ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğçe Melis AKICI

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

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2016

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

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

Tuğçe Melis AKICI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez / /2016 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile Kabul Edilmiştir.

……	……..	……...
Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU	Prof. Dr. Serkan SELLİ	Yrd. Doç.Dr Murat YILMAZTEKİN
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FLY-2015-5436

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

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

Tuğçe Melis AKICI

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
Yıl: 2016, Sayfa: 52
Jüri : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Yrd. Doç.Dr. Murat YILMAZTEKİN

Bu çalışmada, 10ºC'de, farklı sürelerde (yeni hasat, 6 ay, 9 ay ve 12 ay) depolanmış anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarının uçucu yağ oranları ve uçucu yağın aroma bileşimi üzerine depolama süresinin etkisi araştırılmıştır.

Anason tohumlarından uçucu yağ Su Buharı Distilasyonu tekniği ile elde edilmiştir. Uçucu yağdan aroma bileşiklerinin tanımlanmasında GC-MS, miktarlarının belirlenmesinde ise GC-FID cihazı kullanılmıştır.

Anasonda uçucu yağ oranı en yüksek yeni hasatta %2 ve bunu takiben 6 ay depolananda %1.7, 9 ay depolananda %1.5 ve 12 ay depolananda %1.4 bulunmuş ve depolama süresine bağlı olarak azalmıştır.

Anason 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 edilmiştir. Anason aromasında miktar olarak en önemli bileşikler *trans*-anetol, estragol, ɣ-himachalene, anisaldehit ve linalol olmuştur. Uçucu yağ oranı ve aroma bileşiklerinin miktarları depolama süresi arttıkça azalma göstermiştir. Aromadaki süreye bağlı azalma duyusal analizlerle de doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anason (*Pimpinella anisum* L.), su buharı distilasyonu, uçucu yağ, aroma bileşikleri, depolama süresi

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECT OF STORAGE TIME ON ESSENTIAL OIL AND AROMA COMPOSITION OF ANISE SEEDS (*Pimpinella anisum* L.)

Tuğçe Melis AKICI

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

Supervisor : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
Year: 2016, Pages:52
Jury : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Asst. Prof. Dr. Murat YILMAZTEKİN

In this study, the change on the volatile oil yields and composition of anise seeds (*Pimpinella anisum* L.) which have been stored at 10ºC and in four different storage times (newly harvested, 6 months, 9 months and 12 months) have been investigated.

Steam distillation technique was used to obtain essential oil from the anise seeds. GC-MS and GC-FID were used for identification and quantification of volatile compounds from essential oil, respectively.

The highest essential oil content was obtained from the newly harvested anise seeds (2%), followed by 6 months (1.7%), 9 months (1.5%) and 12 months storaged (1.4%). Essential oil contents decreased prolonged storage periods. As a result of the analysis, total of 41 volatile compounds were identified in the newly harvested and 6 months stored anise seeds. Total of 43 volatile compounds were identified in 9 months and 12 months stored seeds. *Trans*-anethole, estragole, ɣ-himachalene, anisaldehyde and linalool were quantitatively the most dominant compounds in the essential oil of the anise seeds. The essential oil yields and the content of aroma compounds were decreased over a longer storage period. In the term of storage periods, sensory analysis also confirmed the decrease in aroma.

Key Words: Anise (*Pimpinella anisum* L.), steam distillation, essential oil, aroma compounds, storage time

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu çalışmada, depolama süresinin (yeni hasat/kontrol, 6 ay, 9 ay ve 12 ay) anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarının uçucu yağ verimi ve aroma bileşimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada kullanılan anason tohumları Burdur ilinde yetiştirilmiştir. Depolama 10ºC'de, ışıksız ortamda ve güneş ışığına maruz kalmadan yapılmıştır.

Anason tohumundan uçucu yağ, su buharı distilasyonu yöntemiyle elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, farklı sürelerde depolanan anason tohumlarından elde edilen uçucu yağ oranı en yüksek yeni hasat örneklerinden elde edilmiştir (%2) ve bunu 6 ay (%1.7), 9 ay (%1.4), 12 ay (%1.3) depolanan örnekler izlemiştir. Anasonun aroma maddelerinin tanımlanmasında GC/MS, miktarlarının belirlenmesinde ise GC/FID cihazı kullanılmıştır. Analizler sonucunda, yeni hasat ve 6 ay depolanmış anason örneğinde 13 adet terpen, 11 adet uçucu fenol, 9 adet aldehit ve keton, 4 adet ester ve 4 adet diğer bileşikler olmak üzere toplamda 41 adet aroma bileşiği tanımlanmıştır. 9 ay ve 12 ay depolanan örneklerde ise 15 adet terpen, 11 adet uçucu fenol, 9 adet aldehit ve keton, 4 adet ester ve 4 adet diğer aromatik bileşikler olmak üzere toplamda 43 adet aroma bileşiği tanımlanmıştır. Toplam aroma maddelerinin miktarı 1,56-2,03 g/100g arasında değişmiştir. Bu sonuçlar depolama süresine göre incelendiğinde, en yüksek miktarda aroma maddesinin yeni hasat edilmiş anasonda bulunduğu ve aromanın depolama süresine bağlı olarak azalma gösterdiği tespit edilmiş, aroma maddelerinin toplam miktarı en az 12 ay depolanan anason tohumlarında belirlenmiştir.

Anasondan elde edilen uçucu yağın aroma bileşimi içerisinde büyük bir kısmı uçucu fenol bileşikleri oluşturmuştur (%96.97-97.51). Toplamda 11 adet uçucu fenol bileşiği tanımlanmış ve bu bileşikler içerisinden *trans*-anetol ve estragol (metil kavikol) uçucu yağın temel bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi bakımından incelendiğinde, *trans*-anetol miktarı yeni hasat edilen anason tohumunda (1,93 g/100g) (%95.09) en fazla ve 12 ay depolanmış anasonda

ise (1,49 g/100g) (%94.02) en az miktarda tespit edilmiştir. Yine benzer şekilde estragol miktarı da en fazla yeni hasat edilen anasonda (39036 µg/100g) (%1.92), en az 12 ay depolanmış anasonda (28681 µg/100g) (%1.63) tespit edilmiştir. Depolama süresinin etkisiyle *trans*-anetol ve estragol bileşiklerinin miktarında azalma belirlenmiştir.

Anason aromasında toplamda 16 adet terpen bileşiği tanımlanmış ve bunlar içerisinde en fazla miktarda tespit edilen bileşikler sırasıyla, ɣ-himachalene, *E*-farnesen, α-terpinolen ve linalol olmuştur. δ-3-karen ve sabinen bileşikleri 9. aydan sonra tespit edilirken, β-patchoulen bileşiği ise 6. aydan sonra tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin yeni hasat örneklerinde tespit edilememesi depolama sürecinde meydana geldiklerini göstermektedir. Aromadendren bileşiği ise sadece yeni hasat örneklerinde tespit edilmiştir.

p-Anisaldehit ve anisketon ise anason aromasında tanımlanan aldehit ve keton bileşikleri içerisinde en yüksek miktarda tespit edilen bileşikler olmuştur. Bu bileşiklerin miktarlarında depolama süresince azalma tespit edilmiştir.

Genel olarak uçucu yağ oranı ve aroma bileşiklerinin miktarları depolama süresi uzadıkça azalma göstermiştir. Aromadaki süreye bağlı azalma duyusal analizlerle de doğrulanmıştır. Aroma profil analizi sonuçlarına göre, yeni hasat edilen anasonlardan elde edilen uçucu yağın, anason, tatlı ve çiçeksi koku özellikleri bakımından depolanmış örneklere göre yüksek puan alması arzu edilen aromanın depolama süreci boyunca azaldığını göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince bana değerli görüş ve önerileriyle yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU'na, jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Serkan SELLİ ve Yrd. Doç. Dr. Murat YILMAZTEKİN'e, tezimin çeşitli aşamalarında bana yardımcı olan Arş. Gör. Merve DARICI VE Zeynep Dilan ÇELİK'e, anason örneklerinin temin edilmesini sağlayan Mey Alkollü İçkiler Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye ve kalite müdürü Zafer OYLAN Bey'e ve tüm öğrenim hayatım boyunca maddi, manevi her tür fedakârlığı yaparak beni bugünlere getiren aileme, özellikle ilgisini ve desteğini hiç eksik etmeyen canım annem Nurgül BAKIR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR V
İÇİNDEKİLER VI
ÇİZELGELER DİZİNİ VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ X
SİMGELER VE KISALTMALAR XII
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 7
3. MATERYAL VE METOD 15
3.1. Materyal 15
3.2. Metod 15
3.2.1. Nem İçeriği Analizi 15
3.2.2. Su Buharı Distilasyonu ile Uçucu Yağ Analizi 16
3.2.3. Aroma Bileşenlerinin Analizi 17
3.2.3.1. Temsili (Representative) Test 17
3.2.3.2. Aroma Bileşenlerinin GC/MS ve GC/FID ile Analizleri 19
3.2.3.3. Hesaplama 20
3.2.4. Anason Uçucu Yağının Duyusal Analizi 20
3.2.5. İstatistiksel Analiz 21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 23
4.1. Anason Tohumlarının Nem İçeriği 23
4.2. Depolama Süresinin Anason Tohumunun Uçucu Yağ Oranı Üzerine Etkisi 23
4.3. Depolama Süresinin Anason Tohumunun Aroma Bileşimi Üzerine Etkisi 25

4.4. Depolama Süresinin Anason Uçucu Yağının Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi 34
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 37
KAYNAKLAR 39
ÖZGEÇMİŞ 47
EKLER 48

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 1.1. Türkiye'de 2012-2015 yılları arası anason bitkisinin ekim alanları ve toplam üretim miktarları 2
Çizelge 3.1. Anason örneklerinin depolama koşulları 15
Çizelge 3.2. *Pimpinella anisum* L. uçucu yağının aroma profilinin belirlenmesinde kullanılan tanımlayıcılar ve referans maddeler 21
Çizelge 4.1. Farklı sürelerde depolanan anason tohumlarının nem içerikleri 23
Çizelge 4.2. Farklı depolama süreleri uygulanan anason tohumlarında uçucu yağ oranları 24
Çizelge 4.3. Anason tohumunda belirlenen aroma bileşikleri ve miktarları 26
Çizelge 4.4. Farklı sürelerde depolanmış anason tohumlarından elde edilen uçucu yağların aroma profili analiz sonuçları 35

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Anason (*Pimpinella anisum* L.) bitkisi ve tohumu.....1
Şekil 3.1. Su buharı distilasyon cihazı 17
Şekil 3.2. Temsili test formu 18
Şekil 3.3. Aroma profil analizi formu 22
Şekil 4.1. ɣ-himachalene, *E*-farnesen, α-terpinolen ve linalol bileşiklerinin kimyasal yapıları 28
Şekil 4.2. *Trans*-anetol ve estragol bileşiklerinin kimyasal yapıları.....30
Şekil 4.3. Anason aromasının temel bileşeni olan *trans*-anetol oranının depolama süresine bağlı değişimi 31
Şekil 4.4. *p*-anisaldehit ve anisketon bileşiklerinin kimyasal yapıları.....32
Şekil 4.5. Anason uçucu yağının duyusal analizi 34
Şekil 4.6. Depolama süresinin anasonun aroma profili üzerine etkisi.....35

SİMGELER VE KISALTMALAR

BHA	: Bütillendirilmiş hidroksianisol
BHT	: Bütillendirilmiş hidroksitoluen
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FID	: Alev İyonizasyon Dedektörü
GC	: Gaz Kromatografisi
HS-SPME	: Tepe Boşluğu Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
HS-SPTE	: Tepe Boşluğu Katı Faz Tuzak Ekstraksiyonu
MS	: Kütle Spektrometresi
SFE	: Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu
SPME	: Katı Faz Mikro Ekstraksiyon

1. GİRİŞ

Umbelliferae (ya da *Apiaceae*) familyasından olan anason (*Pimpinella anisum* L.), beyaz çiçekli, tek yıllık, otsu bir bitkidir. Bitkinin boyu 30-50 cm civarındadır, çiçekleri şemsiye biçiminde olup, meyveleri 3-6 mm uzunlukta ve 1-3 mm genişlikte, ters armut biçiminde, kısa saplı, gri-yeşil ya da yeşilimsi-sarı renkli ve üzeri tüylüdür (Shojaii ve Fard, 2012; Orav ve ark., 2008). Şekil 1.1'de anason bitkisi ve tohumu verilmiştir. *Pimpinella* cinsi 23 tür içerir ve bu türlerden 8 tanesi Türkiye'ye endemiktir (Arslan ve ark., 2004).



Şekil 1.1. Anason (*Pimpinella anisum* L.) bitkisi ve tohumu (Jodral, 2004)

Anasonun kökeni Orta Doğu olup antik Mısır döneminden beri bilinmektedir. Türkiye dışında anason üretimi yapan önemli ülkeler arasında Hindistan, Meksika, Mısır, İtalya, İspanya, Suriye, Fransa, Bulgaristan ve Tunus yer almaktadır (Bulur, 2010; Arslan ve ark., 2004). Anason meyveleri ihraç ürünlerimiz arasında yer aldığından Türkiye için ekonomik değeri olan bir bitkidir (Tanker ve İzgü, 1988; Doğan ve ark., 2015). Çizelge 1.1'de 2012-2015 yılları arası anason bitkisine ait ekim alanları ve toplam üretim miktarları verilmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye'de 2012-2015 yılları arası anason bitkisi ekim alanları ve toplam üretim miktarları (Anonim, 2016)

Yıl	Alan (Dekar)	Üretim (Ton)
2012	194 430	11 023
2013	152 431	10 046
2014	140 506	9 309
2015	138 118	9 050

Ülkemizde anason ekim alanları, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Ekimin çoğunlukla yapıldığı şehirler arasında Burdur ilk sırada gelmekte olup bunu Denizli ve Antalya illeri izlemektedir. Anason meyveleri ticari yönden anason tohumu olarak da adlandırılmaktadır (Arslan ve ark., 2004; Gülçin ve ark., 2003). Anason yetiştiriciliği öncelikli olarak tohum elde etmek için yapılmaktadır, tohumların hasadı ise genellikle ağustos ve eylül aylarında yapılır (Sohajii ve Fard, 2012). Anason meyveleri eczacılık, kozmetik ve gıda sanayisinde kullanılmaktadır. Anasonun iştah açıcı, hazmı kolaylaştırıcı, şişkinlik giderici ve ağrı dindirici özellikleri vardır. Anason ülkemizde baharat olarak kullanımının dışında, ağırlıklı olarak rakı üretiminde kullanılır. Akdeniz ülkelerinde de ouzo, anisette, arak, pastis gibi alkollü içeceklerde aroma verici olarak kullanılmaktadır (Samojlik ve ark., 2012; Gülçin ve ark., 2003). Önemli bir tarımsal ürün olan anason ülkemizde yaklaşık olarak 10 bin ton civarında üretilmekte olup bunun 7 bin ton kadarı rakı üretiminde rakının aromatize edilmesinde kullanılırken, 3 bin ton kadarı dış ülkelere ihraç edilmektedir (Tabanca ve ark., 2006).

Anason uçucu yağ içeren aromatik bir bitkidir. Uçucu yağ, bitkilerin yaprak, meyve, kabuk veya kök gibi kısımlarından elde edilen, su buharıyla sürüklenebilen, oda sıcaklığında çoğunlukla sıvı halde olan, kolaylıkla kristalleşebilen, genellikle renksiz veya açık sarı renkli, uçucu özellikte, bulunduğu bitkiye özgü kuvvetli kokulu, çok sayıda bileşenden oluşmuş doğal bir üründür. Bu ürün, bitkilerin salgı sistemleri olan salgı tüyleri, salgı hücreleri, salgı kanalları ve

salgı ceplerinde oluşan sekonder metabolitlerdir. Kekik, lavanta, fesleğen, nane gibi *Labiatae* üyelerinin yapraklarında bulunan salgı tüylerinde, anason, kimyon, rezene ve kişniş gibi *Umbelliferae* üyelerinin meyvelerinde bulunan salgı kanallarında, portakal, limon, greyfurt gibi *Citrus* türlerinin kabuklarında bulunan salgı ceplerinde, karaçam, sarıçam gibi *Pinus* türlerinin ise gövde kabuklarında bulunan reçine kanallarında salgılanır. Bitkilerin bu salgıyı hangi amaçla yaptığı tam olarak bilinmemekle beraber kötü kokulu uçucu yağların, bulundukları bitkileri hastalıklara, zararlılara ve otobur hayvanlara karşı koruduğu bilinmektedir. Güzel ve hoş kokulu uçucu yağların, başta bal arıları olmak üzere pek çok böceği çekerek tozlaşmaya yardımcı olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda uçucu yağların çoğu bakterilere, mantarlara ve virüslere karşı etkilidir. Örneğin kekik uçucu yağının antibakteriyel etkisi, okaliptüs uçucu yağının antiviral etkisi, biberiye ve adaçayı uçucu yağının ise antioksidan etkisi vardır. Sıcak iklim bölgelerinde yetişen bitkilerde ise uçucu yağların buharlaşma özellikleri sayesinde bitkiler sıcaktan korunurlar. Buharlaşma anında bitkiden ısı çekilerek serinlik etkisi oluşmaktadır. Bu nedenle sıcak iklim bölgelerinde serin iklim bölgelerine göre daha fazla uçucu yağ bitkisinin bulunduğu düşünülmektedir (Baydar, 2007; Fırıncıahmetoğlu, 2010).

Aromatik bitkilerden uçucu yağ elde etmek için su distilasyonu, buhar distilasyonu, çözgen ekstraksiyonu, süperkritik akışkan ekstraksiyonu (SFE), katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) gibi yöntemler kullanılmaktadır. Fakat uçucu yağlar genellikle distilasyon yöntemi ile elde edilirler. Hangi tip distilasyon uygulanacağı uçucu yağ miktarı ve bileşenlerine bağlı olarak seçilir (Kılıç, 2008; Cellat, 2011; Msaada ve ark., 2012). Uçucu yağın bileşenleri ise gaz kromatografisi (GC) - kütle spektrometresi (MS) ile belirlenebilmektedir.

Uçucu yağlar su ile karışmadıkları için yağ olarak adlandırılsalar da sabit yağlardan farklıdırlar. Buna karşın sudaki çözünürlükleri 1/200 oranındadır ve bu çözünme kokularının suya geçmesine yetmektedir. Uçucu yağlar açıkta bırakıldıklarında oda sıcaklığında bile buharlaşabilirler. Kimyasal bileşimleri oldukça karmaşıktır. Yapılarındaki en büyük grubu terpenler oluşturmaktadır.

Bununla birlikte aromatik bileşikler, düz zincirli hidrokarbonlar, uçucu fenoller, azot ve kükürt içeren bileşikler de içermektedirler. Terpenlerin oksitlenmesi ile meydana gelen oksijenli türevleri tat ve koku açısından önemli bileşiklerdir (Kılıç, 2008; Cellat, 2011). Uçucu yağların kimyasal bileşimi ve miktarı iklim, mevsim, coğrafi koşullar, hasat zamanı, distilasyon yöntemleri ve depolama gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Esen, 2005; Evren ve Tekgüler, 2011; Bakır ve Özmen, 2012).

Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağlar çok uzun yıllardan beri ilaç, gıda, parfüm ve kozmetik sanayi gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Albayrak ve ark., 2011). Günümüzde bu bitkilerin ve bu bitkilere ait uçucu yağların özellikle ana etken maddelerinin elde edilip değerlendirilmesi hem bilimsel hem de ekonomik açıdan oldukça önem taşımaktadır (Çelik ve Yuvalı-Çelik, 2007).

Anasonun uçucu yağ içeriği %1.5-6 arasında değişmekte olup, başlıca iki izomer bileşikten; normal sıcaklıkta katı halde olan *trans*-anetol (%80-95) ve sıvı halde olan estragol (metil kavikol) (%1-2)'den oluşmaktdır. Bunun yanı sıra bitki uçucu yağında *cis*-anetol, limonen, anisaldehit ve daha bazı bileşiklerde bulunmaktadır (Arslan ve ark., 1999; Rodrigues ve ark., 2003; Besharati-Seidani ve ark., 2005). Anetol iki izomere sahiptir (*trans* ve *cis*). Türüne bağlı olarak *cis* izomeri *trans* izomere göre daha toksiktir. *Trans*-anetol *cis* izomere göre daha stabil yapıdadır. Doğal kaynaklarda *trans* formu ana bileşen olarak, *cis* formu ise iz miktarda bulunmaktadır (Shin ve ark., 2007). *Trans*-anetol bir fenilpropen bileşiğidir. Erime noktası 21ºC, kaynama noktası 235ºC, özgül ağırlığı 0.983-0.988 g/cm^3'dir (15ºC'de). Oda sıcaklığında katı formda olup kar beyazı şeklinde pulcuklar oluşturur. Uçucu yağdan soğutma ile izole edilebilir. Işık ve hava ile karşılaştığında oksitlenerek anisaldehit bileşiğini oluşturur. Anasonun kendine özgü kokusundan sorumlu ana bileşendir ve tatlımsı tat bu maddeden kaynaklanmaktadır (Dağıstanoğlu ve ark., 2009). Bu özelliğinden dolayı *trans*-anetol diş macunu üretiminde tatlılık kazanmak için kullanılır (Shin ve ark., 2007).

Estragol bileşiğinin ise kaynama noktası 215ºC, özgül ağırlığı 0.965 g/cm^3 (21ºC) olup oda sıcaklığında sıvı formdadır. Estragol anason kokusuna sahiptir fakat anason tadında değildir (Fidan ve Şahin., 1993). *Trans*-anetol ve estragol rakıda bulundukları miktarlar nedeniyle rakı kalitesinde etkili bileşiklerdir (Cabaroglu ve Yilmaztekin, 2011). Rakının aromatize edilmesinde anason tohumu kullanılmaktadır. Kullanılan miktar rakı çeşidine, anasonun kalitesine ve katılan aporak (ilk ve son ürünün karışımı) oranına göre değişmekte olup, % 6-10 arasındadır (Fidan ve Şahin, 1993). Anasonda bulunan diğer aroma bileşikleri ise rakıda ya iz miktarlarda bulunur ya da hiç bulunmazlar (Gözen, 2005). Türk rakısı, "Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği"ne göre en az 0.8 g/L anetol içermelidir (Anonymous, 2005a). Yilmaztekin ve ark. (2011), rakıda anasondan kaynaklanan aroma maddeleri içerisinde en yüksek miktarda bulunan bileşikleri fenil propen 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 içerdiği bileşenler nedeniyle çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. %70-90 anetol içeren ekstreleri uyarıcı ve aromatik özellikleri ile bilinmektedir. Bunun yanında anetol ve türevleri ilaç sanayisinde drog olarak kullanılmaktadır (Doğan ve ark., 2015). Anasonun kalitesi temel olarak içerdiği uçucu yağ miktarı ve bileşimine bağlı olarak tanımlanır (Güneyli ve Karaçalı, 2002; Ullah ve Honermeier, 2013; Acimovic ve ark., 2014). Bilindiği gibi anason tek yıllık bir bitki olup hasat edildikten sonra ülkemizde özellikle rakı sektöründe kullanılmak üzere depolanır. Depolama sürecinde sıcaklık ve süreye bağlı olarak uçucu yağ verimi ve aroma bileşiminde değişmeler olduğu belirtilmektedir. Ancak bugüne kadar anason aroması üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada Burdur ilinde yetiştirilen anason tohumlarının uçucu yağ verimi ve aroma bileşimi ile depolama süresinin verim ve aroma maddeleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tanker ve İzgü (1988), İç Anadolu bölgesinde yetiştirilen *Pimpinella* L. türleri üzerinde farmasötik botanik yönünden bir araştırma yapmışlardır. Bu araştırmada bitkilerin morfolojik olarak incelemesi yapılmış ve bunun yanında bölgeden toplanan değişik *Pimpinella* L. türerinin meyvelerinden distilasyon yöntemi ile uçucu yağ elde edilmiştir. Araştırma bulgularına göre, uçucu yağ oranı %1.1-2.8 arasında tespit edilmiştir. *P. anisetum* ise %8.7 oranı ile çalışılan türler arasında en fazla uçucu yağ taşıyan tür olarak belirlenmiştir. *P. anisum* uçucu yağının kırılma indisi 1.552-1.560 arasındadır. İç Anadolu bölgesinde yetiştirilen türler üzerinde yapılan analizlerde ise bu değer 1.487-1.536 arasında bulunmuştur. Kırılma indisi, anetol oranı %80-90 arasında olan örneklerde yüksek, %50'den az olan örneklerde ise düşüktür şeklinde bir orantı belirlenmiştir. Anetol miktarı türlerin hepsinde %50'nin altında kalmıştır.

Misharina (2001), kişniş tohumundan elde edilen uçucu yağın aroma bileşenleri üzerine depolama koşulları ve süresinin etkisini incelemiştir. Kişniş tohumları güneş ışığı altında ve karanlık bir dolapta 1 yıl boyunca depolanmıştır. Araştıma sonucunda, kişniş uçucu yağının temel bileşeninin linalol olduğunu belirtilmiştir. Birinci yılın sonunda karanlıkta depolanan kişniş tohumunun aroma bileşiminde önemli değişimler görülmediğini, β-mirsen, limonen ve ɣ-terpinen gibi bileşiklerin oranlarında azalış ve *p*-simen, linalol oksit bileşiklerinin oranlarında ise artış olduğunu belirtmiştir. Gün ışığına maruz kalarak depolanan örneklerde ise bileşiklerin bazı kimyasal değişimlere uğradığını belirtmiştir. İkinci ayın sonunda ɣ-terpinen bileşiği yok olmuş ve bazı yeni bileşiklerin ise ortaya çıktığını tespit etmiştir. Daha ileriki depolama sürelerinde ise α-thujene, sabinen, β-pinen, β-mirsen ve osimen bileşiklerinin miktarlarında azalma meydana geldiğini ve 9. ayın sonunda bu bileşiklerin tespit edilemediğini belirtmiştir. 12 ayın sonunda *p*-simen, α-terpineol ve 4-terpineol miktarlarında artış gözlendiğini ve artış oranının en yüksek linalol oksit bileşiğinde tespit edildiğini bildirmiştir. Güneş ışığına maruz

kalarak depolanan kişniş tohumlarının aroma bileşimindeki değişimin ışığa bağlı oksidasyon, izomerizasyon veya transformasyon sonucunda olabileceğini bildirmiştir.

Güneyli ve Karaçalı (2002), depolama koşullarının anason tohumlarının kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada 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 olarak 3'er kilogramlık küçük jüt torbalarda cam dolaplarda (hava hareketsiz, hava dolaşımlı, havalandırmalı) ve polietilen torbalarda oda koşullarında saklanarak, üçüncü olarak da %3 oksijenli (azot veya karbondioksit veya ½ azot + ½ karbondioksit) ve havalı kavanozlarda oda sıcaklığında ve soğuk depo koşullarında tutularak inceleme yapılmıştır. Bir yıllık dönemde gözlemlenen gelişmeler sınırlıdır. En fazla değişim Tekel deposu koşullarında gözlemlenmiştir. Burada istif üstü ve kapı yanı çuvallarındaki tohumlarda su miktarı artmış, uçucu yağ miktarı ve *trans*-anetol oranı düşmüştür. Tohumlarda zamanla matlaşma ve rengin L değerinde düşüş gözlemlenmiştir. İncelemelerde özellikle nemli havanın tohumlarda bozulmalara neden olduğu belirlenmiştir.

Al-Ismail ve Aburjai (2004), papatya çiçeği, anason ve dereotu tohumlarından elde edilen su ve alkol ekstraktlarının antioksidan aktivitesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Ekstrakların antioksidan aktiviteleri linoleik asit ve lipozom model sistemleri ve DPPH (2,2-difenil-1-pikrihidrazil) radikali tutma yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, papatya çiçeği ve dereotu tohumlarından elde edilen su ekstreleri sentetik bir antioksidan olan bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA)'den daha yüksek antioksidan aktivite göstermiş fakat her üç bitkininde alkol ekstratları düşük antioksidan aktivite göstermiştir. Bitkilerin su ve alkol ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri çoktan aza doğru; papatya çiçeği > dereotu tohumu > anason tohumu şeklinde sıralanmıştır. Ekstraktlar aynı zamanda iyi bir serbest radikal tutucu özellik göstermiştir.

Arslan ve ark. (2004), Türk anason popülasyonlarının uçucu yağ miktarı ve bileşiminin değişimi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Farklı yörelerden toplanmış 29 anason tohumu örneği materyal olarak kullanılmıştır. Analizler hasattan 3 ay sonra yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre anason popülasyonlarının uçucu yağ oranları %1.3-3.7 arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. En fazla uçucu yağ miktarları genellikle Balıkesir, Burdur, Denizli ve İzmir illerinden toplanan örneklerden elde edilmiştir. Uçucu yağların temel bileşeni trans-anetol olup, oranı %78.63-95.21 arasında değişim göstermiştir. Belirlenen diğer önemli bileşenler α-terpineol, estragol ve linalol olarak belirtilmiştir.

Besharati-Seidani ve ark. (2005), İran'da yetiştirilen *Pimpinella anisum* tohumlarının uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesinde yeni ve hızlı bir metot olan tepe boşluğu katı faz mikro ekstraksiyon (HS-SPME) ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu yöntemde toz haline getirilmiş anason tohumları (*Pimpinella anisum*) 15 ml'lik bir vial içerisine alınmış, vialin ucuna özel bir soğutucu sistem takılarak tepe boşluğundan mikro şırınga ile 1µl kadar çözgen ilave edilmiş ve ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda optimum ekstraksiyon koşulları; örnek partikül büyüklüğü 1mm, örnek hacmi 5ml (15 ml'lik vialde), örnek sıcaklığı 60ºC, mikro şırınga iğne sıcaklığı 0ºC ve ekstraksiyon süresi 10 dk olarak belirlenmiştir. Buna göre anason tohumlarının temel bileşeni olan *trans*-anetol oranı %90 olarak bulunmuştur.

Tabanca ve ark. (2006), Türkiye'nin orta ve kuzey bölgelerinden toplanan *Pimpinella* türlerinden elde edilen uçucu yağların gaz kromatografik ve kütle spektrometrik analizin üzerine bir çalışma yapmışlardır. *Pimpinella anisum* tohumları Eskişehir ilinde bir aktardan temin edilmiştir. Hidro-distilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağ %2.49 oranında elde edilmiştir. *Pimpinella anisum* uçucu yağında belirlenen bileşenler arasında en fazla oranda *trans*-anetol (%94.2) ve bunun yanında estragol, ɣ-himachalen, α-zingiberen, valensen, β-bizabolen, *cis*-anetol, anisaldehit ve hekzadekanoik asit belirlenmiştir.

Shin ve ark. (2007), gaz kromatografisi – kütle spektrometresi ve tepe boşluğu – katı faz tuzak ekstraksiyonu (HS-SPTE) yöntemlerini kullanarak rezene aroma maddelerinin karakterizasyonu üzerine bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmada rezene, anason tohumu, yıldız anason, dereotu tohumu, rezene tanesi ve anason aromalı Ricard likörü örnek olarak kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, aroma bileşenleri içerisinde rezenede %78.07-88.58, anason tohumunda %81.55, yıldız anasonda %95.71, kavrulmuş yıldız anasonda %88.76 ve Ricard anason liköründe ise %94.12 oranında *trans*-anetol belirlenmiştir. Kore ve Çin'de yetiştirilen rezene örnekleri *trans*-anetol, limonen, anisaldehit ve estragol içermektedir. Yıldız anasondan elde edilen aroma bileşenleri ise *trans*-anetol, limonen, anisaldehit, karvon ve estragol olmuştur. Anason tohumlarında belirlenen aroma bileşenleri ise *trans*-anetol, anisaldehit ve estragol olarak belirlenmiştir. Bitkilerin aroma bileşimleri anason benzeridir. Dereotunun farklı bir model göstermesi apiol içeriğine bağlı olarak bulunmuştur.

Orav ve ark. (2008), çeşitli Avrupa ülkelerinden elde edilen *Pimpinella anisum* L. meyvelerinin uçucu yağ bileşimi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırma sonuçlarında, toplamda 21 adet bileşen belirlenmiş ve örnekler arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Anason uçucu yağının temel bileşeni *trans*-anetol (%76.9-93.7) ve diğer önemli bileşenler ɣ-himachalen (%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 örnekler ise ɣ-himachalen (%8.2) bakımından zengin olarak belirtilmiştir. Fransa'dan elde edilen örneklerin diğer örneklerle kıyaslandığında en yüksek oranda anisaldehit (%5.4) içerdiği belirtilmiştir. Anason uçucu yağında β-bourbonene (%0-0.9) ve α-farnesen (%0-0.4) ilk defa belirlenmiştir.

Leal ve ark. (2011), rezene (*Foeniculum vulgare*) ve anason (*Pimpinella anisum*) tohumlarının Soxhlet, ultrason, perkolasyon, santrifügasyon ve buhar distilasyonu yöntemleriyle elde edilen ekstraktlarında anetol miktarı ve

ekstraksiyon kinetiği üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışılan analiz yöntemleri içerisinde Soxhlet ekstraksiyonu her iki örnekte de en yüksek oranda verim sağlamış bu oranlar rezene için %16.8, anason için %23.3 olarak belirtilmiştir. Çözgen olarak etanol kullanılan ekstraksiyon yöntemleri içerisinde, 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) sağlanmasına rağmen bu metot kullanılarak elde edilen anason uçucu yağında %68-98 oranında anetol elde edilmiştir. Bu sebeple hedeflenen bileşen anetol ise buhar distilasyonu yönteminin iyi bir seçim olacağı belirtilmiştir.

Singh ve ark. (2011), anason uçucu yağının ve oleoresinin yoğurdun raf ömrü üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, manda sütünden üretilen yoğurdun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine anasondan (*Pimpinella anisum* L.) elde edilen uçucu yağın ve oleoresinin etkisi araştırılmıştır. Anason tohumları Hindistan'ın Gorakhpur bölgesinde bir aktardan temin edilmiştir. Uçucu yağ hidro-distilasyon yöntemiyle, oleoresin ise Soxhlet cihazında etanol kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Yoğurt örneklerine 0.1-1.0 g/L konsantrasyonlarında uygulamalar yapılmış ve 20 gün 4±1ºC'de saklanmıştır. Sonuçlara göre anasondan elde edilen uçucu yağın ve oleoresinin laktik asit bakterilerinin yaşayabilirliği üzerine önemli bir etkisi görülmemiştir. 1.0 g/L konsantrasyonda anason uçucu yağı ve oleoresin uygulanan yoğurt örneklerinde bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların gelişmesinde etkili bir kontrol sağlanmıştır. Buna ek olarak yoğurdun fizikokimyasal özellikleri üzerine bir etkisi görülmemiştir.

Şanlı ve ark. (2012), Burdur'da tarımı yapılan bazı Umbelliferae türlerinin uçucu yağ oranı ve 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* L.) türleri kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre, anasonun %2.68, rezenenin %2.74, dereotunun %3.02, kimyonun %1.82 ve

kişnişin %0.32 oranında uçucu yağ içerdiği ve temel bileşenlerinin sırası ile *trans*-anetol (%90.35-85.27), karvon (%71.80), 2-karen-10-al (%50.02) ve linalol (%95.56) olduğu belirtilmiştir.

Haşimi ve ark. (2014), anason (*Pimpinella anisum* L.) ve kimyon (*Cuminum cyminum* L.) tohumlarının uçucu yağ bileşimi, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, anason uçucu yağının esas bileşeni *trans*-anetol (%52.94) olarak belirlenmiş ve bunu izo-anetol (%13.89), karyofilen oksit (%8.55) ve karyofilen (%4.29) izlemiştir. Kimyon uçucu yağında ise sırası ile β-pinen (%15.77), α-terpinen (%15.52), 1-fenil-1-bütanol (%15.13) ve kuminik aldehit (%12.74) içerdiği belirtilmiştir. Anason uçucu yağının mikroorganizmalar üzerinde düşük, kimyonun ise orta derecede antimikrobiyal aktivite gösterdiği saptanmıştır. Çalışmada kullanılan örneklerin antioksidan aktivite sıralaması; askorbik asit> kimyon> BHA> BHT> anason olarak belirtilmiştir.

Kara ve Baydar (2014), lavander (*Lavandula angustifolia* cv. Raya) ve lavandin (*Lavandula x intermedia* cv. Super) çeşitlerinin uçucu yağ oranı ve bileşenlerine kurutma yöntemleri, depolama koşulları ve sürelerinin etkisini inceledikleri bir çalışmada, her iki çeşitte de gölgede kurutma yönteminin güneşte kurutmaya göre, +4ºC'de depolanan örneklerin oda sıcaklığında depolanan örneklerden daha fazla uçucu yağa oranına sahip olduğunu belirtmiştir. Depolama süresi uzadıkça uçucu yağ oranlarında kayıpların olduğu belirtilmiştir. Araştırmada her iki çeşitte de toplamda 21 adet aroma bileşiği tanımlanmış ve lavander bitkisinde gölgede ve güneşte kurutmada linalol, linalil asestat, osimen ve terpinen-4-ol, lavandin bitkisinde ise gölgede kurutmada linalol, linalil asetat, α-terpineol, güneşte kurutmada linalol, linalil asetat ve terpinen-4-ol ana bileşenler olarak belirtilmiştir. Lavander bitkisinde, depolama süresince güneşte kurutmada linalol oranının düştüğü, terpinen-4-ol, α-terpinol ve 1,8 sineol oranının arttığı belirtilmiştir. Gölgede kurutmada ise depolama süresince linalol, α-terpinol ve 1,8 sineol oranlarında azalma tespit etmişlerdir. Lavandin bitkisinde ise depolama

süresince gölgede kurutma yönteminde linalol ve terpinen-4-ol oranınında artış, kafur oranında ise azalma tespit etmişlerdir. Diğer bileşenlerin oranlarında depolama süresi boyunca dalgalanmalar olduğunu fakat önemli oranda değişimler olmadığını belirtmişlerdir. Genel olarak depolama süresi uzadıkça bileşenlerin oranlarında düşüş meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

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

Acimovic ve ark. (2015b), anason tohumunun uçucu yağ miktarı ve bileşimi üzerine yaptıkları bir çalışmada, hava koşulları, bölge ve gübrelemenin anason uçucu yağının bileşimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Anason meyvelerinin ortalama uçucu yağ miktarı %3.91 olarak belirtilmiş, uçucu yağ miktarının hava koşulları ve bölgeye bağlı olarak değişmesine karşın, farklı gübreleme sistemlerinin uçucu yağ miktarı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Uçucu yağda toplam 15 adet bileşen belirlenmiş ve *trans*-anetol temel bileşen (%94.78) olarak belirtilmiştir. İkinci önemli bileşen ɣ-himachalen (%2.53) olarak belirtilmiştir. Bu bileşenlerin sadece hava koşullarından etkilenirken, farklı bölgelerin ve farklı gübreleme sistemlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Hava koşullarına ek olarak yetiştirilen bölgenin, metil kavikol, α-zingiberen, α-himachalen, β-bisabolen, *cis*-anetol ve epoksi-2-pseudoöjenil metilbütirat üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu saptanmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak Burdur ilinde yetiştirilen (2014 yılında) anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumları kullanılmıştır. Örnekler yeni hasat (kontrol) ve nemi %50, sıcaklığı 10ºC olan depolarda 6 ay, 9 ay ve 12 ay süreyle depolanmıştır. Örnekler Mey Alkollü İçkiler Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin Denizli'nin Acıpayam ilçesinde bulunan ve kontrollü koşullarda çalışan depolarından temin edilmiştir. Alınan örneklerin depolama koşulları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Anason örneklerinin depolama koşulları

Depolama Süresi (Ay)	**Depolama Sıcaklığı**	**Depolama Nemi (%)**
0	-	-
6	10ºC	50
9	10ºC	50
12	10ºC	50

3.2. Metod

Anason tohumlarında, nem, uçucu yağ, uçucu yağda aroma bileşenleri ve duyusal analiz yapılmıştır. Her analiz 3 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 örnekteki suyun uçurulması ve ağırlık kaybından nem miktarının bulunması ilkesine dayanır. Bunun için örnek kabına homojen olarak dağıtılmış yaklaşık 3-5 g anason örneği konulmuştur ve nem analizi 105ºC'de 24 saat tutularak gerçekleştirilmiştir (Shafiee ve ark., 2010; Wassouf, 2014).

3.2.2. Su Buharı Distilasyonu ile Uçucu Yağ Analizi

Anason örneklerinden uçucu yağ su buharı distilasyon cihazı kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 3.1). Uygun bir öğütücüde yaklaşık 70 g anason tohumunun öğütülüp parçalanması sağlanmıştır. Öğütülmüş tohumlardan 50 g örnek tartılıp cihazın örnek haznesine aktarılmıştır. 1000 ml'lik cam balon içerisine yaklaşık 500 ml saf su konulmuş ve örnek haznesi cam balon içerisine yerleştirilmiştir. Sistem geri soğutuculu damıtma cihazına bağlanıp ısıtma işlemine geçilmiştir. Buharın soğutucu sisteme ulaştığı ilk an distilasyon işleminin başlangıcı olarak kabul edilmiş ve işleme 2 saat süreyle devam edilmiştir. Buharlaşan uçucu yağ dereceli soğutucunun etkisiyle yoğunlaşarak sistemin dereceli bölmesinde birikmeye başlamış ve işlem sonunda su ve uçucu yağın yoğunluk farkından dolayı ayrım gerçekleşmiş ve hacimsel olarak uçucu yağ miktarı okunmuştur. Anason tohumlarından elde edilen uçucu yağların yüzde verimleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Mağden, 1988).

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

a = Analizde kullanılan anason tohumu miktarı (g)

b = Distilasyon işlemi sonunda hacim olarak okunan uçucu yağ miktarı (ml)



Şekil 3.1. Su buharı distilasyon cihazı

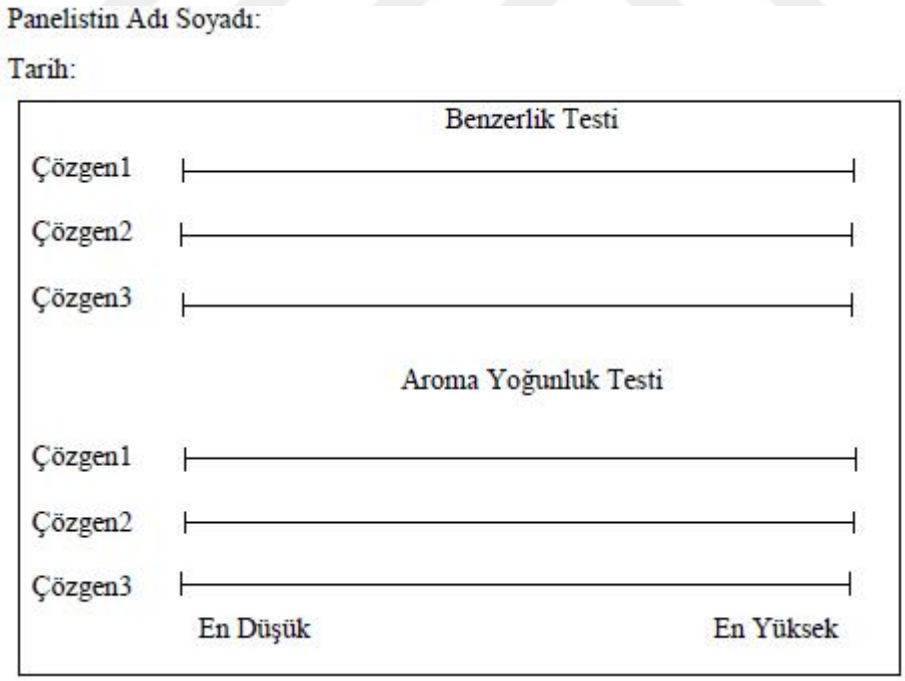
3.2.3. Aroma Bileşenlerinin Analizi

Uçucu yağdan aroma maddelerinin analizi için ilk aşamada aroma maddelerinin ekstraksiyonunda kullanılacak uygun çözgen belirlenmiştir. İkinci aşamada, belirlenen çözgenle elde edilen uçucu yağ karıştırılmış ve son aşamada GC/MS ve GC/FID cihazları ile aroma maddeleri tanımlanmış ve miktarları belirlenmiştir.

3.2.3.1. Temsili (Representative) Test

Anason uçucu yağında bulunan aroma bileşenlerinin saptanmasında kullanılacak en uygun çözgeni belirlemek amacıyla 3 farklı çözgen (diklorometan,

n-pentan/diklorometan -1:1-, dietil eter) kullanılmıştır. Kromatografik analiz ile duyusal analiz sonuçlarına göre aroma yoğunluğu ve benzerliği açısından en yüksek değeri alan çözgen belirlenmiştir. Duyusal analiz 10 kişilik panelist grubu tarafından yapılmıştır. Anason örnekleri özel olarak kodlandıktan sonra panelistlere sunulmuştur. 3 farklı çözgenle gerçekleştirilen ekstraksiyonlardan elde edilen ekstraktlar da özel koklama çubuklarına (SARL H. Granger-Veyron) absorbe edildikten sonra 1 dk bekletilip çözgenlerin uçması sağlanmış ve bu koklama çubukları da anason örnekleri gibi panelistlere sunulmuş ve anason örnekleri ile ekstraktların kıyaslanması istenmiştir. Temsili testte kullanılan form Şekil 3.2'de verilmiştir. Temsili testte çözgenlerin aroma benzerlik ve aroma yoğunluk özellikleri panelistler tarafından 10 cm'lik skalalar üzerinden değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre aroma bileşiklerinin tanımlanmasında diklorometan çözgeninin kullanılmasına karar verilmiştir.



Şekil 3.2. Temsili test formu

3.2.3.2. Aroma Bileşenlerinin GC/MS ve GC/FID ile Analizleri

Anason tohumlarından elde edilen uçucu yağ 1:20 oranında diklorometan çözgeni ile karıştırılmıştır ve içerisine 20 µl iç standart olarak mentol çözeltisi eklenmiş, ardından GC/MS ve GC/FID sistemine enjekte edilmiştir (Ravi ve ark., 2007).

Aroma maddelerinin miktarı ve tanımlanmasında "Agilent 6890N" marka gaz kromatografisi (GC), buna bağlı "Agilent 5975B VL MSD" kütle spektrometresi eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Aroma maddelerinin miktar tayininde, "Agilent 6890N" marka alev iyonlaşma dedektörlü (FID) gaz kromatografisi kullanılmıştır. Aroma maddelerinin ayrımı DB-WAX kapiler kolon (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör sıcaklığı 250ºC, kolon sıcaklığı ise 60ºC'de 3 dakika beklemeden sonra, dakikada 2ºC artarak 220ºC'ye ve daha sonra dakikada 3ºC artarak 245ºC'ye çıkacak ve bu sıcaklıkta 20 dakika sabit kalacak şekilde programlanmıştır. Cihaza enjekte edilen miktar 1 µl'dir. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 3.3 ml/dk'dır.

Aroma maddelerinin tanımlanmasında yukarıda belirtilen gaz kromatografisi ve buna bağlı "Agilent 5975B VL MSD" marka kütle spektrometresi kullanılmıştır. Enjektör tipi ve sıcaklık programı gaz kromatografisi ile aynı koşullardadır. Taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyumun hızı 3.3 ml/dk'dır. Kütle spektrometresinin iyonlaşma enerjisi 70 eV, iyon kaynağı sıcaklığı 250ºC, kuadrupol sıcaklığı 120ºC'de tutularak, 1 saniye aralıklarla 20-350 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).

3.2.3.3. Hesaplama

Tanımlanan bileşiklerin konsantrasyonları aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır. Sonuçlar µg/100g cinsinden verilmiştir (Cabaroğlu, 1995). Bileşiklerin hesaplanmasında iç standart olarak mentol kullanılmıştır.

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

C_i : Bileşiğin konsantrasyonu (µg/100g)
A_i : Bileşiğin pik alanı
A_{st} : İç standardın pik alanı
C_{st} : İç standardın konsantrasyonu
RF : Cevap faktörü (1 olarak alınmıştır)
HF : Hesaplama faktörü (40)

3.2.4. Anason Uçucu Yağının Duyusal Analizi

Depolama süresinin anason uçucu yağının duyusal özellikleri üzerine etkisini belirlemek için Aroma Profil Analizi uygulanmıştır. Analizler 10 kişilik panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Analizden önce Çizelge 3.2'de verilen tanımlayıcılar ve referans maddeler kullanılarak panelistler eğitilmiştir (Ravi ve ark., 2007; 2013). Anason uçucu yağının aroma profilinin belirlenmesinde kullanılan form şekil 3.3'te verilmiştir.

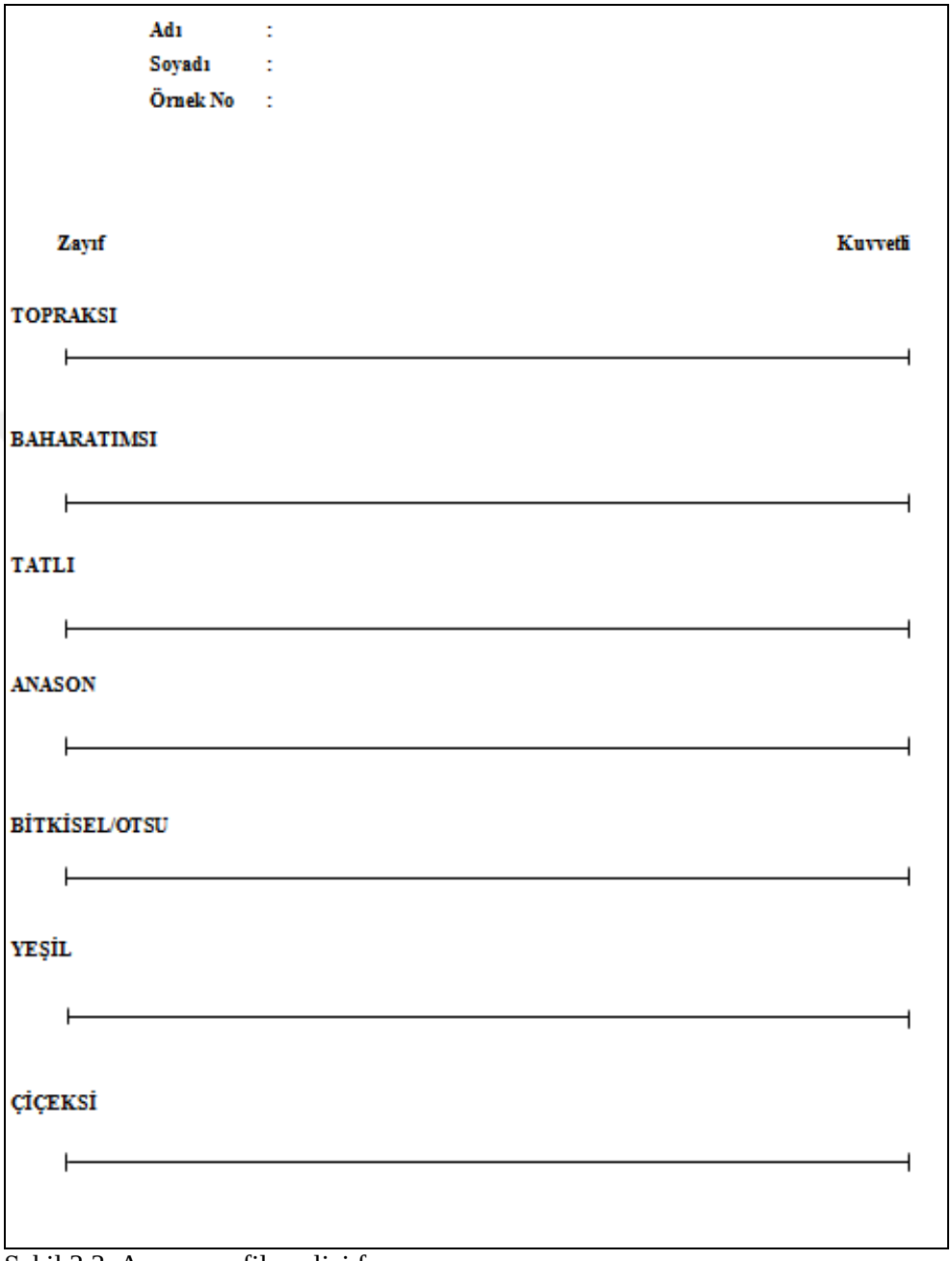
Çizelge 3.2. *Pimpinella anisum* L. uçucu yağının aroma profilinin belirlenmesinde kullanılan tanımlayıcılar ve referans maddeler

No	Tanımlayıcı	Referans Maddeler
1	Topraksı	Toprak
2	Baharatımsı	Rezene
3	Tatlı	Karamel
4	Anason	Anason Aroması
5	Bitkisel/Otsu	Meyan Kökü
6	Yeşil	Çimen
7	Çiçeksi	Gül Suyu

Uçucu yağ örnekleri %40'lık etil alkol çözeltisinde seyreltilmiş (1:200) ve kahverengi cam şişelere aktarılmıştır. Örnekler özel olarak kodlandıktan sonra panelistlere sunulmuş ve 15 cm'lik skalalar üzerinde belirtilen koku özelliklerinin yoğunluğuna göre değerlendirilmesi istenmiştir. Analizler sonucunda elde edilen verilerin ortalamaları alınmış ve sonuçlar örümcek ağı diyagramı üzerinde verilmiştir.

3.2.5. İstatistiksel Analiz

Farklı depolama sürelerinde örneklenen anason tohumlarının aroma bileşimi tek yönlü varyans analizi yöntemi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Önemli bulunan farklılıklara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Verilerin analizinde SPSS 17.0 paket programı kullanılmıştır (Özdamar, 1999).



Şekil 3.3. Aroma profil analizi formu

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Anason Tohumlarının Nem İçeriği

Farklı sürelerde depolanan (10ºC'de) anason tohumlarının nem içeriği Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi nem içerikleri yeni hasatta %9.88, 6 ay depolananda %9.57, 9 ay depolananda %9.52 ve 12 ay depolananda %9.29 olarak bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliği'nde, öğütülmemiş anason tohumlarının nem miktarının en çok %10 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2013). Elde edilen bulgular birbirine yakın olup Kodekste belirtilen değerin altında bulunmuştur. Daha önce yapılan bir çalışmada Çeşme ilçesinden elde edilen anason tohumlarının nem içeriği %10.3 oranında bulunduğu belirtilmiştir (Karaali ve Başoğlu, 1995).

Çizelge 4.1. Farklı sürelerde depolanan anason tohumlarının nem içerikleri

Depolama Süresi (Ay)	**Nem İçeriği (%)**
Yeni Hasat (0)	9.88
6	9.57
9	9.52
12	9.29

4.2. Depolama Süresinin Anason Tohumunun Uçucu Yağ Oranı Üzerine Etkisi

Farklı depolama sürelerinde depolanmış anason tohumlarının uçucu yağ oranına ait değerler Çizelge 4.2'de verilmiştir. Görüldüğü gibi 10ºC'de farklı sürelerde depolanan anason tohumlarının uçucu yağ oranları süreye bağlı olarak %1.4-2 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.2. Farklı depolama süreleri uygulanan anason tohumlarında uçucu yağ oranları

Depolama Süresi (Ay)	**Uçucu Yağ Oranı (%)**
Yeni Hasat (0)	2±0.07
6	1.7±0.07
9	1.5±0.00
12	1.4±0.05

En fazla uçucu yağ oranı yeni hasat örneklerinde (%2), en az uçucu yağ oranı ise 12 ay depolanmış anason örneklerinde (%1.4) belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarından görüldüğü gibi anason tohumlarının uçucu yağ oranları depolama süresi uzadıkça azalmıştır. 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). Dolayısıyla bitkilerden hangi dönemde en fazla uçucu yağ miktarı elde edileceği önem taşımaktadır. Arslan ve ark. (2004), farklı yörelerden toplanan 29 anason örneğini kullanarak yaptıkları bir çalışmada, anason tohumlarında uçucu yağ oranlarının %1.3-3.7 arasında değiştiğini, uçucu yağ miktarının genetik faktörler, iklim ve yetiştirme tekniklerinden etkilendiğini belirtmişlerdir. Özcan ve Chalchat (2006), olgunlaşma evresinde toplanan anason tohumlarında uçucu yağ oranının %1.91 olduğunu belirtmişlerdir. Engez ve Aritürk (2012), iki farklı depolama sıcaklığında (ortam sıcaklığı ve 20±4ºC) 9 ay süre ile depolanan kekik (*Origanum onites* ve *Origanum vulgare*) örneklerinde uçucu yağ oranının 9. ay sonunda azaldığını tespit etmişlerdir. Ortam sıcaklığında depolanan *O. onites* örneklerinde uçucu yağ oranının yeni hasatta %3.4 iken 9. ayda %3'e, *O. vulgare* örneklerinde ise yeni hasatta %2.4 iken 9. ayda %1.8'e düştüğünü, 20±4ºC'de depolanan *O. onites* örneklerinde uçucu yağ oranının yeni hasatta %3.4 iken 9. ayda %3.2'ye, *O. vulgare* örneklerinde ise yeni hasatta %2.4 iken %2.2'ye düştüğünü belirtmişlerdir. Lavanta (*Lavandula* spp.) uçucu yağı üzerine yapılan bir araştırmada, kurutma

yöntemi, depolama koşulu ve depolama süresinin etkisi incelenmiş ve 12 ay süre ile depolanan lavanta örneklerinde depolama süresi uzadıkça uçucu yağ oranında önemli düşüşler belirlenmiş ve en düşük oran 12. ayda tespit edilmiştir (Kara ve Baydar, 2014). 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. Depolama Süresinin Anason Tohumunun Aroma Bileşimi Üzerine Etkisi

Bu çalışmada anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarından su buharı distilasyonu yöntemiyle elde edilen uçucu yağlardaki aroma bileşikleri GC/MS ile tanımlanmış ve miktarları GC/FID ile belirlenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bileşikler ve miktarları ile depolamanın etkisi Çizelge 4.3'te ve toplam aroma içerisindeki %'lik oranları Ek Çizelge 1'de verilmiştir.

Genel olarak, Burdur yöresinden temin edilmiş olan yeni hasat örneğinde 13 adet terpen, 11 adet uçucu fenol, 9 adet aldehit ve keton, 4 adet ester ve 4 adet diğer bileşikler olmak üzere toplamda 41 adet aroma bileşiği tanımlanmıştır. 6 ay depolanan anason örneklerinde 41 adet, 9 ay ve 12 ay depolanan örneklerde ise 43 adet aroma bileşiği tanımlanmıştır. Aroma maddelerinin toplam miktarı yeni hasat örneğinde en yüksek düzeyde bulunmuş (2037724 µg/100g) ve bunu 6 ay (1808300 µg/100g), 9 ay (1722675 µg/100g), 12 ay (1565069 µg/100g) süreyle depolanan anason örnekleri izlemiştir.

Çizelge 4.3. Anason tohumunda belirlenen aroma bileşikleri ve miktarları

Bileşikler (µg/100g)	**RI**	**ID**	**Depolama Süresi (Ay)**				**F**
Terpenler			**0**	**6**	**9**	**12**	
δ-3-karen	1210	B	S	S	63[a]	56[a]	*
sabinen	1228	B	S	S	132[b]	196[a]	*
D-limonen	1646	A,B	838	910	1349	1154	ÖD
ɣ-terpinen	1410	B	104[a]	72[b,a]	57[b]	69[b,a]	*
p-simen	2103	B	188	143	143	121	ÖD
geyren	1515	B	1142	1073	1082	1076	ÖD
δ-elemen	2007	B	593[a]	475[c,b]	422[c]	500[b,a]	*
linalol	2006	A,B	1831	1713	1884	1805	ÖD
α-terpinolen	2008	A,B	2104	1807	1796	1832	ÖD
aromadendren	2064	B	463[a]	S	S	S	*
β-patchoulen	2067	B	S	1213[a]	1097[a]	1130[a]	*
α-himachalene	2088	B	2235[b,a]	1850[b]	2437[a]	1987[b,a]	*
ɣ-himachalene	2136	B	3763	3419	3617	2676	ÖD
E-farnesen	2151	A,B	3381[a]	2547[b]	2490[b]	2480[b]	*
italicene	2787	B	176	162	169	180	ÖD
Spathulenol	2349	B	776	696	770	871	ÖD
Toplam			**17594**	**16080**	**17508**	**16133**	
Uçucu Fenoller							
trans-anetol	2369	A,B	1935892[a]	1722716[b]	1641329[b]	1485152[b]	*
estragol	2054	A,B	39036	36619	28812	28681	ÖD
anetol	2126	A,B	9254[a]	6516[c]	7525[b]	7058[c,b]	*
metil öjenol	6980	A,B	266	235	204	246	ÖD
öjenol	2228	B	290	183	178	236	ÖD
miristisin	2303	B	132	60	56	59	ÖD
dillapiol	2415	B	147	173	130	105	ÖD
izoöjenol	2612	B	132[a]	100[b]	104[b]	121[b,a]	*
kavikol	2734	B	32	24	32	31	ÖD
2-allil-4-metoksi fenol	2738	B	84	90	93	106	ÖD
2-metoksi-4-vinilfenol	2222	B	193[b,a]	130[b]	191[b,a]	227[a]	*
Toplam			**1985459**	**1766846**	**1678654**	**1522022**	
Aldehit ve Ketonlar							
hyacinthin	2032	B	103[c]	152[c,b]	288[a]	220[b,a]	*
anisketon	2762	A,B	1743	1171	1066	1137	ÖD

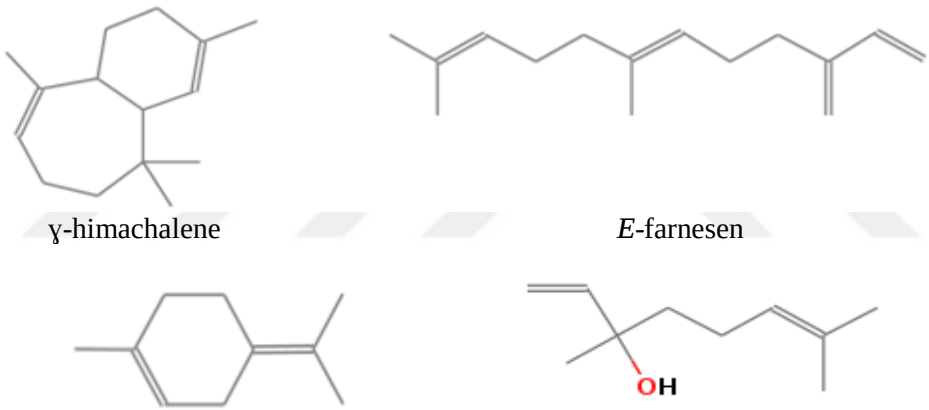
Çizelge 4.3. (Devamı).

	RI	**ID**	**0**	**6**	**9**	**12**	**F**
p-anisaldehit	3459	A,B	21244[a]	13877[b,a]	13663[b]	13898[b,a]	*
6-hidroksi-*m*-anisaldehit	2182	B	129	120	121	156	ÖD
asetanisol	2490	B	59	37	41	54	ÖD
4'metoksi propiofenon	2324	B	615	388	443	503	ÖD
trans-4-metoksi sinnamaldehit	2609	B	172	138	120	111	ÖD
6,6-dimetilhepta-2,4-dien	2508	B	99	88	104	90	ÖD
1,2,3-trimetil-siklopent-2-en karboksaldehit	3656	B	358	288	323	311	ÖD
Toplam			**24522**	**16224**	**16169**	**16480**	
Esterler (µg/100g)	**RI**	**ID**	**0**	**6**	**9**	**12**	**F**
metil anisat	2156	B	68	45	44	50	ÖD
metil-3,5-dimetoksi benzoat	2492	B	63	32	30	39	ÖD
bütanoik asit 2-metil, 2-metoksi-4-(2-propenil) fenil ester	2626	B	6551	5979	6910	6223	ÖD
bütanoik asit 2-metil, 4-metoksi-2-(3-methyloxiranyl) fenil ester	2786	B	1107	1094	1279	1786	ÖD
Toplam			**7789**	**7150**	**8263**	**8098**	
Diğer Bileşikler	**RI**		**0**	**6**	**9**	**12**	**F**
cedrenol	2423	B	184	159	211	217	ÖD
aniracetam	2340	B	166	120	131	146	ÖD
3-beta-etoksi-2-okzabisiklo[3.5.o]deka-6,8,10-trien	2200	B	1873	1614	1634	1854	ÖD
2-allil-1,4-dimetoksibenzen	3054	B	138	107	105	119	ÖD
Toplam			**2361**	**2000**	**2081**	**2336**	
Genel Toplam			**2037724**	**1808300**	**1722675**	**1565069**	

Sonuçlar üç tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir. RI: DB-WAX kolonda belirtilen Kovats index değerler; ID: tanımlama: A, standart bileşik kullanılarak yapılan tanımlama; B, MS (Kütle spektometresi kütüphanesi kullanılarak yapılan tanımlama, S: saptanamadı, F: Varyans analizine göre farklılık durumu; ö.d.: önemli değil, *: $p<0.05$ düzeyinde önemlidir; Aroma maddelerinin standart sapma değerleri %10'un altındadır.

Anasonun aroma bileşiminde toplam terpen miktarı 16080-17594 µg/100g arasında değişmiş ve δ-3-karen, sabinen, D-limonen, ɣ-terpinen, *p*-simen, geyren, δ-elemen, linalol, α-terpinolen, aromadendren, β-patchoulen, α-himachalene, ɣ-himachalen, *E*-farnesen, italicene, spathulenol olmak üzere toplamda 16 adet terpen bileşiği tanımlanmıştır (Çizelge 4.3). Anason tohumunda tanımlanan terpen bileşiklerinin toplam aroma içerisindeki yüzde oranı ise %0.85-1.12 arasında değişmektedir (Ek Çizelge 1).

Anason tohumunda tanımlanan terpen bileşikleri içerisinde miktar olarak en fazla bulunan bileşikler sırasıyla ɣ-himachalene, *E*-farnesen, α-terpinolen ve linalol olmuştur. Bu bileşiklerin kimyasal yapıları Şekil 4.1'de verilmiştir.



ɣ-himachalene *E*-farnesen

α-terpinolen linalol

Şekil 4.1. ɣ-himachalene, *E*-farnesen, α-terpinolen ve linalol bileşiklerinin kimyasal yapıları (Anonim, 2016b)

ɣ-Himachalene bileşiğinin miktarı depolamaya bağlı olarak azalmıştır fakat bu azalma istatistiksel olarak önemli değildir. *E*-farnesen bileşiği yeni hasat numunesinde en yüksek miktarda belirlenmiş ve miktarında depolama süresince azalma tespit edilmiştir. *E*-farnesen bileşiğinin miktarındaki azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Farnesen bileşiğinin turunçgil ve otsu koku verdiği belirtilmiştir (Burdock, 2005). α-Terpinolen bileşiği yeni hasat örneğinde en yüksek miktarda bulunmuş ancak depolama ile miktarı düşmüştür. Ancak yeni

hasat örnekleri ile depolanan örnekler arasında istatistiksel fark bulunmamıştır. Çiçeksi, odunsu kokuya sahip olan linalol miktarında ise depolama ile önemli bir değişim görülmemiştir (Komes ve ark., 2006).

Terpen bileşikleri içerisinde δ-3-karen ve sabinen bileşikleri yeni hasat ve 6 ay depolanmış örneklerde tespit edilememiş fakat 9 ay ve 12 ay depolanmış örneklerde belirlenmiştir. Bu bileşiklerin 9. aydan itibaren tespit edilmesi depolama aşamasında meydana geldiklerini göstermektedir. Aromadendren bileşiği ise sadece yeni hasat örneklerinde tespit edilimiş, 6. aydan itibaren saptanamamıştır. β-patchoulen bileşiği 6 ay, 9 ay ve 12 ay depolanmış örneklerde tespit edilmiş ancak yeni hasat örneğinde saptanamamıştır. Bu bileşiğinde depolama aşamasına ortaya çıktığı görülmektedir. Depolama süresince uçucu yağ bileşenlerindeki artış biyokimyasal transformasyon sonucu meydana gelmiş olabilir (Rosado ve ark., 2013). Tabanca ve ark. (2006), yaptıkları bir çalışmada anason tohumunun uçucu yağında terpen bileşiklerinden ɣ-himachalene (%1.4), α-zingiberen (%0.2), valensen (%0.2), β-bisabolen (%0.2) bileşiklerini tanımladıklarını bildirmişlerdir fakat miktarsal bir belirleme yapmamışlardır. Ullah ve ark. (2014), farklı tohumluk oranı ve sıra aralığının anason (***Pimpinella anisum*** L.) uçucu yağ oranı ve bileşimi üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada, uçucu yağın temel bileşenlerinin trans-anetol (%82.1) ve ɣ-himachalene (%7.0) olduğunu bildirmişlerdir. Acimovic ve ark. (2015a), Sırbistan'da yetiştirilen anason (***Pimpinella anisum***) tohumları üzerine yaptıkları çalışmada, 2 fenilpropen, 9 seskiterpen ve 1 monoterpen olmak üzere toplamda 12 adet uçucu bileşik tanımlamışlardır. Bu çalışmada da ɣ-himachalene (%1.84) terpen bileşikleri içerisinde en yüksek miktarda bulunmuştur.

Uçucu fenoller anason aromasının en önemli bileşikleridir. Anason aromasında toplamda 11 adet uçucu fenol bileşiği tanımlanmıştır. Bunlar trans-anetol, estragol, anetol, metil öjenol, öjenol, miristisin, dillapiol, izoöjenol, kavikol, 2-allil-4-metoksi fenol ve 2-metoksi-4-vinil fenol'dür (Çizelge 4.3).

Anason tohumunda tanımlanan uçucu fenollerin toplam miktarı en fazla yeni hasat örneğinde (1985458 µg/100g) saptanmış ve bunu 6 ay (1766846

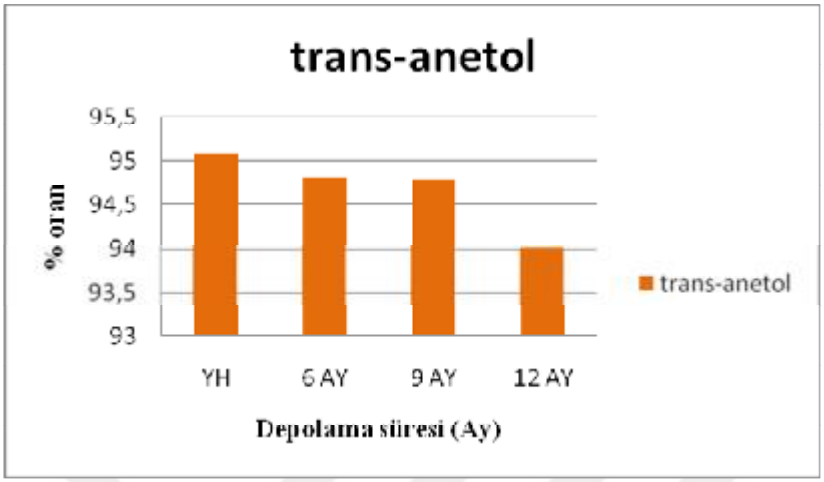
µg/100g), 9 ay (1678654 µg/100g), 12 ay (1522022 µg/100g) depolanan numuneler izlemiştir. Görüldüğü gibi depolama süresine bağlı olarak uçucu fenol bileşiklerinde azalmalar saptanmıştır. Tanımlanan uçucu fenol bileşiklerinin toplam aroma içerisindeki yüzdelik oranları %96.67-97.51 arasında değişmiştir (Ek Çizelge 1). Tanımlanan fenol bileşikleri arasında en yüksek miktarda bulunan bileşikler fenil propen grubuna dahil olan *trans*-anetol ve estragol olmuştur. Şekil 4.2'de *trans*-anetol ve estragol bileşiklerinin kimyasal yapıları verilmiştir. Bu bileşikler hem toplam aromada hem uçucu fenol bileşikleri içerisinde en yüksek oranda bulunan bileşikler olmuştur.



trans-anetol estragol

Şekil 4.2. *Trans*-anetol ve estragol bileşiklerinin kimyasal yapıları (Anonim, 2016b)

Trans-anetol miktarı yeni hasat örneğinde 1935892 µg/100g, 6 ay depolanan örneklerde 1722716 µg/100g, 9 ay depolanan örneklerde 1641329 µg/100g ve 12 ay depolanan örneklerde ise 1485152 µg/100g olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.3'te de görüldüğü gibi anason uçucu yağının temel bileşeni olan *trans*-anetol miktarı depolamaya bağlı olarak azalmaktadır. Yeni hasat örneği ve depolanan örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



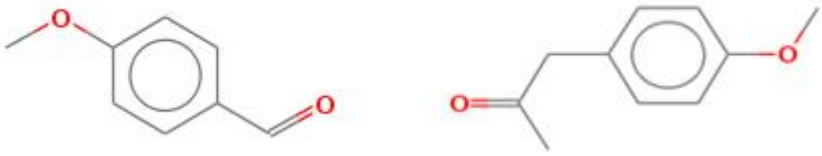
Şekil 4.3. Anason aromasının temel bileşeni olan *trans*-anetol oranının depolama süresine bağlı değişimi

Anason uçucu yağında ikinci önemli bileşen olarak bulunan estragol miktarı ise yeni hasat numunesinde 39036 µg/100g, 6 ay depolanan numunede 36619 µg/100g, 9 ay depolanan numunede 28812 µg/100g ve 12 ay depolanan numunede 28681 µg/100g olarak belirlenmiştir. Sonuçlar yeni hasat örneğindeki estragol bileşiğinin miktarının depolama ile azaldığını göstermiştir. Depolama ile estragol bileşiğinin miktarındaki değişim istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Örneklerin analizi sonucunda toplam aroma içerisinde %94.02-95.09 oranında bulunan *trans*-anetol ve %1.63-1.92 oranında bulunan estragol anason uçucu yağının temel uçucu bileşenleri olarak tespit edilmiştir (Ek Çizelge 1). Bu sonuç anason uçucu yağının kimyasal bileşimi üzerine yapılmış önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Arslan ve ark. (2004), anason uçucu yağının başlıca bileşeninin *trans*-anetol (%78.63-95.21) ve diğer önemli bileşiklerin α-terpineol, metil kavikol (estragol) ve linalol olduğunu bildirmiştir. Doğramacı ve Arabacı (2015), anason uçucu yağının başlıca bileşeninin *trans*-anetol (%97.50-98.49) ve tanımlanan diğer bileşiklerin metil kavikol (%0.37-2.49), anisaldehit (%0.31-1.60) olduğunu belirtmişlerdir. *Trans*-anetol ve metil kavikol izomerdir, metil kavikol *trans*-anetol'ün izomerizasyonu ile oluşmaktadır fakat bu durumun terside

muhtemeldir (Acimovic ve ark., 2015a). *Trans*-anetol, anason ve otsu kokuya, tatlı bir tada sahiptir. 15 ppm'de tat karakteristiği tatlı, anason, meyankökü olarak algılanır (Burdock, 2005). İstenmeyen kokuları maskeleme ajanı olarak kullanımı oldukça yaygındır. Bunlara gıda endüstrisinden örnek olarak alkollü içecekler, şekerlemeler, fırıncılık ürünleri verilebilir. Aynı zamanda eczacılık, yem katkı maddeleri, sabun, diş macunu vb. endüstriyel ürünlerde de kullanılmaktadır (Acimovic ve ark., 2015a). Estragol ise anason, meyan kökü benzeri bir kokuya sahiptir (Burdock, 2005; Diaz-Maroto ve ark., 2005).

Anason uçucu yağında tanımlanan bir diğer grup olan aldehit ve ketonların toplam miktarı 16169-24522 µg/100g arasında değişmiş ve hyacinthin, anisketon, *p*-anisaldehit, 6-hidroksi-*m*-anisaldehit, asetanisol, 4'metoksi propiofenon, *trans*-4-metoksi sinnamaldehit, 6,6-dimetilhepta-2,4-dien, 1,2,3-trimetil-siklopent-2-en karboksaldehit olmak üzere toplamda 9 adet bileşik tanımlanmıştır (Çizelge 4.3). Tanımlanan aldehit ve keton bileşiklerinin toplam aroma içerisindeki yüzde oranı %0.84-1.21 arasında değişmiştir (Ek Çizelge 1). Tanımlanan aldehitler ve ketonlar arasında en yüksek miktarda tespit edilen bileşikler sırasıyla *p*-anisaldehit ve anisketon olmuştur. Şekil 4.4'te bu bileşiklerin kimyasal yapıları verilmiştir.



p-anisaldehit anisketon

Şekil 4.4. *p*-anisaldehit ve anisketon bileşiklerinin kimyasal yapıları (Anonim, 2016b)

p-Anisaldehit miktarı en yüksek yeni hasat örneğinde belirlenmiştir (21244 µg/100g). Depolanan örneklerde ise miktar 6 ay depolananda 13877 µg/100g, 9 ay depolananda 13663 µg/100g, 12 ay depolananda 13898 µg/100g olarak saptanmıştır. Bu bileşiğin toplam aroma içerisindeki oranı %0.77-1.04 arasında

değişmiştir. Görüldüğü gibi depolama *p*-anisaldehit miktarını düşürmüştür, yeni hasat ile depolanan örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. *p*-Anisaldehit karakteristik alıç ve keskin anason benzeri bir aromaya sahiptir. 30-40 ppm üzerinde acı bir tada sahiptir. Skalicka-Wozniak ve ark. (2013), anason uçucu yağında aldehit ve keton bileşiklerinden %2.09 oranında *p*-anisaldehit ve %1.14 oranında *p*-asetonilanisol tespit etmişlerdir. Haşimi ve ark. (2014), anason tohumlarının uçucu yağında tespit ettikleri *p*-anisaldehit oranını %1.86 olarak belirtmişlerdir.

Anisketon bileşiği yeni hasat örneğinde 1743 µg/100g, 6 ay depolanan ürünlerde 1171 µg/100g, 9 ay depolanan ürünlerde 1066 µg/100g ve 12 ay depolanan ürünlerde 1137 µg/100g olarak belirlenmiştir. Anisketon miktarı 6. aydan itibaren düşüş göstermiş, bu düşüş süreye bağlı olarak devam etmiştir. Depolama süresinin anisketon bileşiği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Anisketon bileşiğinin toplam aroma içerisindeki yüzdelik oranı ise %0.07-0.09 arasında olmuştur. Anisketon anason benzeri tat ve aromaya sahiptir (Burdock, 2005).

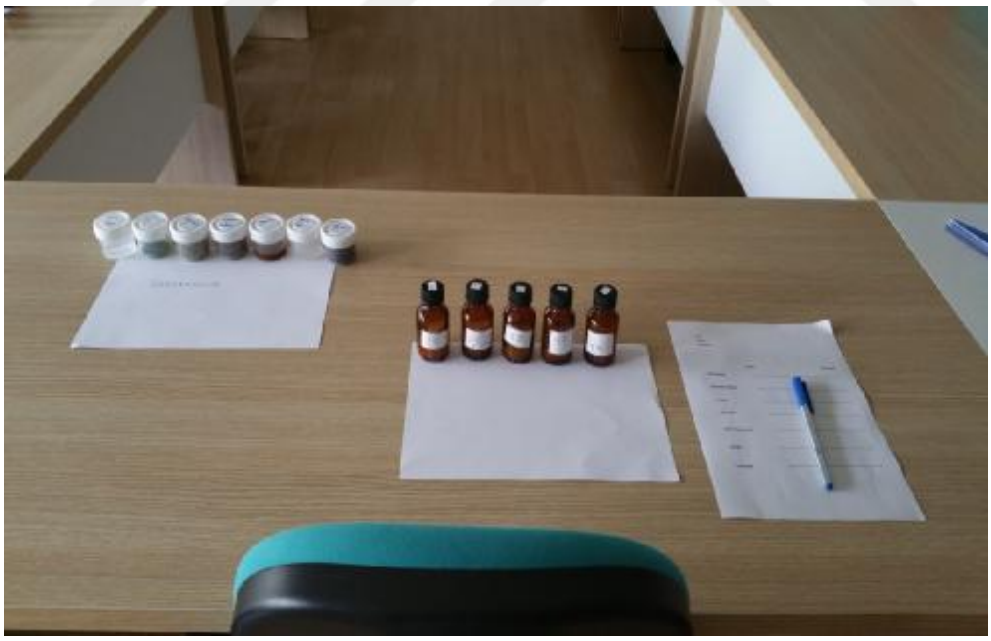
Uçucu yağda tanımlanan esterlerin toplamı 7150-8263 µg/100g arasında değişmiş ve metil anisat, metil-3,5-dimetoksi benzoat, bütanoik asit 2-metil, 2-metoksi-4-(2-propenil) fenil ester, bütanoik asit 2-metili -4-metoksi-2-(3-metoksikiranil) fenil ester olmak üzere toplamda 4 adet bileşik tanımlanmıştır (Çizelge 4.3). Tanımlanan ester bileşiklerinin toplam aroma içerisindeki yüzde oranı %0.37-0.65 arasında değişmektedir (Ek Çizelge 1). Ester miktarı yeni hasat örneklerinde 7789 µg/100g, 6 ay depolanan örneklerde 7150 µg/100g, 9 ay depolanan örneklerde 8263 µg/100g ve 12 ay depolanan örneklerde ise 8098 µg/100g olarak bulunmuştur. Depolama süresinin artmasıyla toplam ester miktarında dalgalanmalar olmakla birlikte, genel olarak artış olduğu söylenilebilir.

Uçucu yağda tanımlanan diğer aromatik bileşiklerin toplam miktarları 2000-2361 µg/100g arasında değişmiş ve cedrenol, aniracetam, 3-β-etoksi-2-okzabisiklo[3.5.o]deka-6,8,10-trien, 2-allil-1,4-dimetoksibenzen olmak üzere

toplamda 4 adet bileşik belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Tanımlanan diğer bileşiklerin toplam aroma içerisindeki oranları %0.12-0.18 arasında değişmiştir (Ek Çizelge 1).

4.4. Depolama Süresinin Anason Uçucu Yağının Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi

Anason tohumlarından elde edilen uçucu yağın duyusal değerlendirmesinde topraksı, baharatımsı, tatlı, anason, bitkisel/otsu, yeşil ve çiçeksi tanımlayıcı kokular dikkate alınmıştır. Duyusal analiz 10 kişilik panelist grup tarafından yapılmıştır (Şekil 4.5). Çizelge 4.4'te aroma profil analizinden elde edilen veriler gösterilmiştir. Şekil 4.6'da verilen örümcek ağı diyagramında görüldüğü gibi yeni hasat ürünlerinden elde edilen uçucu yağ anason, çiçeksi, tatlı, baharat, yeşil koku özellikleri bakımından 6 ay, 9 ay ve 12 ay depolanmış örneklere göre daha yüksek puanlar almıştır. 6 ay depolanan örnekler de ise topraksı koku özelliği diğer örneklere kıyasla daha yüksek olarak belirlenmiştir.

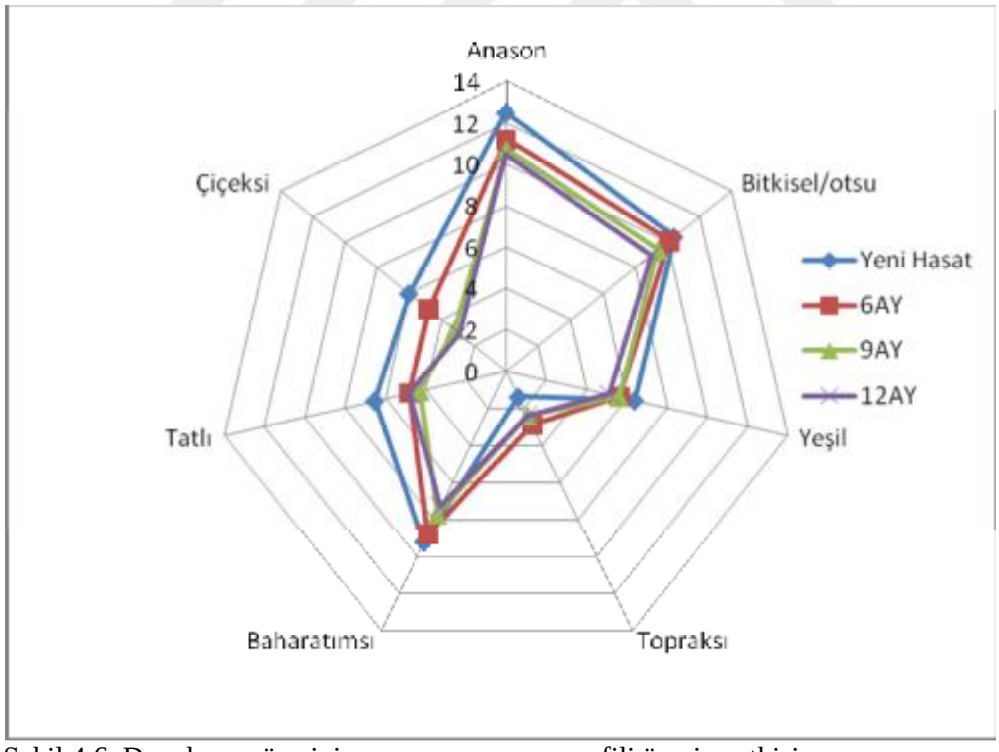


Şekil 4.5. Anason uçucu yağının duyusal analizi

Çizelge 4.4. Farklı sürelerde depolanmış anason tohumlarından elde edilen uçucu yağların aroma profil analizi sonuçları

Tanımlayıcı kokular	**Depolama Süresi (Ay)**				
	0 (Yeni Hasat)	**6**	**9**	**12**	**F**
Topraksı	1.4[b]	2.9[a]	2.4[ab]	2.4[ab]	*
Baharatımsı	9.2	8.8	7.7	7.3	ÖD
Tatlı	6.4[a]	4.8[ab]	4.3[b]	4.8[ab]	*
Anason	12.5[a]	11.2[b]	10.7[b]	10.5[b]	*
Bitkisel/Otsu	10.4	10.1	9.4	9.0	ÖD
Yeşil	6.4	5.6	5.6	5.1	ÖD
Çiçeksi	6.0[a]	4.8[ab]	3.2[b]	2.9[b]	*

p<0.05 düzeyinde önemlidir, ÖD.: önemli değil.



Şekil 4.6. Depolama süresinin anasonun aroma profili üzerine etkisi

Aroma profil analizi sonuçlarına göre örneklerin topraksı koku özelliği depolama süresine bağlı olarak 6. ayda artış gösterip, 9. ve 12. aylarda azalmış ve bu değişim yeni hasata karşı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Baharatımsı koku özelliği ise duyusal değerlendirme sonucunda, depolama süresine bağlı olarak azalma göstermiştir. Azalma oranı duyusal olarak fark edilse de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Tatlı koku özelliği, yeni hasat örneklerinde en yüksek oranda algılanmıştır. 6. ve 12. aylarda benzer oranda algılanırken, 9. ayda algılanma oranı en düşük olarak tespit edilmiştir. Örnekler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemlidir. Anason benzeri koku özelliği, yeni hasat örneklerinde en yüksek oranda algılanırken, depolama süresine bağlı olarak azalış göstermiştir. Örnekler arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Anason uçucu yağının başlıca bileşeni *trans*-anetol ve estragoldür. *Trans*-anetol tatlı, otsu, anason benzeri kokuya ve tatlı bir tada, estragol ise anason benzeri kokuya sahiptir (Satıbeşe ve ark., 1994; Acimovic ve ark., 2015a). Yapılan kimyasal analizler sonucunda da depolama süresine bağlı olarak ortaya çıkan *trans*-anetol ve estragol miktarlarındaki değişim, duyusal aroma profil sonuçlarıyla da uyum göstermektedir. Bitkisel/otsu ve yeşil koku özellikleri, yeni hasat örneklerinde en fazla oranda algılanırken, depolama süresine bağlı olarak azalma göstermiştir. Bu değişim duyusal olarak hissedilirken, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Çiçeksi koku özelliği ise en fazla yeni hasat örneklerinde algılanmıştır ve depolama süresine bağlı olarak azalış göstermiştir. Örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, 10ºC'de, kontrollü koşullarda farklı depolama sürelerinin Burdur ilinde yetiştirilen anason (*Pimpinella anisum* L.) tohumlarının nem miktarı, uçucu yağ oranı ve uçucu yağın aroma bileşimi üzerine etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

Anason tohumlarında nem içeriği analizi etüvde kurutma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Anason tohumlarında nem içeriği %9.29-9.88 arasında bulunmuş ve elde edilen sonuçlar Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliğinde belirtilen değere uymaktadır.

Anason tohumlarından uçucu yağ su buharı distilasyon yöntemiyle elde edilmiştir. Yeni hasat, 6 ay ,9 ay ve 12 ay depolanmış örneklerde uçucu yağ oranları sırasıyla, %2, %1.7, %1.5 ve %1.4 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara dayanılarak anason tohumundaki uçucu yağ oranının depolama süresine bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Anasondan uçucu yağındaki aroma maddeleri GC/MS ve GC/FID yöntemleriyle saptanmıştır. Yeni hasat ve 6 ay depolanmış örneklerde 13 adet terpen, 11 adet uçucu fenol, 9 adet aldehit ve keton bileşiği, 4 adet ester ve 4 adet diğer aromatik bileşikler olmak üzere toplamda 41 adet belirlenmiştir. 9 ay ve 12 ay depolanan örneklerde ise 15 adet terpen, 11 adet uçucu fenol, 9 adet aldehit ve keton bileşiği, 4 adet ester ve 4 adet diğer aromatik bileşikler olmak üzere toplamda 43 adet aroma bileşeni belirlenmiştir. Aroma maddelerinin toplam miktarı 2037724 µg/100g bulunmuş ve depolama süresine bağlı olarak azalmıştır.

Genel olarak anason uçucu yağında bulunan aroma bileşiklerinin miktarlarında depolama süresi bakımından dalgalanmalar olmakla birlikte depolama süresi uzadıkça bileşenlerin miktarlarının düştüğü söylenebilir. Uçucu yağın temel bileşenleri olan *trans*-anetol miktarında yeni hasat örnekleri ile depolanan örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Estragol miktarında ise örnekler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

Terpen bileşiklerinden δ-3-karen ve sabinen bileşiklerinin 9. aydan sonra tespit edilmesi, bu bileşiklerin depolama sürecinde ortaya çıktığını göstermektedir. Bunun sebebi depolama süresince uçucu yağ bileşenlerindeki biyokimyasal değişimler (izomerizasyon, transformasyon) sonucu meydana gelmiş olabilir.

Anason uçucu yağının duyusal değerlendirmesinde aroma profil analizi sonuçlarına göre yeni hasat örneklerinden elde edilen uçucu yağ, diğer örneklere göre yüksek puan almıştır. Özellikle anason, tatlı ve çiçeksi koku özelliklerinin yüksek oranda algılanması istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Depolama işlemiyle arzu edilen duyusal özellikler azalmaktadır. Anason tohumlarının kalite kriteri olan uçucu yağ miktarı ve anason aromasında arzu edilen bileşenler depolama süresine bağlı olarak azalmakta ve anason tohumunun kalitesi düşmektedir. Bu nedenle anason tohumunun mümkün olduğunca erken değerlendirilmesi ve özellikle 6. aydan sonra artan kaybı önlemek için, uygulanan depolama işleminde daha düşük sıcaklık uygulanması önerilebilir.

İleriki çalışmalarda farklı depolama sürelerinin yanında farklı depolama sıcaklığı ve nem koşullarının da araştırılması depolama işleminin anason tohumunun aroması üzerine etkisinin daha ayrıntılı olarak ortaya çıkarılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

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., Korac, J., Jacimovic, G., Oljaca, S., Djukanovıc, 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.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.

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.

Al-Ismail, K.M., Aburjai, T., 2004. Antioxidant Activity of Water and Alcohol Extracts of Chamomile Flowers, Anise Seeds and Dill Seeds. Journal of The Science Food and Agriculture, 84: 173-178.

Anonim, 2005a. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Distile Alkollü İçkiler Tebliği. Tebliğ No: 2005/11.

Anonim, 2005b. Community Methods for The Analysis of Wines, Eec No 2676/90. Office of Official Publications of The European Communities, 194s.

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

Anonim, 2016a. Türkiye İstatistik Kurumu, Web Sitesi: www.Tuik.Gov.Tr/Pretablo.Do?Alt_İd=1001 , Erişim Tarihi : 21.07.2016.

Anonim 2016b, The National Institute of Standards and Technology (Nıst) Database 69 : Nist Chemisrty Webbook. Web Sitesi : Http://Webbook.Nist.Gov/Chemistry/ Erişim Tarihi: 21.07.2016.

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., 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.

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.

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

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.

Bulur, A., 2010. Çukurova Bölgesinde Üretilen Boğma Rakıların Kimyasal Bileşimleri Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, (80)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., Yilmaztekin, 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.

Cellat, K., 2011. Bazı Endemik Bitkilerin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Ekstrakte Edilmesi ve İçeriklerinin Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, (73)S.

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

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.

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.

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.

Engez, S.T., Aritürk, R., 2012. Depolama Koşullarının Kekiğin Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7(1):1-8.

Esen, G., 2005. *Origanum vulgare* subsp. *hirtum ietswaart* ‘un Doğal ve Kültür Formlarından Elde Edilen Uçucu Yağlarının Kimyasal Bileşimleri ve Antimikrobiyal Aktivite Özellikleri. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir, (78)s.

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

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., 1993. Alkol ve Alkollü İçkiler Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 371s.

Gözen, O., 2005. Türk Rakılarının Bazı Uçucu Bileşikleri Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, (82)S.

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

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

Haşimi, N., Tolan, V., Kızıl, S., Kılınç, E., 2014. Anason (*Pimpinella anisum* L.) ve Kimyon (*Cuminum cyminum* L.) Tohumlarının Uçucu Yağ Kompozisyonu İle Antimikrobiyal ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 20:19-26.

Jodral, M., M., 2004. Illicium, Pimpinella and Foeniculum (Medicinal And Aromatic Plants). Crc Press. 231s.

Kara, N., Baydar, H., 2014. Kurutma Yöntemleri, Depolama Koşulları ve Sürelerinin Lavanta (*Lavandula* Spp.)’Nın Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenlerine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24(2): 185-192.

Karaali, A., Başoğlu, N., 1995. Essential Oils of Turkish Anise Seeds and Their Use in The Aromatization of Raki. Z Lebensm Unters Forsch, 200:440-442.

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

Komes, D., Ulrich, D., Lovric, T., 2006. Characterization of Odor-active Compounds in Croatian Rhine Riesling Wine, Subregion Zagorje, European Food Resaerch and Technology, 222: 1-7.

Leal, P.F., Almeida, T.S., Prado, G.H.C., Prado, J.M., Meıreles, 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.

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

Misharina, T., A., 2001. Influence of The Duration and Conditions of Storage on The Composition of The Essential Oil From Coriander Seeds. Applied Biochemistry and Microbiology, 37(6): 622-628.

Msaada, K.,Taarıt, B.M., Hosnı, K., Salem, N., Tammar, S., Bettaıeb, I., Hammamı, M., Lımam, 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.

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.

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.

Özdamar, K., 1999. Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi, Kaan Kitabevi Eskişehir, 535s.

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.

Rodrigues, V.M., Rosa, P.T.V., Marques, M.O.M., Petenate, A.J., Meireles, 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.

Rosado, L., D., S., Pinto, J., E., B., P., Bertolucci, S., K., V., de Jesus, H., C., R., Alves, P., B., 2013. Changes in The Content and Composition of the Essential Oil of *Ocimum basilicum* L. During Storage. The Journal of Essential Oil Research, 25(3): 227-232.

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.

Shafiee, S., Modares Motlagh, A., Minaei, S., 2010. Moisture Dependent Physical Properties of Fennel Seeds. African Journal of Agricultural Research, 5(17): 2315-2320.

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.

Shojaii, A., Fard, M., A., 2012. Review of Pharmacological Properties and Chemical Constituents of *Pimpinella anisum*. International Scholary Research Network, 2012: 1-8.

Singh, G., Kapoor, I.P.S., Singh, P., 2011. Effect of Volatile Oil and Oleoresin of Anise on The Shelf Life of Yogurt. Journal of Food Processing and Preservation, 35: 778-783.

Singh, G., Kapoor, I.P.S., Singh, P., De Heluani, C.S., Catalan, C.A.N., 2008. International Journal of Essential Oil Therapeutics, 2: 122-130.

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.

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 Faültesi Dergisi, 18(1):57-73.

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.

Wassouf, N., 2014. Açıkta Satılan Baharatların Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu İle Mikrobiyolojik Yönden İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme Ve Diyetetik Anabilim Dalı – Yüksek Lisans Tezi, Ankara, (74)S.

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.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Adana'da tamamladı. 2008 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2012 yılında bu bölümden mezun oldu. 2014 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı.

EKLER

Ek Çizelge 1. Farklı sürelerde depolanmış anason tohumu örneklerine ait uçucu yağların toplam aroma içerisindeki oranları (%)

Bileşikler (µg/100g)	**RI**	**Depolama Süresi (Ay)**			
Terpenler		**0**	**6**	**9**	**12**
δ-3-karen	1210	0	0	0	0
sabinen	1228	0	0	0,01	0,01
D-limonen	1646	0,04	0,03	0,09	0,06
γ-terpinen	1410	0,01	0	0	0
p-simen	2103	0,01	0,01	0,01	0,01
geyren	1515	0,06	0,06	0,07	0,08
δ-elemen	2007	0,03	0,03	0,03	0,03
linalol	2006	0,09	0,09	0,12	0,1
α-terpinolen	2008	0,1	0,1	0,11	0,1
aromadendren	2064	0,02	0	0	0
β-patchoulen	2067	0	0,07	0,07	0,08
α-himaçalen	2088	0,09	0,08	0,16	0,11
γ-himaçalen	2136	0,18	0,19	0,23	0,15
E-farnesen	2151	0,17	0,14	0,16	0,16
italicene	2787	0,01	0,01	0,01	0,02
(-)-Spathulenol	2349	0,04	0,04	0,05	0,06
Toplam		0,85	0,85	1,12	0,97

Ek Çizelge 1. (Devamı).

	RI	Depolama Süresi (Ay)			
Uçucu Fenoller		**0**	**6**	**9**	**12**
trans-anetol	2369	95,09	94,82	94,79	94,02
estragol	2054	1,92	1,9	1,84	1,63
anetol	2126	0,45	0,36	0,45	0,43
metil öjenol	6980	0,01	0,01	0,01	0,02
öjenol	2228	0,01	0,01	0,01	0,02
miristisin	2303	0,01	0	0	0
dillapiol	2415	0,01	0,01	0,01	0,01
izoöjenol	2612	0,01	0	0,01	0,01
kavikol	2734	0	0	0	0
2-allil-4-metoksi fenol	2738	0	0	0,01	0,01
2-metoksi-4-vinilfenol	2222	0	0,01	0,01	0,02
Toplam		**97,51**	**97,12**	**97,14**	**96,17**
Aldehit ve Ketonlar					
hyacinthin	2032	0,01	0,01	0,02	0,01
anisketon	2762	0,09	0,07	0,07	0,09
p-anisaldehit	3459	1,04	0,77	0,68	1,01
6-hidroksi-*m*-anisaldehit	2182	0,01	0	0,01	0,01
asetanisol	2490	0	0	0	0
4'metoksi propiofenon	2324	0,03	0,02	0,03	0,04
trans-4-metoksi sinnamaldehit	2609	0,01	0,01	0	0,01

Ek Çizelge 1. (Devamı).

	RI	Depolama Süresi (Ay)			
		0	**6**	**9**	**12**
6,6-dimetilhepta-2,4-dien	2508	0	0	0,01	0,01
1,2,3-trimetil-siklopent-2-en karboksaldehit	3656	0,02	0,02	0,02	0,03
Toplam		**1,21**	**0,9**	**0,84**	**1,21**
Esterler (µg/100g)					
metil anisat	2156	0	0	0	0,01
metil-3,5-dimetoksi benzoat	2492	0	0	0	0
bütanoik asit 2-metil, 2-metoksi-4-(2-propenil) fenil ester	2626	0,3	0,33	0,44	0,54
bütanoik asit 2-metil, 4-metoksi-2-(3-methyloxiranyl) fenil ester	2786	0,05	0,06	0,08	0,1
Toplam		**0,37**	**0,39**	**0,52**	**0,65**
Diğer Bileşikler					
cedrenol	2423	0,01	0,01	0,01	0,02
aniracetam	2340	0,01	0,01	0,01	0,01
3-beta-etoksi-2-okzabisiklo[3.5.o]deka-6,8,10-trien	2200	0,05	0,05	0,1	0,14
2-allil-1,4-dimetoksibenzen	3054	0,01	0,01	0,01	0,01
Toplam		0,08	0,08	0,13	0,18
Genel Toplam		**99,99**	**99,34**	**99,75**	**99,18**