik ve cihazlarla karakterizasyonu ve son olarak değişik kapasitelerdeki (pilot ve yarı endüstriyel ölçekteki) su buharı distilasyonu ünitelerinde uçucu yağ üretimi imkanları araştırılmıştır.

Bu bağlamda seçilen okalıptüs türleri *E. globulus* ssp. *globulus*, *E. globulus* ssp. *bicostata*, *E. globulus* ssp. *maidenii*, *E. camaldulensis* ve *E. grandis* 'tir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Bitkisel Materyal, Kimyasal Maddeler ve Aletler

2.1.1. Bitkisel Materyal

Bu çalışmada kullanılan bitkisel materyaller, Tarsus/Karabucak okalıptüs ormanında ve bu alan içerisinde bulunan Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsüne ait deneme alanlarından toplanmıştır. Kullanılan türler; *E.globulus* ssp. *globulus*, *E.globulus* ssp. *bicostata*, *E.globulus* ssp. *maidenii*, *E.camaldulensis*, *E.grandis*'tir. Bu türlerin yapraklı dalları, kasım-aralık 1992, nisan-mayıs 1993, temmuz-ağustos 1993, kasım-aralık 1993, nisan-mayıs 1994, temmuz-ağustos 1994 dönemlerinde toplanılmıştır. Yapraklı dalların toplanması *E.camaldulensis* türünde Karabucak ormanının muhtelif yerlerinde ve her defasında farklı yerlerde ve en az 20 ağaçtan toplanılmıştır. Diğer türler de ise Karabucak ormanında bulunan Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsüne ait deneme alanlarında bulunan ağaçlardan alınmış ve en az beş ağaçtan toplanılmasına çalışılmıştır. Dönemler halinde toplanılan bu bitkisel materyal (temmuz-ağustos 1994 dönemi hariç) gölgede bekletilmek ve zaman zaman karıştırılmak suretiyle kurutulmuşlardır.

2.1.2. Kimyasal Maddeler

Bu çalışmada kullanılan kimyasal maddeler; Ksilen (Merck) ve Susuz sodyum sülfat (Merck) tır.

2.1.3. Aletler

Kullanılan aletler ise;
Volumetrik Nem Tayin Apareyi,
Clevenger Apareyi,
Abbe Refraktometresi (Shimadzu Bausch and Lomb),
Polarimetre (Optical Activity),
Buhar Distilasyon Ünitesi (500, 200, 30 lt. kapasitelerde),
Gaz kromatografisi (GC) (Shimadzu GC-9A ve C-R4A entegratör),
Gaz kromatografisi-Kütle spektrometrisi sistemi (GC/MS),
(Shimadzu GC 14A/QP 2000A) dir.

2.2. Teknolojik Çalışmalar

2.2.1. Nem Tayini

Bitkisel materyalin içerdiği nem miktarı volumetrik yöntemle belirlenmiştir. Su ve buhar distilasyonu ile elde edilen uçucu yağın verimi kuru baz üzerinden hesaplanmıştır (ANONYMOUS 1990).

10 gr tartılmış bitki materyali 250 ml'lik balonda 100 ml suyla doyurulmuş ksilen ilavesinden sonra geri soğutucu altında kaynatılıp dereceli tüpün alt kısmındaki su miktarı sabit kalıncaya kadar işleme devam edilerek yüzde su miktarı hesaplanmıştır.

2.2.2. Distilasyon İşlemleri

Bitki materyalinden uçucu yağ, laboratuarda su distilasyonu, pilot ölçekte ise buhar distilasyonu yöntemleriyle elde edilmiştir.

2.2.2.1. Laboratuvar Ölçekli Su Distilasyonu

Clevenger apareyi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 100 gr bitki materyali 2 lt'lik balona konularak 3 saat süreyle işlem devam etmiştir.

2.2.2.2. Su Buharı Distilasyonu

Tarsus'ta dönem dönem hasat edilen ve Eskişehir'e gönderilen bitkisel materyalin buhar distilasyonu için TBAM tasarımı 30 lt paslanmaz çelik ve 200 lt kapasiteli alüminyum alaşımı imbik ile Fransız Tournaire firmasından temin edilen 500 lt kapasiteli, çok borulu kazan tipi kondenserli, paslanmaz çelikten imal edilmiş buhar distilasyonu üniteleri kullanılmıştır. Altı döneme ait farklı miktarlarda gelen materyaller değişik kapasiteli kazanlarla çalışılmıştır.

Kalın ve ince dalları ile birlikte toplanan okalıptüs yapraklarının kalın dalları ayrılmış, yaprakların çok ince dallarla birlikte buhar distilasyonu gerçekleştirilmiştir.

Miktarı belli materyal kazanda destek görevi yapan delikli tepsinin üzerine buhar çıkış borusu seviyesine kadar homojen bir şekilde yerleştirilerek distilasyon sırasında oluşabilecek kanallaşmaların önüne geçilmiştir.

Teflon conta ile sızdırmazlığı sağlanan kapak, kapatılarak alttan delikli buhar halkası ile sisteme su buharı gönderilmeye başlanmıştır. Kondensatın gelmeye başlamasından sonra hacimsel debisi dereceli silindir ile ölçülerek istenilen buhar hızı buhar vanası ile ayarlanmıştır. Kondensattaki uçucu yağ miktarı suya göre çok az olduğundan kondensatın debisi sisteme gönderilen buhar debisine eşit olmaktadır.

Böylelikle istenilen buhar hızında çalışılarak belirli zamanlarda Florentin kabında toplanan yağ alınıp miktarı ölçülmüştür. İşleme, ölçülebilecek miktarda yağ gelmeyene kadar (3-6 saat) devam edilmiştir.

Uçucu yağı uzaklaştırılan okalıptüs yaprakları delikli tepsi ile birlikte kazandan çıkarılarak atılmış ve kazanın dibinde biriken kondens suyu da alttaki borunun vanası açılarak tahliye edilmiştir. Buharla temizlenen kazan, yoğunlaştırıcı ve Florentin kabı yeni bir çalışma için hazır duruma getirilmiştir.

Değişik kapasiteli kazanlarla, değişik tür okalıptüs yaprakları ile yapılan çalışmalarda elde edilen veriler genellikle tablolar ya da grafiklerle gösterilmiştir.

2.2.3. Analitik Çalışmalar

Uçucu yağlar üzerinde aşağıdaki çalışmalar yapılmıştır.

Yoğunluk Tayini [d_{25}^25]

Kırılma İndisi [n_D^{25}]

Optik Çevirme [α_D^{25}]

Gaz Kromatografisi (GC)

Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC/MS)

2.2.3.1. Yoğunluk Tayini

2 ml lik kılcal boru kullanılarak yoğunluk tayini yapılmıştır. Kılcal boru önce boş tartılıp, sonra su ve yağ ayrı ayrı doldurulup tartıldıktan sonra yoğunluk aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (HELDRICH 1990).

$$[d_{25}] = \frac{c - a}{b - a}$$

- a: Boş kılcal boru ağırlığı (g)
b: Su ile dolu kılcal boru ağırlığı (g)
c: Yağ ile dolu kılcal boru ağırlığı (g)
d₂₅: Yoğunluk

2.2.3.2. Kırılma İndisi

Abbe Refraktometresi ile ölçülmüştür (ANONYMOUS 1990).

2.2.3.3. Optik Çevirme

Uçucu yağların optik çevirme ölçümlerinde elektronik digital polarimetre kullanılmıştır. Aşağıdaki formülden optik çevirme açıları hesaplanmıştır (GUNTHER, 1972).

$$[\alpha]_D^{25} = \frac{\alpha}{l \cdot d_{25}}, \quad \alpha = \text{Çevirme açısı, } l = \text{Tüp uzunluğu, } d_{25} = \text{Yoğunluk}$$

2.2.3.4. Gaz Kromatografisi (GC)

Uçucu yağ içinde bulunan bileşenler kaynaşmış silika kapiler kolonda tutunma sürelerine göre ayrılmıştır. Gaz kromatografisine ait analiz koşulları Çizelge 2.'de verilmiştir.

Çizelge 2. Gaz Kromatografisi Analiz Koşulları

Table 2. Gas Chromatography Conditions

Cihaz	Shimadzu GC;9A
-------	----------------

Kolon	Thermon-600T (Fused Silica Capillary Column, 50 m x 0.25 mmø)
Taşıyıcı Gaz	Azot
Dedektör	FID
Dedektör Sıcaklığı	250°C
Enjeksiyon Sıcaklığı	250°C
Split Oranı	60:1
Isı Programı	70°C-10'//2°C/min//180°C-30'
Entegratörlü Yazıcı	C-R4A
Kağıt Hızı	5mm/dak

2.2.3.5. Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometrisi (GC/MS)

Uçucu yağ içindeki bileşenler Gaz Kromatografisi kolonundan ayrılıp iyonlaştıktan sonra her birinin tek tek kütle spektrumları alınmıştır. GC/MS analiz koşulları Çizelge 3.'de verilmiştir.

Çizelge 3. GC/MS Koşulları

Table 3. GC/MS Conditions

Kolon	Thermon-600T (Fused Silica Capillary Column, 50 m x 0.25 mmø)
Taşıyıcı Gaz	Helyum
Cihaz	Shimadzu/GCms QP 2000 A
Dedektör Sıcaklığı	250°C
Enjeksiyon Sıcaklığı	250°C
Split Oranı	60:1
Isı Programı	70°C-10'//2°C/min//180°C-35'
İyon Kaynağı Sıcak.	250°C
Elektron Enerjisi	70eV
Kütle Aralığı	10-400 m/z
Scan Aralığı	2 sn.

Değerlendirme işlemleri GC/MS cihazının 43000 maddelik NBS/NIH/EPA kütüphanesi ve TBAM uçucu yağ bileşikleri kütüphanesinin yanısıra "The Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data" ve diğer kaynaklar

kullanılarak yapılmıştır (JENNINGS 1980; SWIGAR ve SILVERSTEIN 1981; MC LAFFERTY ve STAUFFER 1988; MASADA 1975).

3. BULGULAR

Bu bölümde *E.globulus* ssp. *globulus*, *E. globulus* ssp. *bicostata*, *E. globulus* ssp. *maidenii*, *E. camaldulensis*, *E. grandis* uçucu yağlarının özelliklerine ait sonuçlar verilmiştir.

3.1. Nem Miktarı

Önceki bölümde açıklanan volümetrik yöntemle yapılan nem tayini sonuçları Çizelge 4.'de özetlenmiştir.

Çizelge 4. Nem Miktarı (%)
Table 4. Moisture content (%)

Toplama Dönemleri Harvesting Period	Türler – Species									
	<i>E.globulus</i> ssp. <i>Globulus</i>		<i>E.globulus</i> ssp. <i>Bicostata</i>		<i>E.globulus</i> ssp. <i>maidenii</i>		<i>E.</i> <i>camaldulensis</i>		<i>E.</i> <i>grandis</i>	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Kasım- Aralık 1992	6.5	8	8	8	6	7	7	8	8.5	9
Nisan- Mayıs 1993	7	8	8	8	7	7	8.5	10	7	8
Temmuz- Ağustos 1993	8	9	7.5	8	8	9	8	9	9	9
Kasım- Aralık 1993	7	7	7	7	7	9	6	8.6	7.5	8
Nisan- Mayıs 1994	8	7.5	7	7	8	8	7	7	8	8
Temmuz- Ağustos 1994(*)	30	30	15	15	23	23	16	16	11	11

(*) Yaş Yaprak (green leaves)

A: Yaprak (Leaves)

B: İnce dal+yaprak (Twigs + leaves)

Bu çizelgeden de açıkça görüldüğü gibi değişik dönemlere ve türlere göre nem miktarlarında dikkate değer bir farklılık yoktur. Kısaca, kalın dallarından temizlenmiş sadece ince dallı yaprak ve yalnızca yaprak içeren örneklerdeki ortalama nem miktarı yaklaşık %6-9 arasında değişmektedir.

Temmuz-Ağustos 1994 dönemindeki çalışmalar yaş yaprakla yapıldığından nem miktarları yüksek bulunmuştur.

3.2. Uçucu Yağ Elde Edilmesi

Laboratuar ölçekte su distilasyonu ve pilot ölçekte ise su buharı distilasyonu yöntemleriyle uçucu yağ elde edilmiştir. Uçucu yağ verimleri kuru baz üzerinden hesaplanmıştır.

3.2.1. Su Distilasyonu Bulguları

Çalışma materyali olarak yaprak ve yapraklı dal kullanılmış olup farklı türler ve toplama zamanlarına göre uçucu yağ verimleri Çizelge 5.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Su Distilasyonu Uçucu Yağ Verimleri (%)

Table 5. Water distillation essential oil yields (%)

Toplama Dönemleri Harvesting Period	Türler – Species									
	<i>E.globulus</i> ssp. <i>Globulus</i>		<i>E.globulus</i> ssp. <i>bicostata</i>		<i>E.globulus</i> ssp. <i>maidenii</i>		<i>E.</i> <i>camaldulensis</i>		<i>E.</i> <i>grandis</i>	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Kasım-Aralık 1992	5.8	3.8	3.5	2.8	4.8	4.0	2.5	1.5	1.5	1.1
Nisan-Mayıs 1993	4.8	4.3	2.3	2.1	4.0	3.9	2.0	1.7	1.3	1.1
Temmuz- Ağustos 1993	4.8	4.7	3.5	3.4	4.5	3.5	2.6	2.1	2.3	1.7
Kasım-Aralık 1993	5.1	4.8	3.2	2.8	4.0	3.8	1.9	1.6	2.4	2.1
Nisan-Mayıs 1994	4.5	3.1	2.9	2.7	4.0	3.7	1.7	1.1	1.9	1.2
Temmuz- Ağustos 1994	5.2	5.0	3.5	3.1	4.6	4.2	1.8	1.5	2.5	1.7

A: Yaprak (Leaves), B: İnce dal+yaprak (Twigs + Leaves)

Uçucu yağ içeriği en yüksek türün *E. globulus* ssp. *globulus* olduğu gözlenmiştir (%3.1-5.8). *E.globulus* ssp. *maidenii*'nin uçucu yağ içeriği %3.5-4.8 arasında değişmekte olup *E. globulus* ssp. *bicostata*'nın yağ içeriği ise %2.1-3.5 arasındadır. *E. camaldulensis*'in uçucu yağ verimi %1.1-2.6, *E. grandis*'in ki ise %1.1-2.5 arasında bulunmuştur.

Yaprakların toplama dönemlerine göre uçucu yağ içeriklerinde de az çok farklılıklar görülmektedir. Temmuz-Ağustos 1994 döneminde yapılan çalışmalarda yaş yaprak kullanıldığında ise uçucu yağ verimlerinde fazla bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir.

Her tür kendi içersinde ele alındığında, yapraklardaki uçucu yağ miktarının, yaprak ve ince dallardan oluşan örneklerdeki uçucu yağ miktarından daha fazla olduğu açıkça görülmektedir.

Ayrıca bu çalışmaya paralel olarak *E. globulus* alt türleri ile yine Clevenger apareyinde yapılan su distilasyonlarıyla, Kasım-Aralık 1992 dönemine ait kıyılmış genç ve olgun yaprakların, doğranmış ince dalların ve parçalanmış meyvelerin ayrı ayrı uçucu yağ miktarları tayin edilmiş ve elde edilen bulgular kuru baz üzerinden Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. *E. globulus* Alt Türlerinin Değişik Bölümlerinin Su Distilasyonu ile Elde Edilen Uçucu Yağ Verimleri (%)

Table 6. Water distillation essential oil yields (%) from the different materials of *E. globulus* subspecies

Kasım – Aralık 1992 (November – December 1992)	Dal (Branches)	Meyve (Dövülmüş) (Ground Fruit)	Genç Yaprak (Young Leaves)	Olgun Yaprak (Mature Leaves)
	% Yağ Oil %	% Yağ Oil %	% Yağ Oil %	% Yağ Oil %
<i>E.globulus</i> ssp. <i>Globulus</i>	0.9	---	6.2	5.2
<i>E.globulus</i> ssp. <i>Bicostata</i>	0.4	4.2	4.8	3
<i>E.globulus</i> ssp. <i>Maidenii</i>	0.9	5.3	5.8	5

Bu çizelgeden de kolayca anlaşılacağı gibi tüm alt türlere ait dallar, yaprak ve meyvelere kıyasla oldukça az miktarda (%1'den az) uçucu yağ içermektedir. Meyvelerin yağ verimi yaprağına yakındır. Meyvelerin bütün olarak su distilasyonu sonucunda elde edilen yağ miktarı ihmal edilebilecek kadar az olduğundan ikinci bir denemede meyveler dövülerek su distilasyonu işlemine tabi tutulmuştur. Sonuçta elde edilen yağ miktarının yaprağın içerdiği uçucu yağ miktarına yakın görülmüştür. Buradan da anlaşılacağı gibi kalın dalları ayrılmış yapraklı ve meyveli dalların distilasyonunda, yağ verimine meyvelerin etkisi ihmal edilebilecek kadar azdır. Olgun yapraklardaki yağ içeriği ise genç yapraklara göre biraz düşük bulunmuştur (Çizelge 6). Yetişkin ağaçlardan alınan genç yapraklardaki yağ oranının olgun yapraklara göre daha fazla olduğu *E. dives*'te de tespit edilmiştir. Fakat, genç ve yetişkin ağaçların olgun yaprakları arasında yağ verimi yönünden fark bulunamamıştır (PENFOLD ve WILLIS 1961).

Kasım-Aralık 1992 ve Nisan-Mayıs 1994 dönemlerinde *E. camaldulensis* için yapılan detaylı çalışma sonuçlarına göre; meyvenin içerdiği yağ miktarı toplama dönemine göre değişmektedir. Dalın içermiş olduğu uçucu yağ ise mevsime göre değişmemektedir. Yüklemenin içerdiği dal miktarı uçucu yağ verimini olumsuz etkilememektedir (Çizelge 7).

Çizelge 7. *E. camaldulensis*'in Değişik Bölümlerinin Su Distilasyonu Sonucundaki Uçucu Yağ Verimleri (%)

Table 7. Water distillation essential oil yields (%) from the different parts of *E. camaldulensis*

Toplama Dönemi (Harvesting Period)	Yaprak (Leaves)	Yapraklı meyveli dal (Fruiting leafy branches)	Meyve (Fruits)	Dal (Branches)
	Yağ % (Oil %)	Yağ % (Oil %)	Yağ % (Oil %)	Yağ% (Oil %)
Kasım-Aralık 1992	2.5	1.5	0.9	0.2
Nisan-Mayıs 1994	1.7	1.1	2	0.2

3.2.2. Teknolojik Çalışmalara (Su Buharı Distilasyonu) Ait Bulgular

Değişik toplama dönemlerine ait okaliptüs türlerinin su buharı distilasyonu sonucunda elde edilen bulgular bu bölümde özetlenmiştir.

30 litrelik üniteye sadece Temmuz-Ağustos 1993 dönemi *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* yapraklarından beşer kg lık yüklemelerle üç kez çalışılmış, buhar akış hızları, elde edilen yağ miktarları ve kuru baz üzerinden verimleri Çizelge 8.'de belirtilmiştir.

Çizelge 8. 30 lt'lik İmbik ile *E.globulus* ssp. *maidenii* Yapraklarından Uçucu Yağ Elde Etme Çalışmaları Sonuçları

Table 8. The results of using 30 L still of *E.globulus* ssp. *maidenii* Leaves

Yükleme Miktarı (kg) (Charge)	Buhar Akış Hızı ⁺ (Steam Flow Rate)	Distilasyon Süresi (Saat) (Distillation Period – hours)	Alınan Yağ Miktarı (ml) (Oil Yield – ml)	Yağ Verimi (%) (Oil Yields %)
5	3.4	3	120	2.5
5	3.6	3	145	3
5	2.6	3	170	3.7

⁺(kg buhar/kg madde saat) (kg steam/kg material hours)

Bu çizelgede görüldüğü gibi genelde ilk yüklemde daha az yağ elde edilmekte ve bunu takip eden yüklemelerde elde edilen yağ miktarı artmaktadır. Peş peşe yapılan üç yüklemeden sonra Florentin kabındaki yağ altı suyundan 30 ml yağ elde edilmiştir. Bu miktar 3. Yüklemeden elde edilen yağ miktarına ilave edildikten sonra uçucu yağ verimi %4.4 olmakta ki bu değer Clevenger apareyinde su distilasyonu ile elde edilen %4.5 değeriyle çok iyi bir uyum içersindedir.

100 litre kapasiteli kazana yüklemeler yaklaşık 10-20 kg arasında, 500 litrelik olana ise 50 kg civarında yapılmıştır. Detaylı çalışma koşulları, üretilen yağ miktarları ve kuru baza göre elde edilen verimler Çizelge 9 – 13'de verilmiştir.

Çizelge 9. *E. globulus ssp. globulus*'un Pilot Ölçek Su Buharı Distilasyonu Sonuçları

Table 9. The results of pilot plant scale steam distillation of *E. globulus ssp. globulus*

Toplama Dönemi (Harvesting Period)	Dis. Üni. Kap. (lt) (Vessel Capacity L)	Yükleme Mik. (kg) (Charge kg)	Buhar Akış Hızı ⁺ (Steam Flow Rate)	Dist. Süresi (Saat) (Distillation Period hours)	Yağ Verimi % (Oil Yield %)	Lab. Ölç. Su dist. Yağ verimi % (Lab Scale Water Dist. Yield%)
Kasım-Aralık 1992	200	32 **	0.9	3.0	4.1	3.8
Nisan-Mayıs 1993	200	36 **	0.8	3.0	3.5	4.3
Temmuz-Ağustos 1993	200	56 ***	1.0	3.0	3.7	4.7
Kasım-Aralık 1993	500	47 *	1.0	7.2	3.9	4.8
Nisan-Mayıs 1994	500	50 *	0.6	3.0	2.7	3.1
Temmuz-Ağustos 1994	500	50	0.7	3.0	3.0	5.0
		47	0.4	3.0	4.0	

⁺(kg buhar/kg madde saat) (kg steam/kg material hours), *Bir Yükleme (One charge), **İki Yükleme (Art arda yapılan) (Successive two charges), ***Üç Yükleme (Art arda yapılan) (Successive three charges)

Çizelge 10. *E. globulus* ssp. *bicostata*'nın Pilot Ölçek Su Buharı Distilasyonu Sonuçları

Table 10. The results of pilot plant scale steam distillation of *E. globulus* ssp *bicostata*

Toplama Dönemi (Harvesting Period)	Dis.Üni. Kap. (lt) (Vessel Capacity L)	Yükleme Mik. (kg) (Charge Amount – kg)	Buhar Akış Hızı ⁺ (Steam Flow Rate)	Dist. Süresi (Saat) (Distillation Period–hour)	Yağ Verimi % (Oil Yield %)	Lab.Ölç. Su dist. Yağ verimi % (Lab Scale Water Dist. Yield%)
Kasım-Aralık 1992	200	31 **	0.9	3.0	1.5	2.8
Nisan-Mayıs 1993	500	20 *	1.0	3.0	1.5	2.1
Temmuz-Ağustos 1993	200	64 ***	0.8	3.0	2.5	3.4
Kasım-Aralık 1993	500	47 *	0.5	6.2	1.8	2.8
Nisan-Mayıs 1994	500	51 *	0.5	3.0	1.6	2.7
Temmuz Ağustos 1994	500	39	0.5	3.0	1.9	3.1
		39	0.7	3.0	2.0	

⁺ (kg buhar/kg madde saat) (kg steam/kg material hours)

* Bir Yükleme (One charge)

** İki Yükleme (Art arda yapılan) (Successive two charges)

*** Üç Yükleme (Art arda yapılan) (Successive three charges)

Çizelge 11. *E. globulus ssp. maidenii*'nin Pilot Ölçek Su Buharı Distilasyonu Sonuçları

Table 11. The results of pilot plant scale steam distillation of *E. globulus ssp. maidenii*

Toplama Dönemi (Harvesting Period)	Dis.Üni. Kap. (lt) (Vessel Capacity L)	Yükleme Mik. (kg) (Charge Amount-kg)	Buhar Akış Hızı ⁺ (Steam Flow Rate)	Dist. Süresi (Saat) (Distillation Period – hours)	Yağ Verimi % (Oil Yield %)	Lab.Ölç. Su dist. Yağ verimi % (Lab Scale Water Dist. Yield%)
Kasım-Aralık 1992	200	56 ***	0.8	3.0	2.7	4.0
Nisan-Mayıs 1993	500	46 *	0.4	5.0	3.4	3.9
Temmuz-Ağustos 1993	200	25 **	1.7	3.0	2.8	3.5
Kasım-Aralık 1993	500	54 *	0.7	5.0	2.3	3.9
Nisan-Mayıs 1994	500	57 *	0.5	3.0	2.2	3.7
Temmuz Ağustos 1994	500	53	0.5	3.0	3.2	4.2
		43	0.5	3.0	3.0	

⁺ (kg buhar/kg madde saat) (kg steam/kg material hours)

* Bir Yükleme (One charge);

** İki Yükleme (Art arda yapılan) (Successive two charges);

*** Üç Yükleme (Art arda yapılan) (Successive three charges)

Çizelge 12. *E. camaldulensis*'ın Pilot Ölçek Su Buharı Distilasyon Sonuçları

Table 12. The results of pilot plant scale steam distillation of *E. camaldulensis*

Toplama Dönemi (Harvesting Period)	Dis.Üni. Kap. (lt) (Vessel Capacity L)	Yükleme Mik. (kg) (Charging Amount-kg)	Buhar Akış Hızı⁺ (Steam Flow Rate)	Dist. Süresi (Saat) (Distillation Period – hour)	Yağ Verimi % (Oil Yield%)	Lab.Ölç. Su dist. Yağ verimi % (Lab Scale Water Dist. Yield%)
Kasım-Aralık 1992	200	42 ***	1.1	3.0	1.2	1.5
Nisan-Mayıs 1993	500	15 *	0.8	3.5	0.6	1.7
Tem.-Ağustos 1993	200	37 **	0.9	3.0	1.4	2.1
Kasım-Aralık 1993	500	44 *	0.8	7.5	0.5	1.6
Nisan-Mayıs 1994	500	48 *	0.6	3.0	0.6	1.1
Tem.-Ağustos 1994	500	75**	0.5	3.0	1.02	1.5

⁺ (kg buhar/kgmadde saat) (kgsteam/kgmaterial hours)

* **Bir Yükleme** (One charge)

** **İki Yükleme (Art arda yapılan)** (Successive two charges)

*** **Üç Yükleme (Art arda yapılan)** (Successive three charges)

Çizelge 13. *E. grandis*'in Pilot Ölçek Su Buharı Distilasyonu Sonuçları
Table 13. The results of pilot plant scale steam distillation of *E. grandis*

Toplama Dönemi (Harvesting Period)	Dis.Üni. Kap. (lt) (Vessel Capacity L)	Yükleme Mik. (kg) (Charge kg)	Buhar Akış Hızı⁺ (Steam Flow Rate)	Dist. Süresi (Saat) (Distillation Period-hour)	Yağ Verimi % (Oil Yield %)	Lab.Ölç. Su dist. Yağ verimi % (Lab Scale Water Dist. Yield %)
Kasım-Aralık 1992	200	46 ***	1.1	3.0	0.6	1.1
Nisan-Mayıs 1993	500	29 *	0.7	3.0	0.7	1.1
Temmuz-Ağustos 1993	200	44 ***	1.0	3.0	0.9	1.7
Kasım-Aralık 1993	500	38 *	1.0	7.0	1.3	2.1
Nisan-Mayıs 1994	500	51 *	0.5	3.0	0.4	1.2
Temmuz Ağustos 1994	500	104**	0.6	3.0	0.8	1.7

⁺ (kgbuhar/kgmadde saat) (kgsteam/kgmaterial hours)

* **Bir Yükleme** (One charge)

** **İki Yükleme (Art arda yapılan)** (Successive two charges)

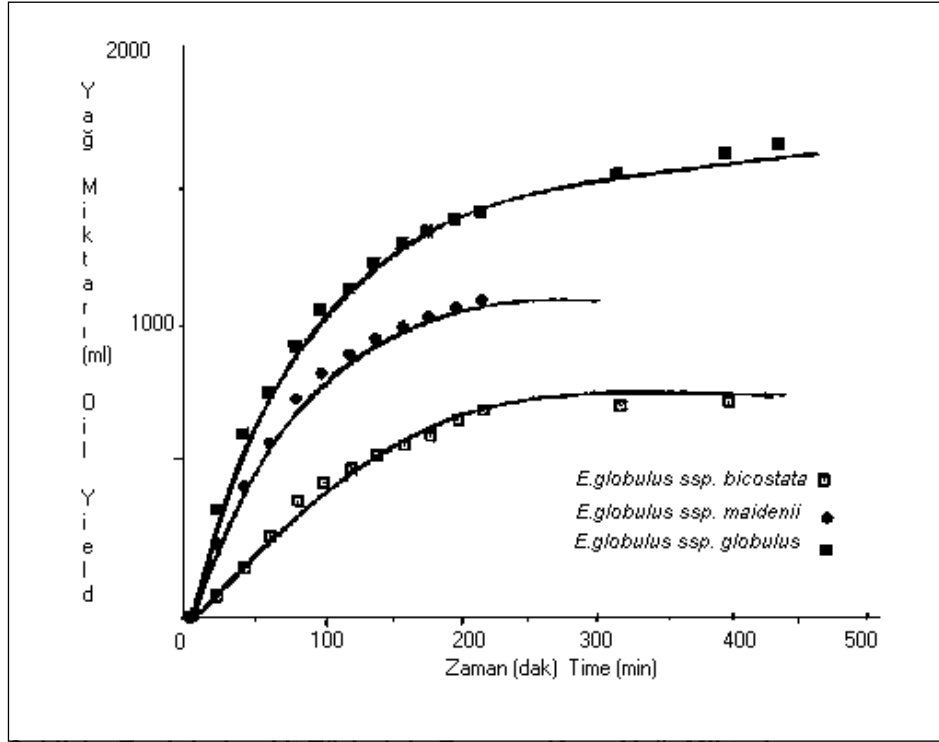
*** **Üç Yükleme (Art arda yapılan)** (Successive three charges)

Yukarıdaki çizelgelerden de görüldüğü gibi; art arda yapılan yüklemelerde elde edilen yağ miktarları daha yüksektir. Ayrıca su buharı distilasyonu ile elde edilen verimler Clevenger apareyinde su distilasyonu ile elde edilen verimlerden biraz daha düşüktür. Bunun nedeni kapalı bir sistemle çalışan Clevenger apareyinde uçucu yağın hemen hemen tamamının alınabilmesi, su buharı distilasyonunda ise az miktar yağın posada kalması ve bir miktarının da kondens suyu ile atılmasıdır. Ayrıca üretilen uçucu yağ miktarının distilasyon süresince nasıl arttığını belirlemek için Kasım - Aralık 1993 dönemine ait üç alt türe ait okalıptüs yaprak ve ince dalları 500 litre kapasiteli distilasyon ünitesinde uzun süre (5-6 saat) distile edilmiştir.

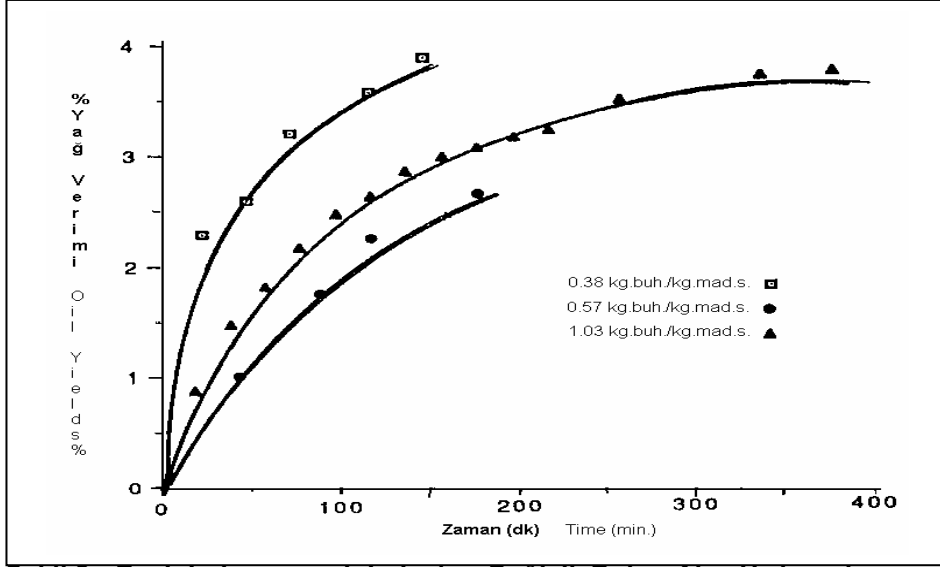
Kondensatın gelmeye başlamasından sonra her 20 dakika aralıklarla alınan uçucu yağ miktarları hassasiyetle ölçülerek toplamları zamana karşı grafiğe geçirilmiştir. *E.globulus* ssp. *globulus*, *E.globulus* ssp. *bicostata* ve *E.globulus* ssp. *maidenii*'nin her biri için çizilen bu grafikler Şekil 1.'de gösterilmiştir. Üç tür için de eğriler beklenildiği gibi çıkmıştır. Bu eğriler dikkatle incelendiğinde su buharı distilasyonu ile çok uzun sürede elde edilebilecek maksimum uçucu yağ miktarının yaklaşık %90'ı ilk 4 saat içerisinde üretilmektedir.

Optimum buhar akış hızını belirlemek için farklı dönemlerde yapılan çalışmalarda değişik buhar akış hızları uygulanmıştır. Her bir tür için yapılan çalışmalar Şekil 2.- 6.'da farklı buhar akış hızlarında zamana karşı yağ verimleri grafiğe geçirilmiştir. Yapılan çalışmalarda Temmuz-Ağustos 1994 dönemi hariç diğer dönemlerde kurutulmuş yaprak + ince dal kullanılmıştır.

Yapılan denemeler sonucunda çalışılan okaliptüs türleri için 0.5 (kg.buhar)/(kg.madde saat) akış hızında buhar kullanılması yeterli olacağı kanaatine varılmıştır.

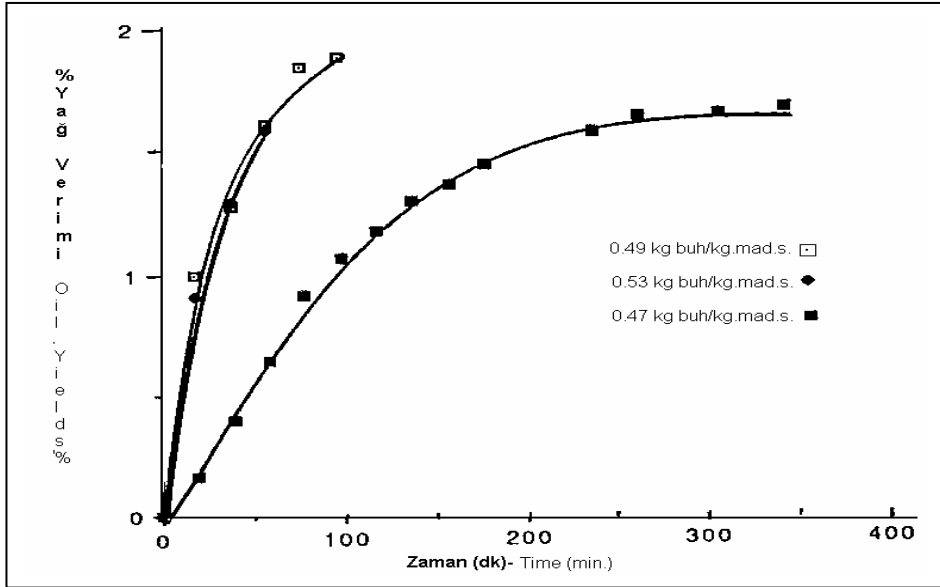


Şekil 1. *E.globulus* Alt Türlerinin Zamana Karşı Yağ Miktarları
Figure 1. The effect of time on oil recovery for *E.globulus* subspecies



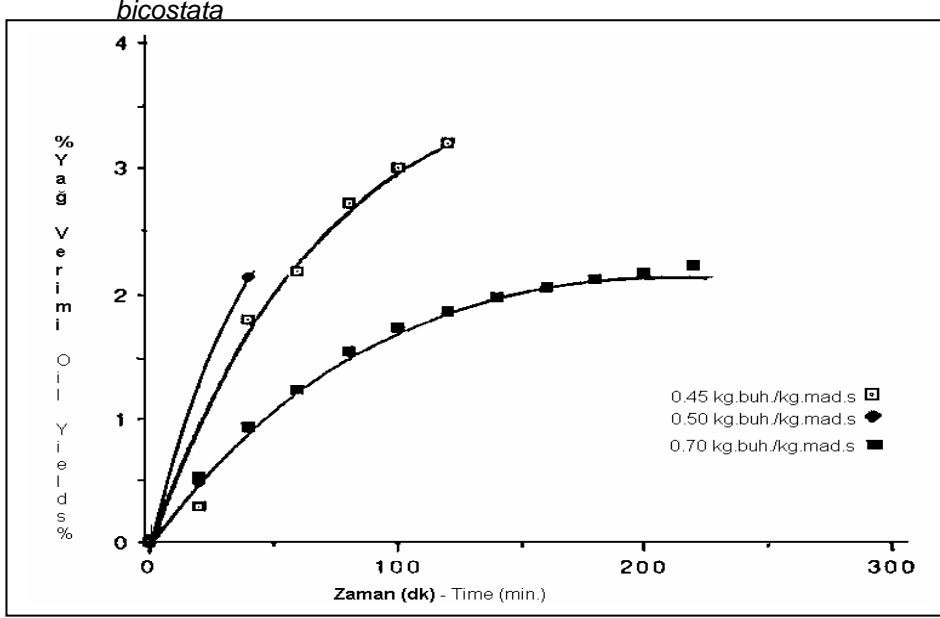
Şekil 2. *E. globulus ssp. globulus*'ün Değişik Buhar Akış Hızlarında Zamana Karşı Uçucu Yağ Verimleri

Figure 2. The effect of steam flow rate on oil recovery for *E. globulus ssp. globulus*



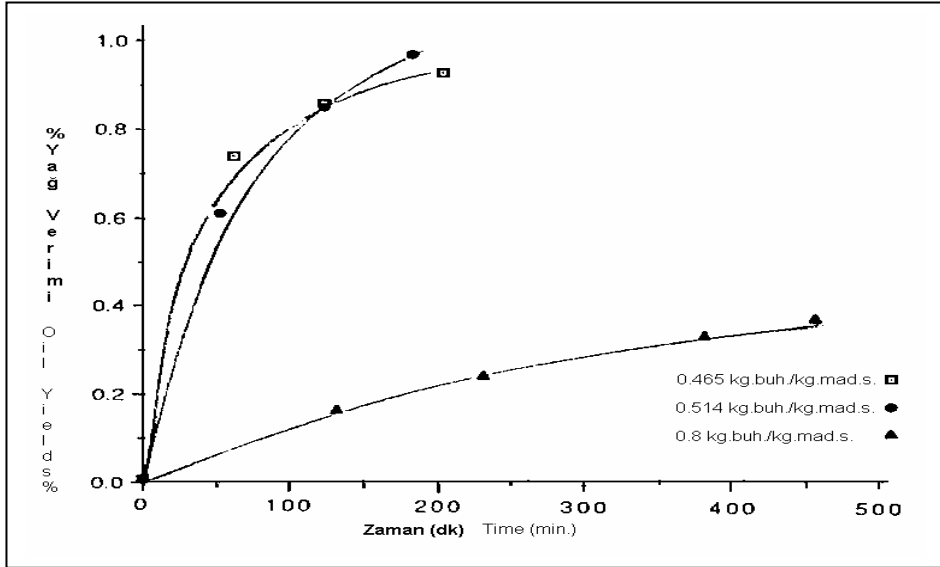
Şekil 3. *E. globulus ssp. bicostata*'nın Değişik Buhar Akış Hızlarında Zamana Karşı Uçucu Yağ Verimleri

Figure 3. The effect of steam flow rate on oil recovery for *E. globulus ssp.*



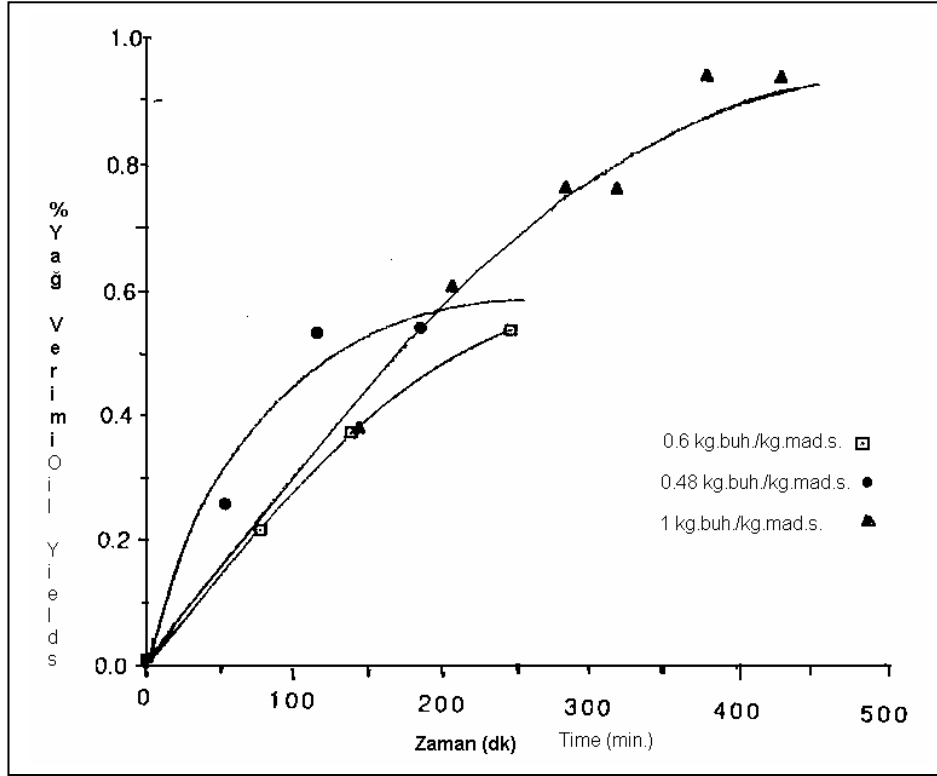
Şekil 4. *E. globulus ssp. maidenii*'nin Değişik Buhar Akış Hızlarında Zamana Karşı Uçucu Yağ Verimleri

Figure 4. The effect of steam flow rate on oil recovery for *E. globulus ssp. maidenii*



Şekil 5. *E. camaldulensis*'in Değişik Buhar Akış Hızlarında Zamana Karşı Uçucu Yağ Verimleri

Figure 5. The effect of steam flow rate on oil recovery for *E. camaldulensis*



Şekil 6. *E. grandis* 'in Değişik Buhar Akış Hızlarında Zamana Karşı Uçucu Yağ Verimleri

Figure 6. The effect of steam flow rate on oil recovery for *E. grandis*

3.3. Uçucu Yağlar Üzerinde Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular

3.3.1. Analitik Çalışmaların Sonuçları

Pilot ölçekte Su Buharı Distilasyonu ve laboratuvar ölçekteki su distilasyonu ile elde edilen uçucu yağlar üzerinde yapılan analitik çalışmaların sonuçları Çizelge 14.'de verilmiştir.

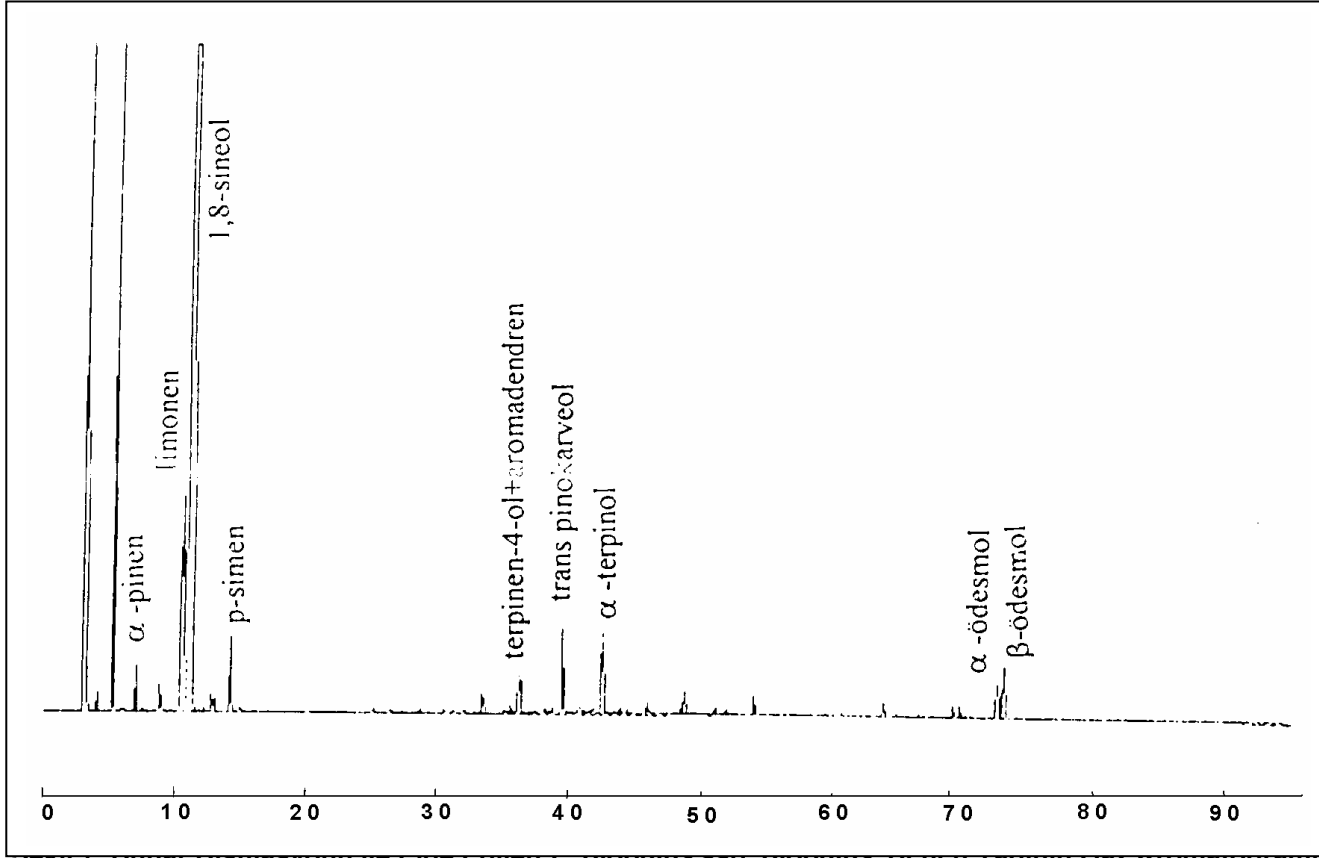
Çizelge 14. Uçucu Yağların Fizikokimyasal Özellikleri

Table 14. Physicochemical characteristics of essential oils

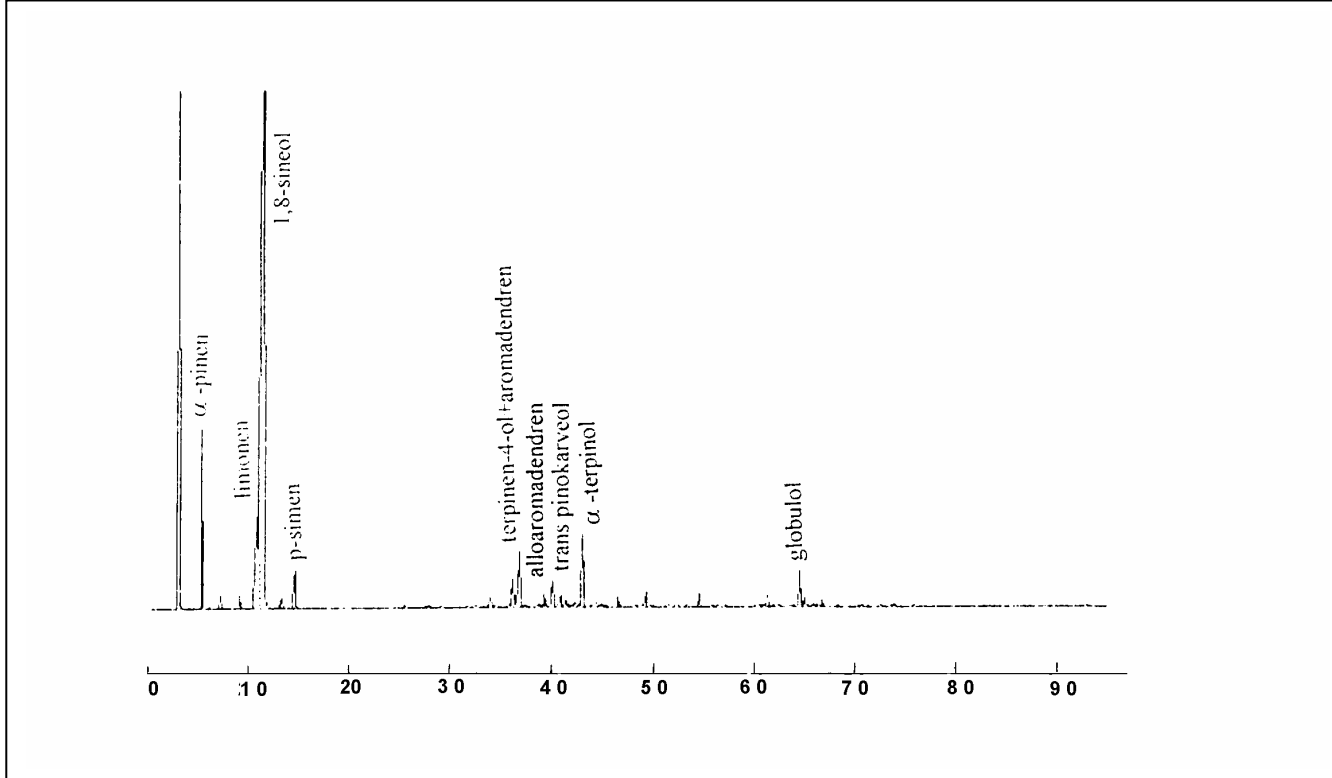
Kasım-Aralık 1993 (November – December 1993)	Kırılma Indisi [n_D^{25}] (Refractive Index)		Optik Çevirme [α_D^{25}] (Optical Rotation)		Yoğunluk [d_{25}] (Density)	
	Buhar Dist. (Steam Dist.)	Su Dist. (Water Dist.)	Buhar Dist. (Steam Dist.)	Su Dist. (Water Dist.)	Buhar Dis. (Steam Dist.)	Su Dist. (Water Dist.)
<i>E.globulus</i> ssp. <i>globulus</i>	1.466	1.4675	+8 ^o .51'	+9 ^o .95'	0.9097	0.9047
<i>E.globulus</i> ssp. <i>bicostata</i>	1.4635	1.4645	+3 ^o .27'	+2 ^o .11'	0.9175	0.9473
<i>E.globulus</i> ssp. <i>maidenii</i>	1.4635	1.4645	+2 ^o .17'	+1 ^o .09'	0.9212	0.9098
<i>E.grandis</i>	1.4915	1.4935	-14 ^o .6'	-12 ^o .4'	0.8200	0.8333
<i>E.camaldulensis</i>	1.4975	1.4919	-1 ^o .25'	-1 ^o .2'	0.800	0.8333

3.3.2. Gaz Kromatografisi (GC) Sonuçları

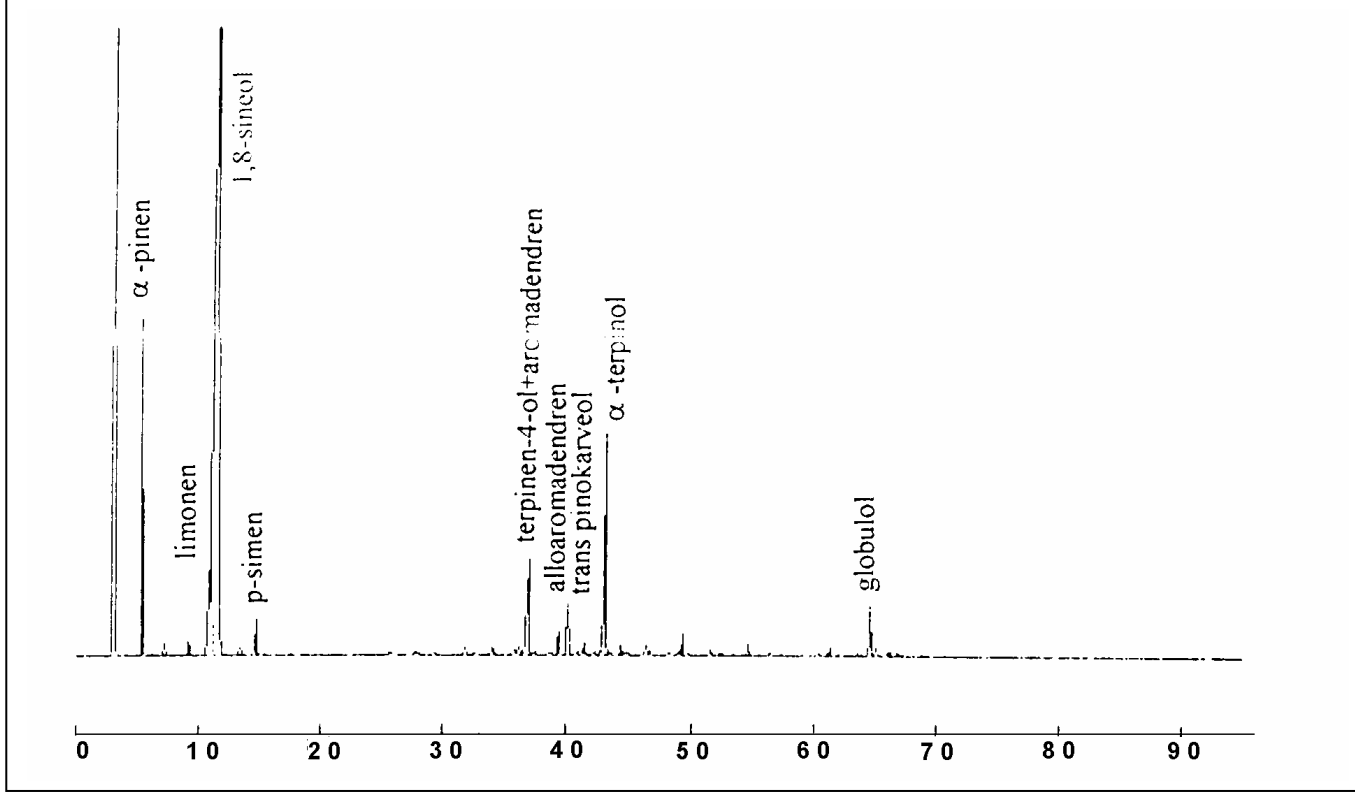
Altı toplama dönemine ait *E.globulus* ssp. *globulus*, *E.globulus* ssp. *bicostata*, *E.globulus* ssp. *maidenii*, *E. camaldulensis*, *E. grandis* uçucu yağlarının gaz kromatografik analizleri yapılmıştır. Bu türlerinin buhar distilasyonu ile elde edilen uçucu yağlarının gaz kromatogramları Şekil 7–11.'de verilmiştir.



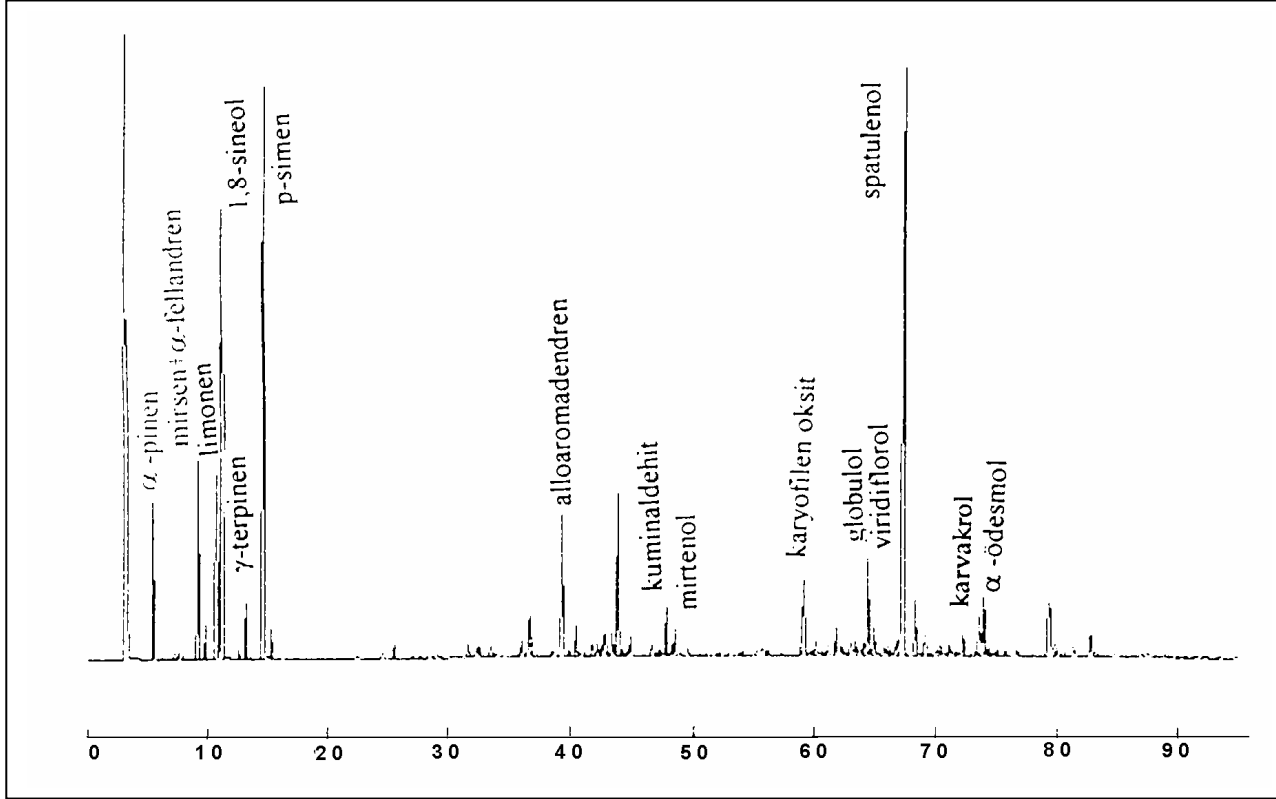
Şekil 7. Buhar Distilasyonu ile Elde Edilen *E. globulus* ssp. *globulus* Çayacı Yağının Gaz Kromatogramı
Figure 7. Gas chromatogram of *E. globulus* ssp. *globulus* oil obtained from steam distillation



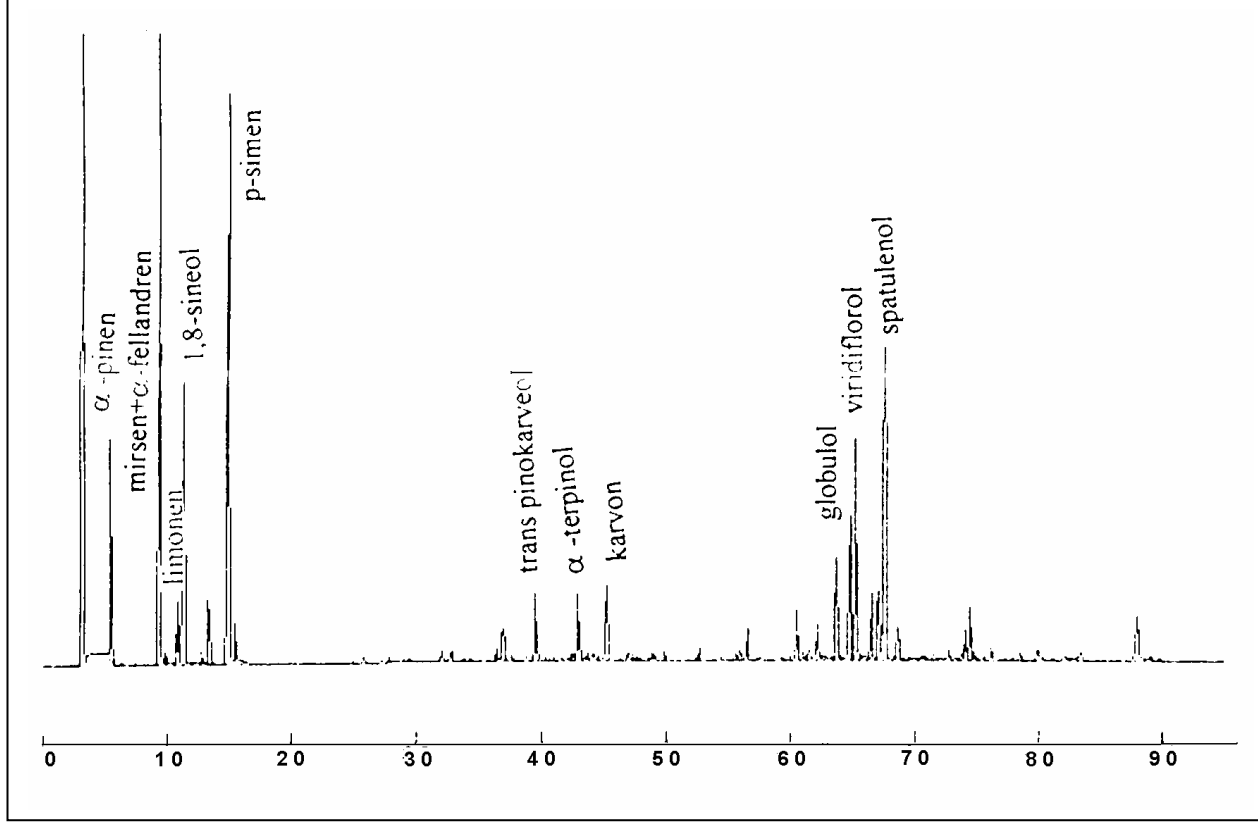
Şekil 8. Buhar Distilasyonu ile Elde Edilen *E. globulus* ssp. *bicostata* Uçucu Yağının Gaz Kromatogramı
Figure 8. Gas chromatogram of *E. globulus* ssp. *bicostata* oil obtained from steam distillation



Şekil 9. Buhar Distilasyonu ile Elde Edilen *E. globulus ssp. maidenii* Uçucu Yağının Gaz Kromatogramı
Figure 9. Gas chromatogram of *E. globulus ssp. maidenii* oil obtained from steam distillation



Şekil 10. Buhar Distilasyonu ile Elde Edilen *E. camaldulensis* Uçucu Yağının Gaz Kromatogramı
Figure 10. Gas Chromatogram of *E. camaldulensis* oil obtained from steam distillation



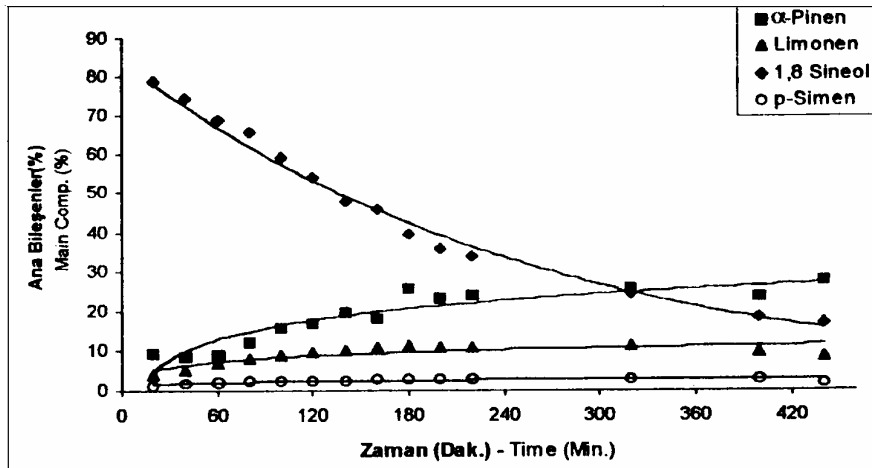
Şekil 11. Buhar Distilasyonu ile Elde Edilen *E. grandis* Uçucu Yağının Gaz Kromatogramı
Figure 11. Gas Chromatogram of *E. grandis* oil obtained from steam distillation

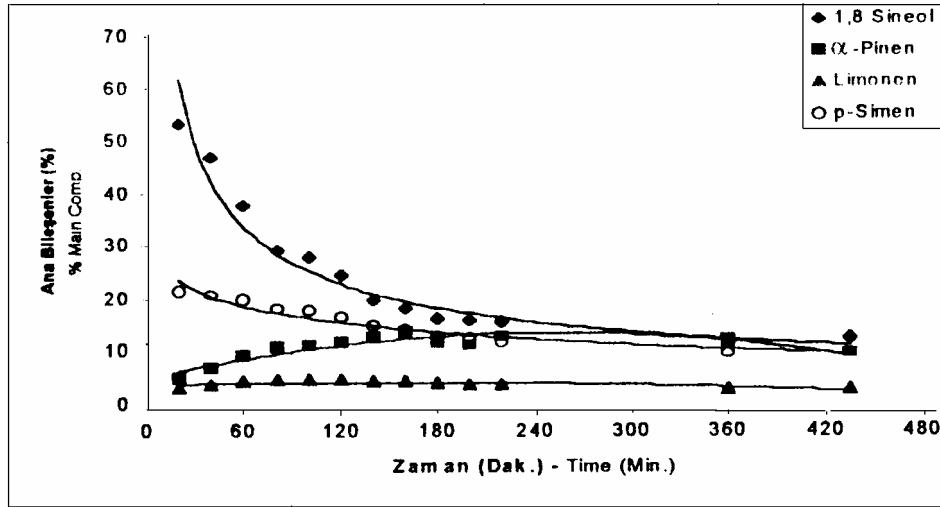
3.3.3. Gaz Kromatografisi / Kütle Spektrometrisi (GC/MS) Sonuçları

Uçucu yağ üretiminde kullanılan bitkisel materyalin toplanma zamanına ve distilasyon yöntemine bağlı olarak belirlenen uçucu yağ kompozisyonları Ek Çizelge 1 – 5’de verilmiştir.

3.3.4. *E.globulus* ssp. *globulus* ve *E.camaldulensis* Uçucu Yağı Fraksiyonlarının Analizi

Eucalyptus globulus ssp. *globulus* ve *E. camaldulensis*’in ince dallı yapraklarından su buharı distilasyonu ile ayrı ayrı yapılan uçucu yağ üretimi çalışmaları sırasında 20 dakika aralıklarla toplanan fraksiyonların kompozisyonları GC analizi ile tanımlanmıştır (Ek Çizelge 6 - 7). α -pinen, limonen, 1,8-sineol ve p-simen gibi ana bileşenlerin kompozisyonları zamana karşı grafiğe geçirilmiştir. (*E.globulus* ssp. *globulus* için Şekil 12., *E.camaldulensis* için Şekil 13.) 1,8-sineolün’ün distilasyon işleminin ilk basamaklarında distillendiği ve zamanla azaldığı gözlenmektedir. Her iki durumda da α -pinen miktarı zamanla artmaktadır. *E.camaldulensis*’te p-simen içeriği yavaş yavaş azalırken *E.globulus* ssp. *globulus*’ta hemen hemen sabit kalmaktadır. Limonen içeriği ise *E.camaldulensis*’te sabit kalmakta fakat *E. globulus* ssp. *globulus*’ta artmaktadır.





Şekil 13. *E. camaldulensis* Uçucu Yağının İçerdiği Ana Bileşiklerin Distilasyon Sırasında Zamana Karşı Değişimi

Figure 13. Time variations of main components in *E. camaldulensis* during distillation

Bu çalışmada, yurdumuzda yetiştirilen bazı okaliptüs türlerinin (*E.globulus* ssp. *globulus*, *E.globulus* ssp. *bicostata*, *E.globulus* ssp. *maidenii*,

E.camaldulensis, *E.grandis*) uçucu yağ üretim teknolojilerini, verim ve bileşimlerini tespit etmek, halen sadece odun hammaddesi olarak kullanılan okaliptuslerin yapraklarından uçucu yağ üretimini gerçekleştirerek ek katma değer yaratma şartlarını ortaya koymak amaçlanmıştır.

Bu amaçla Tarsus-Karabucak okaliptüs ormanından sağlanan değişik dönemlere ait yaprakların laboratuvar ve pilot ölçekte distilasyonları gerçekleştirilmiş, elde edilen yağların fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşimleri belirlenmiştir.

Endüstriyel uçucu yağ üretiminde yaprakların elle ayıklanarak işlenmesi işçilik maliyetini arttıracığından, yaprak ve ince dalların birlikte distilasyonu üzerinde durulmuştur. Sonuçların değerlendirilmesinde de yaprak ve ince dallar ile yapılan çalışmalar göz önüne alınacaktır.

Değişik dönemlerde toplanan okaliptüs türlerinin gölgede kurutulmuş yapraklarında ve yapraklı ince dallarında nem miktarı yaklaşık %7-9 arasında değişmektedir ve yağ verimleri nem miktarları hesaba katılarak kuru baz üzerinden verilmiştir. Buna göre toplama dönemlerinin az da olsa yağ verimine etkisi görülmektedir.

Temmuz-Ağustos 1994 döneminde yapılan çalışmalarda yaş yaprak kullanılmış buna bağlı olarak nem miktarı yüksek bulunmuştur. Fakat, yağ verimi kuru yaprağına nazaran fazla değişiklik göstermemiştir.

Pilot ölçekli su buharı distilasyonunda elde edilen uçucu yağ verimleri *E. globulus* ssp. *globulus*; %2.7-4.1, *E. globulus* ssp. *bicostata*; %1.5-2.5, *E.globulus* ssp. *maidenii*; %2.2-3.4, *E.camaldulensis*; %0.5-1.4, *E.grandis*; %0.4-1.3 olarak bulunmuştur.

Bazı ülkelerde *Eucalyptus globulus* yaprak + ince dallarından su buharı distilasyonu ile yapılan çalışmalarından elde edilen verimlerin %0.8-2.1 (BALANCO-DIEZ ve ark. 1983; DELLACASSA ve ark. 1990; ZRIRA ve ark. 1992; MAHINDRU 1992), *E.camaldulensis* uçucu yağ verimi %1.0-2.0 (SENANAYAKE ve ark. 1983; GIBSON ve ark. 1991; ZRIRA and BENJILALI 1991; DETHIER ve ark. 1994), *E. grandis* uçucu yağ veriminin ise %0.6-0.8 (MENUT ve ark. 1992; DETHIER ve ark. 1994) arasında değiştiği gözlenmektedir. Bu farklılıkların bitkilerin coğrafik konumundan ötürü olduğu düşünülebilir.

Okaliptüs uçucu yağlarında çok sayıda kimyasal bileşen olmasına karşılık ana bileşen 1,8-sineol'dür. Uçucu yağların analizleri sonucunda ana bileşen olan 1,8-sineol miktarı; *E.globulus* ssp. *globulus* %61.0-65.8, *E.globulus* ssp. *bicostata* %64.7-79.3, *E.globulus* ssp. *maidenii* %69.1-75.7, *E.camaldulensis* %12.2-55.7, *E.grandis* %3.4-31.2 değerleri arasında değişmektedir. Bunun yanında oranı yüksek diğer bileşenler arasında α - pinen ve limonen sayılabilir.

Diğer ülkelerde yapılan çalışmalarda ise 1,8-sineol miktarı *E. globulus* ssp. *globulus* yağında %60-76 (SILVESTRE ve ark. 1994; WU-RUI-KUN ve

HUANG 1983; DETHIER ve ark. 1994; LAWRENCE ve REYNOLDS 1994; ZRIRA ve ark. 1992), *E. globulus* ssp. *bicostata* yağında %33-73 (DAYAL ve AYYAR 1986; BOLAND ve ark. 1991), *E. globulus* ssp. *maidenii* yağında %60-77 (DETHIER ve ark. 1994; GIBSON ve ark. 1991), *E. grandis* yağında %4-8 (MENUT ve ark. 1992; DETHIER ve ark. 1994), *E. camaldulensis* yağında ise %29-52 (SENANAYAKE ve ark. 1983; ZRIRA ve BENJILALI 1991; DETHIER ve ark. 1994 ; GIBSON ve ark. 1991) olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada bulunan değerlerin önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında uyum içerisinde olduğu gözlenmiştir. *E.globulus* alt türlerinin 1,8-sineol içeriği ile fizikokimyasal özellikleri açısından Türk Standartları'na da uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak bu alt türlerin ülkemizde yetiştirilme güçlükleri yüzünden ekonomik olarak değerlendirilmeleri mümkün görülmemektedir.

Endüstriyel üretim amacıyla pilot ölçekte yapılan çalışmalarında şu sonuca varılmıştır; Buhar distilasyonunda optimum koşullar 3 saat distilasyon süresi ve 0.5 kgbuhar/kgmaddesaat'tir. Çalışmanın yapılabilmesi için yaprakların kurutma işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Toplanır toplanmaz çok kalın dallar olmamak kaydıyla işleme ince dallarla başlanabilir.

E. globulus ve alt türlerinin yüksek yağ verimine ve yüksek 1,8-sineol içeriğine sahip olmasına rağmen yurdumuzda bu alt türlerle yapılan plantasyonlar olmadığı, fakat *E.camaldulensis* ve *E. grandis* için potansiyelin büyük olduğu tespit edilmiştir.

Ancak bu türlerde, hem yağ verimi hem de yağdaki 1,8-sineol yüzdesi düşük olduğundan ticari okalıptüs yağı eldesinde kullanılmaları ekonomik olmayacaktır. Ancak bu yağlardan fraksiyonlu distilasyon ile 1,8-sineol ayrılabilir. Fakat bu işlem ek bir maliyet getireceğinden tercih edilmez. Ya da elde edilen yağın fraksiyonlu distilasyona tabi tutulmasını takiben, sineolce zengin fraksiyonun kristallendirilmesiyle 1,8-sineol elde edilebilir. Tüm bu önerilerin fizibilitesi ayrıca yapılmalıdır.

ÖZET

Yurdumuzda okalıptüsle ağaçlandırılmış alan yaklaşık 20 000 ha olup, sadece odun hammadesi üretimi yapılmaktadır. Oysa en az odunu kadar kıymetli olan uçucu yağlarından da faydalanılabilir. Yurdumuzdaki okalıptüs plantasyonlarında kullanılan tür genellikle *E. camaldulensis*'tir. Son yıllarda *E.grandis*'de kullanılmaya başlanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan diğer türler

ise yurdumuzda sadece Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü deneme alanlarında bulunmaktadır.

Bu çalışmada, yurdumuzda yetişen bazı okaliptüs türlerinin (*E.globulus* ssp. *globulus*, *E.globulus* ssp. *bicostata*, *E.globulus* ssp. *maidenii*, *E.camaldulensis*, *E.grandis*) uçucu yağ verim ve bileşimlerini tespit etmek, sadece odun hammadesi üretimi yapılan okaliptüslerin yapraklarından uçucu yağ üretiminin gerçekleştirerek ilave gelir elde edebilme şartlarını ortaya koymak amaçlanmıştır.

Bu amacı gerçekleştirmek için iki yıl ve yılda üç dönem halinde okaliptüslerden yapraklı dallar toplanmıştır. Toplanan bu bitkisel materyalin uçucu yağ oranları labotatuvar ölçekte su distilasyonu ve pilot ölçekte buhar distilasyonu yöntemleri ile tespit edilmiştir. Elde edilen yağların fiziksel ve kimyasal analizleri Gaz Kromatografisi (GC) ve Gaz Kromatografisi/Kütle Spectrometeresi (GC/MS) ile yapılmıştır.

Pilot ölçekte ince dallı yaprakların su buharı distilasyonu ile yapılan çalışmalar sonucu en yüksek uçucu yağı *E.globulus* ssp. *globulus* (% 2.7-4.1) vermiştir. En düşük yağ ise *E. camaldulensis* (% 0.5-1.4) ve *E. grandis* (% 0.4-1.3)' te tespit edilmiştir.

Uçucu yağ içerisindeki 1,8-sineol içeriği *E.globulus* ssp. *globulus*'ta standartların istediği %70'in biraz altında (% 61.0-65.8), *E.globulus* ssp. *bicostata* ve *E.globulus* ssp. *maidenii*'de bu oranlar % 64.7-79.3 değerleri bulunmuştur ki standartlara uygundur (TSE'ye göre bu değer % 70 olması gerekir). *E. camaldulensis* ve *E. grandis*'in uçucu yağlarındaki 1,8 sineol oranları ise standartların hayli altında bulunmuştur. *E. grandis* yağı içerisindeki 1,8 sineol en yüksek % 31.2 bulunurken, *E. camaldulensis* için en yüksek % 55.7 olarak bulunmuştur.

Bu çalışma göstermiştir ki *E. camaldulensis* ve *E. grandis*'in odunu yanında yapraklı dallarından da bir yan ürün olarak uçucu yağ üretimi yapmak mümkündür. Fakat, bu türlerin yağlarındaki 1,8 sineol oranı standart değerlerin altında olduğundan 1,8 sineol oranı yüksek yağ elde etmek için distilasyon süresi kısa tutulabilir. Veya elde edilen yağın fraksiyonlu distilasyona tabi tutulmasını takiben, sineolce zengin fraksiyonun kiristallendirilmesiyle 1,8 sineol elde edilebilir.

SUMMARY

Although, *Eucalyptus* plantations in Turkey cover about 20,000 hectares, they are only used for timber production. Whereas their leaves could be utilized for essential oil production as valuable as its timber. Main species used in plantations in Turkey is *E. camaldulensis*. Recently cultivation of *E. grandis* has begun. The other species used in the study were only at *Eucalyptus* trial sites established by the Eastern Mediterranean Forestry Research Institute.

The purpose of this study was to determine foliage oil yields and composition of some *Eucalyptus* species (*E.globulus* ssp. *globulus*, *E.globulus* ssp. *bicostata*, *E.globulus* ssp. *maidenii*, *E.camaldulensis*, *E.grandis*) grown in Turkey and establish oil production methods thereby achieving an added value for *Eucalyptus* plantation management.

To achieve this goal, leaves with branches were collected from *Eucalyptus* plantations for a successive two year period three times a year. Essential oil yields from the leaves and twigs of *Eucalyptus* were determined using laboratory scale water distillation and pilot scale steam distillation methods. Physical and chemical analysis of the oils were determined by GC and GC/MS.

E. globulus ssp. *globulus* gave the highest oil yield (2.7-4.1%), while *E. camaldulensis* (0.5-1.4%) and *E. grandis* (0.4-1.3%) both gave the lowest yeild.

1,8-cineole content of *E.globulus* ssp. *globulus* was about 61.0-65.8% which was a little lower than the least 70% requirement set by standarts. *E.globulus* ssp. *bicostata* and *E.globulus* ssp. *maidenii* gave 64.7-79.3% 1,8 cineole which was acceptable by the standarts. 1,8-cineole contents of *E. grandis* and *E. camaldulensis* were considerably lower than the standart values, the highest value for the oil of *E. grandis* was 31.2% while for that of *E. camaldulensis* was 55.7 %.

The study has shown that, *E.camaldulensis* and *E.grandis* which have been planted for timber production, could be utilized to produce essential oil from their leaves and twigs as by-product. Although, 1,8-cineole content of the total oil was lower than the standart values, 1,8-cineole rich fractions can be collected during the initial stages of distillation. Furthermore, the recovered oil can be fractionated under vacuum to meet the requirements set by international standarts or 1,8-cineole rich fractions can be crystallized to obtain the said monoterpenoid.

KAYNAKÇA

ADALI, F., 1944: Sağlık Ağacı Okalıptus. Ziraat Vekâleti Neşriyat Müdürlüğü, Genel Sayı: 609, Pratik Kitaplar Sayı: 3, İstanbul.

ANONYMOUS, 1979: Eucalypts for Planting, FAO Forestry Series No: 11, Rome.

ANONYMOUS, 1981: UNIDO. Report of the Workshop on the Essential Oil Industry, Lucknow, India, 8-11.

ANONYMOUS, 1986: Essential Oils and Oleoresins, A study of Selected Producers and Major Markets, Int. Trade Centre (ITC) UNCTAD/GATT, Geneva.

ANONYMOUS, 1990: The United States Pharmacopeia (U.S.P. XXII), 1990: Mack Printing Co. Easton.

ANONYMOUS, 1994: Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) Dokümanı, Ankara

BAŞER, K. H. C., 1992: Uçucu Yağların Dünya Ticareti, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bülteni, 9, 15-17.

BAYTOP, A., 1985: The Flora of "Yıldız Park" at İstanbul, İst. Ecz. Fak. Mec., 21-86.

BAYTOP, T., 1963: Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri, İstanbul Üniversitesi Yay. No. 1039, Tıp Fak No. 59, İstanbul.

BLANCO-DIEZ, M. M., GARCIA-VALLEJO, C. M. and GARCIA-MARTIN, 1983: Study of the Essential Oil of the Mallee Eucalyptus Oleosa var. Kochit, Acclimatized in Spain, Donaciano, Departamento de Celulosa e Industrias de Extraccion INIA Apartado 8111, Madrid (Spain), in IX'th International Congress of Essential Oils, 13-17 March Essential Oil Technical Paper, Book 1, Singapore.

BOLAND, D. J., BROPHY, J. J. and HOUSE, A. P. N., 1991: *Eucalyptus* Leaf Oils, Inkata Press, Melbourne, Sydney.

DAYAL, R. and AYYAR, K. S., 1986: Analysis of Medicinal Oil from *Eucalyptus globulus* ssp. *bicostata* Leaves, *Planta Medica*, 6, 1-6.

DELLACASSA, E., MENENDEZ, P., MOYNA, P. and CERDEIRAS, P., 1988: Antimicrobial Activity of *Eucalyptus* Essential oils, *Fitoterapia*, LX, (6).

DELLACASSA, E., MENENDEZ, P. And MOYNA, P., 1990: Chemical Composition of *Eucalyptus* Essential Oils Grown in Uruguay, *Flavour Fragr. J.*, 5, pp. 91-95.

DESHMUKH, S. K., JAIN, P. C. and AGRAWAL, S. C., 1981: A Note On Mycotoxicity of Some Essential Oils, *Fitoterapia*, LVII, (4), 295-296.

DETHIER, M., NDUWIMANA, A., CORDIER, Y., MENUT, C. and LAMATY, G., 1994: Aromatic Plants of Tropical Central Africa, XVI. Studies on Essential Oils of Five *Eucalyptus* species Grown in Burundi, *J. Essent. Oil Res.*, 6, 469-473.

DORASWAMY, K., SUNDORAM, M. and RAMALINGAM,S., 1982: Cultivation of *Eucalyptus* in Nilgiri Hills, in Cultivation and Utilization of Aromatic Plants. Regional Research Laboratory, Jammu-Tawi (India), p. 431.

DUKE, J. A., 1985: Handbook of Medicinal Herbs, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, pp. 185-186.

- EVANS, W. C., 1989:** Trease and Evans' Pharmacognosy, 13'th Ed., Bailliere Tindall, London, p. 424.
- FRAZAO, S., JACOB, M. and CARMO, M. M., 1986:** Antimicrobial Activity of Essential oils of *Eucalyptus* Species, Abstracts of short lectures and posters presentations, 34'th Annual Congress on Medicinal Plant Research.
- GARLAND, S., 1979:** The Herb and Spice Book, Frances Lincoln Publishers Limited, p. 55.
- GIBSON, A., DORAN, J. C. and BOGANSYI, D., 1991:** Estimation of the 1,8-cineole Yield of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Leaves by Multiple Internal Reflectance Infrared Spectroscopy, *Flavour and Fragr. J.*, **6**, 129-134.
- GUNTHER, E., 1972:** The Essential Oils, Vol. 1, Robert E. Krieger Publishing Company, Florida, pp. 241-242.
- GUNTHER, E., 1975:** The Essential Oils, Vol. 1, Robert E. Krieger Publishing Company, Huntington, New York.
- GÜRSES, M. K., 1987:** Yurdumuzda Mevcut Okaliptüs Ağaçlandırmalarının Kapladıkları Alanlar ile Bu Alanlardaki Servet Tahminleri ve Okaliptüs Odunu Tüketen Sanayi kollarının Tespiti. *Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi*, İzmit.
- GÜRSES, M. K., 1990:** Dünya'da ve Türkiye'de Okaliptüs. Türkiye'de Okaliptüs yetiştiriciliğinin son 50. yılı, *Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1990/1, İzmit.
- GÜRSES, M. K., 1993:** Okaliptüsün Türkiye Ormancılığı Açısından Önemi ve Bazı Öneriler. Orman Bakanlığı 1. Ormancılık Şurası Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları. Cilt 1, Seri no:13, Yayın no:006, Ankara.
- HELDRICH, K., 1990:** Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists, 15 th Ed., Ass. of off. Analy. Chem. Inc., Virginia.
- JENNINGS, W. and SHIBAMOTO, T., 1980:** Qualitative Analysis of Flavour and Fragrance Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography, Academic Press, London.
- KAYACIK, H., 1982:** Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği. III. Cilt, İ.Ü.Orman Fak., İ.Ü. Yayın No:3013, O.F. Yayın No: 321, İstanbul.
- KULKARNI, T.G., NARASIMHA, M.M., ATAL, C.K., 1982:** Essential Oil Production by Distillation, Cultivation and Utilization of Aromatic Plants, Council of Scientific and Industrial Research, Jammu, Tawi, 683-698.
- KUMAR, A., SHARMA, V. D., 1988:** Antibacterial Properties of Different *Eucalyptus* Oils, *Fitoterapia*, **59**, (2), 141-144.
- LAWLESS, J., 1992:** The Encyclopaedia of Essential Oils, Element Books, England, pp. 93-94.
- LAWRENCE, B. M., REYNOLDS, R. J., 1994:** Progress in Essential Oils in *Perfumer and Flavorist*, **19**, (6), 61-62.

- LAWRENCE, B. M., 1995:** The Isolation of Aromatic Materials From Natural Plant Products, In A Manual on the Essential Oil Industry, Ed. De Silva, K.T., United Nations Industrial Development Organization, Vienna, Austria, pp. 57-103.
- MAHINDRU, S. N., 1992:** Indian Plant Perfumes, Metropolitan, New Delhi.
- MASADA, Y., 1975:** Analysis of Essential Oils by Gas Chromatography and Mass Spectrometry, Hirokawa Publishing Company, Inc., Tokyo.
- MC. LAFFERTY, F. W. and STAUFFER, D. B., 1988:** The Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data, John Wiley and Sons, New York, vol. 5, pp. 1-7.
- MENUT, C., LAMATY, G., MALANDA-KIYABOU, G. and BESSIERE, J. M., 1992:** Aromatic Plants of Tropical Central Africa VIII. Individual Selection of *Eucalyptus* for Essential Oil Production in the Congo, *J. Essent Oil Res.*, 4, 427-429.
- OKAY, İ. M., GÜRGEN, A. R., 1945:** Yüksek Ziraat Enstitüsü Dergisi, Cilt; 5, Sayı 1, (9).
- PENFOLD, A. R. and WILLIS, J. L., 1961:** The *Eucalyptus* Botany, Cultivation, Chemistry and Utilization Leonard Hill (Books) Ltd. London, p. 281.
- RADOIAŞ, G. and CADERIN, T., 1982:** Plant Medicinales et Aromatiques, Importance, Culture et Analyse (UNIDO), p. 459.
- REYNOLDS, J. E. F., 1982:** Martindale the Extra Pharmacopeia, 28'th Ed., The Pharmaceutical Press, London, p. 675
- SAATÇIOĞLU, F. and PAMAY, B., 1958:** Tarsus-Karabucak Mıntkasında Okalıptus Tesis Çalışmalarının 20 Yıllık Neticeleri Üzerine Silvikültürel Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 782, O. F. Yayın No: 59, İstanbul.
- SENANAYAKE, U.M., UDAKANDAGE, S.J. and JAYEWORDENE, A.L., 1983:** Studies on Volatile Oil Scientific and Industrial Research (CISIR), Colombo 7, Sri Lanka.
- SEZİK, E., 1976:** Karabucak'taki iki Okalıptetumda Yetiştirilen Bazı *Eucalyptus* Türleri Üzerinde Farmakognozik Araştırmalar, Doçentlik Tezi, Ankara,
- SILVESTRE, A. J. D., CAVALEIRO, J. A. S., DELMOND, B., FILLIATRE, C. and BOURGEOIS, G., 1994:** The Essential Oil of *Eucalyptus globulus* Labill. from Portugal, *Flavour Fragr. J.*, 9, 51-53.
- SWIGAR, A. A. and SILVERSTEIN, R. M., 1981:** Monoterpenes, Infrared, Mass, ¹H-NMR and ¹³C-NMR Spectra & Kovats Indices, Aldrich Chemical Co., Inc, Wisconsin.
- TYLER, V. E., BRADY, L. R. and ROBBERS, J. E., 1981:** Pharmacognosy, 8th Ed., Lea and Febiger, Philadelphia. pp. 138-139.

WIJESEKERA, R.OB., 1990: Practical manual on the Essential Oils Industry, Organization (UNIDO), Vienna, Austria.

WU-RUI-KUN and HUANG ZHI-XI, 1983: A Brief Introduction of Essential Oils in the People's Republic of China, IX th International Congress of Essential Oils, Essential Oil Technical Paper, Book 1, Singapore, 29-31.

ZRIRA, S.S. and BENJILALI, B.S., 1991: Effect of Drying on Leaf Oil Production of Moroccan *E.camaldulensis*, *J.Essent. Oil Res.*, **3**, 117-118.

ZRIRA, S.S., BENJILALI, B.S., FECHTAL, M.M. and RICHARD, H.H., 1992: Essential Oils of Twenty-Seven *Eucalyptus* Species Grown in Morocco, *J. Essent. Oil Res.*, **4**, 259-264.

EK ÇİZELGELER
APPENDICES

Ek Çizelge 1. *E. globulus* ssp. *globulus* Uçucu Yağının Kimyasal Bileşenleri

Append. Table 1. The chemical composition of *E. globulus* ssp. *globulus* essential oils

Bileşenler (Composition)	Kasım - Aralık 1992 (Nov. – Dec.)		Nisan - Mayıs 1993 (April - May)		Tem. – Ağustos 1993 (July-August)		Kasım - Aralık 1993 (Nov. – Dec.)		Nisan - Mayıs 1994 (April - May)		Tem. - Ağustos 1994 (July-August)	
	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)
izovaleraldehit	0.32	0.16	-	0.16	-	0.16	0.25	0.10	0.51	0.14	0.26	0.08
α -pinen	12.29	14.45	8.62	16.09	11.79	13.67	12.20	15.79	14.06	15.56	12.81	14.51
α -fenken	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
kamfen	0.03	0.04	0.04	0.06	0.04	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04
β -pinen	0.67	0.72	0.53	0.64	0.58	0.61	0.71	0.76	0.65	0.67	0.55	0.72
<i>n</i> -butil asetat	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.04	0.01	0.03	tr	0.02	0.04	0.05
mirsen +	0.76	0.53	0.36	0.86	1.14	1.83	0.54	0.35	0.30	0.43	1.20	1.94
α -fellandren		0.73	0.37					0.55				
α -terpinen	0.02	0.07	0.04	0.08	0.05	0.13	0.02	0.07	0.02	0.04	0.06	0.08
limonen	5.60	7.21	5.72	7.91	5.07	6.47	5.49	6.84	4.94	6.33	5.04	6.30
1,8-sineol	58.68	65.82	67.42	61.49	63.79	63.47	59.10	61.00	61.77	65.24	57.95	62.32
Z-(β)-osimen	0.03	0.04	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.06	0.06	0.04	0.02
γ -terpinen	0.56	0.68	0.44	0.58	0.36	0.49	0.43	0.66	0.29	0.33	0.54	0.64
<i>p</i> simen	1.61	1.61	2.27	2.01	1.59	1.84	1.59	1.73	0.94	1.10	3.20	3.92
terpinolen	0.09	0.11	0.07	0.12	0.09	0.17	0.06	0.13	0.06	0.13	0.14	0.12
kamfolen aldehit+	0.05	0.08	0.04	0.08	0.04	0.07	0.07	0.09	0.07	0.10	0.05	0.07
α -kopaen												
α -gurjunen	0.01	0.04	0.02	0.09	0.03	0.19	-	0.05	0.03	0.03	0.01	0.07
linalool	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	tr	tr
pinokarvon	0.17	0.10	0.13	0.11	0.21	0.15	0.21	0.17	0.39	0.37	0.45	0.31

Ek Çizelge 1.'in devamı

Append. Table 1. Continued

Bileşenler (Composition)	Kasım - Aralık 1992 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1993 (April - May)		Tem. - Ağustos 1993 (July-August)		Kasım - Aralık 1993 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1994 (April - May)		Temmuz - Ağustos 1994 (July-August)	
	Su Dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)
fenkil alkol	tr	0.03	0.04	0.03	0.01	0.06	0.05	0.03	0.07	0.02	tr	0.03
terpinen-4-ol+	0.73	0.85	0.77	1.10	0.88	1.27	0.85	0.56	0.59	0.85	0.67	0.54
aromadendren								0.73				0.84
alloaromadendren	0.03	0.08	0.04	0.17	0.07	0.33	0.05	0.19	0.04	0.12	0.06	0.20
trans-pinokarveol	0.42	0.26	0.34	0.31	0.54	0.40	0.52	0.44	1.22	1.05	1.15	0.86
karvotan aseton	0.11	0.04	0.04	0.02	0.04	0.05	0.03	0.03	tr	0.02	0.04	tr
neral	0.13	0.11	0.10	0.09	0.13	0.14	0.13	0.12	0.08	0.09	0.15	0.11
borneol	0.01	0.03	tr	0.11	0.03	0.17	0.02	0.07	tr	0.04	tr	0.07
α -terpineol	1.48	1.10	1.59	1.05	1.92	1.22	1.70	1.07	1.77	1.35	1.81	0.99
geranial	0.15	0.12	0.22	0.13	0.14	0.10	0.19	0.14	0.25	0.22	0.18	0.13
δ-kadinen	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	-	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02
geraniol	0.09	0.03	0.13	0.13	0.14	0.11	0.09	0.10	0.08	0.12	0.08	0.06
α -fellandren epoksit	0.03	0.03	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.29	0.02	0.07	0.05
palustrol	tr	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	tr	0.02	0.02
epiglobulol	0.09	0.05	0.13	0.10	0.23	0.17	0.13	0.14	0.12	0.05	0.16	0.14
globulol	0.66	0.23	0.89	0.43	1.68	0.78	0.87	0.64	0.80	0.23	1.07	0.57
viridiflorol	0.20	0.08	0.22	0.13	0.35	0.19	0.25	0.16	0.20	0.07	0.24	0.14
10-epi- γ -ödesmol	1.08	0.32	0.58	0.37	0.66	0.26	1.07	0.45	0.60	0.20	0.84	0.14
valerianol	0.81	0.24	0.48	0.31	0.46	0.18	0.74	0.31	0.59	0.22	0.66	0.15
α -ödesmol	3.53	1.00	1.81	0.99	1.69	0.59	3.19	1.29	1.93	0.58	1.96	0.36
β -ödesmol	6.06	1.64	3.15	1.72	2.63	0.90	5.63	2.17	4.06	1.24	4.19	0.73

Ek Çizelge 2. *E.globulus* ssp. *bicostata* Uçucu Yağının Kimyasal Bileşenleri

Append. Table 2. The chemical composition of *E. globulus* ssp. *bicostata* essential oils

Bileşenler (Composition)	Kas. - Aralık 1992 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1993 (April - May)		Tem. - Ağustos 1993 (July-August)		Kas. - Aralık 1993 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1994 (April - May)		Tem. - Ağustos 1994 (July-August)	
	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)
İzovaleraldehit	0.12	0.10	-	0.05	-	0.09	0.34	0.09	0.10	0.07	0.74	0.10
α -pinen	3.13	5.59	2.32	4.82	2.59	8.51	4.88	4.44	3.44	4.31	2.37	4.09
α -fenken	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01	0.01	tr	0.02	0.02
Kamfen	0.02	0.05	0.02	0.04	0.02	0.10	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04
β -pinen	0.17	0.20	0.10	0.16	0.14	0.22	0.20	0.17	0.16	0.18	0.13	0.20
<i>n</i> -butil asetat	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.02	tr	tr	tr	tr
mirsen + α -fellandren	0.18	0.61	0.09	0.25	1.88	0.57	0.16	0.38	0.02	0.03	tr	tr
							0.15		0.05	0.09	0.20	0.29
α -terpinen	0.01	0.05	0.01	0.03	0.01	0.07	-	0.02	0.03	0.02	tr	0.02
Limonen	3.19	6.94	2.35	5.19	3.15	7.32	4.33	4.66		3.98	2.65	4.55
1,8-sineol	79.37	69.88	82.18	70.99	80.38	64.71	68.40	76.32	83.18	77.35	80.40	79.27
Z-(β)-osimen	0.07	0.10	tr	0.02	0.03	0.05	0.04	0.04	tr	0.03	tr	tr
γ -terpinen	0.25	0.65	0.15	0.37	0.10	0.50	0.17	0.19	0.08	0.11	0.10	0.18
<i>p</i> -simen	0.61	0.96	0.51	0.82	0.34	0.61	1.23	1.35	0.36	0.47	0.30	0.46
Terpinolen	0.03	0.09	0.05	0.17	0.03	0.17	0.04	0.06	0.02	0.05	0.04	0.07
kamfolen aldehit	0.03	0.02	0.04	-	0.01	0.02		0.02	-	tr	0.03	tr
							0.04					
α -kopaen	-	0.04	tr	0.06	tr	0.05		0.04	0.05	0.08	0.02	0.03
α -gurjunen	0.02	0.11	0.01	0.18	0.01	0.33	-	0.07	tr	0.08	tr	0.06
Linalool	0.03	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.04	tr	tr
Pinokarvon	0.16	0.12	0.26	0.29	0.13	0.13	0.14	0.18	0.33	0.33	0.24	0.19
fenkil alkol	0.02	0.09	0.17	0.13	0.01	0.20	0.03	0.09	0.01	0.09	tr	0.05

Ek Çizelge 2.'nin devamı

Append. Table 2. Continued

Bileşenler (Composition)	Kas. - Aralık 1992 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1993 (April - May)		Tem. - Ağustos 1993 (July-August)		Kas. - Aralık 1993 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1994 (April - May)		Tem. - Ağustos 1994 (July-August)	
	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)
terpinen-4-ol + aromadendren	0.87	1.98	0.59	2.02	0.02	3.71	0.62 0.41	1.74	0.47	1.47	0.48	1.12
alloaromadendren	0.10	0.38	0.07	0.05	0.06	0.78	0.12	0.32	0.05	0.29	0.04	0.04
<i>trans</i> -pinokarveol	0.53	0.78	1.07	1.00	0.55	0.50	0.57	0.74	1.38	1.20	1.03	0.77
leden	0.02	0.16	0.02	0.20	0.02	0.44	0.04	0.09	0.02	0.08	0.03	3.17
α -terpineol	3.37	2.33	1.88	1.47	2.50	0.58	3.29	1.87	1.98	1.53	3.75	
δ -kadinen	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	0.04	0.03	0.07	0.04
<i>cis</i> -sabinol	0.05	0.05	0.04	0.06	0.04	0.06	0.11	0.07	0.02	0.53	0.04	0.03
geraniol	0.01	0.02	0.10	0.12	0.06	0.09	0.04	0.06	tr	tr	0.07	0.04
<i>cis</i> -karveol	0.04	0.03	0.05	0.07	0.04	0.04	0.04	0.03	0.05	0.05	0.08	0.04
palustrol	0.04	0.06	0.02	0.06	0.05	0.11	0.10	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04
epiglobulol	0.25	0.39	0.26	0.34	0.37	0.64	0.75	0.23	0.29	0.18	0.25	0.21
ledol	0.08	0.09	0.07	0.11	0.10	0.11	0.21	0.05	0.08	0.05	0.07	0.05
globulol	1.82	1.94	2.02	1.53	2.98	2.63	5.42	1.12	2.18	0.81	1.96	0.96
viridiflorol	0.37	0.40	0.32	0.32	0.51	0.45	0.91	0.22	0.36	0.16	0.35	0.22
karvakrol	0.04	0.05	0.05	0.06	0.03	0.03	0.10	0.06	0.02	-	0.03	0.03

Ek Çizelge 3.'ün devamı
Append. Table 3. Continued

Bileşenler (Composition)	Kas. - Aralık 1992 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1993 (April - May)		Tem. - Ağustos 1993 (July-August)		Kas. - Aralık 1993 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1994 (April - May)		Tem. - Ağustos 1994 (July-August)	
	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)
alloaromadendren	0.13	0.35	0.13	0.35	0.09	0.38	0.19	0.57	0.16	0.39	0.12	0.33
<i>trans</i> - pinokarveol	0.54	0.56	0.62	0.58	0.80	0.49	0.45	0.87	1.78	1.55	0.60	0.61
karvotan aseton	tr	tr	tr	0.26	0.03	tr	tr	0.26	0.05	tr	0.05	tr
neral	0.09	0.09	0.10	0.12	0.08	0.12	0.16	0.13	0.04	0.10	0.02	0.12
leden	0.05	0.11	0.04	0.13	0.03	0.17	tr	0.13	2.98	0.16	0.06	0.18
α -terpineol	6.42	4.21	6.73	4.98	3.04	3.20	7.50	4.77		3.17	5.46	4.39
δ -kadinen	0.02	0.07	0.03	0.06	0.03	0.08	0.06	0.08	0.04	0.08	0.04	0.07
<i>cis</i> - sabinol	0.09	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.07	0.06	0.07	0.09	0.12	0.07
geraniol	0.12	0.07	0.15	0.09	0.14	0.10	0.09	0.05	0.02	0.05	0.13	0.08
palustrol	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05	0.08	0.04	0.07	0.03	0.06	0.03
epiglobulol	0.40	0.22	0.41	0.16	0.50	0.33	0.64	0.23	0.55	0.30	0.50	0.21
ledol	0.12	0.05	0.12	0.04	0.17	0.08	0.17	0.05	0.15	0.06	0.14	0.05
globulol	2.59	0.99	2.64	0.67	3.45	1.66	4.15	0.98	3.48	1.04	3.30	0.80
viridiflorol	0.46	0.19	0.47	0.14	0.63	0.32	0.72	0.20	0.57	0.23	0.57	0.20
heksahidrofarnesil aseton	0.03	-	0.06	0.02	0.06	0.02	0.03	0.01	0.03	0.09	0.03	tr
karvakrol	0.46	0.04	0.30	0.16	0.03	0.04	0.05	0.04	0.15	0.17	0.08	0.05
β -ödesmol	0.07	-	0.06	0.01	0.07	-	0.01	0.01	0.07	0.22	0.08	tr

Ek Çizelge 4. *Eucalyptus grandis* Uçucu Yağının Kimyasal Bileşenleri

Append. Table 4. The chemical composition of *Eucalyptus grandis* essential oils

Bileşenler (Composition)	Kas. - Aralık 1992 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1993 (April - May)		Tem. - Ağustos 1993 (July-August)		Kas. - Aralık 1993 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1994 (April - May)		Tem. - Ağustos 1994 (July-August)	
	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)
izovaleraldehit	1.43	0.23	0.41	0.20	-	0.06	0.11	0.03	1.32	0.17	0.06	0.05
α -pinen	5.52	12.42	14.26	32.15	14.67	15.16	2.30	2.93	30.91	26.06	2.80	2.87
α -fenken	0.07	0.21	0.09	0.18	0.20	0.09	0.02	0.01	0.24	0.28	tr	tr
kamfen	0.40	1.02	0.44	0.80	0.01	0.39	0.03	0.04	1.03	1.23	tr	tr
β -pinen	0.05	0.10	0.24	0.27	0.11	0.13	0.04	0.04	1.78	0.18	0.35	0.36
sabinen	0.01	-	0.11	0.07	0.09	0.10	-	tr	0.04	0.03	0.06	0.16
mirsen + α -fellandren	tr	-	0.36	0.15 0.19	0.52 1.26	9.15	8.23	12.80	0.03	0.03 tr	1.47 1.17	1.26 1.35
α -terpinen	0.01	0.02	0.04	0.07	0.03	0.26	0.14	0.47	0.02	0.03	0.13	0.34
limonen	0.80	2.28	2.28	4.97	2.18	3.21	0.80	1.43	2.77	4.45	1.56	2.39
1,8-sineol	3.57	3.39	20.19	27.25	27.72	23.19	8.54	8.40	32.50	31.21	26.83	30.00
Z-(β)-osimen	-	-	0.14	0.16	0.04	0.12	0.11	0.26	tr	0.03	0.07	0.24
γ -terpinen	0.19	1.89	0.51	0.18	0.05	0.02	0.59	1.80	0.02	0.17	0.60	2.94
<i>p</i> -simen	40.71	52.22	13.61	8.88	7.47	11.56	12.89	18.68	1.41	2.62	16.33	24.90
terpinolen	0.14	0.14	0.12	0.28	0.10	0.53	0.31	1.12	0.11	0.26	0.12	0.23
kamfolen aldehit	0.64	0.78	0.42	0.41	0.10	0.19	0.03	0.07	0.48	0.63	tr	0.06
<i>cis</i> -sabinen hidrat	0.07	0.04	0.10	0.06	0.19	0.16	0.08	0.07	0.03	0.02	0.32	0.28
pinokarvon	0.24	0.08	0.64	0.92	0.24	0.40	0.24	0.12	2.00	2.28	0.77	0.02
fenkil alkol	0.72	0.77	0.73	0.96	0.27	0.31	0.02	0.03	1.23	1.77	0.02	0.03
terpinen-4-ol	0.59	0.65	1.33	0.59	1.31	0.77	1.46	0.94	0.21	0.35	3.58	2.54

Ek Çizelge 4.'ün devamı

Append. Table 4. Continued

Bileşenler (Composition)	Kas. - Aralık 1992 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1993 (April - May)		Tem. - Ağustos 1993 (July-August)		Kas. - Aralık 1993 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1994 (April - May)		Tem. - Ağustos 1994 (July-August)	
	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)
alloaromadendren	0.24	0.30	0.26	0.37	0.42	0.77	0.70	0.15	0.18	0.41	0.34	0.72
<i>trans</i> -pinokarveol	1.51	0.14	2.21	3.41	0.87	0.85	0.17	1.49	10.36	9.74	0.03	0.03
α -terpineol + borneol	4.33	2.86	4.27	3.66	2.74	2.54	0.69	1.48	5.67	6.03	0.37	2.36
karvon	0.10	0.03	0.23	0.20	0.02	2.54	1.17	1.79	0.09	0.13	0.48	0.31
bisiklo germakren	0.09				1.48		0.02	0.02	0.02	0.06		
kumin aldehit	0.10	0.02	0.46	0.29	0.13	0.09	0.04	0.11	0.02	0.05	0.87	1.15
mirtenol	0.21	0.16	0.15	0.09	0.10	0.17	0.01	0.18	0.02	0.07	0.25	0.25
<i>trans</i> -karveol	0.72	0.12	0.09	0.24	0.02	0.01	0.03	0.02	0.49	0.41	0.04	0.03
<i>p</i> -simen-8-ol	1.02	0.43	0.67	0.16	0.14	0.14	0.16	0.22	0.19	0.20	0.33	0.17
(<i>Z</i>)-geranil aseton	0.26	0.19	0.06	0.08	0.02	0.02	0.03	0.05	0.02	0.08	tr	tr
<i>cis</i> -karveol	0.13	0.06	0.03	0.05	0.02	0.02	0.01	0.03	0.08	0.10	tr	tr
epiglobulol	2.13	1.44	0.85	0.49	0.23	0.18	0.13	0.15	0.41	0.69	0.06	0.05
globulol	1.78	0.40	0.89	0.22	1.73	1.04	4.69	3.29	0.23	0.33	0.48	0.32
viridiflorol	1.10	0.57	0.65	0.17	1.40	0.91	7.16	4.96	0.10	0.16	0.29	0.43
spatulenol	1.62	1.01	11.68	2.59	15.41	8.92	14.97	10.45	0.35	0.56	12.81	6.47
karvakrol	0.15	0.27	0.12	0.03	0.16	0.02	0.13	0.11	0.08	0.06	0.06	0.06
α -ödesmol	0.73	0.06	0.38	0.19	0.30	1.02	0.22	0.15	0.05	0.10	0.19	0.61

Ek Çizelge 5. *E. camaldulensis* Uçucu Yağının Kimyasal Bileşenleri

Append. Table 5. The chemical composition of *Eucalyptus camaldulensis* essential oils

Bileşenler (Composition)	Kas. - Aralık 1992 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1993 (April - May)		Tem. - Ağustos 1993 (July-August)		Kas. - Aralık 1993 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1994 (April - May)		Tem. - Ağustos 1994 (July-August)	
	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)
izovaleraldehit	tr	0.08	-	0.05	0.77	0.10	tr	tr	0.12	12.97	0.08	0.33
α -pinen	4.68	6.51	9.59	5.93	8.83	7.20	3.45	2.35	1.78	1.88	3.60	5.41
α -fenken	0.03	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02
kamfen	0.08	0.08	0.03	0.08	0.03	0.16	0.01	tr	tr	0.01	0.05	0.06
β -pinen	2.00	1.83	0.39	0.41	0.37	0.63	0.13	0.11	0.11	0.09	0.32	0.13
sabinen	0.29	0.25	0.01	0.01	0.04	-	0.09	0.01	0.08	0.18	0.03	0.25
mirsen + α -fellandren	0.43	1.72	0.07	0.27	1.89	8.02	0.40	3.09	0.67	2.53	1.65	1.77
0.09			0.80				0.70					
α -terpinen	0.08	0.39	0.06	0.13	0.23	0.70	0.12	0.42	0.13	0.35	0.24	0.15
limonen	2.94	5.51	3.93	5.58	3.35	5.12	3.19	2.84	1.94	2.27	2.92	4.67
1,8-sineol	25.21	35.02	51.06	41.18	26.07	30.20	39.39	12.21	26.09	23.76	50.42	55.72
Z-(β)-osimen	0.04	0.22	0.01	0.28	0.43	0.28	0.21	0.15	tr	0.03	0.18	0.02
γ -terpinen	0.38	4.78	3.68	8.93	6.89	3.71	0.47	1.30	1.00	1.74	3.82	5.37
<i>p</i> -simen	12.93	15.59	13.22	18.85	11.32	14.33	8.00	11.71	15.02	24.30	10.18	10.78
terpinolen	0.07	0.27	0.17	0.44	0.26	0.58	0.19	0.45	0.19	0.28	0.33	0.39
metilheptilketon	0.01	tr	0.03	-	0.01	0.02	tr	0.03	tr	tr	--	--
<i>cis</i> limonen oksit	0.08	0.02	tr	0.01	0.03	0.02	0.04	0.11	0.05	tr	0.02	0.02
1-okten-3-ol	0.01	0.08	0.03	0.02	0.01	0.09	0.01	0.32	tr	0.01	tr	tr
<i>trans</i> limonen oksit	0.12	0.27	0.08	0.19	0.05	0.15	0.11	0.01	0.06	0.39	0.08	0.14

Ek Çizelge 5.'in devamı

Append. Table 5. Continued

Bileşenler (Composition)	Kas. - Aralık 1992 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1993 (April - May)		Tem. - Ağustos 1993 (July-August)		Kas. - Aralık 1993 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1994 (April - May)		Tem. - Ağustos 1994 (July-August)	
	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)
<i>trans</i> sabinen hidrat	0.10	0.03	0.02	0.01	0.11	tr	0.01	0.04	tr	0.01	tr	tr
<i>trans</i> linalool oksit	0.09	0.02	0.08	0.04	0.07	0.10	0.05	0.11	0.04	0.09	0.05	0.03
kamfolen aldehit	0.05	0.08	0.04	0.05	0.03	0.04	0.05	0.08	tr	0.05	0.02	0.03
linalool	0.14	0.02	0.01	0.02	0.13	0.08	0.03	0.02	0.04	0.02	0.07	tr
<i>cis</i> sabinen hidrat	0.89	0.49	0.06	0.04	0.58	0.62	0.30	0.17	0.52	0.52	0.40	0.25
pinokarvon	0.67	0.28	0.19	0.16	0.38	0.25	0.42	0.11	0.60	0.31	0.25	0.15
fenkil alkol	0.29	0.14	0.04	0.12	0.04	0.02	0.04	-	0.06	0.04	0.07	0.06
terpinen-4-ol + aromadendren	2.98	2.22	1.86	1.25 0.82	3.13	2.14	2.74	0.72 1.07	3.41	3.04	2.41	1.41 0.60
<i>cis</i> - <i>p</i> -menta-2.8-dien-1-ol	0.11	0.10	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.02	0.03
alloaromadendrene	0.31	0.62	0.21	0.41	0.05	0.78	0.64	3.12	0.31	0.47	0.21	0.39
<i>trans</i> -pinokarveol	0.51	0.45	0.94	0.61	4.04	0.12	0.21	0.59	0.04	0.09	0.99	0.74
α -terpineol + terpinil asetat	2.62	1.75	1.52	0.88	2.51	1.53	1.48	0.34 0.42	5.07	1.29	1.73	1.74
karvon	0.04	0.03	0.10	0.03	0.02	0.58	0.03	0.40	0.05	tr	0.50	tr
bisiklo germakren	0.01	0.09	0.02	0.01	-	0.03	0.17	0.04	tr	tr	tr	tr
kumin aldehit	1.30	1.25	0.02	0.05	0.89	0.52	0.79	1.00	1.07	1.59	0.54	0.37
mirtenol	0.26	0.15	0.07	0.08	0.04	0.15	0.33	0.52	0.03	0.05	0.06	0.03
<i>trans</i> - karveol	0.13	0.07	0.12	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08	0.06	0.07	0.09	0.03
<i>p</i> -simen-8-ol	0.02	0.02	0.24	0.06	0.33	0.12	0.36	0.08	0.40	0.32	0.24	0.09

Ek Çizelge 5.'in devamı

Append. Table 5. Continued

Bileşenler (Composition)	Kas. - Aralık 1992 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1993 (April - May)		Tem. - Ağustos 1993 (July-August)		Kas. - Aralık 1993 (Nov. - Dec.)		Nisan - Mayıs 1994 (April - May)		Tem. - Ağustos 1994 (July-August)	
	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)	Su dist. (Water dist.)	Buhar dist. (Steam dist.)
<i>cis</i> -karveol	0.03	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.04	0.06	0.07	0.06	0.04	0.02
α -felandren epoksit	0.20	0.07	0.03	0.01	0.04	0.08	0.10	0.17	0.10	0.11	0.02	0.04
karyofillen oksit	3.16	0.82	0.45	0.55	0.08	1.50	1.79	1.47	0.92	0.42	0.42	0.18
perilla alkol	0.04	0.04	0.35	0.27	0.18	0.03	0.06	0.12	0.19	0.10	0.24	0.09
epiglobulol	0.22	0.16	0.09	0.27	0.20	0.06	0.27	0.30	0.08	0.04	0.27	0.15
ledol	0.28	0.13	0.03	0.07	0.24	0.13	0.29	0.50	0.29	0.10	0.14	0.05
globulol	1.62	0.83	1.90	1.64	1.51	0.43	2.16	2.00	0.22	0.26	2.12	0.74
viridiflorol	0.38	0.20	0.27	0.25	0.38	0.18	0.46	0.65	0.25	0.16	0.37	0.15
spatulenol	9.85	3.86	0.06	0.10	8.28	4.63	10.26	20.09	13.01	3.56	3.13	0.75
karvakrol	0.58	0.39	0.61	0.92	0.18	0.06	0.93	1.75	0.87	0.45	0.31	0.20
α -ödesmol	0.51	0.27	0.17	0.08	0.39	0.30	0.18	0.30	1.01	0.28	0.22	0.07
β -ödesmol	0.10	0.03	0.05	0.04	0.69	0.29	0.03	0.09	0.23	0.04	0.05	tr

Ek Çizelge 6. *Eucalyptus camaldulensis* Uçucu Yağı Fraksiyonlarının Analizi
Append. Table 6. Analysis of the essential oil fractions of *Eucalyptus camaldulensis*

Fraksiyonlar (Fractions)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
Zaman (Dak.) (Time, Min.)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	360	435	435
Yağ (ml) (Oil, ml)	70	80	40	25	18	16	15	11	10	8	8	31	20	352
Yükleme: 50 kg (Charge, 50 kg)														
Bileşenler (Composition)														
α -pinen	5.02	6.90	9.24	10.76	11.14	11.59	12.63	13.61	11.92	11.24	12.53	11.89	9.49	9.10
mirsen+ α fellandren	1.38	1.61	2.16	2.65	2.80	3.03	3.49	3.73	3.82	3.49	3.96	4.36	3.78	2.39
limonen	3.02	3.71	4.47	4.73	4.73	4.68	4.57	4.29	4.00	3.69	3.76	2.94	2.80	3.83
1,8-sineol	53.35	46.99	37.59	29.25	27.91	24.48	19.68	18.17	16.02	15.82	15.53	11.93	12.41	38.51
γ -terpinen	2.16	2.59	3.31	3.78	3.84	3.95	4.09	3.98	3.85	3.54	3.65	3.12	2.87	2.94
p-simen	21.59	20.53	19.83	18.02	17.59	16.56	15.03	14.02	12.78	12.22	12.17	9.45	9.60	18.74
terpinen-4-ol + aromadendren	1.73	2.08	2.33	2.57	2.55	2.72	2.884	2.97	3.37	3.48	3.51	4.39	4.74	2.33
alloaromadendren	0.14	0.22	0.40	0.71	0.80	1.02	1.34	1.53	1.98	2.06	2.11	2.82	2.97	0.71
<i>trans</i> – pinokarvol	0.94	1.19	1.23	1.07	1.01	0.87	0.67	0.57	0.49	0.50	0.46	0.22	0.31	0.89
α -terpineol+ terpinil asetat	0.65	0.90	1.07	1.10	1.09	1.03	0.91	0.80	0.73	0.71	0.61	0.37	0.41	0.75
imin aldehit	0.59	0.84	1.18	1.47	1.45	1.61	1.63	1.55	1.57	1.46	1.33	0.96	0.98	0.94
karyofilenoksit	0.18	0.46	0.93	1.64	1.75	2.04	2.46	2.54	2.84	3.02	2.66	2.63	2.47	1.00
globulol	0.06	0.17	0.40	0.79	0.92	1.18	1.59	1.79	2.21	2.46	2.41	3.53	3.78	0.79
spatulenol	0.32	0.85	1.83	3.33	3.65	4.59	5.78	6.29	7.45	8.18	7.56	9.86	10.16	2.65

Ek Çizelge 7. *Eucalyptus globulus ssp. globulus* Uçucu Yağı Fraksiyonlarının Analizi
Append. Table 7. Analysis of the essential oil fractions of *Eucalyptus globulus ssp. globulus*

Fraksiyonlar (Fractions)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total
Zaman (Dak.) (Time, Min.)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	320	400	440	440
Yağ (ml) (Oil, ml)	380	260	150	155	130	70	95	60	40	38	30	120	65	34	1626
Yükleme: 47 kg (Charge, 47 kg)															
Bileşenler (Composition)															
α -pinen	9.04	8.40	8.69	11.9	15.60	16.58	19.53	17.98	25.67	23.14	24.06	25.61	23.48	27.50	15.79
limonen	4.14	5.10	6.67	7.83	8.61	9.39	9.88	10.90	11.04	10.81	10.83	10.97	9.56	8.52	6.84
1,8-sineol	79.03	74.61	69.07	65.51	59.20	54.11	47.79	45.79	39.53	35.99	33.80	24.49	18.51	16.71	61.00
p-simen	1.33	1.52	2.04	2.28	2.35	2.51	2.55	2.93	2.78	2.78	2.86	2.83	2.81	1.78	1.73
terpinen-4-ol + aromadendren	0.80	1.24	1.53	1.22	1.21	1.34	1.37	1.63	1.51	1.87	2.09	2.93	3.75	3.56	1.29
α -terpineol	0.86	1.43	1.85	1.53	1.47	1.51	1.42	1.52	1.24	1.29	1.25	1.05	0.35	0.73	1.07
globulol	0.06	0.19	0.39	0.41	0.53	0.75	0.95	1.18	1.19	1.65	1.77	2.45	3.76	3.38	0.64
valerianol	0.02	0.09	0.20	0.20	0.26	0.37	0.46	0.55	0.58	0.81	0.89	1.16	1.73	1.52	0.31
α -ödesmol	0.10	0.37	0.79	0.82	1.07	1.56	1.91	2.37	2.28	3.37	3.64	4.88	7.14	6.73	1.29
β -ödesmol	0.17	0.69	1.43	1.47	1.91	2.77	3.41	4.22	4.04	5.92	6.42	8.49	12.49	11.14	2.17

