

Bazı Anason (*Pimpinella anisum* L.) ve Tatlı Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *dulce*) Populasyonlarının Uçucu Yağ Bileşenlerinin Belirlenmesi

Hülya DOĞAN^{1*}

ÖZET: Anason (*Pimpinella anisum* L.) ve tatlı rezene (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *dulce*) ülkemizde yoğun olarak tarımı yapılan ve ekonomik önemi olan tıbbi ve aromatik bitkiler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada farklı bölgelerden temin edilen anason ve tatlı rezene populasyonlarına ait meyvelerin uçucu yağ oranları ile bileşenlerini belirlemek amaçlanmıştır. Hidro-distilasyon yöntemi kullanılarak uçucu yağ elde edilmiştir. GC / MS yöntemi ile de uçucu yağ bileşenleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, uçucu yağ oranı anason meyvelerinde 3.24 ± 0.03 - 3.48 ± 0.04 , tatlı rezene meyvelerinde ise 2.37 ± 0.10 - 3.24 ± 0.10 arasında bulunmuştur. Her iki türün uçucu yağ bileşenlerinde *trans*-anethol en yüksek oranda tespit edilmiştir. *Trans*-anethol oranı, anason populasyonlarında (85.22 ± 3.98 - 97.23 ± 0.18), tatlı rezene (81.63 ± 3.79 - 92.64 ± 1.90) populasyonlarına göre daha yüksek oranda bulunmuştur. Anason ve tatlı rezene uçucu yağında yüksek oranda bulunan *trans*-anetholden sonra en fazla görülen bileşenlerin estragol, *L*-fenkhon ve limonen olduğu belirlenmiştir. Bu dört ana bileşenle birlikte anason ve tatlı rezene uçucu yağında yedi oksijenli monoterpen ve sekiz monoterpen hidrokarbon olduğu tespit edilmiştir. En yüksek *trans*-anethol oranı tatlı rezenede Konya-1 (92.64 ± 1.90) populasyonundan, anason için ise Burdur (97.23 ± 0.18) populasyonundan elde edilmiştir. Anason ve rezenede yeni çeşit geliştirme amacıyla ıslah çalışmalarında bu populasyonlar başlangıç materyali olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Anason, tatlı rezene, *trans*-anethol, uçucu yağ

Determination of Essential Oil Components of Some Anise (*Pimpinella anisum* L.) and Sweet Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *dulce*) Populations

ABSTRACT: Anise (*Pimpinella anisum* L.) and sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *dulce*) are among the medicinal and aromatic plants cultivated in our country and of economic importance. This study was carried out to investigate the effects of anise and sweet fennel populations on essential oil ratios and components. Essential oils were obtained by using hydro-distillation method. Essential oil components were also examined by GC / MS method. According to the findings, the essential oil rate obtained from anise fruits was between 3.24 ± 0.03 - $3.48\pm 0.04\%$, while it was found between 2.37 ± 0.10 - $3.24\pm 0.10\%$ in sweet fennel populations. *Trans*-anethole was found at the highest rate in the essential oil components of both species. The rates of *trans*-anethole detected in anise (85.22 ± 3.98 - $97.23\pm 0.18\%$) populations were found to be higher than that of sweet fennel (81.63 ± 3.79 - $92.64\pm 1.90\%$). After *trans*-anethole, which is highly found in anise and sweet fennel essential oil, the most common components were determined to be estragole, *L*-fenkhon and limonene. Along with these four main components, anise and sweet fennel essential oils have been found to contain seven oxygen monoterpen and eight monoterpen hydrocarbons. The highest *trans*-anethole ratio was obtained from Konya-1 ($92.64\pm 1.90\%$) population in sweet fennel and Burdur ($97.23\pm 0.18\%$) population for anise. These populations can be used as starting material in breeding studies for the purpose of developing new varieties in the future for anise and sweet fennel.

Keywords: Anise, fennel, *trans*-anethole, essential oil

¹Hülya DOĞAN (Orcid ID: 0000-0003-1970-4123), Yozgat Bozok Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tohumculuk Programı, Yozgat, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hülya DOĞAN, e-mail: hulya.dogan@bozok.edu.tr

Geliş tarihi / Received: 06-05-2020

Kabul tarihi / Accepted: 18-06-2020

GİRİŞ

Anason (*Pimpinella anisum* L.) ve tatlı rezene (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *dulce*) Apiaceae familyasının üyeleridir. Bu familya kendine özgü aroması ve uçucu yağı ile bilinmektedir (Baydar, 2016). Bu bitkiler ülkemizde yoğun olarak tarımı yapılan ve ekonomik önemi olan tıbbi ve aromatik bitkiler arasında yer almaktadır. Anason Türkiye, İran, Hindistan, Mısır ve dünyanın pek çok sıcak bölgesinde yetişen beyaz çiçekleri ve küçük yeşil ya da sarı tohumları olan tek yıllık bir bitkidir (Besharati-Seidani ve ark., 2005). Türkiye’de anason ile rezene üretiminin büyük bir kısmı Burdur ili ve çevresinde yapılmaktadır. Rezene (*Foeniculum vulgare*) türüne göre tek yıllık, iki yıllık ya da çok yıllık bir bitki olup, Akdeniz bölgesi’ne özgüdür. Dünyada ticari önemi olan rezenenin acı rezene (*Foeniculum vulgare* subsp. *vulgare* var. *vulgare*) ve tatlı rezene (*Foeniculum vulgare* subsp. *vulgare* var. *dulce*) olarak iki farklı kültür varyetesi vardır (El Wahab, 2006; Baydar, 2016). Rezene uçucu yağı solunum yolları rahatsızlıklarında kullanılmaktadır. Rezene yağının ekspektoran etkisinden dolayı özellikle Almanya ve ABD’de öksürüğe karşı kullanılan şurupların bileşimine katılmaktadır (Gruenwald ve ark., 2004). Antimikrobiyal ve mukus sekresyonunu artırıcı özelliklerinden dolayı rezene meyvesi solunum rahatsızlıklarında ve boğazı rahatlatıcı etkisinden dolayı da çay olarak kullanılmaktadır (Puodziuniene ve ark., 2004).

Anason ve rezene sindirim sistemini uyarıcı etkisi ile besinlerin sindirilebilirliğini artırarak hazmı kolaylaştırmaktadır. Rahatlatıcı etkisi ve bebeklerin gaz sancılarının giderilmesinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Ayrıca solunum yolu hastalıklarının tedavisinde de sıklıkla kullanılmaktadırlar (Başer ve ark., 2003; Esquivel-Ferriño ve ark., 2012). Anason ve rezene genelde bitkisel çay olarak kullanılmaktadır. Çoğu zaman kaynatılarak ve demlenerek tüketilir.

Bunun dışında, bu bitkilerin meyvelerinden elde edilen uçucu yağın antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri ile birlikte tıbbi alanda birçok faydaya sahip olduğu belirlenmiştir (Gende ve ark., 2009). Anason ve tatlı rezene meyvelerinden hidro-distilasyon yöntem ile uçucu yağ, solvent ekstraksiyonu yöntemi ile de sabit yağ elde edilmektedir (Baydar 2016). Anason meyvelerinde yaklaşık uçucu yağ oranı %1.5-5 ve rezene tohumlarında ise genellikle %2-6 arasında uçucu yağ oranı bulunmaktadır (Najdoska ve ark., 2010; Ullah ve Honermeier, 2013). Anason ve rezene uçucu yağları *trans*-anethol ana bileşen bakımından zengindirler. Bu bileşen anasonda %75-95 ve rezenede %35–82 arasında bulunmaktadır (Kara, 2015; Raal ve ark., 2012; Baydar 2016). *Trans*-anethol hoş olmayan kokuları giderilmesinde tuvalet sabunu, diş macunu, gargara gibi ürünlerde yaygın olarak kullanılır. Uçucu yağları dışında meyvelerden solvent ekstraksiyonu ile elde edilen sabit yağları da (%20-30) çok önemlidir (Baydar ve Erbaş 2014). Ayrıca gıda sanayinde içecekler, likör, şekerleme, unlu mamuller, sakız ve sigara gibi ürünlerde aroma katkısı olarak kullanılmaktadır (Damjanovic, 2005; Zongliang, 2012).

Bu çalışmada bazı anason ve tatlı rezene populasyonlarının meyvelerinde mevcut olan uçucu yağ bileşenlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki materyali

Araştırmada materyal olarak 2019 yılında Denizli, Burdur, Konya ve Tokat illerinden temin edilen tatlı rezene (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *dulce*) ve anason (*Pimpinella anisum* L.) populasyonlarına ait meyve kısımları kullanılmıştır. Rezene populasyonlarından biri Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nden (Tokat), diğer ikisi de Konya illerindeki yerel üreticilerden temin edilmiştir. Anason populasyonları ise Denizli, Burdur ve Konya (Ilgın) illerindeki yerel üreticilerden

sağlanmıştır. Çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında her bir analiz için 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Uçucu yağ oranı (%)

Uçucu yağ oranı, Clevenger cihazında hidro-distilasyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Distilasyon işleminde her bir populasyona ait 20 gram meyve örneği tartılmış Blender yardımıyla öğütülen örneklerin üzerine 200 ml saf su eklendikten sonra 100 °C’ de 3 saat süreyle damıtılmıştır. Elde edilen uçucu yağların miktarları mL olarak ölçülerek ortalamaları alındıktan sonra % olarak oranları (v/w) hesaplanmıştır.

Gaz kromatografisi – kütle spektroskopisi analizi (GC / MS)

Uçucu yağ bileşenleri, Yozgat Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde GC/MS (Shimadzu, QP2010 ULTRA) cihazı ile C₅-C₄₀ n-alkan standardı, Rtx-2330 (60 m x 0.25 mm, 0.10 µm) kolonu kullanılarak belirlenmiştir. Analizlerde fırın sıcaklık programı dakikada 3 °C artarak 60 °C’den 200 °C’ye ulaşmış ve bu sıcaklıkta 4 dakika kadar bekletilmiştir. Enjektör sıcaklığı 260 °C ve tarama aralığı 35-600 m/z olarak ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı (1.00 ml/dakika, split 1:30) kullanılmıştır. Uçucu yağ bileşikleri kütle spektrumları, tutulma süreleri (RT) ve tutulma indeksleri (RI) ile referans numunelerin FFNSC 1.2 ve W9N11 kütüphanelerinin ve literatürün değerleri karşılaştırılarak tanımlanmıştır.

İstatistiksel Analizler

Araştırmada, elde edilen sayısal veriler SPSS 23 istatistik programı ile varyans analizine tabi tutulmuştur (ANOVA). Veriler, ortalama ± standart sapma (SD) olarak sunulmuştur (Efe ve ark., 2000).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tatlı rezene populasyonlarının meyvelerinden elde edilen uçucu yağ oranına ait varyans analizi sonucuna göre istatistiki olarak önemli fark bulunmuştur (P<0.01). En yüksek uçucu yağ oranı Konya-2 (%3.24±0.10) ve Konya-1 (%2.87±0.04) populasyonlarından elde edilirken, en düşük oran Tokat populasyonundan (%2.37±0.10) elde edilmiştir. Anwar ve ark., (2009) yapmış oldukları çalışmada rezene meyvelerinde %2.8-3.5 uçucu yağ oranı belirlemişlerdir. Mimica-Dukic ve ark. (2003) rezene meyvelerinden elde ettikleri uçucu yağ oranını %2.82-3.38 arasında, Coşge ve ark. (2008) tatlı rezene tohumlarından %3.00, Özkan ve Gürbüz (2000) %1.93-2.28 ve Keskin ve Baydar (2016) %2.20-3.13 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar literatürle uyumlu bulunmuştur. Ancak, Damjanovic ve ark. (2005) yapmış olduğu çalışmada tatlı rezene tohumları için %5.0 oranında uçucu yağ elde etmişlerdir.

Tatlı rezene meyvelerinden elde edilen toplam uçucu yağ ve bileşen oranları Çizelge 1’de verilmiştir. Uçucu yağ bileşenlerinin %100’ ünü temsil eden 15 bileşik GC-MS yardımıyla tanımlanmıştır. Rezene populasyonları arasında uçucu yağ ana bileşenlerinden *trans*-anethol, estragol ve limonen oranları istatistiki olarak önemli (P<0.01) bulunurken ve *L*-fenkhon oranı istatistiki olarak önemsiz (P<0.01) bulunmuştur. En yüksek *trans*-anethol değeri Konya-1 (%92.64±1.90) populasyonunda tespit edilmiştir. Konya-2 populasyonu %82.60±0.05 oranla ikinci yüksek değere ulaşırken, en düşük *trans*-anethol değeri %81.63±3.79 oranla Tokat populasyonunda elde edilmiştir. Tokat populasyonu %5.32 ±0.05 oranla en yüksek estragol ana bileşen oranını içermiştir. Konya-2 populasyonu %3.69 ±0.00 oranla bunu takip etmiş ve en düşük estragol oranı %2.97 ±0.10 ile Konya-1 populasyonunda belirlenmiştir. Ayrıca, tespit edilen rezene uçucu yağı bileşenlerinden <% 1 oranında minör bileşenlerde bulunmuştur.

Çizelge 1. Tatlı rezene meyvelerinden elde edilen toplam uçucu yağ ve bileşen oranı (%)

Bileşikler	RI	Konya-1	Konya-2	Tokat
α -pinen	1001	0.095	0.87	1.37
Sabinen	1011	0.045	0.17	0.165
β -Myrcene	1013	0.08	0.30	0.175
Limonen	1016	2.05±1.32	3.94±0.01	5.56±0.49
α -Terpinen	1017	-	0.69	-
β -fellandren	1019	0.045	0.37	0.35
β -osimen	1021	0.28	0.76	0.17
1,8-sineol	1024	0.125	1.36	0.61
β -simen	1029	0.045	1.01	0.80
L-Fenkhon	1054	0.61± 0.09	1.35 ±0.00	1.59 ±0.72
Estragol	1071	2.97 ±0.10	3.69 ±0.00	5.32 ±0.05
<i>cis</i> - Anetol	1077	0.065	-	0.045
Karvon	1080	0.64	1.62	0.12
<i>trans</i> - Anethol	1083	92.64±1.90	82.60±0.05	81.63±3.79
<i>p</i> -Anisaldehit	1095	0.31	1.27	2.10
Toplam		100.00	100.00	100.00
Uçucu yağ oranı (%)		2.87±0.04	3.24±0.10	2.37±0.10

Ana bileşenler ve yağ oranına ait veriler, ortalama \pm SD olarak sunulmuştur. (F değeri: Limonen =13.93**, L-Fenkhon=4.46, Estragol=10.90**, *trans*- Anethol=18.65**, Uçucu yağ oranı=78.40**, *0.05, **0.01 düzeyinde önemlidir.)

Bu dört ana bileşenle birlikte tatlı rezene uçucu yağında yedi oksijenli monoterpen ve sekiz monoterpen hidrokarbon olduğu tespit edilmiştir. Her bir populasyon için oksijenli monoterpenlerin toplam oranı sırasıyla %97.36 (Konya-1), %91.89 (Konya-2) ve %91.41 (Tokat) olarak hesaplanmıştır. Monoterpen hidrokarbonlar ise %8.59 (Tokat), %8.11 (Konya-2) ve %2.64 (Konya-1) olarak belirlenmiştir. Ana bileşenlerden *trans*-anethol, L-fenkhon ve estragol oksijenli monoterpenler grubunda, limonen ise monoterpen hidrokarbon grubu içerisinde yer almaktadır. En yüksek *trans*-anethol değeri Konya-1 (%92.64±1.90) populasyonundan elde edilirken daha önce yapılan çalışmalara göre, Coşge ve ark. (2008) tatlı rezene tohumlarından elde edilen uçucu yağa ait ana bileşenleri *trans*-anethol (%95.25), limonen (%0.91), estragol (%2.87), fenkhon (%0.62), *p*-Anisaldehit (%0.24) olarak belirlemişlerdir. Dadalioğlu ve Evrendilek (2004) rezene uçucu yağında yüksek oranda *trans*-anethol (%83.13) bulunduğunu, Mimica-Dukic ve ark. (2003) rezene tohumlarında ana bileşen olarak *trans*-anethol oranlarını (%72.27-74.18), fenkhon oranlarını (%11.32-16.35) ve estragol oranlarını (%3.78-5.29) arasında belirlemişlerdir. Bu değerlere göre her üç populasyondan elde edilen uçucu yağ ana bileşeni bizim değerlerimizden daha düşük bulunmuştur. Rezene uçucu yağının kimyasal bileşimindeki bu tür farklılıklar, bölgelerin çeşitli (iklimsel, mevsimsel, coğrafi) koşulları ve bitkilerin genetik yapısıyla ilişkilendirilebilir (Anwar, 2009). Şanlı ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada, tatlı rezene uçucu yağının en önemli bileşenlerinin *trans*-anethol (%18.93-76.00), fenkhon, estragol ve anisaldehit olduğu, α -pinen, mirsen, limonen, sineol, γ -terpinen, sitronellol ve kafur ise düşük oranlarda bulunduğu ifade etmiştir.

Anason populasyonlarının meyvelerinden elde edilen uçucu yağ oranına göre istatistiki olarak önemli fark ($P<0.01$) bulunmamıştır. Tüm populasyonlara ait uçucu yağ oranı %3.24±0.03-3.48±0.04 arasında değişmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalara göre, anasonda uçucu yağ oranları %3.10-3.60 (Kesin ve Baydar, 2016), %1.3-3.7 (Arslan ve ark., 2004) ve %1.8-2.9 (Kaya, 1990) arasında değişmiştir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz veriler literatürdekiler ile uyumludur.

Anason meyvelerinden elde edilen toplam uçucu yağ ve bileşen oranları Çizelge 2’de verilmiştir. Anason uçucu yağ bileşenlerinin %99-100’ünü temsil eden 15 bileşik GC-MS yardımıyla tanımlanmıştır. Anason populasyonları arasında uçucu yağ ana bileşenlerinden *trans*-anethol, *L*-fenkhon ve limonen oranları istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) bulunurken, estragol oranı istatistiki olarak önemsiz ($P<0.01$) bulunmuştur. En yüksek *trans*-anethol değeri aynı istatistik grupta yer alan Burdur (97.23 ± 0.18) ve Denizli (97.09 ± 0.05) populasyonlarında tespit edilmiştir. Konya-Ilgın populasyonundan en düşük değer elde edilmiştir (85.22 ± 3.98).

Konya- Ilgın populasyonu 1.58 ± 0.29 oranla en yüksek *L*-fenkhon ana bileşen oranını içermiştir. En düşük *L*-fenkhon oranı Denizli ve Burdur populasyonlarında (0.05 ± 0.00 ve 0.075 ± 0.00) belirlenmiştir. Limonen ana bileşen oranı populasyonlar içerisinde en fazla Konya-Ilgın’ dan (2.69 ± 1.22) elde edilmiş, en düşük oran ise Denizli ve Burdur (0.17 ± 0.00 ve 0.14 ± 0.03) populasyonlarında görülmüştür.

Acimovic ve ark. (2015), yapmış oldukları çalışmada, anason uçucu yağında *trans*-anetholden sonra en fazla görülen bileşeni %1.84 ile γ -himachalene olduğunu ve diğer 5 bileşenin, *trans*-pseudoisoeugenyl 2- metilbutirat (%0.32), *cis*-dihidrokarvone (%0.26), estragol (%0.19), a-himachalene (%0.13) ve *p*-himachalene (%0.11) ise %1’den daha az olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada bizim bulgularımızla farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Elde etmiş olduğumuz sonuçlara göre, anason uçucu yağı bileşenlerinde <%1 oranında minör bileşenler de tespit edilmiştir. Anason populasyonlarına ait uçucu yağ kimyasal bileşen grupları, oksijenli monoterpenler, Burdur (%99.53), Denizli (%99.45) ve Konya-Ilgın (%92.68) ve monoterpen hidrokarbonlardan, Burdur (%0.47), Denizli (%0.55) ve Konya-Ilgın (%7.32) oluşmuştur (Çizelge 2).

Acimovic ve ark. (2015) anason uçucu yağında *trans*-anethol oranını %96.80, Kesin ve Baydar (2016) %95.56-95.88, Gende ve ark. (2009) %96.30, Arslan ve ark. (2004) %78.60-95.20 ve Kaya (1990) %95.80-97.10 olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda elde edilen veriler literatürle benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. Anason meyvelerinden elde edilen toplam uçucu yağ ve bileşen oranı (%)

Bileşikler	RI	Denizli	Burdur	Konya-Ilgın
α -pinen	1001	0.11	0.075	1.29
β - pinen	1008	0.11	0.035	-
Sabinen	1011	0.01	0.015	0.25
β -Myrcene	1013	0.01	0.025	0.415
Limonen	1016	0.17±0.00	0.14±0.03	2.69±1.22
β -fellandren	1019	0.06	0.055	0.39
β -osimen	1021	-	0.015	0.77
1,8-sineol	1024	-	0.125	2.18
β -simen	1029	0.08	0.115	1.525
L-Fenkhon	1054	0.05±0.00	0.075±0.00	1.58±0.29
Estragol	1071	1.69±0.00	1.67±0.06	1.57±0.30
<i>cis</i> -Anetol	1077	0.14	0.145	-
Karvon	1080	0.12	0.03	0.49
<i>trans</i>- Anethol	1083	97.09±0.05	97.23±0.18	85.22±3.98
<i>p</i> -Anisaldehyt	1095	0.30	0.255	1.63
Toplam		99.94	100.00	100.00
Uçucu yağ oranı (%)		3.24±0.03	3.25±0.10	3.48±0.04

Ana bileşenler ve yağ oranına ait veriler, ortalama \pm SD olarak sunulmuştur. (F değeri: Limonen =12.83*, *L*-Fenkhon=82.39**, Estragol=0.38, *trans*- Anethol=26.9**, Uçucu yağ oranı=11.12; *0.05, **0.01 düzeyinde önemlidir.)

Sharifi ve ark. (2008), anason uçucu yağının %99.9' nu oluşturan 17 ana bileşeni tanımlamışlar ve *trans*-anethol (%92.9), *p*-Allylanisol (%2.2) ve *Z*-a-bisabolen (%1.8) ana bileşen olarak tespit etmişlerdir. Çalışmalar arasında elde edilen sonuçlardaki farklılık genotip, iklim özellikleri ve agronomik uygulamalardan kaynaklanabilir (Doğan ve ark., 2018).

SONUÇ

Çalışmada ülkemizde farklı illerden temin edilen anason ve tatlı rezene populasyonlarına ait meyvelerin uçucu yağlarında sırasıyla %85.22±3.98-97.23±0.18 ve %81.63±3.79-92.64±1.90 arasında yüksek oranda *trans*-anetol tespit edilmiştir. Tüm populasyonlarda *Trans*-anethol, estragol, *L*-fenkhon ve limonen' in mevcut olduğu belirlenmiştir. Populasyonlar içerisinde en yüksek uçucu yağ oranı Konya- Ilgın, Burdur ve Denizli anason meyvelerinden elde edilmiştir. Anason meyvelerinden elde edilen uçucu yağ oranı tatlı rezeneye oranla yüksek bulunmuştur. En yüksek *trans*-anethol oranı tatlı rezenede Konya-1 populasyonunda (%92.64±1.90), anason için ise Burdur populasyonundan (%97.23±0.18) elde edilmiştir. Yozgat bölgesinde tıbbi ve aromatik bitki türlerinin çoğunluğunu doğal ortamda görmek mümkündür. Anason ve tatlı rezene populasyonları (Burdur ve Konya-1) ileride yeni çeşit geliştirme amacıyla ıslah çalışmalarında başlangıç materyali olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Acimovic M, Tesevic V, Todosijevec M, Djisalov J, Oljaca S, 2015. Compositional characteristics of the essential oil of *Pimpinella anisum* and *Foeniculum vulgare* grown in Serbia. *Botanica Serbica*, 39 (1): 09-14.
- Anwar F, Hussain AI, Sherazi STH, Bhangar MI, 2009. Changes in Composition and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Essential Oil of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Fruit at Different Stages of Maturity. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 15:187–202.
- Arslan N, Gürbüz B, Sarıhan EO, Bayrak A, Gümüşçü A, 2004. Variation in Essential Oil Content and Composition in Turkish Anise (*Pimpinella anisum* L.) Populations. *Turkish Journal of Agricultural Forestry*, 28: 173-177.
- Başer KHC, Tabanca N, Krimer N, Khan S, Bedir E, Khan S, Jacob M, Khan I, 2003. Antimicrobial Compounds from *Pimpinella* Species Growing in Turkey, *Planta Med*, 69: 933-938.
- Baydar H, Erbaş S, 2014. Yağ Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. SDÜ Yayınları, Yayın No: 97, Isparta.
- Baydar H, 2016. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51 (ISBN: 975-7929-79-4).
- Besharati-seidani A, Jabbari A, Yamini Y, 2005. Headspace solvent microextraction: a very rapid method for identification of volatile component of Iranian *Pimpinella anisum* seed. *Anal. Chim. Acta.*, 530: 155-161. doi:10.1016/j.aca.2004.09.006.
- Coşge B, Kiralan M, Gürbüz B, 2008. Characteristics of fatty acids and essential oil from sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *dulce*) and bitter fennel fruits (*F. vulgare* Mill. var. *vulgare*) growing in Turkey. *Natural Product Research*, 22 (12): 1011–1016.
- Damjanovic B, Lepojevic Z, Ivkovic VZ, Tolic A, 2005. Extraction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds with supercritical CO₂ : Comparison with hydrodistillation. *Food Chem.*, 92: 143-149.
- Dadalioglu I, Evrendilek GA, 2004. Chemical composition and antibacterial effects of essential oils of Turkish oregano (*Origanum minutiflorum*), bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish lavender (*Lavandula stoechas* L.), and fennel (*Foeniculum vulgare*) on common food borne pathogens. *J. Agric. Food Chem.*, 52(26):8255–8260.
- Doğan Ö, Kara N, Tonguç M, 2018. Anason Populasyonlarında Verim, Uçucu Yağ Oranı ve Genetik İlişkilerin Araştırılması. *Black Sea Journal of Agriculture*, 1(4): 110-116.

- El Wahab MAA, 2006. The efficiency of using saline and fresh water irrigation as alternating methods of irrigation on the productivity of *Foeniculum vulgare* Mill subsp. *vulgare* var. *vulgare* under North Sinai conditions, Res. J. Agric. Biol. Sci., 2: 571-577.
- Efe E, Bek Y, Şahin M, 2000. SPSS’de Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II. Yayın No: 73, KSÜ Yayınları, Kahramanmaraş.
- Esquivel-Ferriño PC, Favela-Hernández MJ, Garza- González E, Waksman N, Ríos MY, Camacho-Corona MR, 2012. Antimycobacterial activity of constituents from *Foeniculum vulgare* var. *dulce* grown in Mexico. Molecules, 17: 8471-8482.
- Gende LB, Maggi MD, Fritz R, Eguaras MJ, Bailac PN, Ponzi MI. 2009. Antimicrobial activity of *Pimpinella anisum* and *Foeniculum vulgare* essential oils against *Paenibacillus larvae*. J Essential Oil Res, 21: 91-93.
- Gruenwald J, Brendler T, Jaenicke C. 2004. PDR for Herbal Medicines, 3rd edition. Medical Economics Company, New Jersey, 316-317.
- Kara N, 2015. Yield, quality and growing degree-days of anise (*Pimpinella anisum* L.) under different agronomic practices. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 39: 1014-1022.
- Kaya N, 1990. Batı Anadolu Anason (*Pimpinella anisum* L.)’larının Bazı Kalite Özellikleri Üzerinde Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26: 91-101.
- Keskin S, Baydar H, 2016. Umbelliferae familyasından bazı önemli kültür türlerinin Isparta ekolojik koşullarında tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(1): 133-141.
- Mimica-Dukic N, Kujundzic S, Sokovic M, Couladis M, 2003. Essential oil composition and antifungal activity of *Foeniculum vulgare* Mill. obtained by different distillation conditions. Phytother. Res., 17(4):368-371.
- Najdoska M, Bogdanov J, Zdravkovski Z, 2010. TLC and GC-MS analyses of essential oil isolated from Macedonian *Foeniculi fructus*. Macedonian Pharmaceutical Bulletin, 56: 29-36.
- Özkan F, Gürbüz B, 2000. Tatlı rezene (*Foeniculum vulgare* Mili. var. *dulce*)’de bitki sıklığının verim ve verim özellikleri üzerine etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 9: 1-2.
- Puodziuniene G, Janulis V, Milasius A, Budnikas M. 2004. Development of throat clearing herbal teas, Medicina (Kaunas), 40(8), 762-7.
- Raal A, Orav A, Arak E, 2012. Essential oil composition of *Foeniculum vulgare* Mill. fruits from pharmacies in different countries. Nat Prod Res 26: 1173-1178.
- Sharifi R, Kiani H, Farzaneh M, Ahmadzadeh M, 2008. Chemical Composition of Essential Oils of Iranian *Pimpinella anisum* L. and *Foeniculum vulgare* Miller and their Antifungal Activity Against Postharvest Pathogens. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 11(5): 514 – 522.
- Şanlı A, Karadoğan T, Baydar H, 2008. Doğal Olarak Yetişen Tatlı Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *dulce*)’nin Farklı Büyüme ve Gelişme Dönemlerinde Uçucu Yağ Miktarı ile Bileşenlerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 3(2): 17-22.
- Ullah H, Honermeier B, 2013. Fruit yield, essential oil concentration and composition of three anise cultivars (*Pimpinella anisum* L.) in relation to sowing date, sowing rate and locations. Industrial Crops and Products, 42: 489-499. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.06.011.
- Zongliang H, 2012. Anethole development trends. International Conference in Singapore, 4 - 8 November 2012 ‘Essential Asia’, Conference Proceedings, pp. 103-111.