ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Koray ÖZCAN

ANASON (*Pimpinella anisum* L.) TOHUMUNUN UÇUCU YAĞI VE AROMA BİLEŞİMİ ÜZERİNE YÖRENİN ETKİSİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2021

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANASON (*Pimpinella anisum* L.) TOHUMUNUN UÇUCU YAĞI VE AROMA BİLEŞİMİ ÜZERİNE YÖRENİN ETKİSİ

Koray ÖZCAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
Yıl: 2021, Sayfa 98
Jüri : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Prof. Dr. Haşim KELEBEK

Bu çalışmada, Türkiye'de 9 farklı yörede (Denizli/Çal, Denizli/Çameli, Burdur/Yeşilova, Burdur/Tefenni, Burdur/Çavdır, Burdur/Gölhisar, Konya/Yunak, Afyonkarahisar/Sandıklı ve Antalya/Elmalı) yetiştirilen anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarının, uçucu yağ oranı ve aroma bileşimi farklılıkları toprak ve iklim özellikleri de göz önünde bulundurularak araştırılmıştır. Anason tohumlarından uçucu yağ, su buharı distilasyonu tekniği ile elde edilmiştir. Anason uçucu yağındaki aroma maddeleri GC-MS ve GC-FID ile saptanmıştır. Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumlarının uçucu yağ oranları %1.6-3.7 arasında değişim göstermiştir. Farklı 9 yöreye ait anason tohumu uçucu yağında toplamda 85 farklı aroma bileşeni tanımlanmıştır. Sayısal olarak en fazla aroma bileşeni tespit edilen örnekte 65 farklı aroma bileşeni, sayısal olarak en az aroma bileşeni tespit edilen örnekte ise 55 farklı aroma bileşeni tanımlanmıştır. Aroma bileşenlerinin toplam miktarı Burdur/Gölhisar ve Denizli/Çal örneklerinde en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Anason uçucu yağında miktar olarak en önemli bileşenler *trans*-anetol, estragol, *γ*-himakalen, *p*-anisaldehit ve zingiberen olmuştur. Uçucu yağ oranı ve aroma bileşenlerinin miktarları anason tohumlarının yetiştirildiği yörelere göre farklılık göstermiştir. Bu farklılıklar duyusal analizlerle de doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anason (*Pimpinella anisum* L.), su buharı distilasyonu, uçucu yağ, aroma bileşikleri, GC-MS, SBSE, GC-FID

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECT OF CULTIVATION LOCATION ON ESSENTIAL OIL AND AROMA COMPOSITION OF ANISEEDS (*Pimpinella anisum* L.)

Koray ÖZCAN

CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
Year: 2021, Pages:98
Jury : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Prof. Dr. Haşim KELEBEK

In this study, essential oil content and aroma composition differences of aniseeds (*Pimpinella anisum* L.) grown in 9 different cultivation locations (Denizli/Çal, Denizli/Çameli, Burdur/Yeşilova, Burdur/Tefenni, Burdur/Çavdır, Burdur/Gölhisar, Konya/Yunak, Afyonkarahisar/Sandıklı and Antalya/Elmalı) in Turkey have been investigated. Hydro-distillation was used to obtain essential oil from the aniseeds. GC-MS and GC-FID were used for identification and quantification of volatile compounds from essential oil, respectively. The essential oil content of aniseeds grown in different cultivation locations varied between 1.6-3.7%. A total of 85 different aroma components were identified in the essential oil of aniseed samples from 9 different cultivation locations. Between 55 and 65 different aroma components were detected per sample. The total amount of aroma components were determined at the highest level in Burdur/Gölhisar and Denizli/Çal samples. The most abundant compounds in aniseed essential oil were *trans*-anethole, estragole, *ɣ*-himachalene, *p*-anisaldehyde and zingiberene. Essential oil content and amount of aroma compounds differ according to the cultivation location. These differences have also been confirmed by sensory analysis.

Key Words : Aniseed (*Pimpinella anisum* L.), hydro-distillation, essential oil, aroma compounds, GC-MS, SBSE, GC-FID

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'de 9 farklı yörede yetiştirilen anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarının, uçucu yağ oranı ve aroma bileşimi farklılıkları toprak ve iklim özellikleri de göz önünde bulundurularak araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan anason tohumları Denizli/Çal, Denizli/Çameli, Burdur/Yeşilova, Burdur/Tefenni, Burdur/Çavdır, Burdur/Gölhisar, Konya/Yunak, Afyonkarahisar/Sandıklı ve Antalya/Elmalı yörelerinde yetiştirilmiştir.

Anason tohumundan uçucu yağ, su buharı distilasyonu yöntemiyle elde edilmiştir. Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumlarının uçucu yağ oranları %1.6-3.7 arasında değişim göstermiştir. Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumlarının uçucu yağ oranları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük uçucu yağ oranı %1.6 olarak A7 kodlu örnekte (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü), en yüksek uçucu yağ oranı ise %3.7 olarak A6 kodlu örnekte (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) bulunmuştur.

Anason uçucu yağı aroma maddeleri GC-MS ve GC-FID cihazları ile tanımlanmış ve miktarları belirlenmiştir. Farklı 9 yörenin anason tohumu numunesinin uçucu yağında toplamda 85 farklı aroma bileşeni tanımlanmıştır. Sayısal olarak en fazla aroma bileşeni tespit edilen örnekler; 65 farklı aroma bileşeni ile A8 (Afyonkarahisar/Sandıklı/Kusura Köyü/Beştepe mevkii) ve A9 (Antalya/Elmalı/Tekke Köyü) örnekleri, sayısal olarak en az aroma bileşeni tespit edilen örnek ise 55 farklı aroma bileşeni ile A2 (Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii) olmuştur.

Toplam aroma bileşenlerinin miktarı 1.67-3.84 g/100g arasında değişmiştir. Aroma bileşenlerinin toplam miktarı A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde en yüksek düzeyde bulunmuş olup (3841313 µg/100g), A7 (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) örneğinde ise en düşük düzeyde (1665845 µg/100g) tespit edilmiştir. Tanımlanan aroma bileşenleri arasında en yüksek miktarda bulunan bileşenler fenilpropanoid grubuna

dahil olan *trans*-anetol, estragol, *p*-anisaldehit ve seskiterpen grubuna dahil *γ*-himakalen ve zingiberen olmuştur.

Anason tohumu örneklerinde *trans*-anetol bileşeninin oranı %86.5-91.0 arasında değişmektedir. *Trans*-anetol miktarı en fazla A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde 3495861 µg/100g, en az ise A7 (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) örneğinde 1482466 µg/100g tespit edilmiştir.

Anason tohumu örneklerinde estragol bileşeninin oranı %1.5-2.6 arasında değişmektedir. Estragol miktarı en fazla A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde 77606 µg/100g, en az ise A3 (Burdur/Yeşilova/Taşpınar Köyü) örneğinde 33939 µg/100g tespit edilmiştir.

Anason tohumu örneklerinde *p*-anisaldehit bileşeninin oranı %0.9-1.4 arasında değişmektedir. Bu bileşenin miktarı en fazla A1 (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii) örneğinde 33112 µg/100g, en az ise A9 (Antalya/Elmalı/Tekke Köyü) örneğinde 20954 µg/100g tespit edilmiştir.

Anason tohumu örneklerinde *γ*-himakalen bileşeninin oranı %1.8-3.0 arasında değişmektedir. Bu bileşenin miktarı en fazla A2 (Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii) örneğinde 82623 µg/100g, en az ise A7 (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) örneğinde 42469 µg/100g tespit edilmiştir.

Anason tohumu örneklerinde zingiberen bileşeninin oranı %0.4-1.7 arasında değişmektedir. Bu bileşenin miktarı en fazla A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde 50499 µg/100g, en az ise A1 (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii) örneğinde 12476 µg/100g tespit edilmiştir.

Anason tohumlarının duyusal değerlendirmesinde uygulanan aroma profil analizi sonuçlarına göre anason, baharatımsı, tatlımsı, bitkisel/otsu, mentol/yeşil/ferah, çiçeksi, damla sakızı, meyvemsi, çam/ferah/reçine, kompleks, aroma yoğunluğu, genel izlenim tanımlayıcıları bakımından örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Pearson korelasyon matrisinde;

anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile aroma profil analizi sonuçlarındaki renk, anason, tatlımsı, mentol/yeşil/ferah, çiçeksi, damla sakızı, meyvemsi, çam/ferah/reçine, kompleks, aroma yoğunluğu, genel izlenim tanımlayıcılarının pozitif yönde yüksek korele olduğu, bitkisel/otsu ve topraksı tanımlayıcılarının negatif yönde yüksek korele olduğu görülmüştür.

Temel Bileşen Analizine göre F1 bileşeni %88.54, F2 bileşeni ise %6.56 oranında toplamda %95.10 olacak şekilde varyansı açıklamıştır. Uçucu yağ oranı (%) diğer örneklere göre yüksek olan ve ortak özellik olarak Denizli ve Burdur'da yetiştirilen A1, A2, A4, A6 örneklerinin bir grup oluşturduğu görülmüştür. Bu örnekler rezene, bitkisel/otsu, topraksı tanımlayıcıları ile negatif korelasyon oluştururken, çiçeksi, meyvemsi, anason, damla sakızı, çam/ferah reçine gibi tanımlayıcılarla pozitif korelasyon oluşturmuşlardır. Konya ve Afyonkarahisar'da yetiştirilen A7, A8 kodlu örneklerin ise bitkisel/otsu, topraksı tanımlayıcılar ile pozitif korele olduğu görülmüştür. A3, A9, A5 nolu Burdur ve Antalya örneklerinin ise ayrı bir grup oluşturduğu görülmüştür.

Anason tohumlarının yetiştirme ortamı iklim özelliklerinin, anason tohumlarının uçucu yağ oranı üzerine etkisi, tanımlı meteoroloji istasyonlarından anason bitkisinin ekim, vejetatif büyüme, çiçeklenme, meyve oluşumu, olgunlaşma ve hasat evreleri için alınan ortalama nem (%), ortalama sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) miktarı verileri ile birlikte değerlendirilmiştir. Vejetatif büyüme evresinde ve çiçeklenme evresinde ortalama sıcaklığın (°C), anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile negatif yönde yüksek korele olduğu görülmüştür. Meyve oluşumu evresinde toplam yağış (mm) miktarının, anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile pozitif yönde yüksek korele olduğu görülmüştür.

Anason tohumlarının yetiştiği toprak özelliklerinin, anason tohumlarının uçucu yağ oranı üzerine etkisi, yetiştirme ortamı toprak örneklerinin analiz sonuçları (Kalsiyum (Ca) mg/kg, Magnezyum (Mg) mg/kg, Organik Madde %, Bünye % Kil, Bünye % Kum, Bünye % Silt, Mangan (Mn) mg/kg, Demir (Fe) mg/kg, Bakır (Cu) mg/kg, Çinko (Zn) mg/kg, Forfor (P) mg/kg, Potasyum (K)

mg/kg, Toplam Azot (N) %, Tuz Oranı %) ile birlikte değerlendirilmiştir. Toprağın Bünye % Silt oranının anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile pozitif yönde yüksek korele olduğu görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Öncelikle, yüksek lisans eğitimim, araştırmalarım ve tezimin yazımı süresince hiç bitmeyen destekleriyle verdikleri ilham ve cesaret için sayın Duygu BEYPINAR, Richard BEDFORD ve Kürşat APAN' a en derin şükranlarımı sunarım.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca, araştırmalarım ve tezimin yazımı süresince bana yol gösterici ve rol model olan danışmanım sayın Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU' na teşekkürlerimi sunarım.

Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren sayın hocalarım Prof. Dr. Serkan SELLİ ve Prof. Dr. Haşim KELEBEK' e, tezimin çeşitli aşamalarında yardımcı olan sayın Dr. Öğr. Üyesi Merve DARICI, Dr. Başar ÖZCAN, Burcu YAVUZ, Yasemin KÖSE ve Akif CANMAYA' ya, örneklerin yetiştirilmesi ve temin edilmesi sürecinde destek veren sayın Mehmet BALBAKAN ve Hakan ALPASLAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tüm hayatım boyunca maddî, manevî büyük fedakarlıklar yaparak bana destek veren anneme, babama ve çalışma süresince her zaman yanımda olan eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hazırladığım bu tez ile rakı kültürü okyanusuna bir damla katkıda bulunabildiysem ne mutlu bana…

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ XII
ŞEKİLLER DİZİNİ XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR XVI
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 11
3. MATERYAL VE METOD 27
3.1. Materyal 27
3.1.1. Hammadde 27
3.1.2. Yetiştirme Ortamı İklim Özellikleri 27
3.1.3. Yetiştirme Ortamı Toprak Özellikleri 29
3.1.4. Analizlerde Kullanılan Standartlar 30
3.1.5. Analizlerde Kullanılan Araç ve Gereçler 31
3.1.6. Kimyasal Maddeler 31
3.2. Metod 32
3.2.1. Nem İçeriği Analizi 32
3.2.2. Su Buharı Distilasyonu ile Uçucu Yağ Analizi 32
3.2.3. Aroma Bileşenlerinin Analizi 34
3.2.3.1. Aroma Bileşenlerinin GC-MS ve GC-FID ile Analizleri 34
3.2.3.1.(1). Minör Aroma Bileşenlerinin GC-MS ile Analizleri 34
3.2.3.1.(2). Majör Aroma Bileşenlerinin GC-FID ile Analizleri 36

3.2.3.2. Hesaplama 37
3.2.3.3. Minör Aroma Bileşenlerinin GC-MS Analizi Metod Validasyonu 37
3.2.3.3.(1). Standart Çözeltilerin Hazırlanması 37
3.2.3.3.(2). Doğrusallık (Linearity) 38
3.2.3.3.(3). Kesinlik (Precision) 39
3.2.3.3.(4). Geri Kazanım (Accuracy/Recovery) 39
3.2.3.3.(5). Tespit Limiti (LOD), Tayin Limiti (LOQ), Test Aralığı 40
3.2.3.3.(6). Spesifiklik (Specificity) 40
3.2.3.3.(7). Metod Validasyonu Sonuçları 40
3.2.3.4. Majör Aroma Bileşenlerinin GC-FID Analizi Metod Validasyonu 41
3.2.3.4.(1). Standart Çözeltilerin Hazırlanması 41
3.2.3.4.(2). Doğrusallık (Linearity) 43
3.2.3.4.(3). Kesinlik (Precision) 43
3.2.3.4.(4). Geri Kazanım (Accuracy/Recovery) 44
3.2.3.4.(5). Tespit Limiti (LOD), Tayin Limiti (LOQ), Test Aralığı 44
3.2.3.4.(6). Spesifiklik (Specificity) 45
3.2.3.4.(7). Metod Validasyonu Sonuçları 45
3.2.4. Anason Tohumları Duyusal Analizi 46
3.2.5. İstatistiksel Analiz 48
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 49
4.1. Anason Tohumlarının Nem İçeriği 49
4.2. Yetiştirme Yöresinin Anason Tohumunun Uçucu Yağ Oranı Üzerine Etkisi 50
4.3. Yetiştirme Ortamı İklim Özelliklerinin Anason Tohumunun Uçucu Yağ Oranı Üzerine Etkisi 52

4.4. Yetiştirme Ortamı Toprak Özelliklerinin Anason Tohumunun Uçucu Yağ Oranı Üzerine Etkisi 53
4.5. Yetiştirme Yöresinin Anason Tohumunun Aroma Bileşimi Üzerine Etkisi 54
4.6. Yetiştirme Yöresinin Anason Tohumunun Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi 65
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 73
KAYNAKLAR 79
ÖZGEÇMİŞ 93
EKLER 94

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 1.1. Türkiye'de 2004-2020 yılları arasında anason bitkisi ekim alanları, toplam üretim miktarları ve verimi 3
Çizelge 1.2. Türkiye'de 2004-2020 yılları arasında anason bitkisinin ortalama üretim miktarlarının il bazında dağılımı 4
Çizelge 3.1. Anason tohumu örneklerinin özellikleri 27
Çizelge 3.2. Araştırmanın yapıldığı alanlar bazında 2019 yılına ait iklim verileri 28
Çizelge 3.3. Verilerin alındığı meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler 29
Çizelge 3.4. Toprak analizi sonuçları 30
Çizelge 3.5. Standartların özellikleri 31
Çizelge 3.6. Hazırlanan standart çözeltilerin konsantrasyonları 38
Çizelge 3.7. Pearson korelasyon katsayısı (R^2), doğrusal kalibrasyon grafiği, test aralığı, tespit limiti (LOD), tayin limiti (LOQ) 40
Çizelge 3.8. RSD, % tekrarlanabilirlik, RSD, % tekrar üretilebilirlik, geri kazanım, %, cevap faktörü (RF) 41
Çizelge 3.9. Doğrusallık için hazırlanan kalibrasyon çözeltilerin konsantrasyonları 42
Çizelge 3.10. Kesinlik ve geri kazanım için hazırlanan standart çözeltilerin konsantrasyonları 42
Çizelge 3.11. Tespit limiti ve tayin limiti için hazırlanan standart çözeltilerin konsantrasyonları 43
Çizelge 3.12. Pearson korelasyon katsayısı (R^2), doğrusal kalibrasyon grafiği, test aralığı, tespit limiti (LOD), tayin limiti (LOQ) 45
Çizelge 3.13. RSD, % tekrarlanabilirlik, RSD, % tekrar üretilebilirlik, geri kazanım, %, cevap faktörü (RF) 45
Çizelge 3.14. *Pimpinella anisum* L. tohumunun aroma profilinin belirlenmesinde kullanılan tanımlayıcılar ve referans maddeler 46

Çizelge 4.1. Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumu numunelerinin nem içerikleri 49
Çizelge 4.2. Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumu numunelerinin uçucu yağ oranları 50
Çizelge 4.3. Anason tohumlarında belirlenen aroma bileşenleri ve miktarları 55
Çizelge 4.4. Farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının aroma profil analizi sonuçları 66
Çizelge 4.5. Farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının aroma profil analizi sonuçları ve uçucu yağ oranı pearson korelasyon matrisi 68

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Anason (*Pimpinella anisum* L.) bitkisi ve tohumu 1
Şekil 3.1. Su buharı distilasyon cihazı 33
Şekil 3.2. Aroma profil analizi formu 47
Şekil 4.1. *Trans*-anetol, estragol, *p*-anisaldehit, *γ*-himakalen ve zingiberen bileşiklerinin kimyasal yapıları 60
Şekil 4.2. Farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının duyusal analiz sonuçlarına ait Temel Bileşen Analizi (PCA) grafiği 69
Şekil 4.3. Farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının duyusal analiz sonuçlarına ait dendrogram grafiği 71

SİMGELER VE KISALTMALAR

GC	: Gaz Kromatografisi
GC-FID	: Gaz Kromatografisi - Alev İyonlaşma Dedektörü
GC-MS	: Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
HS-SPME	: Tepe Boşluğu Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
HS-SPTE	: Tepe Boşluğu Katı Faz Tuzak Ekstraksiyon
SFE	: Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu
SPME	: Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
SBSE	: Karıştırıcı Çubuk Emici Ekstraksiyon

1. GİRİŞ

Türkiye, tarımsal üretim açısından sahip olduğu bitki türlerinin zenginliği ve iklim yapısı bakımından dünyada önemli bir konuma sahiptir, ayrıca ülkemiz *Umbelliferae* (*Apiaceae*) familyasına ait türler bakımından da çok zengin bir biyoçeşitlilik göstermektedir. *Umbelliferae (Apiaceae)* familyasının önemli bir üyesi olan anason Türkiye'de uzun yıllardır yetiştirilen tek yıllık kıymetli bir bitkidir (Aydın ve ark., 2014). Beyaz çiçekli ve tek yıllık otsu bir bitki olan anasonun (*Pimpinella anisum* L.) çiçekleri şemsiye biçimindedir, meyveleri (tohumları) 3-6 mm uzunlukta ve 1-3 mm genişliktedir, kısa saplıdır, gri-yeşil ya da yeşilimsi-sarı renklidir ve üzeri tüylüdür (Orav ve ark., 2008). Türkiye'de *Pimpinella* cinsine ait 25 tür (35 takson) bulunmaktadır. Bu taksonlardan 8 adedi Türkiye'ye endemiktir (Güner ve ark., 2012). Anason meyvesi anason tohumu olarak da adlandırılmaktadır (Arslan ve ark., 2004; Gülçin ve ark., 2003). Şekil 1.1'de anason bitkisi ve tohumunun fotoğrafları verilmiştir.



Şekil 1.1. Anason (*Pimpinella anisum* L.) bitkisi ve tohumu

Anason bitkisi 30-70 cm boylanabilir ve zayıf kazık köklere sahiptir. Anason bitkisinde 3 farklı yaprak çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan alt yapraklar uzun saplı, şekilleri yuvarlağa yakın kalp biçimindedir, kenarları dişlidir. Orta yapraklar üç veya beş parçalıdırlar ve alta doğru gittikçe daralırlar. Üst yapraklar ise kısa saplıdır, mızrak şekline benzer üç parçalıdır. Bitkide dallanma toprak üstünün son üçte birinde bulunmaktadır, altında bulunmamaktadır. Dalların ucunda şemsiye biçiminde beyaz çiçek kümeleri bulunmaktadır. Her bir çiçek kümesinde 8-15 adet dalcık vardır. Anason bitkisi çiçeklerinde beyaz renkli 5 taç yaprak, 5 çanak yaprak, 1 dişi organ, 5 erkek organ bulunmaktadır. Türkiye'nin coğrafi konumundan dolayı anason tıbbi, aromatik ve baharat bitkisi olarak önemli bir yetiştirme alanına sahiptir (Baytop,1984). Kökeni Yunanca "aniemi" sözcüğünden gelmektedir, Yunancada "anison", Arapçada "anysum" aynı anlama gelir (Madaus, 1979). *Pimpinella anisum* L. Türkiye'de anason isminin yanında enison, mesirotu, raziyanei-rumi isimleriyle de anılır (Baytop, 1999).

Anasonun botanik sınıflandırması aşağıda verilmiştir.

Bölüm	*Spermatophyta*
Altbölüm	*Angiospermae*
Sınıf	*Magnoliopsida*
Altsınıf	*Rosidae*
Takım	*Apiales*
Familya	*Apiaceae (Umbelliferae)*
Cins	*Pimpinella*
Tür	*Pimpinella anisum* L.

(Tanker ve ark., 2004)

Anasonun kökeninin Orta Doğu olduğu ve antik Mısır döneminden beri üretildiği bilinmektedir. Dünyada Türkiye dışında anason üretimi yapan önemli ülkelerden bazıları Hindistan, Meksika, Mısır, İtalya, İspanya, Suriye, Fransa, Almanya, Rusya, Bulgaristan ve Tunus'tur (Arslan ve ark., 2004). Dünyada anasonun en tanınmış tipleri ise İtalyan, İspanyol, Alman ve Rus anasonları,

ülkemizde ise Çeşme ve Burdur anasonlarıdır (Ceylan, 1987). İhraç ettiğimiz ürünler arasında anason tohumu da yer almaktadır, anason bu sebeple Türkiye için ekonomik değeri olan bir bitkidir (Tanker ve İzgü, 1988; Doğan ve ark., 2015). Çizelge 1.1.'de Türkiye'de 2004-2020 yılları arasında anason bitkisinin ekim alanları, toplam üretim miktarları ve verimi verilmiştir.

Ülkemiz için büyük ekonomik öneme sahip olan anasonun, ülkemizde üretiminin halen istenilen seviyelere ulaşamamasının nedenleri arasında, kaliteli ve verimli sertifikalı tohumlukların geliştirilememesi, üretimin genelde küçük aile işletmeciliği şeklinde yapılması, üretim tekniği, gübreleme ve zirai mücadele gibi konularda yeterli bilgiye sahip olunamaması, anason fiyatlarının ve karlılığın yıllara göre farklılık göstermesi sayılabilir (Bayram ve ark., 2010).

Çizelge 1.1. Türkiye'de 2004-2020 yılları arasında anason bitkisi ekim alanları, toplam üretim miktarları ve verimi (Anonim, 2020)

Yıl	Alan (Dekar)	Üretim (Ton)	Verim (kg/Dekar)
2004	175300	11000	63
2005	165000	9500	58
2006	126542	8479	67
2007	122906	8006	65
2008	118799	8594	72
2009	119177	9472	79
2010	186450	13992	75
2011	211542	14879	70
2012	194430	11023	57
2013	152431	10046	66
2014	140506	9309	66
2015	138118	9050	66
2016	136552	9491	70
2017	121833	8418	69
2018	124455	8664	70
2019*	239171*	17589*	74*
2020	155317	10716	69

Kaynak: TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu kayıtlarından), *: TÜİK kayıtlarında belirtilen şekli ile alınmıştır, değerlendirilmesi gereklidir.

Ülkemizde başta Burdur olmak üzere Denizli, Uşak, Antalya, Muğla, İzmir, Afyonkarahisar, Bursa, Balıkesir illerinde anason üretimi yapılmaktadır. Burdur ili yılda yaklaşık beş bin ton anason üretimi ile Türkiye anason üretiminin yarısına yakınını gerçekleştirmektedir. Burdur ilinde özellikle Yeşilova, Tefenni, Karamanlı ve Gölhisar'da yoğun olarak tarımı yapılmaktadır (Baydar, 2016). Anason üretiminin ağırlıklı olarak Göller Yöresi ve Batı Anadolu Bölümü'nde yapılmasının sebepleri arasında iklim etkisi ve anason tarım kültürünün benimsenmesi yer almaktadır (Çetin, 2007). Çizelge 1.2.'de Türkiye'de 2004-2020 yılları arasında anason bitkisinin ortalama üretim miktarlarının il bazında dağılımı verilmiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye'de 2004-2020 yılları arasında anason bitkisinin ortalama üretim miktarlarının il bazında dağılımı (Anonim, 2020)

İl	Üretim (Ton)
Burdur	4431
Denizli	2276
Antalya	953
Muğla	794
Afyonkarahisar	587
Konya	531
Bursa	323
Ankara	203
Balıkesir	187
Uşak	112
Eskişehir	62
İzmir	13

Kaynak: TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu kayıtlarından)

Anason uçucu yağ içeren bir bitkidir. Uçucu yağ, bitkilerin meyve, tohum, kabuk, yaprak, kök gibi kısımlarından elde edilir. Uçucu yağ, bulunduğu bitkiye özgü kuvvetli bir kokuya sahiptir, oda sıcaklığında genellikle sıvı haldedir fakat kristalleşebilir. Genellikle renksiz veya açık sarı renkli, uçucu özellikte, çok sayıda

bileşenden oluşmuş doğal bir üründür. Uçucu yağ, bitkilerin salgı sistemleri olan salgı tüyleri, salgı hücreleri, salgı kanalları ve salgı ceplerinde oluşan ikincil metabolitlerdir. Yapraklarında bulunan salgı tüylerinde salgılananlara örnek olarak *Labiatae* türlerinden kekik, lavanta, fesleğen, nane; meyvelerinde (tohumlarında) bulunan salgı kanallarında salgılananlara örnek olarak *Umbelliferae* türlerinden anason, kimyon, rezene ve kişniş; kabuklarında bulunan salgı ceplerinde salgılananlara örnek olarak *Citrus* türlerinden portakal, limon; gövde kabuklarında bulunan reçine kanallarında salgılananlara örnek ise *Pinus* türlerinden karaçam ve sarıçam verilebilir. Bitkilerin bu salgıyı hangi amaçla ürettiği tam olarak bilinmemektedir fakat kötü kokulu uçucu yağların, bulundukları bitkileri hastalıklara, haşerelere ve kendileri için zararlı hayvanlara karşı koruduğu bilinmektedir. Ayrıca güzel ve hoş kokulu uçucu yağların ise başta bal arıları olmak üzere pek çok böceği çekerek tozlaşmaya yardımcı olduğu bilinmektedir. Diğer taraftan uçucu yağların büyük bir kısmının bakterilere, mantarlara ve virüslere karşı etkili olduğu bilinmektedir. Buna örnek olarak antibakteriyel etkisi bakımından kekik uçucu yağı, antiviral etkisi bakımından okaliptüs uçucu yağı, antioksidan etkisi bakımından biberiye uçucu yağı verilebilir. Sıcak iklim bölgelerinde yetişen bitkiler ise uçucu yağların buharlaşma özellikleri sayesinde sıcaktan korunurlar, buharlaşma sırasında bitkinin sıcaklığı azalır ve serinlik etkisi oluşur. Bu sebeple sıcak iklim bölgelerinde serin iklim bölgelerine göre daha fazla uçucu yağ bitkisinin bulunduğu düşünülmektedir (Baydar, 2007; Fırıncıahmetoğlu, 2010). Uçucu yağların kimyasal bileşimi oldukça karmaşıktır, uçucu yağlar sabit yağlardan farklıdırlar. Uçucu yağların yapılarındaki en büyük grup terpenlerdir. Bunun yanında aromatik bileşikler, düz zincirli hidrokarbonlar, azot ve kükürt içeren maddeler de uçucu yağlarda bulunur. Terpenlerin oksitlenmesi ile meydana gelen oksijenli türevleri tat ve koku açısından önemli bileşiklerdir (Kılıç, 2008). Uçucu yağların kimyasal bileşimi ve uçucu yağların miktarı iklim, mevsim, hasat zamanı, coğrafi koşullar ve depolama gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Evren ve Tekgüler, 2011; Bakır ve Özmen, 2012). Anason

iklim olarak daha çok sıcak ve düzenli yağışı olan bölgeleri sever, hızlı gelişen hava değişimlerinden olumsuz yönde etkilenir, yağış ya da kuraklık nedeniyle meyve rengi kahverengiye ve daha koyu renklere dönüşebilir. Bu değişim tohum kalitesini etkilemektedir (Satıbeşe ve ark., 1994; Doğan, 2018).

Anason tohumları genellikle eczacılık, kozmetik ve gıda sanayiinde kullanılmaktadır. İştah açıcı, hazmı kolaylaştırıcı, şişkinlik giderici ve ağrı dindirici özelliklerinin olduğu bilinmektedir. Anason tohumu fırıncılık ürünlerinde de baharat olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de rakı üretiminde, diğer ülkelerde ise ouzo, anisette, sambuca gibi alkollü içkilerin üretiminde aroma verme özelliğinden dolayı kullanılmaktadır (Samojlik ve ark., 2012; Gülçin ve ark., 2003). Anason eczacılık ve tıpta; anne sütü arttırıcı, ağrı dindirici, uyku getirici, solunum kolaylaştırıcı, mide bulantısı önleyici, vücut ısısını arttırıcı olarak da kullanılmaktadır, bunların yanında hazımsızlık tedavisinde, bronşit tedavisinde, öksürük ilaçlarında, pastil yapımında da kullanılmaktadır (Başer ve ark., 2003). Anason gibi tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağlar ilaç, gıda, kozmetik sanayi gibi çok çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Albayrak ve ark., 2011). Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkilerin ve uçucu yağlarının elde edilip değerlendirilmesi hem bilimsel hem de ekonomik yönden oldukça önemlidir (Çelik ve Yuvalı-Çelik, 2007). Anasonun uçucu yağı tıp ve eczacılıkta gaz giderici, antibakteriyel, balgam söktürücü etkilerden dolayı da kullanılmaktadır. Anason uçucu yağı ayrıca ilaç ve kozmetiklerin kötü kokularını maskelemek ve hoş kokular vermek için parfümlerde, sabunlarda, deterjanlarda, kremlerde ve losyonlarda kullanılmaktadır. Anason uçucu yağı ayrıca, diş macunu ve diş temizleme tozlarının yapımında, bunların tatlandırılmasında kullanılır (Başer 1997). Halk hekimliğinde ise anason uçucu yağı süt artırıcı, idrar söktürücü ve terletici özelliğinden dolayı kullanılır. Bunun yanında güve ve uyuza karşı da kullanılır (Ceylan 1987, Arslan ve ark. 2000). Ayrıca, kırmızı örümcek, yaprak bitleri, beyaz sinekler, depo zararlıları gibi tarımsal üretim sırasında oluşan hastalık

ve zararlılara karşı da anason bitkisin kullanılmaktadır (Baydar, 2016; Doğan, 2018).

Aromatik bitkilerden uçucu yağ elde etmek için kullanılan yöntemlerden bazıları; su distilasyonu (hidro-distilasyon), buhar distilasyonu, çözgen ekstraksiyonu, süperkritik sıvı ekstraksiyonu (SFE), sıkıştırılmış çözgen ekstraksiyonu, katı-faz mikro ekstraksiyon (SPME)'dur. Uçucu yağlar, aromatik bitkilerden genellikle distilasyon yöntemleri ile elde edilirler. Kullanılması gereken distilasyon yöntemine uçucu yağ miktarı ve bileşenlerine göre karar verilir (Kılıç, 2008; Msaada ve ark., 2012). Uçucu yağ bileşenleri gaz kromatografisi (GC) ve kütle spektometresi (MS) ile belirlenebilmektedir (Diaz-Maroto ve ark., 2005).

Anason bitkisinin kullanılan kısımları tohumlarıdır, bu kapsamda tohumlarındaki uçucu yağ önemlidir. Anason tohumlarının bileşiminde %1,5-5,0 uçucu yağ, %10-20 sabit yağ, yaklaşık %18 protein bulunmaktadır. Anason uçucu yağının en önemli bileşeni *trans*-anetol (%80-90)'dür (Akgül, 1993). *Trans*-anetol anasonun kendine özgü kokusunu veren bileşendir. Aynı zamanda tatlımsı tadın da kaynağı bu bileşendir. Anasona koku veren diğer bir madde de (metil kavikol) estragol'dür (Ceylan, 1997; Baydar 2016).

Anason uçucu yağ içeriği başlıca *trans*-anetol (%80-95), estragol (metil kavikol) (%1-2) bileşiklerinden oluşur. Bunun yanı sıra *cis*-anetol, limonen, linalol, α-terpineol, metil öjenol, anisaldehit, anisik asit ve anisil alkol, *p*-kresol, β-farnasen, α-kurkumen, γ-himakalen gibi bileşikler bulunmaktadır (Rodrigues ve ark., 2003; Besharati-Seidani ve ark., 2005; Arslan ve ark., 1999; Özgüven, 2001).

Anetol, *trans* ve *cis* olmak üzere iki izomere sahiptir, *cis* izomeri *trans* izomere göre daha toksiktir. *Trans*-anetol'ün *cis* izomerine göre daha stabil olduğu bilinmektedir. Doğal kaynaklarda *trans* formu ana bileşen olarak, *cis* formu ise iz miktarda bulunur. Bunun yanında uçucu yağın antioksidan özelliği, içerdiği yüzde *trans*-anetol miktarına bağlıdır. *Trans*-anetol kasları rahatlatıcı etki gösterir, düşük konsantrasyonlarda kullanıldığında tatlı bir aroma verir (Shin ve ark., 2007). *Trans*-anetol bir fenilpropanoid bileşiğidir, *trans*-anetol'ün erime noktası 21ºC,

kaynama noktası 235ºC, özgül ağırlığı 0.983-0.988 g/cm3'dir (15ºC'de). Oda sıcaklığında katı formdadır, kar beyazı şeklinde pulcuklar oluşturur. *Trans*-anetol uçucu yağdan soğutma ile izole edilebilir. *Trans*-anetol ışık ve hava ile karşılaştığında oksitlenerek anisaldehit bileşiğini oluşturur (Dağıstanlıoğlu ve ark., 2009). *Trans*-anetol baharatımsı ve karakteristik anason kokusunda olup şekerli bir tattadır (Fidan ve Anlı, 2002). *Trans*-anetol'ün algılanma eşik değeri 0.073 mg/L'dir ve bu konsantrasyonda şekerli, anason benzeri ve likörümsü tattadır (Burdock, 2002; Zeller ve Rychlik, 2007).

Estragol (metil kavikol) bileşiğinin ise kaynama noktası 215ºC, özgül ağırlığı 0.965 g/cm3 (21ºC) olup oda sıcaklığında sıvı formdadır. Estragol anason kokusuna sahiptir fakat anason tadında değildir (Fidan ve Şahin., 1993). Estragol, renksiz ve oda sıcaklığında sıvı bir bileşiktir. Anetol'den farklı bir tat profili vardır, fakat anasonu hatırlatan şekerli bir tattadır (Fidan ve Şahin, 1983; Burdock, 2002).

Trans-anetol ve estragol rakıda bulundukları miktarlar nedeniyle rakı kalitesinde etkisi olan bileşiklerdir (Cabaroglu ve Yilmaztekin, 2011). "Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği"ne göre rakının anason tohumundan gelen uçucu yağın anetol miktarı ürünün litresinde en az 800 miligram olmalıdır (Anonim, 2017). Yilmaztekin ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada rakıda anasondan kaynaklanan aroma maddeleri içerisinde en yüksek miktarda bulunan bileşikleri fenilpropanoid grubuna dahil olan *trans*-anetol (%86.47-94.19), valensen (%1.15-6.77), estragol (%2.66-5.46) ve *cis*-anetol (%0.72-2.33) olarak belirtmişlerdir.

Anason tohumunun kalitesi temel olarak anason tohumunun içerdiği uçucu yağ miktarı ve uçucu yağın bileşimine bağlı olarak tanımlanır. (Acimovic ve ark., 2014; Güneyli ve Karaçalı, 2002; Ullah ve Honermeier, 2013).

Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) metodu sulu matrislerden organik bileşiklerin ekstraksiyonu ve zenginleştirilmesi için solventsiz bir numune hazırlama yöntemi olarak 1999 yılında tanıtılmıştır. Bu yöntemin temelini emici ekstraksiyonu oluşturur, burada çözünen maddeler manyetik bir karıştırma çubuğu

üzerinde bir polimer kaplamaya ekstrakte edilir. Bu yöntemde Solid Phase Micro-Extraction (SPME) yöntemine kıyasla daha büyük bir miktar emici ekstraksiyon fazı kullanılır ve sonuç olarak çevre, gıda ve biyomedikal alanlarındaki analizlerde görüldüğü gibi son derece yüksek hassasiyetlerde sonuçlar elde edilebilir. Gıda analizlerinde bu yöntem üç kategori için kullanılmaktadır; minör bileşenlerin analizi (uçucular, katkı maddeleri, aroma bileşenleri), ürünlere koku veren eser bileşiklerin belirlenmesi (aldehitler, vb.) ve eser kirleticilerin (pestisitler) analizleri (David ve Sandra, 2007). Literatüre bakıldığında GC-MS Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) metodunun bira, şerbetçi otu, kahve, şarap, çay, rezene bitki çayı, tütün, viski, üzüm, ahududu gibi ürünlerin aroma bileşimi analizlerinde kullanılmasına rağmen, bu metodun anason tohumu uçucu yağı için daha önce kullanılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada minör aroma bileşenlerinin analizinde GC-MS Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) metodu kullanılmıştır. Bu yönüyle bu çalışma alanında yenilik içermektedir.

Bilindiği gibi anason (*Pimpinella anisum* L.) Türkiye'de farklı yörelerde yetiştirilmektedir. Yetiştirildiği yöreye göre anason tohumunun uçucu yağ miktarı ve aroma bileşiminde değişimler olduğu belirtilmektedir. Ancak bugüne kadar Türkiye'de yapılmış anasonun (*Pimpinella anisum* L.) yetiştirme yöresinin, anason tohumu uçucu yağı ve aroma bileşimi üzerine etkisiyle ilgili çok detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Anason tohumunun uçucu yağ miktarı ve aroma bileşimi, anason tohumunu hammadde olarak kullanan üretim sektörleri açısından çok önemli kalite kriterleridir. Uçucu yağ miktarı yüksek anason tohumlarının yetiştirilmesinin ekonomiye katkısı olumlu yönde olmaktadır. Ayrıca uçucu yağ miktarı ve aroma bileşimi farklılaşması, çok çeşitli tat profilleri oluşturduğundan anason tohumunu hammadde olarak kullanan sektörler açısından farklı aroma profilleri içeren geniş yelpazede ürün çeşitliliği oluşturulmasına katkı sağlayabilir. Bunun yanında birbirinden belirtilen bu özellikler bakımından ayrışan ve kendi yöresine has özellikleri bulunan anason tohumları için Coğrafi İşaret Tescil çalışmalarının yapılması, anason açısından yöreyi öne çıkaran, yöre ile özdeşleşmiş

diğer yörelere göre daha değerli ve kaliteli anason tohumlarının elde edilmesini sağlayacak ve kırsal kalkınmaya katkı yapacaktır.

Bu çalışma Türkiye'de farklı yörelerde yetiştirilen anason *(Pimpinella anisum* L.) tohumlarının, uçucu yağ miktarları ve aroma bileşimi farklılıklarını araştırmak amacıyla ele alınmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Baytop (1963), anason tohumunda yaptığı çalışmada su buharı distilasyonu ile elde ettiği uçucu yağın renksiz, kendine has karakteristik kokulu bir sıvı olduğunu bildirmiştir.

Kevseroğlu (1982), yaptığı çalışmada Çeşme, Denizli, Burdur, Balıkesir, Isparta, İspanya ve Mısır kökenli anason tohumlarının bazı özelliklerini araştırmıştır. Bu araştırmada, uçucu yağ oranının %2.17-2.83 arasında değişim gösterdiğini, aroma bileşenlerinden anetol oranının ise %73.7-85.2 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Tanker ve İzgü (1988), yaptıkları araştırmada İç Anadolu Bölgesinde yetişen *Pimpinella anisum* L. türleri üzerine farmasötik botanik yönünden bir çalışma yapmışlardır. Bu araştırmada, bitkilerin morfolojik olarak incelemesi yapılmış, bunun yanında ilgili alanlardan toplanan *Pimpinella* türlerinin tohumlarından su buharı distilasyonu cihazında uçucu yağ elde edilmiş, bu yağların kırılma indisleri, yoğunlukları, anetol yüzdeleri kontrol edilmiştir. Üzerinde çalışılan *Pimpinella* türlerinin tohumlarında uçucu yağ oranı %1.1-2.8 arasında tespit edilmiştir.

Hamed ve Abdel-Gawad (1990), anason tohumlarındaki uçucu yağ ve sabit yağ oranları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada anason tohumlarının uçucu yağı %2.63 olarak bildirilmiş, uçucu yağın ana bileşeni olan anetol ise uçucu yağın %89.52'si olarak belirtilmiştir ve anason tohumundaki sabit yağ ise %14.3 olarak bildirilmiştir.

Kaya (1990), anason tohumunda bazı kalite özelliklerini incelemek amacıyla bir araştırma yapmıştır. Bu araştırmada Çeşme, Gölhisar, Karaburun ve Urla kökenli anason tohumları kullanmıştır. Anason tohumlarının uçucu yağ oranları Çeşme %2.02, Karaburun %2.02, Urla %2.91, Gölhisar %1.82 olarak belirlenmiştir. Uçucu yağdaki anetol oranları ise Çeşme %97.11, Karaburun %96.84, Urla %95.84, Gölhisar %97.18 olarak bildirilmiştir.

Satıbeşe ve ark. (1994), Türkiye'nin değişik yörelerinde yetiştirilen anasonların kimyasal kompozisyonu ve bileşimi üzerine depolama süresinin etkisini inceledikleri bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu araştırmada Çeşme, Burdur, Tavşanlı ve Acıpayam kökenli anasonların uçucu yağ oranlarını sırasıyla %2.98, %2.45, %3.14 ve %2.66 olarak tespit etmişlerdir. *Trans*-anetol miktarının depolama süresince azaldığını, depolama başlangıcından 3, 6 ve 9 ay sonra en düşük miktarda azalmanın Çeşme ve Burdur anasonlarında, en yüksek miktarda azalmanın ise Acıpayam anasonlarında olduğunu bildirmişlerdir.

Kılıç (1996), Türkiye'de farklı yörelerden temin edilen anason tohumlarının biyolojik ve fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, anason tohumlarında uçucu yağ oranının %1.3-3.7 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Başer ve ark. (1999), yaptıkları araştırmada anason bitkisinin tohumlarından ve yaprak-kök karışımından uçucu yağ elde etmişlerdir ve bu yağları GC-MS yöntemi ile analiz etmişlerdir. Araştırmada, tohumdan elde edilen yağın içerisinde 9 farklı bileşen tespit etmişlerdir. Anetol ve metil kavikol (estragol) tohum ve bitkinin diğer kısımlarından elde edilen yağların ana bileşeni olarak saptanmıştır.

Bicchi ve ark. (2002), kavrulmuş kahvede GC-MS Stir-Bar Sorptive Extraction (SBSE) ve Solid-Phase Microextraction (SPME), Headspace Sorptive Extraction (HSSE) yöntemlerinin uygulanması üzerine bir çalışma yapmışlardır. HSSE ve SBSE yöntemlerinin daha yüksek geri kazanım sağladığı bildirilmiştir.

Güneyli ve Karaçalı (2002), depolama koşullarının anason tohumlarının kalitesine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışma üç farklı ortamda gerçekleştirilmiştir. Birinci ortamda; geleneksel olarak kurutulmuş anason tohumları Tekel-İzmir deposunda jüt çuvallar halinde (50-70 kg) üst üste istiflenmiş ve örnekler ilk olarak üst, alt ve kapı yanı çuvallarından alınmıştır. İkinci ortamda; küçük jüt torbalarda (3 kg) cam dolaplarda (hava hareketi olmayan, hava dolaşımlı, havalandırmalı) ve polietilen torbalarda oda koşullarında depolama

işlemi yapılmıştır. Üçüncü olarak ise; %3 oksijenli (azot veya karbondioksit veya ½ azot + ½ karbondioksit) ve havalı kavanozlarda oda sıcaklığı ve soğuk depo koşullarında tutularak inceleme yapılmıştır. En büyük değişimler Tekel deposu koşullarında gözlemlenmiştir. Burada istif üstü ve kapı yanı çuvallarındaki tohumlarda nem miktarı artmış, uçucu yağ miktarı ve uçucu yağdaki *trans*-anetol oranı düşmüştür. Tohumlarda zamanla matlaşma ve renk 'L' değerinde düşüş gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçlarında özellikle nemli havanın tohumlarda bozulmalara neden olduğu belirtilmiştir.

Omidbaigi ve ark. (2003), İran'da farklı hasat zamanlarında anason tohumu uçucu yağ oranı ve bileşimindeki değişimi belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada tohumların tam olgunlaşmadığı %26-28 nem içeriğine sahip olduğu dönem ve tam olgunlaşma dönemi örnekleri değerlendirilmiştir. Uçucu yağ oranının tohumların olgunlaşma öncesi dönemde %5.5, tam olgunlaşma döneminde ise %3.4 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Tohumlardan olgunlaşma öncesi dönemde 8 adet, tam olgunlaşma döneminde 11 adet uçucu yağ bileşeni tespit edilmiş ve ana bileşenler olarak tohumların olgunlaşma öncesi döneminde anetol (%90.35), estragol (%3.6), öjenil asetat (%3.34) tam olgunlaşma döneminde anetol (%80.7), öjenil asetat (%3.92), γ-himakalen (%3.52), estragol (%2.27) ve α-zingiberen (%1.9) bileşenleri tespit edilmiştir.

Arslan ve ark. (2004), Türkiye'de yetişen anason tohumu popülasyonlarının uçucu yağ miktarı ve bileşiminin değişimi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Farklı yörelerden toplanmış 29 adet anason tohumu örneği materyal olarak kullanılmıştır. Uçucu yağ miktarı su buharı distilasyonu yöntemi ile, uçucu yağ bileşimi gaz kromatografisi (GC) ile belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre anason popülasyonlarının uçucu yağ oranları %1.3-3.7 arasında değişim göstermiştir. En fazla uçucu yağ miktarları Balıkesir, Burdur, Denizli ve İzmir illerinden alınan numunelerden elde edilmiştir. Uçucu yağlardan elde edilen ana bileşen *trans*-anetol olup oranı %78.63-95.21 arasında değişim göstermiştir.

Belirlenen diğer önemli bileşenler estragol, *α*-terpineol ve linalol olarak belirtilmiştir.

İpek ve ark. (2004), Ankara koşullarında farklı ekim zamanlarında farklı anason popülasyonlarının tohum verimi ve bazı bitkisel özelliklere etkisini araştırmışlardır. Bu araştırmada mart ayının 1. ve 4. haftaları arasında Gölhisar, Karamanlı, Tefenni, Yeşilova anason popülasyonları ekimi yapılmıştır. Çalışma sonuçlarında, bitki boyunun 44.7-50.2 cm, meyve veriminin 48.5-81.8 kg/da, biyolojik verimin 190.3-352.7 kg/da, dal sayısının 5.61-7.20 adet/bitki, bin meyve ağırlığının 4.01-5.46 g ve uçucu yağ oranının % 2.09-3.11 arasında değiştiğini, en yüksek meyve veriminin Karamanlı ve Gölhisar popülasyonlarında olduğunu bildirmişlerdir.

Besharati-Seidani ve ark. (2005), İran'da yetiştirilen *Pimpinella anisum* tohumlarının uçucu yağ bileşenleri üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu araştırmada uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesinde tepe boşluğu-çözgen mikro ekstraksiyon (HSME) metodunu uygulamışlardır. Ekstraktın kimyasal bileşimi, piklerin alıkonma zamanları ve kütle spektrumlarına göre belirlenmiş, kantitatif analizler ise gaz kromatografisi-alev iyonizasyon dedektörü (GC-FID) ile yapılmıştır. Bu çalışmada anason tohumlarının ana bileşeni olan *trans*-anetol oranı %90 olarak belirlenmiştir.

Kishimoto ve ark. (2005), birada şerbetçiotu kaynaklı terpenoidlerin GC-MS'te Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) metodunu ile analizi ve sonuçlarının değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu metodun, düşük varyasyon katsayıları, yüksek doğruluk ve düşük algılama limiti sağladığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada aroma bileşimi şerbetçiotu çeşidine bağlı olduğundan, birada terpenoid içeriği ile duyusal analiz arasındaki ilişki de incelenmiştir.

Tabanca ve ark. (2006), Türkiye'nin farklı yörelerinden toplanan *Pimpinella* türlerinden elde edilen uçucu yağların gaz kromatografisi ve kütle spektrometrisi (GC-MS) analizi üzerine bir çalışma yapmışlardır. *Pimpinella anisum* tohumları Eskişehir ilinde bir aktardan temin edilmiştir. Tohumlardan

uçucu yağ, su buharı distilasyonu yöntemi uygulanarak elde edilmiştir ve uçucu yağ oranı %2.49 olarak belirtilmiştir. Uçucu yağ bileşenleri GC-MS cihazı ile belirlenmiş ve *Pimpinella anisum* uçucu yağında tespit edilen bileşenler arasında en fazla *trans*-anetol (%94.2) ve bunun yanında estragol (metil kavikol), *γ*-himakalen, *α*-zingiberen, valensen, *β*-bisabolen, *cis*-anetol, anisaldehit ve hekzadekanoik asit belirlenmiştir. Örnekler arasında önemli kalitatif ve kantitatif farklılıklar olduğunu belirlemişlerdir. *Pimpinella* uçucu yağlarındaki bileşenleri mono-, seski-, ve trinorseskiterpenoidler, propenil uçucu fenoller ve psödoizoöjenol olarak karakterize etmişler ve trinorseskiterpenoidleri ve fenilpropanoidleri analiz edilen *Pimpinella* türlerinin temel bileşeni olarak ifade etmişlerdir.

Shin ve ark. (2007), Gaz kromatografisi - kütle spektrometresi (GC-MS) ve tepe boşluğu - katı faz tutulma ekstraksiyonu (HS-SPTE) yöntemleri kullanılarak aroma bileşenleri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada anason tohumu, yıldız anason, dereotu tohumu, rezene tohumu ve anason aromalı bir likör örnek olarak kullanılmıştır. Örneklerden aroma bileşenleri HS-SPTE cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Aroma bileşenlerinin tanımlanması GC-MS cihazı kullanılarak yapılmıştır. Aroma bileşenlerinden *trans*-anetol, rezenede %78.07-88.58, anason tohumunda %81.55, yıldız anasonda %95.71, kavrulmuş yıldız anasonda %88.76 ve anasonlu likörde ise %94.12 oranlarında ana bileşen olarak belirlenmiştir. Kore ve Çin'de yetiştirilen rezene örnekleri *trans*-anetol, limonen, anisaldehit ve estragol içermektedir. Yıldız anasonda elde edilen aroma bileşenleri ise *trans*-anetol limonen, anisaldehit, karvon ve estragol olarak, anason tohumlarında bulunan aroma bileşenleri ise *trans*-anetol, anisaldehit ve estragol olarak belirlenmiştir. Dereotu diğer örneklerden farklı bir model göstermiştir, bu durumun apiol içeriğine bağlı olduğu bildirilmiştir.

Jurado ve ark. (2007), araştırmalarında anasonlu alkollü içkilerin uçucu bileşenlerini belirlemek amacıyla katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) yöntemini kullanmışlar ve GC-MS analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar pastis,

sambuca, anis ve rakı anasonlu içki örneklerini incelemişler ve bu 4 farklı örnekte 41 adet aroma bileşenini tanımlamışlardır. Bunlar içerisinde önemli olan *trans*-anetol oranının %41.22–98 arasında, *cis*-anetol oranının %0.77–18.65 arasında ve estragol oranının %0.1–17.96 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ayrıca anis ve rakıda γ-himakalen (%0–28.07) ve α-himakalen (%0–4.8) aroma bileşenlerini bulgulamışlardır.

Zeller ve Rychlik (2007), araştırmalarında yerel bir marketten temin ettikleri anason tohumlarının uçucu bileşiklerini sıvı-sıvı ekstraksiyon ve GC-MS analizleriyle belirlemişler ve belirlenen bileşiklerin koku aktiflik (OAV) değerlerini saptamışlardır. Tespit ettikleri bileşenler arasında *trans*-anetol, 2-izopropil-3-metoksipirazin ve anisaldehit'in sırasıyla en yüksek koku aktiflik değerlerine, buna karşın öjenol, *cis*-anetol, estragol ve linalolün düşük koku aktiflik değerlerine sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Orav ve ark. (2008), Avrupa ülkelerinden elde edilen *Pimpinella anisum* L. tohumlarının uçucu yağ bileşimi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Anason tohumlarından uçucu yağ, su buharı distilasyonu yöntemiyle elde edilmiştir. Bileşenler ise kapiler kolona sahip GC ve GC-MS cihazları ile tanımlanmıştır. Toplamda 21 bileşen belirlenmiş ve örnekler arasında önemli miktarda farklılıklar gözlenmiştir. Anason uçucu yağında ana bileşen *trans*-anetol (%76.9-93.7) ve diğer önemli bileşikler γ-himakalen (%0.4-8.2), *p*-anisaldehit (%5.4) ve estragol (%0.5-2.3) olarak belirlenmiştir. En fazla *trans*-anetol miktarı (>%90) Yunanistan, Macaristan, İskoçya, Litvanya, İtalya ve Almanya'dan elde edilen örneklerde belirlenmiştir. Estonya'dan elde edilen elde edilen örnekler ise γ-himakalen (%8.2) bakımından zengin olarak belirlenmiştir. Fransa'dan elde edilen örneklerin diğer örneklerle kıyaslandığında en yüksek oranda anisaldehit (%5.4) içerdiği gözlenmiştir. Yapılan çalışmada β-burbonen (%0-0.9) ve α-farnesen (%0-0.4) anason uçucu yağında ilk defa belirlendiği belirtilmiştir.

Leal ve ark. (2011), rezene (*Foeniculum vulgare*) ve anason (*Pimpinella anisum*) tohumlarında farklı yöntemlerle ekstraksiyon çalışması yapmışlardır. Bu

yöntemler soxhlet, ultrason, perkolasyon, santrifügasyon ve buhar distilasyonudur. Bu yöntemler ile elde edilen ekstraktlarda anetol miktarı ve bu yöntemlerin esktraksiyon kinetiği üzerine çalışma yapmışlardır. Ekstraktların kimyasal bileşimlerinin belirlenmesinde GC-FID kullanılmıştır. Flavonoid ve kumarinlerin belirlenmesinde ise ince tabaka kromatografisi kullanılmıştır. Bu analiz yöntemleri içinde soxhlet ekstraksiyonu ile her iki örnekte de en yüksek oranda verim sağlanmıştır, bu oranlar ise rezene için %16.8, anason için %23.3 olarak belirtilmiştir. Çözgen olarak etanol kullanılan ekstraksiyon yöntemleri içinde ise, en yüksek oranda anetol miktarı, rezenede 6.8 mg/g ve anasonda 143 mg/g olarak santrifügasyon yöntemi ile elde edilmiştir. Buhar distilasyonu ile düşük verim (%0.26) sağlamasına rağmen bu metot kullanılarak elde edilen anason uçucu yağında %68-98 oranında anetol elde edilmiştir. Bu sebeple hedeflenen bileşen anetol ise buhar distilasyon yönteminin iyi bir seçim olacağı belirtilmiştir.

Raffo ve ark. (2011), rezene bitki çaylarında estragol miktarının belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada GC-MS'te Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) metodunu kullanmışlardır. Estragol konsantrasyonlarının poşet çaylarda, paketlenmemiş çaylarda ve çözünür çaylarda farklı aralıklarda değiştiğini bildirmişlerdir.

Şanlı ve ark. (2012), Burdur'da yetiştirilen bazı *Umbelliferae* türlerinin uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada anason (*Pimpinella anisum* L.), rezene (*Foeniculum vulgare Mill.*), kişniş (*Coriandrum sativum* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.) ve dereotu (*Anethum graveolens*) türleri tohumları kullanılmıştır. Araştırmada 2010 yılı ürünleri materyal olarak kullanılmıştır. Tohumların uçucu yağ oranları Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazıyla belirlenmiştir. Uçucu yağ bileşenleri ise GC-MS cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma bulgularına göre, anason tohumunun %2.68, rezene tohumunun %2.74, dereotu tohumunun %3.02, kimyon tohumunun %1.82 ve kişniş tohumunun %0.32 oranında uçucu yağ içerdiği ve uçucu yağların ana bileşenlerinin sırası ile *trans*-anetol (%90.35), *trans*-anetol

(%85.27), karvon (%71.80), 2-caren-10-al (%50.02) ve linalol (%95.56) olduğu belirlenmiştir.

Kawaguchi ve ark. (2013), GC-MS'te Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) metodunun gıda analizlerinde kullanılması ile ilgili bir derleme çalışması yapmışlardır. SBSE metodu kullanılarak yapılan çalışma sayısının son yıllarda doğrusal olarak arttığını bildirmişlerdir.

Steyer ve ark. (2013), GC-MS'te Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) metodu ile Fransız şerbetçiotu çeşitleri ile yapılan biraların terpenoid bileşiminin karakterizasyonunu araştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. 'Aramis' çeşidinin, 'Strisselspalt' çeşidine benzer bir terpenoid profiline sahip olduğu, buna karşılık 'Bouclier' çeşidinin seskiterpenoid içeriğinin oldukça düşük olduğu, 'Triskel' çeşidinin ise özellikle linalol olmak üzere en yüksek monoterpenoid konsantrasyonununa sahip olduğu bildirilmiştir.

Haşimi ve ark. (2014), anason (*Pimpinella anisum* L.) ve kimyon (*Cuminum cyminum* L.) tohumlarının uçucu yağ bileşimi ile antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada anason ve kimyon bitkilerinin olgunlaşmış tohumları kullanılmıştır. Tohum uçucu yağları su buharı distilasyonu yöntemi kullanılarak elde edilmiş ve uçucu yağ bileşenlerinin tanımlanması gaz kromatografisi ve kütle spektrometresi (GS-MS) kullanılarak yapılmıştır. Uçucu yağların antimikrobiyal özellikleri disk difüzyon yöntemi ile çeşitli bakteri ve maya türleri kullanılarak, antioksidan özellikler ise DPPH yöntemiyle belirlenmiştir. Anason uçucu yağının esas bileşeni *trans*-anetol (%52.94) olarak belirlenmiştir, bunun yanında *iso*-anetol (%13.89), karyofillen oksit (%8.55) ve karyofillen (%4.29) tespit edilmiştir. Kimyon uçucu yağında ise *β*-pinen (%15.77), *α*-terpinen (%15.52), 1-fenil-1-butanol (%15.13) ve kuminik aldehit (%12.74) bulgulanmıştır. Anason uçucu yağının mikroorganizmalar üzerinde düşük, kimyon uçucu yağının ise orta derecede antimikrobiyal aktivite gösterdiği saptanmıştır.

Acimovic ve ark. (2014), Sırbistan'da farklı sezonlarda ve farklı yörelerde yetiştirilen anasonların tohum özellikleri ve uçucu yağ özelliklerine etki eden toprak, iklim ve yöre farklılıkları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Ilık iklimin soğuk ve sıcak iklim koşulları ile kıyaslandığında uçucu yağ miktarı üzerinde pozitif etkisinin olduğunu, kurak iklimin uçucu yağ miktarı üzerine negatif etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Kurak iklimde anason uçucu yağının içerisindeki *trans*-anetol yüzdesinin diğer iklimlere göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bunun stres koşullarında anason bitkisinin ikincil metabolitlerini daha fazla üretmesinden kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

Acimovic ve ark. (2015a), Sırbistan'da yetiştirilen anason tohumu (*Pimpinella anisum*) ve rezene tohumu (*Foeniculum vulgare*) uçucu yağlarının bileşimini incelemişlerdir. Araştırma sonunda, anason ve rezene olgun tohumlarından elde edilen uçucu yağ miktarları sırasıyla %3.91 ve %7.1 olarak belirtilmiştir. Anason tohumunun uçucu yağında 20 adet bileşen, rezene uçucu yağında ise 10 adet bileşen tanımlanmıştır. *Trans*-anetol her iki uçucu yağda da temel bileşen olarak tespit edilmiştir. Anason tohumu uçucu yağının bileşiminde *trans*-anetol (%96.8), *γ*-himakalen (%1.84) ve diğer bileşenler (<%1) belirlenmiş, rezene tohumunda ise *trans*-anetol (%83.43), limonen (%9.34), fençon (%4.58) ve estragol (%1.36) belirlenmiştir.

Acimovic ve ark. (2015b), anason tohumunun uçucu yağ miktarı ve bileşimi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Bu araştırmada hava koşulları, yöre ve gübrelemenin anason uçucu yağının bileşimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Anason tohumlarının ortalama uçucu yağ miktarı %3.91 olarak belirtilmiştir. Anason tohumlarının uçucu yağ miktarının hava koşulları ve yöreye bağlı olarak değiştiğini fakat farklı gübreleme sistemlerinin uçucu yağ miktarı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Anason tohumu uçucu yağında toplam 15 adet bileşen belirlenmiş ve *trans*-anetol temel bileşen (%94.78) olarak belirtilmiştir. İkinci önemli bileşen *γ*-himakalen (%2.53) olarak belirtilmiştir. Bu bileşenlerin miktarı sadece hava koşullarından etkilenirken, farklı bölgelerin ve farklı gübreleme

sistemlerinin bileşen miktarı üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Yağışın az olduğu yıl yetiştirilen anason tohumunda uçucu yağ miktarının diğer yıla göre önemli seviyede az olduğunu bildirmiştir. Hava koşullarına ek olarak yetiştirilen yörenin, metil kavikol, *α*-zingiberen, *α*-himakalen, *β*-bisabolen, *cis*-anetol ve epoksi-2-psödoöjenil metilbütirat bileşenleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu belirtilmiştir.

Ross ve Castro (2015), GC-MS'te Stir-Bar Sorptive Extraction (SBSE) ve Solid-Phase Microextraction (SPME) yöntemlerini kullanarak birada aroma bileşenlerinin tespiti üzerine bir çalışma yapmışlardır. İzoamil asetat, etill hekzanoat, benzaldehit, mirsen aroma bileşenleri üzerine yaptıkları çalışmada her iki metodta da yüksek doğrusallık (r>0.996) ve tekrarlanabilirlik (RSD=1.76–10.66%) elde ettiklerini ve geri kazanımın SBSE metodunda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Akıcı (2016), anason (*Pimpinella anisum* L.*)* tohumlarının depolama süresinin uçucu yağ oranları ve uçucu yağın aroma bileşimi üzerine etkisini araştırmıştır. Bu kapsamda 10ºC'de, farklı sürelerde (yeni hasat, 6 ay, 9 ay ve 12 ay) depolanmış anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Anason tohumlarından uçucu yağ su buharı distilasyonu yöntemi ile elde edilmiştir. Uçucu yağdan aroma bileşiklerinin tanımlanmasında GC-MS, miktarlarının belirlenmesinde ise GC-FID cihazı kullanılmıştır. Anason tohumlarında uçucu yağ oranı en yüksek yeni hasat %2.0 ve bunu takiben 6 ay depolanan %1.7, 9 ay depolanan %1.5 ve 12 ay depolanan %1.4 bulunmuş ve depolama süresine bağlı olarak uçucu yağ miktarının azaldığı bildirilmiştir. Anason tohumu uçucu yağında yeni hasat ve 6 ay depolanmış anasonlarda toplamda 41 adet, 9 ay ve 12 ay depolanmış anasonlarda ise toplamda 43 adet aroma bileşiği tespit edildiği belirtilmiştir. Anason tohumu uçucu yağında miktar olarak en önemli olan bileşiklerin *trans*-anetol, estragol, *γ*-himakalen, anisaldehit ve linalol olduğu bildirilmiştir. Uçucu yağ oranı ve aroma bileşiklerinin miktarlarının depolama

süresi arttıkça azalma gösterdiği bildirilmiştir. Depolama süresine bağlı olarak duyusal analizlerle de aromanın azaldığının doğrulandığı bildirilmiştir.

Keskin ve Baydar (2016), Isparta ekolojik koşullarında anason popülasyonlarının tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, anasonda en yüksek tohum verimini (40.12-47.01 kg/da arasında) Yeşilova popülasyonunda, en yüksek uçucu yağ oranını (%3.60) Burdur popülasyonunda tespit edildiğini bildirmişlerdir. Uçucu yağdaki *trans*-anetol oranının %95.56-95.88 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Allaf ve ark. (2017), Suriye'nin Halep ve İdlib yörelerinden toplanan anason ve rezene tohumlarında GC-MS kullanarak anason uçucu yağında kimyasal içerikleri tanımladıkları bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada anason tohumu uçucu yağında 34 bileşen tespit edildiği bildirilmiştir. Ana bişenler *trans*-anetol, estragol, limonen, fençon, linalol, *p*-anisaldehit, *cis*-anetol ve estragol olarak bildirilmiştir. Rezene tohumu uçucu yağında 31 bileşen tespit edildiği bildirilmiştir. Ana bileşenler *a*-pinen, *a*-fellandren, fençon, estragol, *trans*-anetol, limonen, ökaliptol, anisol-*p*-alil, *E,E*-farnesen, *cis*-anetol, anisaldehit ve karvakrol olarak bildirilmiştir.

Hassan ve Elhassan (2017), Sudan'da anason tohumunda uçucu yağ oranı ve bileşenlerini araştırdıkları çalışmada, anason tohumu uçucu yağ miktarının %3.1 oranında belirlendiğini ve ana bileşenler olarak %78.21 anetol, %2.64 longifolen, %1.86 estragol ve %1.06 oranında zingiberen tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Karadoğan ve ark. (2017), Burdur'da 2015 yılı hasat ürünlerinden temin edilen anason (*Pimpinella anisum* L.) ve rezene (*Foeniculum vulgare Mill*.) tohumlarının depolama esnasında ağırlık kaybı ile uçucu yağ oranı ve bileşenlerinin depo sıcaklığı ve ambalaj materyallerine bağlı olarak değişimlerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada anason tohumlarında depolama başlangıcında ortalama %2.43 olan uçucu yağ oranının %1.98'e, rezene tohumlarında ise depolama başlangıcında ortalama %2.50 olan uçucu yağ oranının %1.91'e düştüğü bildirilmiştir. Anason ve rezene uçucu yağının ana bileşenlerini oluşturan anetol ve

estragol miktarlarının depolama sıcaklığı ve ambalaj malzemelerine bağlı olarak önemli bir değişim göstermediği bildirilmiştir.

El-Gamal ve Ahmed (2017), Mısır'da yaptıkları çalışmada iki sezon boyunca anason bitkisinin farklı olgunlaşma aşamalarında hasat edilmesinin anason tohumu uçucu yağ miktarı ve anason tohumu uçucu yağ kompozisyonu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada anasonlar sekiz farklı gelişim döneminde hasat edilmiştir. Anason tohumu analizlerinde uçucu yağ miktarlarının birinci sezonda %3.09-4.82, ikinci sezonda %3.2-4,95 arasında değiştiği bildirilmiştir. Uçucu yağ analizi kompozisyonunda ise ana bileşenin %88.38-94.20 aralığında *trans*-anetol olduğu bulunmuştur. En fazla bulunan diğer bileşen ise %0.84-4.20 arasında değişen oranlar ile anisaldehit olarak bildirilmiştir. Bulunan diğer bileşenler ise estragol %0.34- 3.45 ve linalol %0.81-3.39 olarak bildirilmiştir. Birincil çiçeğin (primer umbel) tamamen olgunlaştığı dördüncü hasat aşamasında en yüksek uçucu yağ miktarı ve *trans*-anetol verimi elde edildiğinden, bu hasat aşaması anason meyveleri için en uygun hasat aşaması olarak bildirilmiştir.

Iannarelli ve ark. (2017), İtalya'nın Castignano yöresinde yetişen (üç farklı yıl hasat numunesi) için anason (*Pimpinella anisum* L.*)* tohumlarının uçucu yağ ve uçucu yağ aroma bileşenlerinin farklı yerlerde yetişen (Türkiye, İspanya, Yunanistan, Malta, Suriye, İtalya) anason tohumlarıyla farklılıkların incelenmesi kapsamında bir araştırma yapmışlardır. Yapılan çalışmada uçucu yağ verimlerin Castignano yöresine ait anason tohumlarında ortalamada %2,9-3,9 aralığında olduğu, diğer anason tohumlarında ise %1,0-2,6 arasında değiştiği bildirilmiştir. Yıllar arasındaki uçucu yağ verimine bakıldığında ise meyve olgunlaşma evresinde yüksek sıcaklık ve düşük yağışın uçucu yağ verimine etkisi olduğu belirtilmiştir. Castignano yöresine ait anason tohumlarında GC-MS analizi sonucu toplamda 31 tane uçucu bileşen tespit edildiği, diğer anason tohumlarında ise toplamda 45 tane uçucu bileşen tespit edildiği bildirilmiştir. Castignano yöresine ait anason tohumlarında ana bileşen olan *trans*-anetol'ün (%89.5–97.9) arasında değiştiği, yılar arasında kıyaslama yapıldığında sıcaklığın daha yüksek olduğu yıllarda *trans*-

anetol oranının yüksek olduğu bildirilmiştir. Diğer anason numunelerinde de ana bileşenin *trans*-anetol (%88.9–96.9) olduğu bildirilmiştir. *Trans*-anetol oranı İtalya anasonlarında %93.9–96.9, Türkiye anasonlarında %92.2–95.8, Suriye anasonlarında %93.4–95.6, Yunanistan anasonlarında %94.9–95.2, İspanya anasonlarında %88.9–92.7 aralığında değiştiği bildirilmiştir.

Rebey ve ark. (2017), Tunus ve Mısır kökenli anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarının biyokimyasal kompozisyonu ve antioksidan potansiyeli üzerine bir araştırma yapmışlardır. Anason tohumlarının uçucu yağ içerikleri Tunus kökenli anason tohumu için %2.43, Mısır kökenli anason tohumu için %1.72 olarak bildirilmiştir. Uçucu yağ kompozisyonu analizinde her iki numunede de 14 bileşen tespit edildiği bildirilmiştir. Sırasıyla Tunus ve Mısır kökenli anasonlar için *trans*-anetol %94.30-%90.41, *γ*-himakalen %2.32–%1.08, estragol %0.20–%3.74, *β*-bisabolen %0.19–%0.85, diepi-*α*-sedren %0.91–%0.08 olarak bildirilmiştir. Her iki çeşitte de aynı bileşenler bulunmasına rağmen, bileşenlerin oranlarında genetik ve çevresel faktörlerden dolayı farklılık olduğu bildirilmiştir.

Doğan ve ark. (2018), Türkiye'de en fazla anason tarımı yapılan Afyonkarahisar, Burdur, Eskişehir, Antalya, Denizli, İzmir, Kütahya ve Muğla illerinden toplanan anason popülasyonlarının meyve verimi, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ kimyasal kompozisyonu ile genetik yakınlıklarının incelenmesi kapsamında bir çalışma yapmışlardır. Anason popülasyonların uçucu yağ oranları birinci yıl %1.21 (Muğla popülasyonu), %3.88 (Burdur popülasyonu) arasında, ikinci yıl %1.30 (Muğla popülasyonu), %3.47 (Burdur popülasyonu) arasında değiştiği bildirilmiştir. Anason popülasyonlarının uçucu yağlarının ana bileşenleri *trans*-anetol, metil kavikol (estragol), humulen, *cis-(-)-2,4a,5,6,9a*-Hekzahidro-3,5,5,9-tetrametil (1H) benzosiklo ve 2-(1-E-propenil)-4-metoksifenil 2-metilbutanoat olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Uçucu yağ bileşenlerinin çok büyük bir miktarını oluşturan *trans*-anetol ve metil kavikol (estragol) oranı sırasıyla %85.62 (Afyonkarahisar popülasyonu), %94.99 (Burdur popülasyonu) ve

%1.52 (Burdur popülasyonu), %2.57 (Kütahya popülasyonu) arasında değiştiği bildirilmiştir.

Farag ve ark. (2018), *Pimpinella anisum, Carum carvi, Coriandrum sativum, Cuminum cyminum, Foeniculum vulgare* tohumlarının kavrulmuş ve kavrulmamış numuneleri üzerinde uçucu bileşen araştırması yapmışlardır. Bu çalışmada HS-SPME ve GC-MS yöntemi ile toplamda 117 uçucu bileşen tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Abu-Rumman (2018), Suriye kökenli anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarından iki farklı ekstraksiyon metodu (metanol ve hekzan) ve hidrodistilasyon metodu ile uçucu yağı anason tohumlarından ayırma ve Gas Chromatography – Electron Ionization / Mass Spectrometry (GC-EI/MS) tekniği ile uçucu yağ kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma yapmıştır. Hidrodistilasyon ve hekzan ekstraksiyonu sonrası elde edilen uçucu yağda ana bileşen olarak *trans*-anetol sırasıyla %96.5 ve %72.2 olarak bildirilmiştir. Metanol ekstraksiyonu sonrasında elde edilen uçucu yağda ana bileşenler olarak *trans*-psödoizoöjenil 2-metilbutirat (%58.93) ve butanoik asit, 2-metil-, 4-metoksi-2-(3-metiloksiranil) fenil ester (%28.93) olarak bildirilmiştir. Uçucu yağ miktarları ise %2.5-3.0 olarak bildirilmiştir. Uygulanan ekstraksiyon yöntemlerinden hidro-distilasyonun *trans*-anetol geri kazanımının en yüksek olarak görüldüğü yöntem olduğu bildirilmiştir.

Anastasopoulou ve ark. (2019), Yunanistan Lesvos adasında, Volos ve Livadia yörelerinde yetişen ve marketten alınan Türkiye kökenli anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarının aroma profilleri üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Hidro-distilasyon yöntemi ile uçucu yağ analizinde hidro-distiltilasyon süresinin sonuçlara ve kimyasal içerikler üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. GC-MS analizi ile tespit edilen ana bileşenler *trans*-anetol, *γ*-himakalen, estragol ve psödoizöjenil 2-metilbutirat olarak bildirilmiştir. Lesvos adasında yetişen anason tohumu uçucu yağında 28 adet (numuneler arasında en

zengin olan) bileşen tespit edildiği ve ayrıca bileşen miktarlarının Avrupa Farmakopesi Standartları'na uygun olduğu bildirilmiştir.

Duta ve ark. (2019), farklı kökenli toplamda 9 adet rezene ve anason uçucu yağının bileşen kompozisyonunu GC-MS vasıtasıyla analiz ederek bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Rezene uçucu yağı örneklerinde anetol bileşenin %30.66-89.74 arasında değiştiğini, anason uçucu yağı örneklerinde ise %80.02-99.18 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Rezene uçucu yağı örneklerinde toplamda 16 farklı bileşen, anason uçucu yağı örneklerinde toplamda 15 farklı bileşen tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Rebey ve ark. (2019a), farklı olgunlaşma aşamasına gelmiş, farklı popülasyonlara ait anason (*Pimpinella anisum* L.*)* tohumlarının biyoaktif bileşikleri ve antioksidan aktiviteleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada dört farklı anason popülasyonunun kimyasal bileşimi ve antioksidan aktivitesi (Mısır, Sırbistan, Tunus ve Türkiye) üç farklı olgunlaşma aşamasında (olgunlaşmamış, orta derecede olgunlaşmış, olgunlaşmış) incelenmiştir. Tohum gelişimi sırasında, uçucu yağ veriminin %1.22-3.09 arasında değişmekte olduğu ve olgunlaşmamış anason tohumlarında uçucu yağ verimin olgunlaşmış olanlara göre daha fazla olduğu bildirilmiştir. Uçucu yağ verimleri arasında farklı popülasyon ve farklı olgunlaşma seviyesine göre önemli farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Olgunlaşmamış anasonlar arasında en yüksek uçucu yağ veriminin Tunus popülasyonunda (%3.05) gözlendiği bildirilmiştir. Olgunlaşmış anasonlar arasında en yüksek uçucu yağ veriminin yine Tunus popülasyonunda (%2.46) gözlendiği bildirilmiştir. Uçucu yağda tespit edilen bileşenlerin fonksiyonel gruplarına göre dört kimyasal sınıfta gruplandırmışlardır (fenilpropanoidler, seski terpen hidrokarbonlar, oksijenli ve terpenik hidrokarbonlar). Toplamda 14 tane bileşen tespit edildiği bildirilmiştir. *Trans*-anetol olgunlaşmamış anason tohumlarında Türkiye popülasyonunda %66.34, Tunus popülasyonunda %81.25 olarak bildirilmiştir. Tam olgunlaşmış anason tohumlarında ise *trans*-anetol Türkiye, Sırbistan, Mısır ve Tunus'tan elde edilen popülasyonlar için sırasıyla %72.80, %88.49, %89.21 ve % 93.05 olarak bildirilmiştir. Diğer majör anason uçucu yağ

bileşenleri ise incelenen tüm olgunlaşma aşamalarında estragol, anisol, *p*-anisaldehit ve *γ*-himakalen olarak bildirilmiştir. Bu bileşenlerin incelenen tüm popülasyonlarda ve tohum gelişim aşamalarında %2.50'dan az tespit edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada anason popülasyonunun ve olgunlaşma aşamasının anason tohumunun uçucu yağ miktarı ve uçucu yağ bileşenlerinin miktarı üzerinde etkili olduğunu belirtilmiştir.

Rebey ve ark. (2019b), Tunus'ta yetişen anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarına uygulanan farklı kurutma yöntemlerinin (güneşte kurutma, fırında kurutma ve gölgede kurutma) anason uçucu yağı, fenolik bileşenleri ve antioksidan aktivitesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Anason uçucu yağında toplamda 14 farklı uçucu bileşen tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bu bileşenlerin oranlarının kurutma yöntemine göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Gölgede kurutma yönteminde *trans*-anetol (%84.21) ve estragol (%3.82) oranlarının diğer kurutma yöntemlerine göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Saleh-e-In ve ark. (2019), iki farklı anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumunun (Bangladeş Baharat Araştırma Merkezi (BSRC) anason tohumları ve yerel marketten tedarik edilen anason tohumları) kalite karakterizasyonu ve farmakolojik olarak değerlendirilmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Anason tohumlarından elde edilen uçucu yağda gerçekleştirilen GC-MS analizlerinde toplamda 16 farklı bileşen tespit edildiği bildirilmiştir. Tespit edilen ana bileşenler olarak BRSC çeşidinde *trans*-anetol %83.67, fençon %5.2 ve *1,2*-diizopropenilsiklobütan %6.3, yerel market çeşidinde ise *trans*-anetol %69.94, fençon %11.18 ve *d*-limonen %13.01 olarak bildirilmiştir. Farklı anason tohumlarının farklı bileşen kompozisyonuna sahip olabileceği bildirilmiştir.

Lv ve ark. (2020), Çin'in milli çayı olarak nitelendirilen Longjing çayı ana aroma maddelerinin karakterizasyonu üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada GC-MS Stir-Bar Sorptive Extraction (SBSE) metodu ve Gas Chromatography-Olfactometry (GC-O), Odor Activity Value (OAV) kombinasyonu kullanılmıştır. Bu çalışmada GC-MS Stir-Bar Sorptive Extraction (SBSE) metodu ile tespit edilen 151 uçucu bileşen değerlendirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Hammadde

Araştırmada materyal olarak 2019 yılında Türkiye'de farklı yörelerde yetiştirilen anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumları kullanılmıştır. Örneklerin özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Anason tohumu örneklerinin özellikleri

Örneğin Alındığı Yer	Örnek Kodu	Tarla Rakım (m)	Enlem	Boylam
Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii	A1	1017	37°55'20" N	29°24'05" E
Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii	A2	1523	37°07'43" N	29°23'37" E
Burdur/Yeşilova/Taşpınar Köyü	A3	1164	37°37'17" N	29°46'29" E
Burdur/Tefenni/Çaylı Köyü/Kocadüz mevkii	A4	1360	37°12'44" N	29°48'47" E
Burdur/Çavdır/Bölmepınar Köyü/Söğüt Gölü mevkii	A5	1398	37°04'07" N	29°48'13" E
Burdur/Gölhisar/Çamköy/ Firenk alanı mevkii	A6	977	37°16'26" N	29°32'00" E
Konya/Yunak/Koçyazı Köyü	A7	1092	38°48'11" N	31°37'07" E
Afyonkarahisar/Sandıklı/ Kusura Köyü/Beştepe mevkii	A8	1094	38°21'24" N	30°14'13" E
Antalya/Elmalı/Tekke Köyü	A9	1037	36°37'32" N	29°52'15" E

Kaynak: Rakım, enlem, boylam bilgisi https://earth.google.com/ internet adresinden alınmıştır (Anonim, 2020).

3.1.2. Yetiştirme Ortamı İklim Özellikleri

Araştırmanın yapıldığı alanlar bazında 2019 yılına ait anason tohumu ekim, vejatatif büyüme, çiçeklenme, meyve oluşumu ve olgunlaşma-hasat evrelerine ait ortalama sıcaklık (°C), toplam yağış miktarı (mm) ve oransal nem (%) değerleri

Çizelge 3.2'' de verilmiştir. Verilerin alındığı meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler Çizelge 3.3'' de verilmiştir. Yapılan varyans analizine göre yetiştirme ortamı ekim, vejatatif büyüme, çiçeklenme, meyve oluşumu ve olgunlaşma-hasat evrelerine ait ortalama sıcaklık (°C), toplam yağış miktarı (mm) ve oransal nem (%) değerleri farkları önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.2. Araştırmanın yapıldığı alanlar bazında 2019 yılına ait iklim verileri (Anonim, 2020)

Yöre Kodu	İklim Faktörleri	Ekim Evresi	Vejetatif Büyüme	Çiçeklenme	Meyve Oluşumu	Olgunlaşma ve Hasat
A1	Ort. Nem (%)	71.3^{e}	62.8^{g}	53.5^{g}	60.8^{c}	45.4^{f}
	Ort. Sıcaklık (°C)	5.6^{c}	9.7^{g}	17.7^{f}	21.5^{e}	23.9^{a}
	Top. Yağış (mm)	20.7^{f}	25.0^{f}	17.2^{f}	67.2^{b}	23.1^{c}
A2	Ort. Nem (%)	67.4^{g}	64.4^{e}	66.5^{c}	52.4^{e}	48.2^{e}
	Ort. Sıcaklık (°C)	5.9^{b}	11.4^{c}	18.1^{e}	20.9^{f}	22.3^{c}
	Top. Yağış (mm)	34.1^{e}	25.3^{e}	103.3^{a}	19.9^{d}	26.0^{b}
A3	Ort. Nem (%)	77.0^{c}	65.4^{d}	65.8^{d}	44.8^{i}	40.5^{i}
	Ort. Sıcaklık (°C)	4.5^{e}	10.9^{f}	19.8^{c}	22.5^{a}	23.8^{b}
	Top. Yağış (mm)	0.2^{i}	1.2^{i}	1.2^{i}	0.4^{i}	1.9^{g}
A4	Ort. Nem (%)	69.7^{f}	55.9^{i}	59.3^{e}	45.4^{h}	40.6^{h}
	Ort. Sıcaklık (°C)	4.0^{f}	11.1^{e}	19.7^{d}	22.4^{b}	23.8^{b}
	Top. Yağış (mm)	50.0^{d}	21.1^{g}	90.4^{b}	4.8^{g}	0.3^{i}
A5	Ort. Nem (%)	83.9^{a}	67.3^{b}	70.9^{b}	59.0^{d}	53.1^{b}
	Ort. Sıcaklık (°C)	2.2^{h}	8.8^{h}	17.4^{h}	19.8^{h}	20.8^{f}
	Top. Yağış (mm)	52.1^{c}	20.2^{h}	86.1^{c}	21.2^{c}	7.6^{e}
A6	Ort. Nem (%)	81.5^{b}	66.5^{c}	55.5^{f}	65.0^{b}	52.7^{c}
	Ort. Sıcaklık (°C)	2.3^{g}	7.1^{i}	16.1^{i}	19.5^{i}	22.0^{d}
	Top. Yağış (mm)	114.1^{a}	30.1^{d}	14.8^{g}	74.8^{a}	15.8^{d}
A7	Ort. Nem (%)	59.4^{i}	56.5^{h}	47.9^{i}	47.6^{g}	44.0^{g}
	Ort. Sıcaklık (°C)	6.4^{a}	15.5^{a}	21.3^{a}	22.2^{c}	19.3^{g}
	Top. Yağış (mm)	19.0^{h}	32.1^{c}	17.6^{e}	9.6^{e}	0.8^{h}
A8	Ort. Nem (%)	64.2^{h}	63.3^{f}	51.1^{h}	48.0^{f}	51.3^{d}
	Ort. Sıcaklık (°C)	5.6^{c}	13.9^{b}	20.7^{b}	22.0^{d}	18.3^{h}
	Top. Yağış (mm)	20.6^{g}	49.4^{a}	1.7^{h}	3.9^{h}	44.3^{a}
A9	Ort. Nem (%)	73.2^{d}	86.7^{a}	95.7^{a}	81.8^{a}	67.4^{a}
	Ort. Sıcaklık (°C)	5.5^{d}	11.3^{d}	17.5^{g}	20.1^{g}	20.9^{e}
	Top. Yağış (mm)	52.6^{b}	33.5^{b}	39.8^{d}	5.2^{f}	3.3^{f}
F	Ort. Nem (%)	*	*	*	*	*
	Ort. Sıcaklık (°C)	*	*	*	*	*
	Top. Yağış (mm)	*	*	*	*	*

F: Varyans analizine göre farklılık durumu; *: $p<0.0001$ düzeyinde önemlidir. Aynı sütunda her iklim faktörü için farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemlidir ($p<0.0001$). Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü kayıtlarından, 2020.

Çizelge 3.3. Verilerin alındığı meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler (Anonim, 2020)

Çalışmanın Yapıldığı Yöre	Kodu	Meteoroloji İstasyonu Adı
Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii	A1	ÇAL/18067
Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii	A2	ÇAMELİ/18066
Burdur/Yeşilova/Taşpınar Köyü	A3	YEŞİLOVA/BAYINDIR KÖYÜ/18843
Burdur/Tefenni/Çaylı Köyü/Kocadüz mevkii	A4	TEFENNİ/17892
Burdur/Çavdır/Bölmepınar Köyü/Söğüt Gölü mevkii	A5	ÇAVDIR/SÖĞÜT BELDESİ/18310
Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii	A6	GÖLHİSAR/17891
Konya/Yunak/Koçyazı Köyü	A7	YUNAK/17798
Afyonkarahisar/Sandıklı/Kusura Köyü/Beştepe mevkii	A8	SANDIKLI /BALLIK KÖYÜ/18947
Antalya/Elmalı/Tekke Köyü	A9	ELMALI ORMAN SAHASI/18305

Araştırmanın yapıldığı tarlalara en yakın olan Meteoroloji Genel Müdürlüğü meteoroloji istasyonlarının kayıtları alınarak, anason tohumunun ekim, vejatatif büyüme, çiçeklenme, meyve oluşumu ve olgunlaşma-hasat evrelerine ait ortalama sıcaklık (°C), toplam yağış miktarı (mm) ve oransal nem (%) değerleri ortalamaları çalışma alanı bazında ayrı ayrı hesaplanmıştır.

3.1.3. Yetiştirme Ortamı Toprak Özellikleri

Araştırmanın yapıldığı yıl deneme alanlarından 0-30 cm derinliğinden toprak numuneleri alınarak Yeditepe Üniversitesi Ar-Ge ve Analiz Merkez Laboratuvarı'nda tarımsal amaçlı toprak analizi yaptırılmıştır. Toprak örneklerinin analiz sonuçları çizelge 3.4' de verilmiştir. Yapılan varyans analizine göre her bir parametre için analiz sonuç değerleri farkları önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.4. Toprak analizi sonuçları

Numune Kodu	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	F
Kalsiyum (Ca) mg/kg	7623^{g}	6760 ^{i}	9078^{c}	9572^{b}	9673^{a}	6963 ^{h}	8441^{e}	8724^{d}	8228^{f}	*
Magnezyum (Mg) mg/kg	764.8^{d}	353.5^{f}	470.2^{e}	929.8^{c}	1169.0^{a}	1006.0^{b}	243.7 ^{h}	171.6 ^{i}	337.8^{g}	*
Organik Madde %	2.58^{e}	2.19^{g}	3.55^{c}	1.03 ^{h}	5.03^{a}	2.45^{f}	3.48^{c}	3.87^{b}	2.71^{d}	*
Bünye % Kil	32^{c}	31^{d}	29^{e}	40^{a}	32^{c}	10^{g}	20^{f}	34^{b}	32^{c}	*
Bünye % Kum	50 ^{h}	54^{f}	60^{c}	51^{g}	57^{e}	59^{d}	65^{a}	59^{d}	61^{b}	*
Bünye % Silt	18^{b}	15^{c}	11^{d}	9^{e}	11^{d}	31^{a}	15^{c}	7^{f}	7^{f}	*
Mangan (Mn) mg/kg	18.13^{c}	12.59^{e}	13.54^{d}	11.32^{f}	11.21^{g}	19.26^{b}	9.37 ^{i}	22.25^{a}	10.79 ^{h}	*
Demir (Fe) mg/kg	6.165^{c}	7.273^{b}	5.725^{d}	6.935^{b}	8.673^{a}	4.656^{f}	5.25^{e}	3.799^{g}	4.835^{f}	*
Bakır (Cu) mg/kg	0.7171 ^{h}	0.8254^{g}	1.655^{b}	1.554^{d}	2.025^{a}	0.9254^{e}	0.6792 ^{i}	1.567^{c}	0.8655^{f}	*
Çinko (Zn) mg/kg	0.2684 ^{i}	0.3308 ^{h}	1.024^{c}	1.005^{d}	1.242^{b}	0.5659^{f}	0.4784^{g}	1.004^{e}	1.428^{a}	*
Forfor (P) mg/kg	12.17 ^{i}	21.42^{f}	64.23^{a}	34.21^{b}	30.87^{c}	17.29 ^{h}	18.7^{g}	25.84^{e}	30.05^{d}	*
Potasyum (K) mg/kg	364.0^{d}	170.3^{g}	446.7^{b}	311.5^{e}	435.5^{c}	358.8^{d}	442.1^{bc}	523.3^{a}	205.9^{f}	*
Toplam Azot (N) %	0.082^{de}	0.077^{ef}	0.133^{b}	0.083^{d}	0.596^{a}	0.09^{c}	0.089^{c}	0.137^{b}	0.075^{f}	*
Tuz Oranı %	0.029^{c}	0.013^{f}	0.032^{c}	0.018^{e}	0.051^{a}	0.039^{b}	0.014^{ef}	0.024^{d}	0.014^{ef}	*

F: Varyans analizine göre farklılık durumu; *: $p<0.0001$ düzeyinde önemlidir. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemlidir ($p<0.0001$).

3.1.4. Analizlerde Kullanılan Standartlar

Analizlerde tanımlama ve kalibrasyon için kullanılan *trans*-anetol, estragol, linalol, *α*-pinen, *p*-anisaldehit, *o*-simen, *γ*-terpinen, etil palmitat ile iç standart olarak kullanılan mentol Merck ve Sigma firmalarından temin edilmiştir. HP 5MS kolonunda RI (Retention Index) değerleri, Sigma firmasından temin edilen C_8–C_{26} n-alkan serileri kullanılarak deneysel olarak belirlenmiştir. GC-MS Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) ekstraksiyon tekniğinde twister şartlandırmasında kullanılan aseton ve diizopropil eter Merck firmasından temin edilmiştir. Standartlara ait özellikler çizelge 3.5' de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Standartların Özellikleri

Standart Adı	Saflık (%)	CAS No
trans-Anetol	99	4180-23-8
Estragol	98	140-67-0
Linalol	97	78-70-6
α-Pinen	98	80-56-8
p-Anisaldehit	98	123-11-5
o-Simen	97	99-87-6
γ-Terpinen	95	99-85-4
Etil Palmitat	97	628-97-7
Mentol	99	2216-51-5
Aseton	99	67-64-1
Diizopropil eter	99	108-20-3
C_8–C_{26} Alkanlar	40 mg/L, (Hekzan içerisinde)	601-037-00-0

3.1.5. Analizlerde Kullanılan Araç ve Gereçler

Major aroma bileşenlerinin (*trans*-anetol ve estragol) analizinde alev iyonlaşma dedektörlü (FID) "Agilent 6890N" marka gaz kromatografisi, minör aroma bileşiklerinin analizinde Gerstel marka Twister Stir Bar Sorptive Ekstraksiyon sistemi olan "Agilent 6890N" marka gaz kromatografisi (GC) ve buna bağlı "Agilent 5975B INERT MSD" marka kütle spektrometresi kullanılmıştır.

Kromatografik analizlerde kullanılan ultra saf su üretiminde "millipore" marka, direct-Q 5 UV model ultra saf su cihazı kullanılmıştır.

3.1.6. Kimyasal Maddeler

Kullanılan kimyasal maddeler ≥%95 saflıktadır. Etil alkol, *trans*-anetol, estragol, linalol, *α*-pinen, *p*-anisaldehit, o-simen, γ-terpinen, etil palmitat, mentol, C_8–C_{26} alkan serileri, aseton, diizopropil eter Merck ve Sigma firmalarından temin edilmiştir.

3.2. Metod

Anason tohumlarında, nem içeriği analizi, uçucu yağ içeriği analizi, duyusal analiz ve uçucu yağda aroma bileşenleri analizi yapılmıştır. Nem içeriği ve uçucu yağ analizleri 3 tekerrürlü, uçucu yağda aroma bileşenleri analizleri 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Nem İçeriği Analizi

Anason tohumlarının nem içeriği analizi etüvde kurutma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, belli bir sıcaklık altında numunedeki suyun uçurulması ve ağırlık kaybından nem miktarının bulunması ilkesine dayanır. Bunun için örnek kabına homojen olarak dağıtılmış yaklaşık 5 g öğütülmüş anason tohumu örneği konulmuştur ve nem analizi 103±2ºC'de etüvde gerçekleştirilmiştir. 2 saat sonra kapağı kapalı olan kurutma kabı etüvden alınıp desikatöre konulmuştur. Kurutma kabı ve içeriği desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra tartım yapılmıştır ve tartım kayıt edilmiştir. Kurutma kabı bir önceki gibi yeniden etüve yerleştirilip 1 saat daha etüvde tutulmuştur. Sonra tekrar desikatöre alınmıştır. Kurutma kabı ve içeriğinin sıcaklığı oda sıcaklığına eriştikten sonra tekrar tartım yapılmıştır. Etüvde kurutma işlemi son iki tartım arasında 0,005 g veya daha az fark oluncaya kadar tekrar edilmiştir. (Mağden, 1988)

Hesaplama:

Son tartımda teraziden okunan değer (c)'dir. Kabın darası (a), ilk tartım (b) ve son tartım (c) değerleri ile hesaplama yapılmıştır.

Rutubet miktarı (% ağırlık) = [(b –c) / (b – a)] x100

3.2.2. Su Buharı Distilasyonu ile Uçucu Yağ Analizi

Örneklerden uçucu yağ eldesi su buharı distilasyon cihazı kullanılarak yapılmıştır. Öğütücüde yaklaşık 70 g anason tohumu öğütülüp parçalanmıştır. Öğütülmüş tohumlar iyice karıştırıldıktan sonra 50 g örnek tartılıp cihazın haznesine boşaltılmıştır. Distilasyon süresince sıcaklığın 105˚C'yi geçmemesine

özen gösterilmiştir. Soğutucuya buharın ulaştığı ilk an distilasyon işleminin başlangıcı olarak kabul edilerek, distilasyon 2 saat devam ettirilmiştir. Distilasyon süresince geri soğutucudan her 5 saniyede 1 damla düşecek şekilde ısıtıcı ayarlanmıştır. Distilasyon sonunda volumetrik kısımdan uçucu yağın ml olarak miktarı okunmuştur (Mağden, 1988).

Hesaplama:

$$\text{Uçucu yağ miktarı (ml/100g)} = \frac{b \times 100}{a}$$

a = Analizde kullanılan anason tohumu miktarı (g)

b = Distilasyon sonunda volumetrik kısımdan okunan uçucu yağ miktarı (ml)



Şekil 3.1. Su buharı distilasyon cihazı

3.2.3. Aroma Bileşenlerinin Analizi

Uçucu yağda aroma maddelerinin analizi için etil alkol ile uçucu yağ seyreltilmiş, GC-MS ve GC-FID cihazları ile aroma maddeleri tanımlanmış ve miktarları belirlenmiştir. Major aroma bileşenlerinin (*trans*-anetol ve estragol) analizinde alev iyonlaşma dedektörlü (FID) "Agilent 6890N" marka gaz kromatografisi, minör aroma bileşiklerinin analizinde Gerstel marka Twister Stir Bar Sorptive Ekstraksiyon sistemi olan "Agilent 6890N" marka gaz kromatografisi (GC) ve buna bağlı "Agilent 5975B INERT MSD" marka kütle spektrometresi kullanılmıştır. Minör aroma bileşenlerinin analizinde Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) ekstraksiyon tekniği uygulanmıştır (Baltussen ve ark., 1999).

3.2.3.1. Aroma Bileşenlerinin GC-MS ve GC-FID ile Analizleri

3.2.3.1.(1). Minör Aroma Bileşenlerinin GC-MS ile Analizleri

Anason tohumlarından elde edilen 0.2 ml uçucu yağ, 100 ml'lik balon jojede 22.5 ml saf alkol ile karıştırılarak çözünmüştür, sonrasında üzerine 27.5 ml saf su ilave edilmiştir. Daha sonra içerisine 99.1 ppm olacak şekilde iç standart olarak mentol çözeltisi eklenmiştir, %45'lik etil alkol ile 20°C'de 100 ml'lik balon joje seviye çizgisine tamamlanmıştır. Bu yöntem yapılan ön çalışmalar sonucunda belirlenmiştir.

Hazırlanan çözelti 20 ml'lik hermetik olarak kapatılabilen viale alınmıştır. GC-MS Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) ekstraksiyon tekniği uygulanarak analiz gerçekleştirilmiştir. SBSE metodu PDMS (polidimetilsiloksan) kaplama twister (10 mm uzunluk, 1 mm kalınlık, 63 µL kapasite, Gerstel, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak twister 2ml'lik vial içerisine alınmıştır, üzerine 100 µL saf diizopropil eter ilave edilmiştir. Vial 30 dakika boyunca 25°C'de yatay olarak bekletilmiştir. Bu süre sonunda twister özel yapım manyetik çubuk yardımıyla vialden alınmış ve saf su ile yıkama işlemi yapılmıştır. Daha sonra üzerinde lif bulunmayan özel bir bez yardımıyla kurulanmıştır. 20 ml'lik hermetik olarak kapatılabilen vialde bulunan analiz edilecek çözelti içerisine

twister alınmıştır. 60 dakika süresince, 800 rpm değerinde, 25°C'de karıştırma işlemi yapılmıştır. Bu süre sonunda twister özel yapım manyetik çubuk yardımıyla çözeltiden alınmış ve saf su ile yıkama işlemi yapılmıştır. Daha sonra üzerinde lif bulunmayan özel bir bez yardımıyla kurulanmıştır. Twister, kurulama işlemi bittikten sonra desorpsiyon ünitesi örnekleyicisine yerleştirilmiştir. Bu aşamadan sonra cihaza önceden yüklenmiş metot yardımıyla analiz gerçekleştirilmiştir. TDU (Twister Desorption Unit) başlangıç sıcaklığı 30°C'dir, sıcaklık 100°C/dk oranıyla 280°C' ye çıkartılıp, bu sıcaklıkta 10 dakika bekletilmiştir. CIS4 (Programmable Temperature-Vaporization Inlet) başlangıç sıcaklığı 30°C'dir, denge zamanlaması 0.05 dakika, sıcaklık 10C/s oranıyla 280C' ye çıkartılıp, bu sıcaklıkta 10 dakika bekletilmiştir. Analiz sonrasında twister geri ekstraksiyon için 500 µL saf aseton ile birlikte 25°C'de 30 dakika boyunca 800 rpm'de karıştırılmıştır. Bu süre sonunda twister özel yapım manyetik çubuk yardımıyla çözeltiden alınmış ve saf su ile yıkama işlemi yapılmıştır. Daha sonra üzerinde lif bulunmayan özel bir bez yardımıyla kurulanmıştır (MacNamara ve ark., 2018).

Aroma maddelerinin miktarı ve tanımlanmasında "Agilent 6890N" marka gaz kromatografisi (GC), buna bağlı "Agilent 5975B INERT MSD" kütle spektrometresi kullanılmıştır. Aroma maddelerinin ayrımı HP 5MS kapiler kolon (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kolon sıcaklığı ise 40ºC'de 4 dakika bekleme işleminden sonra, dakikada 2ºC artarak 90ºC'ye ve daha sonra dakikada 3ºC artarak 130ºC'ye çıkacak, daha sonra dakikada 4ºC artarak 240ºC'ye çıkacak ve bu sıcaklıkta 12 dakika sabit kalacak şekilde programlanmıştır. Split oranı 20:1'dir. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 1.4 ml/dk'dır.

Aroma maddelerinin tanımlanmasında yukarıda belirtilen gaz kromatografisi ve buna bağlı "Agilent 5975 INERT MSD" marka kütle spektrometresi kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyumun hızı 1.4 ml/dk'dır. Kütle spektrometresinin iyonlaşma enerjisi 70 eV, iyon kaynağı sıcaklığı 230ºC, kuadrupol sıcaklığı 150ºC'de tutularak, 1 saniye aralıklarla 50-500

kütle/yük (m/e) arasında tarama yapılmıştır. Piklerin tanısı kütle spektrumunun bilgisayar hafızasındaki kütle spektrumlarıyla karşılaştırılması yoluyla yapılmıştır. Piklerin tanısından sonra aroma maddelerinin konsantrasyonları iç standart yöntemiyle hesaplanmıştır (Schneider ve ark., 1998; 2001).

Uçucu bileşenlerin tanımlanması, Retention Index değerleri (RI) n-alkanlar (C_8–C_{26}) ile kıyaslanarak, literatür ile karşılaştırılarak, laboratuarda bulunan referans standartlarla doğrulanarak ve elektronik kütüphane (WILEY) kullanılarak yapılmıştır.

3.2.3.1.(2). Majör Aroma Bileşenlerinin GC-FID ile Analizleri

Anason tohumlarından elde edilen 0.2 ml uçucu yağ 100 ml balon joje içerisinde 22.5 ml saf alkol ile karıştırılarak çözünmüştür, sonrasında 27.5 ml saf su ilave edilmiştir. %45'lik etil alkol ile 20°C'de 100 ml'lik balon joje seviye çizgisine tamamlanmıştır. Hazırlanmış olan bu çözeltiden 1 ml 10 ml'lik balon jojeye alınmıştır, üzerine 1980 mg/l mentol çözeltisinden 1 ml ilave edilmiştir. %45'lik alkol çözeltisi ile 20ºC'de 10 ml'lik balon jojede çizgisine kadar tamamlanmıştır. Bu yöntem yapılan ön çalışmalar sonucunda belirlenmiştir.

Aroma maddelerinin miktarının belirlenmesinde ve tanımlanmasında "Agilent 6890N" marka gaz kromatografisi (GC) kullanılmıştır. Aroma maddelerinin miktar tayininde, "Agilent 6890N" marka alev iyonlaşma dedektörlü (FID) gaz kromatografisi kullanılmıştır. Aroma maddelerinin ayrımı CPWAX 57 CB column (50 m × 0.25 mm i.d. 0.39 o.d. 0.2 µm film kalınlığı) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kolon sıcaklığı 180ºC'dır. Split oranı 34:1'dir. Taşıyıcı gaz olarak hidrojen kullanılmıştır. Hidrojenin akış hızı 1.9 ml/dk'dır. İnlet sıcaklığı 250ºC, dedektör sıcaklığı 250 ºC, dedektör gazı kuru hava ve hidrojen (%99.9 saflıkta)'dir. Dedektörde hidrojenin akış hızı 30 ml/dk'dır, kuru havanın akış hızı 300 ml/dk'dır. Her bileşenin konsantrasyonu analizi yapılacak olan bileşen ile aynı kromatografik şartlarda yapılmış iç (internal) standardın verdiği cevapla belirlenir (Schneider ve ark., 1998; 2001).

3.2.3.2. Hesaplama

Tanımlanan bileşenlerin konsantrasyonları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmış, sonuçlar µg/100g cinsinden verilmiştir (Cabaroğlu, 1995). Bileşenlerin hesaplanmasında iç standart olarak mentol dikkate alınmıştır.

$$C_i = (A_i / A_{st}) \times C_{st} \times RF \times HF$$

C_i : Bileşenin konsantrasyonu (µg/100g)
A_i : Bileşenin pik alanı.
A_{st} : İç standardın pik alanı
C_{st} : İç standardın konsantrasyonu
RF : Cevap faktörü (cevap faktörü bileşen bazlı farklılık göstermektedir.)
HF : Hesaplama faktörü (anason tohumu numunesinin uçucu yağ miktarı üzerinden hesaplanmıştır.)

3.2.3.3. Minör Aroma Bileşenlerinin GC-MS Analizi Metod Validasyonu

Yöntemin validasyonu kapsamında doğrusallık (linearity), spesifiklik (specificity), geri kazanım (accuracy/recovery), kesinlik (precision), test limiti (LOD), tayin limiti (LOQ) ve test aralığı parametreleri belirlenmiştir.

3.2.3.3.(1). Standart Çözeltilerin Hazırlanması

Trans-anetol, estragol, linalol, *α*-pinen, *p*-anisaldehit, *o*-simen, *γ*-terpinen, etil palmitat ve iç standart olarak mentol içeren Çizelge 3.6.'da belirtilen konsantrasyonlarda üç farklı standart çözelti hazırlanmıştır. Bu konsantrasyonlar anason tohumu uçucu yağında bulunan bileşenlerin konsantrasyonları gözetilerek belirlenmiştir.

Çizelge 3.6. Hazırlanan standart çözeltilerin konsantrasyonları

Standart Adı	Konsantrasyon mg/100 ml		
	Standart Çözelti 1	**Standart Çözelti 2**	**Standart Çözelti 3**
α-Pinen	0.86	8.60	43.00
Linalol	0.58	5.81	29.07
Estragol	0.75	7.54	37.69
p-Anisaldehit	0.58	5.78	28.92
trans-Anetol	2.04	20.39	101.97
Etil Palmitat	0.62	6.23	31.17
o-Simen	2.70	25.47	101.90
γ-Terpinen	2.76	26.02	104.06
Mentol	9.91	9.91	9.91

3.2.3.3.(2). Doğrusallık (Linearity)

Doğrusallığın belirlenmesi amacıyla kalibrasyon eğrisi oluşturmak için 3 farklı standart çözelti, 9'ar tekrarlı olarak analiz edilmiştir. Standart çözeltilerde iç standart olarak mentol kullanılmıştır. Elde edilen piklerin alanları temel alınarak her bir bileşen için cevap faktörü hesaplanmıştır. Kalibrasyon grafiklerinin değerlendirilmesiyle elde edilen veriler Çizelge 3.7.'de verilmiştir.

Her bir bileşen için cevap faktörü aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Anonim, 2002). Eğim ise 1/RF (Cevap Faktörü) olacak şekilde hesaplanmıştır.

$$RF \text{ (Cevap faktörü)} = \frac{\text{İç Standardın Pik Alanı}}{\text{Bileşenin Pik Alanı}} \times \frac{\text{Bileşenin Konsantrasyonu}}{\text{İç Standartın Konsantrasyonu}}$$

3.2.3.3.(3). Kesinlik (Precision)

Bu yöntemin validasyonunda iki farklı kesinlik ölçüsü değerlendirilmiştir. Bunlar tekrarlanabilirlik (repeatability) ve tekrar üretilebilirlik (reproducibility) değerlendirmeleridir. Tekrarlanabilirlik (repeatability) için standart çözeltiler, aynı gün içerisinde 3'er tekrarlı olacak şekilde analiz edilmiştir. Tekrar üretilebilirlik (reproducibility) için ise standart çözeltiler 3 farklı günde 3'er defa analiz edilmiştir. Tekrarlanabilirlik ve tekrar üretilebilirliğin bir ölçüsü olan RSD (relative standart deviation) aşağıdaki formül yardımıyla her bir bileşen için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ RSD} = \frac{\text{Ölçülen Değerlerin Standart Sapması}}{\text{Ölçülen Değerlerin Ortalaması}} \times 100$$

Farklı çözeltilerin RSD değerleri aşağıdaki formül vasıtasıyla birleştirilmiştir. Formülde farklı standart çözeltilerin sayısı 'n' olarak belirtilmiştir. Kesinlik (precision) değerlendirilmesiyle elde edilen veriler Çizelge 3.8.'de verilmiştir.

$$RSD_{pool} = \sqrt{\{[(n_1-1)xRSD_1^2 + (n_2-1)xRSD_1^2 + \ldots\ldots]/ (n_1-1)+ (n_2-1)+\ldots..\}}$$

3.2.3.3.(4). Geri Kazanım (Accuracy/Recovery)

Geri kazanım; çözeltiye eklenmiş olan bilinen konsantrasyondaki standart miktarlarının yapılan analiz sonucunda elde edilen değerler ile karşılaştırılmasıdır. Geri kazanım çalışması için, standart çözeltiler 9'ar defa analiz edilmiştir. Her bileşen için ayrı ayrı geri kazanım aşağıdaki formül vasıtasıyla hesaplanmıştır ve ayrı çözeltiler için ayrı ayrı hesaplanan geri kazanımların ortalaması alınarak Çizelge 3.8.'de gösterilmiştir.

$$\% \text{ Geri Kazanım} = \frac{\text{Analiz Sonucunda Tespit Edilen Konsantrasyon}}{\text{Bileşenin Bilinen Konsantrasyonu}} \times 100$$

3.2.3.3.(5). Tespit Limiti (LOD), Tayin Limiti (LOQ), Test Aralığı

Tespit limiti ve tayin limiti en düşük bileşen konsantrasyonlarını içeren standart çözelti-1, 9 tekrarlı olarak analiz edilmiş ve analiz sonuçlarının standart sapması alınarak her bileşen için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Tespit limiti standart sapmanın 3 katı olacak şekilde, tayin limiti ise standart sapmanın 9 katı olacak şekilde hesaplanmıştır. Test aralığı ise her bir bileşen için standart çözeltilerde bulunan en az ve en çok konsantrasyonlar olarak belirtilmiştir.

3.2.3.3.(6). Spesifiklik (Specificity)

Metodun spesifikliği standart çözeltilerin analiz edilmesi ve elde edilen piklerin saflık ve çözünürlük açısından en yakın diğer bileşen piki ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Spesifiklik standart çözeltiler için elde edilen alıkonma süreleri (retention time) ile anason tohumu uçucu yağı numunelerinin analizinde elde edilen alıkonma süreleri (retention time) karşılaştırılarak belgelenmiştir.

3.2.3.3.(7). Metod Validasyonu Sonuçları

Çizelge 3.7. Pearson korelasyon katsayısı (R^2), doğrusal kalibrasyon grafiği, test aralığı, tespit limiti (LOD), tayin limiti (LOQ)

Bileşen	R^2	Doğrusal Kalibrasyon Grafiği	Test Aralığı mg/100 ml	LOD mg/100 ml	LOQ mg/100 ml
α-Pinen	0.9993	y=55.1190x+9.0377	0.860-43.002	0.21	0.63
Linalol	0.9999	y=0.7595x-0.0117	0.581-29.071	0.30	0.89
Estragol	0.9954	y=9.5145x+1.8046	0.754-37.689	0.34	1.02
p-Anisaldehit	0.9992	y=0.3938x+0.0461	0.578-28.920	0.36	1.07
trans-Anetol	0.9999	y=10.6110x+18.1780	2.039-101.969	1.09	3.27
Etil Palmitat	0.9612	y=44.5640x+20.8790	0.623-31.166	0.48	1.44
o-Simen	0.9913	y=25.4140x+13.1790	2.700-101.897	0.46	1.39
γ-Terpinen	0.9861	y=28.6010x+18.7130	2.758-104.063	0.51	1.52

Çizelge 3.8. RSD, % tekrarlanabilirlik, RSD, % tekrar üretilebilirlik, geri kazanım, %, cevap faktörü (RF)

Bileşen	RSD, % tekrarlanabilirlik	RSD, % tekrar üretilebilirlik	Geri kazanım, %	Cevap Faktörü (RF)
α-Pinen	5.5%	9.1%	101.3%	0.01
Linalol	10.8%	11.6%	97.1%	1.89
Estragol	8.7%	11.4%	98.2%	0.08
p-Anisaldehit	9.0%	14.0%	106.1%	1.87
trans-Anetol	8.8%	13.3%	100.1%	0.05
Etil Palmitat	14.9%	14.2%	104.2%	0.01
o-Simen	6.3%	5.4%	96.6%	0.03
γ-Terpinen	8.5%	7.3%	100.5%	0.03

3.2.3.4. Majör Aroma Bileşenlerinin GC-FID Analizi Metod Validasyonu

3.2.3.4.(1). Standart Çözeltilerin Hazırlanması

Majör aroma maddelerinin miktarı iç standart yöntemiyle belirlenmiştir. Standart çözeltilerin hazırlanmasında %45'lik etil alkol kullanılmıştır. İç standart olarak mentol kullanılmıştır. 100 ml balon jojeye 200 mg mentol hassas terazide tartılarak konulmuştur, üzerine 22.5 ml %99'lık etil alkol eklenmiştir, 27.5 ml saf su ilave edilmiştir, ardından %45'lik etil alkolle 100 ml'ye tamamlanarak iç standart stok çözeltisi hazırlanmıştır.

100 ml'lik balon jojeye 22.5 ml %99'luk etil alkol konulmuştur. Ardından *trans*-anetol'den 0.1 ml, estragol'den 0.05 ml konularak hassas terazide tartılmıştır, üzerine 27.5 ml saf su eklenmiştir. %45'lik etil alkol ile 100 ml'ye tamamlanarak stok kalibrasyon çözeltisi hazırlanmıştır.

100 ml'lik balon jojelere 6 farklı konsantrasyonda kalibrasyon çözeltisi hazırlamak amacıyla, bu stok çözeltiden 1, 3, 5, 10, 15, 20 ml, iç standart çözeltisinden ise her balona 10 ml alınarak %45'lik etil alkol ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Çizelge 3.9. Doğrusallık için hazırlanan kalibrasyon çözeltilerin konsantrasyonları

Standart Adı	Konsantrasyon mg/l					
	Çözelti 1	Çözelti 2	Çözelti 3	Çözelti 4	Çözelti 5	Çözelti 6
trans-Anetol	21.746	65.239	108.731	217.462	326.193	434.924
Estragol	1.804	5.413	9.021	18.042	27.063	36.084
Mentol	198.000	198.000	198.000	198.000	198.000	198.000

Kesinlik ve geri kazanım için *trans*-anetol, estragol ile standart çözelti ve iç standart olarak mentol içeren iç standart çözeltisi hazırlanmıştır. 1 ml standart çözelti ve 1 ml iç standart çözeltisi alınarak 10 ml'lik balon jojede %45'lik etil alkol ile seviye çizgisine tamamlanmıştır. Çizelge 3.10.'da belirtilen konsantrasyonlarda analizler gerçekleştirilmiştir. Bu konsantrasyonlar anason tohumu uçucu yağında bulunan bileşenlerin konsantrasyonları gözetilerek belirlenmiştir.

Çizelge 3.10. Kesinlik ve geri kazanım için hazırlanan standart çözeltilerin konsantrasyonları

Standart Adı	Konsantrasyon mg/l
	Çözelti A
trans-Anetol	1504.055
Estragol	28.468
Mentol	1980.000

Tespit limiti ve tayin limiti için *trans*-anetol, estragol ile standart çözelti ve iç standart olarak mentol içeren iç standart çözeltisi hazırlanmıştır.1 ml standart çözelti ve 1 ml iç standart çözeltisi alınarak 10 ml'lik balon jojede %45'lik etil alkol ile seviye çizgisine tamamlanmıştır. Çizelge 3.11.'de belirtilen konsantrasyonlarda analizler gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.11. Tespit limiti ve tayin limiti için hazırlanan standart çözeltilerin konsantrasyonları

Standart Adı	**Konsantrasyon mg/l**
	Çözelti B
trans-Anetol	151.498
Estragol	8.720
Mentol	1980.000

3.2.3.4.(2). Doğrusallık (Linearity)

Doğrusallığın belirlenmesi amacıyla 6 noktalı kalibrasyon eğrisi çizmek için 6 farklı standart çözelti, 3'er tekrarlı olarak analiz edilmiştir. Elde edilen piklerin alanları temel alınarak her bir bileşen için cevap faktörü hesaplanmıştır. Kalibrasyon grafiklerinin değerlendirilmesiyle elde edilen veriler Çizelge 3.12.'de verilmiştir.

Her bir bileşik için cevap faktörü aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Anonim, 2002). Eğim ise 1/RF (Cevap Faktörü) olacak şekilde hesaplanmıştır.

$$RF \text{ (Cevap faktörü)} = \frac{\text{İç Standardın Pik Alanı}}{\text{Bileşenin Pik Alanı}} \times \frac{\text{Bileşenin Konsantrasyonu}}{\text{İç Standartın Konsantrasyonu}}$$

3.2.3.4.(3). Kesinlik (Precision)

Bu yöntemin validasyonunda iki farklı kesinlik ölçüsü değerlendirilmiştir. Bunlar tekrarlanabilirlik (repeatability) ve tekrar üretilebilirlik (reproducibility) değerlendirmeleridir. Hazırlanan standart çözelti yanında analizlerde *trans*-anetol ve estragol içeren iki farklı numune kullanılmıştır.

Tekrarlanabilirlik (repeatability) için standart çözelti ve numuneler, aynı gün içerisinde 50'şer tekrarlı olacak şekilde analiz edilmiştir. Tekrar üretilebilirlik (reproducibility) için ise standart çözeltiler 10 farklı günde 5'er tekrarlı olacak

şekilde analiz edilmiştir. Tekrarlanabilirliğin ve tekrar üretilebilirliğin bir ölçüsü olan RSD (relative standart deviation) aşağıdaki formül yardımıyla her bir bileşen için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ RSD} = \frac{\text{Ölçülen Değerlerin Standart Sapması}}{\text{Ölçülen Değerlerin Ortalaması}} \times 100$$

Farklı çözeltilerin RSD değerleri aşağıdaki formül vasıtasıyla birleştirilmiştir. Formülde farklı standart çözeltilerin sayısı 'n' olarak belirtilmiştir. Kesinlik (precision) değerlendirilmesiyle elde edilen veriler Çizelge 3.13.'de verilmiştir.

$$RSD_{pool} = \sqrt{\{[(n_1-1)xRSD_1^2 + (n_2-1)xRSD_1^2 + \ldots\ldots]/ (n_1-1) + (n_2-1) + \ldots\ldots \}}$$

3.2.3.4.(4). Geri Kazanım (Accuracy/Recovery)

Geri kazanım; çözeltiye eklenmiş olan bilinen konsantrasyondaki standart miktarlarının yapılan analiz sonucunda elde edilen değerler ile karşılaştırılmasıdır. Geri kazanım çalışması için, standart çözelti ile aynı gün 50'şer defa ve 10 farklı günde 5'er defa yapılan analiz sonuçları kullanılmıştır. Her bileşen için ayrı ayrı geri kazanım aşağıdaki formül vasıtasıyla hesaplanmıştır ve ayrı çözeltiler için ayrı ayrı hesaplanan geri kazanımların ortalaması alınarak Çizelge 3.13.'de gösterilmiştir.

$$\% \text{ Geri Kazanım} = \frac{\text{Analiz Sonucunda Tespit Edilen Konsantrasyon}}{\text{Bileşenin Bilinen Konsantrasyonu}} \times 100$$

3.2.3.4.(5). Tespit Limiti (LOD), Tayin Limiti (LOQ), Test Aralığı

Tespit limiti ve tayin limiti hesabı için en düşük bileşen konsantrasyonlarını içeren doğrusallık için hazırlanmış olan standart çözelti, 10 tekrarlı olarak analiz edilmiş ve analiz sonuçlarının standart sapması alınarak her

bileşen için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Tespit limiti standart sapmanın 3 katı olacak şekilde, tayin limiti ise standart sapmanın 10 katı olacak şekilde hesaplanmıştır. Test aralığı ise her bir bileşen için standart çözeltilerde bulunan en az ve en çok konsantrasyonlar olarak belirtilmiştir.

3.2.3.4.(6). Spesifiklik (Specificity)

Metodun spesifikliği standart çözeltilerin analiz edilmesi ve elde edilen piklerin saflık ve çözünürlük açısından en yakın diğer bileşen piki ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Spesifiklik standart çözeltiler için elde edilen alıkonma süreleri (retention time) ile anason tohumu uçucu yağı numunelerinin analizinde elde edilen alıkonma süreleri (retention time) karşılaştırılarak belgelenmiştir.

3.2.3.4.(7). Metod Validasyonu Sonuçları

Çizelge 3.12. Pearson korelasyon katsayısı (R^2), doğrusal kalibrasyon grafiği, test aralığı, tespit limiti (LOD), tayin limiti (LOQ)

Bileşen	R^2	Doğrusal Kalibrasyon Grafiği	Test Aralığı mg/l	LOD mg/l	LOQ mg/l
trans-Anetol	0.9999	y=1.007x+0.0037	21.746-434.924	1.89	47.75
Estragol	0.9999	y=1.0141x-0.0003	1.804-36.084	0.44	2.08

Çizelge 3.13. RSD, % tekrarlanabilirlik, RSD, % tekrar üretilebilirlik, geri kazanım, %, cevap faktörü (RF)

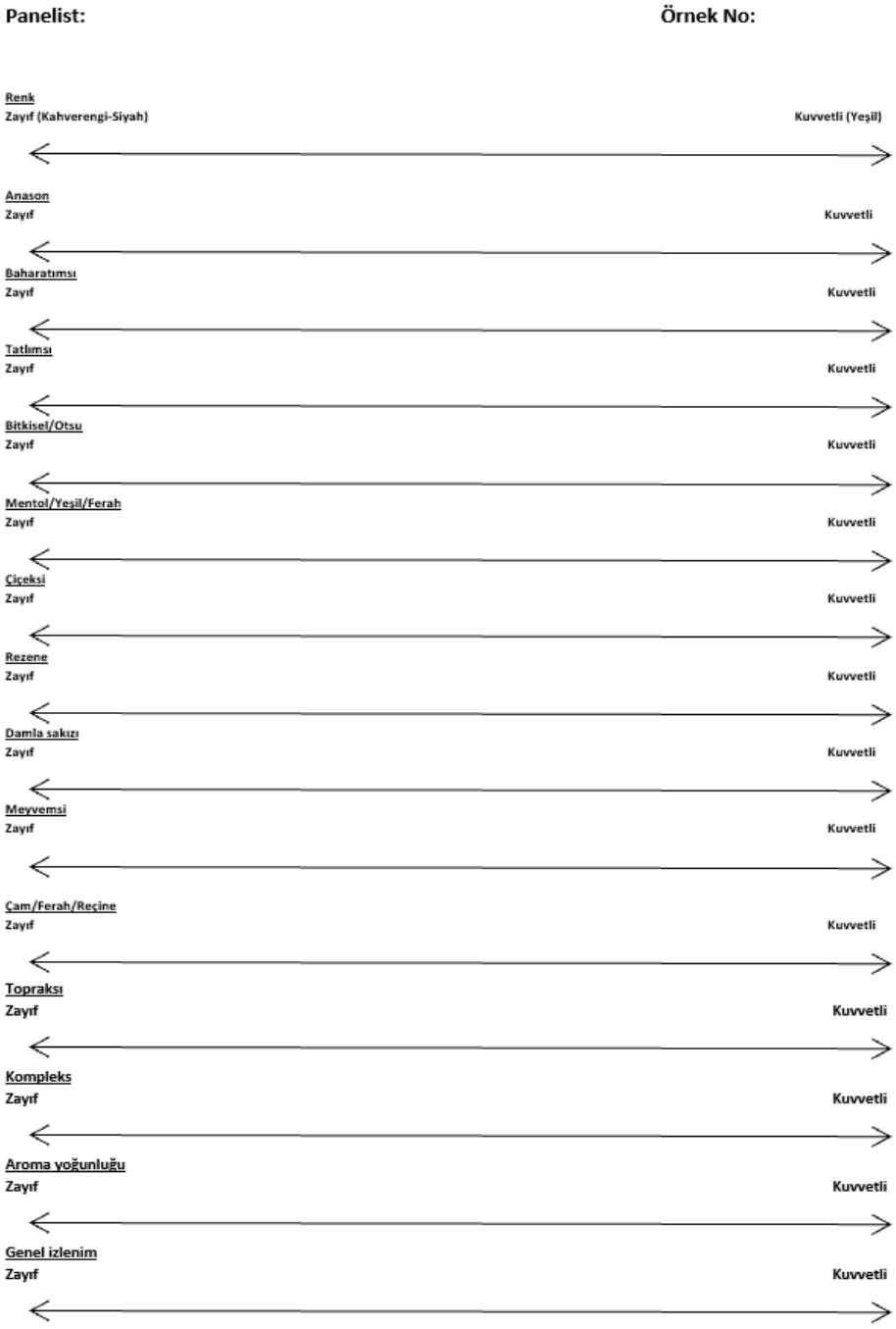
Bileşen	RSD, % tekrarlanabilirlik	RSD, % tekrar üretilebilirlik	Geri kazanım, %	Cevap Faktörü (RF)
trans-Anetol	0.7%	1.5%	100.6%	0.98
Estragol	4.1%	5.4%	98.4%	0.99

3.2.4. Anason Tohumları Duyusal Analizi

Yörenin anason tohumunun duyusal özellikleri üzerine etkisini belirlemek için Aroma Profil Analizi uygulanmıştır. Analizler 10 kişilik panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Analizden önce Çizelge 3.14'de verilen tanımlayıcılar ve referans maddeler kullanılarak panelistler eğitilmiştir (Ravi ve ark., 2007; 2013). Anason tohumunun aroma profilinin belirlenmesinde kullanılan form şekil 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.14. *Pimpinella anisum* L. tohumunun aroma profilinin belirlenmesinde kullanılan tanımlayıcılar ve referans maddeler

No	Tanımlayıcı	Referans Maddeler, Hazırlanışı ve Açıklamalar
1	Renk	1'er tatlı kaşığı yeşil, kahverengi-yeşil, kahverengi-siyah anason tohumu
2	Anason	1 tatlı kaşığı anason tohumu
3	Baharatımsı	1 damla etil-*p*-anisat (Sigma, gıda sınıfı), %23'lük (v/v) etil alkol-su çözeltisinde (25 ml)
4	Tatlımsı	1 damla *trans*-anetol (Sigma, gıda sınıfı), %23'lük (v/v) etil alkol-su çözeltisinde (25 ml)
5	Bitkisel/Otsu	1 tatlı kaşığı ot/saman karışımı
6	Mentol/Yeşil/Ferah	1 damla mentol (Sigma, gıda sınıfı), %23'lük (v/v) etil alkol-su çözeltisinde (25 ml)
7	Çiçeksi	1 damla linalol (Sigma, gıda sınıfı), %23'lük (v/v) etil alkol-su çözeltisinde (25 ml)
8	Rezene	1 çay kaşığı rezene
9	Damla sakızı	1 çay kaşığı damla sakızı (ezilmiş)
10	Meyvemsi	Kuru dut, kuru incir, yaş üzüm, şeftali parçalanır ve karışımdan 1 tatlı kaşığı alınır.
11	Çam/Ferah/Reçine	1 damla metil öjenol (Sigma, gıda sınıfı), %23'lük (v/v) etil alkol-su çözeltisinde (25 ml)
12	Topraksı	1 tatlı kaşığı toprak
13	Kompleks	Aroma zenginliğini ifade eder.
14	Aroma yoğunluğu	Aromaların hissedilme seviyesini ifade eder.
15	Genel izlenim	Kişisel beğeniyi ifade eder.



Şekil 3.2. Aroma profil analizi formu

Anason tohumu örneklerinin her birinden 10'ar gram alınıp, örnekler özel ambalajlarında özel olarak kodlandıktan sonra panelistlere sunulmuştur. Aroma profil analizinden önce ilk olarak renk tanımlayıcısı 15 cm'lik skala üzerinde değerlendirilmiştir. Sonrasında aroma profil analizi kapsamında koku, tat ve beğeni özelliklerinin yoğunluğuna göre değerlendirilmesi istenmiştir. Analizler sonucunda elde edilen veriler istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

3.2.5. İstatistiksel Analiz

Farklı yörelerde yetiştirilen ve örneklenen anason tohumlarının aroma bileşimi, uçucu yağ oranları, iklim verileri, yetiştirme ortamı toprak özellikleri, anason tohumu nem içerikleri, tek yönlü varyans analizi yöntemi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Önemli bulunan farklılıklara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Anason tohumlarının uçucu yağ oranları ile iklim verileri, yetiştirme ortamı toprak özellikleri ve aroma profil analizi sonuçları ilişkisi Pearson Korelasyon Testi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Duyusal analiz verilerini incelemek amacıyla tek yönlü varyans analizi uygulamış ve önemli bulunan farklılıklara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Duyusal verilere Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanarak anason tohumlarının karakteristiğini gösteren duyusal tanımlayıcılar belirlenmiştir (Lawless H. T., Heymann H., 2010). Ayrıca duyusal verileri yorumlamak için Cluster Analizi kullanılmıştır. İstatistiksel analizler için XLSTAT (Addinsoft, Fransa) version 2019.4.2. istatistik analiz programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Anason Tohumlarının Nem İçeriği

Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumlarının nem içeriği Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi nem içerikleri %8.36 ile %9.81 arasında bulunmuştur. En düşük nem içeriği %8.36 olarak A3 kodlu örnekte (Burdur/Yeşilova/Taşpınar Köyü), en yüksek nem içeriği %9.81 olarak A1 kodlu örnekte (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii) bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliği'nde, öğütülmemiş anason tohumlarının nem miktarının en çok %10 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2013). Elde edilen bulgular Kodekste belirtilen değer ile uyumludur. Örnekler arasındaki nem içeriği farkı istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.1. Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumu numunelerinin nem içerikleri

Örnek Kodu	Nem İçeriği (%)
A1	9.81
A2	9.55
A3	8.36
A4	9.80
A5	9.53
A6	9.39
A7	8.72
A8	9.61
A9	9.10
F	ÖD

F: Varyans analizine göre farklılık durumu; ÖD: önemli değil, $p<0.0001$ düzeyinde.

4.2. Yetiştirme Yöresinin Anason Tohumunun Uçucu Yağ Oranı Üzerine Etkisi

Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumu numunelerinin uçucu yağ oranına ait değerler Çizelge 4.2'de verilmiştir. Görüldüğü gibi farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumlarının uçucu yağ oranları %1.6-3.7 arasında değişim göstermiştir. Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumlarının uçucu yağ oranı farkı varyans analizine göre önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumu numunelerinin uçucu yağ oranları

Örnek Kodu	Uçucu Yağ Oranı (%)
A1	3.2^{b}
A2	2.8^{c}
A3	2.1^{g}
A4	2.7^{d}
A5	2.5^{e}
A6	3.7^{a}
A7	1.6^{h}
A8	2.2^{f}
A9	2.1^{g}
F	*

F: Varyans analizine göre farklılık durumu; *: $p<0.0001$ düzeyinde önemlidir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemlidir ($p<0.0001$).

En düşük uçucu yağ oranı %1.6 olarak A7 kodlu örnekte (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü), en yüksek uçucu yağ oranı ise %3.7 olarak A6 kodlu örnekte (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) bulunmuştur. Araştırma sonuçlarından görüldüğü gibi anason tohumlarının uçucu yağ oranları

yetiştirildiği yöreye göre değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen değerler yurt dışında ve yurt içinde yapılan diğer çalışmalarda elde edilen değerlerle de uyuşmaktadır. Uçucu yağların miktarı iklim, mevsim, coğrafi koşullar, distilasyon yöntemleri, hasat zamanı ve depolama gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Evren ve Tekgüler, 2011; Bakır ve Özmen, 2012). Kevseroğlu (1982), Çeşme, Denizli, Burdur, Balıkesir, Isparta, İspanya ve Mısır orijinli anasonların bazı özelliklerini araştırmıştır. Araştırmada, uçucu yağ oranı %2.17-2.83 arasında değişim göstermiştir. Tanker ve İzgü (1988), İç Anadolu Bölgesinde yetişen *Pimpinella anisum* L. türleri üzerinde farmasötik botanik yönünden bir araştırma yapmışlardır. Çalışılan *Pimpinella* türlerinin meyvelerinde uçucu yağ oranı %1.1-2.8 arasında tespit edilmiştir. Kaya (1990), anason bitkisinde bazı kalite özelliklerini incelemek amacıyla yaptığı araştırmada, Çeşme, Karaburun, Urla ve Gölhisar orijinli tohumları kullanmıştır. Uçucu yağ oranlarını Çeşme %2.02, Karaburun %2.02, Urla %2.91, Gölhisar %1.82 olarak belirlemiştir. Satıbeşe ve ark. (1994), Türkiye'nin değişik yörelerinde yetiştirilen anasonların kimyasal kompozisyonu ve bileşimi üzerine depolama süresinin etkisini inceledikleri araştırmada Çeşme, Burdur, Tavşanlı ve Acıpayam anasonlarının uçucu yağ oranlarını sırasıyla %2.98, %2.45, %3.14 ve %2.66 olarak tespit etmişlerdir. Kılıç (1996), değişik yörelerden sağlanan anason tohumlarının biyolojik ve fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada uçucu yağ oranının %1.3-3.7 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Arslan ve ark. (2004), Türkiye anason popülasyonlarının uçucu yağ miktarı ve değişimi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Farklı anason üretim bölgelerinden alınan 29 tohum örneği araştırmada materyal olarak kullanmışlardır. Çalışmada; uçucu yağ oranlarının %1.3-3.7 arasında değiştiğini saptamışlardır. Özcan ve Chalchat (2006), olgunlaşma evresinde toplanan anason tohumlarında uçucu yağ oranının %1.91 olduğunu belirtmişlerdir. Acimovic ve ark. (2015b), Sırbistan ekolojik koşullarında yaptıkları çalışmada, anason tohumunda ortalama uçucu yağ oranını %3.91 olarak tespit etmiş ve uçucu yağ miktarının hava koşulları ve bölgeye bağlı olduğunu

fakat farklı tip gübreleme uygulamasının uçucu yağ miktarına önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

4.3. Yetiştirme Ortamı İklim Özelliklerinin Anason Tohumunun Uçucu Yağ Oranı Üzerine Etkisi

Tanımlı meteoroloji istasyonlarından anason bitkisinin ekim, vejetatif büyüme, çiçeklenme, meyve oluşumu, olgunlaşma ve hasat evreleri için alınan ortalama nem (%), ortalama sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) miktarı verileri ile anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ilişkisi değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Pearson Linear Correlation testi uygulanmıştır.

Vejetatif büyüme evresinde (r = -0.816) ve çiçeklenme evresinde (r = -0.754) ortalama sıcaklığın (°C), anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile negatif yönde yüksek korele olduğu görülmüştür. Diğer evrelerde ortalama sıcaklığın (°C), anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile anlamlı bir korelasyonuna rastlanmamıştır.

Meyve oluşumu evresinde (r = 0.851) toplam yağış (mm) miktarının, anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile pozitif yönde yüksek korele olduğu görülmüştür. Diğer evrelerde toplam yağış (mm) miktarının, anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile anlamlı bir korelasyonuna rastlanmamıştır. Herhangi bir evrede ortalama nem (%) miktarının, anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile anlamlı bir korelasyonuna rastlanmamıştır.

Önceki çalışmalarda da iklim farklılıklarının anason uçucu yağı miktarı ve bileşimi üzerinde etkili olduğu görülmektedir.

Acimovic ve ark. (2015b), anason tohumunun uçucu yağ miktarı ve bileşimi üzerine yaptıkları araştırmada hava koşulları, yöre ve gübrelemenin anason uçucu yağının bileşimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Anason tohumlarının uçucu yağ miktarının hava koşulları ve yöreye bağlı olarak değiştiğini fakat farklı gübreleme sistemlerinin uçucu yağ miktarı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Yağışın az olduğu yıl yetiştirilen anason tohumunda uçucu yağ miktarının diğer yıla göre istatistiksel olarak önemli seviyede az

olduğunu bildirmişlerdir. Acimovic ve ark. (2014), Sırbistan'da farklı sezonlarda ve farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumlarının tohum özellikleri ve uçucu yağ özelliklerine etki eden toprak, iklim, yöre farklılıkları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Ilık iklimin, soğuk ve sıcak iklim koşulları ile kıyaslandığında uçucu yağ miktarı üzerinde pozitif etkisinin olduğunu, kurak iklimin uçucu yağ miktarı üzerine negatif etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Aloghareh ve ark. (2013), farklı sulama rejimlerinin anason tohumu uçucu yağ miktarının üzerine etkisini inceledikleri çalışmada kuraklık stresinin anason tohumu uçucu yağ miktarını anlamlı düzeyde azalttığını bildirmişlerdir. Zehtab-Salmasi ve ark. (2001), sulama ve ekim tarihinin anason tohumu uçucu yağ performansına etkisini araştırdıkları çalışmada, meyve oluşumu evresinde su azlığının uçucu yağ miktarını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Iannarelli ve ark. (2017), İtalya'da anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarının uçucu yağ ve aroma bileşenlerinin farklı yerlerde yetişen anason tohumlarında incelenmesi kapsamında bir araştırma yapmışlardır. Sıcaklık ve yağışın anason tohumu uçucu yağ miktarına etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

4.4. Yetiştirme Ortamı Toprak Özelliklerinin Anason Tohumunun Uçucu Yağ Oranı Üzerine Etkisi

Yetiştirme ortamı toprak örneklerinin analiz sonuçları (Kalsiyum (Ca) mg/kg, Magnezyum (Mg) mg/kg, Organik Madde %, Bünye % Kil, Bünye % Kum, Bünye % Silt, Mangan (Mn) mg/kg, Demir (Fe) mg/kg, Bakır (Cu) mg/kg, Çinko (Zn) mg/kg, Forfor (P) mg/kg, Potasyum (K) mg/kg, Toplam Azot (N) %, Tuz Oranı %) ile anason tohumu uçucu yağ oranı ilişkisi değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Pearson Linear Correlation testi uygulanmıştır.

Toprağın Bünye % Silt oranının ($r = 0.727$) anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile pozitif yönde yüksek korele olduğu görülmüştür. Diğer toprak analiz sonuçlarının, anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile anlamlı bir korelasyonuna rastlanmamıştır.

Önceki çalışmalarda da toprak içeriği farklılıklarının anason uçucu yağı miktarı ve bileşimi üzerinde etkili olduğu görülmektedir.

Naher ve ark. (2012), Bangladeş'te anason tohumu uçucu yağı ve bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada, anasonun uçucu yağ içeriği ve bileşiminin değişiminin, yetiştiği coğrafi konum, genotip, olgunluk aşaması, yetiştirme uygulamaları, toprak bileşimi ve iklim farklılıkları gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğu sonucuna vardıklarını bildirmişlerdir.

Anason tohumu kalitesi temel olarak uçucu yağ içeriği ve bileşimi bakımından değerlendirilir. Bu parametreler çevresel faktörlerden önemli ölçüde etkilenir, bu çevresel faktörler toprak tipi, iklim koşulları ve uygulanan agronomik uygulamalardır. (Zehtab-Salmasi ve ark., 2001; Omidbaigi ve ark., 2003; Özel, 2009; Jevdjovic ve ark., 2012).

4.5. Yetiştirme Yöresinin Anason Tohumunun Aroma Bileşimi Üzerine Etkisi

Bu çalışmada farklı yörelerde yetiştirilmiş anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarından su buharı distilasyonu yöntemiyle uçucu yağ elde edilmiş, uçucu yağda bulunan aroma bileşenleri GC-MS ve GC-FID cihazları ile tanımlanmış ve miktarları belirlenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bileşenler ve miktarları yöre bazlı olacak şekilde Çizelge 4.3'te verilmiştir. Aroma bileşenlerinin miktarlarının toplam aroma bileşen miktarı içerisindeki yüzdelik oranları Ek Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Anason tohumlarında belirlenen aroma bileşenleri ve miktarları

Bileşen (µg/100 g)	RI	ID	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	F
Toluen	778	B	19.59^{a}	S	15.46^{b}	15.67^{b}	11.81^{c}	22.54^{a}	S	15.94^{b}	11.73^{c}	*
2,4-Dimetilheptan	800	B	14.23^{b}	23.32^{a}	13.64^{bc}	16.24^{b}	14.86^{b}	S	10.54^{c}	S	S	*
Oktan	801	B	S	S	S	S	S	S	S	23.41^{b}	29.37^{a}	*
α-Thujon	922	B	S	S	16.47^{c}	173.9^{a}	S	S	22.44^{b}	S	S	*
α-Pinen	927	A,B	106.23^{d}	239.47^{c}	212.71^{c}	S	137.13^{d}	20.71^{ef}	395.40^{a}	78.68^{de}	312.54^{b}	*
Dihidromirsen	942	B	31.22^{cd}	21.51^{de}	33.85^{c}	35.59^{bc}	26.17^{cd}	44.79^{ab}	13.89^{e}	53.63^{a}	31.26^{cd}	*
β-Pinen	968	B	S	S	S	S	S	S	S	S	151.55^{a}	*
Sabinen	969	B	75.43^{d}	96.36^{c}	154.65^{a}	62.08^{d}	58.34^{d}	59.25^{d}	117.44^{b}	75.16^{d}	S	*
β-Mirsen	990	B	246.61^{ab}	214.05^{b}	301.96^{a}	S	S	S	197.01^{b}	245.00^{ab}	200.41^{b}	*
1-Bütil-*2*-Etilsiklobütan	991	B	S	S	S	180.87^{b}	173.93^{b}	240.73^{a}	S	S	S	*
α-Felandren	1000	B	836.04^{b}	53.96^{e}	1177.08^{a}	89.02^{e}	73.76^{e}	90.66^{e}	279.2^{d}	446.94^{c}	773.55^{b}	*
δ-3-Karen	1005	B	281.82^{c}	142.24^{c}	2614.20^{a}	290.17^{c}	166.60^{c}	179.22^{c}	328.78^{c}	1700.34^{b}	2006.21^{b}	*
o-Simen	1020	A,B	273.71^{d}	384.41^{b}	583.25^{a}	160.96^{f}	144.99^{f}	230.92^{e}	300.50^{cd}	377.35^{b}	325.97^{c}	*
Limonen	1024	B	15718.01^{b}	386.58^{f}	17881.95^{a}	810.23^{ef}	755.14^{ef}	1591.76^{ef}	9862.08^{c}	884.24^{ef}	2361.25^{d}	*
trans-β-Osimen	1038	B	S	S	S	S	S	S	20.44^{a}	12.54^{b}	11.77^{b}	*
γ-Terpinen	1055	A,B	418.76^{cd}	937.08^{a}	368.83^{cd}	371.48^{cd}	337.96^{d}	526.94^{b}	337.20^{d}	385.83^{cd}	455.02^{bc}	*
α-Terpinen	1084	B	1012.77	849.01	741.65	980.03	918.37	1084.6	860.91	890.49	905.56	ÖD
Linalol	1099	A.B	S	S	S	S	S	S	7225.68^{a}	S	S	*
Undekan	1100	B	39.00^{de}	67.76^{b}	47.26^{cde}	44.10^{de}	31.00^{e}	49.50^{cd}	S	90.55^{a}	63.02^{bc}	*

Çizelge 4.3.devamı

Geyren	1135	B	1157.37^{cde}	1119.30^{cde}	853.29^{e}	1219.84^{bcd}	926.12^{de}	1972.69^{a}	927.44^{de}	1314.50^{bc}	1542.90^{b}	*
1-Dodesen	1192	B	352.69^{bc}	411.58^{ab}	320.16^{bc}	315.83^{bc}	344.27^{bc}	484.09^{a}	233.37^{c}	326.88^{bc}	291.45^{bc}	*
Estragol**	1195	A,B	53649.00^{c}	60796.84^{b}	33939.23^{h}	42563.72^{g}	45539.75^{f}	77605.71^{a}	42807.62^{g}	52025.56^{d}	48729.09^{e}	*
cis-Dihidrokarvon	1200	B	31.87^{bc}	S	34.22^{b}	S	S	77.63^{a}	S	S	S	*
Dekanal	1205	B	S	S	S	S	S	S	S	S	32.24^{a}	*
Timol Metil Eter	1235	B	33.39^{d}	68.98^{a}	29.44^{e}	33.79^{d}	29.89^{e}	41.41^{b}	22.62^{f}	35.71^{cd}	38.63^{bc}	*
D-Karvon	1242	B	349.64^{b}	S	404.66^{a}	S	S	S	198.01^{c}	24.30^{e}	41.29^{d}	*
cis-Anetol	1251	B	5734.32^{a}	4120.72^{c}	4075.74^{c}	4905.33^{b}	4959.09^{b}	5732.26^{a}	3786.23^{c}	5738.06^{a}	4045.09^{c}	*
p-Anisaldehit	1256	A,B	33112.02^{a}	26767.80^{abc}	24566.12^{bc}	25248.75^{bc}	23982.41^{bc}	32876.98^{a}	23942.68^{bc}	31286.60^{ab}	20954.36^{c}	*
Hekzametilbenzen	1278	B	S	S	54.39^{a}	S	22.48^{b}	S	S	S	17.77^{b}	*
Pregeijeren	1281	B	924.85^{bc}	1030.15^{b}	824.45^{c}	932.33^{bc}	833.4^{c}	1332.97^{a}	427.01^{d}	1444.59^{a}	975.43^{b}	*
trans-Anetol**	1297	A,B	2964037.98^{b}	2629808.70^{c}	1892331.70^{h}	2583943.19^{d}	2321926.78^{e}	3495861.36^{a}	1482465.60^{i}	2047901.14^{f}	1938021.89^{g}	*
Tridekan	1302	B	77.73^{bc}	47.84^{c}	228.20^{a}	85.12^{bc}	84.48^{bc}	68.11^{bc}	109.13^{b}	82.37^{bc}	71.21^{bc}	*
δ-Elemen	1336	B	7016.12^{bcd}	7583.43^{bc}	5835.81^{cd}	7925.57^{b}	5526.06^{d}	9930.11^{a}	3389.15^{e}	6043.47^{cd}	8657.67^{ab}	*
α-Longipinen	1345	B	1695.10^{abc}	2274.90^{a}	1747.19^{ab}	1549.42^{bc}	1577.6^{bc}	2280.77^{a}	1051.44^{c}	1741.72^{ab}	1471.61^{bc}	*
(+)-Longisiklen	1362	B	1271.44^{b}	1807.16^{a}	S	S	S	S	S	S	S	*
(+)-Sikloizosativen	1363	B	S	S	1409.91^{ab}	1176.88^{bc}	1284.20^{b}	1685.06^{a}	875.99^{c}	1407.81^{ab}	1227.30^{bc}	*
α-Ylangen	1368	B	1917.42^{abc}	2460.44^{ab}	2003.40^{abc}	1741.61^{bcd}	1810.21^{bcd}	2553.37^{a}	1164.65^{d}	1888.29^{abc}	1533.13^{cd}	*
α-Kopaen	1372	B	237.79^{c}	182.99^{c}	675.05^{a}	233.79^{c}	227.24^{c}	230.26^{c}	150.48^{c}	395.82^{b}	467.94^{b}	*
(+)-β-Gurjunen	1376	B	S	S	63.66^{a}	S	35.43^{cd}	52.50^{ab}	20.31^{d}	48.43^{abc}	41.47^{bc}	*
β-Burbonen	1380	B	232.60^{c}	155.75^{c}	485.55^{b}	185.86^{c}	192.36^{c}	191.94^{c}	203.97^{c}	628.34^{a}	427.73^{b}	*
Anisil Aseton	1382	B	S	S	S	S	230.07^{c}	377.76^{a}	205.98^{c}	321.62^{b}	292.14^{b}	*

Çizelge 4.3.devamı

β-Kubeben	1386	B	161.48^{cd}	123.22^{cd}	313.22^{ab}	157.05^{cd}	134.14^{cd}	142.38^{cd}	58.02^{d}	216.58^{bc}	341.41^{a}	*
β-Elemen	1389	B	3895.69^{bc}	3256.56^{cde}	3463.34^{bcd}	2846.22^{de}	2883.48^{de}	5086.93^{a}	2308.87^{e}	4337.81^{ab}	4351.39^{ab}	*
3-Tetradesen	1393	B	419.29	503.27	439.46	389.07	421.05	569.65	278.23	439.54	399.74	ÖD
Metil Öjenol	1406	B	437.77^{c}	S	1083.50^{a}	S	S	S	S	462.84^{c}	762.50^{b}	*
(+)-β-Funebren	1406	B	94.70^{b}	62.89^{c}	S	S	85.74^{b}	113.37^{a}	54.52^{c}	S	S	*
β-Yılangen	1414	B	2064.58^{a}	1058.72^{bc}	1950.89^{a}	1819.25^{a}	1217.34^{b}	1982.78	826.21^{c}	1995.72^{a}	2022.23^{a}	*
α-Gurjunen	1420	B	185.22^{c}	282.74^{b}	392.01^{a}	S	S	S	S	S	S	*
Aromadendren	1422	B	145.92^{b}	174.33^{b}	207.47^{b}	334.67^{a}	366.22^{a}	434.13^{a}	143.18^{b}	352.63^{a}	349.70^{a}	*
Germakren-D	1425	B	15456.41^{c}	357.62^{d}	31513.02^{ab}	15220.64^{c}	569.94^{d}	751.54^{d}	385.41^{d}	28185.96^{b}	36766.64^{a}	*
γ-Elemen	1432	B	366.38^{cd}	328.84^{de}	426.53^{bc}	403.65^{bc}	295.72^{e}	618.12^{a}	222.56^{f}	372.52^{cd}	453.81^{b}	*
trans-α-Bergamoten	1435	B	1594.06^{bc}	1114.97^{cd}	1889.65^{ab}	1630.34^{bc}	1204.31^{cd}	2171.36^{a}	723.31^{d}	1797.65^{ab}	1468.47^{bc}	*
α-Himakalen	1445	B	6090.13^{abc}	7937.90^{a}	6368.39^{abc}	5341.37^{cd}	5860.68^{abcd}	7838.67^{ab}	3797.41^{d}	5836.04^{abcd}	5820.67^{bcd}	*
γ-Murolen	1449	B	334.18^{c}	S	1353.4^{a}	1211.65^{a}	649.34^{b}	S	153.86^{de}	327.54^{c}	301.95^{cd}	*
γ-Kadinen	1450	B	1043.74^{a}	S	S	99.37^{b}	S	1051.8^{a}	S	S	S	*
α-Humulen	1450	B	S	613.54^{b}	S	S	S	S	415.55^{c}	1019.33^{a}	949.37^{a}	*
trans-β-Farnesen	1462	B	3404.23^{ab}	3166.84^{b}	3495.47^{ab}	3025.81^{b}	3037.53^{b}	4134.54^{a}	1705.07^{c}	3117.75^{b}	2940.72^{b}	*
8,9-Dehidro-Neoizolongifolen	1469	B	S	S	S	S	S	S	338.94^{b}	696.40^{a}	342.06^{b}	*
γ-Himakalen	1480	B	63486.57^{ab}	82623.26^{a}	66092.31^{ab}	50653.49^{b}	61503.53^{ab}	81705.01^{a}	42469.19^{b}	61287.09^{ab}	49532.58^{b}	*
(-)-Lepidozen	1482	B	12476.18^{a}	S	S	S	S	S	S	S	S	*
β-Farnesen, (E)-	1482	B	S	S	S	10865.60^{b}	9742.48^{c}	15026.86^{a}	S	S	S	*
α-Kurkumen	1482	B	S	11485.07^{a}	S	S	S	S	S	S	S	*
İzolongifolen	1489	B	S	S	S	258.40^{a}	S	S	S	S	S	*

Çizelge 4.3.devamı

δ-Selinen	1489	B	S	S	S	S	464.87^{a}	S	S	168.58^{b}	S	*
Zingiberen	1497	B	12476.18^{c}	30963.61^{b}	36839.92^{b}	39760.55^{b}	29523.93^{b}	50498.66^{a}	16041.05^{c}	34617.11^{b}	35365.93^{b}	*
Germakren-A	1501	B	38696.15^{a}	1137.79^{b}	1037.46^{b}	865.89^{b}	S	S	S	S	S	*
β-Himakalen	1503	B	0.00^{c}	444.29^{ab}	453.11^{ab}	264.30^{b}	308.62^{b}	367.25^{ab}	285.76^{b}	579.72^{a}	238.28^{bc}	*
δ-Kadinen	1505	B	2523.38^{abc}	2866.31^{ab}	2333.26^{bc}	2392.53^{abc}	2720.72^{abc}	3260.17^{a}	1230.37^{d}	1953.43^{cd}	2555.15^{abc}	*
β-Bisabolen	1509	B	13146.79^{cd}	10160.46^{de}	19725.86^{a}	13883.78^{bcd}	9063.85^{de}	17850.40^{abc}	6186.31^{e}	18529.97^{ab}	14238.12^{bcd}	*
β-Seskifellandren	1524	B	4084.28^{abc}	2587.96^{d}	5457.35^{a}	3987.12^{bc}	3132.85^{cd}	4967.25^{ab}	1778.66^{d}	4047.92^{abc}	4931.33^{ab}	*
α-Murolen	1530	B	S	S	S	S	97.37^{a}	S	S	S	S	*
cis-*γ*-Bisabolen	1531	B	S	S	S	S	S	73.32^{a}	S	S	S	*
α-Guaien	1531	B	S	S	S	S	S	S	42.88^{c}	64.79^{b}	92.37^{a}	*
Isoleden	1536	B	S	S	S	S	25.98^{ab}	29.73^{ab}	31.99^{ab}	49.59^{a}	57.47^{a}	*
β-Kalakoren	1541	B	S	S	441.72^{a}	71.94^{b}	102.86^{b}	82.57^{b}	72.54^{b}	123.79^{b}	125.21^{b}	*
cis-*α*-Bisabolen	1543	B	154.96	162.96	207.82	134.98	144.10	178.76	234.75	166.02	149.69	ÖD
Germakren-B	1554	B	372.85	475.49	483.46	360.69	347.06	496.14	357.30	458.60	430.87	ÖD
α-Kalakoren	1561	B	54.86^{cd}	42.49^{d}	84.59^{b}	46.96^{cd}	50.49^{cd}	55.05^{cd}	128.09^{a}	80.15^{b}	65.86^{bc}	*
Ketene	1593	B	227.08^{cd}	266.55^{bcd}	282.00^{bc}	235.35^{cd}	212.60^{d}	308.33^{b}	554.61^{a}	294.51^{b}	219.25^{d}	*
Sikloizolongifolen	1627	B	61.29^{ef}	60.41^{ef}	123.89^{b}	50.06^{f}	45.55^{f}	83.44^{cd}	238.48^{a}	99.24^{c}	75.77^{de}	*
1-Nonadesen	1793	B	S	81.65^{b}	70.97^{b}	71.68^{b}	86.57^{ab}	115.40^{a}	57.56^{b}	90.29^{ab}	64.24^{b}	*
Neofitadien	1840	B	308.48^{b}	S	652.53^{a}	S	S	386.52^{b}	S	265.68^{b}	S	*
Psödoizoöjenol 2-Metilbütanoat	1844	B	3741.27^{bc}	2424.37^{e}	4326.35^{ab}	3561.59^{c}	2797.80^{de}	3352.10^{cd}	2630.83^{e}	3612.63^{c}	4544.60^{a}	*
Öjenil izovalerat	1896	B	S	S	S	108.41^{c}	50.73^{e}	84.17^{d}	88.57^{cd}	151.71^{b}	224.61^{a}	*
Metil Palmitat	1927	B	S	S	S	S	S	S	13.15^{a}	S	S	*

Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir. RI: HP 5MS kolonda belirtilen Kovats Index değerleri; ID: Tanımlamada kullanılan yöntemler (A, standart bileşik kullanılarak yapılan tanımlama; B, kütle spektrometresi kütüphanesi ve Kovats Index değerinin literatür ile karşılaştırılması yoluyla yapılan tanımlama), S: saptanamadı, **: GC-FID ile doğrudan enjeksiyonla tespit edilen miktarlar. F: Varyans analizine göre farklılık durumu; ÖD: önemli değil, *: $p<0.05$ düzeyinde önemlidir. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemlidir ($p<0.05$). Aroma maddelerinin standart sapma değerleri %15'in altındadır.

Numune kodları;
A1: Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii
A2: Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii
A3: Burdur/Yeşilova/Taşpınar Köyü:
A4: Burdur/Tefenni/Çaylı Köyü/Kocadüz mevkii
A5: Burdur/Çavdır/Bölmepınar Köyü/Söğüt Gölü mevkii
A6: Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii
A7: Konya/Yunak/Koçyazı Köyü
A8: Afyonkarahisar/Sandıklı/Kusura Köyü/Beştepe mevkii
A9: Antalya/Elmalı/Tekke Köyü

Farklı 9 yörenin anason tohumu numunesinde toplamda 85 farklı aroma bileşeni tanımlanmıştır. Sayısal olarak en fazla aroma bileşeni tespit edilen örnekler; 65 farklı aroma bileşeni ile A8 (Afyonkarahisar/Sandıklı/Kusura Köyü/Beştepe mevkii) ve A9 (Antalya/Elmalı/Tekke Köyü) örnekleri, sayısal olarak en az aroma bileşeni tespit edilen örnek ise 55 farklı aroma bileşeni ile A2 (Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii) olmuştur. Aroma maddelerinin toplam miktarı A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde en yüksek düzeyde bulunmuş olup (3841313 µg/100g), A7 (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) örneğinde ise en düşük düzeyde (1665845 µg/100g) tespit edilmiştir.

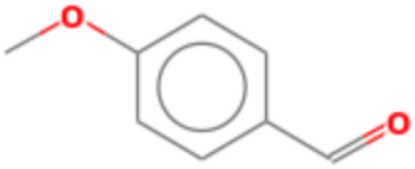
Tanımlanan aroma bileşenleri arasında en yüksek miktarda bulunan bileşenler fenilpropanoid grubuna dahil olan *trans*-anetol, estragol, *p*-anisaldehit ve seskiterpen grubuna dahil *γ*-himakalen ve zingiberen olmuştur. Şekil 4.1'de *trans*-anetol, estragol, *p*-anisaldehit, *γ*-himakalen ve zingiberen bileşiklerinin kimyasal yapıları verilmiştir.



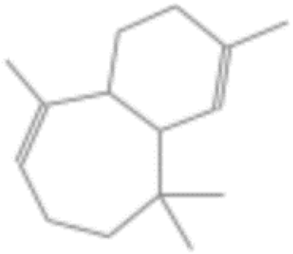
trans-anetol



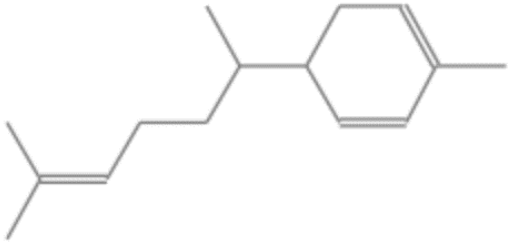
estragol



p-anisaldehit



γ-himakalen



zingiberen

Şekil 4.1. *Trans*-anetol, estragol, *p*-anisaldehit, *γ*-himakalen ve zingiberen bileşiklerinin kimyasal yapıları (Anonim, 2020)

Anason tohumu örneklerinde *trans*-anetol bileşeninin oranı %86.5-91.0 arasında değişmektedir. *Trans*-anetol miktarı en fazla A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde 3495861 µg/100g, en az ise A7 (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) örneğinde 1482466 µg/100g olarak tespit edilmiştir. Yetişme yöresine göre örnekler arasındaki *trans*-anetol miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Arslan ve ark. (2004), Türkiye'de yetişen anason tohumu popülasyonlarının uçucu yağ miktarı ve bileşiminin değişimi üzerine yaptıkları çalışmada farklı yörelerden toplanmış anason tohumu örneklerini materyal olarak kullanılmıştır. Uçucu yağlardan elde edilen ana bileşenin (*trans*-anetol) toplam aroma bileşenleri arasındaki oranını %78.63-95.21 arasında tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Doğramacı ve Arabacı (2015), yaptıkları çalışmada Gölhisar, Fethiye, Denizli ve Çeşme anason genotiplerinde *trans*-anetol oranının %97.50-98.49 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Keskin ve Baydar (2016) yaptıkları çalışmada *trans*-anetol oranını %95.56-95.88 arasında, Şanlı ve ark. (2012) %90.35, Doğan ve ark. (2018) %85.62-94.99 arasında olacak şekilde bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerler ülkemizde yapılan diğer çalışmalarda elde edilen değerlerle uyuşmaktadır.

Yurt dışında yapılan çalışmalarda; Orav ve ark. (2008), Estonya'da yaptıkları çalışmada farklı ülkeden alınan 14 farklı örnekte anason uçucu yağında *trans*-anetol oranını %76.9-93.7 arasında, Ullah ve ark. (2014), Almanya'da yaptıkları çalışmada %82.11, Acimovic ve ark. (2015b), Sırbistan'da yaptıkları çalışmada %96.80, Hassan ve Elhassan (2017), Sudan'da yaptığı çalışmada %78.21, Rebey ve ark. (2017), Tunus ve Mısır kökenli anasonlarda yaptıkları çalışmada %90.41-94.30, El-Gamal ve Ahmed (2017), Mısır'da yaptıkları çalışmada %88.38-94.20, Iannarelli ve ark. (2017), İtalya'da yaptıkları çalışmada %88.9-97.9, Abu-Rumman (2018), Suudi Arabistan'da yaptığı çalışmada %72.2 ile %96.5 arasında, Saleh-e-In ve ark. (2019), Bangladeş'te yaptıkları çalışmada

%83.67 bulmuşlardır. Bu çalışmada elde edilen değerler yurt dışında yapılan diğer çalışmalarda elde edilen değerlerle de uyuşmaktadır.

Trans-anetol ve estragol izomerdir, estragol *trans*-anetol'ün izomerizasyonu ile oluşmaktadır ya da bu durumun tersi de oluşabilir (Acimovic ve ark., 2015a). *Trans*-anetol'ün anason ve otsu bir kokusu ve tatlı bir duyusal özelliği vardır. 15 ppm'de tat karakteristiği tatlı, anason, meyankökü olarak algılanır (Burdock, 2005).

Anason tohumu örneklerinde estragol bileşeninin oranı %1.5-2.6 arasında tespit edilmiştir. Estragol miktarı en fazla A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde 77606 µg/100g, en az ise A3 (Burdur/Yeşilova/Taşpınar Köyü) örneğinde 33939 µg/100g olarak tespit edilmiştir. Yetişme yöresine göre örnekler arasındaki estragol miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Estragol anason ve meyan kökü benzeri bir kokuya sahiptir (Burdock, 2005; Diaz-Maroto ve ark., 2005).

Omidbaigi ve ark. (2003), İran'da farklı hasat zamanlarına göre anasonun tohumu uçucu yağ oranı ve bileşimindeki değişimi belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada tohumların olgunlaşma öncesi döneminde estragol (%3.6), tam olgunlaşma döneminde estragol (%2.27) olacak şekilde tespit edilmiştir. Orav ve ark. (2008), Avrupa ülkelerinden elde edilen *Pimpinella anisum* L. tohumlarının uçucu yağ bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada anason uçucu yağında estragol (%0.5-2.3) olarak bildirmişlerdir. Doğramacı ve Arabacı (2015), anason uçucu yağında estragol (metil kavikol) oranının %0.37-2.49 arasında tespit edildiğini belirtmişlerdir. Akıcı (2016), anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarının depolama süresinin uçucu yağ oranları ve uçucu yağın aroma bileşimi üzerine yaptığı çalışmada estragol miktarını yeni hasat edilen anasonda (39036 µg/100g) (%1.92), 12 ay depolanmış anasonda ise (28681 µg/100g) (%1.63) olarak bildirmiştir. Hassan ve Elhassan (2017), Sudan'da anason tohumunda uçucu yağ oranı ve bileşenlerini araştırdıkları çalışmada %1.86 oranında estragol tespit ettiklerini bildirmişlerdir. El-Gamal ve Ahmed (2017), Mısır'da yaptıkları

çalışmada iki sezon boyunca anason bitkisinin farklı olgunlaşma aşamalarında hasat edilmesinin anason tohumu uçucu yağ miktarı ve anason tohumu uçucu yağ kompozisyonu üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada estragol bileşenini %0.34- 3.45 aralığında tespit etmişledir. Rebey ve ark. (2017), Tunus ve Mısır kökenli anason *(Pimpinella anisum* L.*)* tohumlarının biyokimyasal kompozisyonunu inceledikleri çalışmada estragol bileşeninin %0.20–%3.74 oranları arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Doğan ve ark. (2018), Türkiye'de yetişen anason popülasyonlarında yaptıkları araştırmada estragol oranı %1.52-%2.57 arasında tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Rebey ve ark. (2019a), Tunus'ta yetişen anason *(Pimpinella anisum* L.*)* tohumları üzerinde yaptıkları çalışmada gölgede kurutulmuş anason tohumlarında estragol oranını %3.82 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerlerin gerek yurt içinde gerek yurt dışında yapılan diğer çalışmalarda elde edilen değerlerle uyuştuğu görülmektedir.

Anason tohumu örneklerinde *p*-anisaldehit bileşeninin oranı %0.9-1.4 arasında değişmektedir. Bu bileşenin miktarı en fazla A1 (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii) örneğinde 33112 µg/100g, en az ise A9 (Antalya/Elmalı/Tekke Köyü) örneğinde 20954 µg/100g olarak tespit edilmiştir. Yetişme yöresine göre örnekler arasındaki *p*-anisaldehit miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. *Trans*-anetol ışık ve hava ile karşılaştığında oksitlenerek anisaldehit bileşiğini oluşturur (Dağıstanoğlu ve ark., 2009). *p*-anisaldehit karakteristik alıç ve keskin anason benzeri bir aromaya sahiptir, 30-40 ppm üzerinde acı bir tada sahiptir (Skalicka-Wozniak ve ark.,2013).

Orav ve ark. (2008), Avrupa ülkelerinden elde edilen *Pimpinella anisum* L. tohumlarının uçucu yağ bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada anason uçucu yağında *p*-anisaldehit oranını Fransa'dan elde edilen örneklerde %5.4 olarak belirlendiğini bildirmişlerdir. Skalicka-Wozniak ve ark. (2013), anason uçucu yağında %2.09 oranında *p*-anisaldehit tespit etmişlerdir. Haşimi ve ark. (2014), anason tohumlarının uçucu yağında tespit ettikleri *p*-anisaldehit oranını %1.86 olarak belirtmişlerdir. Doğramacı ve Arabacı (2015), yaptıkları çalışmada anason

tohumu uçucu yağında *p*-anisaldehit oranının %0.31-1.60 olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerlerin gerek yurt içinde gerek yurt dışında yapılan diğer çalışmalarda elde edilen değerlerle uyuştuğu görülmektedir.

Anason tohumu örneklerinde *γ*-himakalen bileşeninin oranı %1.8-3.0 arasında değişmektedir. Bu bileşenin miktarı en fazla A2 (Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii) örneğinde 82623 µg/100g, en az ise A7 (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) örneğinde 42469 µg/100g olarak tespit edilmiştir. Yetişme yöresine göre örnekler arasındaki *γ*-himakalen miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tabanca ve ark. (2006), yaptıkları bir çalışmada anason tohumunun uçucu yağında terpen bileşiklerinden *γ*-himakalen %1.4 olarak bildirmişlerdir. Ullah ve ark. (2014), farklı tohumluk oranı ve sıra aralığının anason (*Pimpinella anisum* L.) uçucu yağ oranı ve bileşimi üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada *γ*-himakalen oranının %7.0 olduğunu bildirmişlerdir. Acimovic ve ark. (2015a), Sırbistan'da yetiştirilen anason *(Pimpinella anisum)* tohumları üzerine yaptıkları çalışmada, *γ*-himakalen oranını %1.84 olarak bildirmişlerdir. Acimovic ve ark. (2015b), anason tohumunun uçucu yağ miktarı ve bileşimi üzerine yaptıkları bir araştırmada anason tohumu uçucu yağında *γ*-himakalen oranını %2.53 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Rebey ve ark. (2017), Tunus ve Mısır kökenli anason *(Pimpinella anisum* L.*)* tohumları üzerine yaptıkları araştırmada anason tohumu uçucu yağında sırasıyla Tunus ve Mısır kökenli anasonlar için *γ*-himakalen oranını %2.32–%1.08 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerlerin gerek yurt içinde gerek yurt dışında yapılan diğer çalışmalarda elde edilen değerlerle uyuştuğu görülmektedir.

Anason tohumu örneklerinde zingiberen bileşeninin oranı %0.4-1.7 arasında değişmektedir. Bu bileşenin miktarı en fazla A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde 50499 µg/100g, en az ise A1 (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii) örneğinde 12476 µg/100g olarak tespit edilmiştir. Yetişme yöresine göre örnekler arasındaki zingiberen miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Omidbaigi ve ark. (2003), İran'da

anasonun tohumu uçucu yağ oranı ve bileşimindeki değişimi üzerine yaptıkları çalışmada zingiberen bileşenini %1.9 oranında tanımladıklarını belirtmişlerdir. Tabanca ve ark. (2006), yaptıkları bir çalışmada anason tohumunun uçucu yağında terpen bileşiklerinden *α*-zingiberen'i %0.2 oranında tanımladıklarını bildirmişlerdir. Hassan ve Elhassan (2017), Sudan'da anason tohumunda uçucu yağ oranı ve bileşenlerini araştırdıkları çalışmada anason tohumu uçucu yağındaki bileşenler arasında %1.06 oranında zingiberen tespit edildiğini bildirmişlerdir. Zingiberen zencefilin başlıca aktif maddeleri arasında gelmektedir (Kemper, 1999). Bu çalışmada elde edilen değerlerin gerek yurt içinde gerek yurt dışında yapılan diğer çalışmalarda elde edilen değerlerle uyuştuğu görülmektedir.

Bulunduğu miktar açısından önemli diğer aroma bileşenleri ve toplam aroma bileşenleri arasındaki oranları ise limonen (%0.0-0.8), *cis*-anetol (%0.1-0.2), *δ*-elemen (%0.2-0.4), germakren-D (%0.0-1.7), *α*-himakalen (%0.2-0.3), *β*-bisabolen (%0.3-0.9), *β*-Seskifellandren (%0.1-0.2), *α*-longipinen (%0.1), *α*-yılangen (%0.1), *β*-elemen (%0.1-0.2), *β*-yılangen (%0.0-0.1), *trans*-*α*-bergamoten (%0.0-0.1), *trans*-*β*-farnesen (%0.1-0.2), *β*-farnesen, (E)- (%0.0-0.4), germakren-A (%0.0-1.2), *δ*- kadinen (%0.1), psödoizoöjenol 2-metilbütanoat (%0.1-0.2)'dir. Yetişme yöresine göre bu aroma bileşenleri miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

4.6. Yetiştirme Yöresinin Anason Tohumunun Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi

Anason tohumlarının duyusal değerlendirmesinde aroma profil analizi uygulanmıştır, bu analizden önce ilk olarak renk tanımlayıcısı değerlendirilmiştir. Sonrasında aroma profil analizi kapsamında anason, baharatımsı, tatlımsı, bitkisel/otsu, mentol/yeşil/ferah, çiçeksi, rezene, damla sakızı, meyvemsi, çam/ferah/reçine, topraksı, kompleks, aroma yoğunluğu, genel izlenim tanımlayıcıları değerlendirilmiştir. Duyusal analiz 10 kişilik panelist grup

tarafından yapılmıştır. Çizelge 4.4'te aroma profil analizinden elde edilen veriler gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının aroma profil analizi sonuçları

Tanımlama	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	F
Renk	11.31^{ab}	12.06^{a}	3.36^{e}	9.74^{bc}	8.57^{c}	12.81^{a}	0.97^{f}	6.14^{d}	3.48^{e}	*
Anason	11.01^{a}	10.72^{a}	4.33^{bc}	10.36^{a}	7.04^{b}	11.38^{a}	2.36^{c}	4.75^{bc}	3.48^{c}	*
Baharatımsı	11.15^{a}	9.81^{b}	2.75^{c}	7.31^{b}	4.42^{c}	8.94^{b}	1.48^{c}	4.31^{c}	3.86^{c}	*
Tatlımsı	10.08^{a}	10.29^{a}	5.13^{b}	9.15^{a}	6.34^{b}	10.96^{a}	2.55^{c}	4.54^{bc}	6.15^{b}	*
Bitkisel/Otsu	2.03^{c}	2.53^{c}	8.27^{a}	3.38^{bc}	4.10^{bc}	2.75^{c}	9.75^{a}	6.67^{ab}	6.65^{ab}	*
Mentol/Yeşil/Ferah	10.36^{a}	10.29^{a}	2.27^{b}	8.68^{a}	4.32^{b}	10.96^{a}	1.12^{b}	3.46^{b}	3.5^{b}	*
Çiçeksi	8.85^{a}	8.96^{a}	1.50^{b}	7.57^{a}	3.00^{b}	9.99^{a}	0.97^{b}	3.10^{b}	2.47^{b}	*
Rezene	4.13	2.87	6.04	3.60	4.24	4.19	3.85	3.62	5.17	ÖD
Damla sakızı	7.47^{a}	8.30^{a}	2.17^{bc}	6.04^{ab}	3.17^{bc}	8.90^{a}	0.96^{c}	2.14^{bc}	3.09^{bc}	*
Meyvemsi	7.61^{a}	8.15^{a}	2.16^{b}	7.04^{a}	2.95^{b}	8.42^{a}	1.29^{b}	2.94^{b}	1.98^{b}	*
Çam/Ferah/Reçine	7.74^{ab}	8.16^{a}	3.28^{cd}	6.67^{ab}	3.89^{bcd}	9.01^{a}	1.30^{d}	3.27^{cd}	4.06^{bcd}	*
Topraksı	1.80	1.47	3.17	1.48	2.63	1.09	5.7	3.21	3.49	ÖD
Kompleks	10.17^{a}	9.35^{a}	2.36^{c}	8.13^{ab}	5.25^{bc}	10.22^{a}	2.10^{c}	5.21^{bc}	5.88^{b}	*
Aroma yoğunluğu	9.89^{a}	9.22^{a}	4.61^{cd}	8.23^{ab}	6.04^{bc}	11.19^{a}	2.52^{d}	5.58^{bcd}	5.51^{bcd}	*
Genel izlenim	10.93^{a}	10.57^{a}	5.40^{c}	8.92^{ab}	6.76^{bc}	11.60^{a}	2.25^{d}	5.56^{c}	5.48^{c}	*

F: Varyans analizine göre farklılık durumu; ÖD: önemli değil, *: $p<0.05$ düzeyinde önemlidir. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemlidir ($P<0,05$).

Aroma profil analizi sonuçlarına göre rezene ve topraksı tanımlayıcılarının dışındaki diğer 13 tanımlayıcının tamamında örnekler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının aroma profil analizi sonucunda farklılıkların bulunması, anason tohumu uçucu yağ oranlarının ve uçucu yağda bulunan aroma bileşenleri miktarlarının farklı olması durumu ile uyuşmaktadır. Çizelge 4.5.'te farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının aroma profil analizi sonuçları ve uçucu yağ oranı pearson korelasyon matrisi verilmiştir.

Renk tanımlayıcısı bakımından A6 nolu örnek (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) 12.81 puan ile en yüksek puanı almıştır. Bunu sırasıyla 12.06 puan ve 11.31 puan alan A2 nolu örnek (Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii) ve A1 nolu örnek (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii) izlemektedir. Renk tanımlayıcısı bakımından en düşük puanı alan 0.97 puan ile A7 nolu örnek (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) olmuştur. Renk tanımlayıcısı puan skalasında yeşil yüksek puan kahverengi-siyah ise düşük puan olarak belirtilmiştir.

Anason tanımlayıcısı bakımından A6 nolu örnek (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) 11.38 puan ile en yüksek puanı almıştır. Bunu sırasıyla 11.01 puan ve 10.72 puan alan A1 nolu örnek (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii) ve A2 nolu örnek (Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii) izlemektedir. Anason tanımlayıcısı bakımından en düşük puanı alan 2.36 puan ile A7 nolu örnek (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) olmuştur.

Bitkisel/otsu tanımlayıcısı bakımından A7 nolu örnek (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) 9.75 puan ile en yüksek puanı almıştır. En düşük puanı alan ise 2.03 puan ile A1 nolu örnek (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii) olmuştur.

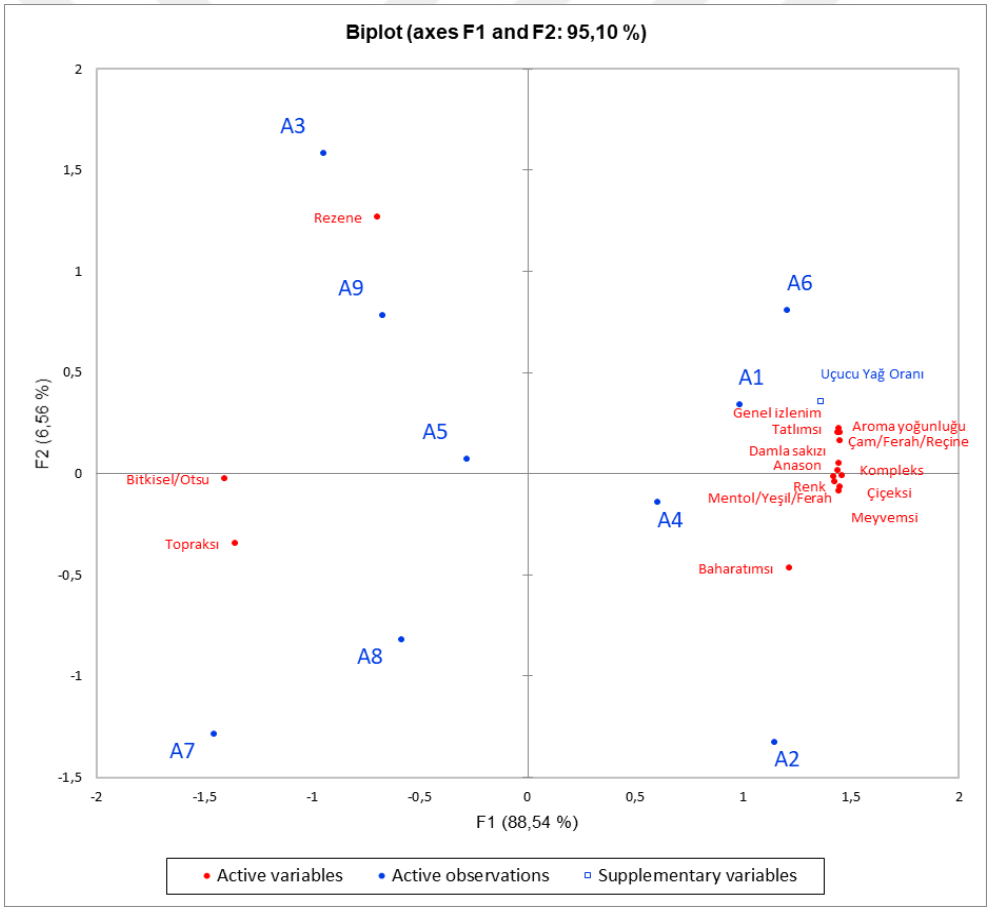
Aroma yoğunluğu tanımlayıcısı bakımından A6 nolu örnek (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) 11.19 puan ile en yüksek puanı almıştır. Bunu sırasıyla 9.89 puan ve 9.22 puan alan A1 nolu örnek (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii) ve A2 nolu örnek (Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii) izlemektedir. Aroma yoğunluğu bakımından en düşük puanı alan 2.52 puan ile A7 nolu örnek (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) olmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının aroma profil analizi sonuçları ve uçucu yağ oranı pearson korelasyon matrisi

Tanımlayıcı	Renk	Anason	Baharatımsı	Tatlımsı	Bitkisel/Otsu	Mentol/Yeşil/ Ferah	Çiçeksi	Rezene	Damla sakızı	Meyvemsi	Çam/Ferah/ Reçine	Topraksı	Kompleks	Aroma yoğunluğu	Genel izlenim	Uçucu Yağ Oranı(%)
Renk	**1**	**0.972**	**0.777**	**0.933**	**-0.969**	**0.949**	**0.938**	-0.505	**0.927**	**0.937**	**0.933**	**-0.928**	**0.924**	**0.955**	**0.964**	**0.929**
Anason	**0.972**	**1**	**0.767**	**0.957**	**-0.951**	**0.975**	**0.965**	-0.468	**0.950**	**0.974**	**0.951**	**-0.918**	**0.918**	**0.953**	**0.968**	**0.919**
Baharatımsı	**0.777**	**0.767**	**1**	**0.785**	**-0.757**	**0.812**	**0.802**	-0.593	**0.829**	**0.818**	**0.801**	**-0.688**	**0.769**	**0.736**	**0.782**	0.608
Tatlımsı	**0.933**	**0.957**	**0.785**	**1**	**-0.939**	**0.978**	**0.961**	-0.326	**0.982**	**0.955**	**0.992**	**-0.933**	**0.952**	**0.977**	**0.985**	**0.926**
Bitkisel/ Otsu	**-0.969**	**-0.951**	**-0.757**	**-0.939**	**1**	**-0.934**	**-0.907**	0.456	**-0.903**	**-0.898**	**-0.914**	**0.917**	**-0.94**	**-0.934**	**-0.949**	**-0.888**
Mentol/ Yeşil/Ferah	**0.949**	**0.975**	**0.812**	**0.978**	**-0.934**	**1**	**0.996**	-0.475	**0.988**	**0.990**	**0.986**	**-0.890**	**0.970**	**0.977**	**0.978**	**0.923**
Çiçeksi	**0.938**	**0.965**	**0.802**	**0.961**	**-0.907**	**0.996**	**1**	-0.505	**0.984**	**0.994**	**0.979**	**-0.868**	**0.962**	**0.970**	**0.964**	**0.918**
Rezene	-0.505	-0.468	-0.593	-0.326	0.456	-0.475	-0.505	**1**	-0.417	-0.513	-0.363	0.255	-0.475	-0.355	-0.344	-0.255
Damla sakızı	**0.927**	**0.950**	**0.829**	**0.982**	**-0.903**	**0.988**	**0.984**	-0.417	**1**	**0.977**	**0.993**	**-0.876**	**0.952**	**0.971**	**0.973**	**0.922**
Meyvemsi	**0.937**	**0.974**	**0.818**	**0.955**	**-0.898**	**0.990**	**0.994**	-0.513	**0.977**	**1**	**0.971**	**-0.876**	**0.935**	**0.954**	**0.959**	**0.898**
Çam/Ferah/Reçine	**0.933**	**0.951**	**0.801**	**0.992**	**-0.914**	**0.986**	**0.979**	-0.363	**0.993**	**0.971**	**1**	**-0.917**	**0.958**	**0.986**	**0.986**	**0.936**
Topraksı	**-0.928**	**-0.918**	**-0.688**	**-0.933**	**0.917**	**-0.890**	**-0.868**	0.255	**-0.876**	**-0.876**	**-0.917**	**1**	**-0.863**	**-0.928**	**-0.946**	**-0.889**
Kompleks	**0.924**	**0.918**	**0.769**	**0.952**	**-0.940**	**0.970**	**0.962**	-0.475	**0.952**	**0.935**	**0.958**	**-0.863**	**1**	**0.968**	**0.951**	**0.905**
Aroma yoğunluğu	**0.955**	**0.953**	**0.736**	**0.977**	**-0.934**	**0.977**	**0.970**	-0.355	**0.971**	**0.954**	**0.986**	**-0.928**	**0.968**	**1**	**0.991**	**0.973**
Genel izlenim	**0.964**	**0.968**	**0.782**	**0.985**	**-0.949**	**0.978**	**0.964**	-0.344	**0.973**	**0.959**	**0.986**	**-0.946**	**0.951**	**0.991**	**1**	**0.956**
Uçucu Yağ Oranı (%)	**0.929**	**0.919**	0.608	**0.926**	**-0.888**	**0.923**	**0.918**	-0.255	**0.922**	**0.898**	**0.936**	**-0.889**	**0.905**	**0.973**	**0.956**	**1**

Koyu yazılan değerler alfa=0.05 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir.

Pearson korelasyon matrisinde anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile aroma profil analizi sonuçlarındaki renk, anason, tatlımsı, mentol/yeşil/ferah, çiçeksi, damla sakızı, meyvemsi, çam/ferah/reçine, kompleks, aroma yoğunluğu, genel izlenim tanımlayıcılarının pozitif yönde yüksek korele olduğu, bitkisel/otsu ve topraksı tanımlayıcılarının negatif yönde yüksek korele olduğu görülmektedir. Bu durum anason tohumu uçucu yağ (%) oranının anason duyusal özellikleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının duyusal analiz sonuçlarına ait Temel Bileşen Analizi (PCA) grafiği Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının duyusal analiz sonuçlarına ait Temel Bileşen Analizi (PCA) grafiği

Numune kodları;

A1: Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii

A2: Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii

A3: Burdur/Yeşilova/Taşpınar Köyü

A4: Burdur/Tefenni/Çaylı Köyü/Kocadüz mevkii

A5: Burdur/ Çavdır/ Bölmepınar Köyü/Söğüt Gölü mevkii

A6: Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii

A7: Konya/Yunak/Koçyazı Köyü

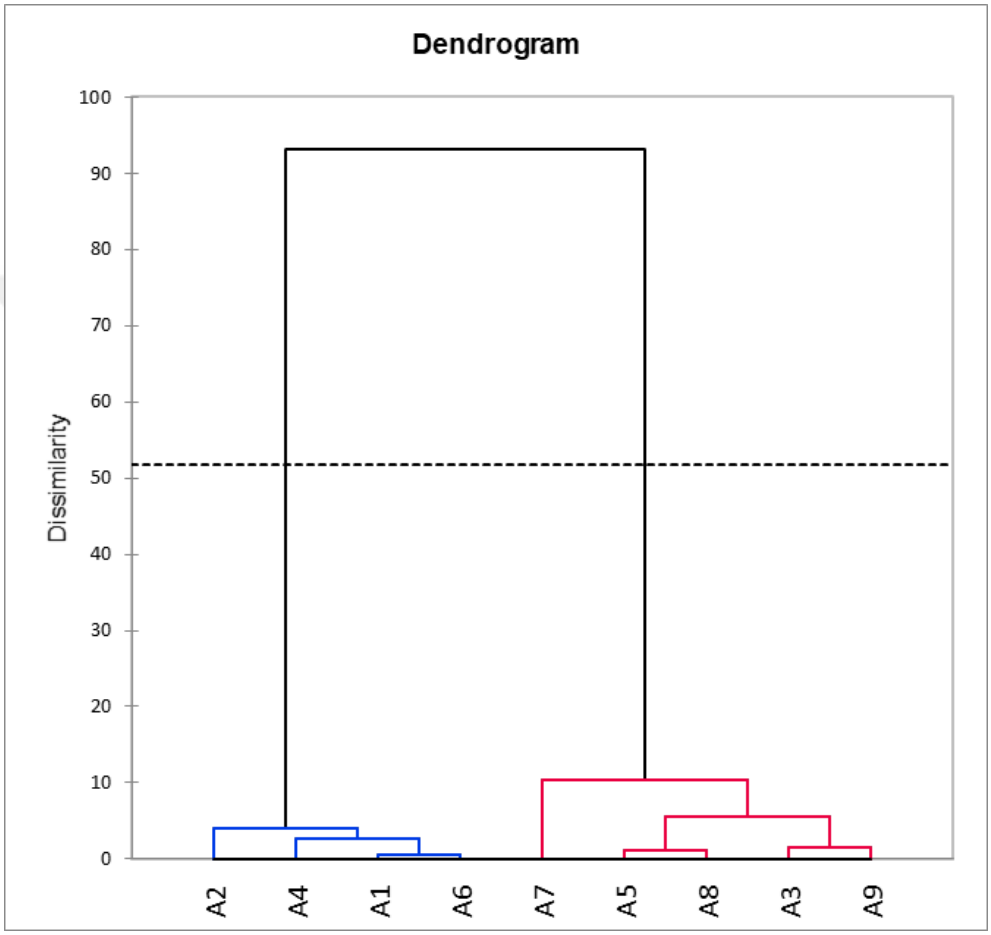
A8: Afyonkarahisar/Sandıklı/Kusura Köyü/Beştepe mevkii

A9: Antalya/Elmalı/Tekke Köyü

Temel Bileşen Analizine göre F1 bileşeni %88.54, F2 bileşeni ise %6.56 oranında toplamda %95.10 olacak şekilde varyansı açıklamaktadır. Uçucu yağ oranı (%) diğer örneklere göre yüksek olan ve ortak özellik olarak Denizli ve Burdur'da yetiştirilen A1, A2, A4, A6 örneklerinin bir grup oluşturduğu görülmektedir. Bu örnekler rezene, bitkisel/otsu, topraksı tanımlayıcıları ile negatif korelasyon oluştururken, çiçeksi, meyvemsi, anason, damla sakızı, çam/ferah reçine gibi tanımlayıcılarla pozitif korelasyon oluşturmuşlardır. Konya ve Afyonkarahisar'da yetiştirilen A7, A8 kodlu örneklerin ise bitkisel/otsu, topraksı tanımlayıcılar ile pozitif korele olduğu görülmüştür. A3, A9, A5 nolu Burdur ve Antalya örneklerinin ise ayrı bir grup oluşturduğu görülmüştür.

Şekil 4.3.'te farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının duyusal analiz sonuçlarına ait dendrogram grafiği verilmiştir. Anason tohumlarının iki ana gruba ayrıldığı görülmüştür. Birinci grupta uçucu yağ (%) oranı diğerlerine göre yüksek olan A1 (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii), A2 (Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii), A4 (Burdur/Tefenni/Çaylı Köyü/Kocadüz mevkii), A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) anason tohumları, diğer grupta ise ilk gruba göre uçucu yağ (%) oranı düşük olan A3 (Burdur/Yeşilova/Taşpınar Köyü), A5 (Burdur/Çavdır/Bölmepınar Köyü/Söğüt

Gölü mevkii), A7 (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü), A9 (Antalya/Elmalı/Tekke Köyü) anason tohumlarının olduğu görülüyor.



Şekil 4.3. Farklı yörelerde yetiştirilmiş anason tohumlarının duyusal analiz sonuçlarına ait dendrogram grafiği

Numune kodları;

A1: Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii

A2: Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii

A3: Burdur/Yeşilova/Taşpınar Köyü

A4: Burdur/Tefenni/Çaylı Köyü/Kocadüz mevkii

A5: Burdur/Çavdır/Bölmepınar Köyü/Söğüt Gölü mevkii

A6: Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii

A7: Konya/Yunak/Koçyazı Köyü

A8: Afyonkarahisar/Sandıklı/Kusura Köyü/Beştepe mevkii

A9: Antalya/Elmalı/Tekke Köyü

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye'de farklı yörelerde yetiştirilen anason (*Pimpinella anisum* L.*)* tohumlarının, uçucu yağ oranı, aroma bileşimi ve duyusal özellik farklılıkları toprak ve iklim özellikleri de göz önünde bulundurularak araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

Anason tohumlarından uçucu yağ su buharı distilasyon yöntemiyle elde edilmiştir. Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumlarının uçucu yağ oranları %1.6-3.7 arasında değişim göstermiştir. Farklı yörelerde yetiştirilen anason tohumlarının uçucu yağ oranı farkı varyans analizine göre önemli bulunmuştur. En düşük uçucu yağ oranı %1.6 olarak A7 kodlu örnekte (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü), en yüksek uçucu yağ oranı ise %3.7 olarak A6 kodlu örnekte (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) bulunmuştur. Anason tohumlarının uçucu yağ oranları yetiştirildiği yöreye göre değişkenlik göstermektedir.

Anason yetiştirme ortamı iklim özelliklerinin, anason tohumunun uçucu yağ oranı üzerine etkisi; tanımlı meteoroloji istasyonlarından anason bitkisinin ekim, vejetatif büyüme, çiçeklenme, meyve oluşumu, olgunlaşma ve hasat evreleri için alınan ortalama nem (%), ortalama sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) miktarı verileri ile Pearson Linear Correlation testi ile değerlendirilmiştir. Vejetatif büyüme evresinde ($r = -0.816$) ve çiçeklenme evresinde ($r = -0.754$) ortalama sıcaklığın (°C), anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile negatif yönde yüksek korele olduğu görülmüştür. Meyve oluşumu evresinde ($r = 0.851$) toplam yağış (mm) miktarının, anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile pozitif yönde yüksek korele olduğu görülmüştür. Anasonun yetiştiği ortamın iklim özelliklerinin, anason tohumu uçucu yağ oranı üzerine etkisi vardır.

Anason yetiştirme ortamı toprak özelliklerinin anason tohumunun uçucu yağ oranı üzerine etkisi; yetiştirme ortamı toprak örneklerinin analiz sonuçları (Kalsiyum (Ca) mg/kg, Magnezyum (Mg) mg/kg, Organik Madde %, Bünye % Kil, Bünye % Kum, Bünye % Silt, Mangan (Mn) mg/kg, Demir (Fe) mg/kg, Bakır

(Cu) mg/kg, Çinko (Zn) mg/kg, Forfor (P) mg/kg, Potasyum (K) mg/kg, Toplam Azot (N) %, Tuz Oranı %) ile Pearson Linear Correlation testi ile değerlendirilmiştir. Toprağın Bünye % Silt oranının (r = 0.727) anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile pozitif yönde yüksek korele olduğu görülmüştür. Anasonun yetiştiği ortamın toprak özelliklerinin, anason tohumu uçucu yağ oranı üzerine etkisi vardır.

Anason uçucu yağındaki aroma maddeleri GC-MS ve GC-FID yöntemleriyle saptanmıştır. Farklı 9 yörenin anason tohumu numunesi uçucu yağında toplamda 85 farklı aroma bileşeni tanımlanmıştır. Sayısal olarak en fazla aroma bileşeni tespit edilen örnekler; 65 farklı çeşit aroma bileşeni ile A8 (Afyonkarahisar/Sandıklı/Kusura Köyü/Beştepe mevkii) ve A9 (Antalya/Elmalı/Tekke Köyü) örnekleri, sayısal olarak en az çeşit aroma bileşeni tespit edilen örnek ise 55 farklı aroma bileşeni ile A2 (Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii) olmuştur. Aroma maddelerinin toplam miktarı A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde en yüksek düzeyde bulunmuş olup (3841313 µg/100g), A7 örneğinde ise en düşük düzeyde (1665845 µg/100g) tespit edilmiştir. Tanımlanan aroma bileşenleri arasında en yüksek miktarda bulunan bileşenler fenilpropanoid grubuna dahil olan *trans*-anetol, estragol, *p*-anisaldehit ve seskiterpen grubuna dahil *γ*-himakalen ve zingiberen olmuştur.

Anason tohumu örneklerinde *trans*-anetol bileşeninin oranı %86.5-91.0 arasında değişmektedir. *Trans*-anetol miktarı en fazla A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde 3495861 µg/100g, en az ise A7 (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) örneğinde 1482466 µg/100g olarak tespit edilmiştir. Yetişme yöresine göre örnekler arasındaki *trans*-anetol miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Anason tohumu örneklerinde estragol bileşeninin oranı %1.5-2.6 arasında değişmektedir. Estragol miktarı en fazla A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde 77606 µg/100g, en az ise A3 (Burdur/Yeşilova/Taşpınar Köyü)

örneğinde 33939 µg/100g olarak tespit edilmiştir. Yetişme yöresine göre örnekler arasındaki estragol miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Anason tohumu örneklerinde *p*-anisaldehit bileşeninin oranı %0.9-1.4 arasında değişmektedir. Bu bileşenin miktarı en fazla A1 (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii) örneğinde 33112 µg/100g, en az ise A9 (Antalya/Elmalı/Tekke Köyü) örneğinde 20954 µg/100g olarak tespit edilmiştir. Yetişme yöresine göre örnekler arasındaki *p*-anisaldehit miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Anason tohumu örneklerinde *γ*-himakalen bileşeninin oranı %1.8-3.0 arasında değişmektedir. Bu bileşenin miktarı en fazla A2 (Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii) örneğinde 82623 µg/100g, en az ise A7 (Konya/Yunak/Koçyazı Köyü) örneğinde 42469 µg/100g olarak tespit edilmiştir. Yetişme yöresine göre örnekler arasındaki *γ*-himakalen miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Anason tohumu örneklerinde zingiberen bileşeninin oranı %0.4-1.7 arasında değişmektedir. Bu bileşenin miktarı en fazla A6 (Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii) örneğinde 50499 µg/100g, en az ise A1 (Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii) örneğinde 12476 µg/100g olarak tespit edilmiştir. Yetişme yöresine göre örnekler arasındaki zingiberen miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Bulunduğu miktar açısından önemli diğer aroma bileşenleri ve toplam aroma bileşenleri arasındaki oranları ise limonen (%0.0-0.8), *cis*-anetol (%0.1-0.2), *δ*-elemen (%0.2-0.4), germakren-D (%0.0-1.7), *α*-himakalen (%0.2-0.3), *β*-bisabolen (%0.3-0.9), *β*-seskifellandren (%0.1-0.2), *α*-longipinen (%0.1), *α*-yılangen (%0.1), *β*-elemen (%0.1-0.2), *β*-yılangen (%0.0-0.1), *trans*-*α*-bergamoten (%0.0-0.1), *trans*-*β*-farnesen (%0.1-0.2), *β*-farnesen, (E)- (%0.0-0.4), germakren-A (%0.0-1.2), *δ*- kadinen (%0.1), psödoizoöjenol 2-metilbütanoat (%0.1-0.2)'dir. Yetişme yöresine göre belirtilen bu aroma bileşenleri miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Anason tohumu duyusal değerlendirmesinde aroma profil analizi sonuçlarına göre renk, anason, baharatımsı, tatlımsı, bitkisel/otsu, mentol/yeşil/ferah, çiçeksi, damla sakızı, meyvemsi, çam/ferah/reçine, kompleks, aroma yoğunluğu, genel izlenim tanımlayıcıları bakımından örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Pearson korelasyon matrisinde anason tohumu uçucu yağ oranı (%) ile aroma profil analizi sonuçlarındaki renk, anason, tatlımsı, mentol/yeşil/ferah, çiçeksi, damla sakızı, meyvemsi, çam/ferah/reçine, kompleks, aroma yoğunluğu, genel izlenim tanımlayıcılarının pozitif yönde yüksek korele olduğu, bitkisel/otsu ve topraksı tanımlayıcılarının negatif yönde yüksek korele olduğu görülmektedir. Bu durum anason tohumu uçucu yağ (%) oranının anason duyusal özellikleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Temel Bileşen Analizine göre F1 bileşeni %88.54, F2 bileşeni ise %6.56 oranında toplamda %95.10 olacak şekilde varyansı açıklamaktadır. Uçucu yağ oranı (%) diğer örneklere göre yüksek olan ve ortak özellik olarak Denizli ve Burdur'da yetiştirilen A1, A2, A4, A6 örneklerinin bir grup oluşturduğu görülmektedir. Bu örnekler rezene, bitkisel/otsu, topraksı tanımlayıcıları ile negatif korelasyon oluştururken, çiçeksi, meyvemsi, anason, damla sakızı, çam/ferah reçine gibi tanımlayıcılarla pozitif korelasyon oluşturmuşlardır. Konya ve Afyonkarahisar'da yetiştirilen A7, A8 kodlu örneklerin ise bitkisel/otsu, topraksı tanımlayıcılar ile pozitif korele olduğu görülmüştür. A3, A9, A5 nolu Burdur ve Antalya örneklerinin ise ayrı bir grup oluşturduğu görülmüştür.

Özetle; Türkiye'de farklı yörelerde yetiştirilen anason (*Pimpinella anisum* L.*)* tohumlarının, uçucu yağ oranı, aroma bileşimi ve duyusal özellikleri, toprak ve iklim özelliklerinin de etkisiyle farklılaşmaktadır. Anason tohumunu hammadde olarak kullanan üretim sektörleri açısından bu farklılıklar önem arz etmektedir. Uçucu yağ miktarı yüksek olan anason tohumlarının yetiştirilmesinin ekonomiye olumlu katkısı olacaktır. Uçucu yağ miktarı ve aroma bileşimi farklılaşması, çok çeşitli tat profilleri oluşturduğundan anason tohumunu hammadde olarak kullanan sektörler açısından farklı aroma profilleri içeren geniş yelpazede ürün çeşitliliği

oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Kendi yöresine has özellikleri bulunan anason tohumları için Coğrafi İşaret Tescil çalışmalarının yapılması, anason açısından yöreyi öne çıkaran, yöre ile özdeşleşmiş diğer yörelere göre bazı özellikleri bakımından daha değerli ve kaliteli anason tohumlarının elde edilmesini sağlayacak ve kırsal kalkınmaya katkı yapacaktır.

İleriki çalışmalarda; Türkiye'de farklı yörelerde yetiştirilen anason (*Pimpinella anisum* L.*)* tohumlarının, uçucu yağ oranı ve aroma bileşimi farklılıkları araştırmasını tekrarlı yıllar için gerçekleştirmek farklılıkların daha da ayrıntılı olarak ortaya çıkarılmasını ve karakterize edilmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Abu-Rumman, A., 2018. Analysis of *Pimpinella anisum* (Yansoon) Seeds Using Gas Chromatography Mass Spectrometry. International Journal of Chemical Studies 2018; 6(5): 3033-3037.

Acimovic, M.G., Korac, J., Jacimovic, G., Oljaca, S., Djukanovic, L., Vuga-Janjatov, V., 2014. Influence of Ecological Conditions on Seeds Traits and Essential Oil Contents in Anise (*Pimpinella anisum* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 42(1): 232-238.

Acimovic, M., Oljaca, S., Tesevic, V., Todosijevic, M., Djisalov, J., 2015a. Compositional Characteristics of The Essential Oil of *Pimpinella anisum* and *Foeniculum vulgare* Grown in Serbia. Botanica Serbica, 39(1): 09-14.

Acimovic, M.G., Oljaca, S.I., Dolijanovic, Z.K., Tesevic, V.V., Todosijevic, M.M., 2015b. Essential Oil Content and Composition of Aniseed. Matica Srpska Journal For Natural Science, 128: 67-75.

Akgül, A., Ayar, A., 1993. Antioxidant Effects of Turkish Spices. Doğa-Turkish J. Agric. For. 17, 1061-1068.

Akıcı, T.M., 2016. Anason (*Pimpinella anisum* L.) Tohumunun Uçucu Yağı ve Aroma Bileşimi Üzerine Depolama Süresinin Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, (52)s.

Aloghareh, RR., Tahmasebi, BK., Safari A, Armand, R., Odivi, AG., 2013. Changes in Essential Oil Content and Yield Components of Anise (*Pimpinella anisum* L.*)* Under Different Irrigation Regimes. Intl. J. Agri. Crop Sci. 6–7: 364–369.

Allaf, A., Odeh, A., 2017. Determination of Polyphenol Component Fractions and Integral Antioxidant Capacity of Syrian Aniseed and Fennel Seed Extracts Using GC-MS, HPLC Analysis, and Photochemiluminescence Assay.

Albayrak, S., Aksoy, A., Sagdıc, O., Albayrak, S., 2011. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Different Extracts of Some Medicinal Herbs Consumed as Tea and Spices in Turkey. Journal of Food Biochemistry, 36: 547-554.

Anastasopoulou, E., Graikou, K., Ganos, C., Calapai, G., Chinou, I., 2009. *Pimpinella anisum* Seeds Essential Oil From Lesvos Island: Effect of Hydrodistillation Time, Comparison of Its Aromatic Profile with Other Samples of the Greek Market. Safe Use, Food and Chemical Toxicology.

Anonim, 2017. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Distile Alkollü İçkiler Tebliği. Tebliğ No: 2016/55.

Anonim, 2013. Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliği. Tebliğ No: 2013/12.

Anonim, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, Web Sitesi: https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr, Erişim Tarihi: 11.03.2021.

Anonim, 2020. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Resmi Yazı Tarihi:16.01.2020.

Anonim, 2020. Rakım, Enlem, Boylam Bilgisi, Web Sitesi: https://earth.google.com/ Erişim Tarihi: 15.01.2020.

Anonim, 2020. The National Institute of Standards and Technology (NIST) Database 69: Nist Chemistry Webbook. Web Sitesi: http://webbook.nist.gov/chemistry/ Erişim Tarihi: 10.01.2021.

Anonim, 2002. Reference Methods for the Analysis of Spirits Drinks. Official Journal of the European Communities, Council Regulation (EEC) No: 2870/2000, (47)s.

Arslan, N., Gürbüz, B., Gümüşçü, A., 1999. Farklı Orijinli Anason (*Pimpinella anisum* L.) Populasyonlarında Verim ve Verim Özelliklerinin Araştırılması. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 8: 1-2.

Arslan, N., Gürbüz, B., Gümüşçü, A., 2000. Ankara Ekolojik Şartlarında Farklı Orjinli Anason *(Pimpinella anisum* L.*)* Popülasyonlarında Verim ve Verim Özelliklerinin Araştırılması. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt. 9(1-2) Ankara.

Arslan, N., Gürbüz, B., Sarıhan, E.O., Bayrak, A., Gümüşçü, A., 2004. Variation in Essential Oil Content and Composition in Turkish Anise (*Pimpinella anisum* L.) Populations. Turkish Journal Agriculture and Forestry, 28: 173-177.

Aydın, E., Yurum, Ç., Kevseroğlu, K., Seyis, F., 2014. Doğadan Yoğun Olarak Toplanan Pazar Payı Yüksek Olan Önemli Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Risk Durumları. II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 23–25 Eylül, Yalova, 281-286.

Bakır, C., Özmen, H., 2012. Anason (*Pimpinella anisum*) ve Rezene (*Foeniculum vulgaris*) Tohumlarında Antioksidan Aktivitelerinin Tayini. e-Journal of New World Sciences Academy NWSA-Physical Sciences, 7(1): 49-54.

Baltussen, E., Sandra, P., David, F., Cramers, C., 1999. Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE), A Novel Extraction Technique For Aqueous Samples: Theory and Principles. J. Microcolumn Sep. 11, 737–747.

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.

Başer, K.H.C., Özek, T., Tabanca, N., 1999. Essential Oil of *Pimpinella anisetum* Boiss. et Bal., Journal of Essential Oil Research, 11:4, 445-446.

Başer, K.H.C., 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, 2003;69:933-938.

Baydar, H., 2007. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi yayınları, Isparta, 288s.

Baydar, H., 2016. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı). SDÜ Yayınları, Yayın No: 51, Isparta.

Bayram, E., Kırıcı, E., Tansi, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, İ., 2010. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminin Arttırılması Olanakları, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1, 11-15 Ocak 2010 Ankara, Say. 437-457.

Baytop, I., 1963. Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri. İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 1039, 297-299.

Baytop, I., 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün). İstanbul Üniversitesi Yayını No: 3255, Eczacılık Fakültesi No: 40, s. 164-165, İstanbul.

Baytop, T. 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, 2.Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, s.:149-150.

Besharati-Seidani, A., Jabbari, A., Yamini, Y., 2005. Headspace Solvent Microextraction: A Very Rapid Method for Identification of Volatile Components of Iranian *Pimpinella anisum* Seed. Analytica Chimica Acta, 530: 155-161.

Bicchi, C., Iori, C., Rubiolo, P., Sandra, P., 2002. Headspace Sorptive Extraction (HSSE), Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE), and Solid Phase Microextraction (SPME) Applied to the Analysis of Roasted Arabica Coffee and Coffee Brew. J. Agric. Food Chem. 2002, 50, 449-459.

Burdock, G., A., 2002. Handbook of Flavor Ingredients (4th Ed.). CRC Pres. BocoRaton, Florida, (1831)s.

Burdock, A., G., 2005. Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients Fifth Edition. Crc. Press, Florida, (2009)s.

Cabaroğlu, T., 1995. Nevşehir-Ürgüp Yöresinde Yetiştirilen Beyaz Emir Üzümünün ve Bu Üzümden Elde Edilen Şarapların Aroma Maddeleri Üzerinde Araştırmalar. Ç. Ü. Fen Bilimleri Ens., Doktora Tezi, Adana, 152s.

Cabaroglu, T., Yılmaztekin, M., 2011. Methanol and Major Volatile Compounds of Turkish Raki and Effect of Distillate Source. Journal of the Institute of Brewing, 117(1): 98-105.

Ceylan, A. 1987. Tıbbi Bitkiler II. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 481s, İzmir.

Ceylan, A., 1987. Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ Bitkileri), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No: 481, s. 83-91, Bornova, İzmir.

Ceylan, A., 1997. Tıbbi Bitkiler II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Yayını No: 481, 305 s. Bornova, İzmir.

Çelik, E., Yuvalı-Çelik, G.,2007. Bitki Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Özellikleri. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 5(2): 1-6.

Çetin, B., 2007. Burdur İlinde Anason Tarımının Coğrafi Esasları. Doğu Coğrafya Dergisi, 20, 195-214.

Dağıstanlıoğlu, C., Kaymak, S., Uçgun, K., Atasay, A., 2009. Göller Bölgesi'nde Seçilmiş Bazı Anason Populasyonlarının Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(47): 38-43.

David, F., Sandra, P., 2007. Stir Bar Sorptive Extraction for Trace Analysis. Journal of Chromatography A, 1152 (2007) 54–69.

Diaz-Maroto, M.C., Diaz-Maroto Hidalgo, I.J., Sanchez-Palomo, E., Perez-Coello, M.S., 2005. Volatile Components and Key Odorants of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and Thyme (*Thymus vulgaris* L.) Oil Extracts Obtained by Simultaneous Distillation – Extraction and Supercritical Fluid Extraction. Journal of Agricultural Food Chemistry, 53(13): 5385-5389.

Doğan, G., Hayta, Ş., Demirpolat, A., Bağcı, E., 2015. Doğu Anadolu'da Yetişen Bir Anason Türünün (*Pimpinella tragium* subsp. *lithophila*) Uçucu Yağ Analizi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3:236-240.

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 (2018).

Doğan, Ö., 2018. Anason Populasyonlarında Verim ve Kalite ile Genetik İlişkilerin Araştırılması, Süleyman Demirel Üniv. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Biyoteknoloji ABD, Yüksek lisans tezi, Isparta.

Doğramacı, S., Arabacı, O., 2015. Anason *(Pimpinella anisum* L.*)* Çeşit ve Ekotiplerinin Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Organik ve İnorganik Gübre Uygulamalarının Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1): 41-47.

Duta, D., Culetu, A., Negoita, M., Ionescu, V., 2019. Quantification of Anethole in Fennel and Anise Essential Oils Using Gas Chromatography and 1H-NMR-Spectroscopy. Bulletin UASVM Food Science and Technology 76(2)/2019.

El-Gamal, S., Ahmed, H., 2017. Influence of Different Maturity Stages on Fruit Yield and Essential Oil Content of Some *Apiaceae* Family Plants A: Anise *(Pimpinella anisum, L.).* J. Plant Production, Mansoura Univ., Vol. 8 (1): 119-125, 2017.

Evren, M., Tekgüler, B., 2011. Uçucu Yağların Antimikrobiyal Özellikleri. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, 9(3):28-40.

Farag, M., Labib, R., Karmod, L., Elmassry, M., 2018. Metabolome Based Volatiles Mapping of Roasted *Umbelliferous* Fruits Aroma via HS-SPME GC-MS and Peroxide Levels Analyses. Journal of Chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences. 2018 Nov;1099:117-126.

Fırıncıahmetoğlu, E., 2010. Porsuk (*Taxus baccata* L.) Ağacının Yapraklarındaki Uçucu Yağ Bileşenleri Üzerine Araştırma. Bartın Üniversitesi Orman Mühendisliği- Yüksek Lisans Tezi, Bartın, (55)s.

Fidan, I., Şahin, İ., 1983. Alkol ve Alkollü İçkiler Teknolojisi. A.Ü.Z.F. Yayınları, Yayın No: 863, (304)s.

Fidan, I., Şahin, İ., 1993. Alkol ve Alkollü İçkiler Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 371s.

Fidan, I., Anlı, E., 2002. Yüksek Alkollü İçkiler. Kavaklıdere Eğitim Yayınları, No: 6, Ankara, (258)s.

Gülçin, İ., Oktay, M., Kireççi, E., Küfrevioğlu, Ö.İ., 2003. Screening of Antioxidant and Antimicrobial Activities of Anise (*Pimpinella anisum* L.) Seed Extracts. Food Chemistry, 83:371-382.

Güner, A., S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, M. T. Babaç, 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.

Güneyli, A., Karaçalı, İ., 2002. Effects of Storage Conditions On The Quality of Aniseed. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 39(3):17-24.

Hamed, M.I., Abdel-Gawad, A.I., 1990, Evaluation of Volatile and Fixed Oils of Egyptian Anise Seeds. Journal of Agricultural Science Mansoura Univ. Egypt V.13 (1) P. 260-267.

Hassan, O.M., Elhassan, I.A., 2017. Characterization of Esential Oils From Fruits of *Umbelliferous* Crop Cultivated in Sudan I. *Pimpinella anisum* L. (Anise) and *Anethum graveolens L.* (Dill). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6, 109-112.

Haşimi, N., Tolan, V., Kızıl, S., Kılınç, E., 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.

Iannarelli, R., Caprioli, G., Sut S., Dall'Acqua, S., Fiorini, D., Vittori, S., Maggi, F., 2017. Valorizing Overlooked Local Crops in the Era of Globalization: The Case of Aniseed *(Pimpinella anisum* L.) from Castignano (central Italy). Industrial Crops & Products 104 (2017) 99–110.

İpek, A., Demirayak, Ş., Gürbüz, B., 2004. A Study on the Adaptation of Some Anise *(Pimpinella anisum* L.) Population to Ankara Conditions, Tarım Bilimleri Dergisi, 10, 202-205.

Jevdjovic, R., Todorovic, G., Markovic, T., Kostic, M., Sivcev, I., Stankovic, S., 2012. Effect of Fertilization on Yield, Seed Quality and Content of Essential Oil of Anise *(Pimpinela anisum L.)* and Dill *(Anethum graveolens L.).* Proc.7th CMAPSEEC 248-254.

Jurado, J.M., Ballesteros, O., Alcazar, A., Pablos, F., Martin, M.J., Vılchez, J.L., Navalon, A., 2007. Characterization of Aniseed Flavoured Spirit Drinks by Headspeace Solid-Phase Microextraction Gas Chromatography-Mass Spectreometry and Chemometrics. Science Direct, 72:506-511.

Karadoğan, T., Armağan, Ş., Şanlı, A., 2017. Depolama Sıcaklığı ve Ambalaj Materyallerinin Anason *(Pimpinella anisum* L.) ve Rezene *(Foeniculum vulgare Mill.*) Meyvelerinde Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. KSÜ Doğa Bil. Derg., 20 (Özel Sayı), 337-345, 2017.

Kawaguchi, M., Ito, R., Nakazawa, H., Takatsu, A., 2013. Applications of Stir Bar Sorptive Extraction to Food Analysis. Trends in Analytical Chemistry, Vol. 45, 2013.

Kaya N., 1990. Batı Anadolu Anason *(Pimpinella anisum* L.)'larının Bazı Kalite Özellikleri Üzerinde Araştırma, E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 26, sayı: 1, İzmir.

Kemper, K. J., 1999. Ginger (Zingiber officinale). www.mcp.edu/herbal/default.

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, 133-141.

Kevseroğlu, K., 1982. Bazı Anasonların Fenolojik, Morfolojik Kalite Özellikleri ile Çiçek Biyolojisi Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kishimoto, T., Wanikawa, A., Kagami, N., Kawatsura, K., 2005. Analysis of Hop-Derived Terpenoids in Beer and Evaluation of Their Behavior Using the Stir Bar-Sorptive Extraction Method with GC-MS. J. Agric. Food Chem. 2005, 53, 4701-4707.

Kılıç, A., 1996. Değişik Yörelerden Sağlanan Anason Tohumlarının Biyolojik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Ün. Ziraat Fakültesi, Adana.

Kılıç, A., 2008. Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 10(13):37-45.

Leal, P.F., Almeida, T.S., Prado, G.H.C., Prado, J.M., Meireles, M.A.A., 2011. Extraction Kinetics and Anethole Content of Fennel (*Foeniculum vulgare*) and Anise Seed (*Pimpinella anisum*) Extracts Obtained by Soxhlet, Ultrasound, Percolation, Centrifugation and Steam Distillation. Separation Science and Technology, 46: 1848-1856.

Lawless, H. T., Heymann, H., 2010. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. Second Edition. Springer, 596s.

Lv, H., Wang, M., Ma, W., Shi, J., Zhu, Y., Lin, Z., 2020. Characterization of the Key Aroma Compounds in Longjing Tea Using Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) Combined with Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), Gas Chromatography-Olfactometry (GC-O), Odor Activity Value (OAV), and Aroma Recombination. Food Research International 130 (2020) 108908.

Macnamara, K., Ochiai, N., Ssamoto, K., Hofmann, A., 2018. A Combination of Standard (SBSE) and Solvent Assisted (SA-SBSE) Stir Bar Sorptive Extraction for Comprehensive Analysis of Flavor Compounds in Beverages. GERSTEL Application Note No. 198, 2018.

Madaus, G., 1979. Lehrbuch Der Biologischen Heilmittel Band I (Biyolojik İlaçlar Ders Kitabı, Cilt I), Georg Olms Verlag-Hildesheim, 544-550, Newyork.

Mağden, H., 1988. Kuru Üzüm ve Anason Analiz Yöntemleri. Tekel Enstitüleri, 30s -37s.

Msaada, K., Taarit, B.M., Hosni, K., Salem, N., Tammar, S., Bettaieb, I., Hammami, M., Limam, F., Marzouk, B., 2012. Comparison of Different Extraction Methods for the Determination of Essential Oils and Related Compounds from Coriander (*Coriandrum sativum L.).* Acta Chimica Slovenica, 59: 803-813.

Naher, S., Ghosh, A., Aziz, S., 2012. Comparative Studies on Physicochemical Properties and GC-MS Analysis of Essential Oil of the Two Varieties of the Aniseed *(Pimpinella anisum Linn.)* in Bangladesh. Int. J. Pharm. Phytopharmacol. Res. 2: 92–95.

Omidbaigi, R., Hadjiakhoondi, A., M. Saharkhiz, M., 2003. Changes in Content and Chemical Composition of *Pimpinella anisum* Oil at Various Harvest Time. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 6, 46-50.

Orav, A., Raal, A., Arak, E., 2008. Essential Oil Composition of *Pimpinella anisum* L. Fruits from Various European Countries. Natural Product Research, 22(3): 227-232.

Özel, A. 2009. Anise *(Pimpinella anisum* L.): Changes in Yields and Component Composition on Harvesting at Different Stages of Plant Maturity. Exp. Agric. 45:117-126.

Özcan, M.M., Chalchat, J.C., 2006. Chemical Composition and Antifungal Effect of Anise *(Pimpinella anisum* L.) Fruit Oil at Ripening Stage. Annals of Microbiology, 56(4): 353-358.

Özgüven, M., 2001. Aniseed. Edited by K.V.Pete. Handbook of Herbs and Spices. CRC Press, England, s 39-51.

Raffo, A., Nicoli, S., Leclercq, C., 2011. Quantification of Estragole in Fennel Herbal Teas: Implications on the Assessment of Dietary Exposure to Estragole. Food and Chemical Toxicology 49 (2011) 370–375.

Ravi, R., Prakash, M., Bhat K.K., 2007. Aroma Characterization of Coriander (*Coriandrum sativum L.)* Oil Samples. European Food Research and Technology, 225: 367-374.

Ravi, R., Prakash, M., Bhat K.K., 2013. Characterization of Aroma Active Compounds of Cumin (*Cuminum cyminum L.*) By GC-MS, E-Nose and Sensory Techniques. International Journal of Food Properties, 16: 1048-1058.

Rebey, I., Bourgou, S., Wannes, W., Selami, I., M. Tounsi, M., B. Marzouk, M Fauconier, M., & Ksouri, R., 2017. Comparative Assessment of Phytochemical Profiles and Antioxidant Properties of Tunisian and Egyptian anise *(Pimpinella anisum* L.) Seeds, Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 152:5, 971-978.

Rebey, I., Wannes, W., Kaab, S., Bourgou, S., Tounsi, M., Ksouri, R., Fauconier, M., 2019a. Bioactive Compounds and Antioxidant activity of *Pimpinella anisum* L. Accessions at Different Ripening Stages. Scientia Horticulturae 246 (2019) 453–461.

Rebey, I., Wannes, W., Kaab, S., Bourgou, S., Tounsi, M., Ksouri, R., Fauconier, M., 2019b. On the Effect of Initial Drying Techniques on Essential Oil Composition, Phenolic Compound and Antioxidant Properties of Anise *(Pimpinella anisum* L.*)* Seeds. Journal of Food Measurement and Characterization.

Rodrigues, V.M., Rosa, P.T.V., Marques, M.O.M., Petenate, A.J., Meıreles, M.A.A., 2003. Supercritical Extraction of Essential Oil from Aniseed (*Pimpinella anisum* L.) Using CO_2: Solubility, Kinetics and Composition Data. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51:1518-1523.

Ross, C.F., Castro, L.F., 2015. Determination of Flavour Compounds in Beer Using Stir-Bar Sorptive Extraction and Solid-Phase Microextraction. Wiley Online Library.

Saleh-e-In, M., Ghosh, A., Abukawsar, M., Ahsan, A., Rahim, M., Bhuiyan, N., Roy, S., Naher, S., 2019. Characterization of Quality and Pharmacological Assessment of *Pimpinella anisum* L. (Anise) Seeds Cultivars. Journal of Food Measurement and Characterization.

Samojlik, I., Mijatovic, V., Petkovic, S., Skrbic, B., Bozin, B., 2012. The Influence of Essential Oil of Aniseed (*Pimpinella anisum* L.) on Drug Effects on the Central Nervous System. Fitoterapia, 83: 1466-1473.

Satıbeşe, E., Doğan, A., Yavaş, İ., 1994. Anason Tohumu Uçucu Yağının Bileşimi Üzerine Depolanma Süresinin Etkisi. Gıda Dergisi, 19(5): 295-299.

Schneider, R., Baumes, R., Bayanove, C., Razungles, A., 1998. Volatile Compounds Involved in the Aroma of Sweet Fortified Wines (Vins Doux Naturales) From Grenache Noir. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 3230-3237.

Schneider, R., Razungles, A., Augier, C., Baumes, R., 2001. Monoterpenic and Norisoprenoidic Glycoconjugates of *Vitis vinifera* L. cv. Melon B. As Precursors of Odorants in Muscadet Wines. Journal of Chromatography A, 936: 145-157.

Shin, Y.J., Jung, M.J., Kim, N.S., Kim, K., Lee, D.S., 2007. Characterization of Fennel Flavors by Solid Phase Trapping-Solvent Extraction and Gas Chromatography-Mass Spectrometry. Bulletin of the Korean Chemical Society, 28(12): 2389-2395.

Skalicka-Wozniak, K., Walasek, M., Ludwiczuk, A., Glowniak, K., 2013. Isolation of Terpenoids From *Pimpinella anisum* Essential Oil By High-Performance Counter-Current Chromatography. Journal of Separation Science, 36: 2611-2614.

Steyer, D., Clayeux, C., Laugel, B., 2013. Characterization of the Terpenoids Composition of Beers Made with the French Hop Varieties: Strisselspalt, Aramis, Triskel and Bouclier. Brewing Science November / December 2013 (Vol. 66).

Şanlı, A., Karadoğan, T., Daldal, H., 2012. Burdur'da Tarımı Yapılan Bazı *Umbelliferae* Türlerinin Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenlerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7(1): 27-31.

Tabanca, N., Demirci, B., Ozek, T., Kırımer, N., Baser, K.H.C., Bedır, E., Khan, I.A., Wedge, D.E., 2006. Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Analysis of Essential Oils From *Pimpinella* Species Gathered from Central and Northern Turkey. Journal of Chromatography A, 1117:194-205.

Tanker, N., İzgü, F., 1988. İç Anadolu Bölgesinde Yetişen *Pimpinella L.* Türleri Üzerinde Farmasötik Botanik Yönünden Araştırmalar. Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 18(1):57-73.

Tanker, N., Koyuncu, M., Coskun, M. (2004). Farmasötik Botanik, Ankara Üniversitesi Yayınları, s.:276.

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.

Ullah, H., Mahmood, A., Honermeier, B., 2014. Essential Oil and Composition of Anise *(Pimpinella anisum* L.) with Varying Seed Rates and Row Spacing. Pakistan Journal of Botany, 46(5): 1859-1864.

Yilmaztekin, M., Cabaroglu, T., Gunata, Z., 2011. Differentiation of Turkish Rakies Through Headspace Solid-Phase Microextraction and Gas Chromatography-Mass Spectrometry Analysis. Journal of the Institute of Brewing, 117(4): 622-626.

Zehtab-Salmasi, S., Javanshir, A., Omidbaigi, R., Alyari, H., Ghassemi-Golezani, K., 2001. Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise *(Pimpinella anisum* L.). Acta Agron. Hung. 49: 75–81.

Zeller, A., Rychlik, M., 2007. Impact of Estragole and Other Odorants on the Flavour of Anise and Tarragon, Flavour and Fragrance Journal.22:105-113

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Tekirdağ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Tekirdağ'da tamamladı. 2004 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği bölümünden 2009 yılında mezun oldu. 2020 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen Çukurova Üniversitesi'nde yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir. 2011 yılından itibaren Mey Alkollü İçkiler San. Tic. A.Ş.'nde çeşitli görevlerde bulunmuş olup, mevcut durumda Kalite, Teknik ve İnovasyon Müdürü olarak çalışmaktadır.

EKLER

Ek Çizelge 1. Aroma bileşenlerinin miktarlarının toplam aroma bileşen miktarı içerisindeki yüzdelik oranları (%)

Sınıf	Bileşen (µg/100 g)	RI	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Aromatik hidrokarbon	Toluen	778	tr	-	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr
Alkan	*2,4*-Dimetilheptan	800	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	-
Alkan	Oktan	801	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr
Monoterpen	*α*-Thujon	922	-	-	tr	0.01	-	-	tr	-	-
Monoterpen	*α*-Pinen	927	tr	0.01	0.01	-	0.01	tr	0.02	tr	0.01
Monoterpen	Dihidromirsen	942	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Monoterpen	*β*-Pinen	968	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
Monoterpen	Sabinen	969	tr	tr	0.01	tr	tr	tr	0.01	tr	-
Monoterpen	*β*-Mirsen	990	0.01	0.01	0.01	-	-	-	0.01	0.01	0.01
Alkan	*1*-Bütil-*2*-Etilsiklobütan	991	-	-	-	0.01	0.01	0.01	-	-	-
Monoterpen	*α*-Felandren	1000	0.03	tr	0.05	tr	tr	tr	0.02	0.02	0.04
Monoterpen	*δ*-3-Karen	1005	0.01	tr	0.12	0.01	0.01	tr	0.02	0.07	0.09
Monoterpen	*o*-Simen	1020	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
Monoterpen	Limonen	1024	0.48	0.01	0.82	0.03	0.03	0.04	0.59	0.04	0.11
Monoterpen	*trans*-*β*-Osimen	1038	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr
Monoterpen	*γ*-Terpinen	1055	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Monoterpen	*α*-Terpinen	1084	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04
Monoterpen	Linalol	1099	-	-	-	-	-	-	0.43	-	-
Alkan	Undekan	1100	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr
Seskiterpenoid	Geyren	1135	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07
Alkan	*1*-Dodesen	1192	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fenilpropanoid	Estragol**	1195	1.63	2.09	1.55	1.50	1.78	2.02	2.57	2.23	2.21
Monoterpen	*cis*-Dihidrokarvon	1200	tr	-	tr	-	-	tr	-	-	-
Aldehit	Dekanal	1205	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
Monoterpenoid	Timol Metil Eter	1235	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Monoterpen	*D*-Karvon	1242	0.01	-	0.02	-	-	-	0.01	tr	tr
Fenilpropanoid	*cis*-Anetol	1251	0.17	0.14	0.19	0.17	0.19	0.15	0.23	0.25	0.18
Fenilpropanoid	*p*-Anisaldehit	1256	1.01	0.92	1.12	0.89	0.94	0.86	1.44	1.34	0.95
Aromatik hidrokarbon	Hekzametilbenzen	1278	-	-	tr	-	tr	-	-	-	tr

Ek Çizelge 1. devamı

Doymamış hidrokarbon	Pregeijeren	1281	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.04
Fenilpropanoid	*trans*-Anetol**	1297	90.32	90.38	86.50	91.05	90.98	90.92	88.91	87.67	87.74
Alkan	Tridekan	1302	tr	tr	0.01	tr	tr	tr	0.01	tr	tr
Seskiterpen	*δ*-Elemen	1336	0.21	0.26	0.27	0.28	0.22	0.26	0.20	0.26	0.39
Seskiterpen	*α*-Longipinen	1345	0.05	0.08	0.08	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
Seskiterpen	*(+)*-Longisiklen	1362	0.04	0.06	-	-	-	-	-	-	-
Seskiterpenoid	*(+)*-Sikloizosativen	1363	-	-	0.06	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06
Seskiterpenoid	*α*-Ylangen	1368	0.06	0.08	0.09	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07
Seskiterpen	*α*-Kopaen	1372	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Seskiterpenoid	*(+)-β*-Gurjunen	1376	-	-	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr
Seskiterpenoid	*β*-Burbonen	1380	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	tr	0.01	0.03	0.02
Keton	Anisil Aseton	1382	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Seskiterpen	*β*-Kubeben	1386	tr	tr	0.01	0.01	0.01	tr	tr	0.01	0.02
Seskiterpen	*β*-Elemen	1389	0.12	0.11	0.16	0.10	0.11	0.13	0.14	0.19	0.20
Alkan	*3*-Tetradesen	1393	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
Fenilpropanoid	Metil Öjenol	1406	0.01	-	0.05	-	-	-	-	0.02	0.03
Seskiterpen	*(+)-β*-Funebren	1406	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	-	-
Seskiterpenoid	*β*-Yılangen	1414	0.06	0.04	0.09	0.06	0.05	0.05	0.05	0.09	0.09
Seskiterpenoid	*α*-Gurjunen	1420	0.01	0.01	0.02	-	-	-	-	-	-
Seskiterpenoid	Aromadendren	1422	tr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Seskiterpen	Germakren-D	1425	0.47	0.01	1.44	0.54	0.02	0.02	0.02	1.21	1.66
Seskiterpen	*γ*-Elemen	1432	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
Seskiterpen	*trans-α*-Bergamoten	1435	0.05	0.04	0.09	0.06	0.05	0.06	0.04	0.08	0.07
Seskiterpen	*α*-Himakalen	1445	0.19	0.27	0.29	0.19	0.23	0.20	0.23	0.25	0.26
Seskiterpen	*γ*-Murolen	1449	0.01	-	0.06	0.04	0.03	-	0.01	0.01	0.01
Seskiterpen	*γ*-Kadinen	1450	0.03	-	-	tr	-	0.03	-	-	-
Seskiterpen	*α*-Humulen	1450	-	0.02	-	-	-	-	0.02	0.04	0.04
Seskiterpen	*trans-β*-Farnesen	1462	0.10	0.11	0.16	0.11	0.12	0.11	0.10	0.13	0.13
Seskiterpen	*8,9*-Dehidro-Neoizolongifolen	1469	-	-	-	-	-	-	0.02	0.03	0.02
Seskiterpen	*γ*-Himakalen	1480	1.93	2.84	3.02	1.78	2.41	2.12	2.55	2.62	2.24
Seskiterpen	*(-)*-Lepidozen	1482	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-
Seskiterpen	*β*-Farnesen, (E)-	1482	-	-	-	0.38	0.38	0.39	-	-	-
Seskiterpenoid	*α*-Kurkumen	1482	-	0.39	-	-	-	-	-	-	-
Seskiterpen	İzolongifolen	1489	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-
Seskiterpen	*δ*-Selinen	1489	-	-	-	-	0.02	-	-	0.01	-

Ek Çizelge 1. devamı

Seskiterpen	Zingiberen	1497	0.38	1.06	1.68	1.40	1.16	1.31	0.96	1.48	1.60
Seskiterpen	Germakren-A	1501	1.18	0.04	0.05	0.03	-	-	-	-	-
Seskiterpen	*β*-Himakalen	1503	-	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
Seskiterpen	*δ*-Kadinen	1505	0.08	0.10	0.11	0.08	0.11	0.08	0.07	0.08	0.12
Seskiterpen	*β*-Bisabolen	1509	0.40	0.35	0.90	0.49	0.36	0.46	0.37	0.79	0.64
Seskiterpen	*β*-Seskifellandren	1524	0.12	0.09	0.25	0.14	0.12	0.13	0.11	0.17	0.22
Seskiterpen	*α*-Murolen	1530	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
Seskiterpen	*cis*-*γ*-Bisabolen	1531	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
Seskiterpen	*α*-Guaien	1531	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr
Seskiterpen	Isoleden	1536	-	-	-	-	tr	tr	tr	tr	tr
Seskiterpenoid	*β*-Kalakoren	1541	-	-	0.02	tr	tr	tr	tr	0.01	0.01
Seskiterpen	*cis*-*α*-Bisabolen	1543	tr	0.01	0.01	tr	0.01	tr	0.01	0.01	0.01
Seskiterpen	Germakren-B	1554	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Seskiterpenoid	*α*-Kalakoren	1561	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0.01	tr	tr
Alkan	Ketene	1593	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01
Seskiterpen	Sikloizolongifolen	1627	tr	tr	0.01	tr	tr	tr	0.01	tr	tr
Alkan	*1*-Nonadesen	1793	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Seskiterpenoid	Neofitadien	1840	0.01	-	0.03	-	-	0.01	-	0.01	-
Fenol ester	Psödoizoöjenol 2-Metilbütanoat	1844	0.11	0.08	0.20	0.13	0.11	0.09	0.16	0.15	0.21
Fenol ester	Öjenil izovalerat	1896	-	-	-	tr	tr	tr	0.01	0.01	0.01
Yağ asidi metil ester	Metil Palmitat	1927	-	-	-	-	-	-	tr	-	-

tr <0.01. RI:HP 5MS kolonda belirtilen Kovats Index değerleri.

Numune kodları;

A1: Denizli/Çal/Belevi Köyü/İnköy mevkii

A2: Denizli/Çameli/İmamlar Köyü/Kayılca mevkii

A3: Burdur/Yeşilova/Taşpınar Köyü

A4: Burdur/Tefenni/Çaylı Köyü/Kocadüz mevkii

A5: Burdur/Çavdır/Bölmepınar Köyü/Söğüt Gölü mevkii

A6: Burdur/Gölhisar/Çamköy/Firenk alanı mevkii

A7: Konya/Yunak/Koçyazı Köyü

A8: Afyonkarahisar/Sandıklı/Kusura Köyü/Beştepe mevkii

A9: Antalya/Elmalı/Tekke Köyü