

Türkiye Anason (*Pimpinella anisum L.*) Genetik Kaynakları ve Yabancı Anason Genotiplerinin Uçucu Yağ Bileşenleri

Ünal KARİK* 

Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TURKEY

<https://orcid.org/0000-0001-6707-191X>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): unalkarik@gmail.com

Received (Geliş tarihi): 06.04.2020 Accepted (Kabul tarihi): 02.05.2020

ÖZ: Bu çalışmanın amacı, yerli ve yabancı ticari anason (*Pimpinella anisum L.*) genotiplerinde uçucu yağın içeriğini ve bileşimini belirlemektir. Çalışmada 122 adet yerli, 11 adet yabancı kaynaklı olmak üzere toplam 133 adet anason materyali kullanılmıştır. Anason meyvelerinde yapılan kimyasal analizler sonucunda uçucu yağ içeriği %1,74 ile %7,69 arasında değişim göstermiştir. Uçucu yağın ana bileşeni olan trans-anethol oranı ise %84,61 ile %97,53 değerleri arasında bulunmuştur. Uçucu yağdaki diğer bileşenler olan pseudo-2-eugenyl-2-methyl butyrate %0,71 ile %12,43 arasında, p-allylanisole %0,14 ile %2,08 arasında, methyl eugenol ise %0,14 ile %0,50 arasında değişim göstermiştir. Yapılan çalışma sonucunda, yerli ve yabancı anason genotiplerinde kalite özellikleri bakımından oldukça önemli bir varyasyon meydana geldiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Anason, *Pimpinella anisum L.*, genetik kaynaklar, uçucu yağ, kalite.

Essential Oil Composition of Turkey Aniseed (*Pimpinella anisum L.*) Genetic Resources and Foreign Aniseed Genotypes

ABSTRACT: The aim of this study is to determine the content and composition of essential oil in domestic and foreign commercial anise (*Pimpinella anisum L.*) genotypes. A total of 133 anise materials, 122 of which are domestic and 11 of which are from foreign origin, were used in the study. The essential oil content ranged from 1.74% to 7.69% as a result of chemical analysis on anise fruits. The ratio of trans-anethol, the main component of essential oil, ranged was between 84.61% to 97%. Other components were identified in essential oils were pseudo-2-eugenyl-2-methyl butyrate was between 0.71% to 12.43%, p-allylanisole was between 0.14% to 2.08% and methyl eugenol was between 0.14% to 0.50%. As a result of the study, it has been observed that a significant variation has occurred in domestic and foreign anise genotypes in terms of quality characteristics.

Keywords: Anise, *Pimpinella anisum L.*, genetic resources, essential oil, quality.

GİRİŞ

Apiaceae familyası dünyada 300 cins ve yaklaşık 3000 tür içeren ve çoğunlukla ılıman iklime sahip bölgelerde yayılış gösteren bitkilerden oluşmaktadır (Heywood ve ark., 2007). Türkiye’de Apiaceae familyası 100 cins ile temsil edilmektedir. Bu familyada yer alan *Pimpinella L.* cinsine ait ülkemizde altısı endemik toplam 27 tür, 3’ü endemik toplam 5 alttür ve 3’ü endemik toplam 5

varyete bulunmaktadır. Türler, alt türler ve varyeteler ile birlikte 10’u endemik toplam 37 takson Türkiye florasında doğal olarak yayılış göstermektedir (Güner ve ark., 2012). Anason (*Pimpinella anisum L.*), beyaz çiçekli, tek yıllık, otsu bir bitkidir. Bitki boyu 30-50 cm civarındadır; çiçekleri şemsiye şeklinde olup, meyveleri 3-6 mm uzunlukta ve 1-3 mm genişlikte, ters armut biçiminde, kısa saplı, gri-yeşil ya da yeşilimsi-sarı

renkli ve üzeri tüylüdür (Orav ve ark., 2008; Shojaii ve Abdullahi, 2012).

Anason, uygun ve sıcak iklimlerde örneğin; İspanya, İtalya, Balkan ülkeleri, Türkiye, Hindistan ve Orta-Güney Amerika'da yetiştirilmektedir (Melchior ve Kastner, 1974). Anason meyvelerinde %1,5-5 uçucu yağ bulunmaktadır. Uçucu yağın ana bileşeni bir fenilproponoid olan trans-anethol'dür (Tabanca ve ark., 2005). Anasonun kendine has kokusu ve tatlımsı tadı trans-anethol'den kaynaklanır. Ayrıca anason tohumlarında bulunan sabit yağın da özellikle Latin Amerika ülkelerinde ticari bir öneme sahip olduğu ve kullanıldığı bilinmektedir (Korkut, 1994). Anason küspesi %23 yağ ve %18 protein içeriği ile hayvan yemi olarak da tüketilir (Başer, 1997).

Anason uçucu yağı ilaç olarak; gaz giderici (karminatif), hafif balgam söktürücü (ekspektoran), idrar arttırıcı (diüretik), kullanımlarının yanı sıra antiseptik ve spazm çözücü (antispazmodik) özelliklere sahiptir (Bown, 2001; Kerydiyyeh ve ark., 2003). Mide rahatsızlıklarını (mide bulantısı, nefes darlığı, astım) tedavi edici etkisi vardır (Zeybek ve Zeybek, 1994). Tıbbi kullanımına ilaveten, anason meyveleri ve uçucu yağı gıda sektöründe ekmekek, kurabiye, şeker; kozmetik sektöründe ise diş macunu gibi ürünlere katılarak kullanılmaktadır. Ayrıca farklı aromatik kokuya sahip olan uçucu yağı da bazı alkollü içeceklere tat vermek amacıyla belli oranlarda katılmaktadır (Hänsel ve ark., 1999). Bitkinin, genç yaprak ve sürgünleri bazı Avrupa ülkelerinde salatalara tat vermek amacıyla koyulmaktadır (İlisulu, 1968; İncekara, 1979; Khan ve Zaidi 1983). Anason,

aromatik özelliklerinden dolayı Amerikan tütün ürünlerinde de bulunur (Şengül, 1994; Özgüven, 2001; Özgüven ve ark., 2005). Apiaceae familyasının bazı değerli türlerinin Anadolu toprakları üzerinde binlerce yıldır kültürü yapılmaktadır. Özellikle anason (*Pimpinella anisum* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.), kişniş (*Coriandrum sativum* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve dereotu (*Anethum graveolens* L.) çok değerli uçucu yağ ve baharat kaynakları olup ülkemiz tarımı için büyük önem taşımaktadır (Keskin ve Baydar, 2016). Ülkemizde uzun yıllar üretildiği yöreye göre farklı özelliklere sahip Çeşme, Denizli, Fethiye, Antalya ekotipi olarak isimlendirilen farklı anason tipleri bulunmaktadır (Bayram, 2019).

Çizelge 1'de 2018 yılında dünyada anason üretimi yapan ülkeler, üretim alanları, üretim miktarları ve verimleri bulunmaktadır. Bu verilerin alındığı kaynak, anasonu, rezeneyi, yıldız anasonunu ve kişnişi de içermektedir.

Bu ülkelerdeki farklı akademisyenlerle yapılan yazışmalar sonucunda sadece anason üretimi yapılan alanlar ve üretim miktarları belirlenerek veriler derlenmiştir. Dünyada en büyük anason üretimi yapan ülkenin Hindistan olduğu, bunu sırası ile Suriye, Çin ve Türkiye'nin takip ettiği görülmektedir. Türkiye 124.455 da ekim alanı ve 8.664 ton üretim ile dünyadaki toplam ekim alanlarının %4,19'unu, toplam üretimin ise %4,99'unu karşılamaktadır. Türkiye'nin 70 kg/da olan ortalama anason verimi 64,36 kg/da olan dünya verim ortalamasından %9,19 daha yüksektir (Çizelge 1). Ülkemizde 1990'lı yıllarda 300.000 da

Çizelge 1. 2018 yılı anason üreten ülkeler, üretim alanı, üretim ve verim değerleri (Anonymous 2020).

Table 1. Countries producing anise in 2018, production area, production and yield values (Anonymous, 2020).

Ülke Country	Üretim alanı (da) Production area (da)	Üretim (ton) Production (ton)	Verim (kg/da) Yield (kg/da)
Hindistan (India)	1.834.530	102.704	56
Suriye (Syria)	257.000	12.593	49
Çin (China)	219.410	14.041	64
Türkiye (Turkey)	124.455	8.664	70
Mısır (Egypt)	119.100	8.211	69
İspanya (Spain)	94.810	6.162	65
Bulgaristan (Bulgaria)	81.970	5.901	72
Tunu (Tunisia)	79.780	4.786	60
Meksika (Mexico)	77.120	4.935	64
İran (Iran)	61.250	4.103	67
Romanya (Romania)	16.820	1.211	72
Toplam (Total)	2.966.245	173.311	
Ortalama verim (Average yield)			64,36

alandaki 24.000 ton olan anason üretimi, 2011 yılından sonra ciddi şekilde düşerek 124.455 da alanda 8.664 tona gerilemiştir. 2019 yılında ise 180.000 da ekim alanı ve 14.000 ton üretime ulaşmıştır. 2018 yılında Türkiye’de üretilen toplam 8.664 ton anasonun 3.432 tonu Burdur’da 1.464 tonu Denizli’de, 1.000 tonu Muğla’da, 937 tonu Afyonkarahisar’da, 697 tonu Antalya’da, 525 tonu Konya’da, 232 tonu Ankara’da, 188 tonu Bursa’da, 82 tonu Eskişehir’de ve 69 tonu Uşak’ta gerçekleşmiştir (Anonim, 2020a).

Ülkemizde ve dünyada anasonun en önemli kullanım amacı meyvelerinde bulunan uçucu yağdır. Birçok sanayi kolunda (ilaç, gıda, kozmetik, içecek, hayvan besleme) kullanılan bu uçucu yağın, anason meyvesinde yüksek oranda olması büyük önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde anason üretimi yapılan bölgelerden ve yurt dışından temin edilen anason genotiplerinin uçucu yağ verimini ve uçucu yağların bileşiminin belirlenmesi ve genotipler arasındaki kalite farkının ortaya koyulması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Ülkemizden ve yurt dışından temin edilen toplam 133 adet anason (*Pimpinella anisum* L.) genotipi çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Türkiye orijinli toplam 122 anason genotipi, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Ulusal Gen Bankası’nda muhafaza edilen ve 1973-2012 yılları arasında toplanmış materyallerden oluşmaktadır. Bu materyaller, 2019 yılında üretim yenileme çalışması yapılmak üzere gen bankasından alınmış tohumların genetik kaynak olması nedeniyle daha sağlıklı çıkış elde etmek amacıyla 15.01.2019 tarihinde serada viyollere ekimi yapılmıştır. Serada iklimlendirme (ısıtma, nemlendirme, havalandırma) ve sulama dışında gübre ve ilaç uygulaması yapılmamıştır. Her genotipten 200 adet fide elde edilmiş ve bu fideler 15.03.2019 tarihinde tarlaya şaşırtılmıştır. Dikim sıklığı olarak sıra arası 20 cm, sıra üzeri 10 cm uygulanmıştır. Her parselde 4 sıra dikim yapılmış, her sırada 50 bitki kullanılmış ve parsel büyüklükleri 30 m² olmuştur. Toplam üretim yenileme alanı 4 da olarak belirlenmiştir. Parsellerde yabancı ot temizliği ve damla sulama yapılmıştır. Her parselde yabancı

döllenmeyi önlemek için çiçeklenme döneminden önce populasyonlar kendi içinde izole edilmiştir. Tohum olgunlaşma döneminden sonra izolasyon kabinleri sökülerek tohumlar elle toplanmıştır. Elde edilen tohumların bir kısmı gen bankasına verilmiş, bir kısmı ise bu çalışmada kullanılmıştır. İller bazında değerlendirdiğimizde; Burdur’dan 47, Denizli’den 40, İzmir’den 24, Muğla’dan 2, Antalya’dan 2, Kütahya’dan 2, Amasya’dan 1, Eskişehir’den 1, Afyon’dan 1, Gaziantep’ten 1 ve Erzincan’dan 1 adet anason örneği çalışmada yer almıştır. Yurt dışından temin edilen örnekler baktığımızda; Suriye’den 2, İran’dan 2, Fas’tan 2, Tunus, Mısır, İspanya, Çin ve Hindistan’dan 1’er olmak üzere toplam 11 yabancı genotip çalışmada kullanılmıştır.

Çizelge 2’de İzmir-Menemen lokasyonunda çalışmanın yürütüldüğü 2019 yılı ve uzun yıllara ait ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerleri verilmiştir. 2019 yılında yıl ortalaması olarak elde edilen 19 °C sıcaklık değeri, uzun yıllar ortalama sıcaklık değeri olan 19.3 °C ile oldukça örtüşmektedir. Yıllık toplam yağış değerine baktığımızda, uzun yıllar toplam yağış değeri 607,0 mm olurken, çalışmanın yer aldığı 2019 yılında toplam yağış değeri 625,0 mm olarak ölçülmüş ve uzun yıllar ortalamasından biraz yüksek bulunmuştur.

Metot

Anason (*Pimpinella anisum* L.) genotiplerinin uçucu yağ verimleri ile uçucu yağların bileşenlerini belirlemek amacıyla kalite analizleri yapılmıştır. Bu amaçla kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

Uçucu yağ oranı (%): Kuru meyve örneklerinde uçucu yağ oranları Clevenger aпараты ile volümetrik olarak belirlenmiştir. 30 g drog 1000 ml’lik şilifli balona koyulmuş ve 300 ml saf su ilave edilmiştir. Üzerine soğutucu taşıyan toplama büreti yerleştirilmiştir. Toplama büretine su koyulmuştur. Sistem elektrikli ısıtıcıda 4 saat ısıtılarak distilasyona devam edilmiştir. Sürenin sonuna doğru soğutma suyu kapatılarak su buharının iyice yoğunlaşması beklenmiş ve derhal soğuk su akışı yeniden başlatılmıştır. 10 dk sonra distilasyona son verilmiştir. Sistem kapatılıp, numune içindeki uçucu yağ miktarı hacim/ağırlık cinsinden hesaplanmıştır (Anonymous, 2010).

Çizelge 2. Menemen ekolojik koşullarında deneme yılı ve uzun yıllar ortalama sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) değerleri (Anonim, 2020b).

Table 2. Trial year and long term mean temperature (°C) and total precipitation (mm) values of Menemen ecological conditions (Anonim, 2020b).

Aylar Months	Sıcaklık °C Temperature °C		Yağış (mm) Precipitation (mm)	
	2019	Uzun yıllar Long terms	2019	Uzun yıllar Long terms
Ocak (January)	7,3	9,2	108,8	173,4
Şubat (February)	11,6	11,8	134,0	77,6
Mart (March)	15,3	13,7	75,2	72,5
Nisan (April)	19,7	17,4	24,8	32,3
Mayıs (May)	24,6	22,7	15,0	42,7
Haziran (Jun)	26,3	26,8	12,4	19,6
Temmuz (July)	28,8	29,8	0,0	0,7
Ağustos (August)	29,7	29,2	0,0	6,9
Eylül (September)	22,5	25,4	13,0	7,2
Ekim (October)	19,7	19,3	24,2	45,8
Kasım (November)	13,6	10,1	102,6	73,5
Aralık (December)	9,2	10,2	115,0	54,8
Ortalama (Average)	19,0	19,3	625,0	607,0

Uçucu yağın bileşimi (%): Uçucu yağlarda bulunan kimyasal bileşenlerin adları ve oranları GC ve GC/MS ile belirlenmiştir.

Öncelikle uçucu yağ örnekleri analiz edilmek üzere 1:50 oranında hekzan ile seyreltme işlemine tabi tutulmuştur.

Gaz kromatografisi (GC) analiz koşulları

Sistem: Agilent 6890N GC GC analiz koşulları; eş zamanlı olarak GC/MS sistemindeki madde çıkış zamanları ile aynı olacak şekilde ayarlanmıştır (FID 300°C). Bu amaçla kapiler kolon (HP Innowax Capillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılmıştır.

Gaz kromatografisi / Kütle spektrometrisi (GC/MS) analiz koşulları

Sistem: Agilent 5975 GC-MSD sistemi

Kolon: HP-Innowax Silika kapiler (60 m x 0.25 mm Ø, 0.25 m film kalınlığı)

Sıcaklık Programı: 60°C de 10 dak // 4°C/dak artışla 220°C ye // 220°C de 10 dak // 1°C/dak artışla 240°C ye

Enjektör: 250°C

Taşıyıcı Gaz: Helyum (0,8 ml/dak)

Split oranı: Splitless

Elektron enerjisi: 70 eV

Kütle aralığı: m/z 35-450 olacak şekilde cihaz şartlandırılmıştır.

Örneklerin uçucu yağın bileşenlerinin teşhisinde Başer Uçucu Yağ Bileşenleri Kütüphanesi, Wiley ve Adams-LIBR (TP) Kütüphane Tarama Yazılımları kullanılmıştır. Elde edilen bileşenlerin yüzdeleri FID dedektör kullanılarak, tanımlaması ise MS dedektör kullanılarak yapılmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinin alıkonma indisleri (RI), her bir bileşenin alıkonma zamanı ve C8-C22 karbon serili n-alkan serisinin aynı analiz koşulları için belirlenen alıkonma zamanları dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Uçucu yağ oranına ilişkin verilere basit istatistiksel (ortalama, minimum, maksimum, varyans, standart sapma, ortalamanın standart hatası, CV) değerlendirmeye tabi tutulmuştur (Steel ve Torrie, 1980; Yurtsever, 1984).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Uçucu yağ oranı

Çalışmada yer alan genotiplerin temin edildikleri yerler ve uçucu yağ verimleri Çizelge 3'te verilmiştir. Toplam 133 adet genotipte uçucu yağ oranı en düşük %1,74, en yüksek %7,69 olarak bulunmuştur. Türkiye orijinli materyallerde uçucu yağ verimi %1,99 ile %7,69 arasında değişim göstermektedir. Yabancı orijinli örneklerle baktığımızda, en düşük

uçucu yağ veriminin %1,74 ile Suriye, en yüksek uçucu yağ veriminin ise %3,73 ile Fas'tan temin edilen örneklerden elde edildiği görülmektedir. Ülkemizden temin edilen 122 genotipin uçucu yağ ortalaması %4,57 olarak belirlenmiş olup, yabancı kökenli örneklerin tamamından daha yüksektir. Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda, anason örneklerindeki uçucu yağ oranının genel ortalaması %4,39 olarak hesaplanmıştır. Türkiye orijinli materyallerin uçucu yağ ortalaması %4,57 olurken, yabancı kökenli örneklerin ortalaması %2,40 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçları değerlendirdiğimizde, Türkiye orijinli örneklerin uçucu yağ oranının yabancı kaynaklı örneklerin neredeyse 2 katına yakın olduğu görülmektedir. Böylece, ülkemizdeki anason genetik kaynaklarının, dünyadaki diğer ülkelere göre kalite açısından oldukça yüksek potansiyele sahip olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda yapılan hesaplama sonucu, çalışmadaki örneklerden elde edilen varyasyon katsayısı (CV) %31,249 olarak bulunmuş olup, materyaller arasında ciddi bir varyasyon olduğuna işaret etmektedir. Bu durum ise mevcut materyalin ıslahta kullanılması açısından oldukça önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Ülkemizde ve dünyada anason ile ilgili yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan önemli bir kısmı kalite özellikleri ile ilgilidir.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda anason uçucu yağ verimi ile ilgili elde edilen sonuçlar incelendiğinde; Tayşi ve ark. (1977) Bornova koşullarında, farklı orijine sahip (İspanya, Çeşme ve Isparta) anason populasyonlarında en fazla uçucu yağ oranının Çeşme (%2-2,5) anasonunda, en düşük oranın ise Isparta (%1,6) anasonunda bulunduğunu; Kevseroğlu (1982) Çeşme, Denizli, Burdur, Balıkesir, Isparta, İspanya ve Mısır orijinli anasonlarda uçucu yağ oranını %2,17-2,83; Bayram (1992) Bornova ekolojik koşullarında anason ekotiplerinde (Antalya, Çeşme, Denizli, Fethiye) en yüksek uçucu yağ oranını Fethiye (%2,8), en düşük uçucu yağ oranını ise Çeşme (%2,1) ekotipinden elde ettiğini; Kılıç (1996) farklı yörelerden alınan anason tohumlarının fiziksel ve biyolojik özellikleri üzerine yaptığı çalışmada; uçucu yağ oranlarının %1,3-3,7 arasında değiştiğini; Demirayak (2002) Ankara iklim koşullarında bazı anason populasyonlarında (Göhlisar, Karamanlı, Tefenni, Yeşilova) yürüttüğü çalışmada uçucu

yağ oranını %2,10-3,78; Arslan ve ark. (2004) farklı yörelerden temin edilen 29 anason populasyonunun uçucu yağ miktarı ve bileşiminin değişimi üzerine yaptıkları araştırma sonucuna göre, Türk anason populasyonlarının uçucu yağ miktarının %1,3-3,7 arasında değişim gösterdiğini, Burdur, Balıkesir, İzmir ve Denizli illerinden temin edilen örneklerin en yüksek uçucu yağ miktarlarına sahip olduğunu; İpek ve ark. (2004) Ankara ekolojik koşullarında iki yıl süreyle yürüttükleri çalışmada 4 farklı anason populasyonunun uçucu yağ oranının %2,1-3,1 değerleri arasında değiştiğini; Tabanca ve ark. (2005) Türkiye'nin kuzey ve orta bölgelerinden topladıkları anason uçucu yağında %2,5 oranında uçucu yağ elde ettiklerini; Dağıstanlıoğlu ve ark. (2009) Denizli ve Burdur'dan temin ettikleri 34 farklı anason populasyonunda uçucu yağ veriminin %2,6 ile %5,3 arasında değiştiğini, 34 örneğin ortalamasının %3,6 olduğunu; Özel (2009) Şanlıurfa ekolojik koşullarında yürüttüğü çalışmasında 10 farklı anason populasyonunda uçucu yağ oranının %2,8-4,8 arasında değiştiğini; Yıldırım (2010) Tekirdağ koşullarında 16 yerel anason genotipinin adaptasyonu üzerine yaptığı çalışmada uçucu yağ oranı %2,4-3,9 arasında değiştiği; Şahin (2013) Konya ekolojik koşullarında yürüttüğü çalışmasında, anasonda uçucu yağ miktarının %2,4-4,1 arasında değiştiğini; Haşimi ve ark. (2014) Diyarbakır'da yapmış oldukları çalışmada anasonda uçucu yağ miktarının % 1,94 olduğunu; Doğramacı ve Arabacı (2015) Aydın'da yaptıkları çalışmada Göhlisar, Fethiye, Denizli ve Çeşme anason genotiplerinde uçucu yağ oranını sırasıyla %1,47, %1,57, %1,49, %1,60 olarak bulduklarını; Akkan (2016) Edirne ekolojik koşullarında anasonda farklı ekim zamanlarının kalite ve verim üzerinde etkisini araştırmak amacıyla yürüttüğü çalışmada uçucu yağ oranının %1,25-2,89 arasında olduğunu; Bütün (2016) Tekirdağ ekolojik şartlarında, anason populasyonlarında uçucu yağ miktarının %2-2,46 arasında değiştiğini; Sönmez (2018) İzmir ekolojik koşullarında Türkiye, İspanya ve Suriye kaynaklı anasonlarda yaptığı çalışmada uçucu yağ oranını sırası ile %2,95, %3,06 ve %2,84 olarak bulunduğunu belirtmişlerdir.

Ülkemizde yapılan çalışmalardan elde edilen değerler incelendiğinde, çalışma materyallerinin genellikle benzer yörelerden temin edildiği

anlaşılmaktadır. Yukarıda bahsedilen çalışmaları özetleyecek olursak, ülkemizde en çok anason tarımı yapılan alanlar olan Burdur, Denizli, Muğla ve Antalya'dan alınan anason meyvelerinde uçucu yağ oranının %1,3-5,3 arasında değiştiği görülmektedir. Anason populasyonlarında uçucu yağ oranının genel olarak %2 ile %3 arasında olduğu, daha önce yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada yurt içinden temin ettiğimiz genotiplerde en düşük değer %1,99, en yüksek değer ise %7,69 olarak belirlenmiştir. 122 örneğin ortalaması %4,56 olup, yukarıda verilen çalışmaların genel ortalamasının üzerindedir. En çok örneğin yer aldığı illere göre yapılan değerlendirmede ise Burdur'dan alınan 47 adet örnekte en düşük ve en yüksek uçucu yağ oranı %2,42-%7,69; Denizli'den alınan 40 örnekte %2,00-%7,28, İzmir'den alınan 24 örnekte %1,99-%7,43 arasında değişim göstermektedir. Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara göre 122 adet anason örneğinden 31 tanesindeki uçucu yağ oranı, ülkemizde yapılan çalışmalardan elde edilen en yüksek uçucu yağ oranı olan %5,3'ten daha yüksek bulunmuştur.

Yurt dışında yapılan çalışmalarda anason uçucu yağ verimi değerleri incelendiğinde; Sharifi ve ark. (2008) İran'da yaptığı çalışmada anason uçucu yağ oranını %3,3 olarak belirlemiş olup, bizim çalışmamızda kullanılan İran örneklerinde tespit edilen uçucu yağ oranı aralığından (%1,98-2,35) daha yüksek bulunmuştur. Khalid (2015) Mısır'da yaptığı çalışmada anasonda uçucu yağ verimini %2,4 olarak belirlemiştir. Bizim yaptığımız çalışmadan elde ettiğimiz değer (%2,34) ile büyük benzerlik göstermiştir. Orav ve ark. (2008) Estonya'da yaptıkları çalışmada 11 farklı ülkeden (Fransa, Macaristan, Rusya, Yunanistan, İskoçya, Litvanya, İspanya, İtalya, Almanya, Çekya ve

Estonya) alınan 14 farklı anason örneğinde uçucu yağ oranını %1 ile %5,3 arasında belirlemişlerdir. Saibi ve ark. (2012) Cezayir'de yaptıkları çalışmada anason uçucu yağ oranını %2,3; Zheljzakov ve ark. (2013) ABD de yaptıkları çalışmada %0,09-2,01; Ullah ve ark. (2014) Almanya'da yaptıkları çalışmada %2,77-3,07; Acimovic ve ark. (2015) Sırbistan'da yaptıkları çalışmada %3,91; Milica ve ark. (2015) Sırbistan'da yaptıkları çalışmada %3,52-3,93; Sahar ve ark. (2016) Irak'ta yaptıkları çalışmada %1,25; Hassan ve Elhassan (2017) Sudan da yaptıkları çalışmada %3,1; Abu-Rumman (2018) Suudi Arabistan'da yaptığı çalışmada %2,5-3 arasında bulmuşlardır.

Genel olarak baktığımızda, ülkemizdeki populasyonların uçucu yağ oranlarının diğer ülkelerde yapılan çalışmalardan yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. 122 adet genotipin genel ortalaması olan %4,56 uçucu yağ oranı, diğer ülkelerde yapılan ve yukarıda sonuçları verilen çalışmalardan yüksek bulunmuştur. Yine yurt dışında yapılan çalışmalardan elde edilen en yüksek değer olan %5,3 uçucu yağ oranını geçen ülkemize ait 31 adet genotip bulunmaktadır. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre, ülkemizde ve dünyada yapılan diğer çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, uçucu yağ oranı bakımından populasyonlar arasında ciddi bir varyasyon olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunların nedenleri arasında materyalin genetik yapısı ve çevresel faktörler rol oynamaktadır. Anason (*Pimpinella anisum* L.) uçucu yağ verimi ve trans-anethole içeriği genotip, ekolojik koşullar ve özellikle ekim tarihi, gübre, su uygulaması ve bitki yoğunluğu gibi tarımsal uygulamalardan etkilenir (Saimasi ve ark., 2003; Arslan ve ark., 2004; İpek ve ark., 2004; El-Hady, 2005; Tort ve Honermeier, 2005; Tabanca ve ark., 2005).

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan anason genotiplerinin orijini ve uçucu yağ içeriği (%).
Table 3. Origin and essential oil content of anise genotypes used in the study (%).

No	İl	İlçe-Köy	Uçucu Yağ (%)	No	İl	İlçe-Köy	Uçucu Yağ (%)
No	Province	District-Village	Essential Oil (%)	No	Province	District-Village	Essential Oil (%)
1	İzmir	Çeşme-Çiftlik	1,99	68	İzmir	Çeşme-Ovacık	5,48
2	İzmir	Urla-Karamersin	5,32	69	İzmir	Karaburun-Bozköy	2,49
3	İzmir	Urla-Kadıovacık	5,08	70	İzmir	Karaburun-Bozköy	4,95
4	İzmir	Karaburun-Bozköy	3,10	71	İzmir	Karaburun-Bozköy	4,92
5	Denizli	Acıpayam-Darıveren	6,09	72	İzmir	Karaburun-Bozköy	5,47
6	Amasya	Merkez	4,26	73	Kütahya	Emet-Gönçek	5,58
7	Denizli	Çameli-Gölkenarı	6,55	74	Kütahya	Emet-Gönçek	5,83
8	Denizli	Acıpayam-Darıveren	4,46	75	Denizli	Acıpayam-Akalan	5,40
9	Denizli	Acıpayam-Merkez	4,86	76	Denizli	Acıpayam-Çakırköy	3,58
10	Burdur	Göhlhisar-Bucaıçı	5,10	77	Burdur	Merkez-Yassıgüme	5,34
11	Muğla	Fethiye-Merkez	4,35	78	Muğla	Köyceğiz-Yangı	5,87
12	Burdur	Yeşilova-Merkez	5,00	79	Burdur	Çavdır-Bölmepınar	3,97
13	Burdur	Yeşilova-Merkez	7,25	80	Burdur	Göhlhisar-Hisarardı	3,98
14	Burdur	Tefenni-Merkez	6,62	81	Burdur	Göhlhisar-Merkez	2,88
15	Gaziantep	Oğuzeli-Merkez	4,49	82	Burdur	Göhlhisar-Sorkun	3,98
16	İzmir	Karaburun-Bozköy	6,83	83	Burdur	Göhlhisar-Uylupınar	3,46
17	İzmir	Karaburun-Saip	5,50	84	Burdur	Göhlhisar-Yamadı	3,98
18	Burdur	Göhlhisar-Yamadı	4,46	85	Burdur	Tefenni-Bayramlar	2,48
19	Burdur	Göhlhisar-Yamadı	4,46	86	Burdur	Tefenni-Beyköy	2,94
20	Denizli	Çardak-Bozkurt	3,01	87	Burdur	Tefenni-Çaylı	2,95
21	Burdur	Karamanlı-Kılçan	4,02	88	Burdur	Tefenni-Karamusa	4,33
22	Burdur	Söğüt-Merkez	4,06	89	Burdur	Tefenni-Yeşilköy	2,97
23	Erzincan	Tercan-Kuzören	3,96	90	Burdur	Yeşilova-Alanköy	3,98
24	Antalya	Korkuteli-Merkez	5,44	91	Burdur	Yeşilova-Başkuyu	4,87
25	Denizli	Çardak-Başçeşme	5,52	92	Burdur	Yeşilova-Bayındır	3,45
26	İzmir	Çeşme-Reisdere	4,95	93	Burdur	Yeşilova-Büyükyaka	6,76
27	İzmir	Karaburun-Mordoğan	5,80	94	Burdur	Yeşilova-Çaltepe	3,43
28	Denizli	Çameli-Yenimahalle	6,33	95	Burdur	Yeşilova-Çuvallı	3,92
29	Burdur	Göhlhisar-Çamköy	7,69	96	Burdur	Yeşilova-Dereköy	3,49
30	Burdur	Tefenni-Merkez	2,42	97	Burdur	Yeşilova-Doğanbaba	2,97
31	Burdur	Göhlhisar-Yusufoğlu	3,96	98	Burdur	Yeşilova-Gençali	5,00
32	Afyon	Dazkırı-Arıköy	2,45	99	Burdur	Yeşilova-Güney	4,74
33	Denizli	Çardak-Hayriye	3,95	100	Burdur	Yeşilova-Harmanlı	2,97
34	Denizli	Çardak-Hayriye	3,48	101	Burdur	Yeşilova-Iğdır	3,41
35	Denizli	Çardak-Hayriye	4,85	102	Burdur	Yeşilova-Işıklar	4,37
36	Denizli	Çardak-Söğüt	5,58	103	Burdur	Yeşilova-Kavak	4,32
37	Denizli	Çardak-Söğüt	4,00	104	Burdur	Yeşilova-Kayadibi	4,11
38	Denizli	Bozkurt-İncelertekkesi	7,03	105	Burdur	Yeşilova-Orhanlı	3,80
39	Burdur	Yeşilova-Güney Beldesi	2,98	106	Burdur	Yeşilova-Örencik	3,49
40	Denizli	Acıpayam-Karaköy	5,01	107	Burdur	Yeşilova-Salda	5,78
41	Denizli	Acıpayam-Karaköy	4,81	108	Burdur	Yeşilova-Sazak	3,49
42	Denizli	Acıpayam-Karaköy	4,99	109	Burdur	Yeşilova-Yaraşlı	4,78
43	Denizli	Acıpayam-Karaköy	2,31	110	Burdur	Yeşilova-Yukarıkırılı	5,46
44	Denizli	Acıpayam-Karaköy	6,82	111	Denizli	Çameli-Kolak	3,50
45	Denizli	Acıpayam-Kurtlar	4,69	112	Denizli	Çameli-Çiğdemli	4,46
46	Denizli	Acıpayam-Kurtlar	4,46	113	Denizli	Çameli-Yeşilyayla	5,01
47	Denizli	Acıpayam-Dedebağı	4,41	114	Denizli	Çal-Belevi	5,84
48	Denizli	Çameli-İmamlar	4,97	115	Denizli	Çal-Denizler	4,43
49	Denizli	Çameli-İmamlar	2,00	116	Antalya	Korkuteli-Osmankalfalar	3,98
50	Denizli	Çameli-İmamlar	5,00	117	Denizli	Çardak-Beylerli	4,63
51	Denizli	Çameli-Merkez	5,79	118	Denizli	Çardak-Söğüt	5,00
52	Denizli	Pamukkale-Kurtluca	2,95	119	Denizli	Çardak-Hayriye	6,51
53	Denizli	Acıpayam-Kurtlar	2,48	120	Eskişehir	Sivrihisar-Merkez	2,37
54	İzmir	Çeşme-Ildır	5,40	121	Denizli	Çameli-Merkez	3,62
55	İzmir	Çeşme-Ildır	5,46	122	Burdur	Tefenni-merkez	3,40

Çizelge 3. Devam.
Table 3. Continued.

No No	İl Province	İlçe-Köy District-Village	Uçucu Yağ (%) Essential Oil (%)	No No	İl Province	İlçe-Köy District-Village	Uçucu Yağ (%) Essential Oil (%)
56	İzmir	Çeşme-Dalyan	6,20	Yabancı ülke genotipleri (<i>Foreign country genotypes</i>)			
57	İzmir	Urla-Nohutalan	4,98	123	Suriye 1		1,83
58	İzmir	Urla-Balıkliova	5,46	124	Suriye 2		1,74
59	İzmir	Urla-Özbek	7,28	125	İran 1		1,98
60	İzmir	Urla-Nohutalan	7,43	126	İran 2		2,35
61	İzmir	Karaburun-Mordoğan	4,84	127	Fas 1		3,73
62	İzmir	Karaburun-Saip	3,94	128	Fas 2		2,59
63	Denizli	Acıpayam-Dodurgalar	7,28	129	Tunus		2,13
64	Burdur	Göhlhisar-Çamköy	3,46	130	Mısır		2,34
65	Denizli	Merkez-Kocabaş	3,97	131	İspanya		2,74
66	İzmir	Urla-Özbek	4,98	132	Çin		1,87
67	İzmir	Çeşme-Çiftlik	4,86	133	Hindistan		3,14
Genel ortalama (General mean)							4,39
Türkiye genetik kaynaklarının ortalaması (Mean of genetic resources of Turkey)							4,57
Yabancı ülke genotiplerin ortalaması (Mean of foreign country genotypes)							2,40
Minimum (Min.)							1,74
Maksimum (Max..)							7,69
S ² (varyans / Variance)							1,883
S (St. Sapma / Standart deviation)							1,372
S _x (Ort. St. Hatası / Standard error of the mean)							0,119
CV (%)							31,249

Uçucu yağın bileşimi

Çizelge 4'te çalışmada yer alan toplam 133 adet anason (*Pimpinella anisum* L.) genotipinin uçucu yağ bileşenleri yer almaktadır. Uçucu yağlarda bulunan kimyasal bileşenlerin önemli ölçüde tanımlandığı görülmektedir. Örneklere göre değişen oranlarda olmakla birlikte, uçucu yağların bileşimini oluşturan maddelerin %98,17 ile %100 oranında belirlendiği anlaşılmaktadır. Uçucu yağların bileşenleri arasında gamma-himachelene, isoeugenyl acetate, germacrene, geyrene, p-allylanisole, methyl chavicol, alpha-gurjunene, trans-anethole, methyl eugenol ve pseudo-2-eugenyl-2-methyl butyrate yer almaktadır. Bu bileşenlerin oranları genotiplere göre değişim göstermektedir. Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara göre ülkemizdeki anason genotiplerinin uçucu yağlarında trans-anethole oranı %84,61 ile %97,08 arasında değişim göstermiştir. Ancak genel olarak bakıldığında trans-anethole oranının %90 ve üzeri olduğu anlaşılmaktadır. Çalışmamızda kullandığımız yabancı kökenli örneklerde ise trans-anethole oranı %92,28 ile %97,35 arasında bulunmuştur.

Uçucu yağların önemli bir bölümünde yer alan diğer bileşen pseudo-2-eugenyl-2-methyl butyrate olup yağların bileşimindeki oranı trans-

anethole'den sonra gelmektedir. Uçucu yağlardaki oranı %0,71 ile %12,43 arasındadır. Uçucu yağ örneklerinde tanımlanan bir diğer bileşen p-allylanisole'dir. Bu bileşen örneklerin birçoğunda yer almaktadır ve oranı %0,14 ile %2,08 arasında değişmektedir. Uçucu yağlarda tanımlanan diğer bileşen ise methyl eugenol'dür. Bu bileşenin uçucu yağlardaki oranı %0,14 ile %0,50 arasında değişim göstermektedir. Diğer bileşenler uçucu yağların çok az kısmında yer almışlardır ve oranları düşüktür.

Anason uçucu yağının kimyasal yapısını aydınlatmaya yönelik, ülkemizde ve dünyada yapılmış oldukça fazla sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda genel olarak anason uçucu yağının temel bileşeni olan trans-anethole'ün öne çıktığı ve uçucu yağ bileşenlerinin oransal olarak büyük bir bölümünü oluşturduğu anlaşılmaktadır.

Arslan ve ark. (2004) Ankara'da 29 farklı genotipte yaptıkları çalışmada anason uçucu yağında trans-anethole oranının %78,63 ile %95,21 arasında değiştiğini; Doğramacı ve Arabacı (2015) Aydın'da yaptıkları çalışmada Göhlhisar, Fethiye, Denizli ve Çeşme anason genotiplerinde trans-anethole oranının sırasıyla %98,44, %97,94, %97,73, %98,39 olduğunu belirlemişlerdir. Öz ve ark. (2018) çalışmalarında

trans-anethole oranını %94,16; Keskin ve Baydar (2016), Isparta'da yaptıkları çalışmada %95,56-95,88; Şanlı ve ark. (2012) %90,35 olarak bulmuşlardır. Yaptığımız çalışmada yerli genotiplerde trans-anethole oranı %84,61 ile %97,08 arasında bulunmuş olup, elde ettiğimiz değerler ülkemizde yapılan diğer çalışmalardan elde edilen değerlerle büyük benzerlik göstermektedir.

Yurt dışında yapılan çalışmalarda; Orav ve ark. (2008), Estonya'da yaptıkları çalışmada 11 farklı ülkeden (Fransa, Macaristan, Rusya, Yunanistan, İskoçya, Litvanya, İspanya, İtalya, Almanya, Çekya ve Estonya) alınan 14 farklı örnekte anason uçucu yağında trans-anethole oranını %76,9 ile %96,3 arasında; Saibi ve ark. (2012), Cezayir'de yaptıkları çalışmada %92,4; Zheljzkov ve ark. (2013), ABD de yaptıkları çalışmada %93,5 ile %96,2 arasında; Ullah ve ark. (2014), Almanya'da yaptıkları çalışmada %82,11; Acimovic ve ark. (2015), Sırbistan'da yaptıkları çalışmada %96,80; Khalid (2015), Mısır'da yaptığı çalışmada %65,6; Sahar ve ark. (2016), Irak'ta yaptıkları çalışmada %71,52; Hassan ve Elhassan (2017) Sudan'da yaptığı çalışmada %78,50; Abu-Rumman (2018), Suudi Arabistan'da yaptığı çalışmada %72,15 ile %96,54 arasında; Shahrajabian ve ark. (2019), Çin'de yaptıkları çalışmada %82,1; Vieiraa ve ark. (2019) Brezilya'da yaptıkları çalışmada %94,01 olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4'te anason uçucu yağında trans-anethole dışında yer alan diğer bileşenlere baktığımızda, p-allylanisole, p-anisaldehyde, methyl eugenol, methyl chavicol (estragole), pseudo-2-eugenyl-2-methyl butyrate, alpha-gurjunene, gamma-himachelene, geyrene ve germacrene gibi farklı bileşenlerin de yer aldığını görmekteyiz. Bu bileşenlerin uçucu yağlardaki varlığı ve oranı örneklere göre değişmektedir. Aynı bileşenler

farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da belirlenmiştir (Orav ve ark. 2008; Saibi ve ark. 2012; Ullah ve ark. 2014; Acimovic ve ark. 2015; Sahar ve ark. 2016; Abu-Rumman 2018; Shahrajabian ve ark. 2019; Vieiraa ve ark. 2019).

Dünyanın farklı bölgelerinde tarımı yapılan önemli bir endüstri bitkisi olan anasonda, yetiştirildiği bölgelere göre farklı ekotipler oluşması muhtemeldir. Bu durumda farklı genotiplerin farklı verim ve kalite değerlerine sahip olması beklenir. Yaptığımız çalışmada, farklı bölgelerden temin edilmiş olan anason genotiplerinin, aynı ekolojide yetiştirilmiş olmalarına rağmen farklı uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşimine sahip olmaları bu durumu ortaya koymaktadır. Diğer taraftan bitkisel üretimin bütün kollarında olduğu gibi, anason üretiminde de coğrafi ve iklimsel koşullar ile uygulanan kültürel işlemler de verim ve kaliteye önemli ölçüde etki eden unsurlardır. Anason uçucu yağ verimi ve trans-anethole içeriği genotip, ekolojik koşullar ve özellikle ekim tarihi, gübre, su uygulaması ve bitki yoğunluğu gibi tarımsal uygulamalardan etkilenir (Saimasi ve ark., 2003; Arslan ve ark., 2004; El-Hady, 2005; Tabanca ve ark., 2005; Tort ve Honermeier, 2005).

Yaptığımız çalışmada anason uçucu yağında trans-anethole oranı 133 örnekte %84,61 ile %97,35 arasında değişim göstermiştir. Bu çalışmada elde ettiğimiz değerler yurt dışında farklı ülkelerde farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile büyük benzerlik göstermektedir. Avrupa Farmakopesinde anason uçucu yağında bulunan ana bileşenler ve oranları sırası ile trans-anethole %87-94, estragole (methyl chavicol) %0,5-5,0 ve anisaldehyde %0,1-1,4% olarak belirtilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar bu veriler ile büyük oranda örtüşmektedir.

Çizelge 4. Anason (*Pimpinella anisum* L.) genotiplerinin uçucu yağ bileşenleri.
Table 4. Essential oil composition of anise (*Pimpinella anisum* L.) genotypes.

Bileşenler Components	RT*	RI**	Populasyonlar (Populations)																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
p-allylanisole	35,356	1659	1,10	1,52	1,24	1,22	1,00	2,07	0,68				0,85	1,66	1,14	1,47	0,98	1,57	1,48	1,38	
methyl chavicol (estragole)	35,405	1661	-	-	-	-	-	-	-	-	1,11	1,56	1,38	1,71	-	-	-	-	-	-	-
alpha-gurjunene	36,278	1690	0,36	-	-	0,19	-	-	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-anethole	39,956	1821	94,47	93,42	94,02	92,27	91,96	96,94	90,94	91,16	94,69	93,82	94,36	93,22	91,47	93,49	92,58	93,41	95,08	92,48	90,83
methyl eugenol	47,852	2006	-	-	-	0,20	0,19	-	0,23	0,26	-	-	-	-	-	0,28	-	0,19	-	0,17	0,24
pseudo-2-eugenyl-2-methyl butyrate	58,421	2270	3,91	4,11	3,99	5,92	6,45	0,99	7,96	7,27	3,46	4,08	3,75	5,38	6,34	5,09	4,97	3,91	3,19	5,68	7,36
Toplam/Total			99,84	99,05	99,25	99,8	99,6	100	100	99,8	99,71	99,28	99,82	99,45	99,47	100	99,19	98,49	99,84	99,81	99,81

RT*: Retention Time (Alikonma Zamani); RI**: Retention Indices (Alikonma Indisi).

Çizelge 4. Devam.
Table 4. Continued.

Bileşenler Components	RT*	RI**	Populasyonlar (Populations)																		
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
p-anisaldehyde	35,354	1995	1,37	0,84	1,19	1,50	1,18	1,29	1,37	0,98	1,43	1,05	1,24	0,96	1,01	1,13	1,23	0,87	1,11	1,26	0,90
alpha-gurjunene	36,278	1690	0,23	-	-	0,18	-	-	-	-	0,26	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
germacene	36,740	1706	0,10	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-anethole	39,956	1821	84,61	89,06	90,13	90,27	91,70	91,69	92,72	95,75	92,65	91,88	89,06	92,99	92,17	88,81	88,12	90,31	90,19	91,90	88,73
methyl eugenol	47,852	2006	0,27	0,20	-	-	0,38	0,41	0,18	0,23	-	0,24	0,33	-	0,26	0,24	0,20	0,23	0,21	0,21	0,29
pseudo-2-eugenyl-2-methyl butyrate	58,421	2270	12,43	9,58	8,37	7,64	6,56	6,43	5,72	2,64	5,60	6,62	9,37	5,88	6,40	9,63	9,98	7,94	7,52	6,43	9,49
Toplam/Total			99,01	99,68	99,69	99,59	99,82	99,82	99,99	99,6	100	100	99,83	99,84	99,81	99,53	99,35	99,03	99,8	99,41	99,41

RT*: Retention Time (Alikonma Zamani); RI**: Retention Indices (Alikonma Indisi).

Çizelge 4. Devam.
Table 4. Continued.

Bileşenler Components	RT*	RI**	Populasyonlar (Populations)																		
			39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
p-allylanisole	35,356	1659	1,05	0,93	1,00	0,93	1,21	0,91	0,92	1,26	1,36	1,21	1,66	0,97	0,84	1,14	1,03	1,17	0,94	1,04	1,15
trans-anethole	39,956	1821	95,25	92,22	92,23	91,24	94,06	90,66	92,25	93,04	91,71	92,22	96,57	92,68	94,53	91,62	94,95	95,13	92,04	96,05	88,58
methyl eugenol	47,852	2006	0,24	0,24	0,27	0,20	0,20	0,28	0,32	0,18	0,24	0,24	-	0,33	0,42	0,30	0,34	0,30	0,31	0,32	0,50
pseudo-2-eugenyl-2-methyl butyrate	58,421	2270	3,46	6,13	6,49	7,40	4,53	7,91	6,51	5,27	6,44	6,10	1,77	6,02	3,64	6,62	3,68	2,76	6,23	2,58	9,77
Toplam/Total	100	99,52	99,99	99,77	100	99,76	100	99,75	100	99,75	99,75	99,77	100	100	99,43	99,68	100	99,36	99,52	99,99	100

RT*: Retention Time (Alikonma Zamanı); RI**: Retention Index (Alikonma İndisi).

Çizelge 4. Devam.
Table 4. Continued.

Bileşenler Components	RT*	RI**	Populasyonlar (Populations)																		
			58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
p-allylanisole	35,356	1659	1,67	0,68	1,23	1,12	1,29	1,27	-	-	-	-	-	-	0,89	0,87	1,48	-	0,90	0,73	1,33
methyl chavicol (estragole)	35,405	1661	-	-	-	-	1,25	-	-	1,20	1,00	1,14	0,88	0,95	-	-	-	1,30	-	-	-
gamma-himachelene	36,220	1688	-	-	-	-	-	0,15	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
alpha-gurjunene	36,278	1690	-	0,19	0,30	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-anethole	39,956	1821	92,34	90,94	90,54	92,51	90,99	93,04	89,49	95,71	94,12	97,95	93,49	94,27	94,63	92,89	96,99	94,28	92,12	90,37	97,08
methyl eugenol	47,852	2006	0,19	0,23	0,19	0,29	0,24	0,17	0,21	-	0,31	0,20	0,37	0,29	0,23	0,24	0,16	0,19	0,35	0,34	0,18
pseudo-2-eugenyl-2-methyl butyrate	58,421	2270	5,44	7,96	7,64	5,90	-	4,93	8,56	2,63	4,57	0,71	5,25	4,49	4,25	5,41	1,22	4,23	6,63	7,16	1,41
isoeugenyl acetate	58,545	2281	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam/Total	99,64	100	99,9	99,82	99,81	99,58	99,72	99,54	100	99,99	100	100	99,99	100	100	99,41	99,85	100	100	98,6	100

RT*: Retention Time (Alikonma Zamanı); RI**: Retention Index (Alikonma İndisi).

Çizelge 4. Devam.
Table 4. Continued.

Bileşenler Components	RT*	RI**	Populasyonlar (Populations)																									
			77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95							
p-allylanisole	35,356	1659	0,69	-	-	0,79	1,18	1,32	1,21	1,05	-	1,14	1,10	1,24	1,62	1,20	1,38	1,27	1,23	1,33	-	-	-	-	-	-		
methyl chavicol (estragole)	35,405	1661	-	1,05	1,10	-	-	-	-	-	-	1,31	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
alpha-gurjunene	36,278	1690	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19	
germacrene	36,740	1706	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
trans-anethole	39,956	1821	90,70	96,23	89,17	91,57	85,99	92,53	90,24	88,91	89,54	92,14	88,47	87,53	94,83	96,70	90,32	88,57	89,90	90,30	92,25	-	-	-	-	-	-	-
methyl eugenol	47,852	2006	0,38	0,20	0,24	0,34	0,23	0,20	0,31	0,22	0,24	0,26	0,25	0,20	0,17	-	0,19	0,21	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pseudo-2-eugenyl- 2-methyl butyrate	58,421	2270	7,93	2,52	9,21	7,30	11,43	5,09	8,24	9,42	8,22	6,32	9,88	10,33	3,59	1,35	8,29	9,46	8,25	8,21	6,00	-	-	-	-	-	-	-
Toplam/Total			99,7	100	99,72	100	98,83	99,14	100	99,6	99,6	98,78	99,74	99,16	99,83	99,67	100	99,77	99,68	99,74	100	-	-	-	-	-	-	-

RT*: Retention Time (Altkonma Zamani); RI**: Retention Indices (Altkonma Indisi).

Çizelge 4. Devam.
Table 4. Continued.

Bileşenler Components	RT*	RI**	Populasyonlar (Populations)																									
			96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114							
geylene	23,497	1312	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-allylanisole	35,356	1659	1,40	1,24	2,07	0,98	1,11	1,30	1,41	1,25	1,81	1,55	1,29	1,18	1,79	1,61	1,18	1,44	0,74	1,10	1,42	-	-	-	-	-	-	-
gamma-himachelene	36,220	1688	0,25	0,21	-	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
germacrene	36,740	1706	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-anethole	39,956	1821	85,47	87,60	90,62	87,37	89,11	92,32	91,62	93,27	93,56	90,04	91,32	93,79	96,05	92,11	92,60	97,50	93,28	92,26	94,65	-	-	-	-	-	-	-
methyl eugenol	47,852	2006	-	0,21	-	-	0,20	-	0,17	-	-	0,18	-	-	-	0,21	0,42	-	0,26	0,40	0,28	-	-	-	-	-	-	-
pseudo-2-eugenyl- 2-methyl butyrate	58,421	2270	11,19	10,44	6,85	10,75	9,29	6,14	6,63	5,27	4,40	7,99	6,67	4,86	2,04	5,63	5,80	1,06	4,99	6,24	3,19	-	-	-	-	-	-	-
Toplam/Total			98,89	99,7	99,54	99,31	99,71	99,76	99,83	99,79	99,77	99,76	99,28	99,83	99,88	99,56	100	100	99,27	100	99,54	-	-	-	-	-	-	-

RT*: Retention Time (Altkonma Zamani); RI**: Retention Indices (Altkonma Indisi).

Çizelge 4. Devam.
Table 4. Continued.

Bileşenler Components	RT*	RI**	Populasyonlar (Populations)																		
			115	116	117	118	119	120	121	122	Fas 1 Morocco	Fas 2 Morocco	Iran 1 Iran	Iran 2 Iran	Suriye 1 Syria	Suriye 2 Syria	Mısır Egypt	İspanya Spain	Tunus Tunisia	Çin China	Hindistan India
p-allylanisole	35,356	1659	1,30	1,49	1,66	1,48	1,10	2,04	1,51	1,73	2,38	1,61	0,85	1,04	0,96	1,13	1,42	0,32	0,14	0,35	0,35
gamma-himachelene	36,220	1688	-	-	-	-	-	0,31	0,29	0,30	-	0,13	0,28	0,38	0,51	0,35	-	0,42	0,52	0,12	0,25
trans-anethole	39,956	1821	94,67	92,20	92,93	92,99	93,69	95,81	95,50	95,41	94,88	97,35	95,65	94,43	93,36	95,16	94,25	95,21	93,24	92,28	93,64
methyl eugenol	47,852	2006	0,21	0,23	-	0,18	0,36	-	-	-	-	-	0,14	0,26	0,20	0,20	0,34	-	0,45	0,46	0,16
pseudo-2-eugenyl-2-methylbutyrate	58,421	2270	3,82	5,63	5,03	5,35	4,85	1,84	2,29	2,56	2,34	0,89	2,52	3,53	3,52	2,64	3,45	2,56	3,82	5,62	5,34
Toplam/Total			100	99,55	99,62	100	100	100	99,59	100	99,60	99,98	99,44	99,64	98,55	99,48	99,46	98,51	98,17	98,83	99,74

RT*: Retention Time (Alikonma Zamani); RI*: Retention Index (Alikonma Indisi).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, ülkemizde anason (*Pimpinella anisum* L.) üretimi yapılan önemli bölgeler ve dünyada anason üretimi yapan önemli ülkelere ait materyallerin kalite özellikleri açısından birlikte değerlendirildiği en kapsamlı çalışma niteliğindedir. Çalışma, ülkemizdeki ve anason üreten önemli ülkelerdeki anason genotiplerinin uçucu yağ oranlarını ve uçucu yağların bileşimlerini belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Çalışmada, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Ulusal Gen Bankasında bulunan ve yurt dışından temin edilen anason (*Pimpinella anisum* L.) materyalleri kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, ülkemizdeki anason genotipleri arasında kalite açısından çok ciddi bir varyasyon olduğu ortaya çıkmıştır. Öncelikle vurgulanması gereken konu, 1970'li yıllardan itibaren ülkemizde anason tarımı yapılan alanlardan toplanan materyalin Ulusal Gen Bankasında sağlıklı bir şekilde muhafaza edilmiş olmasıdır. Bu çalışma ile gen bankamızdaki materyalin kalite özellikleri belirlenmiş, üretim yenilemesi yapılarak yeni ve sağlıklı tohumlar gen

bankasında muhafaza edilmek üzere tekrar geri verilmiştir. Gen bankamızdaki materyalin kalite özelliklerinin yabancı materyalden çok üstün olması nedeniyle, bu materyalden çeşit geliştirmek amacıyla anason ıslah projesi hazırlanmıştır. Bu çalışmada yeniden üretimi yapılan materyalin bir kısmı, hazırlanan anason ıslah projesinde kullanılmak üzere saklanmıştır. 2021 yılında başlatılması düşünülen bu proje ile kalite özellikleri belirlenmiş yerli materyalimizin agronomik ve morfolojik özellikler de ortaya koyularak verimli ve kaliteli çeşit veya çeşitler geliştirilmesi hedeflenmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan yerli materyalin tamamı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Ulusal Gen Bankasından temin edilmiştir. Gen Bankamızın kuruluşundan bugüne kadar özveri ile görev yapan, çok değerli bitki genetik kaynaklarının toplanmasında ve korunmasında geçmişten bugüne büyük emek harcayan bütün çalışanlarına şükranlarımı sunuyorum ve bütün kalbimle teşekkür ediyorum.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Abu-Rumman, A. M. 2018. Analysis of *Pimpinella anisum* (Yansoon) seeds using gas chromatography mass spectrometry International Journal of Chemical Studies 6 (5): 3033-3037.
- Acimovic, M., V. Tesevic, M. Todosijevec, J. Djislov, and S. Oljaca. 2015. Compositional characteristics of the essential oil of *Pimpinella anisum* and *Foeniculum vulgare* grown in Serbia. Botanica Serbica 39 (1): 09-14.
- Akkan, E. 2016. Edirne Koşullarında Anasonda (*Pimpinella anisum* L.) Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Kaliteye Etkisi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 52s.
- Anonim. 2020a. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1046 (Erişim tarihi: 10.02.2020).
- Anonim. 2020b. Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Meteoroloji Verileri, Menemen-İzmir.
- Anonymous. 2010. European Pharmacopoeia (E. P.) 7th ed. European Directorate for the Quality of Medicines & Health Care (EDQM): Strasbourg, France, 2010, p.1231.
- Anonymous. 2020. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the UN. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 15.02.2020).
- Arslan, N., B. Gürbüz, A. Bayrak, and A. Gümüşcü, 2004. Variation in essential oil content and composition in Turkish anise (*Pimpinella anisum* L.) populations. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 28: 173-177.
- Başer, K. H. C. 1997. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin İlaç ve Alkollü İlaç Sanayilerinde Kullanımı, Anadolu Üniversitesi, T.B.A.M. İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 39, İstanbul.
- Bayram, E. 1992. Türkiye Kültür Anasonları (*Pimpinella anisum* L.) Üzerinde Agronomik ve Teknolojik Araştırmalar, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 147s.
- Bayram, E. 2019. Tohum Tohumculuk ve Teknolojileri Kitabı, Tıbbi ve aromatik bitkilerde tohumluk üretimi ve sertifikasyonu. BİSAB (Bitki Islahçıları Alt Birliği), 1. Basım, 2. Cilt, Ankara. s. 1077-1098.
- Bown, D. 2001. Encyclopedia of Herbs and their Uses. The Herb Society of America, Darling, Kindersley, London.
- Bütün, Y. 2016. Farklı Tohum Miktarları ve Sıra Arası Mesafelerin Bazı Anason (*Pimpinella anisum* L.) populasyonlarının Tarımsal ve Kalite Özelliklerine Etkisi. NKÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ.

- Dağıstanlıoğlu, C., S. Kaymak, K. Uçgun ve A. Atasay. 2009. Göller Bölgesi'nde seçilmiş bazı anason populasyonlarının verim ve kalite özellikleri üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 23 (47): 38-43.
- Demirayak, Ş. 2002. Bazı anason (*Pimpinella anisum* L.) populasyonlarında farklı ekim zamanlarının verim ve verim öğeleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara, 56s.
- Doğramacı, S. ve O. Arabacı. 2015. Anason (*Pimpinella anisum* L.) çeşit ve ekotiplerinin bazı teknolojik özellikleri üzerine organik ve inorganik gübre uygulamalarının etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 12 (1): 41- 47.
- El-Hady, S. 2005. Enhancement of chemical composition and the yield of anise seed (*Pimpinella anisum* L.) oils and fruits by growth regulators. Egypt. J. of Remote Sensing and Space Sci. 8: 39-50.
- Güner, A., S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, and M. T. Babac. 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Hänsel, R., O. Sticher, and E. Steinegger. 1999. Pharmakognosie-phytopharmaize. 6. Auflage. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. pp. 692-695.
- Hassan, O. M., and I. A. Elhassan. 2017. Characterization of essential oils from fruits of Umbelliferous crop cultivated in Sudan *Pimpinella anisum* L (Anise) and *Anethum graveolens* L. (Dill) Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 6 (1): 109-112.
- Haşimi, N., V. Tolan, S. Kızıl, and E. Kılınç. 2014. Anason (*Pimpinella anisum* L.) ve kimyon (*Cuminum cyminum* L.) tohumlarının uçucu yağ kompozisyonu ile antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi 20: 19-26.
- Heywood V. H., R. K. Brummitt, A. Culham, and O. Seberg. 2007. Apiaceae. pp. 35-38. In: Flowering Plant Families of the World. New York.
- İlisulu, K. 1968. Ekim mesafe ve aralıklarının anasonun önemli özellikleri ve tohum verimi üzerine etkileri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı 17 (2): 251-278.
- İncekara, F. 1979. Industrial Crops and Breeding. Stimulant crops and breeding. Ege University Agricultural Faculty Publication No: 84: 171-175, İzmir.
- Ipek, A., S. Demirayak, B. Gürbüz, and G. Tarihi 2004. A study on the adaption of some anise (*Pimpinella anisum* L.) population to Ankara conditions. J. Agri. Sci. 10 (2): 202-205.
- Kerydiyyeh, S., J. Usta, K. Kino, S. Markossian, and S. Dagher. 2003. Anise edoil increases glucose absorption and reduce urine output in the rat. Life Sci. 74: 663-673.
- Keskin, S. ve H. Baydar. 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.
- Kevseroğlu, K. F. 1982. Bazı anasonların fenolojik, morfolojik ve kalite özellikleri çiçek biyolojisi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Khalid, A. K. 2015. Quality and quantity of *Pimpinella anisum* L. essential oil treated with macro and micronutrients under desert conditions. International Food Research Journal 22 (6): 2396-2402.
- Khan, A. A., and S. H. Zaidi. 1983. Introduction of *Pimpinella anisum* (aniseed) to judgets performance and effect of various row to row spacing on the growth and seed yield. Pakistan Journal of Forestry 33 (3): 139-141.
- Kılıç A. 1996. Değişik Yörelere Sağlanan Anason Tohumlarının Biyolojik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Adana.
- Korkut, M. H. 1994. Bazı Tohum Baharatlarının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Özellikle Petroselinik Asit Miktarları Üzerinde Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 62s.
- Melchior, H., H. Kastner. 1974. Gewürze-Botanische und Chemische Untersuchung Verlag Paul Parey. pp. 83-88, Berlin und Hamburg.
- Milica, G., A. Zeljko, K. Dolijanoviü, I. Oljača, C. Kovapeviü, and V. Oljača. 2015. Effect of organic and mineral fertilizers on essential oil content in caraway, anise and coriander fruits. Acta Sci. Pol. 14 (1): 95-103.
- Orav, A., A. Raal, and E. Arak. 2008. Essential oil composition of *Pimpinella anisum* L. fruits from various European countries. Natural product Res. 22 (3): 227-232.
- Ozguven, M. 2001. Aniseed (*Pimpinella anisum* L.). Handbook of herbs and spices. Peter K V (Ed). Woodhead publishing Limited, Cambridge, England and CRC press. Boca Raton. Boston, New York, Washington D.C.
- Ozguven, M., S. Sekin, B. Gurbuz, N. Sekeroglu, F. Ayanoglu, and S. Ekren. 2005. Tobacco, medicinal and aromatic production and trade. In: Proceeding of sixth Technical Congress of Turkish Agricultural Engineers, held during 3-7 January at Ankara Turkey. 1: 481-501.
- Öz, E., S. Koç, İ. Çinbilgel, A. Yanıkoğlu, and H. Çetin. 2018. Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from *Nepeta cadmea* Boiss. and *Pimpinella anisum* L. on the larvae of *Culex pipiens* L. Marmara Pharm J. 22 (2): 322-327.

- Özel, A. 2009. Anise (*Pimpinella anisum* L.): Changes in Yields and Component Composition on Harvesting at Different Stages of Plant Maturity. *Experimental Agriculture* 45 (1): 117-126. Doi: 10.1017/S0014479708006959.
- Sahar A. A., M. Al-Saadi, K. H. Al-Derawi, and D. Abd Al-azem. 2016. Variation in essential oil content and composition (*Pimpinella anisum* L.) *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 6 (2): 43-57.
- Saibi, S., M. Belhadj, and E. H. Benyoussef. 2012. Essential oil composition of *Pimpinella anisum* from Algeria, *Analytical Chemistry Letters* 2 (6): 401-404.
- Saimasi, S. Z., A. Javanshir, R. O. Bieghi, H. Aliari, K. G. Gholozani, and Y. Afshar. 2003. Effect of sowing date and irrigation disruption on essential oil and anethole production of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Agricultural Science* 13: 47-56.
- Shahrajabian, M. H., W. Sun, and Qi Cheng. 2019. Chinese star anise and anise, magic herbs in traditional Chinese medicine and modern pharmaceutical science. *Asian J. Med. Biol. Res.* 5 (3): 162-179.
- Sharifi, R., H. Kiani, M. Farzaneh, and M. Ahmadzadeh. 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.
- Shojaii, A., and F. M. Abdollahi. 2012. Review of pharmacological properties and chemical constituents of *Pimpinella anisum*. *Journal of Medicinal Plants* 11 (41): 22-33.
- Sönmez, Ç. 2018. Effect of phosphorus fertilizer on some yield components and quality of different anise (*Pimpinella anisum* L.) populations. *Turk J. Field Crops* 23 (2): 100-106.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. Second Ed. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- Şahin, B. 2013. Farklı Ekim Zamanlarında Yetiştirilen Bazı Tıbbi Bitkilerin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya, 143s.
- Şanlı, A., T. Karadoğan ve H. Daldal. 2012. Burdur'da tarımı yapılan bazı umbelliferae türlerinin uçucu yağ oranı ve bileşenlerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7 (1): 27-31.
- Şengul, N. 1994. The effect of different sowing dates on yield and quality of anise (*Pimpinella anisum* L.) in Cukurova conditions. M Sc. Thesis (unpublished) Turkey.
- Tabanca, N., B. Demirci, T. Özek, N. Kırimer, K. H. C. Başer, E. Bedir, İ. A. Khan, and D. E. Wedge. 2005. Gaschromatographic-mass spectrometric analysis of essential oils from *Pimpinella* species gathered from Central and Northern Turkey, *Journal of Chromatography A* 1117 (2): 194-205.
- Tayşi, V., A. Ceylan, and A. Vömel. 1977. Neue Anbauversuche Mit Anis Ege Gebiet der Turkei.
- Tort, N., and B. Honermeier. 2005. Investigation on the ratio of methylchavicol and transanethole components in essential oil of anise (*Pimpinella anisum* L.) from different regions of Turkey. *Asian Journal of Chemistry* 17: 2365-2370.
- Ullah, H., A. Mahmood, and B. Honermeier. 2014. Essential oil and composition of anise (*Pimpinella anisum*) with varying seed rates and row spacing. *Pak. J. Bot.* 46 (5): 1859-1864.
- Vieiraa, J. N., C. L. Gonçalvesa, J. P. V. Villarreala, V. M. Gonçalvesb, R. G. Lundc, R. A. Freitagb, A. F. Silvaca, and P. S. Nascentea. 2019. Chemical composition of essential oils from the apiaceae family, cytotoxicity, and their antifungal activity *in vitro* against candida species from oral cavity. *Braz. J. Biol.* 79 (3): 432-437.
- Yıldırım, V. 2010. Türk Anason Genotiplerinin (*Pimpinella anisum* L.) Tekirdağ Koşullarında Tohum Verimi ve Bazı Bitkisel Özellikleri Üzerinde Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 48s.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Toprak ve Gübre Arş. Enst. Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 121, Ankara.
- Zeybek, N., and U. Zeybek. 1994. *Pharmaceutical Botany*, Ege University Faculty of Pharmacy Publication No:1, İzmir.
- Zheljazkov, D. V., T. Astatkie, B. O'Brocki, and E. Jeliakova. 2013. Essential oil composition and yield of anise from different distillation times. *Horticulture Science* 48 (11): 1393-1396.