

ID: 450

Determination of Yield and Quality Characteristics of Patchouli (*Pogostemon cablin*) Plant in Çukurova Conditions

Meliha Polen Artun¹, Saliha Kırıcı²

¹Department of Field Crops, Institute of Natural and Applied Science, Çukurova University, Adana, Turkey

²Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Turkey

Abstract

Patchouli is a valuable plant, which is traded in the world and whose essential oil is important in terms of its therapeutic properties and widely used in the perfumery industry. In this study was determined the yield and quality characteristics of patchouli (*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.) plant in Çukurova conditions. In the research, harvest were made in 3 different periods: before flowering, full flowering and after flowering. As a result of the research, the highest plant height (47.39 cm) after flowering, number of branches (16.13 units), fresh herb yield (2106.78 kg/da), fresh leaf yield (1022.36 kg/da), dry herb yield (458.74 kg/da) and dry leaf yield (209.88 kg/da) was obtained during the full flowering period. The highest essential oil yield (1.77%) was obtained before flowering and the essential oil yield (207.36 kg/da) was obtained during the full flowering period. The main components of essential oil are Acetophenone %41.56, Patchouli alcohol %28.30, trans-Nerolidol %17.17, while other components are Caryophyllene %8.71, α -Guaiene %5.86, Seychellene %4.84, α -Bulnesene %2.53, Pogostole %1.24 respectively, which were characterised by GC/MS (+/-0.5, n=3).

Keywords: *Pogostemon cablin*, Patchouli, yield, essential oil content, patchouli alcohol

Çukurova Koşullarında Paçuli (*Pogostemon cablin*) Bitkisinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Özet

Paçuli, dünyada ticareti yapılan ve uçucu yağı değerli olan hem terapötik özellikleri bakımından önemli hem de parfümeri sektöründe çokça kullanılan bir bitkidir. Bu araştırma; Paçuli (*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.) bitkisinin Çukurova koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmada çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası olmak üzere 3 farklı dönemde biçimler yapılmıştır. Araştırma sonucunda en yüksek bitki boyu (47.39 cm) çiçeklenme sonrası, dal sayısı (16.13 adet), taze toprak üstü verimi (2106.78 kg/da), taze yaprak verimi (1022.36 kg/da), kuru toprak üstü verimi (458.74 kg/da) ve kuru yaprak verimi (209.88 kg/da) ise tam çiçeklenme döneminde yapılan biçimden elde edilmiştir. En yüksek uçucu yağ oranı (%1.77) çiçeklenme öncesi dönemde ve uçucu yağ verimi (2.07 l/da) ise tam çiçeklenme döneminde yapılan biçimden elde edilmiştir. Uçucu yağın ana bileşenlerini Asetofenon %41.56, Paçuli alkol %28.30, trans-Nerolidol %17.17 oluştururken diğer bileşenler ise Karyofilen %8.71, α -Guaien %5.86, Seyşellen %4.84, α -Bulnesen %2.53, Pogostol %1.24 olarak GC/MS (+/-0.5, n=3) ile tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pogostemon cablin*, paçuli, verim, uçucu yağ oranı, paçuli alkol

Giriş

Tıbbi ve aromatik bitkiler eski çağlardan beri ilaç, gıda, parfümeri ve kozmetik gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır (Tulukçu ve Sağdıç, 2011). Bu bitkilerin çoğu tedavi amaçlı kullanılmakta olup, önemli bir kısmı doğadan toplanmakta ve bir kısmının da kültürü yapılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilere olan ilginin artmasına paralel olarak bu bitkiler üzerine araştırmalar artmış, bunun sonucunda yetiştiricilik ve ıslah çalışmaları sonucu pek çok bitki türü kültüre alınarak, üstün hatlar elde edilmiştir (Ceylan ve ark. 1991).

Lamiaceae (Labiatae) familyası; gıda, ilaç ve kozmetik endüstrisi için önemli uçucu yağ içeriğine sahip tıbbi ve aromatik bitkileri ile ünlüdür. Bu bitkilerin uçucu yağları ve özlerinin antiseptik, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal aktivitelere sahip olduğu bilinmektedir (Hussain ve ark. 2011; Theodoridis ve ark. 2012). Türkiye'de *Lamiaceae* familyası en zengin üçüncü familya olup, önemli bir gen merkezi konumundadır ve endemizm oranı % 44.2'dir (Başer, 1993, Kocabaş ve Karaman 2001).

Bu familyaya ait mistik bir kokusu olan, Paçuli adı ile bilinen bitki '*Pogostemon cablin* benth' bu türlerden biridir. Paçuli ismi 'yeşil yaprak' olarak bilinen *Pachilai* (tamilce) kelimesinden gelmekte ve ilk olarak 1845'te Filipinler'deki botanikçiler tarafından tanımlanmıştır. Paçuli; ülkemizde Tefarük olarak adlandırılır (Anonim, 2021). Bu bitki tüm dünyada yetiştirilse de esas olarak Güney Doğu Asya ülkelerinde yabani olarak yetişir. Endonezya, Çin, Hindistan, Malezya, Tayland, Vietnam, Filipinler'de yaygın olarak yetiştirilmektedir (Maheshari



ve ark., 1993; Chakrapani ve ark., 2013). Bitkinin yaprakları, baskın aromatik baharatlı kokusu nedeniyle parfümeride ve aromaterapide oldukça değerli olan uçucu yağa sahiptir (Hasegawa ve ark., 1992). Bitkilerde ikinci metabolizma ürünü olan uçucu yağlar; bulundukları yerin iklim, toprak kompozisyonu, coğrafik bölge, yetiştirme sezonu boyunca toprak nem içeriği gibi çevresel faktörlerin yanı sıra bitkinin yaşına ve gelişme dönemine, kullanılan organına ve hatta hasat saatine göre kalite, miktar ve bileşimde değişiklik gösterebilmektedir (Kırıcı & İnan, 2001; Giray ve ark., 2008; Kaya ve ark., 2012; Maral ve ark., 2018; Maral & Kırıcı, 2019; Çalışkan ve ark. 2019).

Paçuli yağının zengin misk-tatlı, güçlü baharatlı ve otsu bir kokusu vardır. Şimdiye kadar elde edilen en yüksek uçucu yağ oranı %2.6 civarındadır ve yüksek viskoziteli olup, genellikle açık sarı ile koyu kahverengi arasında değişen renklere sahiptir (Bhatti ve Ingrouille 1997; Safarudin ve ark., 2018). Paçuli yağı, içerdiği bileşenler sayesinde afrodizyak etkiye sahip olup, depresyonu ve kaygıyı hafifletmek, sinirleri yatıştırmak için aromaterapide yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar sonucunda paçuli yağı terapötik olarak antimikrobiyal, antienflamatuvar, antioksidan, antidepresan, anti-emetik, analjezik ve sitotoksik özelliklere sahiptir (Chakrapani ve ark., 2013; Priya ve ark., 2014; Swamy ve Sinniah, 2016). Paçuli yağının diğer bir kullanımı; koku endüstrisinde güçlü bir baz görevinde olup, uçucu moleküllerin buharlaşmasını önleyerek kokunun kalıcılığını arttırmasıdır. Bu nedenle günümüzde sabunlar, deterjanlar, vücut losyonları ve parfümler gibi çeşitli sağlık bakım ürünlerinin içeriklerinde yer almaktadır (Murugan ve Livingstone, 2010; Swamy ve Sinniah, 2016). Bu karakteristik özellikler, paçuli bitkisinin dünya çapında çeşitli uygulamalar için büyük endüstriyel öneme sahip ticari bir ürün olarak değerlendirilmesini sağlar. Paçuli, dünyada ticareti yapılan ve uçucu yağı değerli olan ilk 20 bitkiden biridir (Lubbe and Verpoorte, 2011; Singh ve ark., 2015). Paçuli toplam pazarı 2022 yılında 82,39 milyon USD olup, yıllık bileşik büyüme oranı (CAGR) %3,9 olup, 2028 yılında 103,62 milyon USD olması beklenmektedir (Anonim, 2023).

Bu çalışmanın amacı; daha önce bu bölgede yetiştirilmeyen, değerli uçucu yağa sahip olan Paçuli (*Pogostemon cablin*) bitkisinin Çukurova koşullarında yetiştiriciliğinin araştırılarak uygun hasat zamanı ve verim gibi özelliklerinin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Paçuli (*Pogostemon cablin*), Lamiaceae familyasına ait *Pogostemon* cinsinin 25 türünden biridir. Filipinlere özgü olan bitki ve Güneydoğu Asya ülkelerinin çoğunda yetişmektedir. Ortalama deniz seviyesinden 800-1000m yüksekliğe kadar yetişebilen, yılda 1.500 mm ila 3.000 mm arasında yağış alan, subtropikal koşullara uygun bir bitkidir (Ramya ve ark., 2013; Swamy ve Sinniah, 2016). Yıl boyunca nemin %70-90 civarlarında ve sıcaklığın 22-28°C olduğu iklim koşullarıyla; iyi drene edilmiş humusça zengin, verimli, pH'ı 5.5-6.2 olan topraklarda ve periyodik sulama altında iyi gelişim gösterir (Bhaskar 1995). Bitki yaklaşık 1.0-1.5 m yüksekliğe kadar büyür. Yapraklar yaklaşık 7-10 cm uzunluğunda, oval, epidermisin her yerinde trikomlarla kaplı ve tam güneş ışığında değişken yeşil, ancak gölgede parlak yeşil renktedir. Çiçekler küçük, narindir ve hem koltuk altı hem de uç dikenlerde bulunur. Genelde pembemsi renktedirler. Tohumlar doğada oldukça kırılmandır. Çiçekler sonbahar mevsiminde çiçek açar (Das, 2016). Uçucu yağ kök dahil olmak üzere bütün kısımlarda bulunurken yapılan araştırmalara göre üst yapraklar ve ince dallar en kaliteli uçucu yağı vermektedir (Vijyakumar 2004). Paçuli yağı; güçlü baharatlı, otsu kokuya sahip zengin ve uzun ömürlüdür. Şarap gibi yıllandıkça yağın kalitesi daha gelişir ve yağ eskidikçe önemli ölçüde yumuşar, daha tatlı ve balzamik bir aroma alır (Ramya ve ark. 2013)

Çukurova koşullarında paçuli (*P. cablin*) bitkisinden yüksek toprak üstü verimi ve uçucu yağ oranı alınabileceği uygun biçim zamanlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma 2022 üretim sezonunda Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama Arazisinde, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışma materyali fide şeklinde ticari bir firmadan temin edilmiştir. Hasat zamanları olarak çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası dönemler olmak üzere 3 farklı gelişme dönemleri seçilmiştir.

Çukurova Bölgesi Akdeniz iklim kuşağı etkili olduğundan kış dönemi ılıman ve yağışlı, yaz dönemi oldukça sıcak ve kurak geçmektedir. Bitkilerin araziye şaşırtma işleminin gerçekleştiği Nisan ayında (12 Nisan 2022) ortalama sıcaklık 20 °C, ilk biçimin yapıldığı Ağustos ayında (21 Ağustos) ortalama sıcaklık 29.5 °C ; ikinci biçimin yapıldığı Kasım ayında (19 Kasım) ise ortalama sıcaklık değeri 17.8°C, üçüncü biçimin yapıldığı Aralık ayında ise (28 Aralık) ortalama 13.9 °C sıcaklıktır (DMİ, 2022). Çalışmanın yapıldığı alandaki topraklar düz ve düze yakın topografyadan oluşup Seyhan Nehri'nin yan derelerinin getirdiği genç alüvyal yapıya sahiptir, çeşitli derinliklerde çakıl depozitleri bulunduran, bütün profilde kireç miktarı oldukça yüksek ve organik madde miktarı bakımından da oldukça düşük topraklardır (Özbek ve ark. 1974). Toprağın pH değeri 7.68 olup, genellikle hafif alkali bir özellik göstermektedir. Toprağın P₂O₅ içeriği 14.2 kg/da K₂O içeriği ise 91.5 kg/da olarak bulunmuştur. Toprağın kireç içeriği %32.4 olarak belirlenmiştir

Toprak hazırlığı yapılan alanda, araştırma; her parsel 4.2 x 6,4= 26,88 m², toplam deneme parsel alanı ise 14 x 6,4= 89,6 m² olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Parseller 7 sıradan oluşmuş olup, her parsel 70 bitkiden oluşacak şekilde, toplam 210 bitki, sıra üzeri mesafe 70 cm, sıra arası mesafe 70 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Fideler 12 Nisan 2022'de deneme alanına şaşırtılmıştır .Ardından



deneme alanı sulanmıştır. 22 Nisan 2022’de İnorganik gübre olarak, kompoze gübre (15.15.15) saf azot hesabıyla (2 kg/da) dikimden sonra uygulanmıştır. Her bir biçimden sonra 20.20.0 kompoze gübresinden saf madde üzerinden 2 kg/da olacak şekilde üst gübre verilmiştir. Deneme alanı dikimden sonra 2 hafta boyunca 3 günde bir, sonrasında ise her hafta düzenli olarak yağmurlama şeklinde sulama yapılmıştır. Adana’da havaların ısınmasıyla beraber güneşten direkt etkilenmemesi için de bitkilerin üzerine gölgelik yapılmıştır.

Araştırmada 3 farklı dönemde biçim yapılmıştır. İlk biçim 21 Ağustos 2022 tarihinde çiçeklenme öncesi dönemde yapılmıştır. Bitkilerde ilk çiçek 12 Kasım’da gözlenmiş olup tam çiçeklenme biçimi 19 Kasım ’da yapılmıştır. Bitkiler bir süre çiçekli kalmış olup son biçim 28 Aralık 2022 tarihinde çiçeklenme sonrası dönemde yapılmıştır. Bitkiler toprak yüzeyinden 5 cm yukarıdan hasat edilmiştir. Her hasat sonrası bitkiler tartılarak yaş herba ağırlıkları saptanmıştır. Daha sonra sap ve yaprak ayrımı yapıp oda sıcaklığı koşullarında gölgede kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan droglar tartılıp gerekli tekrar ve biçim bilgileri yazılan uygun kese kağıtlarına konmuş ve uçucu yağ kaybını önlemek amacıyla ağızları kapatılmıştır. Clevenger aparatı kullanılarak hidro- distilasyon yöntemiyle uçucu yağ analizi yapılmıştır. Uçucu yağ örnekleri derin dondurucuda muhafaza edilerek tüm hasatlar tamamlandıktan sonra uçucu yağın bileşenleri GC/MS ile Ç. Ü. Merkez Araştırma Laboratuvarında saptanmıştır. Uçucu bileşen analizi Agilent Marka 7890B GC, 7010B MS cihaz ile belirlenmiştir. Örnekler 100 kat olacak şekilde DCM (diklorometan) ile seyreltilmiştir. Analizde DB-Wax (60 m x 0.25 mm i.d x 0.25 µm, J&W Scientific-Folsom, USA) kapiler kolonuna 1 µL örnek enjekte edilmiştir. Enjeksiyon sıcaklığı 250 °C, kolon sıcaklığı 100 °C de başlayıp, sonra dakikada 3 °C artırılarak 180 °C’ye, sonra dakikada 10 °C artırılarak sıcaklık 240 °C’ye ayarlanmış ve bu sıcaklıkta 3 dakika bekletilmiştir. Taşıyıcı gaz He kullanılmıştır. Elektron enerjisi 70 eV ve kütle aralığı ise 30-600 m/z’dir. Kütüphane olarak NIST14L kullanılmıştır.

Araştırmada elde edilen veriler JMP istatistik analiz programı kullanılmış, incelenen özellikler arasında farklılıklar %5 ve %1 önem düzeyine göre ANOVA analizi yapılarak EGF testine göre belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çukurova bölgesinde ilk defa yetiştirilen *P. cablin*’de farklı gelişme dönemlerinde verim, uçucu yağ ve uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu araştırmada elde edilen veriler aşağıda değerlendirilerek tartışılmıştır.

Morfolojik Özellikler

P. cablin bitkisinde bitki boyu ve dal sayısı üzerine yapılan varyans analizi sonucuna göre biçim zamanlarına %1 düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). *P. cablin* bitki boyu değerleri ortalama 29.03- 47.39 cm arasında değişmiş olup, dal sayısı bitki başına 11-16.13 adet arasında olmuştur. Tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası dönemde biçilen bitkilerin bitki boyu değerleri ve dal sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanamamıştır. Bu durum bitkinin generatif döneme kadar gelişmesini devam ettirdiği, çiçeklenmeden sonra boyuna büyümenin yavaşladığını göstermektedir.

Çizelge 1. *Pogostemon cablin* bitkisinde farklı biçim zamanlarında elde edilen ortalama bitki boyu (cm) ve dal sayısı (adet/bitki) değerleri

Biçim Zamanı	Bitki Boyu (cm)	Dal Sayısı (adet/bitki)
Çiçeklenme Öncesi	29.03 B*	11.00 B*
Tam Çiçeklenme	44.16 A	16.13 A
Çiçeklenme Sonrası	47.39 A	16.10 A
EGF(%5)	8.26	2.56

*Aynı harfler ile gösterilenler arasında fark yoktur. ö.d: istatistiksel olarak anlamlı değil

P. cablin bitkisi ile yapılan çeşitli araştırmalarda bitki boyunun 31cm- 118.03 cm arasında değişen farklı sonuçlar alınmıştır (Singh ve Ganesha Rao, 2009; Singh, 2011; Saha ve ark., 2014; Swamy ve Sinniah, 2016; Soibam ve ark., 2022). Bitki boyu özelliği bakımından literatürler verilerine göre bitki boyu değerleri bazı araştırmacıların sonuçları ile benzer ve düşük olmuştur. Swamy ve Sinniah (2016)’e göre *P. cablin* bitkisine ait dal sayılarını en yüksek 37.3, en düşük 25.8 adet olduğunu, Saha ve ark., (2014)’da 140 kg N/ha ile birincil dal sayısını 4.9 adet, Soibam ve ark. (2022) araştırmalarında ise farklı gübre uygulamaları ile en yüksek dal sayısını 7.8 adet olarak belirtmişlerdir. Bu araştırma sonucunda elde edilen dal sayısı Soibam ve ark. (2022), Saha ve ark (2014)’e göre daha yüksek, ancak Swamy ve Sinniah, (2016)’den daha düşük bulunmuştur. Bu durum ekolojik koşullar ve gübreleme gibi yetiştirme teknikleri farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Verim Değerleri

P. cablin bitkisinde farklı biçim zamanlarında elde edilen taze ve kuru herba verimlerine ait değerler arasında varyans analizi sonucunda %5 düzeyinde önemli farklılık olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Bitkide taze herba verimi en düşük olarak 976.99 kg/da ile çiçeklenme öncesi dönemde yapılan biçimden elde edilirken en yüksek değer 2106.78 kg/da ile tam çiçeklenme döneminde yapılan biçimden elde edilmiştir. Tam çiçeklenme ile çiçeklenme sonrası elde edilen taze toprak üstü verimi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark



bulunmamıştır. Paçuli bitkisinde de taze herba verimi konusunda yapılan araştırmalarda 1485-2388 kg/da veri elde edilmiştir (Singh ve Ganesha Rao, 2009; Singh, 2011). Taze herba verimi ile elde edilen değerler ile benzer ve düşük olmuştur, bu durum ekolojik koşulların ve yetiştirme tekniklerinin farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Kuru herba verim değeri taze herbanın kurutulması sonucu elde edilen değerdir. Kuru herba verimlerinde en düşük 118.82 kg/da ile çiçeklenme öncesi dönemde yapılan biçimden elde edilirken kuru toprak üstü verimi en yüksek değeri 458.74 kg/da ile tam çiçeklenme döneminde yapılan biçimden elde edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. *Pogostemon cablin* bitkisinde farklı biçim zamanlarında elde edilen ortalama verim(kg/da) ve uçucu yağ oranı(%) değerleri

B biçim Zamanı	Taze Herba Verimi (kg/da)	Kuru Herba Verimi (kg/da)	Taze Yaprak Verimi (kg/da)	Kuru Yaprak Verimi (kg/da)	Uçucu Yağ Oranı (%)	Uçucu Yağ Verimi (l/da)
Çiçeklenme Öncesi	976.99 B*	118.82 B*	656.88	76.99	1.77 A*	1.36
Tam Çiçeklenme	2106.78 A	458.74 A	1022.36	209.88	0.98 B	2.07
Çiçeklenme Sonrası	1467.87 AB	361.82 A	987.21	199.79	0.96 B	1.93
EGF(%5)	847.32	199.34	ÖD	ÖD	0.28	ÖD

*Aynı harfler ile gösterilenler arasında fark yoktur. ö.d: istatistiksel olarak anlamlı değil

Taze herba veriminde olduğu gibi kuru herba verimlerinde de tam çiçeklenme ile çiçeklenme sonrası elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Araştırmacılar paçuli bitkisinde kuru herba veriminin 162-564.92 kg/da arasında değiştiğini belirtmektedirler (Saha ve ark., 2014; Soibam ve ark., 2022). Burada elde edilen bulgular düşük ve benzer olmuştur. Bunun nedeni farklı kültürel uygulamalar ve ekolojik koşullardan kaynaklanmaktadır. Araştırmada paçuli bitkisinin tam çiçeklenmeye kadar geliştiği ve daha sonra vejetatif olarak fazla gelişmediği, çiçeklenme sonrası dönemde ise alt yapraklarını döktüğü için verim değerlerinin daha düşük olduğu söylenebilir. Genel olarak bitkinin çiçeklenme döneminden sonraki döneme gidildikçe fizyolojik yaşlanma ve yaprak kayıpları ortaya çıkmaktadır. Bitki boyunun uzamasıyla bitkinin alt kısımlarının ışık ve havadan yeterince yararlanamaması ve yaşlı yapraklarda bulunan azotun genç yapraklara taşınması ve alt yaprakların dökülmesine neden olmuştur (Taiz & Zeiger, 2008).

Farklı biçim zamanlarında elde edilen taze yaprak verimi ve kuru yaprak verimine ait değerler istatistiksel yönden önemli bulunmamakla birlikte en yüksek değerler tam çiçeklenme döneminden elde edilmiş, ikinci sırada ise çiçeklenme sonrası yapılan biçim değerleri yer almıştır (Çizelge 2). Paçuli bitkisinin çiçeklenme öncesi dönemde daha narin ve su oranının yüksek kuru madde oranının düşük olduğu, tam çiçeklenmeye kadar geliştiği, daha sonra vejetatif olarak çok gelişmediği, çiçeklenme sonrası dönemde ise alt yapraklarını döktüğü için verim değerlerinin daha düşük olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalarda verim farklılıklarının nedeni araştırma yerinin, kültürel işlemlerin, iklim koşullarının farklılık göstermesinden kaynaklanmaktadır (Maral & Kırıcı 2023; Yıldırım ve ark., 2024).

Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenleri

Paçuli bitkisinin uçucu yağ oranı üzerine biçim zamanlarının etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek uçucu yağ oranı %1.77 ile çiçeklenme öncesi dönemde yapılan biçimden elde edilmiştir (Çizelge 2). Tam çiçeklenme ile çiçeklenme sonrası elde edilen uçucu yağ oranı arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Pandey ve ark. (2020) çeşitli sıcaklık aralıklarıyla kurutma yaptıkları paçuli bitkisinin uçucu yağ oranını %1.40 - 2.80 aralığında belirtmişlerdir. Saha ve ark. (2014) Hindistan'ın Kuzey Doğu Himalaya Bölgesi'ndeki paçulinin uçucu yağ oranını %1.88-1.93 aralığında bulmuşlardır. Singh (2011) yaptığı araştırmada en yüksek uçucu yağ oranını %3.14 olarak elde etmiştir. Shah ve ark. (2017) ise en yüksek uçucu yağ oranı %1.53 elde etmişlerdir. Yapılan araştırmalar incelendiğinde bulgular Pandey ve ark. (2020), Saha ve ark. (2014) ile benzerlik gösterirken, Singh (2011)'in değerlerinden düşük; Shah ve ark. (2017), sonuçlarına göre yüksek çıkmıştır. Araştırmada elde edilen uçucu yağ oranları ile literatürde verilen değerler benzer olmakla birlikte bazılarında düşük, bazılarında ise yüksek olmuştur. Bu durumun nedeni tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağ oranı üzerine genotip faktörünün yanında, ekolojik koşullar, yapılan kültürel uygulama farklılıkları, hasat zamanı, farklı kurutma yöntemleri gibi çeşitli unsurların etkisi olmasıdır (Kaya ve ark., 2012; Çalışkan ve ark., 2017; Oğuz & Kaplan 2023; Chandel ve ark., 2024; Dobhal ve ark., 2024). Birim alandan elde edilen verim değeri ile uçucu yağ oranı sonucu elde edilen uçucu yağ verimi üzerine farklı biçim zamanlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 2). Tam çiçeklenme dönemi elde edilen 2.07 l/da olan uçucu yağ verimi ilk sırada yer almıştır. Saha ve ark. (2014) yaptıkları çalışma da bitkiye uyguladıkları farklı miktardaki N sonucunda elde edilen en yüksek uçucu yağ verimi 3.13 kg/da bulurken, en düşük 1.83 kg/da saptamışlardır. Çalışmada elde edilen veriler ile yapılan çalışmalar arasında kısmi benzerlik göstermektedir. Güneş ve gölge koşulları, toprak heterojenliği, bitki materyalinin kalitesi



ve yetiştirme uygulamalarındaki farklılıklar gibi çeşitli doğal veya kontrol edilebilir faktörler uçucu yağın verimini, karakterini ve kalitesini etkilemektedir (Bure ve Sellier, 2004).

Çalışmada incelenen uçucu yağlarda 39 bileşen belirlenmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde uçucu yağın ana bileşenlerinin Asetofenon, Patçuli alkol, trans-Nerolidol; diğer bileşenlerin ise α -Bulnesen, α -Guaïen, Karyofilen, Pogostol, Seyşellen olduğu ve bu bileşenlerin oranlarının bitkinin biçim zamanına göre değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Uçucu yağ bileşenlerine bakıldığında Asetofenon, hem % 41.56 ile çiçeklenme öncesi dönemde yapılan biçimde, hem de % 33.26 ile tam çiçeklenme dönemindeki biçimde en yüksek bulunurken, çiçeklenme sonrası dönemde yapılan biçimde ise uçucu yağ bileşeni en yüksek % 28.30 ile Patçuli alkol olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3. Biçim Zamanlarına göre *Pogostemon cablin* bitkisinin uçucu yağ bileşenleri

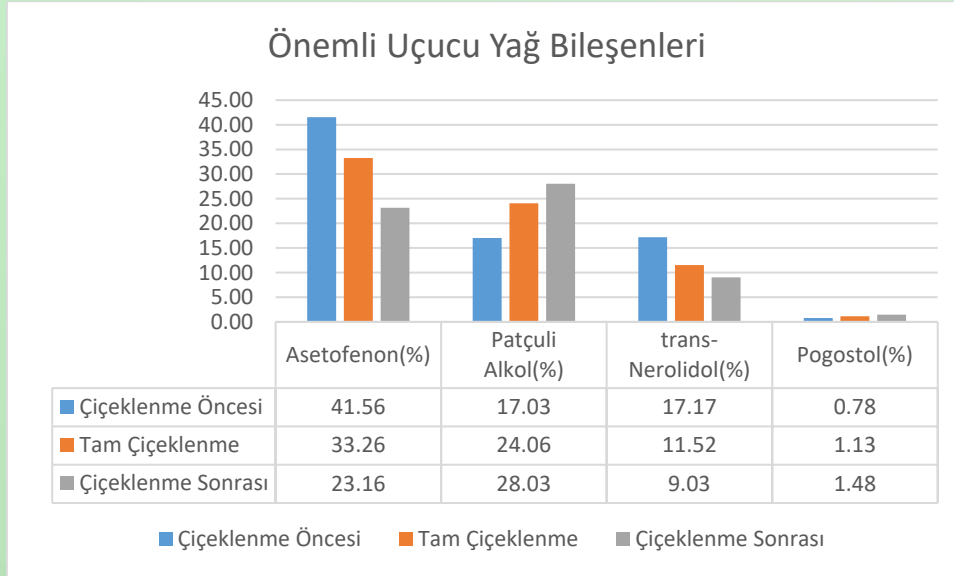
Uçucu Yağ Bileşenleri	RT	Çiçeklenme öncesi	Tam Çiçeklenme	Çiçeklenme sonrası
β -Patchoulene	13,765	0.77	0.93	1.34
Linalool	14,149	0.08	0.08	0.10
Pinocarvone	15,748	0.12	0.19	0.21
Nopinone	16,141	-	-	0.06
Cycloseychellene	16,356	0.10	0.15	0.18
Terpinen-4-ol	16,460	0.19	0.15	0.11
β -Elemene	16,559	0.16	0.19	0.22
α-Guaïene	16,743	4.07	4.58	5.86
Caryophyllene	17,151	4.67	7.94	8.71
Myrtenal	17,648	-	0.12	0.13
Acetophenone	17,967	41.56	33.26	23.16
trans-Pinocarveol	18,217	0.09	-	0.13
α -Patchoulene	18,713	1.57	2.00	2.67
Seychellene	18,897	2.69	3.67	4.84
Humulene	19,508	1.21	1.76	2.32
endo-Borneol	19,772	0.24	-	-
β -Curcumene/ α -Longipinene	19,858	0.26	1.38	2.19
Aciphyllene	20,527	0.64	0.64	1.11
γ -Muurolene	20,846	0.09	0.31	0.17
α-Bulnesene	20,987	2.53	2.49	2.09
β -Bisabolene	22,366	0.08	0.07	0.08
α -Curcumene	22,596	-	0.09	0.36
Myrtenol	22,829	0.17	0.20	0.37
2-Caren-4-ol	29,327	0.11	0.12	0.14
trans-Bisabolene epoxide	29,600	-	-	0.06
Caryophyllene oxide	29,821	0.22	0.44	0.77
trans-Nerolidol	30,524	17.17	11.52	9.03
Ledene oxide-(II)	32,368	-	0.17	0.34
α -Acetylacetophenone	33,001	1.39	0.64	0.11
1,3-Butanedione, 1-phenyl-	33,061	-	-	0.48
Globulol	33,154	0.52	0.49	0.72
Thymol	33,771	0.93	0.30	0.46
Isoaromadendrene epoxide	33,865	-	0.17	0.23
Patchouli alcohol	34,139	17.30	24.60	28.30
Pogostole	34,373	0.78	1.08	1.24
α -Cadinol	34,747	-	-	-
E-2-Hexenyl benzoate	35,253	0.20	0.10	-
TOPLAM		100	100	98.56

Galovicová ve ark. (2022) *Pogostemon cablin*'in uçucu yağın analizinde %31.0 patçuli alkol, %21.3 α -bulnesen, %14 α -guaïen ve %6.9 seysellen olduğunu göstermektedir. Bure ve Sellier (2004) araştırmalarında uçucu yağda %32.2 patçuli alkol, %5.3 seysellen, %3.3 β -karyofilen, %5.5 α -patçulen olarak bulmuşlardır. Paçuli üzerine yapılan çeşitli araştırmalarda patçuli alkol oranını %26.27 - 36.63 arasında değiştiğini saptamışlardır (Doneliana ve ark., 2009; Swamy ve Sinniah, 2016; Pandey ve ark. 2020; Galovicová ve ark. 2022). Bununla beraber bazı araştırmacılar ise patçuli alkol oranının % 37.54-64.9 arasında değiştiğini belirtmektedirler (Singh ve ark., 2002; Chen ve ark. 2014; Shah ve ark., 2017). Literatürler incelendiğinde elde edilen bulgular bazı araştırmacıların verileri ile kısmi benzerlik gösterirken bazılarının değerlerinden düşük çıkmıştır. Jain ve ark. (2022) bildirdiği üzere bu



farklılıklar, iklim koşullarına ve hasat zamanlarına göre değişkenlik göstermektedir (Giray ve ark., 2008; Kaya ve ark., 2012; Maral ve ark., 2018; Maral & Kırıcı, 2019; Çalışkan ve ark. 2019). Patçuli alkol terapötik özellikler sayesinde tedavide kullanılmaktadır, güçlü in vitro antiviral, antifungal ve antimikrobiyal aktivitenin yanısıra antidepresan özelliklere sahiptir (Kiyohara ve ark., 2012; Cahyono ve ark., 2019; Pandey ve ark., 2022). Pogostol, 1990'larda Paçuli yağında izole edilmiş bir bileşendir (Van Beek ve Joulain, 2017). Verma ve ark (2012) araştırmalarında P. cablin'in uçucu yağında bulunan pogostone %1.0, ve pogostol % 0.5 paçulinin karakteristik bileşenleri olarak tanımlamışlardır. Pandey ve ark.(2020)'nin pogostol oranını en yüksek % 1.25 buldukları çalışmalarında elde edilen bulgularla kısmi benzerlik göstermektedir.

Paçuli bitkisinin uçucu yağının büyük bir kısmını oluşturan ana bileşenlerden asetofenon ve trans-nerolidolun çiçeklenme öncesinde yüksek oldukları, generatif dönem sonrasına doğru azaldıkları, patçuli alkol ve pogostolun çiçeklenme öncesinden çiçeklenme sonrasına doğru arttığı ortaya çıkmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. *Pogostemon cablin* bitkisinin önemli uçucu yağ bileşenleri

Sonuç

Paçuli (*Pogostemon cablin*) bitkisinin uçucu yağı, dünya üzerinde ekonomik değerinin yüksek olduğu ve parfüm sanayisinde çokça kullanıldığı için önemli bir yere sahiptir. Paçuli bitkisinin Çukurova koşullarında uygun biçim zamanı ve verim özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada %0.96-1.77 oranında uçucu yağ elde edilmiştir. Uçucu yağların ana bileşenlerinin Asetofenon, Patçuli alkol, trans-Nerolidol; diğer bileşenlerin ise α -Bulnesen, α -Guaien, Karyofilen, Pogostol, Seyşellen olduğu ve bu bileşenlerin oranlarının bitkinin biçim zamanına göre değişim gösterdiği saptanmıştır. Araştırma sonucunda gerek verim değerleri, gerek uçucu yağ oranı ve etkili madde bileşenleri bakımından yetiştirilebileceği ortaya çıkmıştır. Çukurova koşullarına en uygun biçim zamanının çiçeklenme sonrası dönem olduğunu ortaya konmuştur. Küresel pazarlarda yer almak için *P. cablin* uçucu yağında patçuli alkol oranının %26-40 arasında olması gerekmektedir (Cornwell 2010). Bu bölgede elde edilen sonuçların standartlara uygun olduğunu belirlenmiştir. Bu araştırma bölgede yapılan ilk yetiştiricilik araştırması olup, verim ve kalite değerlerinin artırılması için daha fazla araştırma yapılmalıdır.

Çıkar Çatışma Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Anonim, (2021).<https://www.uludagagro.com/images/dosya/patchouli-pogostemon-cablin.pdf>. [Son erişim tarihi :15 Şubat 2021]
- Anonim,(2023).<https://www.marketwatch.com/press-release/patchouli-oil-market-size-and-regional-outlook-analysis-2023-2030-2023-06-14> [Son erişim tarihi : 04.09.2023]
- Başer H.C. (1993). Uçucu Yağların Dünya Ticareti, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bülteni, Anadolu Üniversitesi, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Araştırma Merkezi, 9:15-17.
- Bhaskar, S. (1995). Growth, herbage and oil yields of patchouli (*Pogostemon patchouli*) as influenced by cultivars and nitrogen fertilization. Indian Perf. 39: 35-38.



- Bhatti GR, Ingrouille M. (1997). Systematics of *Pogostemon* (Labiatae). Bulletin of the Natural History Museum London (Botany), 27, 77-147.
- Bure, C. M., Sellier, N. M. (2004). Analysis of the Essential Oil of Indonesian Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) Using GC/MS (EI/CI). *J. Essent. Oil Res.*, 16, 17-19
- Ceylan, A., Bayram, E., Kaya, N., Özay, N. (1991). Japon Nanesi (*Mentha arvensis* subsp. *haplocalix* × *Briquet* var. *Piperrascens* Holmes) Üzerine Agroteknik Araştırma E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 28, 2, 168-178.
- Cahyono E, Rimawati B C., Kusuma, E. (2019). Antidepressant activity of patchouli alcohol microcapsule. *Journal of Physics: Conference Series*, 1321.
- Chakrapani, P., Venkatesh, K., Singh, C.S.B., Arun Jyothi, B., Kumar, P., Amareshwari, P., Rani, R. (2013). Phytochemical, pharmacological importance of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] an aromatic medicinal plant. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 21 (2), 7-15.
- Chandel, S., Desai, B.S., Jha, S.K., Sinha, S.K., Patel, D.P., & Kumar, N. (2024). Role of organic and inorganic fertilizers in enhancing biomass yield and eugenol content of ornamental basil (*Ocimum gratissimum* L.). *Heliyon*, 10 (10), e30928.
- Chen, Y., Wu, Y., Xu, J., Zhang, X., Song, G. Zhu, (2014). *Dynamic accumulation of sesquiterpenes in essential oil of Pogostemon cablin*. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 24, 626-634.
- Cornwell CP., 2010. Notes on the composition of patchouli oil (*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.). *Journal of Essential Oil Research*, 22, 360-364.
- Çalışkan, T., Maral, H., Prieto, L.M.V.G., Kafkas, E., & Kırıcı, S. (2017). The influence of different drying methods on essential oil content and composition of peppermint (*Mentha piperita* L.) in Çukurova conditions. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51 (3), 518-521.
- Das K. (2016). Patchouli (*Pogostemon Cablin* Benth) Oils. Chapter 72 - Essential Oil in Food Preservation, Flavor and Safety, 633-639.
- Dobhal, P., Purohit, V.K., Chandra, S., Rawat, S., Prasad, P., Bhandari, U., ... & Nautiyal, M.C. (2024). Climate-induced changes in essential oil production and terpene composition in Alpine aromatic plants. *Plant Stress*, 12, 100445.
- Doneliana A., Carlson L.H.C, Lopesa T.J., Machadoa R.A.F. (2009). Comparison of extraction of patchouli (*Pogostemon cablin*) essential oil with supercritical CO₂ and by steam distillation. *The Journal of Supercritical Fluids*, 48, 15-20.
- Galovicová L, Borotová P, Valková V, D'úranová H, Štefániková J, Vukovic N.L, Vukic M, Kačániová M. (2022). Biological Activity of *Pogostemon cablin* Essential Oil and Its Potential Use for Food Preservation. *Agronomy*, 12, 387.
- Giray, E.S., Kırıcı, S., Kaya, D.A., Türk, M., Sönmez, Ö., & İnan, M. (2008). Comparing the effect of sub-critical water extraction with conventional extraction methods on the chemical composition of *Lavandula stoechas*. *Talanta*, 74 (4), 930-935. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2007.07.040>
- Hasegawa, Y., Tajima, K., Toi, N., Sugimura, Y. (1992). An additional constituent occurring in the oil from a patchouli cultivar. *Flavour Fragrance J.* 7, 333-335.
- Hussain A. I., Anwar F, Iqbal T, Battul I.A. (2011). Antioxidant Attributes of Four *Lamiaceae* Essential oils. *Pak. J. Bot.*, 43(2): 1315-1321.
- Jain, P. L. B., Patel S. R., Desai M.A. (2022). Patchouli oil: an overview on extraction method, composition and biological activities. *Journal of Essential Oil Research*, 34(1), 1-11.
- Kaya, D.A., İnan, M., Giray, E.S., & Kırıcı, S. (2012). Diurnal, ontogenetic and morphogenetic variability of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* in East Mediterranean region. *Revista De Chimie*, 63 (8), 749-753.
- Kırıcı, S., & İnan, M. (2001). Effect of different harvesting time on the essential oil content of the rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in the Çukurova condition, Workshop on Agricultural and Quality Aspects of Medicinal and Aromatic Plants, 29 May-1 June, Proceeding Book, 263-272, Adana, Türkiye.
- Kiyohara H, Ichino C, Kawamura Y. (2012). Patchouli alcohol: in vitro direct anti-influenza virus sesquiterpene in *Pogostemon cablin* Benth. *J Nat Med*, 66:55-61.
- Kocabaş, Y. Z. & Karaman, Ş. (2001). Essential oils of *Lamiaceae* family from South East Mediterranean Region (Turkey), *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4: 1221-1223.
- Lubbe, A., Verpoorte, R. (2011). Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Ind. Crop Prod.* 34, 785-801.
- Maheshari, M.L., Vasantha Kumar, T., Sharma, N., Chandel, K.P.S. (1993). Patchouli-an Indian perspective. *Indian Perfumer* 37, 9-11.
- Maral, H., Çalışkan, T., Yıldırım, C.D., Akdoğan, M.E., Kafkas, N.E., & Kırıcı, S. (2018). The influence of harvesting period and cutting hour on yield and quality in thyme (*Thymus vulgaris* L.) in Çukurova condition. *ARCTIC Journal*, 71 (11), 82-88.
- Maral, H., & Kırıcı, S. (2019). Changes within the daytime of essential oil content and composition of zahter (*Thymbra spicata* L.) grown in Ermenek conditions. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7 (2), 13-16. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp2.13-16.3089>



- Maral, H., & Kırıcı, S., (2023). Some yield and quality properties of endemic *origanum husnucan-baserii* grown in different ecological conditions. *Tekirdağ Ziraat Fak. Dergisi*, 20 (2), 243-253.
- Murugan, R., Livingstone, C. (2010). Origin of the name 'patchouli' and its history. *Curr. Sci.* 99, 1274–1276.
- Oğuz, I.K., & Kaplan, M. (2023). Effect of different natural habitats on the variation in essential oil components of *Origanum onites* L. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 36 (2), 95-100.
- Özbek, H., Dinç, U., Kapur, S. (1974). Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Temel Etüt ve Haritası, Ziraat Fakültesi Yayınları Bilimsel Araştırma Ve İncelemeler,8.
- Pandey S K, Sarma N , Begum T, Lal M. (2020). Standardization of Different Drying Methods of Fresh Patchouli (*Pogostemon cablin*) Leaves for High Essential Oil Yield and Quality, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*,23(3): 484-492.
- Priya, D., Swati, D., Vilasrao, D.K. (2014). A review on *Pogostemon patchouli*. *Res. J.Pharmacogn.Phytochem.* 691, 41–47.
- Ramya H. G., Palanimuthu V., Rachna S. (2013). An introduction to patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.)-A medicinal and aromatic plant: It's importance to mankind. *Agric Eng Int: CIGR Journal*,15(2):243-250.
- Safarudin, L.A, R. Millati, M.J. Taherzadeh & C. Niklasson, (2018). *Inhibition of patchouli oil for anaerobic digestion and enhancement in methane production using reverse membrane bioreactors*. *Renewable Energy*, 129, 748-7.
- Saha, P., Chaudhuri, A., Yadav, G. S. , Babu, S. (2014). Effect of nitrogen levels and planting geometry on growth, herbage and oil yields of patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) under humid sub-tropical climate of North Eastern Himalayas. *Ann. Agric. Res. New Series*,35 (3) : 274-279.
- Shah , K.A., D.R. Bhatt, M.A. Desai, G.C. Jadeja and J. K. Parikh, (2017). *Extraction of essential oil from patchouli leaves using hydrodistillation: parametric studies and optimization*. *Indian Journal of Chemical Technology*, 24, 405–410.
- Singh M., (2011). Effect of organic and inorganic fertilizers on growth, yield and nutrient uptake of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] in a semi-arid tropical climate, *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 20 (1) : 48–51.
- Singh, M., Ganesh Rao, R.S. (2009). Influence of sources and doses of N and K on herbage, oil yield and nutrient uptake of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco)Benth.] in semi-arid tropics. *Ind. Crop Prod.* 29 (1):229–234.
- Singh, M., Sharma, S., Ramesh, S. (2002). Herbage, oil yield and oil quality of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] influenced by irrigation, organic mulch and nitrogen application in semi-arid tropical climate. *Ind. Crops Prod.* 16: 101–107.
- Singh, R., Singh, M., Srinivas, A., Rao, E.P., Puttanna, K. (2015). Assessment of organic and inorganic fertilizers for growth, yield and essential oil quality of industrially important plant patchouli (*Pogostemon cablin*) (Blanco) Benth. *J.Essent. Oil Bear. Pl*,18 (1): 1–10.
- Soibam, H., Chanu, N.Y., Lego, N., Nyodu, T., Pandey, D.K. , Begum, T., Lal, M. & Mehra, T.S. (2022) Influence of Organic Nutrients on Growth, Yield and Essential Oil Composition of Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) Under Foothill Conditions of Arunachal Pradesh, India, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 25:3, 657-665, DOI: 10.1080/0972060X.2022.2105663
- Swamy M. K., Sinniah U. R. (2016). Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.): Botany, agrotechnology and biotechnological aspects. *Industrial Crops and Products*, 87,161–176.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2008). *Bitki fizyolojisi* (3. Baskı, çeviri ed: İ. Türkan). Palme Yayıncılık.
- Theodoridis, S, Stefanaki A, Tezcan M, Aki C, Kokkini S, Vlachonasios KE. (2012). DNA barcoding in native plants of the Labiatae (Lamiaceae) family from Chios Island (Greece) and the adjacent Cesme-Karaburun Peninsula (Turkey). *Molecular Ecology Resources*, 12(4):620–33.
- Tulukçu E, Sağdıç O. (2011). Konya'da Aktarlarda satılan tıbbi bitkiler ve kullanılan kısımları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(4): 304-308.
- Van Beek T A, Joulain D. (2017). The essential oil of patchouli, *Pogostemon cablin*: A review. *Flavour and Fragrance Journal*,1-46.
- Verma R.S., Padalia R.C., Chauhan A. (2012). Assessment of similarities and dissimilarities in the essential oils of patchouli and Indian Valerian. *The Journal of Essential Oil Research*, 24(5):487–491.
- Vijyakumar, K. (2004). Patchouli and India—a great leap forward. In: *Proceedings of National Seminar on "Prospects & Potentials of Medicinal and Aromatic Crops"*, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India, June, pp. 106–107.
- Yıldırım, C.D., Ferahoğlu, E., & Kırıcı, S. (2024). Aslan kuyruğu (*Leonurus cardiaca* L.)'nda farklı biçim zamanlarının verim ve kalite üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (2), 474-485.

